



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

2009

Bente M. Nilsen, Sylvia Frantzen
og Kåre Julshamn

09. februar 2011

N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

Adresse: Postboks 2029 Nordnes, 5817 Bergen, Norge

Telefon: +47 55 90 51 00 Faks: +47 55 90 52 99

E-post: postmottak@nifes.no

Forord

Denne rapporten beskriver undersøkelser utført på prosjektet ”Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann 2009”. Prosjektet ble gjennomført etter en bestilling fra Mattilsynet, seksjon for fisk og sjømat.

Kontaktperson ved Mattilsynet har vært Mette Lorentzen ved Hovedkontoret, Tilsynsavdelingen, seksjon for fisk og sjømat. Faglig ansvarlig ved Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har vært Bente M. Nilsen. Teknisk ansvarlig for prosjektet har vært Elin Kronstad.

Havforskningsinstituttet (HI) har stått for all innsamling av prøver ved hjelp av tre båter fra Referanseflåten, MS Thema med skipper Gunvald Aanensen, MS Repsøy med skipper Trygve Helgesen og MS Vesleper med skipper Anders Paulsen, samt et fartøy innleid av HI for prøvetaking i Nord-Norge (MS Falkungen, Harald Senneset og Stian Kleven). Innsamlingsarbeidet har vært ledet av Asbjørn Borge ved Faggruppe Fiskeridynamikk. Stian Kleven ved HI har vært ansvarlig for aldersbestemmelse av fisken.

Alle prøver har vært registrert og opparbeidet for analyse ved NIFES’ prøvemottak av Anne Margrethe Aase, Vidar Fauskanger og Manfred Torsvik under ledelse av Elin Kronstad. Bestemmelse av fettinnhold har vært utført ved NIFES’ Laboratorium for næringsstoffer av Georg Smith Olsen, Kari Pettersen og Katrine Lousie Andersen under ledelse av Annbjørg Bøkevoll. Bestemmelse av fremmedstoffer har vært utført ved NIFES’ Laboratorium for fremmedstoffer under ledelse av Annette Bjordal. Kjersti Kolås har vært ansvarlig for planlegging og prøveflyt og Kari Breistein Sæle, Pablo Cortez, Kjersti Pisani, Elilta Hagos og Joseph Malaiamaan har vært ansvarlig for prøveoppbevaring. Tadesse Negash, Jannicke A. Berntsen og Karstein Heggstad har vært ansvarlig for bestemmelser av dioksiner, furaner, non-orto PCB og mono-orto PCB.

Vi takker alle som har deltatt for innsatsen for å få gjennomført dette prosjektet.

NIFES, 09. februar 2011

Innhold

Sammendrag	4
Summary	8
Innledning	12
Materiale og metoder	14
<i>Innsamling og opparbeiding av prøver</i>	14
<i>Analysemetoder</i>	15
Bestemmelse av totalt fettinnhold med etylacetat-metode (NIFES metode nr. 091).....	15
Bestemmelse av dioksiner, furaner, non-orto PCB og mono-orto PCB ved HRGC-HRMS.....	15
Statistisk analyse.....	16
Resultater og diskusjon	17
<i>Oversikt over resultater for alle fjorder/havner</i>	17
Lengde, vekt, alder, kjønn, levervekt og fettinnhold i lever	17
Dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever.....	18
<i>Resultater for hver enkelt fjord/havn</i>	21
Tønsberg/Vrengen	21
Sandefjord.....	25
Kragereø	29
Tvedestrand	33
Lillesand	36
Farsund	38
Flekkefjord.....	42
Egersund	45
Sandnes	48
Stavanger	51
Karmsundet.....	55
Svolvær	59
Narvik	62
Hammerfest	66
Honningsvåg.....	70
Referanser	73
Appendix	74

Sammendrag

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 600 torsk fra 15 fjorder og havner langs norskekysten. Mange av disse fjordene/havnene har i dag kostholdsråd for fiskelever på grunn av høyt innhold av dioksiner og/eller dioksinlignende PCB i disse områdene. Fiskelever er særlig utsatt for å få forhøyede verdier av fettløselige organiske miljøgifter som dioksiner og dioksinlignende PCB, og siden foster og små barn er særlig følsomme for disse stoffene, har Mattilsynet også gitt et generelt kostholdsråd om at barn, kvinner i fruktbar alder og gravide ikke bør spise fiskelever.

Formålet med dette prosjektet har vært å få utvidet og oppdatert kunnskap om nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra fjorder og havner blant annet som grunnlag for eventuelle nye vurderinger av kostholdsrådene i disse områdene. For å få bedre kunnskap om individuelle variasjoner i fremmedstoffnivået og kunne vurdere om forskjeller mellom posisjoner er statistisk signifikante eller bare tilfeldige forskjeller, er det analysert enkeltfisk, ikke samleprøver. Bedre kunnskap om innholdet av fremmedstoffer i torskelever fra fjorder og havner er også et viktig supplement til det omfattende arbeidet som pågår i forbindelse med basisundersøkelsen for torsk der målet er å kartlegge innholdet av en rekke fremmedstoffer i torsk fra alle deler av norske farvann.

Resultatene viste at svært mange torsk i de aller fleste havnene hadde et meget høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. I ni av de 15 havnene ble det funnet at mer enn 90 % av fisken hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen i torskelever var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt i alle havner unntatt Honningsvåg. Fiskelever med et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 25 ng TE/kg er forbudt å omsette både i Norge og EU, men i henhold til regelverket skal analysemetodens måleusikkerhet trekkes fra før verdiene vurderes mot den øvre grenseverdien for at en eventuell overskridelse skal være utvilsom. Etter at analysemetodens måleusikkerhet ble trukket fra var gjennomsnittskonsentrasjonene i torskelever i denne undersøkelsen fremdeles høyere enn grenseverdien på 25 ng TE/kg våtvekt for alle havner unntatt Honningsvåg.

De laveste gjennomsnittskonsentrasjonene for sum dioksiner og dioksinlignende PCB ble funnet i Honningsvåg, Hammerfest og Svolvær der verdiene var henholdsvis 13, 39 og 46 ng TE/kg våtvekt. Den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen ble funnet i Tønsberg/Vrengen og var 600 ng TE/kg våtvekt. Resultater fra overvåkingen av torsk i Barentshavet og foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk har vist at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB kan være høyt i torskelever også fra åpne havområder, men for de fleste fjordene og havnene i denne undersøkelsen var gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever betydelig høyere enn det som hittil er funnet i åpne havområder.

I de aller fleste havnene var innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene svært mye høyere enn innholdet av sum dioksiner og furaner. Gjennomsnittskonsentrasjonen av dioksiner og furaner lå i de fleste tilfeller godt under 10 ng TE/kg våtvekt, og bare Lillesand, Tvedestrand og Kragerø hadde gjennomsnittskonsentrasjoner over denne verdien. Den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og furaner ble funnet i Kragerø (45 ng TE/kg) og dette var den eneste havnen i denne undersøkelsen der innholdet av sum dioksiner og furaner i torskelever var nesten like høyt som innholdet av dioksinlignende PCB.

I alle havner unntatt Lillesand og Tvedestrand ble det analysert fisk fra flere stasjoner og antall prøvetakingsstasjoner i hver fjord/havn var avhengig av størrelse og kompleksitet av

havne- og fjordområdet. For noen fjorder/havner var det tydelige forskjeller mellom nivåene av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de ulike prøvetakingsstasjonene, mens for andre fjorder/havner ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom stasjonene. En oppsummering av hovedkonklusjonene for hver havn er gitt nedenfor.

Tønsberg/Vrengen:

Totalt 92 % av fisken fra fem ulike stasjoner, tre stasjoner innenfor og to utenfor grensene for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra alle stasjoner var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt, for tre av stasjonene var gjennomsnittskonsentrasjonen mer enn 650 ng TE/kg våtvekt. Det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Sandefjord:

All fisk fra to ulike stasjoner, én stasjon innenfor og én utenfor grensen for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var høy på begge stasjoner (85-91 ng TE/kg våtvekt), og det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Kragerø:

All fisk fra fem ulike stasjoner, to stasjoner innenfor og tre utenfor grensene for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var høy for alle stasjoner (88-130 ng TE/kg våtvekt), og det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Tvedestrand:

All fisk fra én stasjon innenfor grensene for gjeldende kostholdsråd hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var 96 ng TE/kg våtvekt.

Lillesand:

Åtte av 10 torsk fra én stasjon hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var 59 ng TE/kg våtvekt.

Farsund:

Totalt 81 % av fisken fra fem ulike stasjoner, alle innenfor grensene for dagens kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever varierte betydelig mellom stasjonene. Én stasjon hadde en gjennomsnittsverdi på 24 ng TE/kg våtvekt, to stasjoner hadde gjennomsnittsverdier som lå noe over 25 ng TE/kg (33 og 43 ng TE/kg våtvekt) og de to siste stasjonene hadde gjennomsnittsverdier som lå langt over 25 ng TE/kg (92 og 115 ng TE/kg våtvekt). Forskjellen mellom de to høyeste gjennomsnittsverdiene og den laveste gjennomsnittsverdien var statistisk signifikant.

Flekkfjord:

All fisk fra to ulike stasjoner, begge innenfor grensene for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen var signifikant høyere i torskelever fra stasjonen i Tjørsvåg innerst i havnen enn i torskelever fra Lafjord, men på begge stasjoner var gjennomsnittskonsentrasjonen betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt (110-210 ng TE/kg våtvekt).

Egersund:

Totalt 96 % av fisken fra to ulike stasjoner hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB på begge stasjoner var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt (140-210 ng TE/kg våtvekt), og det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Sandnes:

All fisk fra fire ulike stasjoner hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB på alle stasjoner var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt (100-130 ng TE/kg våtvekt), og det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Stavanger:

Totalt 99 % av fisken fra syv ulike stasjoner, seks stasjoner innenfor og én utenfor grensene for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var høy på alle stasjonene (69-300 ng TE/kg våtvekt). Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var signifikant lavere i torskelever fra Norestraen enn i torskelever fra Galeivågen og Hillevåg, men ellers ble det ikke funnet statistisk signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Karmsundet:

Totalt 95 % av fisken fra fem ulike stasjoner, alle innenfor grensene for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Det ble funnet signifikante forskjeller i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever mellom noen av stasjonene, men for alle fem stasjoner var gjennomsnittskonsentrasjonen klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt (52-110 ng TE/kg våtvekt).

Svolvær:

Totalt 50 % av fisken fra to ulike stasjoner hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen var signifikant høyere i torskelever fra Svolvær havn enn fra Osanpollen, og bare i Svolvær havn var gjennomsnittskonsentrasjonen høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt (67 ng TE/kg våtvekt). I Osanpollen var gjennomsnittskonsentrasjonen lik, men ikke høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Narvik:

Totalt 71 % av fisken fra to ulike stasjoner, begge innenfor grensene for gjeldende kostholdsråd, hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og

dioksinlignende PCB var signifikant høyere i torskelever fra Narvik havn enn i torskelever fra Beisfjorden, men på begge stasjoner var gjennomsnittsverdien høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Det er mulig at forskjellen mellom de to stasjonene i Narvik kan forklares ved forskjeller i størrelse og alder for fisken fra de to stasjonene.

Hammerfest:

Totalt 43 % av fisken fra tre ulike stasjoner hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i Hammerfest havn var høy (89 ng TE/kg våtvekt) og signifikant høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen i torskelever fra de to andre stasjonene. Gjennomsnittskonsentrasjonen på de to siste stasjonene var lik eller lå like under 25 ng TE/kg våtvekt.

Honningsvåg:

To ulike stasjoner ble undersøkt, og ingen torsk fra noen av stasjonene hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra begge stasjoner var betydelig lavere enn denne verdien, og det var ingen signifikant forskjell mellom stasjonene.

Summary

In this project the content of dioxins and dioxinlike PCBs in liver from 600 Atlantic cod from 15 fjords and harbours along the Norwegian coast has been investigated. For many of these fjords and harbours the Norwegian Food Safety Authority have issued dietary advice against consumption of fish liver due to high levels of dioxins and dioxinlike PCBs in these areas. Fish liver often accumulate elevated levels of fat soluble organic pollutants such as dioxins and dioxinlike PCBs, and since fetuses and small children are especially sensitive to these contaminants, the Norwegian Food Safety Authority have also issued a general dietary advice that children, women of fertile age and pregnant women should not eat fish liver.

One purpose of this project has been to obtain more extensive and updated knowledge about the levels of dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver from fjords and harbours as a basis for possible revisions of the dietary advices issued for these areas. In order to get information about individual variations in the levels of organic pollutants in cod liver, samples from individual fish, not pooled samples, were analysed. Results from individual fish made it possible to determine if observed differences between fish from different sampling positions were statistically significant or only a result of random variation. Finally, the results from this study are also important as a supplement to an ongoing comprehensive baseline study aimed at mapping the levels of environmental contaminants in Atlantic cod from all parts of Norwegian waters.

The results in this study showed that in most fjords and harbours a large proportion of the cod had a very high level of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver. In nine of the 15 harbours, more than 90% of the fish had concentrations of sum dioxins and dioxinlike PCBs above 25 ng TEQ/kg wet weight, and the average concentration in cod liver was above 25 ng TEQ/kg wet weight in all investigated harbours, except Honningsvåg. According to the European Commission regulation 1881/2006 which Norway has adopted, the maximum permitted level of sum dioxins and dioxinlike PCBs in fish liver is 25 ng TEQ/kg wet weight. To ensure that any violation of the maximum level is beyond reasonable doubt, EU has given detailed regulations for sampling and analysis, and according to these regulations the measured values should be adjusted for measurement uncertainty before the values are compared to the maximum permitted level. When the average values of sum dioxins and dioxinlike PCBs in each fjord/harbour in this study were adjusted for measurement uncertainty, the results still showed that fish liver from all fjords/harbours except Honningsvåg exceeded the EU-limit of 25 ng TEQ/kg wet weight.

The lowest average concentrations for sum dioxins and dioxinlike PCBs were found in Honningsvåg, Hammerfest and Svolvær with values of 13, 39 and 46 ng TEQ/kg wet weight, respectively. The highest average concentration was found in Tønsberg/Vrengen and was 600 ng TEQ/kg wet weight. Results from surveillance of Atlantic cod in the Barents Sea and preliminary results from the baseline study of Atlantic cod have shown that in some cases the level of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver may be high even in cod from the open sea. Still, the results in this study showed that for most fjords and harbours the average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver was far above what has so far been found in the open sea.

In most fjords and harbours investigated in this study the content of sum dioxinlike PCBs was far higher than the content of sum dioxins and furans in the cod liver. The average concentration of sum dioxins and furans was in most cases well below 10 ng TEQ/kg wet weight, and only in Lillesand, Tvedestrand and Kragerø the average concentration was above this value. The highest average concentration of sum dioxins and furans was found in Kragerø

(45 ng TEQ/kg wet weight), and this was the only harbour in the study where the content of sum dioxins and furans in cod liver was almost as high as the content of sum dioxinlike PCBs.

In all harbours except Lillesand and Tvedestrand fish from several stations were analysed and the number of sampling stations in each fjord/harbour was determined according to the size and complexity of the area. For some fjords and harbours clear differences were found between the levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver from different stations, whereas in other fjords/harbours no significant differences between the stations were observed. A summary of the main conclusions for each fjord/harbour is given below.

Tønsberg/Vrengen:

A total of 92% of the fish from five different stations, three stations within and two outside the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver was far above 25 ng TEQ/kg at all stations, and at three of the stations the average concentration was more than 650 ng TEQ/kg wet weight. There were no significant differences between the stations.

Sandefjord:

All fish from two different stations, one within and one outside the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was high at both stations (85-91 ng TEQ/kg wet weight), and there was no significant difference between the stations.

Kragerø:

All fish from five different stations, two stations within and one outside the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was high at all stations (88-130 ng TEQ/kg wet weight), and there were no significant differences between the stations.

Tvedestrand:

All fish from one station within the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was 96 ng TEQ/kg wet weight.

Lillesand:

Eight of ten cod from one station contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was 59 ng TEQ/kg wet weight.

Farsund:

A total of 81% of the fish from five different stations, all within the boundaries defined for the dietary advice in this area, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver varied much between the stations. At one station the average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was 24 ng TEQ/kg wet weight. At two other stations the average concentrations were 33 and 43 ng TEQ/kg wet weight (*i.e.* above 25 ng TEQ/kg), and at the two last stations the average concentrations were much higher than 25 ng TEQ/kg (92 and 115

ng TEQ/kg wet weight). The difference between the two highest average concentrations and the lowest average concentration was statistically significant.

Flekkefjord:

All fish from two different stations, both within the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was significantly higher in cod liver from the station in Tjørsvåg than from the station in Lafjord, but at both stations the average concentrations of sum dioxins and dioxinlike PCBs were clearly higher than 25 ng TEQ/kg wet weight (110-210 ng TEQ/kg wet weight).

Egersund:

A total of 96% of the fish from two different stations contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver exceeding 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was clearly higher than 25 ng TEQ/kg wet weight at both stations (140-210 ng TEQ/kg wet weight), and there was no significant difference between the stations.

Sandnes:

All fish from four different stations contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs was clearly higher than 25 ng TEQ/kg wet weight at all stations (100-130 ng TEQ/kg wet weight), and there were no significant differences between the stations.

Stavanger:

A total of 99% of the fish from seven different stations, six stations within and one outside the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver was high at all stations (69-300 ng TEQ/kg wet weight). The level of sum dioxins and dioxinlike PCBs was significantly lower in cod liver from Norestraen than in cod liver from Galeivågen and Hillevåg, but no other statistically significant differences were found between the stations.

Karmsundet:

A total of 95% of the fish from five different stations, all within the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. There were some statistically significant differences between the average concentrations of sum dioxins and dioxinlike PCBs at different stations, but at all stations the average concentration was clearly higher than 25 ng TEQ/kg wet weight (110-210 ng TEQ/kg wet weight).

Svolvær:

A total of 50% of the fish from two different stations contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration was significantly higher in cod liver from Svolvær havn than in cod liver from Osanpollen. In Svolvær havn the average concentration was 67 ng TEQ/kg wet weight, clearly higher than 25 ng TEQ/kg wet weight, whereas the average concentration in Osanpollen was equal to, but not above, 25 ng TEQ/kg wet weight.

Narvik:

A total of 71% of the fish from two different stations, both within the boundaries defined for the dietary advice, contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration was significantly higher in cod liver from Narvik havn than in cod liver from Beisfjorden, but at both stations the average concentration was above 25 ng TEQ/kg wet weight. It is conceivable that the difference between the two stations in the Narvik area may be explained by differences in size and age of the fish from the two stations.

Hammerfest:

A total of 43% of the fish from three different stations contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver from one station, Hammerfest havn (harbour), was high (89 ng TE/kg wet weight), and significantly higher than the average concentrations in cod liver from the other two stations in the area where the average concentration was equal to or slightly lower than 25 ng TEQ/kg wet weight.

Honningsvåg:

Cod samples from two different stations were investigated, and no fish from this area contained levels of sum dioxins and dioxinlike PCBs in liver above 25 ng TEQ/kg wet weight. The average concentration of sum dioxins and dioxinlike PCBs in cod liver was well below 25 ng TEQ/kg wet weight at both stations, and there was no significant difference between the stations.

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. Ved prioritering av områder som skulle undersøkes for vurdering av eventuelle tiltak har det blitt lagt vekt på ulike økologiske kriterier, men et vesentlig aspekt har også vært å se på de områder der Mattilsynet har opprettet kostholdsråd på grunn av for høyt innhold av miljøgifter i sjømat.

I mange fjorder og havner er innholdet av miljøgifter så høyt at det kan være helseskadelig å spise fisk og skaldyr. Mattilsynet har i slike områder innført kostholdsråd, og det finnes i dag kostholdsråd for til sammen 32 fjord- og havneområder i Norge. Rapporten ”Kostholdsråd i norske havner og fjorder” (Økland, 2005) som ble utarbeidet for Statens forurensingstilsyn (SFT, nå Klif), Mattilsynet og Vitenskapskomiteen for Mattrygghet (VKM) gir en oppsummering av de ulike undersøkelsene som har resultert i disse kostholdsrådene.

De fleste kostholdsrådene for fjorder og havner skyldes funn av høye konsentrasjoner av dioksinlignende PCB (og i noen tilfeller dioksiner) i fiskelever og av PAH i blåskjell. Organiske miljøgifter akkumuleres i biologiske organismer over tid, og særlig fiskelever er svært utsatt for å få forhøyede verdier av fettløselige organiske miljøgifter som dioksiner og dioksinlignende PCB. Inntak av mat med høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB kan gi helseskade, og foster og små barn er særlig følsomme for disse stoffene. For å beskytte disse sårbare gruppene har Mattilsynet gitt et generelt kostholdsråd om at barn, kvinner i fruktbar alder og gravide ikke bør spise fiskelever (www.matportalen.no).

For å unngå matvarer med høye konsentrasjoner av miljøgifter er det i Norge og EU innført felles øvre grenseverdier for en rekke miljøgifter i mat. Disse grenseverdiene gjelder omsetning, og sjømat med et innhold av miljøgifter som overstiger den øvre grenseverdien er ikke tillatt å omsette. For summen av dioksiner og dioksinlignende PCB er øvre grenseverdi satt til 8 ng TE/kg våtvekt i fiskefilet (med noen unntak), og i 2008 ble det i tillegg innført en øvre grenseverdi for fiskelever på 25 ng TE/kg.

I prosjektet som er beskrevet i denne rapporten har vi undersøkt innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 600 torsk fra totalt 48 stasjoner i 15 fjorder og havner langs norskekysten. Formålet med prosjektet har vært flerdelt. For det første skulle prosjektet bidra med oppdaterte grunnlagsdata for kostholdsråd for disse fjordene og havnene. En kartlegging av miljøgifter i sjømat fra disse områdene har tidligere vært gjennomført i en serie undersøkelser foretatt i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking i perioden mellom 1997 og 2001 (Knutzen og Hylland, 1998, Jørgensen et al., 2000, Gjerstad et al., 2001, Næs et al., 2000, Næs et al., 2002 og Bjørnbom et al., 2003). For ni av disse 15 fjordene og havnene førte funn av høye verdier av dioksiner og/eller PCB i fiskelever til at det ble opprettet kostholdsråd for fiskelever fra disse områdene (Økland, 2005). For ytterligere fire av disse fjordene og havnene ble det funnet til dels høye verdier av dioksiner og/eller dioksinlignende PCB i fiskelever, men verdiene ble likevel ikke vurdert å være så høye at det ble opprettet kostholdsråd (Økland, 2005). For to av havnene, Lillesand og Svolvær, ble det i disse tidligere undersøkelsene funnet lave verdier av dioksiner og/eller PCB i fiskelever. De fleste av disse undersøkelsene er nå mer enn 10 år gamle og begynner å bli foreldet. Datagrunnlaget for innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever fra disse undersøkelsene er i tillegg mangelfullt, da det i de fleste tilfeller kun var bestemt et begrenset utvalg av dioksinlignende PCBer. Etter at det i 2008 ble innført en ny øvre grenseverdi for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt er det nå behov

for et mer fullstendig datagrunnlag for innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever fra disse områdene for å kunne vurdere verdiene opp mot den nye grenseverdien.

Tidligere undersøkelser i de 15 fjordene og havnene som er undersøkt på nytt i dette prosjektet, har benyttet samleprøver av fisk og fiskelever. Analyser av samleprøver gir ingen informasjon om individuell variasjon mellom enkeltfisk og dermed ingen mulighet til å avgjøre om forskjeller i innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever fra ulike posisjoner er statistisk signifikante forskjeller eller bare tilfeldige forskjeller som skyldes noen få avvikende enkeltfisk. Blant annet ved vurdering av geografiske grenser for kostholdsråd er dette svært viktig informasjon. For å få bedre kunnskap om individuelle variasjoner i nivået av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever og kunne vurdere om forskjeller mellom ulike posisjoner er statistisk signifikante, har vi derfor i dette prosjektet analysert lever fra enkeltfisk.

Et tredje formål med prosjektet som er beskrevet i denne rapporten har vært å få bedre kunnskap generelt om innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra alle deler av norske farvann. Resultater fra overvåkning av torsk i forbindelse med forvaltningsplanen for Barentshavet (Sunnanå et al., 2010) samt foreløpige resultater fra en pågående basisundersøkelse av torsk fra alle deler av norske havområder samt en del kystnære områder, har vist at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB kan være høyt i torskelever også i såkalte ikke-forurensede områder. En sammenligning av resultatene fra fjorder og havner med resultater fra havområdene utenfor vil gi et bedre grunnlag for å vurdere i hvor stor grad torsken er påvirket av området der den er fanget, dvs. om innholdet av miljøgifter i torskens lever sier noe om mattryggheten i området der fisken er fanget.

Materiale og metoder

Innsamling og opparbeiding av prøver

Prøveinnsamling av torsk i 15 fjorder og havner har vært utført i regi av Havforskningsinstituttet. Hvilke fjorder og havner som ble undersøkt er vist i kart i figur 1, og posisjoner, antall fisk, fangstdato og fangstmetode for de ulike stasjonene er vist i Appendix, tabell A1. Prøvetaking i de fire nordligste havnene, Honningsvåg, Hammerfest, Narvik og Svolvær, er foretatt av MS Falkungen, et fartøy innleid av HI for prøvetaking i Nord-Norge. Prøvetaking i de 11 sørligste havnene er gjennomført av tre båter fra Referanseflåten; MS Repsøy (Karmsundet, Stavanger og Sandnes), MS Thema (Egersund, Flekkefjord, Farsund) og MS Vesleper (Lillesand, Tvedestrand, Kragerø, Sandefjord og Tønsberg/Vrengen). Antall prøvetakingsstasjoner i hver fjord/havn var avhengig av størrelse og kompleksitet av havne- og fjordområdet, og varierte mellom én prøvetakingsstasjon i Lillesand og Tvedestrand og syv prøvetakingsstasjoner i Stavanger. Det ble samlet inn til sammen 607 torsk fra totalt 48 prøvetakingsstasjoner. Fra 44 stasjoner er det samlet inn mellom 10 og 15 fisk, og fra de resterende fire stasjoner er det samlet inn mellom 5 og 9 fisk (tabell A1, Appendix).

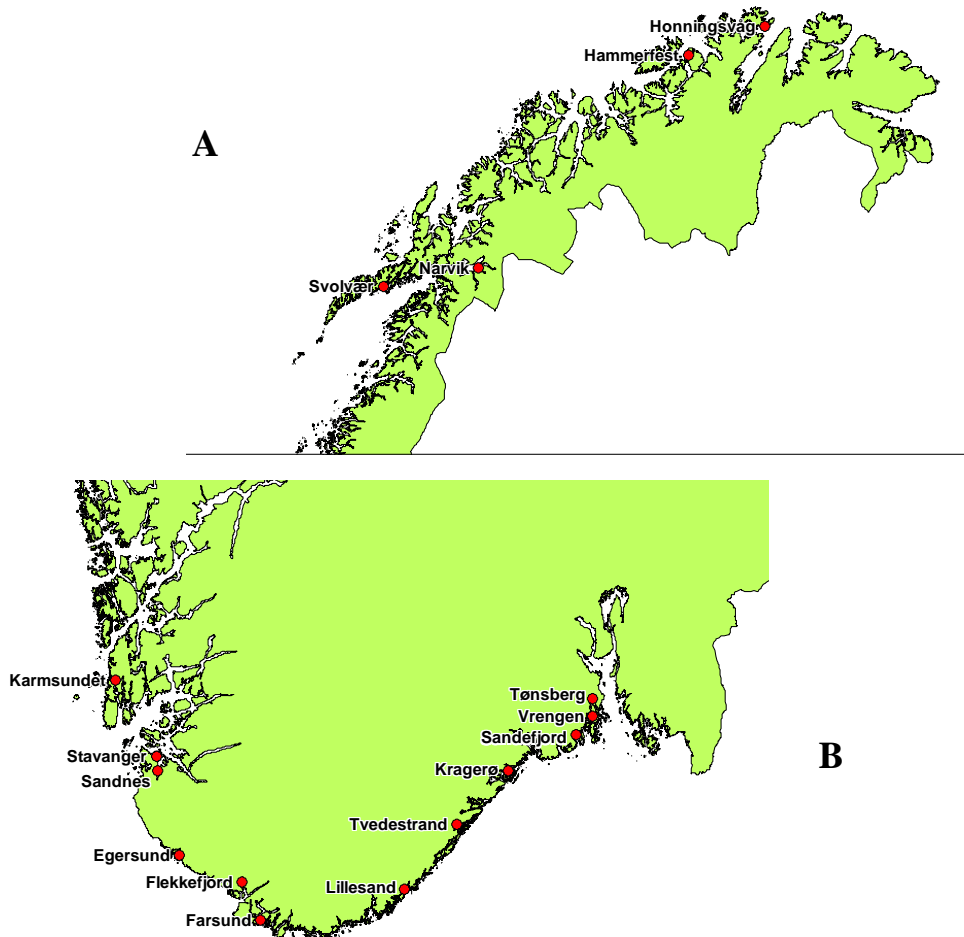


Figure 1. Map showing the fjords and harbours in the northern part of Norway (A) and the southern part of Norway (B) from which samples of cod were collected for this study.

Ved prøvetaking i Lillesand, Tvedestrand og fire stasjoner i Kragerø ble det for hver fisk bestemt lengde og vekt. Deretter ble leveren tatt ut og lagt i prøveglass med lokk og én filet fra hver fisk ble tatt ut, pakket i aluminiumsfolie og plassert i plastpose. Prøvene ble frosset ned og sendt til NIFES for videre opparbeidelse. Ved prøvetaking fra den siste stasjonen i Kragerø (ved Sauøya, B) og fra alle de øvrige stasjonene ble hel rund fisk pakket enkeltvis i plastposer, frosset ned og sendt til NIFES for videre opparbeidelse.

Ved NIFES' prøvemottak ble rund fisk tint, lengde, vekt og kjønn ble bestemt og øresteiner (otolitter) ble tatt ut for aldersbestemmelse av fisken. Alderen på fisken ble senere bestemt på Havforskningsinstituttet ved otolittlesning, det vil si telling av årringer i øresteinerne. Deretter ble leveren tatt ut før resten av fisken ble frosset ned og tatt vare på for eventuelle senere analyser. De frosne filet-prøvene mottatt fra torsk fra Lillesand, Tvedestrand og Kragerø ble også tatt vare på for eventuelle senere analyser.

Alle leverprøver ble veid og homogenisert, og vått materiale ble fordelt til bestemmelse av fettinnhold og dioksiner og dioksinlignende PCB. For 130 fisk som hadde liten lever var det ikke nok materiale til begge bestemmelse, og fettinnhold ble derfor ikke bestemt i disse prøvene. For syv av disse prøvene viste det seg også å være for lite materiale til å få gjennomført analysen for dioksiner og dioksinlignende PCB.

Analysemetoder

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 fett ble veid. Laboratoriet har deltatt i SLP (sammenlignende laboratorieprøvninger, ringtester) med metoden siden 1998 med godt resultat.

Bestemmelse av dioksiner, furaner, non-orto PCB og mono-orto PCB ved HRGC-HRMS.

To ulike opparbeidingsmetoder ble benyttet for analyse av dioksiner og dioksinlignende PCB:

Egen metode for opparbeidning av dioksiner og dioksinlignende PCB (NIFES metode nr. 228): Homogenisert prøve ble blandet med hydromatriks, tilsatt en blanding av ¹³C-merkede internstandarder (totalt 27 standarder) og deretter ekstrahert med heksan i en ASE 300 (Accelerated Solvent Extractor, Dionex, USA) under hevet trykk og temperatur. Videre opprensing ble foretatt kromatografisk på en PowerPrep (Fluid Management Systems, FMS, USA) ved inn- og utkobling av fire kolonner: en stor og en liten silica-kolonne (fjerner fett fra prøven), en basisk alumina-kolonne og en karbonkolonne. For vasking og eluering av kolonnene ble det benyttet en serie av mobilfaser som følger: Heksan, 2 % diklormetan (DCM) i heksan, 50 % DCM i heksan, 20 % toluen i etylacetat og til slutt backflush med toluen. Mono-orto PCB ble eluert i 50 % DCM/heksan fraksjonen, mens dioksiner (PCDD), furaner (PCDF) og non-orto PCB ble eluert i toluenfraksjonen.

Fellesmetode for opparbeidning av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og PBDE (NIFES metode nr. 292): Homogenisert prøve ble blandet med hydromatriks og tilsatt ¹³C-merkede internstandarder (27 standarder for dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB, en standard for PCB₇ og en standard for PBDE). Blandingen ble overført til en ASE 300 med et lag av svovelsur kiselgel i bunnen (for nedbrytning av fett) og ekstrahert med heksan under hevet trykk og temperatur. Videre opprensing ble foretatt kromatografisk ved hjelp av PowerPrep

med inn- og utkobling av tre kolonner: en liten silica-kolonne (fjerner rester av fett fra prøven), en basisk alumina-kolonne og en karbonkolonne. For vasking og eluering av kolonnene ble det benyttet de samme mobilfaser som beskrevet ovenfor under opparbeiding i metode 228. Mono-orto PCB, PCB₇ og PBDE ble eluert i 50 % DCM/heksan fraksjonen, mens PCDD/PCDF og non-orto PCB ble eluert i toluenfraksjonen.

Etter opparbeidingen ble volumet av aktuell fraksjon redusert ved inndamping før tilsetning av ¹³C-merkede kongenerer som gjenvinningsstandarder (for kvalitetssikring/kontroll) før bestemmelse på høyoppløsende GC-MS (HRGC-HRMS) i SIM-modus med electron impact (EI) ionisering.

Metoden kvantifiserer til sammen syv kongenerer av dioksiner (PCDD), 10 kongenerer av furaner (PCDF), fire kongenerer av non-orto PCB (PCB-77, 81, 126 og 169) og åtte kongenerer av mono-orto PCB (PCB-105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189). Konsentrasjonen av hver kongener ble regnet om til toksisitetsekvivalenter, ng TE/kg våtvekt, ved å multiplisere hver kongenerkonsentrasjon med sine respektive toksisk ekvivalensfaktorer (WHO-TEF 1998). Når summen beregnes settes konsentrasjoner som er mindre enn kvantifiseringsgrensen (LOQ) lik LOQ (upperbound LOQ). Metodens kvantifiseringsgrense (LOQ) avhenger bl.a. av matrisen (varierende mengde prøve innveid) og beregnes for hver enkelt analyse. Metoden med egen opparbeidingsmetode for dioksiner (metode nr. 228) er akkreditert. Resultatene oppnådd med felles opparbeidingsmetode (metode nr. 292) har blitt sammenlignet med resultater fra metode nr. 228 med tilfredsstillende resultat.

Statistisk analyse

Alle statistiske analyser ble utført ved hjelp av programvaren Statistica 9.0 (StatSoft 2009).

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever samt konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB i ulike grupper 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.

Det ble laget spredningsplott for å undersøke korrelasjoner mellom konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver og fiskens lengde, vekt, alder, levervekt og leverens fettinnhold.

Resultater og diskusjon

Oversikt over resultater for alle fjorder/havner

Lengde, vekt, alder, kjønn, levervekt og fettinnhold i lever

En oversikt over lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever for fisk fra hver havn og for all fisken samlet er gitt i Appendix, tabell A2.

Torsken som ble samlet inn i dette prosjektet veide fra 160 g til 7300 g med et gjennomsnitt på 1400 g. Fiskens lengde varierte fra 25 cm til 95 cm med et gjennomsnitt på 49 cm.

Gjennomsnittlig lengde og vekt av fisken varierte mellom havnene som vist i figur 2. Torsk fra Sandefjord og Honningsvåg hadde lavest gjennomsnittlig lengde og vekt, mens torsk fra Svolvær hadde høyest gjennomsnittlig lengde og vekt.

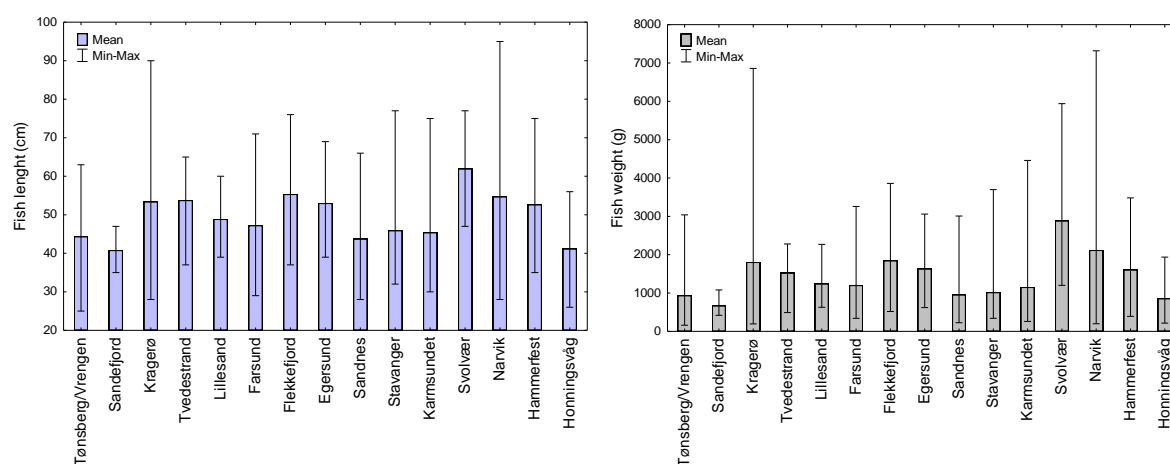


Figure 2. Length and weight of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Results are shown as mean values with error bars showing minimum and maximum values.

Aldersbestemmelse er foreløpig fullført for 335 av de 607 torskeprøvene, og resultatene så langt viser at alderen varierte fra 1 til 12 år med en middelvei på 3,3 år. Alderslesing er fullført for all torsk fra Tønsberg/Vrengen, Sandefjord, Karmsundet, Narvik, Hammerfest og Honningsvåg og delvis fullført for Stavanger, Sandnes og Kragerø. Blant disse havnene hadde torsk fra Sandefjord lavest gjennomsnittlig alder (2,1 år), mens torsk fra Narvik og Hammerfest hadde høyest gjennomsnittlig alder (5,3 og 5,2 år).

Kjønnsbestemmelse er utført for til sammen 539 fisk. Av disse var 308 hunkjønn (57 %) og 231 hankjønn (43 %). Kjønnsfordelingen varierte mellom havnene. I fem havner (Sandnes, Karmsundet, Svolvær, Hammerfest og Honningsvåg) hadde innsamlet fisk en tilnærmet lik kjønnsfordeling (43-57 % hunnfisk), i fem havner (Tønsberg/Vrengen, Sandefjord, Farsund, Flekkefjord og Stavanger) var det en overvekt av hunnfisk (64-73 % hunnfisk), og i de to havnene Egersund og Narvik var det overvekt av hannfisk (61-82 % hannfisk) blant innsamlet fisk. Fisk fra Lillesand og Tvedestrand ble ikke kjønnsbestemt, og i Kragerø ble kjønn bare bestemt for fisk fra én stasjon (Gumøy sør, B) der 100 % av den innsamlede fisken var hunnfisk.

Vekt av lever ble bestemt for alle fiskene og varierte mellom 0,80 g og 490 g med et gjennomsnitt på 33 g. Gjennomsnittlig levervekt varierte mellom havnene. Torsk fra Svolvær

hadde høyest gjennomsnittlig levervekt (160 g), mens torsk fra Sandefjord hadde den laveste gjennomsnittlige levervekten (11 g).

Fettinnholdet i lever ble bestemt for totalt 477 fisk. For de resterende 130 fisk var leveren så liten at det ikke var nok materiale til å gjennomføre fettbestemmelse i tillegg til bestemmelsen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i leveren. Resultatene for fisken som ble analysert viste at fettinnholdet i lever av enkeltfisk varierte fra 3,0 til 74 g/100 g våtvekt med en middelværdi på 32 g/100 g våtvekt. Gjennomsnittlig fettinnhold i lever var høyest i torsk fra Svolvær (56 g/100 g våtvekt) og lavest i torsk fra Narvik (15 g/100 g våtvekt).

Dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever

En oversikt over konsentrasjoner av sum non-ortho PCB, sum mono-ortho PCB, sum dioksiner og furaner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever for torsk fra hver havn og for all fisken samlet er gitt i Appendix, tabell A3.

Resultatene i denne undersøkelsen viser at svært mange fisk i de aller fleste havnene hadde et meget høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Av de 600 leverprøvene som er analysert er det funnet 505 prøver (84 %) med konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

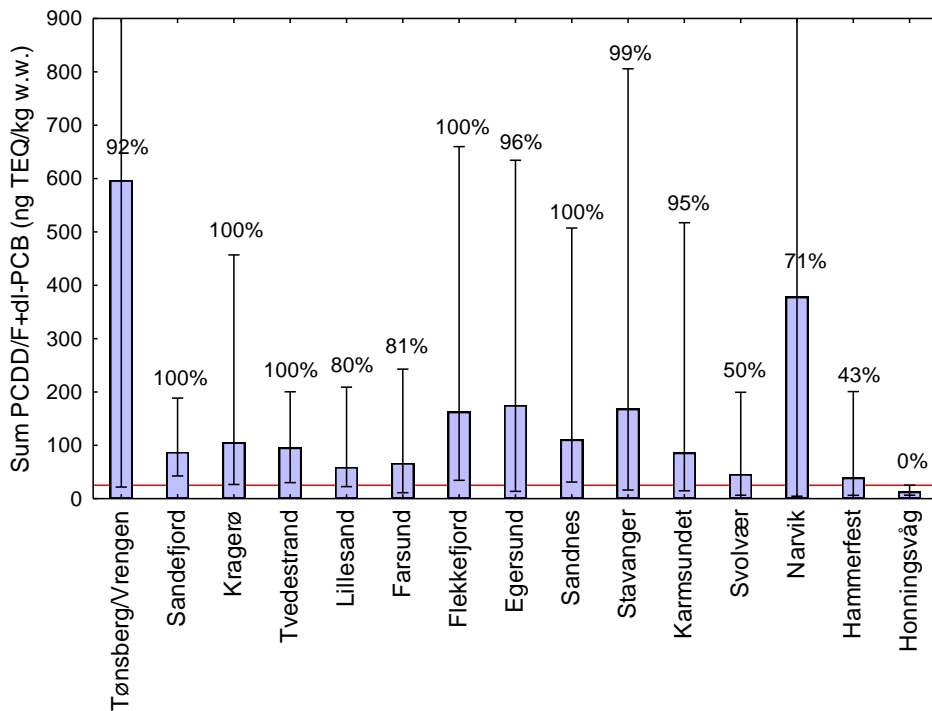


Figure 3. Mean concentrations of sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in livers of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Error bars indicate minimum and maximum values. Maximum values for Tønsberg/Vrengen and Narvik was 5800 and 7800 ng TEQ/kg wet weight, respectively. The red horizontal line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight. Numbers above the bars show the percentage of the fish in each harbour with concentrations above 25 ng TEQ/kg wet weight.

Gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i hver havn og prosentandel fisk fra hver havn som hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt er vist i figur 3. Resultatene viser at

gjennomsnittskonsentrasjonen i torskelever var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt i alle havner unntatt Honningsvåg. I ni av de 15 havnene ble det funnet at mer enn 90 % av fisken hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over denne verdien, og i fem av disse (Sandefjord, Kragerø, Tvedestrand, Flekkefjord og Sandnes) hadde all fisken konsentrasjoner over 25 ng TE/kg våtvekt. De laveste gjennomsnittskonsentrasjonene av sum dioksiner og dioksinlignende PCB ble funnet i Honningsvåg, Hammerfest og Svolvær, og i disse tre havnene var det henholdsvis 0 %, 43 % og 50 % av fisken som hadde konsentrasjoner høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Norge og EU har innført en felles øvre grenseverdi på 25 ng TE/kg våtvekt for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever som innebærer at fiskelever med et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 25 ng TE/kg er forbudt å omsette. I henhold til regelverket skal imidlertid en eventuell overskridelse være utvilsom ("beyond reasonable doubt"), og ved vurderingen skal det derfor tas hensyn til analysemetodens måleusikkerhet ved at måleusikkerheten trekkes fra analyseresultatet. Dersom analysemetodens måleusikkerhet trekkes fra gjennomsnittsverdiene for sum dioksiner og dioksinlignende PCB for hver havn i denne undersøkelsen, blir resultatene lavere enn det som er angitt i figur 3 og i tabell A3 i Appendix, men gjennomsnittsverdiene for hver havn er fremdeles høyere enn grenseverdien på 25 ng TE/kg våtvekt for alle havner unntatt Honningsvåg (resultater ikke vist).

Resultater fra overvåkingen av torsk i Barentshavet og foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk har vist at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB kan være høyt i torskelever også i åpent hav, dvs i såkalt ikke-forurensede områder. For de fleste fjordene og havnene i denne undersøkelsen var imidlertid gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever betydelig høyere enn det som hittil er funnet i åpne havområder, og det er derfor sannsynlig at de høye verdiene skyldes påvirkning fra lokale forurensingskilder i de ulike havnene og fjordene. De høyeste gjennomsnittsverdiene som så langt er funnet i torskelever fra enkelte posisjoner i åpent hav i Barentshavet og Nordsjøen er henholdsvis 30 ng TE/kg og 28 ng TE/kg våtvekt (foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk). Med unntak av Honningsvåg og Hammerfest der gjennomsnittsverdiene var henholdsvis 13 og 39 ng TE/kg våtvekt, lå gjennomsnittskonsentrasjonene for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra alle fjordene og havnene i denne undersøkelsen (46-600 ng TE/kg) klart høyere enn 30 ng TE/kg .

Den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB ble funnet i Tønsberg/Vrengen og var 600 ng TE/kg. Det var innholdet av dioksinlignende PCB, særlig PCB-126, men også PCB-118, som var spesielt høyt i disse prøvene. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksinlignende PCB var 590 ng TE/kg, mens gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og furaner var 5,3 ng TE/kg (tabell A3). Av 53 prøver fra Tønsberg/Vrengen var det 10 prøver (19 %) som hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB på mer enn 1000 ng TE/kg. Det er også tidligere vist at torskelever fra Tønsberg/Vrengen kan ha svært høye konsentrasjoner av dioksinlignende PCB, men den høyeste konsentrasjonen som tidligere er rapportert fra dette området var 359 ng TE/kg våtvekt for en samleprøve av torskelever fra Vrengensundet (Næs et al., 2002, Økland, 2005).

Også Narvik hadde en svært høy gjennomsnittskonsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB (380 ng TE/kg). I denne havnen var det imidlertid én prøve (fra havna i Narvik) som skilte seg ut med et svært høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB (7800 ng TE/kg). Igjen var det innholdet av dioksinlignende PCB som var spesielt høyt,

i dette tilfellet med PCB-118 som dominerende PCB-kongener, tett fulgt av PCB-126 og PCB-156. Dersom denne ene prøven ble ekskludert ble gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for Narvik mye lavere (100 ng TE/kg). Torskelever fra Narvik-området har ikke tidligere vært undersøkt for dioksiner og dioksinlignende PCB, men en samleprøve av torskelever fra én stasjon i Narvik havn har vært analysert for PCB₇, og resultatene viste at innholdet av PCB₇ var høyt i denne prøven (Økland, 2005).

I de aller fleste havnene var innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene svært mye høyere enn innholdet av sum dioksiner og furaner. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og furaner (sum PCDD/F) lå for de fleste havnene godt under 10 ng TE/kg, og bare de tre havnene Lillesand, Tvedestrand og Kragerø hadde gjennomsnittskonsentrasjoner over denne verdien (se figur 4). Den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og furaner ble funnet i Kragerø (46 ng TE/kg), og dette var den eneste havnen der det nesten var like høy gjennomsnittskonsentrasjon av sum dioksiner og furaner som av dioksinlignende PCB. I denne havnen hadde mer enn 60 % av prøvene en konsentrasjon av sum dioksiner og furaner som var høyere enn konsentrasjonen av sum dioksinlignende PCB. Torskelever fra Kragerø har ikke tidligere vært analysert for dioksiner, men det er vist at nivåene av dioksiner i ål fra dette området var høye og høyere enn nivået av dioksinlignende PCB (Økland, 2005; Julshamn og Frantzen, 2009). Det er sannsynlig at de høye konsentrasjonene av dioksiner i dette området skyldes påvirkning fra Grenlandsområdet.

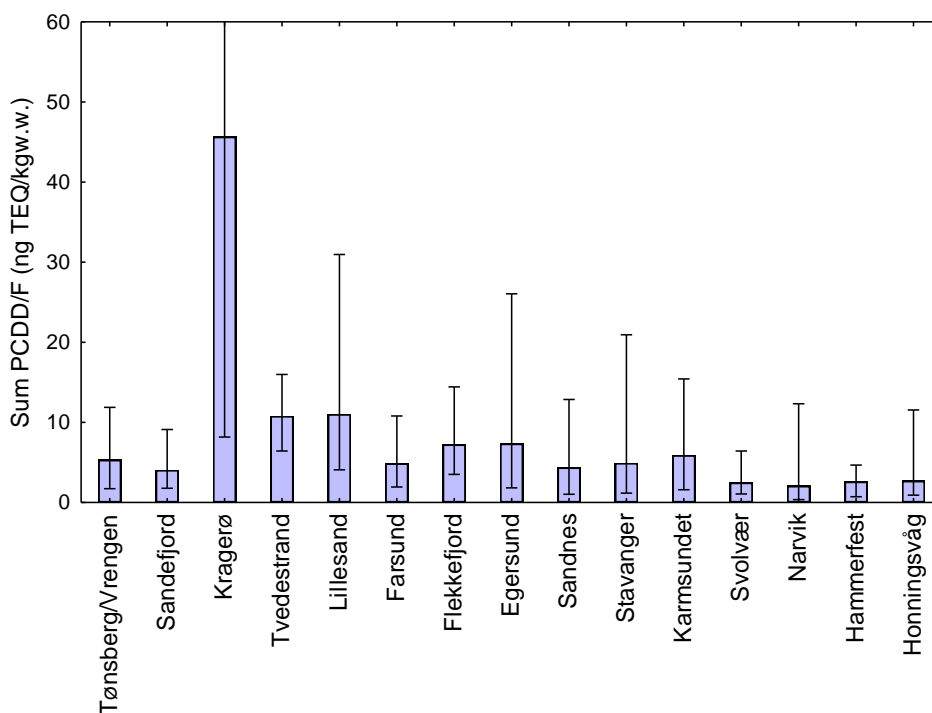


Figure 4. Mean concentrations of sum dioxins and furans (ng TEQ/kg wet weight) in livers of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Error bars show minimum and maximum values. Maximum value for Kragerø was 110 ng TEQ/kg wet weight.

Resultater for hver enkelt fjord/havn

Tønsberg/Vrengen

Nivåer av miljøgifter i Tønsberg og Vrengen-området er tidligere undersøkt i 1999 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2002). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, torsk og ål. I fisk ble det analysert for dioksinlignende PCB, bly og kadmium i torskelever, kvikksølv i torskefilet samt dioksiner og dioksinlignende PCB i filet fra ål. Resultatene viste at torskelever fra Vrengensundet hadde et innhold av dioksinlignende PCB på 359 ng TE/kg (Økland, 2005). I torskelever fra Tønsberg havn, Valløybukta, ved Ravnøy i Tønsbergfjorden og ved Mågerøy var konsentrasjonene lavere (85-120 ng TE/kg). Innholdet av dioksinlignende PCB i ål fra Vrengen var på 10,5 ng TE/kg, men innholdet av dioksiner og furaner i ål var lavt (0,3 ng TE/kg våtvekt). Disse resultatene samt funn av høye verdier for PCB₇ i blåskjell førte til at det i 2002 ble opprettet kostholdsråd for fiskelever i indre del av Tønsbergfjorden og for fiskelever, ål og blåskjell i Vrengen.

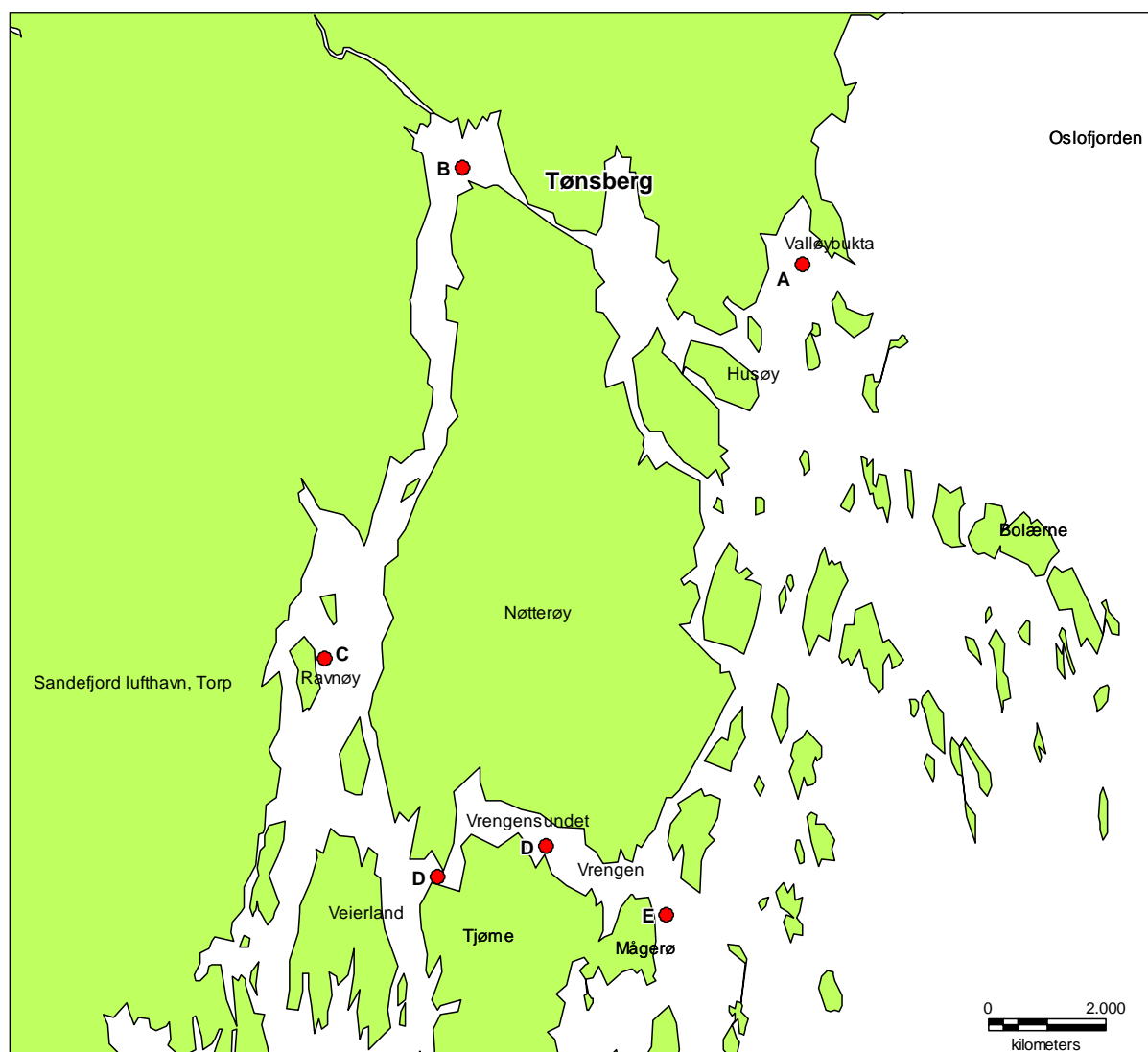


Figure 5. Map showing sampling stations in the area of Tønsberg and Vrengen.

I dette prosjektet har vi bestemt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 8-14 torsk fra hver av fem stasjoner i Valløybukta (A), Tønsberg havn (B), ved Ravnøy i Tønsbergfjorden (C), i Vrengensundet (D, to felt) og ved Mågerøy (E) (se kart i figur 5). Dette er de samme stasjonene som ble undersøkt i 1999. Stasjon B, C og D ligger innenfor området for dagens kostholdsråd for fiskelever, mens stasjon A og E ligger like utenfor grensene for kostholdsrådet.

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever fra fisk fra alle stasjonene er vist i tabell 1. Sammenligning ved enveis variansanalyse (ANOVA) viste ingen signifikant forskjell i lengde, vekt, alder eller levervekt fra torsk fra de fem ulike stasjonene, men fettinnhold i lever var signifikant lavere i fisk fra Tønsberg havn enn i fisk fra stasjonen ved Mågerøy (resultater ikke vist).

Table 1. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Tønsberg/Vrengen. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Valløybukta, A	11 (5)	41 (25–57)	790 (160-1900)	2.2 (1-5)	15 (2.2-63)	31 (17-53)
Tønsberg havn, B	8 (6)	44 (37–50)	850 (480-1200)	2.3 (2-3)	11 (3.3-33)	18 (7.0-52)
Ravnøy, C	11 (8)	45 (31-61)	940 (280-2000)	2.2 (1–4)	13 (3.1-41)	27 (3.0-49)
Vrengensundet, D	14 (12)	46 (40-63)	1000 (560-3000)	2.4 (2–4)	21 (3.6-140)	26 (8.3-54)
Mågerøy, E	10 (8)	46 (39-62)	1100 (640-2500)	2.6 (2–5)	21 (6.8-36)	42 (16-55)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited amount of sample material.

Table 2. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Tønsberg/Vrengen. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Valløybukta, A	10*	350 (21-1400)	330 (4.4-1200)	5.4 (2.7-11)	690 (30-2700)
Tønsberg havn, B	8	89 (24-230)	79 (10-290)	4.5 (2.7-6.1)	170 (39-520)
Ravnøy, C	11	92 (17-510)	75 (1.6-560)	5.7 (1.7-12)	170 (25-1100)
Vrengensundet, D	14	430 (13-3100)	390 (4.3-2700)	6.0 (1.8-10)	830 (23-5800)
Mågerøy, E	10	430 (13-1500)	540 (6.5-1900)	4.6 (1.9-8.5)	980 (22-3400)

* One fish from this station with a small liver was not analysed for dioxins and dioxin-like PCBs in liver because the amount of sample was not sufficient to complete the analysis.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torsk leverenprøvene er oppsummert i tabell 2. Resultatene viste at det var svært stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB mellom enkeltfisk fra dette området, og mange enkeltfisk fra flere stasjoner hadde et eksepsjonelt høyt innhold av disse stoffene i lever. I Valløybukta hadde tre av 10 fisk et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever på mellom 1500 og 2700 ng TE/kg, ved Ravnøy hadde én fisk et innhold på 1100 ng TE/kg, i Vrengensundet hadde tre av 14 fisk et innhold mellom 1900 og 5800 ng TE/kg og ved Mågerøy hadde tre av 10 fisk et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever på mellom 2200 og 3400 ng TE/kg våtvekt. Kun fire av 53 fisk fra Tønsberg og Vrengen hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB lik eller lavere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de fem stasjonene varierte mellom 170 og 980 ng TE/kg våvekt (figur 6), dvs ca. 7-40 ganger høyere enn EUs øvre grenseverdi på 25 ng TE/kg. De tre stasjonene Valløybukta, Vrengensundet og Mågerøy hadde svært mye høyere gjennomsnittskonsentrasjoner enn Tønsberg havn og stasjonen ved Ravnøy, men dette skyldtes tre enkeltfisker på hver av de tre første stasjonene som hadde svært høye verdier på mellom 1500 og 5800 ng TE/kg våtvekt. Det var ingen statistisk signifikant forskjell mellom stasjonene i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torsk leveren (figur 6). I denne sammenheng er det verdt å merke seg at de to stasjonene i Valløybukta og ved Mågerøy som ligger utenfor grensene for dagens kostholdsråd, ikke hadde lavere verdier enn de tre stasjonene som ligger innenfor grensene for kostholdsrådet.

Det var ingen statistisk signifikant korrelasjon (sammenheng) mellom konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB og fiskens lengde, vekt, alder, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra Tønsberg og Vrengen (resultater ikke vist).

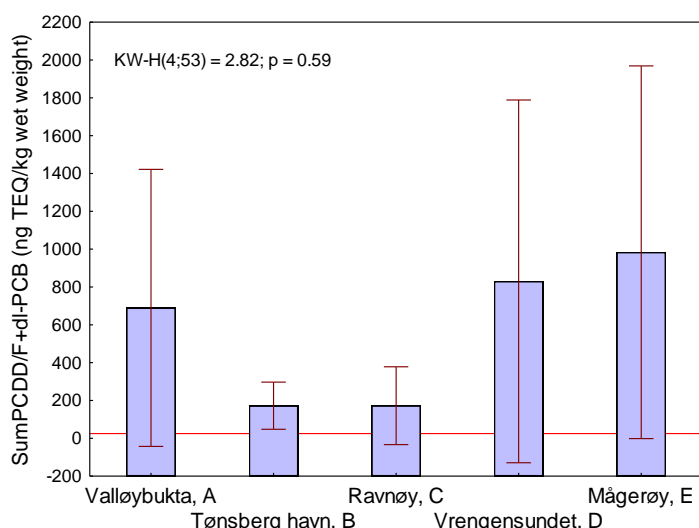


Figure 6. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dI-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from five different positions in Tønsberg and Vrengen. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dI-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var innholdet av dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Tønsberg/Vrengen-området. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren, og denne bidro med 41-79 % til den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 som bidro med 2,5-35 % til totalsummen.

Ved sammenligning av resultatene i denne undersøkelsen med resultatene fra NIVA-undersøkelsen i 1999 (Næs et al., 2002) kan det se ut som om innholdet av dioksinlignende PCB i torskelever fra Tønsberg/Vrengen-området var høyere i 2009 enn i 1999. Særlig på de to stasjonene i Valløybukta (A) og ved Mågerøy (E) var gjennomsnittlig innhold av dioksinlignende PCB mye høyere i 2009 (henholdsvis 680 og 980 ng TE/kg våtvekt) enn i samleprøver fra de samme stasjonene i 1999 (85 og 97 ng TE/kg). Det er likevel ikke grunnlag for å konkludere at det har vært en reell økning i innholdet av dioksinlignende PCB i torskelever fra disse stasjonene. De høye gjennomsnittsverdiene for både Valløybukta, Mågerøy og Vrengensundet skyldes et mindre antall fisk med eksepsjonelt høye verdier, og variasjonen i innhold mellom enkeltfisk er svært stor på alle stasjonene. Alle verdier fra 1999 (Næs et al., 2002) ligger godt innenfor 95 % konfidensintervallet for verdiene fra 2009 for tilsvarende stasjoner.

Konklusjon Tønsberg/Vrengen:

En stor andel av torsken fra Tønsberg og Vrengen hadde et svært høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Totalt 92 % av all enkeltfisk som ble undersøkt hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever over 25 ng TE/kg våtvekt, og 19 % av fisken hadde en konsentrasjon i lever som lå mellom 1100 og 5800 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt for alle fem stasjoner, og det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra fisk fanget på stasjonene innenfor grensene for dagens kostholdsråd (Tønsberg havn, Ravnøy og Vrengensundet) var altså ikke signifikant forskjellig fra innholdet i lever fra fisk fanget på stasjonene utenfor grensene for kostholdsrådet (Valløybukta og Mågerøy). Sammenligning med tidligere resultater fra 1999 tyder på at innholdet av dioksinlignende PCB i torskelever fra Tønsberg og Vrengen er uendret i forhold til tidligere.

Sandefjord

Innholdet av miljøgifter i fisk fra Sandefjords-området er tidligere undersøkt i 1993 på initiativ fra Næringsmiddelstilsynet i Sandefjord (upublisert) og i 1997 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Knutzen og Hylland, 1998). Undersøkelsen i 1993 viste svært høye verdier av dioksinlignende PCB i lever av "rund fisk" (fiskeart er ikke oppgitt) fanget i indre fjord, men mye lavere verdier i lever fra flyndre, og lave verdier i fiskefilet. Resultatene førte til at det i 1993 ble innført kostholdsråd for lever fra fisk fanget i Sandefjordsfjorden innenfor Tranga. Kostholdsrådet ble revurdert i 1999 etter NIVA-undersøkelsen fra 1997 der dioksiner og dioksinlignende PCB ble bestemt i lever fra torsk, i filet fra skrubbe, i krabbeinnmat og i blåskjell. Resultatene viste at det fremdeles var et svært høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra indre del av Sandefjordsfjorden (934 ng TE/kg våtvekt), og et lavere, men likevel høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra ytre del av Sandefjordsfjorden (161 ng TE/kg) og fra Mefjorden (131 ng TE/kg). Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i skrubbefilet var lavt både i Sandefjordsfjorden og Mefjorden (0,57 -1,07 ng TE/kg våtvekt). Disse resultatene førte til at kostholdsrådet ble opprettholdt (Økland, 2005).

Etter 1997 er det gjennomført et større tiltak for å forhindre spredning av miljøgifter fra forurensede sedimenter i indre del av Sandefjordsfjorden. Tiltaket er ikke fulgt opp med nye undersøkelser av miljøgifter i fisk fra fjordområdet, og i rapporten om Kostholdsråd i norske havner og fjorder (Økland, 2005) er det anbefalt at nye undersøkelser gjennomføres for en mulig revurdering av kostholdsrådet for området.

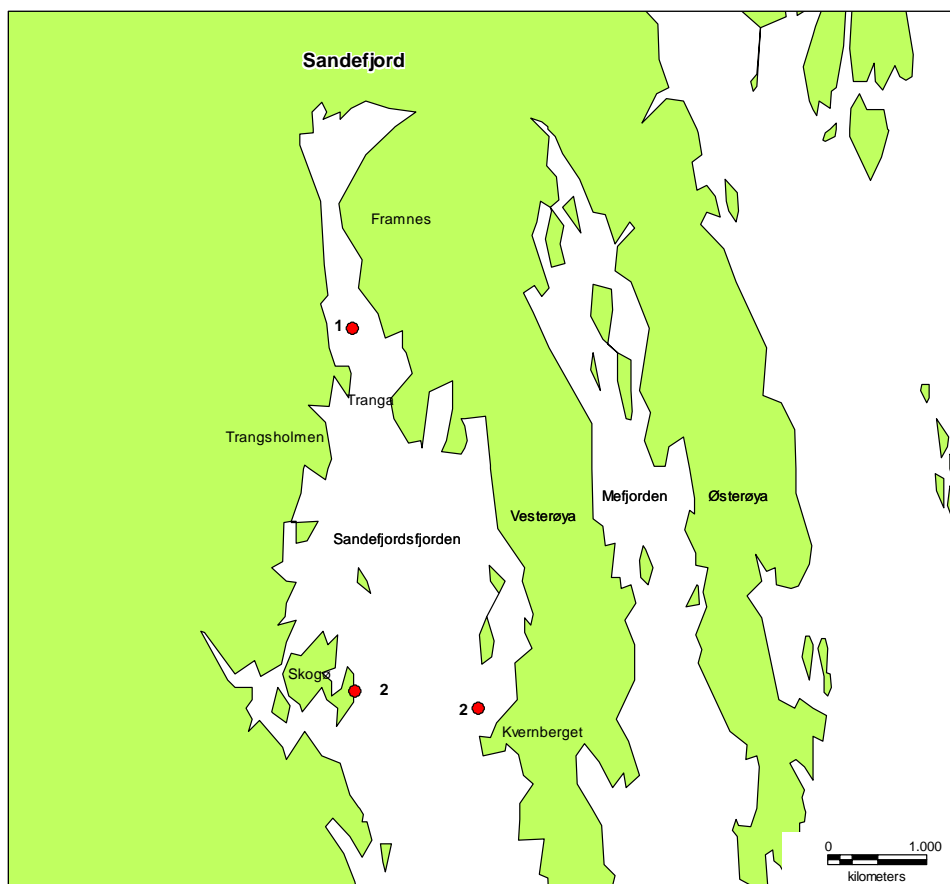


Figure 7. Map showing sampling stations in the area of Sandefjord.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra Sandefjordsfjorden innenfor Tranga og 15 torsk fra området mellom Skogø og Kvernberget, utenfor Tranga (se kart i figur 7). Fiskens lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever er vist i tabell 3. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i alder eller levervekt for torsk fra de to ulike stasjonene, men lengde, vekt og fettinnhold i lever var signifikant høyere i fisk fra stasjonen innenfor Tranga enn i fisk fra stasjonen ved Skogø-Kvernberget (resultater ikke vist).

Table 3. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Sandefjord. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Inside of Tranga	15 (8)	42 (37–47)	730 (500-1100)	2.1 (2-3)	13 (5.2-34)	44 (36-49)
Skogø-Kvernberget	15 (8)	39 (35–46)	610 (420-960)	2.1 (2-4)	10 (6.2-15)	37 (24-43)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 4. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in livers of cod caught in the area Sandefjord. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Inside of Tranga	15	50 (23-90)	31 (5.2-63)	3.8 (1.8-5.7)	85 (42-160)
Skogø-Kvernberget	14*	48 (27-98)	38 (18-82)	4.3 (2.0-9.1)	91 (50-190)

* One fish from this station with a small liver was not analysed for dioxins and dioxin-like PCBs in liver because the amount of sample was not sufficient to complete the analysis.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 4. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de to stasjonene i Sandefjord var 85 og 91 ng TE/kg våvekt (se figur 8), betydelig høyere enn 25 ng TE/kg. Det var ikke noen signifikant forskjell i konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB mellom de to stasjonene (figur 8). Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var like høyt i fisk fra stasjonen Skogø-Kvernberget som ligger utenfor grensene for dagens kostholdsråd, som i fisk fra stasjonen innenfor Tranga som ligger innenfor grensene for kostholdsrådet. Det var ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB og fiskens lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra Sandefjord (resultater ikke vist).

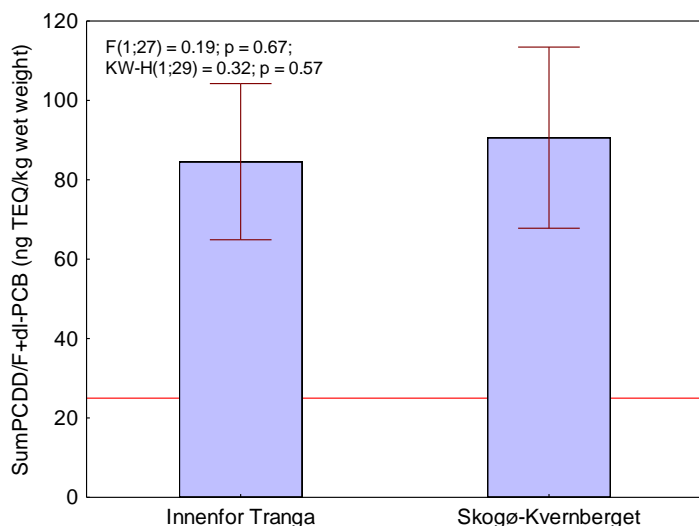


Figure 8. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from two different positions in Sandefjord. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one way-ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra enkeltfisk varierte fra 42 ng TE/kg til 190 ng TE/kg), og all enkeltfisk fra begge stasjoner i Sandefjord-området hadde således et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt.

Det var innholdet av dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver fra Sandefjord-området. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren, og denne bidro med 48-80 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 som bidro med 5-21 % til totalsummen.

Sammenligning med resultatene fra NIVA-undersøkelsen i 1997 (Knutzen og Hylland, 1998) viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver fra Sandefjordsfjorden var mye lavere nå enn tidligere. Forskjellen var særlig stor i indre del av Sandefjordsfjorden (innenfor Tranga) der nivået i torskelerver var redusert fra 934 ng TE/kg i 1997 til 85 ng TE/kg våtvekt i 2009. På stasjonen utenfor Tranga (Skogø-Kvernberget) var innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver redusert fra 160 ng TE/kg i 1997 til 91 ng TE/kg i 2009. Verdien fra 1997 ligger utenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor sannsynlig at også denne siste forskjellen er signifikant. Selv om verdiene i 2009 fremdeles ligger langt høyere enn 25 ng TE/kg (EUs øvre grenseverdi for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever), ser det altså ut til at tiltakene som er gjennomført etter 1997 for å forhindre spredning av miljøgifter fra forurensede sedimenter i indre del av Sandefjordsfjorden har ført til en betydelig reduksjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver fra Sandefjord-området.

Konklusjon Sandefjord:

Torsk fra Sandefjord-området hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og all enkeltfisk som ble undersøkt fra dette området hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever var klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt på begge stasjoner som ble undersøkt. Det var ingen

signifikant forskjell på innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra fisk fanget på stasjonen innenfor grensene for dagens kostholdsråd (innenfor Tranga) og fisk fanget på stasjonen utenfor grensen for kostholdsrådet (Skogø-Kvernberget). Selv om nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fremdeles er høyt på begge de undersøkte stasjonene, er nivået betydelig redusert, særlig i indre del av Sandefjordsfjorden, i forhold til nivåene som ble funnet på tilsvarende stasjoner i 1997.

Kragerø

En kartlegging av miljøgifter i Kragerø-området er tidligere gjennomført i 1999 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåking (Næs et al., 2002). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, ål og torsk. PCB₇ og dioksinlignende PCB ble analysert både i lever av torsk og i filet av ål, mens dioksiner og furaner kun ble analysert i filet av ål. Resultatene viste torskelever fra to områder i Kragerø havn (C) og mellom Gumøy og Skåtøy (B) hadde et innhold av sum dioksinlignende PCB på henholdsvis 52 og 49 ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksinlignende PCB i ål var mye lavere (3,7 ng TE/kg), men innholdet av sum dioksiner og furaner i ål var høyt (6,8 ng TE/kg våtvekt), og på grunnlag av dette ble det i 2002 innført kostholdsrad for ål i Kragerø havn innenfor Nepa-Furuholmen-Bærøy-Malmhella (Økland, 2005). I rapporten om Kostholdsrad i norske havner og fjorder fra 2005 (Økland, 2005) blir det påpekt at det er uheldig at torskelever ikke ble undersøkt for dioksiner i tillegg til dioksinlignende PCB, og det anbefales at dioksiner inkluderes i analyser av sjømat ved senere undersøkelser.

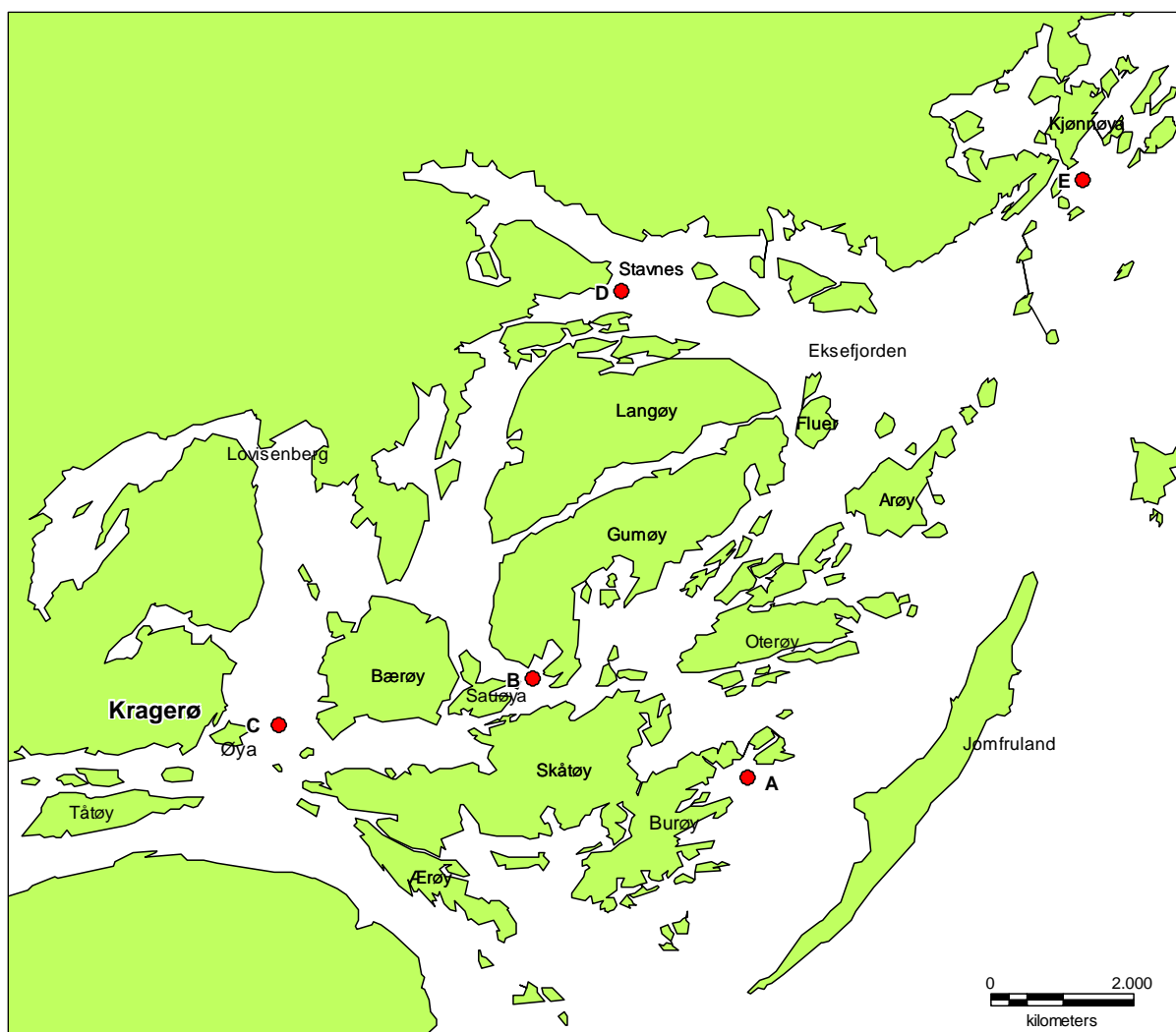


Figure 9. Map showing sampling stations in the area of Kragerø.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 10-14 torsk fra hver av fem stasjoner ved Burøy (A), ved Sauøya mellom Gumøy og Skåtøy (B), ved Øya i Kragerø havn (C), i Stavnesfjorden (D) og ved Kjønnpøya (E) (se kart i figur 9). Stasjon B og C ligger innenfor området for kostholdsrådet for ål og er de samme to stasjonene som ble undersøkt i 1999 (Næs et al., 2002). De tre øvrige stasjonene ligger utenfor området for kostholdsrådet og er ikke undersøkt tidligere.

Lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever fra fisk fra alle stasjonene er vist i tabell 5. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde, vekt eller levervekt for torsk fra de fem ulike stasjonene, men fettinnhold i lever var signifikant høyere i fisk fra Kragerø havn enn i fisk fra stasjonene ved Burøy og Sauøya (resultater ikke vist).

Table 5. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Kragerø. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Burøy, A	12 (9)	58 (33–82)	2300 (330-6100)		44 (5.1-124)	20 (7.7-47)
Sauøya, B	13 (8)	51 (28–90)	1900 (200-6900)	4 (1-9)	40 (1.8-190)	23 (7.9-37)
Kragerø havn, C	10 (9)	58 (34-81)	2100 (400-4900)		62 (5.1-110)	49 (15-67)
Stavnesfjorden, D	11 (11)	57 (34-67)	1900 (460-3300)		42 (14-81)	30 (4.5-57)
Kjønnpøya, E	14 (8)	46 (34-66)	970 (390-2500)		18 (3.4-76)	28 (4.9-41)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 6. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Kragerø. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Burøy, A	12	35 (16-50)	9.4 (2.8-21)	51 (19-81)	95 (41-140)
Sauøya, B	12*	35 (10-64)	8.9 (0.97-21)	45 (15-100)	89 (27-149)
Kragerø havn, C	10	57 (20-115)	31 (1.8-68)	43 (8.2-100)	130 (47-230)
Stavnesfjorden, D	11	69 (20-380)	16 (3.7-54)	47 (11-110)	130 (37-460)
Kjønnpøya, E	13*	36 (17-76)	10 (4.1-28)	42 (18-79)	88 (41-160)

* One fish from each of these stations were not analysed for dioxins and dioxin-like PCBs in liver because the amount of sample was not sufficient to complete the analysis.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torsk leverenprøvene er oppsummert i tabell 6. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de fem stasjonene i Kragerø-området varierte mellom 88 og 130 ng TE/kg våvekt (se figur 10), og var altså betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våvekt for samtlige stasjoner. Det var ingen signifikant forskjell mellom stasjonene (figur 10). Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torsk lever var like høyt i fisk fra de tre stasjonene som ligger utenfor grensene for dagens kostholdsråd for ål som i de to stasjonene som ligger innenfor grensene for kostholdsrådet. Det var ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra Kragerø (resultater ikke vist).

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra enkeltfisk fra Kragerø-området (fra 27 ng TE/kg til 460 ng TE/kg), men all fisk fra alle de fem stasjonene hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våvekt.

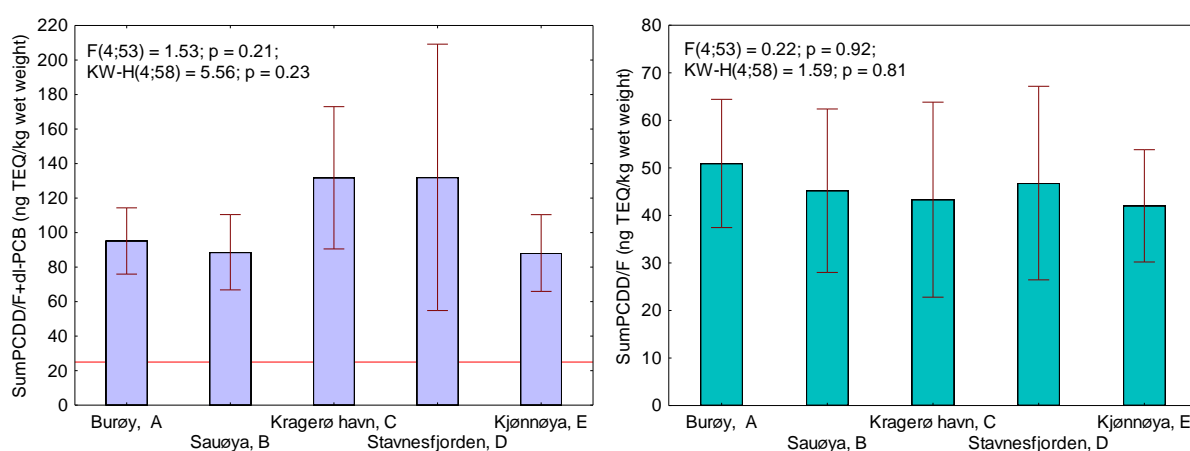


Figure 10. Concentrations of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (left) and sum dioxins and furans (right) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from five different positions in Kragerø. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var innholdet av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) som var spesielt høyt i torsk leverenprøvene fra Kragerø-området. Innholdet av sum dioksiner og furaner var betydelig høyere på alle stasjoner i Kragerø-området enn i alle andre fjorder/havner som er undersøkt i dette prosjektet, og skyldes med stor sannsynlighet spredning av dioksiner fra Grenlandsfjordene. I en undersøkelse av ål prøvetatt i Grenlandsfjordområdet og kysten utenfor til Jomfruland i 2009 ble det vist at sum dioksiner og furaner var forholdsvis høyt og utgjorde en stor andel av den totale summen av dioksiner og dioksinlignende PCB (Julshamm og Frantzen 2009). Gjennomsnittlig innhold av sum dioksiner og furaner varierte mellom 42 og 51 ng TE/kg våvekt (figur 10), og bidro med mellom 33 og 54 % til gjennomsnittlig totalsum for dioksiner og dioksinlignende PCB på de fem stasjonene. På samme måte som for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var det ikke noen signifikant forskjell i innholdet av sum dioksiner og furaner mellom stasjonene (figur 10). Av de dioksinlignende PCB-forbindelsene var det non-orto PCB som bidro mest til totalsummen på alle stasjonene, og det var PCB-126 som var den dominerende PCB-kongeneren i alle prøvene. Blant dioksinene og furanene var det 123478-HxCDF og/eller 2378-TCDF som dominerte i de fleste prøvene, men også 23478-PeCDF, 123678-HxCDF, 12378-PeCDF, og 2378-TCDF var til stede i høye konsentrasjoner i mange prøver.

I NIVA-undersøkelsen fra 1999 ble innholdet av dioksinlignende PCB, men ikke dioksiner og furaner, bestemt i torskelever fra to stasjoner i Kragerø-området (Næs et al., 2002). Sammenligning av resultatene fra vår undersøkelse med den tidligere undersøkelsen viste ingen forskjell i innholdet av sum dioksinlignende PCB i fisk fra stasjon B ved Sauøya (mellom Gumøy og Skåtøy). I torskelever fra stasjon C i Kragerø havn ble det funnet en noe høyere gjennomsnittsverdi for sum dioksinlignende PCB i 2009 (88 ng TE/kg) enn i den tidligere undersøkelsen fra 1999 (52 ng TE/kg), men verdien fra 1999 ligger innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor ingen grunn til å tro at denne forskjellen er signifikant.

Konklusjon Kragerø:

Torsk fra Kragerø-området hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og all enkeltfisk som ble undersøkt fra dette området hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt på alle fem stasjoner som ble undersøkt. Det var særlig innholdet av sum dioksiner og furaner som var høyt i Kragerø-området, mye høyere enn i alle andre fjorder/havner i denne undersøkelsen, og det er sannsynlig at dette skyldes spredning fra Grenlandsfjordene. Det var ingen signifikant forskjell på innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra fisk fanget på stasjoner innenfor grensene for dagens kostholdsråd for ål ved Sauøya (B) og i Kragerø havn (C) og i fisk fanget utenfor grensene for kostholdsrådet, ved Burøy (A), i Stavnesfjorden (D) og ved Kjønnøya (E).

Tvedestrand

En kartlegging av miljøgifter i Tvedestrand havneområde ble gjennomført i 1997 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og PCB₇ og dioksinlignende PCB i lever. Resultatene viste at innholdet av dioksinlignende PCB i torskelever fra Tvedestrand havn var høyt, 253 ng TE/kg våtvekt, og på grunnlag av dette ble det i 2000 innført kostholdsråd for fiskelever i Tvedestrandsfjorden på innsiden av Sagesund (Økland, 2005). Det er nå gått mer enn 12 år siden kartleggingen av miljøgifter i Tvedestrand ble gjennomført, og det er derfor ønskelig å undersøke innholdet av miljøgifter i sjømat fra dette området på nytt.

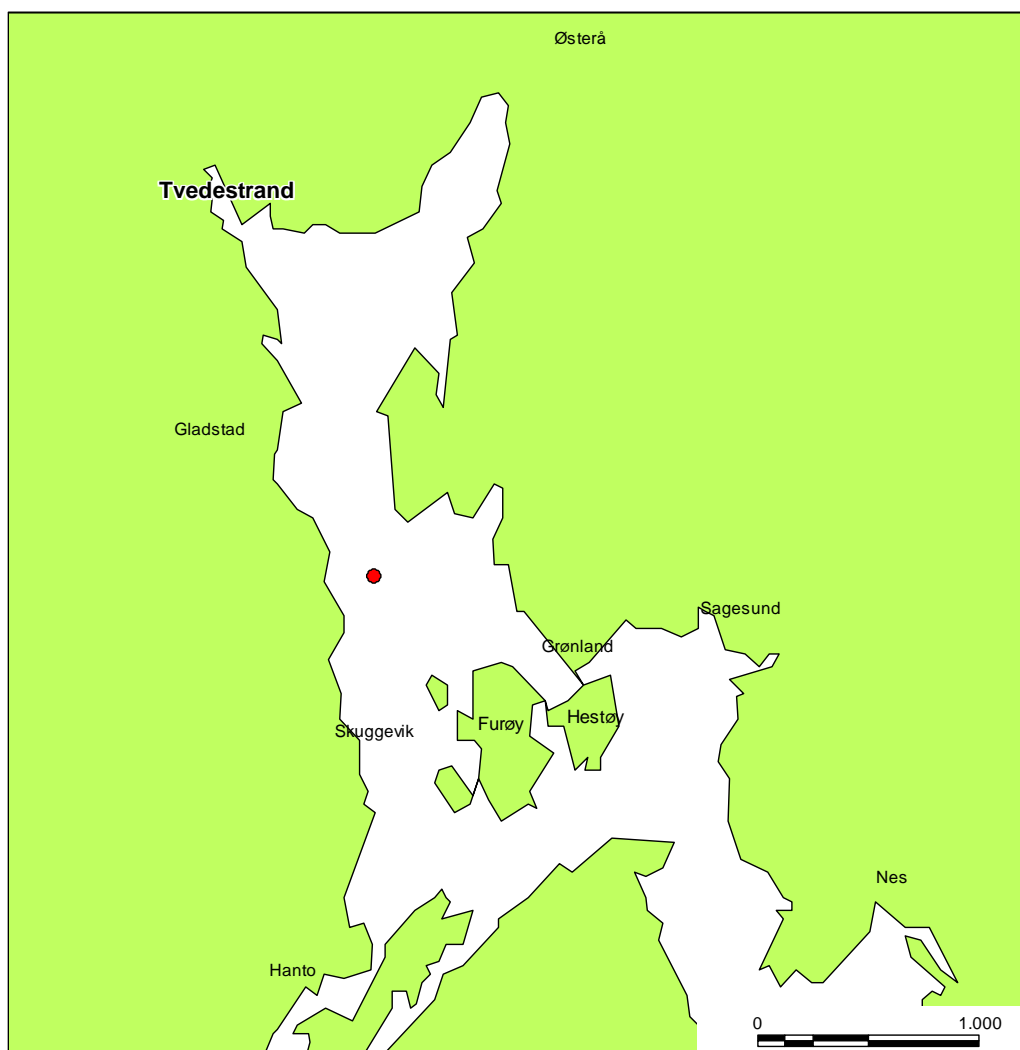


Figure 11. Map showing sampling stations in the area of Tvedestrand.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 10 torsk fra Tvedestrandsfjorden (se kart i figur 11). Lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever fra fisken er vist i tabell 7.

Table 7. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Tvedestrand. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Tvedestrandsfjorden	10 (9)	54 (37–65)	1500 (490-2300)		40 (9.1-80)	38 (23-53)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 8. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Tvedestrand. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Tvedestrandsfjorden	10	58 (17-120)	27 (6.1-76)	11 (6.4-16)	96 (30-200)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 8. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i Tvedestrandsfjorden var 96 ng TE/kg, klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Alle 10 enkeltfisk som ble analysert fra dette området hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over 25 ng TE/kg våtvekt. Det var ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, alder, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra Tvedestrand (resultater ikke vist).

Det var innholdet av dioksinlignende PCB, særlig non-orto PCB, som bidro mest til summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra dette området, men også innholdet av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) i torskeleverprøvene var høyt. Av fjordene og havnene som er omtalt i denne rapporten var det bare stasjonene i Lillesand og Kragerø som hadde like høyt eller høyere nivå av dioksiner og furaner i torskelever. I prøvene fra Tvedestrandsfjorden var det PCB-126 som var den dominerende PCB-kongeneren, fulgt av PCB-118. Blant dioksinene og furanene var det 2378-TCDD som dominerte i prøvene, tett fulgt av 23478-PeCDF og 2378-TCDF.

I NIVA-undersøkelsen fra 1997 ble innholdet av dioksinlignende PCB, men ikke dioksiner og furaner i torskelever fra Tvedestrandsfjorden bestemt (Næs et al., 2000). Sammenligning med resultatene fra denne tidligere undersøkelsen viste at innholdet både av mono-orto PCB og non-orto PCB var mye lavere i prøvene fra fisk fanget i 2009. Sum non-orto PCB var redusert fra 145 ng TE/kg i 1997 til 58 ng TE/kg i 2009, mens sum mono-orto PCB var redusert fra 109 ng TE/kg i 1997 til 27 ng TE/kg i 2009.

Konklusjon Tvedestrand:

Torsk fra Tvedestrandsfjorden hadde et høyt innhold av både dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Selv om innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Tvedestrandsfjorden fremdeles var høyt, var konsentrasjonene betydelig lavere enn konsentrasjonene som ble funnet i en tidligere undersøkelse av torskelever fra dette området i 1997.

Lillesand

En kartlegging av miljøgifter i Lillesand havneområde ble gjennomført i 1997 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåking (Næs et al., 2000). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, PCB₇ og mono-orto PCB i lever. Resultatene viste at innholdet av mono-orto PCB i torskelever fra Lillesand var lavt, 10 ng TE/kg våtvekt, men innholdet av dioksiner, furaner og non-orto PCB ble ikke bestemt i denne undersøkelsen. Det er i dag ikke innført noe kostholdsrad for Lillesand-området.



Figure 12. Map showing sampling stations in the area of Lillesand.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av 10 torsk fra Tingsakerfjorden ved Lillesand (se kart i figur 12). Fiskens lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever er vist i tabell 9.

Table 9. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Lillesand. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Tingsakerfjorden	10 (6)	49 (39–60)	1200 (630-2300)		24 (8.4-52)	28 (18-55)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 10. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Lillesand. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Tingsakerfjorden	10	35 (14-110)	13 (2.8-65)	11 (4.1-31)	59 (23-210)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 10. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i Tingsakerfjorden var 59 ng TE/kg, klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Åtte av 10 enkeltfisk som ble analysert fra dette området (80 %) hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over 25 ng TE/kg våtvekt. Det var ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, alder, levervekt eller fettinnhold i lever av torsk fra Lillesand (resultater ikke vist).

Innholdet av dioksinlignende PCB, særlig non-orto PCB, bidro mest til summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Lillesand, men bidraget fra innholdet av dioksiner og furaner (PCDD/F) var også høyt (19 % av totalsummen), og høyere enn for de fleste andre havner i denne undersøkelsen (unntatt Kragerø). Dette tyder på at prøvene fra Lillesand er påvirket av en forurensingskilde for dioksiner, og det er nærliggende å tenke at dette kan skyldes påvirkning fra Grenlandsområdet. Det var PCB-126 som var den dominerende PCB-kongenere, fulgt av PCB-118. Blant dioksinene og furanene var det 2378-TCDD som dominerte i prøvene, tett fulgt av 23478-PeCDF og 2378-TCDF.

Konklusjon Lillesand:

Torskelever fra Lillesand-området hadde en gjennomsnittskonsentrasjon for sum dioksiner og dioksinlignende PCB som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Selv om dioksinlignende PCB bidro mest til det totale innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i prøvene, var bidraget fra dioksiner og furaner til totalsummen høyere i torskeleverprøvene fra Lillesand enn for de fleste andre havner i denne undersøkelsen (unntatt Kragerø).

Farsund

En kartlegging av miljøgifter i Farsund havneområde ble gjennomført i 1997 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåking (Næs et al., 2000). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe, torsk, ål og sjøørret. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, PCB₇ og dioksinlignende PCB i lever. Dioksiner og furaner ble ikke analysert i prøvene. Resultatene viste at innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Farsund-området var høyt, 183 ng TE/kg våtvekt i området nord for Farsund, og 169 ng TE/kg våtvekt i ytre Lundevågen. På dette grunnlag ble det i 2000 innført kostholdsråd for fiskelever fra hele fjordsystemet rundt Farsund, inkludert Framvaren, Åptafjorden, Lyngdalsfjorden, Lundevågen og Byfjorden (Økland, 2005). På grunn av høye verdier av PAH i blåskjell er det også gitt kostholdsråd for skjell fra samme område (Økland, 2005). Det er nå gått mer enn 12 år siden kartleggingen av miljøgifter i Farsund ble gjennomført, og det er derfor ønskelig å undersøke innholdet av miljøgifter i sjømat fra dette området på nytt.



Figure 13. Map showing sampling stations in the area of Farsund.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 5-14 torsk fra hver av fem stasjoner ved Farsund nord (1), ytre Lundevågen (2), indre Lundevågen (3), Åptavågen (4) og Indre Lyngdalsfjord (5) (se kart i figur 13). Stasjon 1 og 2

er de samme to stasjonene som ble undersøkt i 1997 (Næs et al., 2000), mens torsk fra de tre øvrige stasjonene ikke er undersøkt tidligere. Alle stasjonene ligger innenfor grensene for dagens kostholdsråd.

Lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever fra fisk fra alle stasjonene er vist i tabell 11. Torsk fra Farsund nord og indre Lunde vågen var signifikant større enn torsk fra ytre Lunde vågen, men ikke signifikant større enn torsk fra Åptafjorden eller indre Lyngdalsfjord (resultat av enveis ANOVA ikke vist). Det var ingen statistisk signifikant forskjell i levervekt for torsk fra de fem ulike stasjonene. Fettinnhold i lever var signifikant høyere i torsk fra indre Lunde vågen enn i torsk fra indre Lyngdalsfjord, men ellers var det ingen signifikante forskjeller i fettinnhold mellom stasjonene (resultater ikke vist).

Table 11. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Farsund. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Farsund nord, 1	14 (14)	51 (44–63)	1300 (920-2100)		33 (12-97)	32 (12-56)
Ytre Lunde vågen, 2	12 (11)	41 (35–48)	840 (460-1200)		19 (7.3-71)	29 (13-58)
Indre Lunde vågen, 3	14 (14)	50 (42-67)	1400 (840-3300)		34 (15-72)	37 (11-55)
Åptafjorden, 4	5 (4)	44 (39-51)	850 (640-1200)		14 (5.3-28)	36 (24-53)
Indre Lyngdalsfjord, 5	14 (12)	47 (29-71)	1300 (340-3100)		23 (2.7-100)	21 (3.4-42)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 12. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Farsund. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Farsund nord, 1	14	63 (21-150)	45 (8.6-150)	7.1 (4.5-11)	115 (37-240)
Ytre Lunde vågen, 2	12	24 (15-49)	15 (7.3-38)	4.0 (2.9-5.3)	43 (28-93)
Indre Lunde vågen, 3	14	48 (34-88)	39 (17-110)	4.6 (2.3-7.8)	92 (56-210)
Åptafjorden, 4	5	21 (15-28)	8.0 (4.3-11)	4.2 (3.8-5.1)	33 (25-39)
Indre Lyngdalsfjord, 5	14	17 (8.3-56)	3.3 (0.71-8.1)	3.8 (1.9-6.8)	24 (11-71)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 12. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB varierte mye mellom stasjonene (se figur 14). I indre Lyngdalsfjord var gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende i torskelever lavere enn 25 ng TE/kg våtvekt og signifikant lavere enn gjennomsnittskonsentrasjonene i torskelever fra Farsund nord og indre Lunde vågen som lå betydelig høyere enn 25 ng TE/kg. Gjennomsnittskonsentrasjonene for ytre Lunde vågen og Åptafjorden lå også høyere enn 25 ng TE/kg, men særlig verdien for Åptafjorden var ikke mye forhøyet i forhold til gjennomsnittsverdier som er funnet i torskelever fra enkelte posisjoner i åpent hav i Nordsjøen (ca. 28 ng TE/kg, foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk). Det er derfor mulig at gjennomsnittsverdien for denne stasjonen ikke er forhøyet kun på grunn av lokale forurensingskilder i Farsund-området, men at den også reflekterer et generelt noe forhøyet bakgrunnsnivå i et større omliggende område. Flere resultater som er forventet fra den pågående basisundersøkelsen for torsk vil kunne bidra til å kaste mer lys over dette spørsmålet.

Det ble ikke funnet noen statistisk signifikant forskjell mellom nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra ytre Lunde vågen og Åptafjorden og nivået i torskelever fra de andre stasjonene. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Åptafjorden var imidlertid betydelig lavere enn i torskelever fra Farsund nord og indre Lunde vågen, og når denne forskjellen ikke ble funnet å være statistisk signifikant kan dette skyldes at resultatet for Åptafjorden er beregnet ut fra analyser av kun fem fisk. Det var dessverre svært vanskelig å få nok torsk fra Åptafjorden, og på tross av en betydelig innsats (det ble satt ut 48 trollgarn) ble det ikke fanget mer enn fem torsk fra dette området.

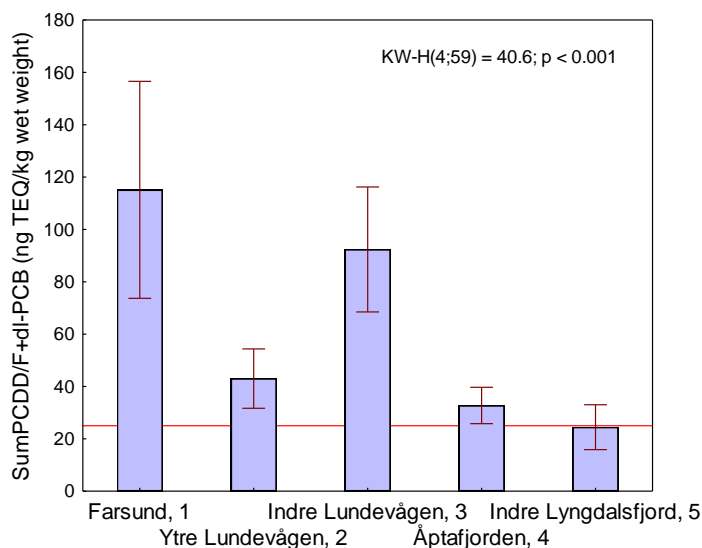


Figure 14. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from five different positions in Farsund. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra enkeltfisk fra Farsund-området (fra 11 til 240 ng TE/kg våtvekt), men all fisk fra Farsund nord, ytre Lunde vågen og indre Lunde vågen hadde et innhold av sum dioksiner og

dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. I Åptafjorden hadde fire av fem fisk (80 %) en konsentrasjon i lever over 25 ng TE/kg, mens i indre Lyngdalsfjord var det kun fire av 14 torsk (21 %) som hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever over denne verdien.

Det var en statistisk signifikant korrelasjon mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og størrelse (lengde og vekt) for fisken fra Farsund nord, men ikke for fisk fra de andre stasjonene (resultater ikke vist). Siden torsken fra Farsund nord var signifikant større enn torsk fra ytre Lundevågen (se tabell 12) er det mulig at dette kan være noe av grunnen til at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB er høyere i fisk fra Farsund nord enn i fisk fra ytre Lundevågen. Det var imidlertid ingen andre signifikante forskjeller i fiskens størrelse mellom stasjonene, så forskjeller i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB mellom Farsund nord og de øvrige stasjoner kan ikke forklares ved slike faktorer.

Det var dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Farsund-området. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren, og denne bidro med 33-77 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB fulgt av PCB-118 og PCB-156 som bidro med henholdsvis 2-33 % og 2-23 % av totalsummen.

Sammenligning av resultatene med resultatene fra NIVA-undersøkelsen i 1997 (Næs et al., 2000) viste at innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra de to stasjonene som også ble undersøkt i 1997, Farsund nord (stasjon 1) og ytre Lundevågen (stasjon 2), var lavere nå enn tidligere. Forskjellen var størst i ytre Lundevågen der nivået i torskelever var redusert fra 169 ng TE/kg i 1997 til 39 ng TE/kg våtvekt i 2009. For stasjonen Farsund nord var innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever redusert fra 183 ng TE/kg i 1997 til 108 ng TE/kg i 2009. Verdien fra 1997 ligger utenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor sannsynlig at også denne siste forskjellen er signifikant.

Konklusjon Farsund:

Torsk fra flere stasjoner i området rundt Farsund hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og all enkeltfisk som ble undersøkt fra Farsund nord, ytre Lundevågen og indre Lundevågen hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB varierte betydelig mellom stasjonene. Stasjonen i indre Lyngdalsfjord hadde en gjennomsnittsverdi på 24 ng TE/kg våtvekt. To stasjoner i Åptafjorden og ytre Lundevågen hadde gjennomsnittsverdier som lå noe over 25 ng TE/kg våtvekt, og de to siste stasjonene, Farsund nord og indre Lundevågen, hadde gjennomsnittsverdier som lå betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Forskjellen mellom de to høyeste gjennomsnittsverdiene (Farsund nord og indre Lundevågen) og den laveste gjennomsnittsverdien (indre Lyngdalsfjord) var statistisk signifikant. Innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Farsund nord og ytre Lundevågen var lavere i denne undersøkelsen enn i 1997.

Flekkefjord

Nivåer av miljøgifter i Flekkefjord havneområde er tidligere undersøkt i 1997 i en undersøkelse foretatt av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, PCB₇ og dioksinlignende PCB i lever. Dioksiner og furaner ble ikke analysert i prøvene. Resultatene viste at innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Tjørsvåg og Lafjord var høyt, henholdsvis 169 og 132 ng TE/kg våtvekt, og på dette grunnlag ble det i 2000 innført kostholdsråd for fiskelever fanget i Flekkefjord innenfor Straumsundet og Pollsundet ved Kjeøya og Torsøya.



Figure 15. Map showing sampling stations in the area of Flekkefjord.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra hver av to stasjoner ved Tjørsvåg (1) og i Lafjord (2) (se kart i figur 15). Dette er de samme to stasjonene som ble undersøkt i 1997 (Næs et al., 2000), og begge stasjonene ligger innenfor grensene for dagens kostholdsråd.

Lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever fra fisk fra de to stasjonene er vist i tabell 13. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i torskelever fra de to stasjonene (resultat av ANOVA ikke vist).

Table 13. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Flekkefjord. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Tjørsvåg , 1	15 (15)	57 (42–68)	1900 (820-3200)		42 (11-97)	33 (16-42)
Lafjord, 2	15 (13)	54 (37–76)	1800 (520-3900)		33 (2.9-110)	28 (13-45)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 14. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Flekkefjord. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Tjørsvåg , 1	15	110 (34-290)	97 (17-360)	8.5 (4.0-14)	210 (55-660)
Lafjord, 2	15	63 (22-110)	46 (8.4-170)	6.0 (3.5-14)	110 (34-290)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 14. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de to stasjonene i Flekkefjord var 210 og 110 ng TE/kg våvekt, betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våvekt. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var signifikant høyere i torskelever fra Tjørsvåg enn i torskelever fra Lafjord (figur 16). Som nevnt over var det ingen signifikante forskjeller i størrelse, levervekt eller fettinnhold i lever mellom fisken fra disse stasjonene og forskjellen i gjennomsnittskonsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever mellom stasjonene kan derfor ikke forklares ved slike faktorer. Spredningsplot med enkeltfisk viste heller ingen signifikant sammenheng mellom konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever av torsk fra dette området (resultater ikke vist).

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av enkeltfisk fra Flekkefjord-området (fra 34 til 660 ng TE/kg), men all fisk fra begge stasjonene hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våvekt.

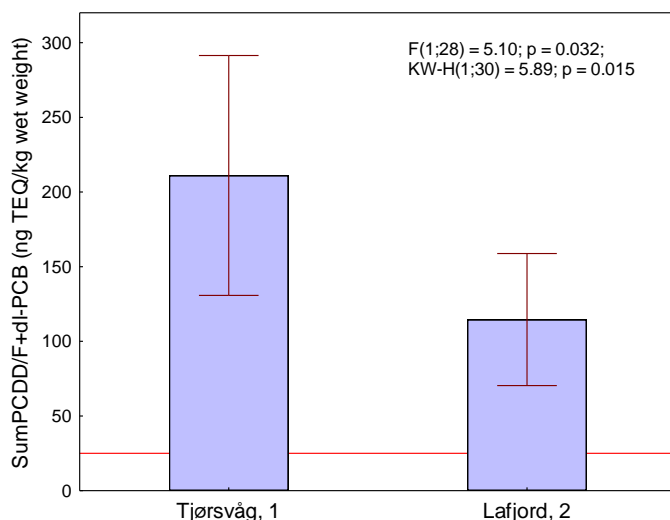


Figure 16. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from two different positions in Flekkefjord. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var innholdet av dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Flekkefjord. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren og bidro med 38-70 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 og PCB-156 som bidro med henholdsvis 8-24 % og 6-21 % av totalsummen.

Sammenligning med resultatene fra NIVA-undersøkelsen i 1997 (Næs et al., 2000) viste at innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever ikke var vesentlig forskjellig fra tidligere resultater fra de samme to stasjonene. Verdiene fra både Tjørsvåg og Lafjord i 1997 (169 og 132 ng TE/kg våtvekt) lå klart innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdiene for de samme stasjonene i 2009, og det er derfor sannsynlig at det ikke er noen signifikant forskjell på gamle og nye verdier for disse stasjonene.

Konklusjon Flekkefjord:

Torsk fra Flekkefjord-området hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og all enkeltfisk som ble undersøkt fra dette området hadde konsentrasjoner som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Lever av torsk fanget ved Tjørsvåg hadde et signifikant høyere innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB enn lever fra torsk fanget i Lafjord, men på begge stasjoner var gjennomsnittskonsentrasjonen betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Flekkefjord ser ikke ut til å være vesentlig endret i forhold til tidligere resultater fra 1997.

Egersund

Nivåer av miljøgifter i Egersund ble undersøkt av Rogalandforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i 1999/2000 som en del av Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001). Denne undersøkelsen omfattet analyser for metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, HCB, HCH, DDT, PCB₇ og dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Resultatene viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i en blandprøve av torskelever fra Eigerøy bru (M21) og Vardberg (M22) var 138 ng TE/kg våtvekt. Disse resultatene førte ikke til kostholdsrad for torskelever fra Egersund havn (Økland, 2005).

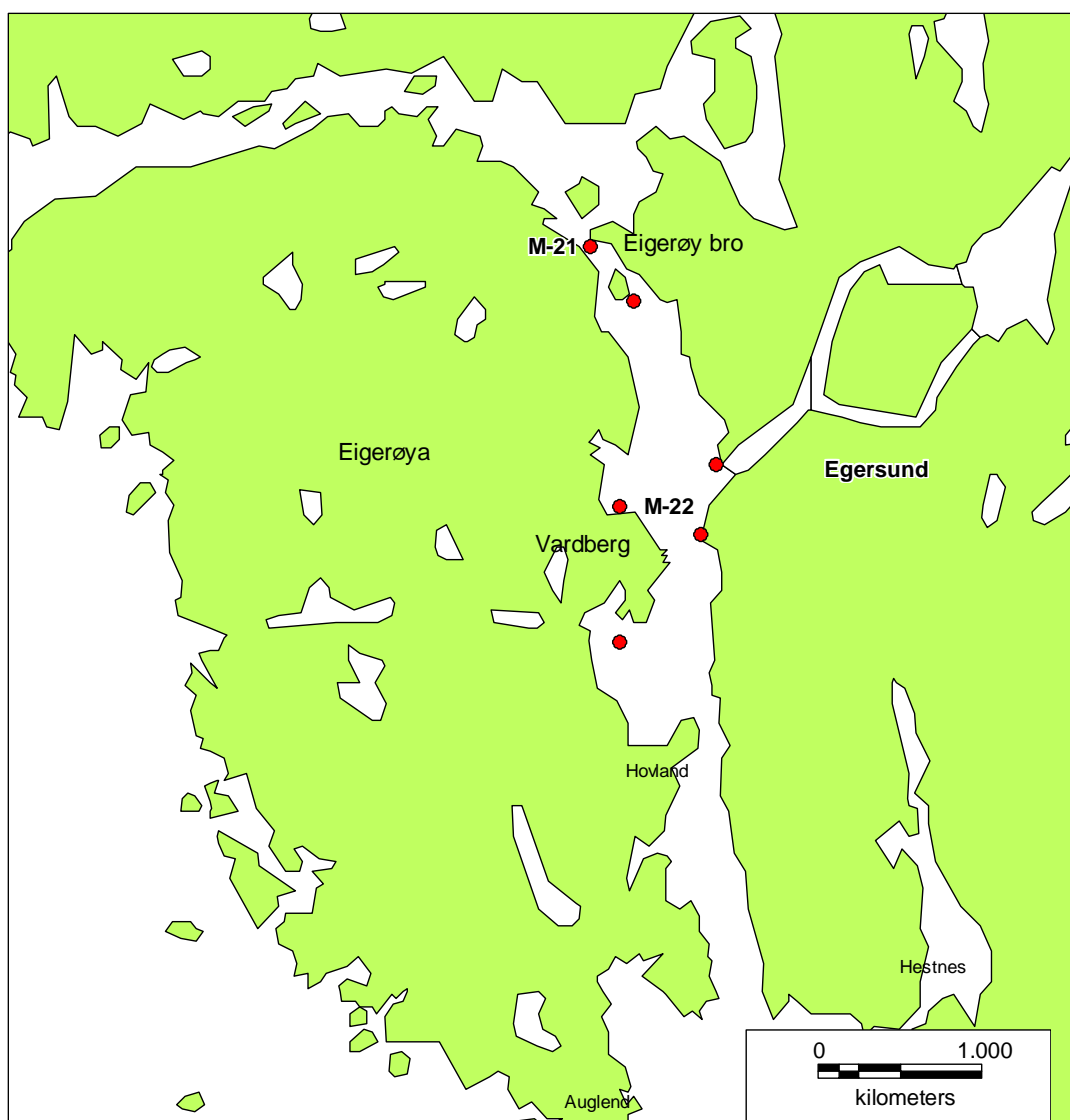


Figure 17. Map showing sampling stations in the area of Egersund.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 13-15 torsk fra hver av to stasjoner ved Eigerøy bru (M21) og Vardberg (M22) (se kart i figur 17). Dette er de samme to stasjonene som ble undersøkt i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2001), men den gang ble all fiskelever fra begge stasjoner slått sammen til én samleprøve før analyse.

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra de to stasjonene er vist i tabell 15. Fisken fra Eigerøy bru hadde signifikant lavere vekt enn fisken fra Vardberg, men det var ingen statistisk signifikante forskjeller i lengde, levervekt eller fettinnhold i lever mellom stasjonene (resultater ikke vist).

Table 15. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Egersund. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Eigerøy bru, M21	13 (12)	50 (39–63)	1400 (620-2500)		22 (2.8-80)	35 (13-54)
Vardberg, M22	15 (15)	55 (43–69)	1900 (1000-3100)		34 (11-56)	30 (16-47)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 16. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Egersund. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Eigerøy bru, M21	13	82 (26-360)	50 (2.8-260)	6.4 (3.2-14)	140 (43-630)
Vardberg, M22	15	110 (9.0-240)	85 (2.8-180)	8.1 (1.8-26)	210 (14-410)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskleverprøvene er oppsummert i tabell 16. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de to stasjonene var 140 og 210 ng TE/kg våvekt, altså betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våvekt for begge stasjoner. Det var ikke signifikant forskjell mellom stasjonene (figur 18). At fisken fra Eigerøy bru hadde signifikant lavere vekt enn fisken fra Vardberg har ingen betydning for dette resultatet, da det ikke ble funnet noen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever av torsk fra Egersund-området (resultater ikke vist).

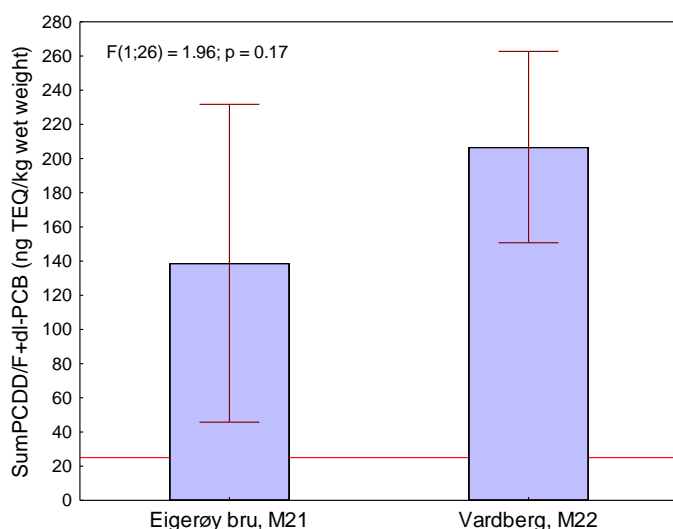


Figure 18. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from two different positions in Egersund. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av enkeltfisk fra Egersund (fra 14 til 630 ng TE/kg), men med unntak av én fisk fra Vardberg hadde all fisk fra begge stasjoner et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Det var dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Egersund. PCB -126 var den dominerende PCB-kongeneren og bidro med 49-81 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB.

I undersøkelsen fra 1999/2000 (Gjerstad et al. 2000) ble innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB undersøkt i en blandprøve der fiskelever fra både Eigerøy bru og Vardberg var slått sammen. Sammenligning av innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i blandprøven fra 1999/2000 (138 ng TE/kg) med resultatene i tabell 16 viser at nivåene som ble funnet i torskelever fra Eigerøy bru i 2009 (140 ng TE/kg) var svært likt resultatet fra 1999/2000, mens nivået i torskelever fra Vardberg (210 ng TE/kg) var noe høyere enn resultatet fra 1999/2000.

Konklusjon Egersund:

Torsk fra Egersund-området hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og med unntak av én fisk hadde all enkeltfisk som ble undersøkt et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt på begge stasjonene som ble undersøkt, og det var ingen signifikant forskjell på innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de to stasjonene. Nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Egersund var uendret eller noe høyere enn nivået som ble funnet i 1999/2000.

Sandnes

Nivåer av miljøgifter i Gandsfjorden ved Sandnes er tidligere undersøkt av Rogalandsforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i 1999/2000 som en del av Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, HCB, HCH, DDT, PCB₇ og dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Bare torskelever fra Sandnes indre havn ble analysert for både dioksiner og dioksinlignende PCB, mens torskelever fra tre andre stasjoner (Jåttåvågen, Dale og Lurahammeren) kun ble analysert for mono-orto-PCB. Resultatene viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Sandnes havn var 118 ng TE/kg våtvekt, men disse resultatene førte ikke til kostholdsråd for torskelever fra Sandnes havn (Økland, 2005). Torskelever fra de øvrige stasjonene hadde nivåer av PCB₇ og mono-orto-PCB som tilsvarte eller var lavere enn nivåene i Sandnes havn.

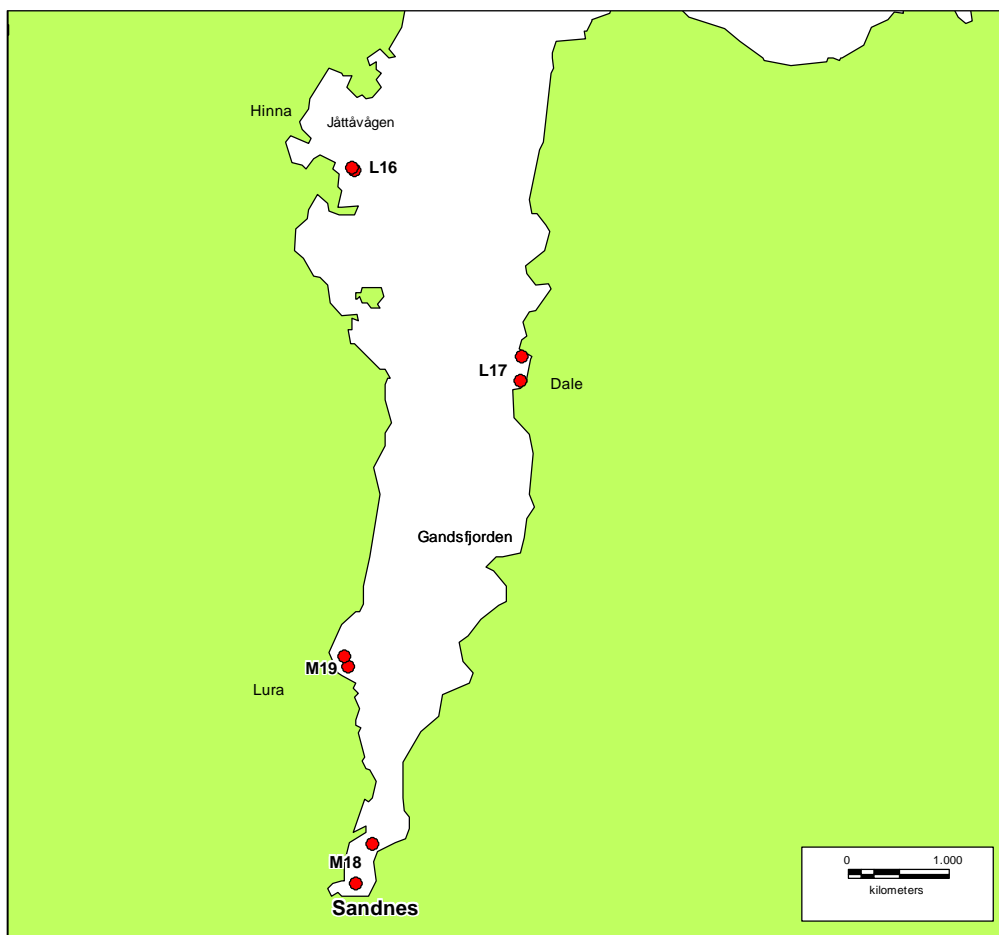


Figure 19. Map showing sampling stations in the area of Sandnes.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 8-14 torsk fra hver av fire stasjoner ved Jåttåvågen (L16), Dale (L17), Lurahammeren (M19) og Sandnes havn (M18) (se kart i figur 18). Dette er de samme fire stasjonene som ble undersøkt i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2001).

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra de fire stasjonene er vist i tabell 17. Fisken fra Sandnes havn var signifikant mindre enn fisken fra Jåttåvågen og Lurahammeren, men det var ingen statistisk signifikante forskjeller i levervekt eller fettinnhold i lever mellom stasjonene (resultater ikke vist).

Table 17. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Sandnes. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Jåttåvågen, L16	12 (6)	47 (34–59)	1200 (300–2100)		12 (1.2–46)	32 (15–46)
Dale, L17	8 (2)	40 (31–47)	680 (260–1000)		25 (2.0–150)	40 (37–43)
Lurahammeren, M19	14 (12)	49 (35–66)	1300 (380–3000)	3.2 (2–5)	17 (3.3–62)	19 (5.7–39)
Sandnes havn, M18	9 (4)	33 (28–51)	470 (230–1500)	2.1 (2–3)	8.9 (2.5–38)	36 (24–50)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 18. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Sandnes. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Jåttåvågen, L16	12	69 (32–210)	55 (14–290)	4.1 (2.1–7.3)	130 (50–510)
Dale, L17	8	57 (30–110)	39 (16–85)	5.8 (2.6–13)	100 (53–210)
Lurahammeren, M19	14	63 (20–99)	33 (4.6–60)	3.8 (1.0–5.5)	100 (31–160)
Sandnes havn, M18	8	53 (19–90)	56 (17–92)	4.4 (2.2–8.1)	110 (38–190)

* One fish from this station with a small liver was not analysed for dioxins and dioxin-like PCBs in liver because the amount of sample was not sufficient to complete the analysis.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskleverprøvene er oppsummert i tabell 18. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de fire stasjonene i Sandnes-området varierte mellom 100 og 130 ng TE/kg våtvekt, og var altså betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt for samtlige stasjoner. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB mellom stasjonene (figur 20). At fisken fra Sandnes havn var signifikant mindre enn fisken fra Jåttåvågen og Lurahammeren har ingen betydning for dette resultatet, da det ikke ble funnet noen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever av torsk fra Sandnes-området (resultater ikke vist).

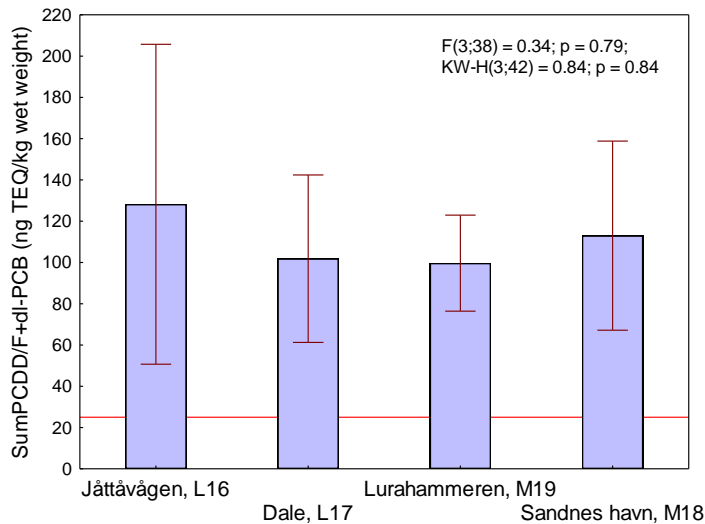


Figure 20. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from four different positions in the Sandnes area. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra enkeltfisk fra Sandnes-området (fra 31 til 510 ng TE/kg våtvekt), men all fisk hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Det var dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Sandnes. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren og bidro med 42-80 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 og PCB-156 som bidro med henholdsvis 6-25 % og 5-28 % av totalsummen.

Sammenligning med resultatene fra undersøkelsen i 1999/2000 (Gjerstad et al. 2000) viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Sandnes havn var svært likt i 1999/2000 (118 ng TE/kg) og i 2009 (110 ng TE/kg våtvekt). Også innholdet av sum mono-orto PCB fra Jåttåvågen, Dale og Lurahammeren var svært likt i 1999/2000 (51, 34 og 29 ng TE/kg våtvekt) og i 2009 (55, 39 og 33 ng TE/kg våtvekt).

Konklusjon Sandnes:

Torsk fra Sandnes-området hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og all enkeltfisk som ble undersøkt fra dette området hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt på alle de fire stasjonene som ble undersøkt. Det var ingen signifikante forskjeller i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de ulike stasjonene. Nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Sandnes var uendret i forhold til 1999/2000.

Stavanger

En kartlegging av miljøgifter i Stavangerområdet ble gjennomført av Rogalandsforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i 1999/2000 i en undersøkelse i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, HCB, HCH, DDT, PCB₇ og dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Torskelever fra tre stasjoner i Stavanger havneområde ble analysert for både dioksiner og dioksinlignende PCB, mens torskelever fra 11 andre stasjoner ble analysert for PCB₇ og mono-orto-PCB, men ikke dioksiner, furaner eller non-orto PCB. Resultatene viste at torskelever fra stasjonen i Galeivågen hadde et svært høyt innhold av sum mono-orto PCB (261 ng TE/kg våtvekt). På de 10 andre stasjonene som ble undersøkt kun for mono-ortho PCB var nivåene lavere (28-107 ng TE/kg våtvekt), og på de tre stasjonene i Stavanger havneområde som ble analysert for både dioksiner og dioksinlignende PCB lå verdiene i torskelever på 133-141 ng TE/kg våtvekt. Disse resultatene førte til at det ble opprettet kostholdsråd for havneområdene i Stavanger i 2001 (Økland, 2005). I rapporten om Kostholdsråd i norske havner og fjorder fra 2005 (Økland, 2005) ble det anbefalt å inkludere analyser av både mono-orto PCB og non-orto PCB ved neste undersøkelse i området for å gi et bedre faglig grunnlag for kostholdsrådet. Siden den høyeste konsentrasjonen av sum mono-orto PCB i torskelever ble funnet i Galeivågen, helt øst i kostholdsrådsområdet, ble det også anbefalt å analysere prøver fra en ny stasjon øst for Galeivågen.

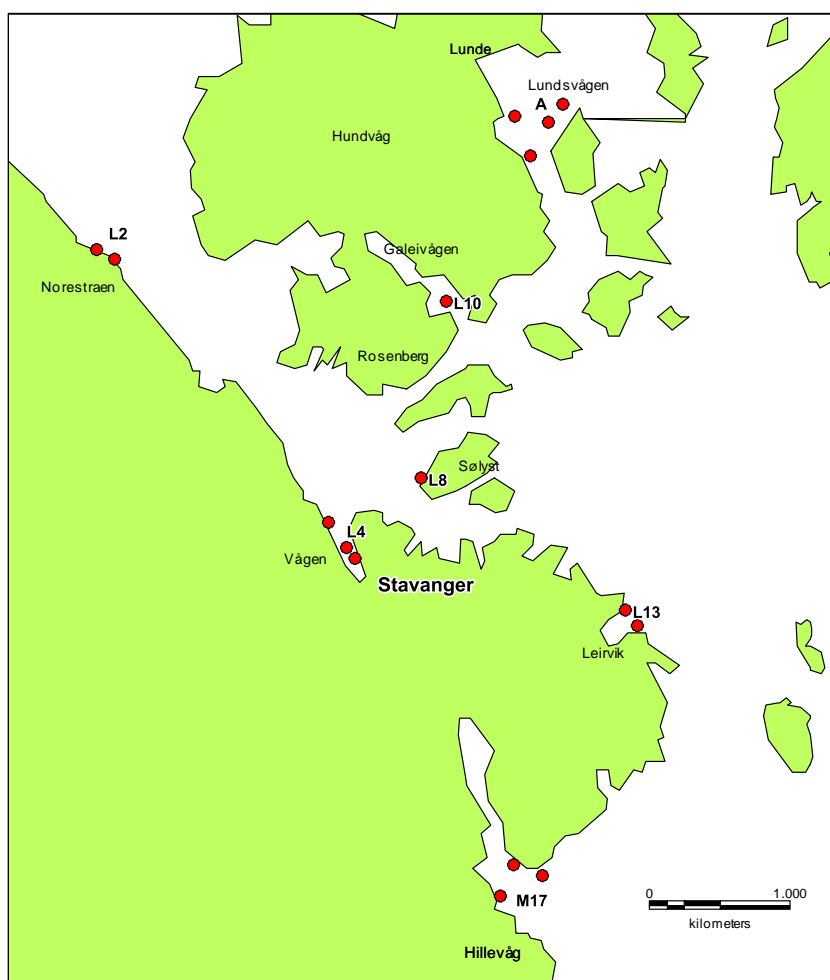


Figure 21. Map showing sampling stations in the area of Stavanger.

I dette prosjektet er innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB undersøkt i lever fra 10-15 torsk fra hver av seks stasjoner ved Norestraen (L2), Vågen (L4), Sølvest vest (L8), Galeivågen (L10), Leirvik (L13) og Hillevåg (M17) (se kart i figur 21). Disse stasjonene ble også undersøkt i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2001) og ligger innenfor grensene for dagens kostholdsråd. I tillegg er det analysert 11 torsk fra en stasjon i Lundsvågen (A), øst for Galeivågen, som ikke er undersøkt tidligere. Denne stasjonen ligger utenfor grensen for kostholdsrådet.

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra de syv stasjonene er vist i tabell 19. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i torskelever mellom de ulike stasjonene (resultater av ANOVA ikke vist). Det var heller ingen forskjell i alder mellom fisk fra de fire stasjonene der fiskens alder er bestemt så langt.

Table 19. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Stavanger. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Norestraen, L2	10 (7)	47 (37–58)	1000 (460-1700)		14 (4.0-26)	23 (9.2-31)
Vågen, L4	10 (9)	49 (38–68)	1200 (500-2300)	3.1 (2–6)	20 (6.4-70)	17 (6.4-51)
Sølvest vest, L8	11 (10)	46 (33-69)	1000 (370-2500)	3.1 (2–6)	14 (4.4-44)	16 (3.7-33)
Galeivågen, L10	10 (8)	43 (38-54)	800 (520-1700)	3.2 (2–5)	11 (3.8-29)	21 (4.1-36)
Leirvik, L13	13 (6)	45 (32-59)	1000 (340-1900)		18 (4.0-54)	29 (14-44)
Hillevåg, M17	15 (12)	46 (33-70)	1000 (360-3400)		17 (2.6-69)	29 (7.4-45)
Lundsvågen, A	11 (8)	47 (36-77)	1100 (380-3700)	2.7 (2–6)	16 (1.8-53)	31 (12-46)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 20. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de syv stasjonene i Stavangerområdet varierte mellom 69 og 300 ng TE/kg våvekt, og var altså betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt for samtlige stasjoner. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i Galeivågen. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Galeivågen og Hillevåg var signifikant høyere enn i torskelever fra Norestraen, men det ble ikke funnet noen statistisk signifikante forskjeller mellom nivåene av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de andre stasjonene (figur 22). Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Lundsvågen som ligger utenfor grensene for kostholdsrådet var ikke signifikant forskjellig fra nivået i torskelever fra de øvrige stasjonene som ligger innenfor grensene for kostholdsrådet.

Table 20. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Stavanger. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Norestraen, L2	10	39 (25-92)	27 (15-77)	3.3 (2.6-4.8)	69 (43-170)
Vågen, L4	10	108 (24-250)	100 (18-310)	6.3 (1.6-10)	220 (54-530)
Sølyst vest, L8	11	52 (25-97)	37 (7.9-90)	3.8 (2.3-5.4)	93 (38-190)
Galeivågen, L10	10	176 (20-290)	120 (4.5-240)	7.3 (1.5-21)	300 (26-520)
Leirvik, L13	13	56 (31-97)	39 (20-60)	3.6 (2.1-6.4)	99 (59-160)
Hillevåg, M17	15	120 (13-380)	99 (2.3-420)	4.0 (1.2-7.0)	220 (16-810)
Lundsvågen, A	11	100 (20-290)	73 (11-300)	7.0 (3.6-16)	180 (35-610)

Siden det ikke ble funnet noen statistisk signifikante forskjeller i fiskens størrelse eller levervekt mellom de ulike stasjonene i Stavanger-området, kan ikke forskjellene i nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever mellom stasjonene forklares ved slike faktorer. Det var en statistisk signifikant sammenheng mellom innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB og størrelse (lengde og vekt) og levervekt for torsk fra stasjonen Sølyst vest, men ikke for fisk fra de andre stasjonene (resultater ikke vist).

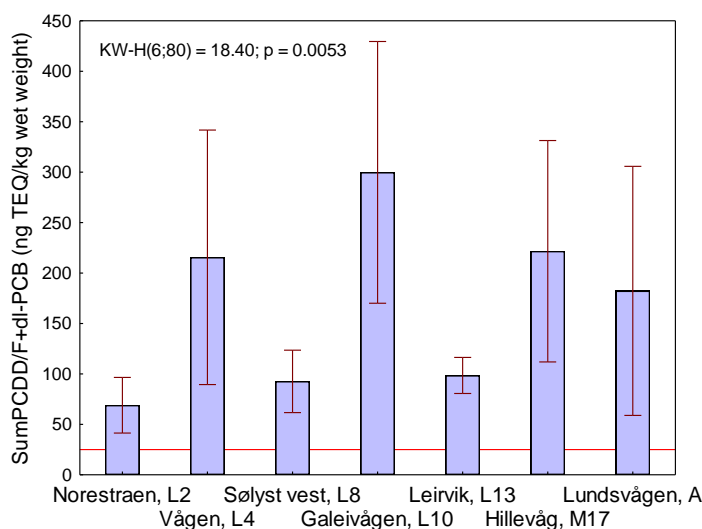


Figure 22. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from seven different positions in the Stavanger area. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra enkeltfisk fra Stavanger-området (fra 16 til 810 ng TE/kg), men med unntak av én fisk fra stasjonen i Hillevåg hadde all fisk fra alle stasjonene et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Det var innholdet av sum dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Stavanger. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren og bidro med 39-77 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 og PCB-156 som bidro med henholdsvis 6-26 % og 4-21 % av totalsummen.

Sammenligning av resultatene i dette prosjektet med resultatene fra undersøkelsen i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2000) viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB ikke var vesentlig forskjellig i dette prosjektet i forhold til tidligere resultater fra de samme stasjonene. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Vågen var noe høyere i 2009 (220 ng TE/kg) enn i 1999/2000 (141 ng TE/kg), mens innholdet av sum mono-orto PCB i torskelever fra Norestraen, Søløyst vest, Galeivågen, Leirvik og Hillevåg var noe lavere i 2009 (27, 37, 120, 39 og 99 ng TE/kg) enn i 1999/2000 (77, 61, 261, 75 og 107 ng TE/kg). Alle verdiene fra 1999/2000 lå imidlertid innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdiene for de tilsvarende stasjonene i 2009, og det er derfor sannsynlig at verdiene ikke er signifikant forskjellige.

Konklusjon Stavanger:

Torsk fra Stavanger-området hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og med unntak av én fisk hadde all enkeltfisk som ble undersøkt fra dette området et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt på alle de syv stasjonene som ble undersøkt, og for tre av stasjonene var gjennomsnittsverdiene høyere enn 200 ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Galeivågen og Hillevåg var signifikant høyere enn i torskelever fra Norestraen, men det ble ikke funnet statistisk signifikante forskjeller i nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever mellom de øvrige stasjonene i undersøkelsen. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra stasjonen i Lundsvågen som lå utenfor grensene for gjeldende kostholdsråd var ikke signifikant forskjellig fra nivået i torskelever fra stasjonene som lå innenfor grensene for kostholdsrådet. Nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de syv stasjonene som ble undersøkt var ikke vesentlig endret i forhold til 1999/2000.

Karmsundet

Nivåer av miljøgifter i Karmsundet ble undersøkt i 1999/2000 i en undersøkelse foretatt av Rogalandforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001). Denne undersøkelsen omfattet analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell, krabbe og torsk. I torsk ble det analysert for kvikksølv i filet og bly, kadmium, HCB, HCH, DDT, PCB₇ og dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Torskelever fra tre stasjoner i Eidsbotn, Vedavågen og ved Storasundskjærene ble analysert for både dioksiner og dioksinlignende PCB, mens torskelever fra seks andre stasjoner ble analysert for PCB₇ og mono-orto-PCB, men ikke for dioksiner, furaner eller non-orto PCB. Resultatene viste at torskelever fra stasjonen i Eidsbotn hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB på 293 ng TE/kg våtvekt, og dette førte til kostholdsråd for torskelever fra Eidsbotn i 2001. Nivået av sum dioksiner og dioksinlignende i torskelever fra Vedavågen og Storasundskjærene var lavere (91 og 119 ng TE/kg våtvekt) og verdiene for sum mono-orto PCB i torskelever fra de seks andre stasjonene i Karmsundet var også såpass lave at dette ikke førte til kostholdsråd i 2001. Ved en ny vurdering av resultatene i 2005 ble det imidlertid innført kostholdsråd for hele Karmsundet og for Vedavågen (Økland, 2005).

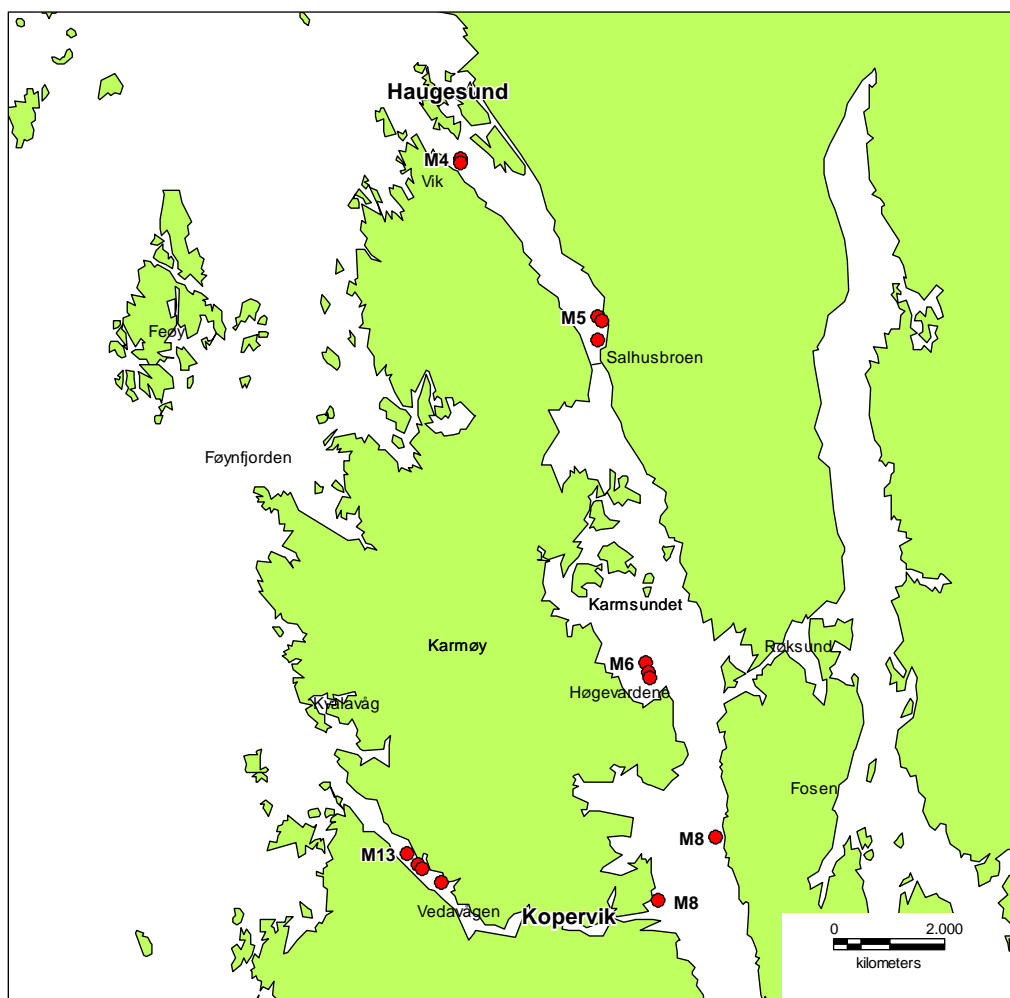


Figure 23. Map showing sampling stations in the area of Karmsundet.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra hver av fem stasjoner ved Vik (M4), Salhusbroen (M5), Høgevardene (M6), Kopervik (M8) og Vedavågen (M13) (se kart i figur 23). Dette er fem av de til sammen ni stasjonene i Karmsundet som ble undersøkt i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2001). Alle fem stasjoner ligger innenfor grensene for kostholdsrådet for Karmsundet.

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra de fem stasjonene er vist i tabell 21. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde, vekt, eller alder for torsk fra Vik, Høgevardene, Salhusbroen eller Kopervik. Torsk fra Vedavågen var imidlertid signifikant mindre og yngre enn fisken fra alle de andre stasjonene, bortsett fra Salhusbroen. Det var ingen signifikante forskjeller i levervekt eller fettinnhold i lever mellom stasjonene (resultater av ANOVA ikke vist).

Table 21. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Karmsundet. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Vik, M4	15 (12)	48 (36–71)	1400 (470-3700)	3.4 (2–7)	39 (3.7-140)	34 (7.2-56)
Salhusbroen, M5	15 (11)	44 (35–58)	990 (460-2400)	2.6 (2–5)	25 (3.6-85)	34 (13-57)
Høgevarde, M6	15 (9)	48 (36-73)	1300 (420-3400)	3.3 (2–6)	29 (3.2-110)	31 (7.6-53)
Kopervik, M8	15 (13)	51 (35-75)	1600 (420-4500)	3.4 (2–6)	33 (3.9-120)	38 (15-49)
Vedavågen, M13	15 (7)	36 (30-42)	500 (260-820)	1.9 (1–2)	9.7 (3.3-23)	41 (29-52)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 22. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Karmsundet. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Vik, M4	15	64 (27-120)	39 (4.0-91)	8.3 (4.1-15)	110 (36-220)
Salhusbroen, M5	14*	32 (17-56)	16 (2.4-27)	4.6 (1.6-8.6)	52 (23-86)
Høgevarde, M6	14*	61 (32-120)	30 (7.8-73)	5.6 (2.4-11)	96 (46-200)
Kopervik, M8	15	63 (8.0-270)	41 (2.6-240)	5.8 (3.4-11)	110 (15-520)
Vedavågen, M13	15	32 (17-52)	23 (7.6-63)	5.1 (3.2-8.4)	60 (30-120)

* One fish from each of these stations were not analysed for dioxins and dioxin-like PCBs in liver because the amount of sample was not sufficient to complete the analysis.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 22. Gjennomsnittskonsentrasjonene av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de fem stasjonene i Karmsundet varierte mellom 52 og 110 ng TE/kg våvekt og var altså betydelig høyere enn 25 ng TE/kg for samtlige stasjoner (se figur 24). Torskelever fra stasjonene ved Salhusbroen og i Vedavågen hadde de laveste gjennomsnittskonsentrasjonene av sum dioksiner og dioksinlignende PCB. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Salhusbroen var signifikant lavere enn i torskelever fra Vik og Høgevardene, mens innholdet i torskelever fra Vedavågen bare var signifikant lavere enn i torskelever fra Vik (figur 24). Det ble ikke funnet andre statistisk signifikante forskjeller mellom stasjonene.

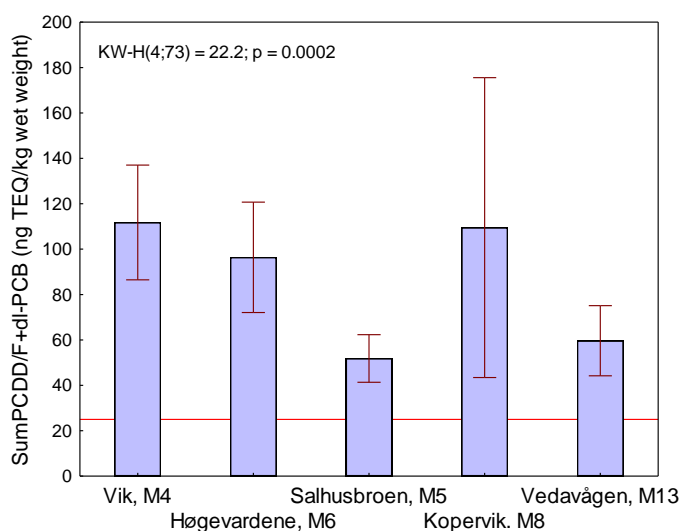


Figure 24. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from seven different positions in Karmsundet. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var stor variasjon i innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra enkeltfisk fra Karmsundet (fra 15 ng TE/kg til 520 ng TE/kg), men all fisk fra Vik, Høgevarde og Vedavågen hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Kun to fisk fra stasjonen ved Salhusbroen og to fisk fra Kopervik hadde en konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som var lavere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Det var en statistisk signifikant positiv sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og størrelse (lengde og vekt) for fisken fra Vik og Høgevardene, men ikke for fisk fra de andre stasjonene (resultater ikke vist). Det var også en signifikant positiv korrelasjon mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og alder for fisken fra Vik. Siden torsk fra Vik var både signifikant større og eldre enn torsk fra Vedavågen (se tabell 22) kan størrelses- og aldersforskjeller være i hvert fall noe av grunnen til at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever er signifikant høyere i fisk fra Vik enn i fisk fra Vedavågen. Men lavere innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Salhusbroen i forhold til innholdet i torskelever fra Vik og Høgevardene kan ikke forklares ved slike faktorer, da det ikke var noen signifikant forskjell i størrelse mellom fisk fra disse stasjonene (tabell 21).

Det var innholdet av dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Karmsundet. PCB-126 var den dominerende PCB-kongenere og bidro med 42-78 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og

dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 og PCB-156 som bidro med henholdsvis 4-21 % og 4-22 % av totalsummen.

Sammenligning av resultatene i dette prosjektet med resultatene fra undersøkelsen i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2000) viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB for de fleste stasjonene ikke var vesentlig forskjellig i dette prosjektet i forhold til tidligere resultater fra de samme stasjonene. Innholdet av sum mono-orto PCB for Vik, Høgevardene og Kopervik fra 1999/2000 lå innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdiene for de tilsvarende stasjonene i 2009, og det er derfor sannsynlig at resultatene fra 1999/2000 ikke er signifikant forskjellige fra verdiene i 2009 for disse stasjonene. Innholdet av sum mono-orto PCB i torskelever fra Salhusbroen var noe lavere i 2009 (16 ng TE/kg) enn i 1999/2000 (23 ng TE/kg), men den største forskjellen ble funnet for torsk fra Vedavågen. På denne stasjonen var innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever klart lavere i 2009 (60 ng TE/kg) enn i 1999/2000 (91 ng TE/kg). Verdien fra 1999/2000 for denne stasjonen lå klart utenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor sannsynlig at disse verdiene er signifikant forskjellige.

Konklusjon Karmsundet:

Torsk fra Karmsundet hadde et høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og med unntak av fire fisk (5 %) hadde alle enkeltfisker som ble undersøkt fra dette området et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt på alle de fem stasjonene som ble undersøkt. Nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra fire av stasjonene som ble undersøkt var ikke vesentlig endret i forhold til nivået i 1999/2000, men nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i Vedavågen var lavere i 2009 enn i 1999/2000.

Svolvær

Miljøgifter i Svolvær havneområde ble undersøkt i 2001 av Det norske veritas (DNV) på vegne av Fylkesmannen i Nordland (Bjørnbom et al., 2003). I denne undersøkelsen ble det gjennomført analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, oskjell og torsk. Det ble analysert én prøve av torsk fra Svolvær havn for metaller i lever og filet og for PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Resultatene viste at nivåene både av PCB₇ og dioksiner og non-orto PCB i torskelever fra Svolvær havn var lave. Konsentrasjonen av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) og sum non-orto PCB var henholdsvis 2,0 ng TE/kg våtvekt og 19,8 ng TE/kg våtvekt. Det er ikke innført noe kostholdsråd for Svolvær-området.

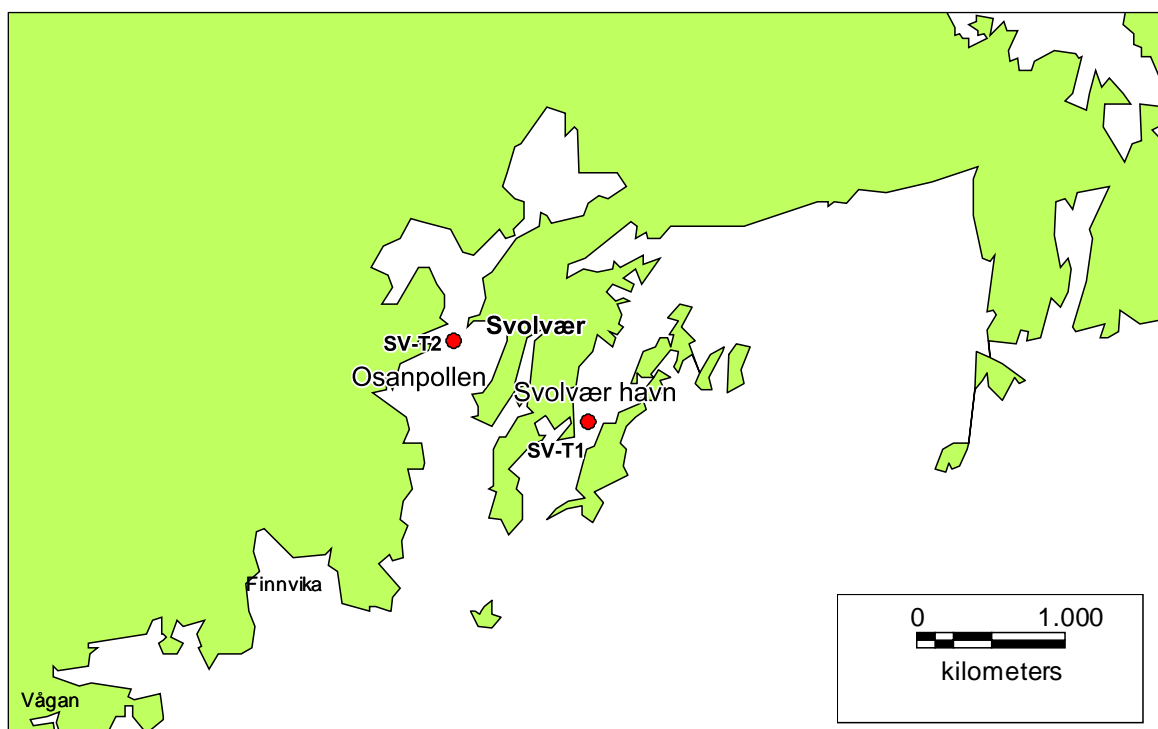


Figure 25. Map showing sampling stations in the area of Svolvær.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra Svolvær havn (SV-T1) og 15 torsk fra Osanpollen (SV-T2) (se kart i figur 25).

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever for fisk fra de to stasjonene er vist i tabell 23. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde eller vekt for torsk fanget på de to stasjonene, men gjennomsnittlig levervekt og fettinnhold i lever var signifikant høyere i fisk fra Osanpollen enn i fisk fra Svolvær havn (resultater av ANOVA ikke vist).

Table 23. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Svolvev. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Svolvev havn, SV-T1	15	61 (51–77)	2400 (1300-4500)		96 (21-300)	51 (25-68)
Osanpollen, SV-T2	15	63 (47-77)	3300 (1200-5900)		230 (25-490)	61 (31-74)

Table 24. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Svolvev. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Svolvev havn, SV-T1	15	41 (3.9-120)	23 (1.2-85)	2.9 (1.3-6.4)	67 (6.4-200)
Osanpollen, SV-T2	15	15 (4.9-49)	8.0 (1.6-37)	2.1 (1.1-6.2)	25 (7.7-78)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 24. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i Svolvev havn på 67 ng TE/kg var klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. På denne stasjonen hadde lever fra 11 av 15 torsk (73 %) et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over 25 ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksiner og furaner (2,9 ng TE/kg) og sum non-orto PCB (41 ng TE/kg) i torskelever fra Svolvev havn var høyere i denne undersøkelsen enn de tilsvarende verdiene (henholdsvis 2,0 ng TE/kg og 19,8 ng TE/kg) som ble funnet i den tidligere undersøkelsen fra 2001 (Bjørnbom et al., 2003). I Osanpollen var situasjonen bedre, og gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB var signifikant lavere i torskelever fra Osanpollen enn i torskelever fra Svolvev havn (figur 26). Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Osanpollen var lik (men ikke over) 25 ng TE/kg, og bare fire av 15 torsk (27 %) på denne stasjonen hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over 25 ng TE/kg våtvekt.

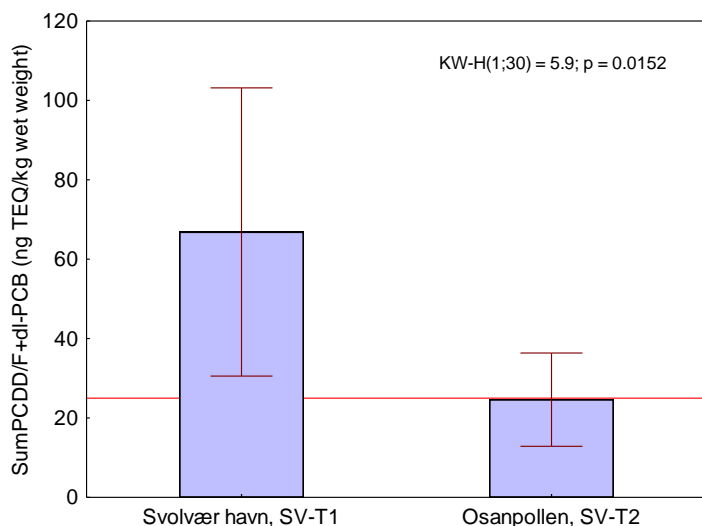


Figure 26. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from two different positions in Svolvær. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Selv om levervekt og fettinnhold i lever var signifikant høyere i torsk fra Osanpollen enn fra Svolvær havn (se tabell 24) kan dette ikke forklare forskjellen i innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de to stasjonene. Dette fordi det ikke ble funnet noen statistisk signifikant korrelasjon mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra dette området (resultater ikke vist).

Det var innholdet av sum dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av torsk fra Svolvær-området. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren, og denne bidro med 43-78 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB fulgt av PCB-118 som bidro med 7-25 % av totalsummen. Også i DNV-undersøkelsen fra 2001 ble det funnet at PCB-126 var en dominerende PCB-kongener i torskelever fra Svolvær havn, men i denne tidligere undersøkelsen ble det funnet at PCB-77 bidro like mye som PCB-126 til summen av dioksiner og dioksinlignende PCB. Dette ble ikke bekreftet i undersøkelsen som er beskrevet i denne rapporten der PCB-77 utgjorde mindre enn 0,1 % av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB.

Konklusjon Svolvær:

En stor andel av torsken fra den ene av de to stasjonene i Svolvær-området, Svolvær havn, hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og gjennomsnittskonsentrasjonen for denne stasjonen lå klart over 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var signifikant høyere i torskelever fra Svolvær havn enn i torskelever fra Osanpollen der gjennomsnittskonsentrasjonen var lik 25 ng TE/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksiner og furaner og sum non-orto PCB i torskelever fra Svolvær havn var høyere i denne undersøkelsen enn de tilsvarende verdiene som ble funnet i en tidligere undersøkelse fra 2001.

Narvik

Miljøgifter i Narvik havneområde ble undersøkt i 2001 av Det norske veritas (DNV) på vegne av Fylkesmannen i Nordland (Bjørnbom et al., 2003). I denne undersøkelsen ble det gjennomført analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, oskjell og torsk. Det ble analysert én prøve av torsk fra Narvik havn for metaller i lever og filet og for PCB₇ i lever. Resultatene viste at prøven av torskelever hadde et svært høyt innhold av PCB₇ (6600 µg/kg) (Bjørnbom et al., 2003), og på grunnlag av dette ble det i 2003 innført kostholdsråd for fiskelever i Narvik havn og i hele Beisfjorden som strekker seg østover fra Narvik sentrum. Rådet ble i 2005 utvidet til også å omfatte skjell (Økland, 2005). I rapporten om Kostholdsråd i norske havner og fjorder fra 2005 (Økland, 2005) er det konkludert at kostholdsrådet for fiskelever i Narvik er gitt på et tynt faglig grunnlag, siden det kun ble undersøkt én prøve fra Narvik havn og denne prøven ble ikke undersøkt for innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB. Rapporten anbefaler at torskelever fra Narvik havn og det omliggende området blir undersøkt for dioksiner og dioksinlignende PCB.

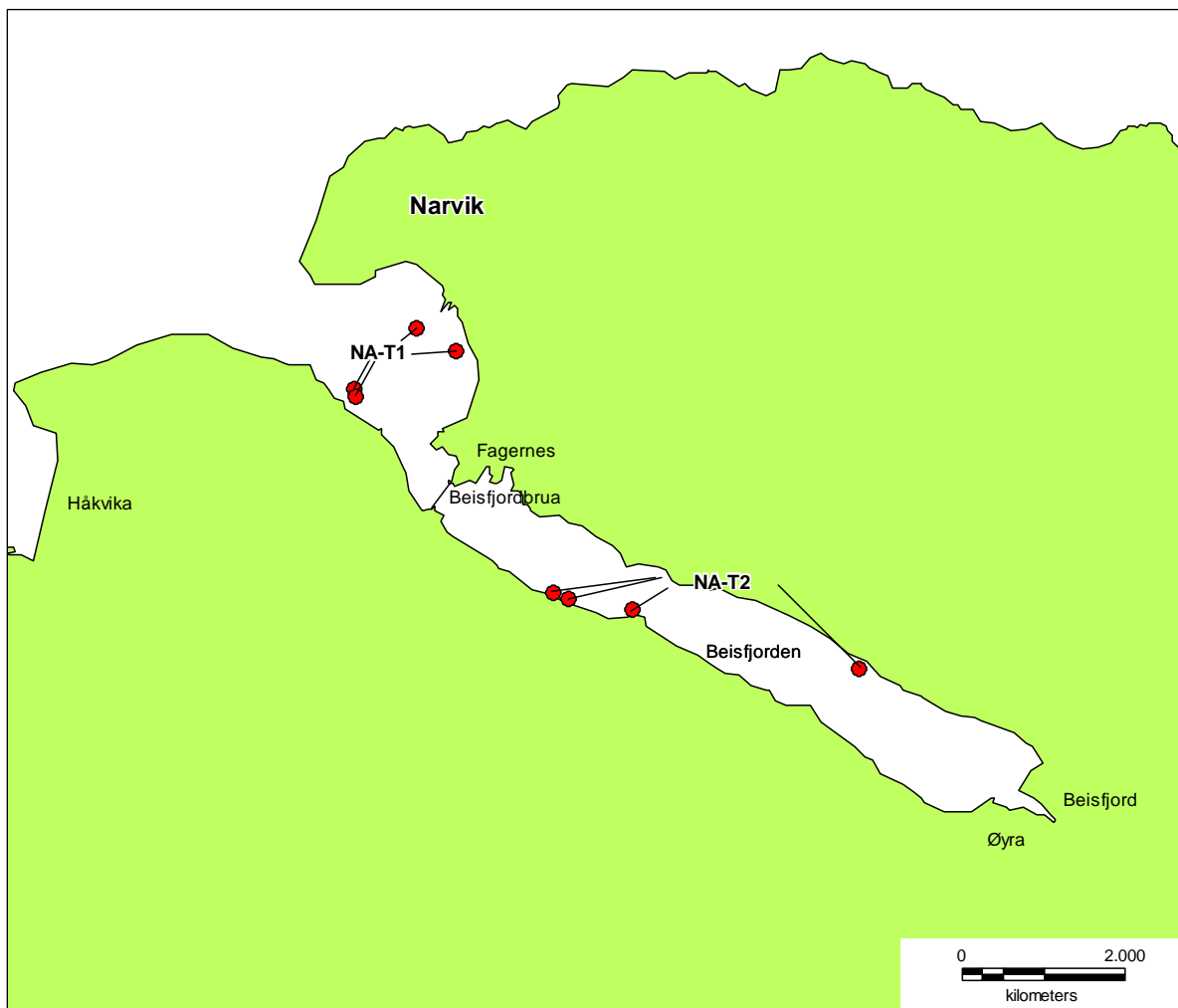


Figure 27. Map showing sampling stations in the area of Narvik.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 13 torsk fra Narvik havn (NA-T1) og 15 torsk fra Beisfjorden (NA-T2) (se kart i figur 27).

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra disse to stasjonene er vist i tabell 25. Torsk fanget i Narvik havn var i gjennomsnitt både større og eldre og hadde høyere levervekt enn torsk fanget i Beisfjorden, og disse forskjellene ble funnet å være statistisk signifikante (resultater ikke vist).

Table 25. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Narvik. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Narvik havn, NA-T1	13 (12)	69 (37–95)	3600 (490-7300)	7.0 (3-12)	44 (3.1-88)	12 (3.5-34)
Beisfjorden, NA-T2	15 (7)	42 (28-57)	880 (200-1900)	3.7 (2-6)	13 (0.80-40)	20 (5.7-40)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 26. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Narvik. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Narvik havn, NA-T1	13	220 (8.1-1900)	550 (2.3-5900)	2.8 (0.55-12)	770 (11-7800)
	12*	80 (8.1-170)	110 (2.3-310)	2.0 (0.55-5.7)	190 (11-460)
Beisfjorden, NA-T2	15	19 (2.8-41)	14 (0.80-35)	1.4 (0.35-2.6)	35 (4.6-77)

*Numbers in blue show the results for Narvik havn after excluding one fish with extremely high levels of dioxins and dioxin-like PCBs.

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 26. Svært mange prøver både i Narvik havn og i Beisfjorden hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB. Tolv av 13 torsk (92 %) fra Narvik havn og 9 av 15 torsk (60 %) fra Beisfjorden hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var høyere enn 25 ng TE/kg for fisk fra begge stasjonene som ble prøvetatt i Narvik-området, men gjennomsnittskonsentrasjonen var svært mye høyere for fisk fanget i Narvik havn (770 ng TE/kg våtvekt) enn i Beisfjorden (35 ng TE/kg våtvekt). Blant prøvene fra Narvik havn var det imidlertid én prøve som skilte seg ut med et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB på hele 7800 ng TE/kg våtvekt. Dersom denne ene prøven ble ekskludert fra beregningene ble gjennomsnittskonsentrasjonen for Narvik havn mye lavere (190 ng TE/kg våtvekt), men den var fremdeles signifikant høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen for torskelever fra Beisfjorden (se figur 28).

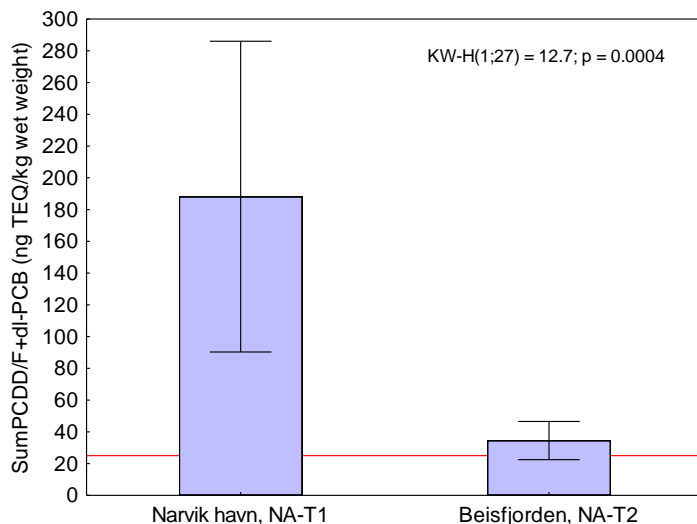


Figure 28. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from two different positions in Narvik. One outlier fish in Narvik havn with a concentration of 7800 ng TEQ/kg w.w. was excluded from the calculations. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

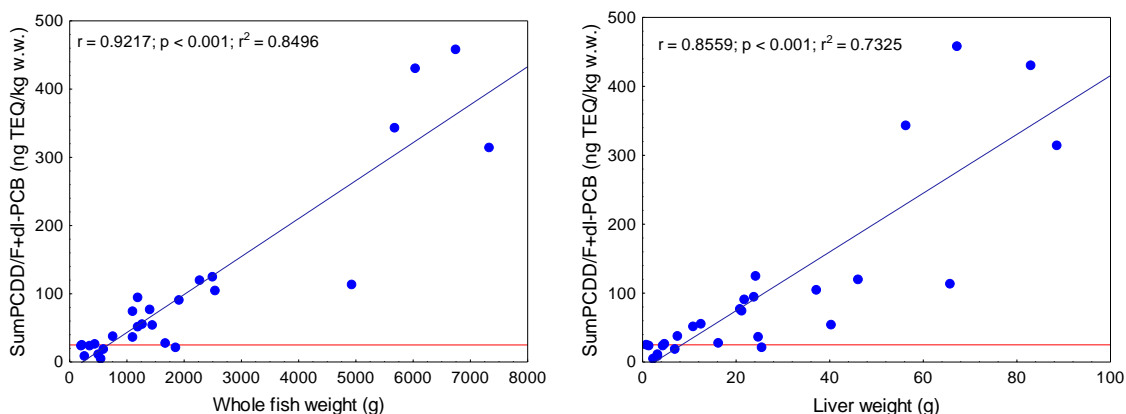


Figure 29. Correlation between concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) and whole fish weight (left) and liver weight (right) for cod from Narvik. One outlier fish with a concentration of 7800 ng TEQ/kg w.w. was excluded from the calculations. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Spredningsplot for alle prøver fra Narvik-området (unntatt prøven med høyest konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB), viste at konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver fra dette området var svært godt korrelert med både hel vekt og levervekt (se figur 29). Det var også svært god korrelasjon med fiskens lengde og alder, men ingen korrelasjon mellom konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB og leverens fettinnhold (resultater ikke vist).

Siden fisken fra Narvik havn var både større, eldre og hadde høyere levervekt enn fisken fra Beisfjorden, er det mulig at forskjellene i gjennomsnittskonsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelerver mellom de to stasjonene kun skyldes forskjeller i fiskens størrelse. For å kunne konkludere om torsk fra Beisfjorden generelt (uavhengig av størrelse) har lavere innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever enn torsk fra Narvik havn

vil det være nødvendig å analysere større og eldre fisk fra Beisfjorden. Den ene fisken fra Narvik havn som hadde et eksepsjonelt høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB (7800 ng TE/kg) var ikke spesielt stor eller gammel (70 cm, 3500 g, 7 år, levervekt 42 g), så for denne fisken kan det høye innholdet ikke forklares ved slike faktorer.

Det var innholdet av sum dioksinlignende PCB som var høyt i prøvene fra Narvik-området, ikke innholdet av dioksiner og furaner. For de to prøvene som hadde høyest konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var det PCB-118 som var den dominerende PCB-kongeneren, tett fulgt av PCB-126 og PCB-156. For resten av prøvene fra Narvik-området var det PCB-126 som dominerte, fulgt av PCB-118 og PCB-156. Også i DNV-undersøkelsen fra 2001 ble det funnet at torskelever fra Narvik havn hadde et høyt innhold av PCB 118. PCB 118 er en av PCB kongenerne som inngår i PCB₇ og dette var den eneste dioksinlignende PCB-kongeneren som ble målt i undersøkelsen fra 2001.

Konklusjon Narvik:

En stor andel av torskene fra Narvik havn og fra Beisfjorden hadde et høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Totalt 92 % og 60 % av fisken fra henholdsvis Narvik havn og Beisfjorden hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB som var høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Narvik havn var nesten åtte ganger så høy som denne verdien. Gjennomsnittskonsentrasjonen i torskelever fra Beisfjorden var mye lavere, men likevel høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Narvik-området økte med økende lengde, vekt og alder på fisken og med økende levervekt. Siden torskene fra Narvik havn var både større og eldre enn fisken fra Beisfjorden, er det mulig at forskjellene i gjennomsnittskonsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever mellom de to stasjonene kun skyldes forskjeller i fiskens størrelse.

Hammerfest

En kartlegging av miljøgifter i Hammerfest-området ble gjennomført i 1997/98 i en undersøkelse foretatt av Akvaplan-niva i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Jørgensen et al., 2000). I denne undersøkelsen ble det gjennomført analyser av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell og torsk. I torsk ble det analysert for PAH i galle, metaller i lever og filet og PCB₇, enkelte pesticider og dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Resultatene viste at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra Hammerfest havn var på 132 ng TE/kg våtvekt, mens innholdet av sum dioksinlignende PCB ved Fuglenes nordvest for indre havn og ved Rypeklubben sørvest for indre havn var på henholdsvis 52 og 40 ng TE/kg (dioksiner og furaner ble ikke bestemt for disse stasjonene). Kostholdsrådet for Hammerfest gjelder i dag bare skjell og skyldes høye konsentrasjoner av PAH (Økland, 2005). Det er nå gått mer enn 10 år siden innholdet av miljøgifter i sjømat ble undersøkt i Hammerfest, og det er derfor av interesse å undersøke innholdet av miljøgifter i sjømat på nytt.

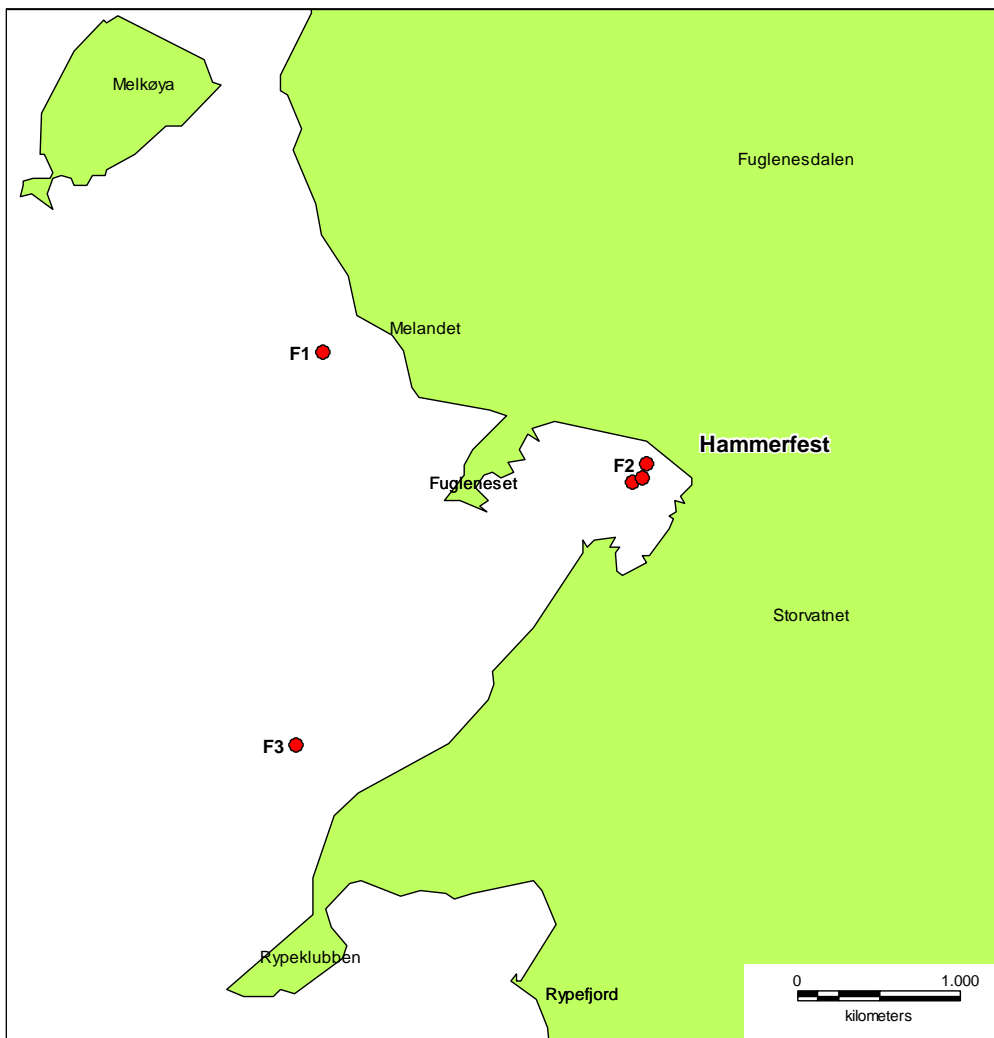


Figure 30. Map showing sampling stations in the area of Narvik.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra en stasjon ved Fuglenes (F1), 10 torsk fra Hammerfest indre havn (F2) og 15 torsk fra en stasjon ved Rypeklubben (F3), det vil si de samme tre stasjonene som ble undersøkt i undersøkelsen fra 1997/98 (se kart i figur 30).

Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra disse tre stasjonene er vist i tabell 27. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde, vekt, alder eller levervekt for torsk fra de tre ulike stasjonene, men fettinnhold i lever var signifikant lavere i fisk fra Hammerfest indre havn enn i fisk fra Fuglenes (resultater ikke vist).

Table 27. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Hammerfest. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Fuglenes, F1	15	54 (36–75)	1700 (390-3500)	4.9 (3-8)	42 (5.5-180)	35 (8.0-49)
Hammerfest havn, F2	10	54 (35–69)	1700 (430-3300)	6.0 (3-8)	38 (9.0-120)	20 (4.2-40)
Rypeklubben, F3	15	51 (37-71)	1500 (560-3400)	4.8 (3-7)	38 (7.9-130)	31 (5.8-55)

Table 28. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Hammerfest. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Fuglenes, F1	15	13 (6.6-31)	4.9 (1.8-12)	2.5 (0.86-4.5)	21 (9.4-43)
Hammerfest havn, F2	10	38 (5.6-82)	48 (1.7-120)	2.7 (0.72-4.7)	89 (9.2-200)
Rypeklubben, F3	15	13 (4.0-36)	8.8 (0.77-80)	2.6 (0.88-4.4)	25 (6.4-120)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 28. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var signifikant høyere i torskelever fra Hammerfest indre havn enn i torskelever både fra Fuglenes og Rypeklubben, men det var ingen signifikant forskjell i konsentrasjon mellom torskelever fra Fuglenes og fra Rypeklubben (se figur 31). Gjennomsnittskonsentrasjonen for Hammerfest havn på 89 ng TE/kg var klart høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt, og på denne stasjonen hadde lever fra ni av 10 torsk (90 %) et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over denne verdien. På stasjonene ved Fuglenes og Rypeklubben var situasjonen mye bedre, gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var ikke høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt for noen av stasjonene. Kun fire av 15 torsk (27 %) på hver av disse stasjonene hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over 25 ng TE/kg våtvekt.

Høyere innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra indre havn kan ikke forklares ved forskjeller i lengde, vekt, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra de ulike stasjonene, da det ikke ble funnet noen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og disse faktorene (resultater ikke vist).

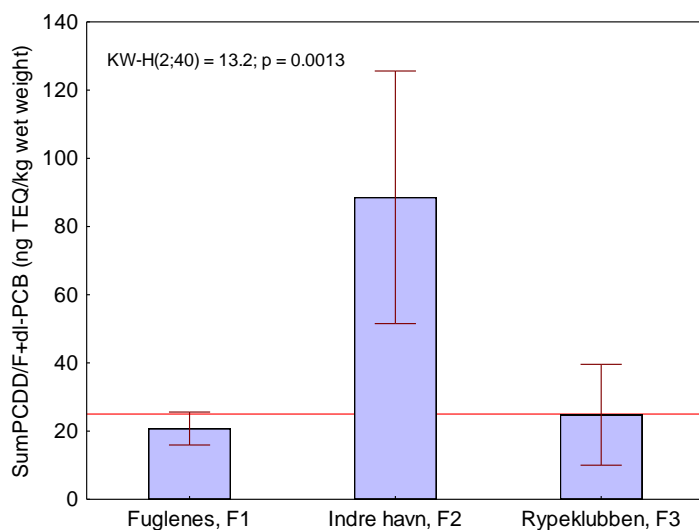


Figure 31. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from three different positions in Hammerfest. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Det var innholdet av sum dioksinlignende PCB som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra torsk fra Hammerfest-området. PCB-126 var den dominerende PCB-kongenere og bidro med 30-70 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB, fulgt av PCB-118 (5-27 % av totalsummen) og PCB-156 (3-28 % av totalsummen).

Sammenligning med tidligere resultater fra undersøkelsen i 1997/98 viser at nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever fra Hammerfest indre havn var lavere nå (89 ng TE/kg våtvekt) enn ved den tidligere undersøkelsen (132 ng TE/kg våtvekt). Likeledes er innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Fuglenes og Rypeklubben lavere nå (18 og 22 ng TE/kg våtvekt) enn tidligere (52 og 40 ng TE/kg våtvekt). Undersøkelsen fra 1997/98 analyserte et mindre utvalg av dioksinlignende PCB kongenere, men forskjellen i antall analyserte PCB-kongenere har trolig liten betydning for sammenligningen av resultatene siden summen av de seks PCB kongenere som ble analysert i begge undersøkelsene utgjorde mer enn 92 % (92-98 %) til total sum av dioksinlignende PCB i denne undersøkelsen. I undersøkelsen fra 1997/98 ble det vist at bidraget fra sum mono-orto PCB var høyere enn bidraget fra sum non-orto PCB for alle prøvene fra Hammerfest. Dette stemmer nå bare for Hammerfest indre havn (se tabell 29). For prøvene fra Fuglenes og Rypeklubben kan det se ut som om det har skjedd en endring i PCB-profilen siden siste undersøkelse da resultatene nå viser at bidraget fra sum non-orto PCB er høyere enn bidraget fra sum mono-orto PCB på disse to stasjonene.

Konklusjon Hammerfest:

En stor andel av torsken fra Hammerfest indre havn hadde et høyt innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever, og gjennomsnittskonsentrasjonen for stasjonen i indre havn var betydelig høyere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var signifikant høyere i torskelever fra Hammerfest indre

havn enn i torskelever fra Fugleneset og Rypeklubben, og gjennomsnittskonsentrasjonen på de to sistnevnte stasjonene oversteg ikke 25 ng TE/kg våtvekt. Forskjellen i innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av torsk fra de tre stasjonene kan ikke forklares ved forskjeller i fiskens størrelse, alder, levervekt eller fettinnhold i lever. Både innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra indre havn og innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra Fugleneset og Rypeklubben var lavere i denne undersøkelsen enn i 1997/98.

Honningsvåg

En kartlegging av miljøgifter i Honningsvåg havneområde ble gjennomført i 1997/98 i en undersøkelse foretatt av Akvaplan-niva i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Jørgensen et al., 2000). I denne undersøkelsen ble det gjennomført analyser for metaller og organiske miljøgifter i sedimenter, blåskjell og torsk. I torsk ble det analysert for PAH i galle, metaller i lever og filet og PCB₇, enkelte pesticider og dioksiner og dioksinlignende PCB i lever. Rapporten oppgir at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB var høyest i torskelever fra Honningsvåg indre havn (52,1 ng TE/kg våtvekt). I ytre havn ble det rapportert et innhold av sum dioksinlignende PCB på 12,7 ng TE/kg våtvekt (dioksiner og furaner ble ikke bestemt for denne stasjonen). Kostholdsrådet for Honningsvåg gjelder i dag bare skjell og skyldes høye konsentrasjoner av PAH (Økland, 2005). Det er nå gått mer enn 10 år siden innholdet av miljøgifter i sjømat ble undersøkt i Honningsvåg, og det er derfor av interesse å undersøke innholdet av miljøgifter i sjømat på nytt.

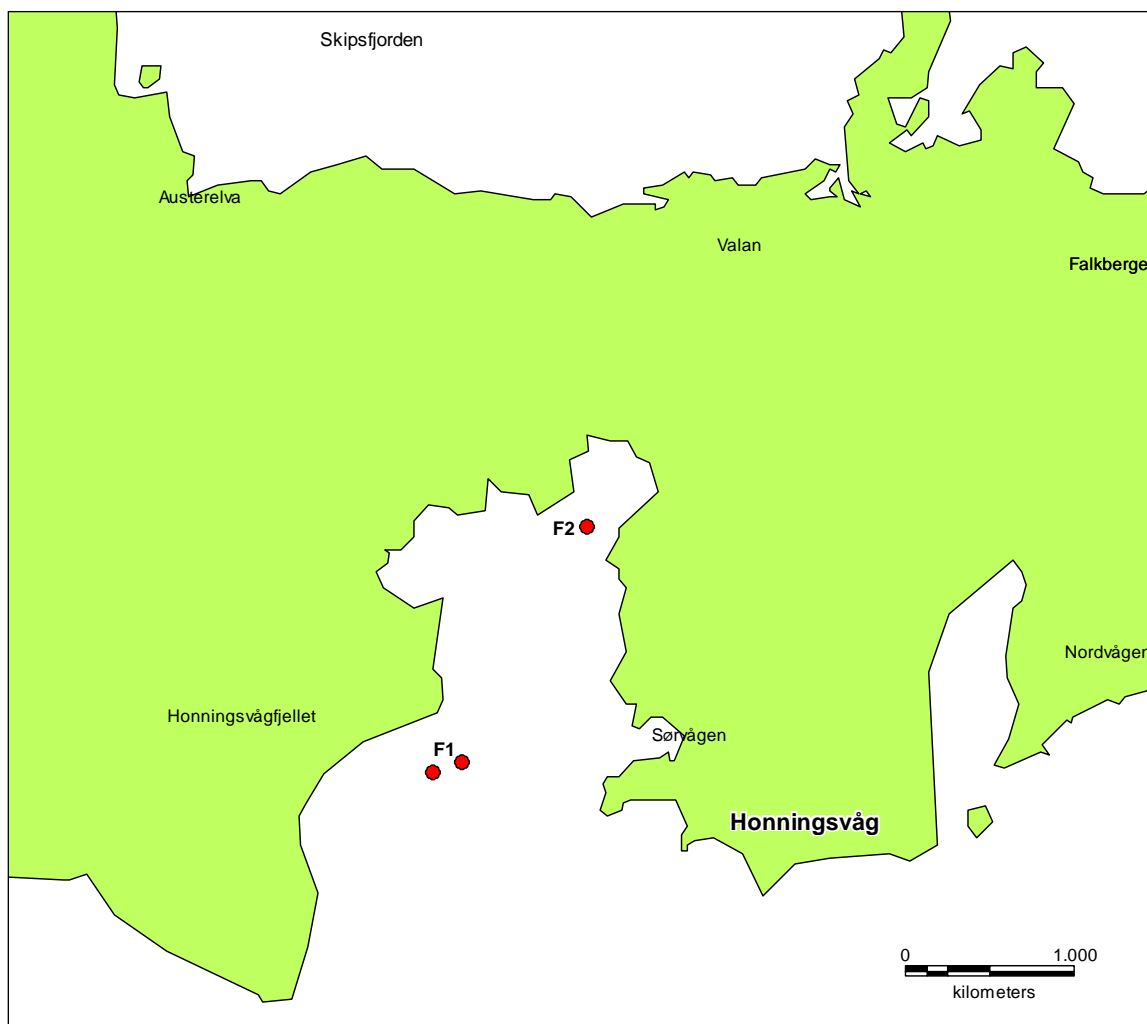


Figure 32. Map showing sampling stations in the area of Honningsvåg.

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra 15 torsk fra ytre havn (F1) og 15 torsk fra indre havn (F2) i Honningsvåg (se kart i figur 32). Lengde, vekt, alder, levervekt og fettinnhold i lever av fisk fra disse to stasjonene er vist i tabell 29. Resultatene viser at torsk fanget i ytre havn i gjennomsnitt var både større og eldre og hadde høyere levervekt enn torsk fanget i indre havn, og disse forskjellene var statistisk signifikante (resultater ikke vist). Det var ingen signifikant forskjell mellom fettinnhold i lever for torsk fra de to stasjonene.

Table 29. Length, weight, age, liver weight and liver fat content of cod caught in the area Honningsvåg. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Ytre havn, F1	15 (15)	46 (37–56)	1100 (440-1900)	4.3 (3-7)	43 (15-86)	35 (28-46)
Indre havn, F2	15 (12)	37 (26-51)	600 (220-1500)	3.1 (2-5)	19 (4.7-53)	34 (7.7-59)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table 30. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod caught in the area Honningsvåg. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Ytre havn, F1	15	8.8 (4.2-16)	2.5 (1.2-4.8)	3.4 (1.8-12)	15 (7.4-25)
Indre havn, F2	15	7.1 (3.7-15)	2.6 (1.2-7.4)	1.9 (0.91-2.8)	12 (6.5-25)

Innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskeleverprøvene er oppsummert i tabell 30. Det var innholdet av sum dioksinlignende PCB, særlig sum non-orto PCB, som dominerte i summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra torsk fra Honningsvåg. PCB-126 var den dominerende PCB-kongeneren og utgjorde mellom 36 og 72 % av den totale konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i enkeltfisk, fulgt av PCB-118 som bidro med 5-16 % av totalsummen.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i indre og ytre havn i Honningsvåg var henholdsvis 12 og 15 ng TE/kg våtvekt, det vil si klart lavere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Det var ingen statistisk signifikant forskjell på innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra indre og ytre havn (figur 33). Ingen fisk fra disse to stasjonene hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever høyere enn 25 ng TE/kg.

Det var ingen statistisk signifikant sammenheng mellom sum dioksiner og dioksinlignende PCB og lengde, vekt, alder, levervekt eller fettinnhold i lever for torsk fra Honningsvåg (resultater ikke vist). Forskjellene som ble funnet i gjennomsnittlig størrelse, alder og

levervekt mellom fisk fra indre og ytre havn har derfor ingen betydning for det gjennomsnittlige innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra de to stasjonene.

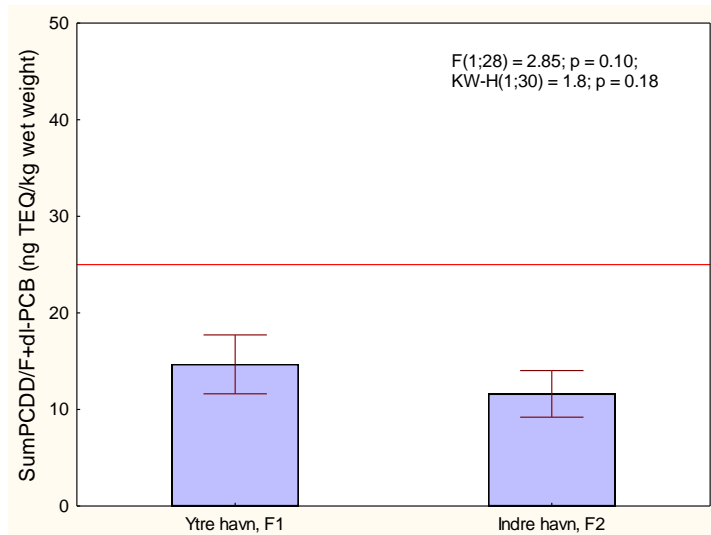


Figure 33. Concentration of sum dioxins and dioxin-like PCBs (sum PCDD/F+dl-PCB) (ng TEQ/kg wet weight) in liver of cod from two different positions in Honningsvåg. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the EU's upper limit for sum PCDD/F+dl-PCB in fish liver of 25 ng TEQ/kg wet weight.

Ved sammenligning med resultater fra undersøkelsen i 1997/98 kan det se ut som om nivået av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever fra indre havn er lavere nå enn i den tidligere undersøkelsen, mens nivået av sum dioksinlignende PCB i fiskelever fra ytre havn er tilnærmet uendret. Denne sammenligningen er imidlertid usikker, da resultatene i rapporten fra 1997/98 undersøkelsen ikke er entydige. Rapporten oppgir at innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra indre havn var 52,1 ng TE/kg våtvekt mens innholdet av sum dioksinlignende PCB i ytre havn var 12,7 ng TE/kg våtvekt (dioksiner og furaner ble ikke bestemt i ytre havn). Dersom man summerer verdiene for sum non-orto PCB, sum mono-orto PCB og sum dioksiner/furaner (PCDD/F) som er oppgitt i samme tabell i rapporten får man imidlertid høyere verdier (75 ng TE/kg for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i indre havn og 37 ng TE/kg for sum dioksinlignende PCB i ytre havn). Dersom disse høyere verdiene legges til grunn kan de se ut som om innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB har gått ned både i indre og ytre havn i perioden som er gått siden forrige undersøkelse.

Konklusjon Honningsvåg:

Gjennomsnittskonsentrasjonen for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever i indre havn og i ytre havn i Honningsvåg var lavere enn 25 ng TE/kg våtvekt. Ingen enkeltfisk fra disse stasjonene hadde et innhold av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i lever over denne verdien. Det var ingen signifikant forskjell mellom de to stasjonene. Det kan se ut som om innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra indre havn er lavere nå enn i 1997/98, mens innholdet av sum dioksinlignende PCB i torskelever fra ytre havn enten er uendret eller redusert i forhold til den tidligere undersøkelsen.

Referanser

- Bjørnbom, E., Nissen-Lie, T.R., Østbøll, H., Laugesen, J. og Jensen, T. (2003) Miljøgifter i havneområder i Nordland. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 876/03, Det Norske Veritas, 126 s.
- Gjerstad, K. O., Aas, E. og Frydenlund, J. (2001) Miljøgifter i fisk, skalldyr og sediment i havneområder og fjorder i Rogaland 1999-2000. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 839/01, Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland og Rogalandsforskning, 67 s.
- Julshamn, K. og Frantzen, S. (2009). Årsrapport 2008. Miljøgifter i fisk og fiskevarer, en rapport om dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og tungmetaller i oljer, makrell, ål og Svolværpostei. NIFES, 26 s.
- Jørgensen, E., Velvin, R. og Killie, B. (2000) Miljøgifter i marine sediment og organismer i havneområdene ved Harstad, Hammerfest og Honningsvåg 1997-1998. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 786/00, Akvaplan-niva, 123 s.
- Knutzen, J. og Hylland, K. (1998) Miljøovervåking i Sandefjordsfjorden og Indre Mefjorden 1997-1998. Delrapport 3. Miljøgifter og effekter i fisk og skalldyr. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 745/98, NIVA, 76 s.
- Næs, K., Knutzen, J., Håvardstun, J., Kroglund, T., Lie, M.C., Knutsen, J.A. og Wiborg, M.L. (2000) Miljøgiftundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 799/00, NIVA, 139 s.
- Næs, K., Knutzen, J., Håvardstun, J., Oug, E., Moy, F., Lie, M.C., Knutsen, J.A. og Wiborg, M.L. (2002) Miljøgiftundersøkelse i havner i Telemark, Vestfold, Akershus og Østfold 1999. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr. 849/02, NIVA, 109 s.
- Sunnanå, K., Fossheim, M. og Olseng, C.D. (red.) 2010. Forvaltningsplan Barentshavet – rapport fra overvåkingsgruppen 2010. Fisken og havet, særnr. 1b–2010.
- Økland T.E. (2005). Kostholdsråd i norske havner og fjorder, Mattilsynet, VKM, SFT, Bergfald & Co., 268 s.

Appendix

Table A1. Number of fish sampled at each location, date(s) of catchment, position coordinates and fishing gears for cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009.

Fjord/ Harbour	Location	No of fish	Date	Position coordinates	Fishing gear
Honningsvåg	Ytre havn, F1	15	09.02.09 og 18.04.09	70°58.750'–25°56.372' 70°58.72'–25°56.09'	Garn, Jukse
Honningsvåg,	Indre havn, F2	15	20.04.09	70°59.51'– 25°57.61'	Jukse
Hammerfest,	Fuglenes, F1	15	27.01.-16.02.09 30.04.09	70°40.519'–23°28.063'	Garn, Jukse
Hammerfest	Indre havn, F2	10	02.-07.05.09 og 06.06.09	70°40.149'– 23°41.286' 70°40.100'– 23°41.252' 70°40.086'– 23°41.144'	Garn
Hammerfest	Rypeklubben, F3	15	27.01.–15.02.09 01.05.09	70°39.222'–23°37.802'	Garn, Jukse
Narvik	Beisfjorden, NA- T2	15	18.-21.05.09	68°23,725' – 17°28,637' 68°23,337'–17°32,655' 68°23,838' – 17°27,249' 68°23,795'–17°27,514'	Jukse
Narvik	Narvik havn, NA- T1	13	19.-21.05.09	68°25,547' – 17°24,836' 68°25,406' – 17°25,528' 68°25,152' – 17°23,738' 68°25,107'–17°23,764'	Garn, Jukse
Svolvær	Svolvær havn, SV- T1	15	10.12.08 og 30.03.09	68°13,813' – 14°34,152' 68°13.803'–14°34.192'	Garn
Svolvær	Osanpollen, SV-T2	15	12.12.08	68 14,106' – 14 32,835'	Garn
Karmsundet	Vik, M4	15	14.05.09	58°24.52'–05°15.14' 59°24.47'– 05°15.15'	Trollgarn
Karmsundet	Salhusbroen, M5	15	14.-15.05.09	59°22.97'– 05°17.78' 58°22.93'– 05°17.85' 59°22.75'– 05°17.77'	Fisketeine, ruser
Karmsundet	Høgevarde, M6	15	13.05.09	59°19.59'– 05°18.69' 59°19.50'– 05°18.76' 59°19.44'– 05°18.78'	Fisketeine, ruser
Karmsundet	Kopervik, M8	15	12.-13.05.09	59°17.89'– 05°20.05' 59°17.27'– 05°18.92'	Garn, fiske- teine, ruser
Karmsundet	Vedavågen, M13	15	18.-25.05.09	59°17.72'–05°14.12' 59°17.62'–05°14.33' 59°17.58'– 05°14.41' 59°17.44'– 05°14.77'	Ruser
Stavanger	Norestraen, L2	10	04.05.09	58°59.50'– 05°41.84' 58°59.46'–05°41.97'	Ruser
Stavanger	Vågen, L4	10	21.-22.04.09	58°58.45'–05°43.57' 58°58.31'– 05°43.76' 58°58.35'–05°43.70'	Trollgarn, fisketeiner
Stavanger	Sølyst vest, L8	11	23.-27.04.09	58°58.62'– 05°44.26'	Trollgarn, torskeruser
Stavanger	Galeivågen, L10	10	28.-29.04.09	58°59.30'–05°44.45'	Trollgarn, ruser
Stavanger	Leirvik, L13	13	04.-11-05.09	58°58.11'– 05°45.78' 58°58.05'– 05°45.87'	Ruser
Stavanger	Hillevåg, M17	15	04.-11-05.09	58°57.13'–05°44.95' 58°57.01'– 05°44.85' 58°57.09'– 05°45.16'	Ruser

Fjord/ Harbour	Location	No of fish	Date	Position coordinates	Fishing gear
Stavanger	Lundsvågen	11	29.04.09	58°59.99'–05°45.21' 59°00.06'–05°45.32' 59°00.01'–05°44.96' 58°59.86'–05°45.07'	Trollgarn, ruser
Sandnes	Jåttåvågen, L16	12	07.-11.05.09	58°54.97'–05°44.72' 58°54.98'–05°44.69'	Ruser
Sandnes	Dale, L17	8	05.-06.05.09	58°53.85'–05°46.43' 58°53.98'–05°46.44'	Trollgarn
Sandnes	Lurahammeren, M19	14	05.-07.05.09	58°52.33'–05°44.65' 58°52.39'–05°44.61'	Ruser
Sandnes	Sandnes havn, M18	9	05.-07.05.09	58°51.18'–05°44.73' 58°51.39'–05°44.90'	Ruser, fisketeiner, trollgarn
Egersund	Eigerøy bru, M-21	13	02.05.09	58°27.00'–05°58.60' 58°27.00'–05°58.70'	Trollgarn
Egersund	Vardberg, M-22	15	04.05.09	58°26.00'–05°59.40' 58°26.00'–05°58.80' 58°26.00'–05°59.30'	Trollgarn
Flekkefjord	Tjørsvåg, 1	15	05.05.09	58°17.69'–06°39.28' 58°17.43'–06°39.10'	Trollgarn
Flekkefjord	Lafjord, 2	15	05.05.09	58°17.04'–06°39.14' 58°17.08'–06°39.89'	Trollgarn
Farsund	Farsund nord, 1	14	21.-22.05.09	58°05.00'–06°48.60'	Trollgarn
Farsund	Ytre Lundevågen, 2	12	21.-23.05.09	58°05.00'–06°48.56'	Trollgarn?
Farsund	Indre Lundevågen, 3	14	21.-23.05.09	58°04.00'–06°46.41' 58°04.87'–06°47.12'	Trollgarn?
Farsund	Åptafjorden, 4	5	22.-24.05.09	58°09.00'–06°49.18'	Trollgarn
Farsund	Indre Lyngdalsfjord, 5	14	22.-24.05.09	58°07.00'–06°57.79'	Trollgarn
Lillesand	Lillesand	10	29.04.09	58°14.70'–08°23.20'	Trollgarn
Tvedestrand	Tvedestrand	10	28.04.09	58°36.40'–08°56.70'	Trollgarn, torskeruse
Kragerø	Burøy, A	12	02.05.09	58°51.65'–09°32.65'	Trollgarn
Kragerø	Sauøya, B	13	19.-23.07.09	58°52.40'–09°29.50'	Trollgarn
Kragerø	Kragerø havn, C	10	30.04.-02.05.09	58°52.05'–09°25.75'	Trollgarn, snøre
Kragerø	Stavneshavnen, D	11	01.-02.05.09	58°55.35'–09°30.80'	Trollgarn
Kragerø	Kjønnøya, E	14	01.-02.05.09	58°56.20'–09°37.60'	Trollgarn
Sandefjord	Innenfor Tranga	15	06.-14.05.09	59°06.40'–10°13.80'	Åleruser
Sandefjord	Skogø-Kvernberg	15	06.-14.05.09	59°04.30'–10°15.15' 59°04.40'–10°13.80'	Åleruser
Tønsberg	Valløybukta, A	11	30.06.09, 05.-10.08.09 og 02.09.09	59°15.30'–10°29.30'	Trollgarn, ruser og teiner
Tønsberg	Tønsberg havn, B	8	20.10.09 – 02.11.09	59°16.18'–10°23.22'	Ruser
Vrengen	Ravnøy, C	11	05.-14.08.09 og 03.11.09	59°11.70'–10°20.75'	Trollgarn, ruser og teiner
Vrengen	Vrengensundet, D	14	07.-17.09.09 og 08.-15.10.09	59°09.70'–10°22.78' 59°09.98'–10°24.71'	Torskegarn 65 mm og teiner
Vrengen	Mågerøy, E	10	05.-10.08.09	59°09.35'–10°26.85'	Ruser og teiner

Table A2. Length, weight, age, liver weight and liver fat content for cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Mean value (min.– max.) is given for each location.

Fjord/harbour	Number of fish*	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Liver weight (g)	Liver fat content (g/100g)
Tønsberg/Vrengen	54 (39)	44 (25–63)	940 (160-3000)	2.3 (1-5)	17 (2.2-140)	29 (3.0-55)
Sandefjord	30 (16)	41 (35–47)	670 (420-1100)	2.1 (2-4)	11 (5.2-34)	40 (24-49)
Kragerø	60 (45)	53 (28-90)	1800 (200-6900)	4 (1–9)	40 (1.8-190)	30 (4.5-67)
Tvedestrand	10 (9)	54 (37-65)	1500 (490-2300)		40 (9.1-80)	38 (23-53)
Lillesand	10 (6)	49 (39-60)	1200 (630-2300)		24 (8.4-52)	28 (18-55)
Farsund	59 (55)	47 (29-71)	1200 (340-3300)		27 (2.7-100)	31 (3.4-58)
Flekkefjord	30 (28)	55 (37-76)	1800 (520-3900)		38 (2.9-110)	31 (13-45)
Egersund	28 (27)	53 (39-69)	1600 (620-3100)		28 (2.8-80)	32 (13-54)
Sandnes	43 (24)	44 (28-66)	1000 (230-3000)	2.8 (2-5)	15 (1.2-150)	27 (5.7-50)
Stavanger	80 (60)	46 (32-77)	1000 (340-3700)	3.0 (2-6)	16 (1.8-70)	23 (3.7-51)
Karmsundet	75 (52)	45 (30-75)	1200 (260-4500)	2.9 (1-7)	27 (3.2-140)	36 (7.2-57)
Svolvær	30 (30)	62 (47-77)	2900 (1200-5900)		160 (21-490)	56 (25-74)
Narvik	28 (19)	55 (28-95)	2100 (200-7300)	5.3 (2-12)	27 (0.8-88)	15 (3.5-40)
Hammerfest	40 (40)	53 (35-75)	1600 (390-3500)	5.2 (3-8)	39 (5.5-180)	30 (4.2-55)
Honningsvåg	30 (27)	41 (26-56)	860 (220-1900)	3.7 (2–7)	31 (4.7-86)	35 (7.7-59)
All groups	607 (477)	49 (25-95)	1400 (160-7300)	3.3 (1-12)	33 (0.8-490)	32 (3.0-74)

* Numbers in parentheses are the number of fish analysed for fat content. Some fish with a small liver was not analysed for fat content due to limited sample material.

Table A3. Concentrations of sum non-ortho PCBs, sum mono-ortho PCBs, sum dioxins and furans (PCDD/F) and sum dioxins and dioxin-like PCBs (PCDD/F+dl-PCB) in liver of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Fjord/harbour	Number of fish	Sum non-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum mono-ortho PCB (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F (ng TEQ/kg)	Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TEQ/kg)
Tønsberg/Vrengen	53	290 (13-3100)	300 (1.6-2700)	5.3 (1.7-12)	600 (22-5800)
Sandefjord	29	49 (23-98)	34 (5.2-82)	4.0 (1.8-9.1)	87 (42-190)
Kragerø	58	45 (10-380)	14 (0.97-68)	46 (8.2–110)	110 (27-460)
Tvedestrand	10	58 (17-120)	27 (6.1-76)	11 (6.4–16)	96 (30-200)
Lillesand	10	35 (14-110)	13 (2.8-65)	11 (4.1-31)	59 (23-210)
Farsund	59	37 (8.3-150)	24 (0.71-150)	4.9 (1.9-11)	67 (11-240)
Flekkefjord	30	84 (22-290)	71 (8.4-360)	7.2 (3.5-14)	160 (34-660)
Egersund	28	100 (9.0-360)	69 (2.8-260)	7.3 (1.8-26)	180 (14-630)
Sandnes	42	61 (19-210)	45 (4.6-290)	4.4 (1.0-13)	110 (31-510)
Stavanger	80	93 (13-380)	71 (2.3-420)	4.9 (1.2-21)	170 (16-810)
Karmsundet	73	50 (8.0-270)	30 (2.4-240)	5.9 (1.6-15)	86 (15-520)
Svolvær	30	28 (3.9-120)	16 (1.2-85)	2.5 (1.1-6.4)	46 (6.4-200)
Narvik	28	110 (2.8-1900)	260 (0.80-5900)	2.1 (0.35-12)	380 (4.6-7800)
Hammerfest	40	20 (4.0-82)	17 (0.77-120)	2.6 (0.72-4.7)	39 (6.4-200)
Honningsvåg	30	7.9 (3.7-16)	2.5 (1.2-7.4)	2.7 (0.91-12)	13 (6.5-25)
All groups	600	78 (2.8-3100)	70 (0.71-5900)	8.8 (0.35-110)	160 (4.6-7800)