



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

Rapport
2011

Overvåking forurensede havner og fjorder 2009/2010

En undersøkelse av kvikksølv i torskfilet fra
15 fjorder og havner langs norskekysten

Bente M. Nilsen & Kåre Julshamn

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

06.12.2011



INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	4
Sammendrag norsk	5
English summary	10
Innledning	15
Materiale og metoder	17
Innsamling og opparbeiding av prøver.....	17
Analysemetoder.....	18
Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)	18
Statistisk analyse	19
Resultater og diskusjon	20
Oversikt over resultater for alle fjorder/havner	20
Lengde, vekt, alder, kjønn	20
Metaller i torskefilet	21
Resultater for hver enkelt fjord/havn.....	25
Tønsberg/Vrengen	25
Sandefjord	28
Kragerø.....	31
Tvedestrand	34
Lillesand	36
Farsund	38
Flekkefjord	41
Egersund.....	44
Sandnes.....	47

Stavanger	50
Karmsundet	53
Svolvær.....	56
Narvik.....	59
Hammerfest	62
Honningsvåg.....	65
Konklusjon	67
Referanser	68
Appendix	70

FORORD

Denne rapporten beskriver undersøkelser utført på prosjektet ”Overvåking forurensede havner og fjorder 2009/2010 - en undersøkelse av kvikksølv i torskefilet fra 15 fjorder og havner langs norskekysten”. Prosjektet ble gjennomført etter en bestilling fra Mattilsynet, seksjon for fisk og sjømat. Dette prosjektet er en videreføring av et tidligere prosjekt ”Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann 2009 - en undersøkelse av innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra 15 fjorder og havner langs norskekysten”.

Kontaktperson ved Mattilsynet har vært Mette Kristin 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 metaller har vært utført ved NIFES’ Laboratorium for fremmedstoffer av Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Laila Sedal, Edel Erdal, Berit Solli og Siri Bargård under ledelse av Annette Bjordal.

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

SAMMENDRAG NORSK

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av kvikksølv i filet fra rundt 600 torsk fra 15 fjorder og havner langs norskekysten. Tidligere analyser av lever fra de samme fiskene viste, med få unntak, at innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra disse havnene var svært høyt, og Mattilsynet ga derfor i 2011 kostholdsråd/advarsel som frarådet befolkningen å spise lever fra fisk fanget i kystområdene innenfor grunnlinjen. Dioksiner og dioksinlignende PCB oppkonsentreres i lever, men ikke i filet fra torsk og annen mager fisk, og nivåene av disse stoffene i filet fra torsk er derfor lavt og representerer ingen helsefare. Det er imidlertid kjent at nivået av kvikksølv kan bli høyt i filet fra torsk og annen mager fisk fra forurensede områder. Formålet med dette prosjektet var derfor å undersøke om nivåene av kvikksølv i torskefilet fra de 15 fjordene og havnene lå innenfor grenseverdiene som gjelder for trygg sjømat.

Resultatene viste at innholdet av kvikksølv i torskefilet var lavt i alle havner, og betydelig lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for kvikksølv i filet på 0,5 mg/kg våtvekt. De laveste nivåene ble funnet i Honningsvåg og Hammerfest der gjennomsnittsverdiene for kvikksølv i filet var på henholdsvis 0,036 og 0,050 mg/kg våtvekt. I disse to havnene lå gjennomsnittsverdiene på samme nivå som gjennomsnittsverdier funnet i åpent hav i Barentshavet. Den høyeste gjennomsnittsverdien ble funnet i Kragerø (0,22 mg/kg våtvekt). Dette var den eneste havnen der gjennomsnittsverdien av kvikksølv i filet var høyere enn 0,2 mg/kg våtvekt, som er grenseverdien som benyttes når det blir gitt kostholdsråd/advarsel for spesielle grupper (gravide og ammende kvinner). I fem havner (Kragerø, Farsund, Stavanger, Karmsundet og Narvik) ble det funnet en eller flere enkeltfisk med kvikksølvkonsentrasjon over 0,5 mg /kg våtvekt, men prosentvis andel av fisken med konsentrasjoner over 0,5 mg/kg i hver av disse fem havnene, var lav (1,3-5,0 %).

I de fleste fjorder/havner som ble undersøkt ble det funnet at kvikksølvinnholdet i torskefilet økte med økende størrelse og alder på fisken. Denne sammenhengen var imidlertid ikke like tydelig i alle enkelthavner, og for torsken fra Sandefjord, Tvedestrand, Lillesand og Svolvev ble det ikke funnet noen statistisk sammenheng mellom kvikksølvinnhold og størrelse eller alder på fisken. I disse havnene må det derfor være andre faktorer som er bestemmende for nivået av kvikksølv i torskefilet.

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 kvikksølv i torskefilet fra de ulike prøvetakingsstasjonene, men for mange fjorder/havner ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom stasjonene. Forskjeller i kvikksølvnivå mellom ulike prøvetakingsstasjoner i en fjord/havn kunne i de fleste tilfeller i hvert fall delvis forklares ved forskjeller i størrelse og/eller alder på fisken fra de ulike stasjonene.

En oppsummering av hovedkonklusjonene for hver havn er gitt nedenfor.

Tønsberg/Vrengen

Innholdet av kvikksølv i torskefilet fra Tønsberg og Vrengen var lavt, og klart lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i fiskefilet på 0,5 mg/kg våtvekt. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien. Det var ingen signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de fem stasjonene som ble undersøkt.

Sandefjord

Innholdet av kvikksølv i torskefilet fra Sandefjord-området var lavt, og klart lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i fiskefilet. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien. Det var ingen signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de to stasjonene som ble undersøkt.

Kragerø

Gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i torskefilet fra fem stasjoner i Kragerø-området var klart lavere enn den øvre grenseverdien. Tre av totalt 60 fisk (5 %) fra dette området hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Fire stasjoner hadde gjennomsnittlige kvikksølvkonsentrasjoner i filet høyere enn eller lik 0,2 mg/kg våtvekt, grenseverdien som ofte anvendes for å gi kostholdsråd/advarsel for gravide og ammende kvinner. Det var ingen signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de fem stasjonene som ble undersøkt.

Tvedestrand

Innholdet av kvikksølv i torskefilet fra Tvedestrandsfjorden var lavt, og klart lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i fiskefilet. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien.

Lillesand

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra Lillesand var lavt, og betydelig lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i fiskefilet. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien.

Farsund

Gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i torskfilet fra fem stasjoner i Farsund-området var klart lavere enn den øvre grenseverdien. Én av totalt 59 individer (1,7 %) av torsk fra dette området hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien. Kvikksølvinnholdet var signifikant høyere i torskfilet fra Farsund nord enn i torskfilet fra både ytre Lundevågen og indre Lundevågen, men ellers var det ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene.

Flekkefjord

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra Flekkefjord-området var lavt, og klart lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i fiskefilet på 0,5 mg/kg våtvekt. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien. Én stasjon, Tjørsvåg, hadde et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold i filet like over 0,2 mg/kg våtvekt. Det var ingen signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom de to stasjonene som ble undersøkt.

Egersund

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra to stasjoner i Egersund-området var lavt, og klart lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i fiskefilet. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien. Kvikksølvkonsentrasjonen i torskfilet fra Eigerøy bru var signifikant lavere enn i torskfilet fra Vardberg, noe som delvis kan skyldes forskjeller i størrelse mellom fiskene fra de to stasjonene.

Sandnes

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra fire stasjoner i Sandnes-området var lavt, og betydelig lavere enn den øvre grenseverdien for kvikksølv i filet. Ingen enkeltfisk fra dette området hadde kvikksølvkonsentrasjoner i filet over grenseverdien. Torsk fra Sandnes havn hadde signifikant lavere kvikksølvinnhold i filet enn fisk fra Jåttåvågen og Lurahammeren, noe som kan forklares ved forskjeller i størrelse mellom fiskene fra de ulike stasjonene.

Stavanger

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra Stavanger-området var lavt, og klart lavere enn den øvre grenseverdien på alle de syv stasjonene som ble undersøkt. Kun én torsk fra Stavanger-området hadde en kvikksølvkonsentrasjon over grenseverdien. Gjennomsnittlig kvikksølvinnhold i torskfilet fra Galeivågen og Lundsvågen var henholdsvis over eller tangerte en verdi på 0,2 mg/kg våtvekt, som er grenseverdien som anvendes når det blir gitt kostholdsråd/advarsel for gravide og ammende kvinner. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de ulike stasjonene.

Karmsundet

Gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i torskfilet fra Karmsundet var klart lavere enn øvre grenseverdi på alle de fem stasjonene som ble undersøkt. Kun én torsk fra dette området hadde en kvikksølvkonsentrasjon i filet så vidt over grenseverdien. Én stasjon, Kopervik, hadde et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold i filet over 0,2 mg/kg våtvekt. Torskfilet fra Vedavågen hadde signifikant lavere kvikksølvkonsentrasjon enn filet fra alle de fire andre stasjonene i området, noe som delvis kan skyldes at fisken her var både mindre og yngre enn fisken fra de andre stasjonene (unntatt Salhusbroen). Det var ellers ingen signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom stasjonene.

Svolvær

Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra to stasjoner i Svolvær-området var lavt, og betydelig lavere enn den øvre grenseverdien. Ingen torsk fra disse stasjonene hadde kvikksølvkonsentrasjoner i filet over den øvre grenseverdien. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom stasjonene.

Narvik

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra to stasjoner i Narvik-området var lavt og klart lavere enn den øvre grenseverdien. Kun én torsk fra dette området hadde en kvikksølvkonsentrasjon i filet så vidt over grenseverdien. Stasjonen i Narvik havn hadde et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold i filet over 0,2 mg/kg våtvekt. Kvikksølvinnholdet i filet var signifikant høyere i Narvik havn enn i Beisfjorden, noe som trolig kan forklares ved at torsken fra Narvik havn var både større og eldre enn torsken fra Beisfjorden.

Hammerfest

Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra Hammerfest-området var svært lavt, og alle de tre stasjonene som ble undersøkt hadde verdier lavere enn 0,1 mg/kg våtvekt. Verdiene for to av stasjonene, Fuglenes og Rypeklubben, lå på samme nivå som verdier funnet i åpent hav i Barentshavet. Gjennomsnittlig

kvikksølvkonsentrasjon i filet fra Hammerfest indre havn var signifikant høyere enn i filet fra de to andre stasjonene, men også i indre havn var verdien svært lav.

Honningsvåg

Torskefilet fra Honningsvåg-området hadde det laveste kvikksølvinnholdet av alle de fjorder og havner som ble undersøkt i dette prosjektet. Verdiene for begge stasjoner som ble undersøkt lå på samme nivå som verdier funnet i åpent hav i Barentshavet. Det var ingen signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom de to stasjonene.

ENGLISH SUMMARY

In this project the content of mercury in fillet from about 600 Atlantic cod from 15 fjords and harbours along the Norwegian coast was investigated. Previous analyses of liver samples from these same fish has shown, with few exceptions, that cod liver from these 15 fjords and harbours had very high levels of sum dioxins and dioxin-like PCBs. In 2011 the Norwegian Food Safety Authority issued a dietary advice warning the general population not to eat fish liver caught inside fjords and harbours (inside the sea boundary). Dioxins and dioxin-like PCBs accumulate in the liver and not in the fillet of cod and other lean fish species, and the levels of these contaminants in cod fillet are thus low and do not represent a risk to human health. On the other hand, mercury concentrations may reach high levels in fillet of cod and other lean fish from contaminated areas. The purpose of this study was to investigate if the levels of mercury in cod fillet from these 15 fjords and harbours were below the upper levels considered safe for human consumption.

The results showed that the content of mercury in cod fillet was low in all fjords and harbours investigated, and the levels were much below the upper limit of mercury in fish fillet (0.5 mg/kg wet weight) given in the European Commission regulation 1881/2006 which Norway has adopted. The lowest levels were found in the northernmost harbours, Honningsvåg and Hammerfest, where the average mercury concentrations were 0.036 and 0.050 mg/kg wet weight, respectively. In these two harbours the average mercury concentrations were at the same level as average values found in the open sea in the Barents Sea. The highest average mercury concentration was found in Kragerø (0.22 mg/kg wet weight). This was the only harbor where the average mercury concentration exceeded 0.2 mg/kg wet weight, the upper limit used by the Norwegian Food Safety Authority when dietary advice is given for pregnant and breast-feeding women in order to protect unborn babies and young children. In five harbours (Kragerø, Farsund, Stavanger, Karmsundet and Narvik), one or more individual fish with mercury concentrations exceeding 0.5 mg/kg wet weight were found, but the percentage of fish with levels above this value was low in all five harbours (1.3-5.0%).

In most fjords/harbours investigated, the mercury concentrations in cod fillet increased with increasing size and age of the fish. This correlation was, however, not as evident in all individual fjords/harbours, and in Sandefjord, Tvedestrand, Lillesand and Svolvær, no correlation was found between mercury concentration and size or age of the fish. Thus, in these four harbours other factors must be more important in determining the levels of mercury in cod fillet.

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 mercury in cod fillet from different stations, whereas in other fjords/harbours no significant differences between the stations were observed. In most cases, any differences in mercury concentrations between different sampling stations could at least partly be explained by different size and/or age of the fish from the different stations.

A summary of the main conclusions for each fjord/harbour is given below.

Tønsberg/Vrengen

The content of mercury in cod fillet from Tønsberg and Vrengen was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet of 0.5 mg/kg wet weight set by EU and Norway. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit. There were no statistically significant differences in mercury concentration between the five sampling stations investigated.

Sandefjord

The content of mercury in cod fillet from Sandefjord was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit. There was no significant difference in mercury concentration between the two sampling stations investigated.

Kragerø

The average concentration of mercury in cod fillet from five sampling stations in Kragerø was significantly lower than the upper limit. Three individual fish, of a total of 60 fish (5%), had mercury concentrations in fillet exceeding the upper limit of 0.5 mg/kg wet weight. Four sampling stations had average mercury concentrations above or equal to 0.2 mg/kg wet weight, which is the upper limit used by the Norwegian Food Safety Authority when dietary advice is given for pregnant and breast-feeding women. There were no significant differences in mercury concentration between the sampling stations.

Tvedestrand

The content of mercury in cod fillet from Tvedestrand was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit.

Lillesand

The content of mercury in cod fillet from Lillesand was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit.

Farsund

The average concentration of mercury in cod fillet from five sampling stations in Farsund was significantly lower than the upper limit. One single fish, of a total of 59 fish (1.7%), had mercury concentrations in fillet exceeding the upper limit of 0.5 mg/kg wet weight. The mercury concentration was significantly higher in cod fillet from the sampling station Farsund nord than in cod fillet from Ytre Lundevågen and Indre Lundevågen, but there were no other statistically significant differences between the stations.

Flekkefjord

The content of mercury in cod fillet from Flekkefjord was low and significantly lower than the upper limit of 0.5 mg/kg wet weight. No individual fish had mercury concentrations in fillet above 0.5 mg/kg wet weight. One sampling station, Tjørsvåg, had an average mercury concentration above 0.2 mg/kg wet weight. There were no significant differences in mercury concentrations between the two sampling stations investigated.

Egersund

The content of mercury in cod fillet from two stations in Egersund was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit. The mercury concentration in cod fillet from Eigerøy bru was significantly lower than in cod fillet from Vardberg, and this may be explained, at least in part, by differences in fish size between the two stations.

Sandnes

The content of mercury in cod fillet from four stations in Sandnes was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit. Cod fillet from the sampling station Sandnes havn (harbour) had significantly lower mercury concentrations than cod fillet from Jåttåvågen and Lurahammeren, which may be explained by differences in fish size between the stations.

Stavanger

The content of mercury in cod fillet from seven stations in Stavanger was significantly lower than the upper limit. Only one fish, of a total of 80 fish (1.3%), had mercury concentrations in fillet exceeding the upper limit of 0.5 mg/kg wet weight. Two sampling stations had average mercury concentrations above or equal to 0.2 mg/kg wet weight, which is the upper limit used by the Norwegian Food Safety Authority when dietary advice is given for pregnant and breast-feeding women. There were no statistically significant differences in mercury concentration between the sampling stations.

Karmsundet

The average concentrations of mercury in cod fillet from Karmsundet were significantly lower than the upper limit at all five sampling stations investigated. Only one fish, of a total of 75 (1.3%), had mercury concentrations in fillet slightly exceeding the upper limit of 0.5 mg/kg wet weight. One sampling station had an average mercury concentration in cod fillet above 0.2 mg/kg wet weight. The mercury concentration in cod fillet from one sampling station, Vedavågen, was significantly lower than in cod fillet from all the other four stations. This may at least partly be explained by the fact that fish from Vedavågen were both smaller and younger than fish from all but one of the other stations. There were no other statistically significant differences between the stations.

Svolvær

The content of mercury in cod fillet from Svolvær was low and significantly lower than the upper limit of mercury in fish fillet. No individual fish had mercury concentrations in fillet above the upper limit. There was no significant difference in mercury concentration between the two sampling stations investigated.

Narvik

The content of mercury in cod fillet from two stations in Narvik was significantly lower than the upper limit. Only one individual fish had mercury concentrations in fillet slightly above the upper limit of 0.5 mg/kg wet weight. The sampling station in Narvik havn (harbour) had an average mercury concentration in cod fillet above 0.2 mg/kg wet weight. The mercury concentration in cod fillet was significantly higher in Narvik havn than in Beisfjorden, which may be explained by the fact that fish from Narvik havn were both larger and older than fish from Beisfjorden.

Hammerfest

The content of mercury in cod fillet from Hammerfest was low, and all three stations investigated had average concentrations below 0.1 mg/kg wet weight. The average mercury concentrations at two of the

stations were at the same level as average values found in the open sea in the Barents Sea. At the third station the average concentration was significantly higher, but also at this station the average concentration was very low.

Honningsvåg

Cod fillet from Honningsvåg had the lowest mercury content of all fjords/harbours investigated in this study. The average mercury concentrations at both stations investigated were at the same level as average values found in the open sea in the Barents Sea. There was no statistically significant difference in mercury concentration between the two sampling stations.

INNLEDNING

I en undersøkelse foretatt av NIFES på oppdrag fra Mattilsynet i 2009 ble torskelever fra til sammen 600 fisk fanget i 15 ulike fjorder og havner langs norskekysten analysert for innhold av de organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB. Resultatene fra dette arbeidet viste at innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever var svært høyt i de aller fleste havner, og i alle havner unntatt Honningsvåg var gjennomsnittsnivået høyere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever (Nilsen et al., 2011). Inntak av mat med høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB kan gi helseskade, og disse resultatene førte til at Mattilsynet i 2011 ga kostholdsråd/advarsel som frarådet befolkningen å spise lever fra fisk fanget i kystområdene innenfor grunnlinjen (www.matportalen.no).

Organiske miljøgifter som dioksiner og dioksinlignende PCB oppkonsentreres primært i leveren hos torsk, mens nivåene av slike stoffer i torskefilet normalt er svært lave. En analyse av filet fra de 11 torskene i undersøkelsen beskrevet over som hadde høyest nivå av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever (mer enn 1000 ng TE/kg våtvekt) viste at kun én av disse torskene hadde et innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB i filet så vidt over 8 ng TE/kg våtvekt som er øvre grenseverdi for disse stoffene i filet (NIFES, upubliserte resultater). Disse resultatene tyder på at nivået av dioksiner og dioksinlignende PCB i filet fra torsk fra fjorder og havner ikke representerer noen helsefare.

I motsetning til organiske miljøgifter som normalt ikke finnes i høye konsentrasjoner i torskefilet, kan nivået av kvikksølv bli høyt i filet fra torsk og annen mager fisk fra forurensede områder (Måge og Frantzen 2008). Kvikksølv i fisk foreligger primært som den giftige organiske forbindelsen metylkvikksølv som bindes til protein i fiskemuskel. Metylkvikksølv har en tendens til å oppkonsentreres i næringskjeden, og innholdet av kvikksølv i fiskefilet vil ofte øke med økende størrelse og alder på fisken.

Inntak av fisk med høye nivåer av kvikksølv kan medføre helseskade, og det er innført en felles øvre grenseverdi i Norge og EU for kvikksølv i fiskefilet på 0,5 mg/kg våtvekt for de fleste fisk og 1,0 mg/kg våtvekt for en del rovfisk. De mest følsomme gruppene i befolkningen er foster og spebarn, og det er derfor viktig at inntaket av kvikksølv for gravide og ammende kvinner ikke blir for høyt (VKM, 2006). Mattilsynet anvender av denne grunn en lavere grense på 0,2 mg/kg våtvekt for kvikksølv i torskefilet når det gis kostholdsråd/advarsel for gravide og ammende. Det er i dag kun et fåtall norske

fjorder og havner der det er gitt kostholdsråd/advarsel på grunn av høye nivåer av kvikksølv i fiskefilet. I Harstad og Ellingsøyfjorden ved Ålesund er det advarsel mot inntak av torskefilet for gravide og ammende, ved Fedje og i Sørfjorden er det gitt advarsel mot inntak av henholdsvis sjømat og stasjonær fisk for gravide og ammende, og i Hardangerfjorden er det gitt en generell advarsel for hele befolkningen mot inntak av brosme og lange på grunn av høye kvikksølvnivåer (www.matportalen.no).

I den rapporterte undersøkelsen er innholdet av kvikksølv (samt kadmium, bly, arsen og selen) bestemt i torskefilet fra de samme fiskene som tidligere er analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB i lever (Nilsen et al., 2011). Formålet med prosjektet var i første rekke å undersøke om nivåene av kvikksølv i torskefilet fra disse 15 fjordene og havnene lå innenfor grenseverdiene som gjelder for trygg sjømat. Tidligere undersøkelser av disse fjordene/havnene foretatt i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking i perioden 1997-2001 (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) hadde ikke påvist kvikksølvnivåer i fiskefilet som førte til kostholdsråd/advarsel (Økland, 2005). Det er imidlertid nå 10 år eller mer siden disse undersøkelsene ble gjennomført, og det var derfor ønskelig med en oppdatering av datagrunnlaget for kvikksølv i fiskefilet fra disse områdene.

MATERIALE OG METODER

Innsamling og opparbeiding av prøver

Prøveinnsamling av torsk i 15 fjorder og havner ble utført i perioden desember 2008 til november 2009 i regi av Havforskningsinstituttet. Fjorder og havner som ble undersøkt er vist i kart i figur 1, og posisjoner, antall fisk, fangst dato og fangstmetode for de ulike stasjonene er vist i Appendix, tabell A1.

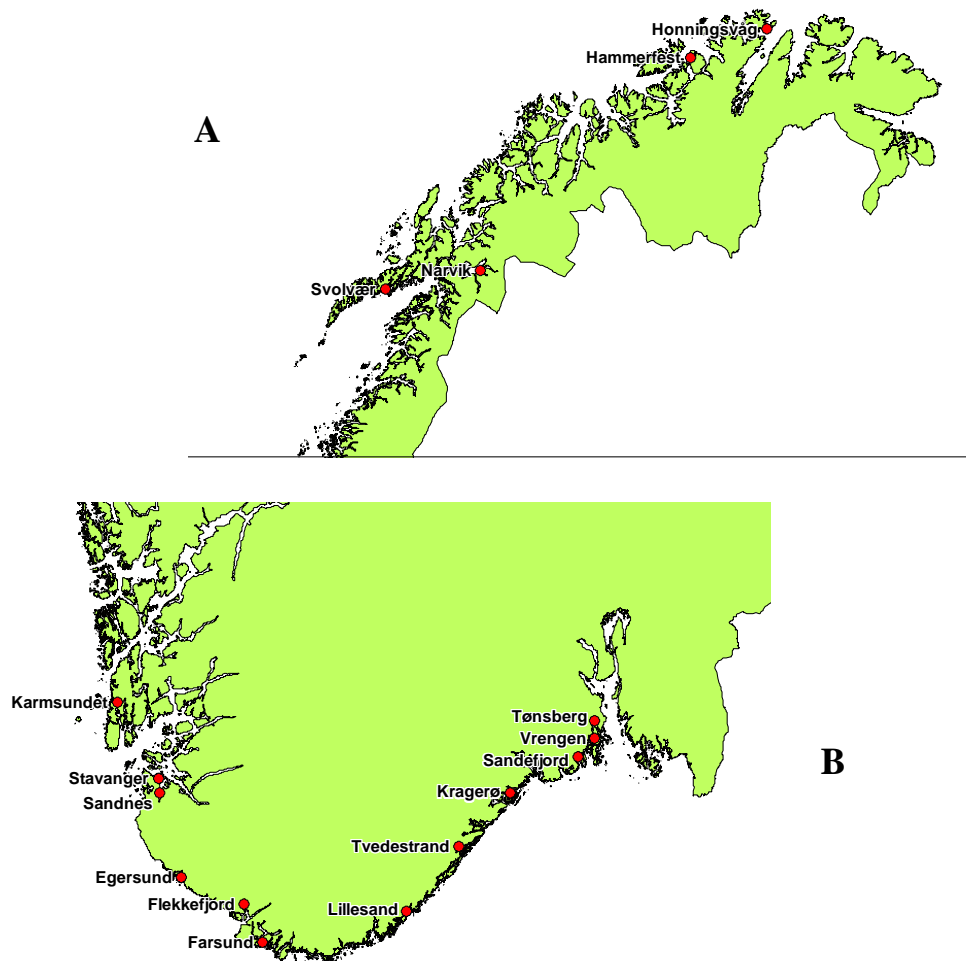


Figure 1. Map showing the fjords and harbours in the northern part of Norway (A) and the southern part of Norway (B) from which samples of cod were collected for this study.

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).

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 øresteinene. Leveren ble tatt ut og analysert som beskrevet i tidligere rapport (Nilsen et al., 2011), mens resten av fisken ble frosset ned inntil filetprøver skulle analyseres i dette prosjektet. De frosne filet-prøvene mottatt fra torsk fra Lillesand, Tvedestrand og Kragerø ble oppbevart nedfrosset inntil videre analyse.

Alle filetprøver ble homogenisert og frysetørket, og frysetørket materiale ble benyttet til bestemmelse av metaller.

Analysemetoder

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

Det ble veid inn 0,2-0,25 g frysetørket materiale fra hver filetprøve av torsk til bestemmelse av metaller. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Målingene ble utført med

bruk av Agilent 7500c induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICPMS). Det ble anvendt kvantitativ ICPMS med ekstern kalibrering (standardkurve) til bestemmelse av arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen. Det ble tilsatt gull til standardløsningene for å stabilisere kvikksølvionene, og rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet (Julshamn et al., 2007). Riktighet og presisjon for metallbestemmelsene har blitt bestemt ved analyser av sertifisert referansemateriale (SRM) og ved deltagelse i ringtester. Metoden er akkreditert.

Statistisk analyse

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

Lengde, vekt, alder og konsentrasjoner av kvikksølv 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 kvikksølv i torskefilet og fiskens lengde, vekt og alder.

RESULTATER OG DISKUSJON

Oversikt over resultater for alle fjorder/havner

Lengde, vekt, alder, kjønn

Lengde, vekt, alder og kjønn av alle fiskene i denne undersøkelsen ble registrert i forbindelse med den tidligere undersøkelsen av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever fra de samme fiskene og er rapportert tidligere (Nilsen et al., 2011). Lengde, vekt og alder på fisken fra hver havn og for all fisken samlet er oppsummert i Appendix, tabell A2.

Torsken 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.

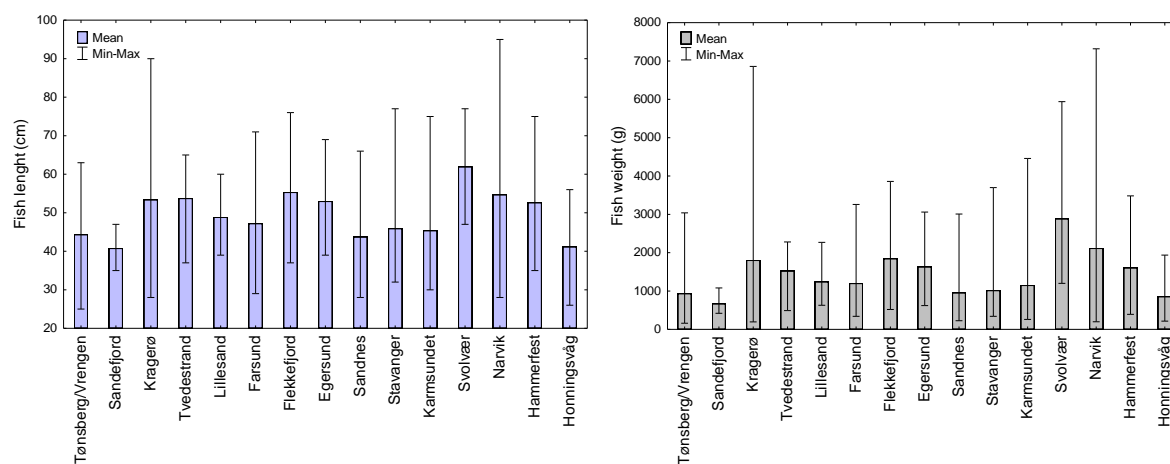


Figure 2. Length and weight of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Results are shown as mean values with error bars showing minimum and maximum values.

Aldersbestemmelse er gjennomført for 335 av de 607 torskeprøvene, og resultatene viste at alderen varierte fra 1 til 12 år med en middelerverdi på 3,3 år. Alder er bestemt for all torsk fra Tønsberg/Vrengen, Sandefjord, Karmsundet, Narvik, Hammerfest og Honningsvåg og for en del av torsken fra 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, Svolvev, 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 (Sauøya, B) der 100 % av den innsamlede fisken var hunnfisk.

Metaller i torskefilet

En oversikt over konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium, bly, arsen og selen i torskefilet fra hver havn og for all fisken samlet er gitt i Appendix, tabell A3.

Resultatene viser at innholdet av kvikksølv er lavt i de fleste filetprøvene, og det er funnet kun syv fisk (1,2 %) med konsentrasjoner av kvikksølv i filet over 0,5 mg/kg våtvekt (EUs øvre grenseverdi for kvikksølv i filet fra torsk). De fem høyeste kvikksølvverdiene som er funnet i filetprøvene er fra tre fisk fanget i Kragerø (1,1, 0,70 og 0,66 mg/kg våtvekt), én fisk fanget i Lundsvågen i Stavanger (0,76 mg/kg våtvekt) og én fisk fanget i indre Lyngdalsfjord i Farsund (0,60 mg/kg våtvekt).

Gjennomsnittlig konsentrasjon av kvikksølv i hver havn og prosentandel fisk fra hver havn med kvikksølvkonsentrasjon over 0,5 mg/kg våtvekt er vist i figur 3. Resultatene viser at gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i torskefilet ligger langt lavere enn EUs øvre grenseverdi i alle havner. De laveste gjennomsnittskonsentrasjonene av kvikksølv i filet ble funnet i Honningsvåg og Hammerfest (0,036-0,050 mg/kg våtvekt), og i disse to havnene lå gjennomsnittsverdiene på samme nivå som gjennomsnittsverdier funnet i åpent hav i Barentshavet (Sunnanå et al., 2010 og foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk). Den høyeste gjennomsnittsverdien ble funnet i Kragerø (0,22 mg/kg våtvekt), og dette var den eneste havnen der gjennomsnittsverdien av kvikksølv i filet var høyere enn 0,2 mg/kg våtvekt, som er grenseverdien som ofte benyttes når det blir gitt kostholdsråd/advarsel for spesielle grupper (gravide og ammende). I fem havner (Kragerø, Farsund, Stavanger, Karmsundet og Narvik) ble det funnet en eller flere enkeltfisk med kvikksølvkonsentrasjon

over 0,5 mg /kg våtvekt, men den prosentvise andelen av fisken med konsentrasjoner over 0,5 mg/kg våtvekt i hver av disse fem havnene, var lav (1,3-5,0 %; fig.3)

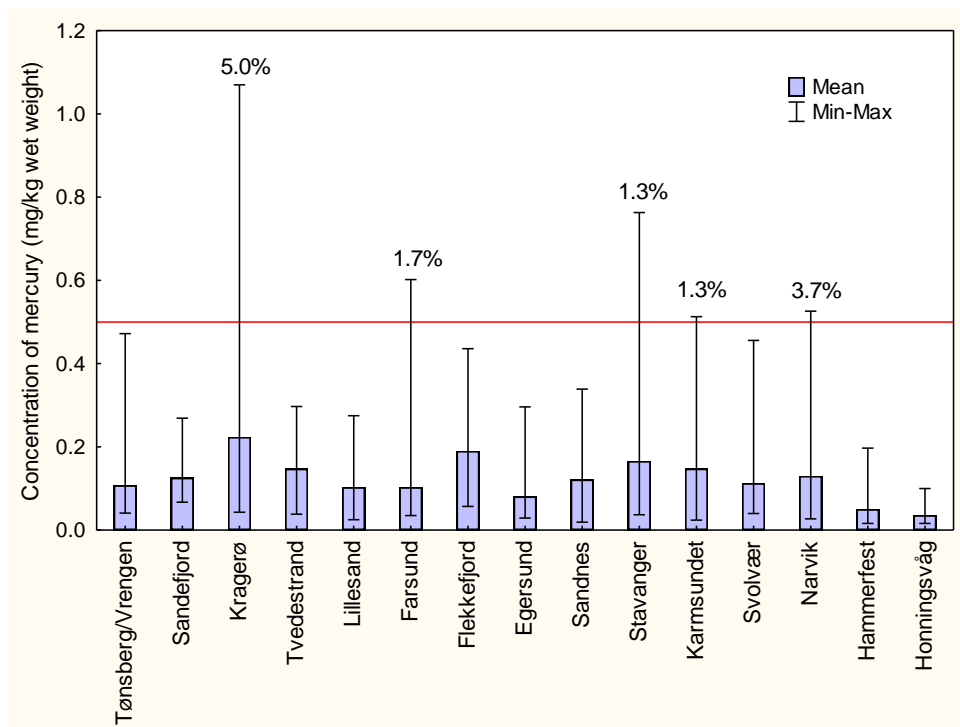


Figure 3. Mean concentrations of mercury in fillet of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Error bars indicate minimum and maximum values. The red horizontal line shows the upper limit in EU and Norway for mercury in fish fillet (0.5 mg/kg wet weight). Numbers above the bars show the percentage of the fish in each harbour with concentrations above 0.5 mg/kg wet weight.

Spredningsplot for fisken fra alle havner samlet viste generelt at kvikksølvinnhold i torskefilet var korrelert med både lengde, vekt og alder på fisken (figur 4) slik at kvikksølvinnholdet i torskefilet økte med økende størrelse og alder på fisken. Denne sammenhengen var ikke like tydelig i alle enkelthavner, og for torsken fra Sandefjord, Tvedestrand, Lillesand og Svolvær ble det ikke funnet noen statistisk sammenheng mellom kvikksølvinnhold og størrelse eller alder på fisken (se nærmere beskrivelse under de enkelte havner). Den beste korrelasjonen mellom kvikksølvinnhold og størrelse og alder på fisken ble funnet i Karmsundet og i Narvik ($r > 0,8$, $p < 0,001$ både for lengde, vekt og alder), men også i Tønsberg/Vrengen, Kragerø, Farsund, Flekkefjord, Egersund, Sandnes og Stavanger var det en god korrelasjon mellom kvikksølvinnhold og størrelse/alder. I Hammerfest og Honningsvåg ble det funnet svak korrelasjon med størrelse, men god korrelasjon med alder (se nærmere beskrivelse under de enkelte havner).

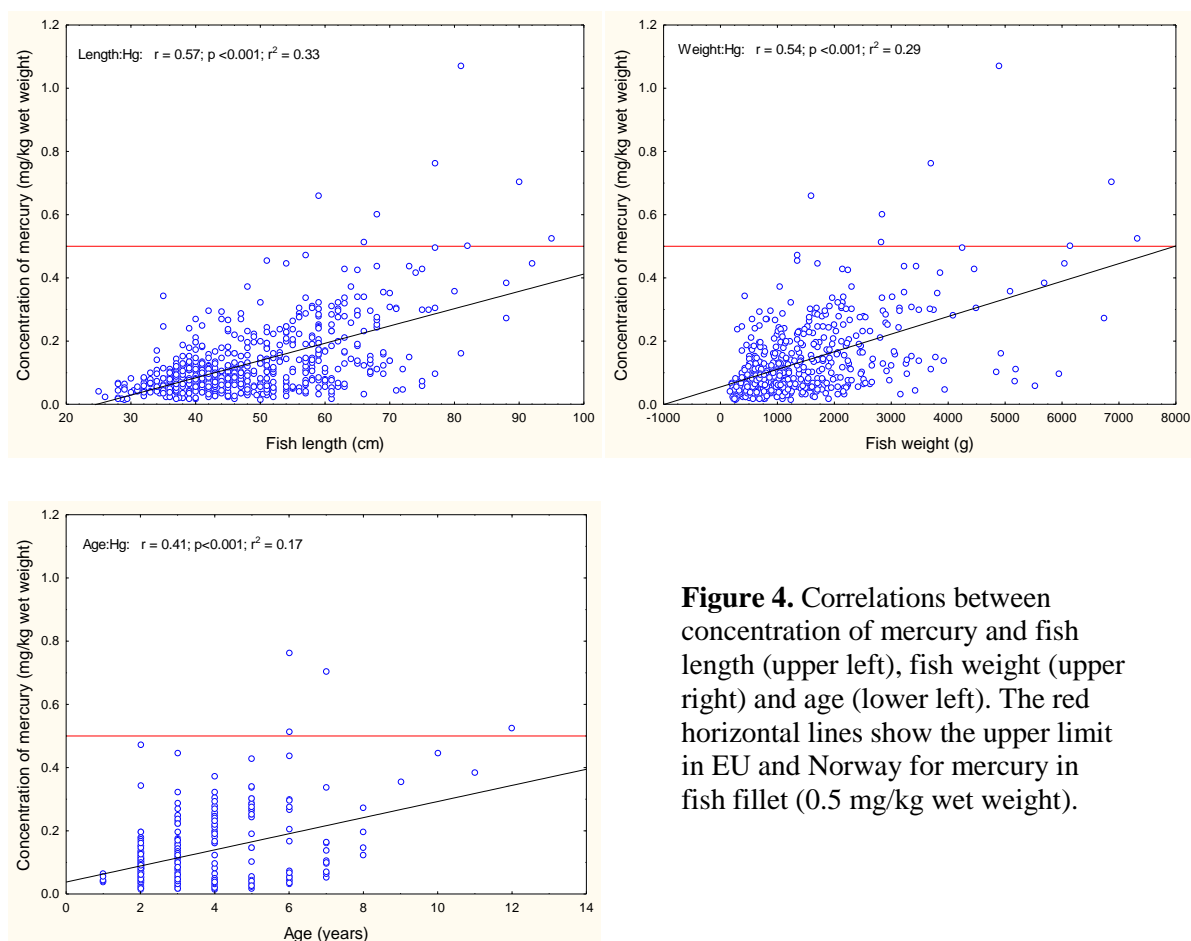


Figure 4. Correlations between concentration of mercury and fish length (upper left), fish weight (upper right) and age (lower left). The red horizontal lines show the upper limit in EU and Norway for mercury in fish fillet (0.5 mg/kg wet weight).

Resultatene for de øvrige grunnstoffene som er bestemt viste at de fleste filetp prøvene hadde svært lave konsentrasjoner av kadmium og bly. Av totalt 606 torsk hadde henholdsvis 508 fisk (84 %) og 488 fisk (81 %) et innhold av kadmium og bly i filet som lå lavere enn kvantifiseringsgrensen for disse tungmetallene. Den høyeste kadmiumverdien som ble funnet var 0,040 mg/kg våtvekt i en filetp prøve fra Karmsundet, og ingen torsk i denne undersøkelsen hadde konsentrasjoner av kadmium i filet over EUs og Norges øvre grenseverdi på 0,05 mg/kg våtvekt for torskefilet. Kun én torsk (også denne fra Karmsundet) hadde et innhold av bly i filet som overskred øvre grenseverdi på 0,3 mg/kg våtvekt (Appendix, tabell A3).

Gjennomsnittlig konsentrasjon av arsen i de analyserte prøvene var 4,8 mg/kg våtvekt (Appendix, tabell A3) som stemmer bra overens med gjennomsnittsverdier for filetp prøver fra villfanget torsk registrert i Sjømatdata for tidligere år (www.nifes.no/sjomatdata). Maksimumsverdien som ble funnet i en torsk fra Tønsberg/Vrengen, var på 22 mg/kg våtvekt som ligger på nivå med eller lavere enn de maksimumsverdier som tidligere er registrert i Sjømatdata. Gjennomsnittsverdiene for de enkelte

havnene varierte mellom 2,8 mg/kg våtvekt og 7,0 mg/kg våtvekt (figur 5 og Appendix, tabell A3). De laveste gjennomsnittsverdiene ble funnet i Tvedestrand og Svolvær, og de høyeste verdiene ble funnet i Lillesand og Egersund (figur 5).

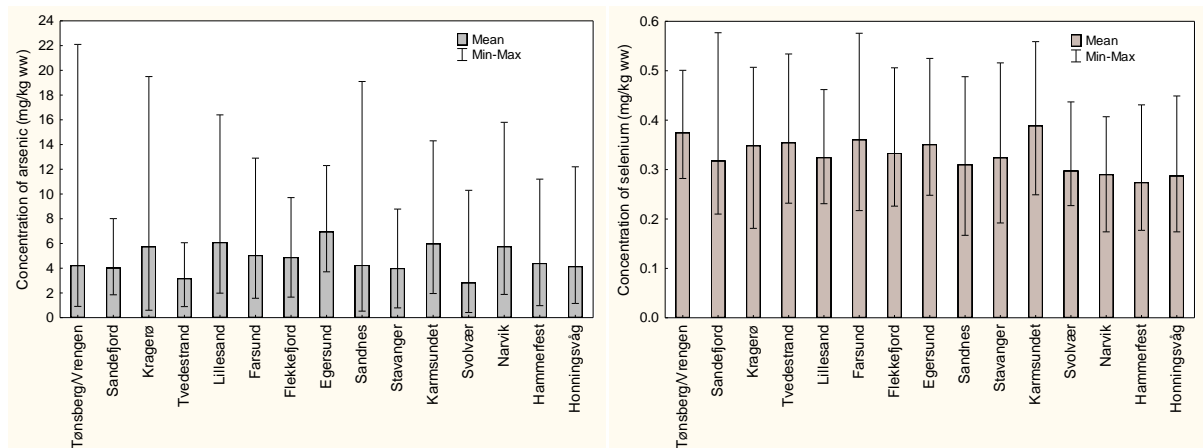


Figure 5. Mean concentrations of arsenic (left) and selenium (right) in fillet of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Error bars indicate minimum and maximum values.

Gjennomsnittlig konsentrasjon av selen i prøvene var på 0,34 mg/kg våtvekt (Appendix, tabell A3) som er høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonen som tidligere er registrert for villfanget torsk i Sjømatdata (0,20 mg/kg våtvekt). Konsentrasjonen av selen i filetprøvene varierte lite mellom havnene, den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen var på 0,27 mg/kg i Hammerfest og den høyeste var på 0,39 mg/kg våtvekt i Karmsundet (figur 5 og tabell A3).

Resultater for hver enkelt fjord/havn

Tønsberg/Vrengen

Innholdet av kvikksølv ble bestemt i filet 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) (figur 5). De samme stasjonene er tidligere undersøkt av NIVA i 1999 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2002).

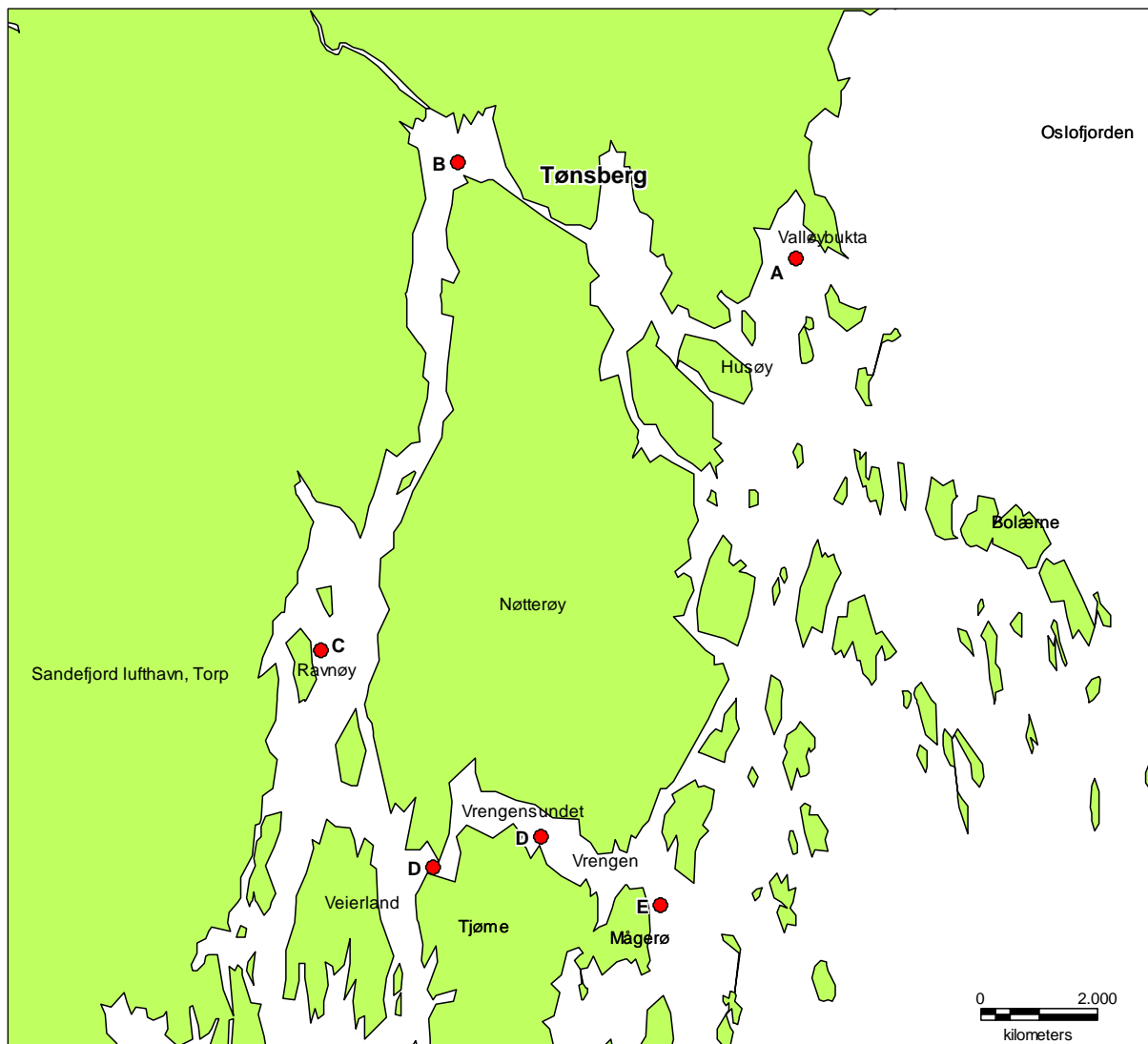


Figure 5. Map showing sampling stations in the area of Tønsberg and Vrengen.

Lengde, vekt og alder og kvikksølvkonsentrasjon i filet av torsk fra alle stasjonene er vist i tabell 1. Sammenligning ved enveis variansanalyse (ANOVA) viste ingen signifikant forskjell i lengde, vekt eller alder for torsk fra de fem ulike stasjonene (resultater ikke vist).

Table 1. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Valløybukta, A	11	41 (25–57)	790 (160-1900)	2.2 (1-5)	0.090 (0.041 – 0.15)
Tønsberg havn, B	8	44 (37–50)	850 (480-1200)	2.3 (2-3)	0.081 (0.048 – 0.099)
Ravnøy, C	11	45 (31-61)	940 (280-2000)	2.2 (1–4)	0.14 (0.056 – 0.47)
Vrengensundet, D	14	46 (40-63)	1000 (560-3000)	2.4 (2–4)	0.11 (0.062 – 0.17)
Mågerøy, E	10	46 (39-62)	1100 (640-2500)	2.6 (2–5)	0.11 (0.061 – 0.28)

Innholdet av kvikksølv i torskfiletprøvene er oppsummert i tabell 1. Resultatene viste at kvikksølvkonsentrasjonen i filet varierte mellom enkeltfisk, men ingen enkeltfisk fra dette området hadde konsentrasjoner i filet over EUs øvre grenseverdi for kvikksølv i filet på 0,5 mg/kg våtvekt. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen i torskfilet fra Tønsberg/Vrengen-området ble funnet i en torsk fra stasjonen ved Ravnøy med 0,47 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv for de fem stasjonene varierte mellom 0,081 og 0,14 mg/kg våtvekt (tabell 1 og figur 6) og var altså klart lavere enn den øvre grenseverdien på alle stasjoner. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon i torskfilet mellom de ulike stasjonene (figur 6).

Spredningsplot viste at kvikksølvkonsentrasjonen i torskfilet fra Tønsberg/Vrengen var signifikant korrelert med fiskens lengde ($r= 0,63$, $p<0,001$), vekt ($r= 0,55$, $p<0,001$) og alder ($r= 0,42$, $p<0,001$) slik at kvikksølvnivået i filet økte med økende lengde, vekt og alder på fisken. Som nevnt over ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller i lengde, vekt eller alder på fisken fra de ulike stasjonene, og dette stemmer således godt overens med at det heller ikke ble funnet signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de ulike stasjonene.

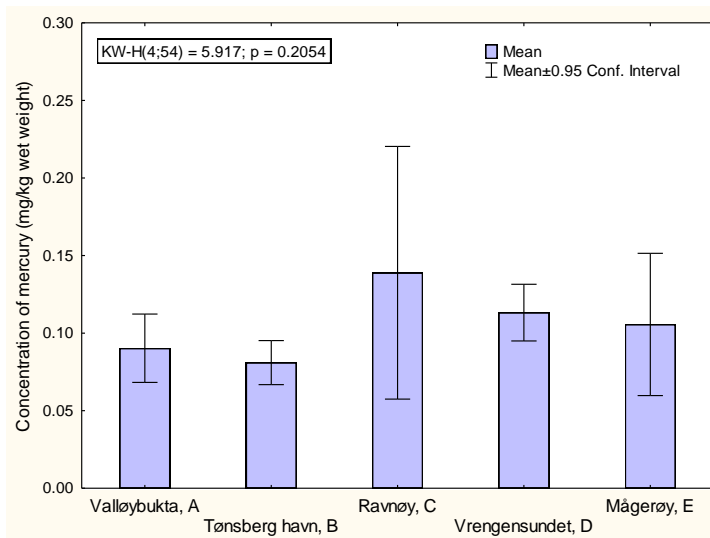


Figure 6. Concentration of mercury in fillet of cod from five different positions in Tønsberg and Vrengen. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Nivåene av miljøgifter i Tønsberg og Vrengen-området er tidligere undersøkt i 1999 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2002). I denne tidligere undersøkelsen ble det funnet at kvikksølvkonsentrasjonene i samleprøver av torskefilet fra de samme fem stasjonene lå mellom 0,070 og 0,096 mg/kg våtvekt, betydelig lavere enn den øvre grenseverdien. Verdiene fra 1999 er noe lavere enn gjennomsnittsverdiene for kvikksølvkonsentrasjon for tilsvarende stasjoner i 2009 (se tabell 1), men for fire av stasjonene (Valløybukta, Tønsberg havn, Ravnøy og Mågerøy) ligger verdiene fra 1999 innenfor 95 % konfidensintervallet for verdiene fra 2009. Det er derfor ikke grunn til å tro at nivået av kvikksølv i torskefilet fra Tønsberg/Vrengen har økt vesentlig i perioden fra 1999-2009. Ved sammenligning av kvikksølvverdiene fra 1999 og 2009 var det ikke mulig å ta hensyn til eventuelle forskjeller i fiskens størrelse, da størrelsen på fisken som ble analysert i 1999 ikke er oppgitt i rapporten (Næs et al., 2002).

Sandefjord

I Sandefjordsområdet ble kvikksølvinnholdet i torskefilet bestemt for 15 torsk fra Sandefjordsfjorden innenfor Tranga og 15 torsk fra området mellom Skogø og Kvernberget, utenfor Tranga (figur 7).

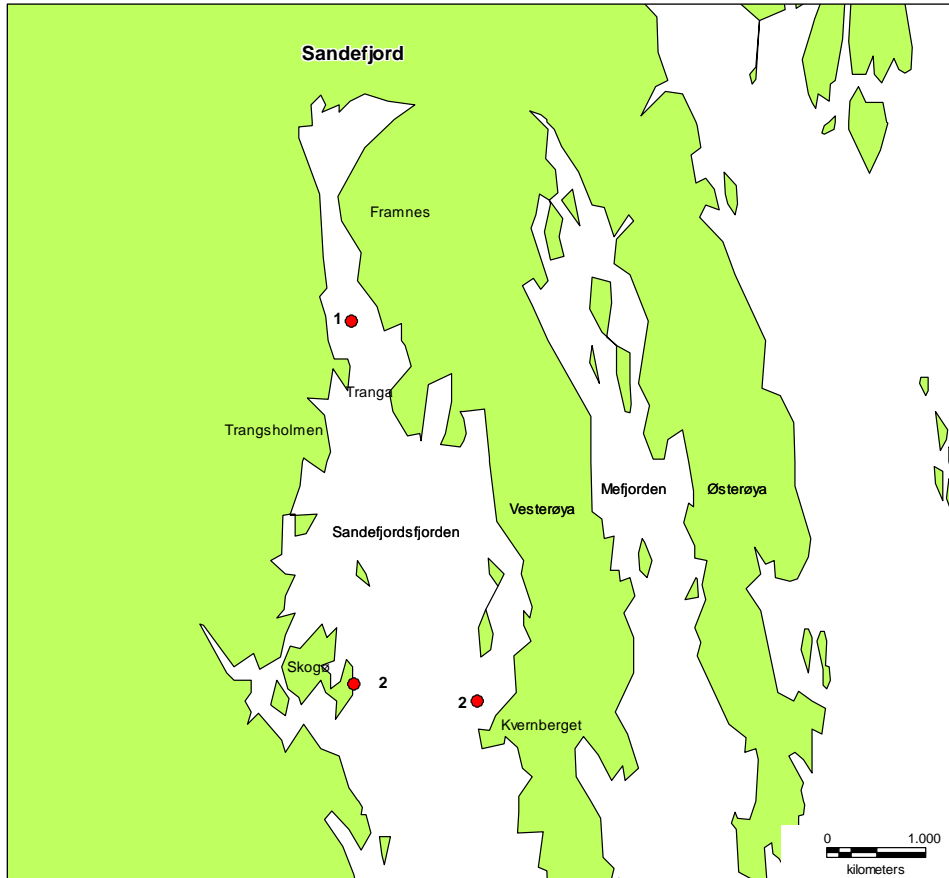


Figure 7. Map showing sampling stations in the area of Sandefjord.

Fiskens lengde, vekt, levervekt og fettinnhold i lever er vist i tabell 2. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i alder for torsk fra de to ulike stasjonene, men torskens lengde og vekt var signifikant høyere på stasjonen innenfor Tranga enn på stasjonen ved Skogø-Kvernberget (resultater ikke vist).

Table 2. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg w w)
Inside of Tranga	15	42 (37–47)	730 (500-1100)	2.1 (2-3)	0.13 (0.079 – 0.27)
Skogø-Kvernberget	15	39 (35–46)	610 (420-960)	2.1 (2-4)	0.12 (0.067 – 0.21)

Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra de to stasjonene er oppsummert i tabell 2. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble funnet i torskfilet fra Sandefjordsområdet var 0,27 mg/kg våtvekt og ingen enkeltfisk fra dette området hadde kvikksølvkonsentrasjoner over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i torskfilet fra de to stasjonene varierte mellom 0,12 og 0,13 mg/kg våtvekt (tabell 2 og figur 8) og var altså klart lavere enn den øvre grenseverdien på begge stasjoner. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom de to stasjonene (figur 8).

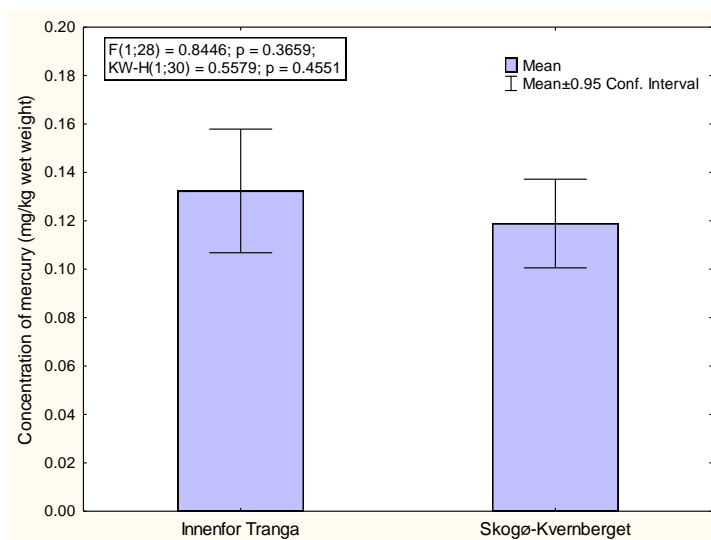


Figure 8. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from two different positions in Sandefjord. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one way-ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Spredningsplot viste ingen statistisk signifikant korrelasjon mellom konsentrasjonen av kvikksølv i filet og fiskens lengde eller vekt for torsk fra Sandefjord (resultater ikke vist). I dette området er det altså andre faktorer enn fiskens størrelse som er bestemmende for innholdet av kvikksølv i torskefilet. På grunn av svært liten spredning i alder mellom fiskene som ble fanget i Sandefjord (28 av 30 fisk var to år) var det vanskelig å konkludere om det var en korrelasjon mellom kvikksølvinnhold og alder av fisken.

Innholdet av miljøgifter i fisk fra Sandefjords-området er tidligere undersøkt i 1997 av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Knutzen og Hylland, 1998). I denne tidligere undersøkelsen ble imidlertid kvikksølvinnholdet i fiskefilet bare undersøkt for skrubbe, ikke for torsk. Kvikksølvinnholdet i skrubbefilet fra indre Sandefjordsfjorden (innenfor Tranga) ble i 1997 bestemt til 0,074 mg/kg våtvekt, langt lavere enn den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt, og noe lavere enn verdiene som ble funnet i torskefilet i den foreliggende undersøkelsen.

Kragerø

Innholdet av kvikksølv i torskefilet ble undersøkt i 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 Kjønnøya (E) (figur 9). To av disse stasjonene, stasjon B og C, er tidligere undersøkt i en miljøgiftundersøkelse foretatt av NIVA i 1999 (Næs et al., 2002), mens de tre øvrige stasjonene ikke er undersøkt tidligere.

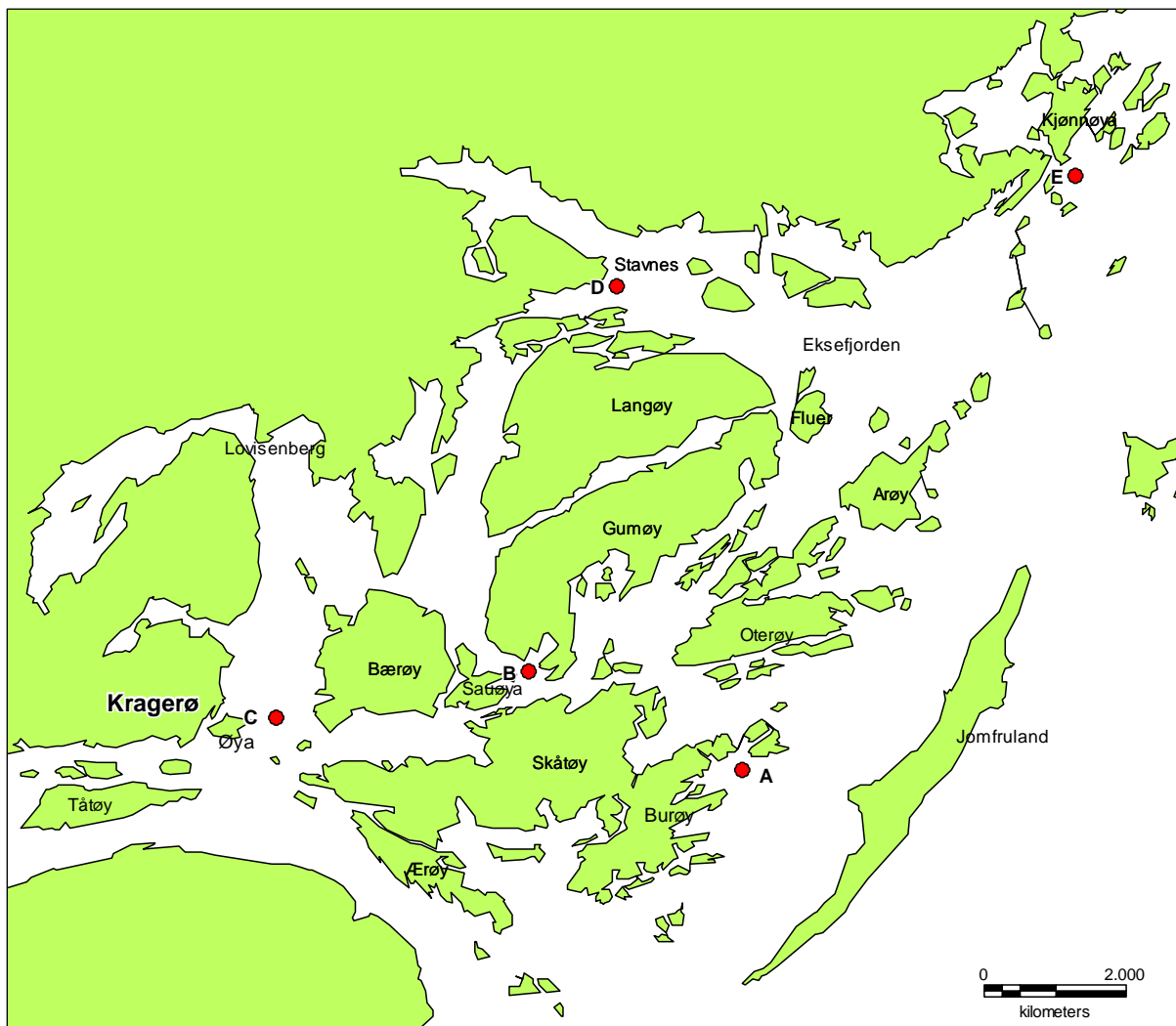


Figure 9. Map showing sampling stations in the area of Kragerø.

Lengde og vekt av fisk fra alle stasjonene er vist i tabell 3. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde eller vekt for torsk fra de fem ulike stasjonene (resultater ikke vist).

Table 3. Length, weight, age and mercury concentration in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Burøy, A	12	58 (33–82)	2300 (330-6100)		0.21 (0.072 – 0.50)
Sauøya, B	13	51 (28–90)	1900 (200-6900)	4 (1-9)	0.20 (0.051 – 0.70)
Kragerø havn, C	10	58 (34-81)	2100 (400-4900)		0.36 (0.073 – 1.1)
Stavnesfjorden, D	11	57 (34-67)	1900 (460-3300)		0.25 (0.067 – 0.43)
Kjønnøya, E	14	46 (34-66)	970 (390-2500)		0.14 (0.043 – 0.28)

Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra de fem stasjonene er oppsummert i tabell 3. Tre av totalt 60 torsk (5,0 %) fra Kragerø-området hadde kvikksølvkonsentrasjoner i filet over 0,5 mg/kg våtvekt, to fisk fra Kragerø havn (1,1 og 0,66 mg /kg våtvekt) og én fisk fra stasjonen ved Sauøya (B) (0,70 mg/kg våtvekt). Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i filet fra de fem stasjonene varierte fra 0,14 mg/kg våtvekt i torsk fra Kjønnøya (E) til 0,36 mg/kg våtvekt i torsk fra Kragerø havn (C). Det var således ingen stasjoner som hadde en gjennomsnittskonsentrasjon av kvikksølv i filet over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Tre av stasjonene, Kragerø havn (C), Burøy (A) og Stavnesfjorden (D) hadde imidlertid gjennomsnittsverdier over 0,2 mg /kg våtvekt, som er den grenseverdien som har vært benyttet når det er blitt gitt kostholdsrad/advarsler for spesielle grupper som gravide og ammende (VKM, 2006). Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de fem stasjonene (figur 10).

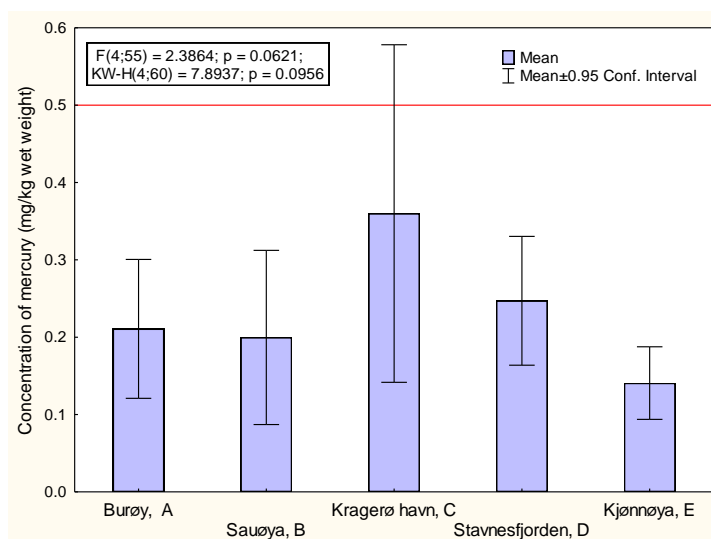


Figure 10. Concentrations of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from five different positions in Kragerø. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown. The red line shows the upper limit in EU and Norway for mercury in fish fillet (0.5 mg/kg wet weight).

Spredningsplot viste at det var god korrelasjon mellom kvikksølvinnhold i filet og lengde ($r= 0,75$, $p<0,001$) og vekt ($r= 0,74$, $p<0,001$) for fisken fra Kragerø. For torsken fra Sauøya som var aldersbestemt ble det også funnet god korrelasjon mellom kvikksølvinnhold og alder ($r= 0,82$, $p<0,001$).

En kartlegging av miljøgifter i Kragerø-området er tidligere gjennomført i 1999 av NIVA i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2002). I denne tidligere undersøkelsen ble det funnet at kvikksølvkonsentrasjonene i samleprøver av torskefilet fra stasjon B (ved Sauøya) og stasjon C (Kragerø havn) var henholdsvis 0,095 og 0,13 mg/kg våtvekt. Disse verdiene fra 1999 er lavere enn gjennomsnittverdiene som ble funnet i torskefilet fra de samme stasjonene i 2009 (0,20 og 0,36 mg/kg våtvekt). Verdiene fra 1999 ligger imidlertid innenfor (Sauøya) eller bare så vidt utenfor (Kragerø havn) 95 % konfidensintervallet for verdiene fra 2009, og det er derfor trolig at denne forskjellen skyldes tilfeldig variasjon, og ikke en reell økning i kvikksølvnivået fra 1999 til 2009. Det er også mulig at eventuelle forskjeller i kvikksølvverdier i 1999 og 2009 skyldes forskjeller i fiskens størrelse mellom de to undersøkelsene. Størrelsen på fisken som ble analysert i 1999 er imidlertid ikke oppgitt i rapporten (Næs et al., 2002), og det er derfor ikke mulig å vurdere dette. Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra de tre øvrige stasjonene i Kragerø-området, Burøy (A), Stavnesfjorden (D) og Kjønnøya (E), ble ikke undersøkt i 1999.

Tvedestrand

Innholdet av kvikksølv i filet ble undersøkt i 10 torsk fra Tvedestrandsfjorden (figur 11). Torsk fra dette området er tidligere analysert for kvikksølv og andre miljøgifter i 1997 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000).

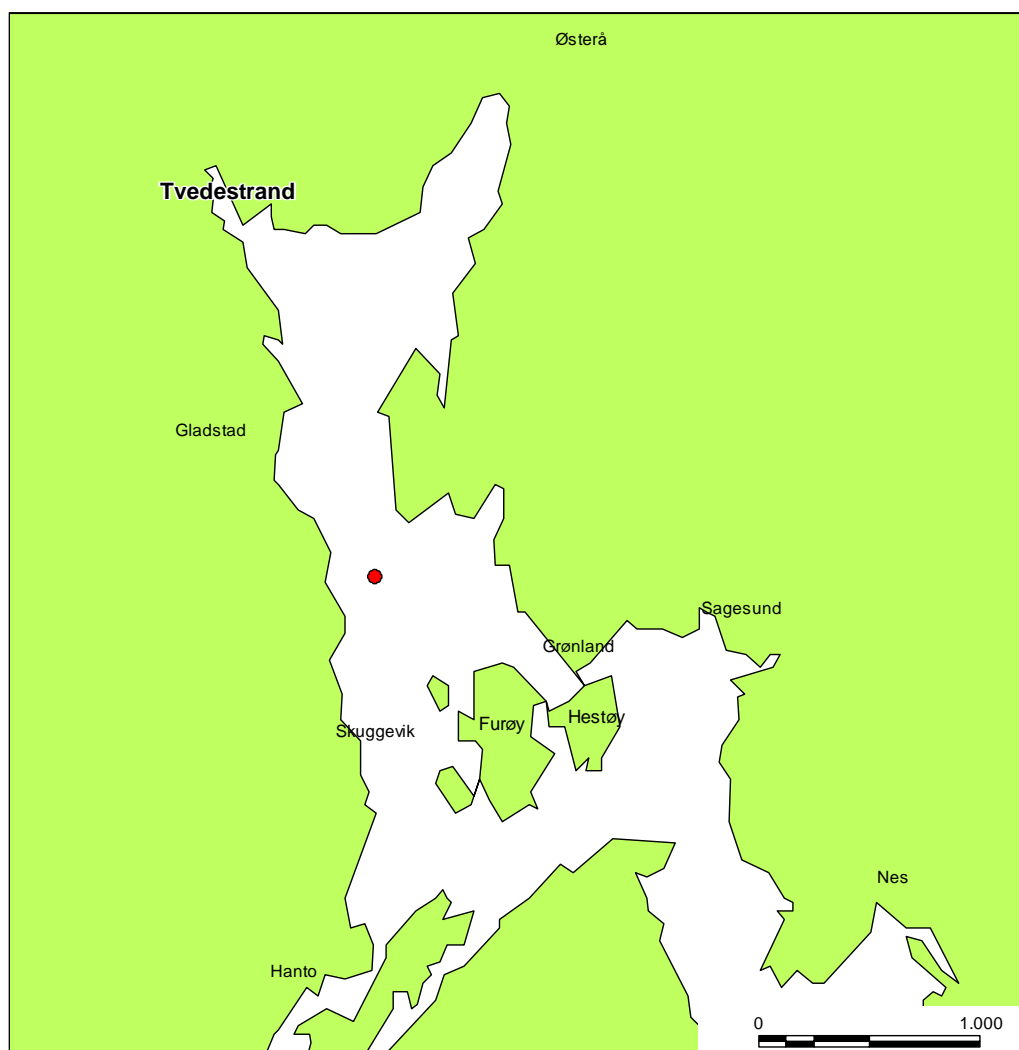


Figure 11. Map showing sampling stations in the area of Tvedestrand.

Table 4. Length, weight and mercury concentration in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Tvedestrandsfjorden	10	54 (37–65)	1500 (490-2300)		0.15 (0.038 – 0.30)

Lengde og vekt av fisken samt kvikksølvkonsentrasjon i filet er oppsummert i tabell 4. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble funnet i torskefilet fra Tvedestrandsfjorden var 0,30 mg/kg våtvekt, og ingen enkeltfisk fra dette området hadde kvikksølvkonsentrasjoner over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv var 0,15 mg/kg våtvekt (tabell 4), betydelig lavere enn den øvre grenseverdien.

Spredningsplot viste ingen signifikant korrelasjon mellom kvikksølvinnhold i filet og lengde eller vekt av fisken fra Tvedestrand (resultater ikke vist). Det må derfor være andre faktorer enn fiskens størrelse som har betydning for kvikksølvinnholdet i torskefilet fra dette området.

En kartlegging av miljøgifter i Tvedestrand havneområde ble gjennomført av NIVA i 1997 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000). I denne tidligere undersøkelsen ble det funnet at kvikksølvkonsentrasjonen i en samleprøve av torskefilet fra 18 torsk fra Tvedestrandsfjorden var 0,16 mg/kg våtvekt. Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra Tvedestrandsfjorden er således på samme nivå i 2009 (0,15 mg/kg våtvekt) som 12 år tidligere i 1997.

Lillesand

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av kvikksølv i filet fra 10 torsk fra Tingsakerfjorden ved Lillesand (figur 12). Torsk fra dette området er tidligere analysert for kvikksølv og andre miljøgifter i 1997 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000).

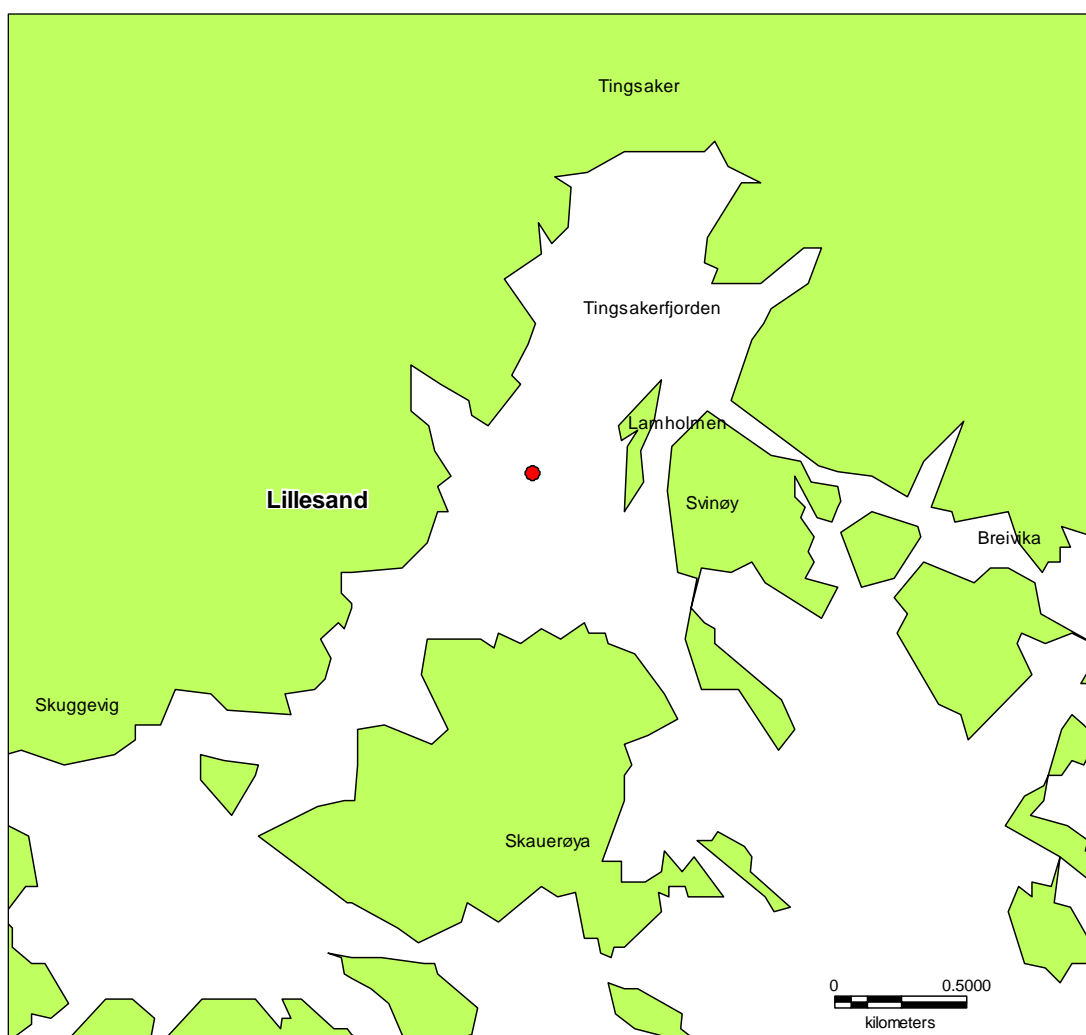


Figure 12. Map showing sampling stations in the area of Lillesand.

Table 5. Length, weight, age and mercury concentration in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Tingsakerfjorden	10	49 (39–60)	1200 (630-2300)		0.10 (0.025 – 0.28)

Lengde og vekt av fisken samt kvikksølvkonsentrasjon i filet er oppsummert i tabell 5. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble funnet i torskefilet fra Lillesand var 0,28 mg/kg våtvekt, og ingen enkeltfisk fra dette området hadde kvikksølvkonsentrasjoner over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv var 0,10 mg/kg våtvekt (tabell 4), betydelig lavere enn den øvre grenseverdien.

På samme måte som for Tvedestrand viste spredningsplot at det ikke var noen signifikant korrelasjon mellom kvikksølvinnhold i filet og lengde eller vekt av fisken fra Lillesand (resultater ikke vist). Også i dette området må det derfor være andre faktorer enn fiskens størrelse som har betydning for kvikksølvinnholdet i torskefilet.

En kartlegging av miljøgifter i Tingsakerfjorden i Lillesand ble gjennomført av NIVA i 1997 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000). I denne tidligere undersøkelsen ble det funnet at kvikksølvkonsentrasjonen i en samleprøve av torskefilet fra 20 torsk fra dette området var 0,03 mg/kg våtvekt. Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra Lillesand var altså noe høyere i 2009 (0,10 mg/kg våtvekt) enn i 1997, men nivået er fremdeles lavt. Av alle havnene som er undersøkt i den foreliggende undersøkelsen var det bare Hammerfest, Honningsvåg og Egersund som hadde lavere gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i torskefilet enn Lillesand.

Farsund

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av kvikksølv i filet 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) (figur 13). Stasjon 1 og 2 er tidligere undersøkt i en miljøgiftundersøkelse foretatt av NIVA i 1997 (Næs et al., 2000), mens torsk fra de tre øvrige stasjonene ikke er undersøkt tidligere.

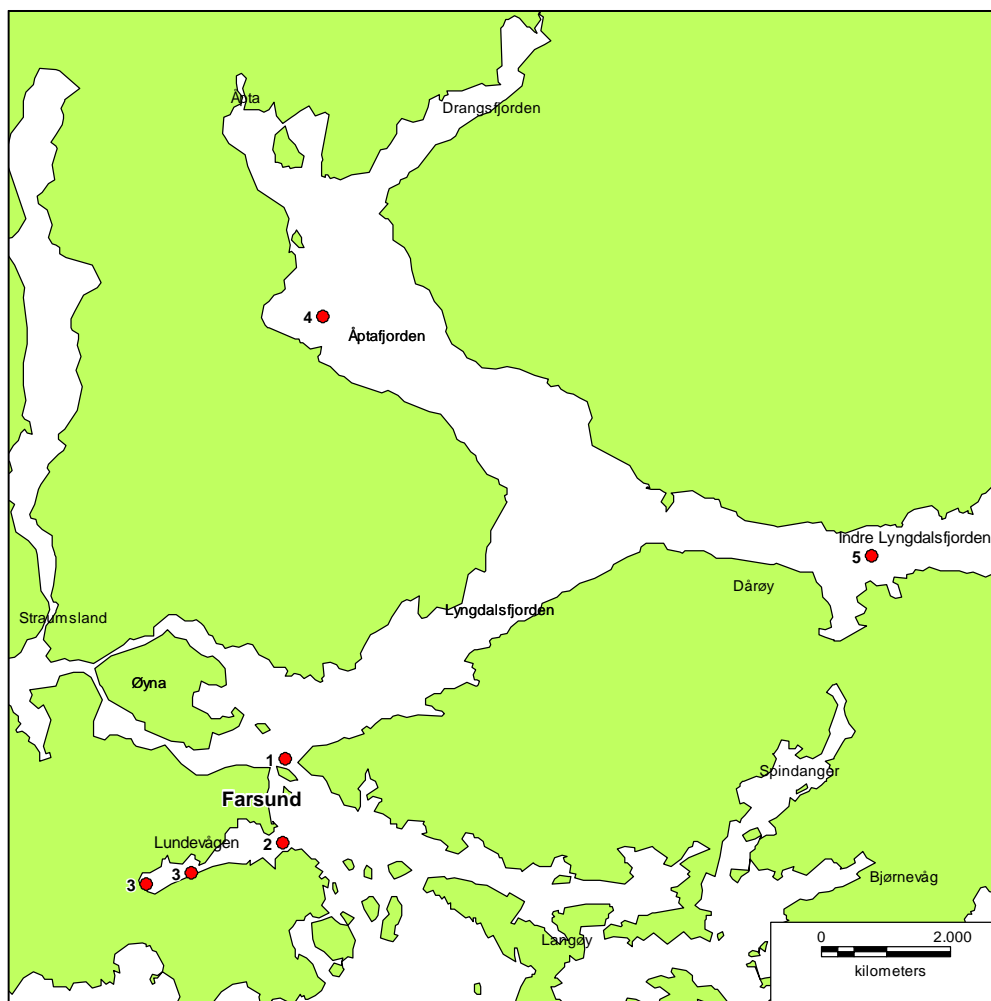


Figure 13. Map showing sampling stations in the area of Farsund.

Lengde og vekt av torsk fra alle stasjonene er vist i tabell 6. 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).

Table 6. Length, weight and mercury concentration in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Farsund nord, 1	14	51 (44–63)	1300 (920-2100)		0.15 (0.062 – 0.32)
Ytre Lunde vågen, 2	12	41 (35–48)	840 (460-1200)		0.056 (0.036 – 0.082)
Indre Lunde vågen, 3	14	50 (42-67)	1400 (840-3300)		0.069 (0.035 – 0.13)
Åptafjorden, 4	5	44 (39-51)	850 (640-1200)		0.061 (0.035 – 0.11)
Indre Lyngdalsfjord, 5	14	47 (29-71)	1300 (340-3100)		0.15 (0.054 – 0.60)

Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra de fem stasjonene er oppsummert i tabell 6. Resultatene viste at én av totalt 59 torsk (1,7 %) fra Farsund-området hadde en kvikksølvkonsentrasjon i filet over 0,5 mg/kg våtvekt, en torsk fra Indre Lyngdalsfjord med kvikksølvkonsentrasjon 0,60 mg/kg våtvekt.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i filet fra de fem stasjonene varierte fra 0,056 til 0,15 mg/kg våtvekt. Det var således ingen stasjoner som hadde en gjennomsnittskonsentrasjon av kvikksølv i filet over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt.

Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra Farsund nord var signifikant høyere enn i torskfilet fra både Ytre Lunde vågen og Indre Lunde vågen, men ellers var det ingen statistisk signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom stasjonene (figur 14).

Spredningsplot viste at det var en god korrelasjon mellom kvikksølvinnhold i filet og lengde ($r=0,74$, $p<0,001$) og vekt ($r=0,68$, $p<0,001$) for fisken fra Farsund-området, slik at kvikksølvinnholdet økte med økende størrelse på fisken. Siden torsken fra Farsund nord var signifikant større enn torsken fra ytre Lunde vågen (se tabell 6) er det mulig at størrelsesforskjeller delvis kan forklare forskjellen i kvikksølvinnhold mellom disse to stasjonene. Det var imidlertid ingen signifikant forskjell i størrelse mellom fisk fra Farsund nord og fisk fra indre Lunde vågen, og forskjellen i kvikksølvinnhold mellom fisk fra disse to stasjonene kan derfor ikke forklares ved forskjeller i størrelse.

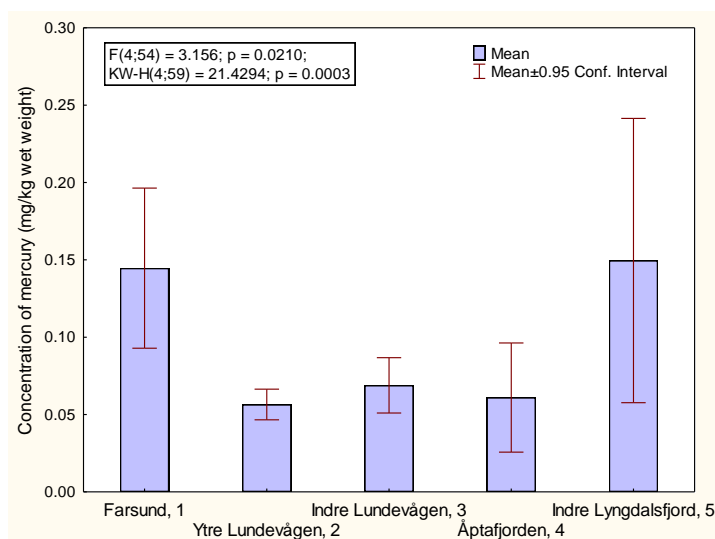


Figure 14. Concentrations of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from five different positions in Farsund. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

En kartlegging av miljøgifter i Farsund havneområde er tidligere foretatt av NIVA i 1997 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000). Resultatene fra denne tidligere undersøkelsen viste at kvikksølvkonsentrasjonene i samleprøver av torskefilet fra Farsund nord (1) og ytre Lundevågen (2) var henholdsvis 0,09 og 0,16 mg/kg våtvekt. For Farsund nord var verdien fra 1997 lavere enn gjennomsnittsverdien for samme stasjon i 2009. Verdien fra 1997 ligger imidlertid innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor trolig at denne forskjellen skyldes tilfeldig variasjon, og ikke en reell økning i kvikksølvnivået mellom 1997 og 2009. For ytre Lundevågen var kvikksølvnivået i 1997 betydelig høyere enn gjennomsnittsverdien for samme stasjon i 2009. I dette tilfellet ligger verdien fra 1997 tydelig utenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor mulig at dette gjenspeiler en reell nedgang i kvikksølvnivået i torskefilet fra ytre Lundevågen i perioden fra 1997 til 2009. Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra de tre øvrige stasjonene i Farsund-området, indre Lundevågen (3), Åptafjorden (4) og indre Lyngdalsfjord (5), ble ikke undersøkt i 1997. Ved sammenligning av kvikksølvverdiene fra 1997 og 2009 var det ikke mulig å ta hensyn til eventuelle forskjeller i fiskens størrelse, da størrelsen på fisken som ble analysert i 1997 ikke er oppgitt i rapporten (Næs et al., 2000).

Flekkefjord

I dette prosjektet har vi undersøkt kvikksølvinnholdet i filet fra 15 torsk fra hver av to stasjoner ved Tjørsvåg (1) og i Lafjord (2) (figur 15). De samme stasjonene er tidligere undersøkt i en miljøgiftundersøkelse foretatt av NIVA i 1997 (Næs et al., 2000).



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

Lengde og vekt for torsk fra de to stasjonene er vist i tabell 7. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i fiskens lengde eller vekt mellom de to stasjonene (resultat av ANOVA ikke vist).

Table 7. Length, weight and mercury concentration in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Tjørsvåg , 1	15	57 (42–68)	1900 (820-3200)		0.21 (0.067 – 0.44)
Lafjord, 2	15	54 (37–76)	1800 (520-3900)		0.17 (0.057 – 0.42)

Innholdet av kvikksølv i torskfiletprøvene er oppsummert i tabell 7. Resultatene viste at kvikksølvkonsentrasjonen varierte mellom enkeltfisk, men ingen torsk fra dette området hadde konsentrasjoner i filet over EUs øvre grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv var betydelig lavere enn 0,5 mg/kg våtvekt på begge stasjoner, men gjennomsnittskonsentrasjonen i Tjørsvåg var såvidt høyere enn 0,2 mg/kg våtvekt, grenseverdien som har vært brukt for å gi kostholdsrad/advarsler for gravide og ammende (tabell 7, figur 16). Det var ingen signifikant forskjell i kvikksølvkonsentrasjon mellom de to stasjonene (figur 16).

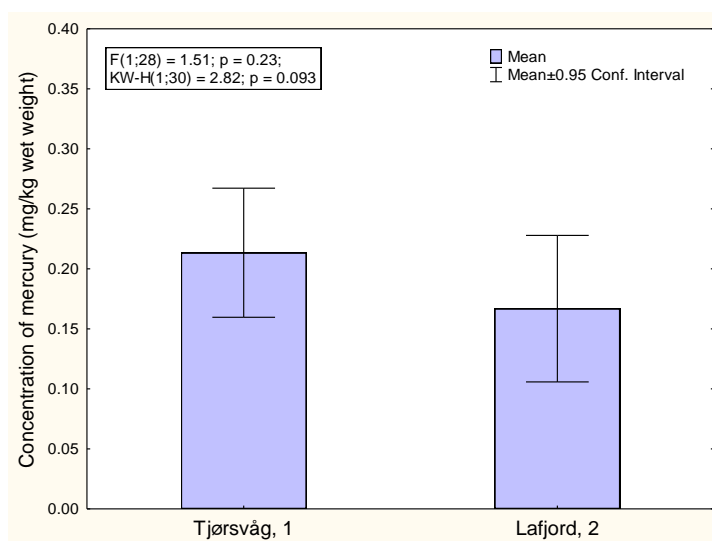


Figure 16. Concentrations of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from two different positions in Flekkefjord. Results are shown as mean \pm 95% confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Spredningsplot viste at det var en klar sammenheng mellom kvikksølvkonsentrasjon i filet og både lengde ($p < 0,001$, $r = 0,63$) og vekt ($p < 0,001$, $r = 0,62$) for fisken fra Flekkefjord, slik at kvikksølvnivået økte med økende størrelse på fisken.

Nivåer av miljøgifter i Flekkefjord havneområde er tidligere undersøkt av NIVA i 1997 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Næs et al., 2000). Resultatene fra denne tidligere undersøkelsen viste at kvikksølvkonsentrasjonene i samleprøver av torskfilet fra 10 fisk fra Tjørsvåg og fire fisk fra Lafjord var henholdvis 0,19 og 0,08 mg/kg våtvekt. For Tjørsvåg ligger verdien fra 1997 innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor trolig at denne forskjellen skyldes tilfeldig variasjon, og ikke en reell økning i kvikksølvnivået mellom 1997 og 2009. For Lafjord var kvikksølvnivået i samleprøven fra 1997 klart lavere enn gjennomsnittsverdien som ble målt på denne stasjonen i 2009. Samleprøven fra 1997 var imidlertid slått sammen fra kun fire fisk noe som gjør denne verdien mer usikker. Det er derfor vanskelig å si med sikkerhet om det har vært en reell økning i kvikksølvnivået i torskfilet fra Lafjord i perioden fra 1997 til 2009. Ved sammenligning av kvikksølvverdiene fra 1997 og 2009 er det ikke tatt hensyn til eventuelle forskjeller i fiskens størrelse som kan ha betydning for kvikksølvkonsentrasjonene, siden størrelsen på fisken som ble analysert i 1997 ikke er oppgitt i rapporten (Næs et al., 2000).

Egersund

Kvikksølvinnholdet ble bestemt i torskfilet fra 13-15 torsk fra hver av to stasjoner ved Eigerøy bru (M21) og Vardberg (M22) (figur 17). De samme to stasjonene 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), men den gang ble all torskfilet fra begge disse stasjonene slått sammen til én samleprøve før analyse.

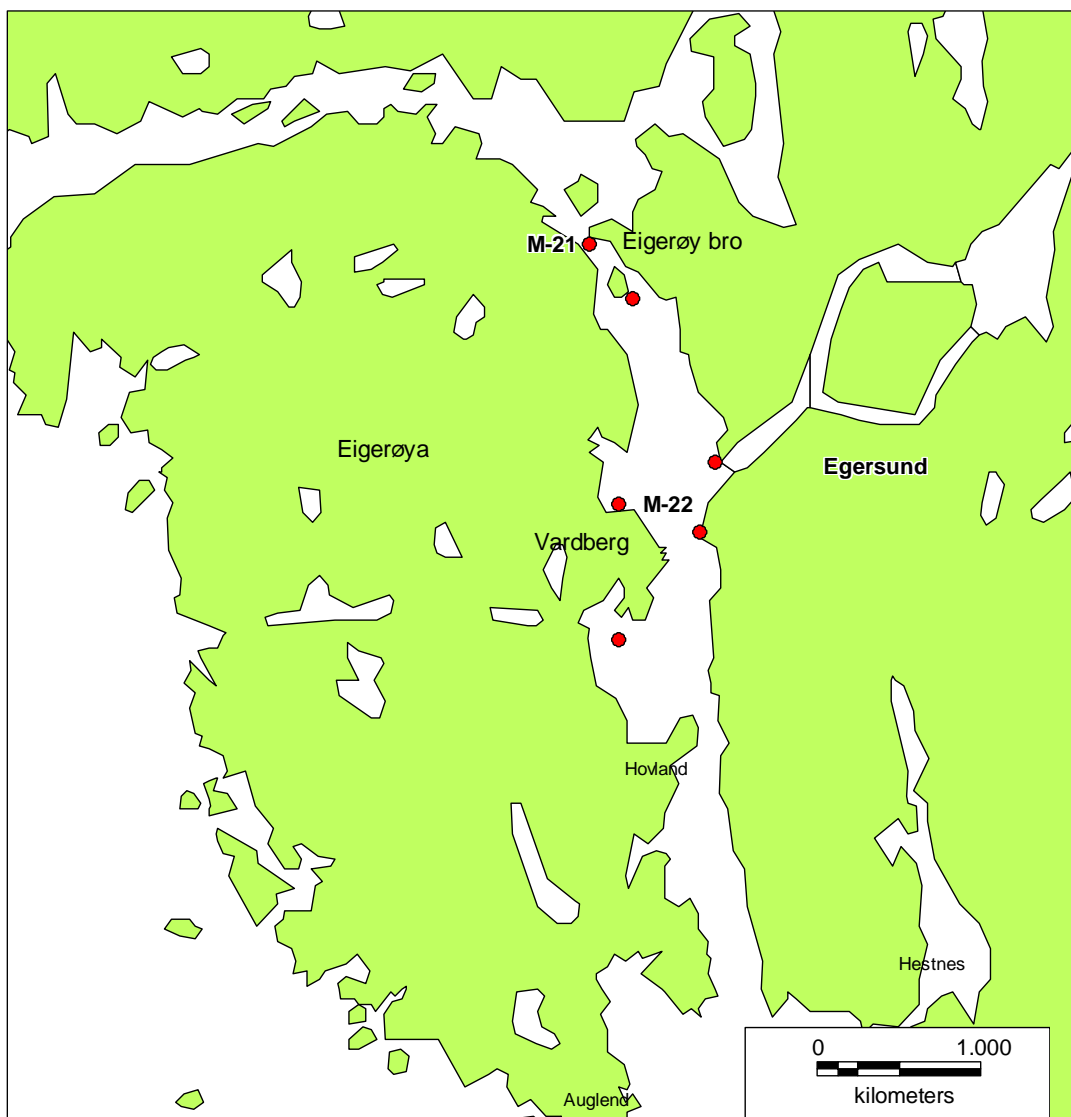


Figure 17. Map showing sampling stations in the area of Egersund.

Lengde og vekt av fisk fra de to stasjonene er vist i tabell 8. Fisken fra Eigerøy bru hadde signifikant lavere vekt enn fisken fra Vardberg, men forskjellen i lengde mellom fisken fra de to stasjonene var ikke statistisk signifikant (resultater ikke vist).

Table 8. Length, weight and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Eigerøy bru, M21	13	50 (39–63)	1400 (620-2500)		0.057 (0.029 – 0.12)
Vardberg, M22	15	55 (43–69)	1900 (1000-3100)		0.10 (0.050 – 0.30)

Nivået av kvikksølv i torskfilet fra Egersund-området var lavt (tabell 8). Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble funnet i dette området var 0,30 mg/kg våtvekt, og ingen enkeltfisk fra dette området hadde kvikksølvkonsentrasjoner over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt.

Den gjennomsnittlige kvikksølvkonsentrasjonen i filet var betydelig lavere enn den øvre grenseverdien på begge stasjoner (figur 18). Kvikksølvkonsentrasjonen i torskfilet fra Eigerøy bru var signifikant lavere enn i torskfilet fra Vardberg. Det er mulig at dette kan skyldes forskjeller i størrelse mellom fisken fra de to stasjonene da spredningsplot viste at kvikksølvkonsentrasjonen var signifikant positivt korrelert både med fisken lengde ($r=0,57$, $p=0,0017$) og vekt ($r=0,60$, $p<0,001$).

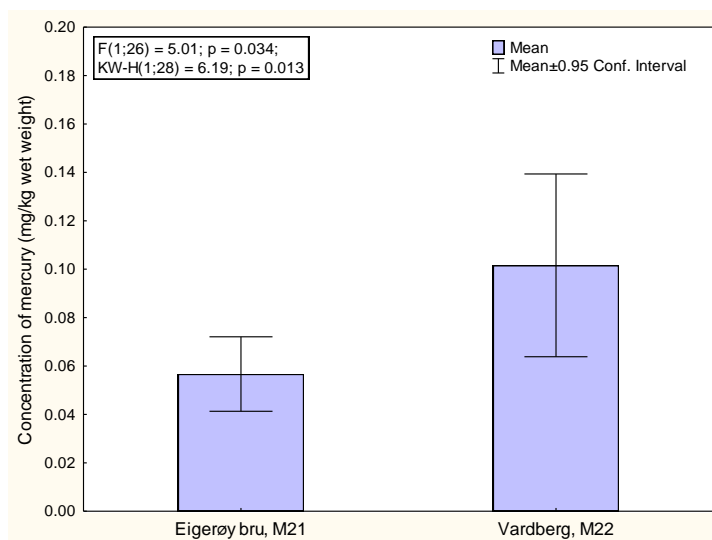


Figure 18. Concentrations of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from two different positions in Egersund. Results are shown as mean \pm 95% confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra Eigerøy bru og Vardberg i Egersund er også tidligere undersøkt i 1999/2000 av Rogalandsforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland som en del av Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001). I denne tidligere undersøkelsen

ble all torskefilet fra begge disse stasjonene slått sammen til én samleprøve før analyse, og kvikksølvkonsentrasjonen i denne samleprøven var 0,067 mg/kg våtvekt. Dette stemmer godt overens med gjennomsnittet av verdiene for disse to stasjonene i 2009 (0,080 mg/kg), og nivået av kvikksølv i torskefilet fra Egersund ser derfor ikke ut til å være vesentlig endret i 10-årsperioden mellom 1999/2000 og 2009. Ved sammenligning av kvikksølvverdiene fra 1999/2000 og 2009 er det ikke tatt hensyn til eventuelle forskjeller i fiskens størrelse som kan ha betydning for kvikksølvkonsentrasjonene, siden størrelsen på fisken som ble analysert i 1999/2000 ikke var tilgjengelig i rapporten (Gjerstad et al., 2001).

Sandnes

I dette prosjektet har vi undersøkt innholdet av kvikksølv i filet fra 8-14 torsk fra hver av fire stasjoner ved Jåttåvågen (L16), Dale (L17), Lurahammeren (M19) og Sandnes havn (M18) (figur 19). De samme fire stasjonene er tidligere undersøkt av Rogalandsforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i 1999/2000 som en del av Statlig program for forurensingsovervåking (Gjerstad et al., 2001).

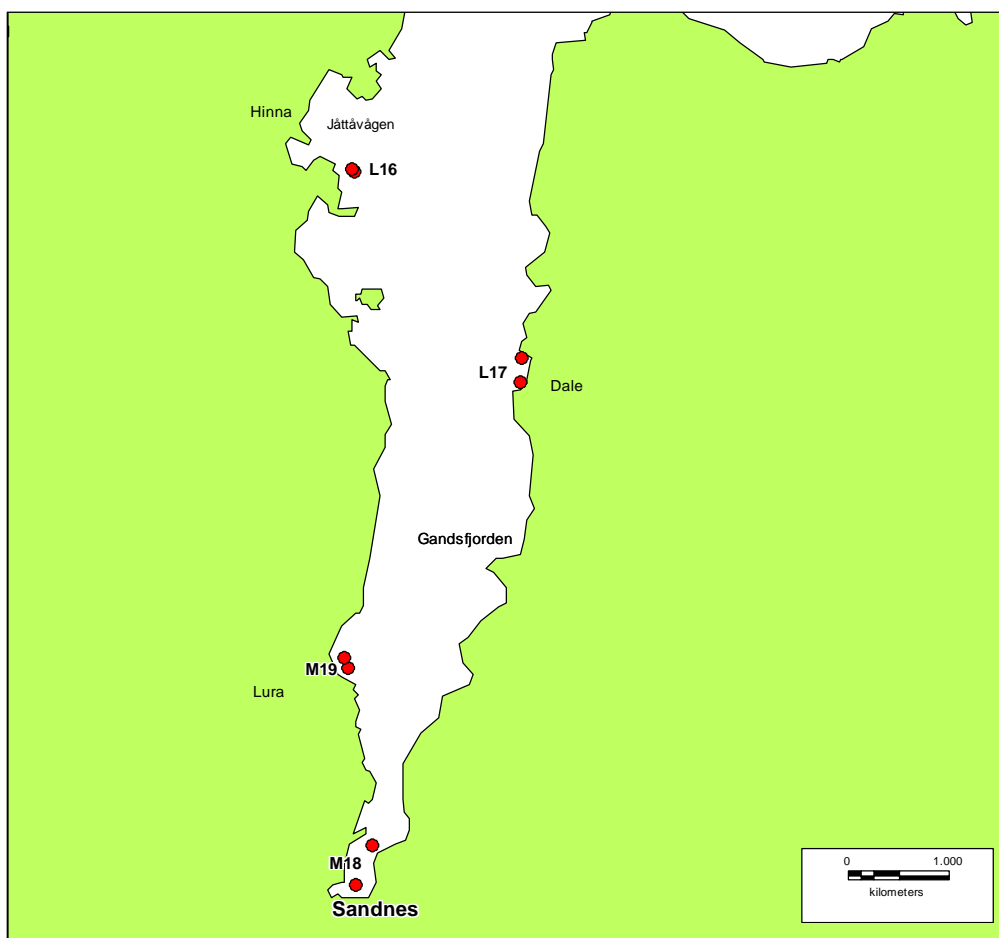


Figure 19. Map showing sampling stations in the area of Sandnes.

Lengde, vekt og alder av fisk fra de fire stasjonene er vist i tabell 9. Fisken fra Sandnes havn var signifikant mindre enn fisken fra Jåttåvågen og Lurahammeren (resultater ikke vist).

Table 9. Length, weight, age and concentration of mercury in 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)	Hg (mg/kg ww)
Jåttåvågen, L16	12	47 (34–59)	1200 (300-2100)		0,13 (0,050 – 0,24)
Dale, L17	8	40 (31–47)	680 (260-1000)		0,11 (0,042 – 0,18)
Lurahammeren, M19	14	49 (35-66)	1300 (380-3000)	3.2 (2-5)	0,17 (0,038 – 0,34)
Sandnes havn, M18	9	33 (28-51)	470 (230-1500)	2.1 (2-3)	0,045 (0,019 – 0,086)

Innholdet av kvikksølv i torskfiletprøvene er oppsummert i tabell 9. Kvikksølvkonsentrasjonen i enkeltfisk varierte mellom 0,019 og 0,34 mg/kg våtvekt, og ingen enkeltfisk fra dette området hadde verdier over EUs og Norges øvre grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på de fire stasjonene i Sandnes-området varierte mellom 0,045 og 0,17 mg/kg våtvekt, og var altså betydelig lavere enn grenseverdien på samtlige stasjoner.

Torsk fra Sandnes havn hadde signifikant lavere kvikksølvkonsentrasjon enn fisk fra Jåttåvågen og Lurahammeren (figur 20). Dette kan forklares ved at fisken fra Sandnes havn var signifikant mindre enn fisken fra disse to stasjonene, siden spredningsplot viste at det var tydelig positiv korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon og både lengde ($r = 0,73$, $p < 0,001$), vekt ($r = 0,66$, $p < 0,001$) og alder ($r = 0,91$, $p < 0,001$) for fisken fra Sandnes-området. Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra Dale var ikke signifikant forskjellig fra de andre stasjonene, noe som stemmer bra overens med at størrelsen på fisken fra denne stasjonen ikke var signifikant forskjellig fra de øvrige stasjonene (resultater ikke vist).

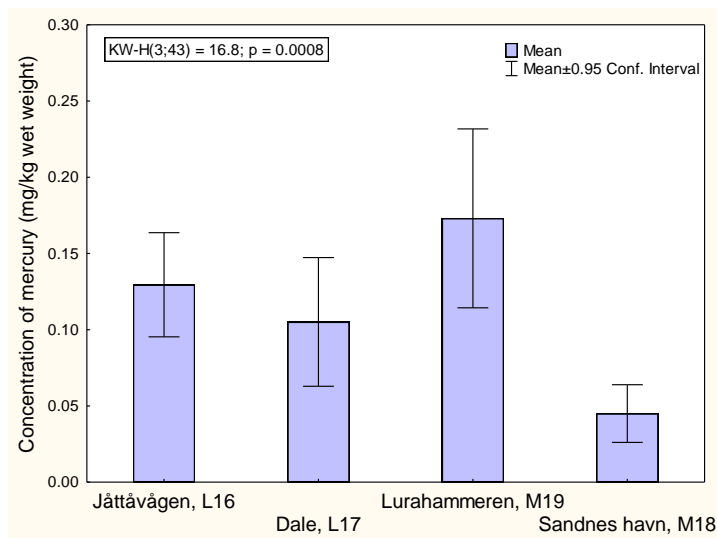


Figure 20. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from four different positions in the Sandnes area. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra de samme fire havnene i Sandnes-området er tidligere undersøkt i 1999/2000 av Rogalandforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland (Gjerstad et al., 2001). Sammenligning med resultatene fra denne tidligere undersøkelsen viste at kvikksølvkonsentrasjonen i torskfilet fra Sandnes havn var svært likt i 1999/2000 (0,057 mg/kg våtvekt) og i 2009 (0,045 mg/kg våtvekt). Innholdet av kvikksølv i torskfilet fra Jåttåvågen, Dale og Lurahammeren var imidlertid betydelig lavere i 1999/2000 (0,017, 0,014 og 0,054 mg/kg våtvekt) enn i 2009 (0,13, 0,11 og 0,17 mg/kg våtvekt). Størrelsen på fisken som ble analysert i 1999/2000 var ikke tilgjengelig fra rapporten (Gjerstad et al., 2001), og det er derfor ikke mulig å si om denne forskjellen kan forklares ved forskjeller i størrelse mellom fisken fra 1999/2000 og fisken fra 2009.

Stavanger

Innholdet av kvikksølv er i dette prosjektet analysert i filet fra 10-15 torsk fra hver av seks stasjoner ved Norestraen (L2), Vågen (L4), Sølyst vest (L8), Galeivågen (L10), Leirvik (L13) og Hillevåg (M17) (figur 21). De samme seks stasjonene ble også undersøkt av Rogalandforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i 1999/2000 som en del av Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001). I tillegg er det i dette prosjektet analysert 11 torsk fra en stasjon i Lundsvågen (A), øst for Galeivågen, som ikke er undersøkt tidligere.

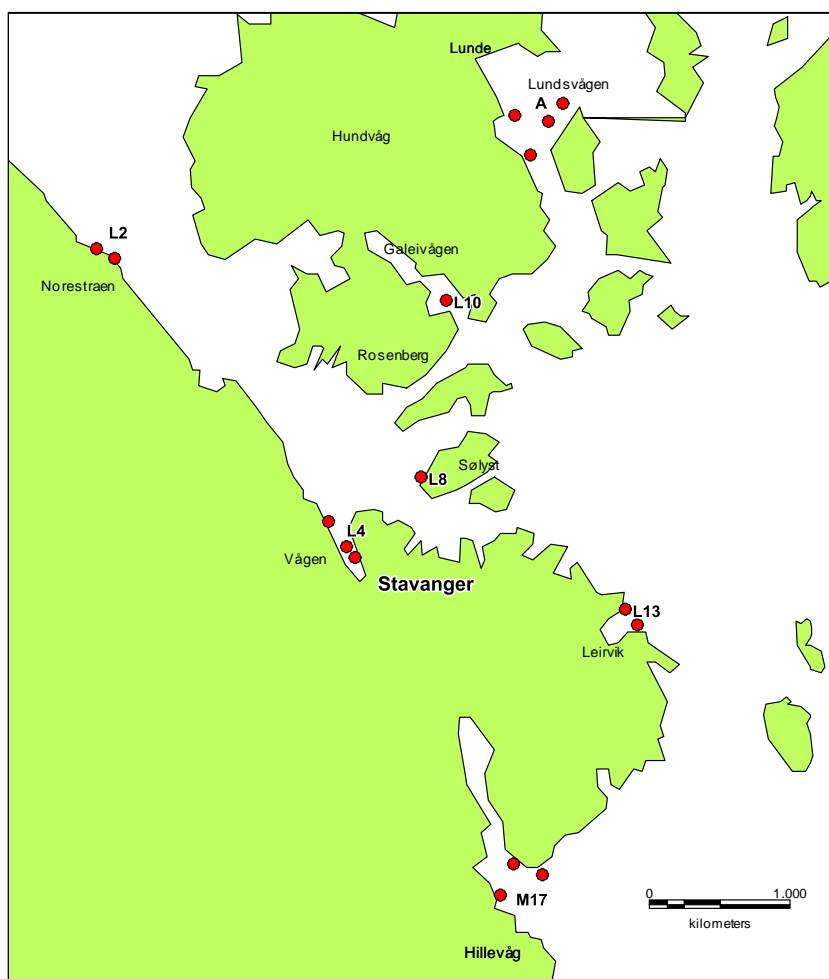


Figure 21. Map showing sampling stations in the area of Stavanger.

Lengde, vekt og alder for fisk fra de syv stasjonene er vist i tabell 10. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i lengde eller vekt mellom fisk fra 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.

Table 10. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Norestraen, L2	10	47 (37–58)	1000 (460-1700)		0.14 (0.057 – 0.22)
Vågen, L4	10	49 (38–68)	1200 (500-2300)	3.1 (2–6)	0.17 (0.088 – 0.29)
Sølyst vest, L8	11	46 (33-69)	1000 (370-2500)	3.1 (2–6)	0.16 (0.080 – 0.29)
Galeivågen, L10	10	43 (38-54)	800 (520-1700)	3.2 (2–5)	0.25 (0.094 – 0.45)
Leirvik, L13	13	45 (32-59)	1000 (340-1900)		0.12 (0.037 – 0.27)
Hillevåg, M17	15	46 (33-70)	1000 (360-3400)		0.14 (0.056 – 0.31)
Lundsvågen, A	11	47 (36-77)	1100 (380-3700)	2.7 (2–6)	0.20 (0.079 – 0.76)

Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra de syv stasjonene er oppsummert i tabell 10. Resultatene viste at kun én av totalt 80 torsk (1,3 %) fra Stavanger-området hadde en kvikksølvkonsentrasjon i filet over 0,5 mg/kg våtvekt, dette var en torsk fra Lundsvågen med kvikksølvkonsentrasjon på 0,76 mg/kg våtvekt. Spredningsplot viste at det var tydelig positiv korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon og både lengde ($r = 0,58$, $p < 0,001$), vekt ($r = 0,61$, $p < 0,001$) og alder ($r = 0,68$, $p < 0,001$) for fisken fra Stavanger-området, og fisken med det høyeste kvikksølvinnholdet i filet var den største torsken som ble fanget i dette området (77 cm, 3,7 kg, 6 år) (resultater ikke vist).

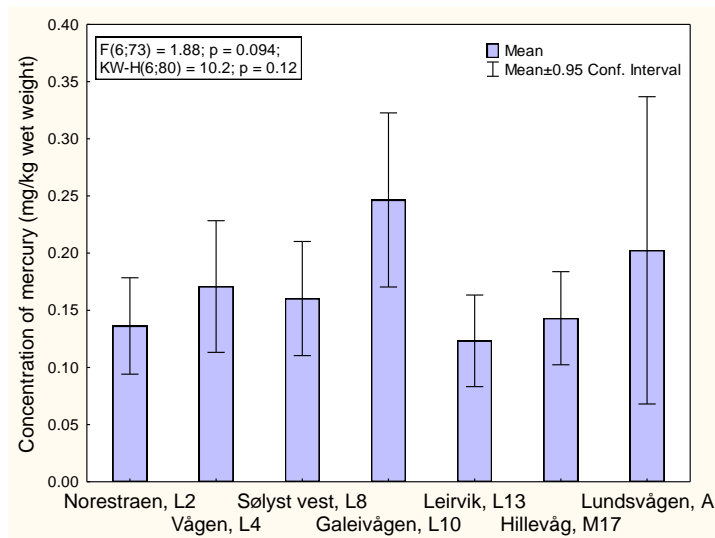


Figure 22. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from seven different positions in the Stavanger area. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from one-way ANOVA and Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i filet fra de syv stasjonene varierte mellom 0,12 og 0,25 mg/kg våtvekt. Det var således ingen stasjoner som hadde en gjennomsnittskonsentrasjon av kvikksølv i filet over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt, men stasjonen i Galeivågen hadde en gjennomsnittskonsentrasjon over 0,2 mg/kg våtvekt, grenseverdien som har vært benyttet når det er blitt gitt kostholdsrad for gravide og ammende. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de ulike stasjonene (figur 14).

Sammenligning av resultatene i dette prosjektet med resultatene fra undersøkelsen i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2000) viste at kvikksølvinnholdet i torskfilet var høyere i den foreliggende undersøkelsen i forhold til tidligere resultater fra de samme stasjonene. Mens kvikksølvkonsentrasjonen i samleprøver av torskfilet fra stasjonene Norestraen, Vågen, Sølyst vest, Galeivågen, Leirvik og Hillevåg varierte mellom 0,025 og 0,096 mg/kg våtvekt i 1999/2000, varierte gjennomsnittskonsentrasjonene på de samme stasjonene i 2009 mellom 0,12 og 0,25 mg/kg våtvekt. Alle verdiene fra 1999/2000 lå utenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdiene for de tilsvarende stasjonene i 2009, og det er derfor sannsynlig at verdiene er signifikant forskjellige. Siden størrelsen på fisken som ble analysert i 1999/2000 ikke var tilgjengelig fra rapporten (Gjerstad et al., 2001), er det ikke mulig å si om denne forskjellen kan forklares ved forskjeller i størrelse mellom fisken fra 1999/2000 og fisken fra 2009.

Karmsundet

I dette arbeidet er innholdet av kvikksølv i filet undersøkt for 15 torsk fra hver av fem stasjoner ved Vik (M4), Salhusbroen (M5), Høgevardene (M6), Kopervik (M8) og Vedavågen (M13) (figur 23). Dette er fem av til sammen ni stasjoner i Karmsundet som tidligere er undersøkt av Rogalandforskning og Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland i 1999/2000 som en del av Statlig program for forurensingsovervåkning (Gjerstad et al., 2001).

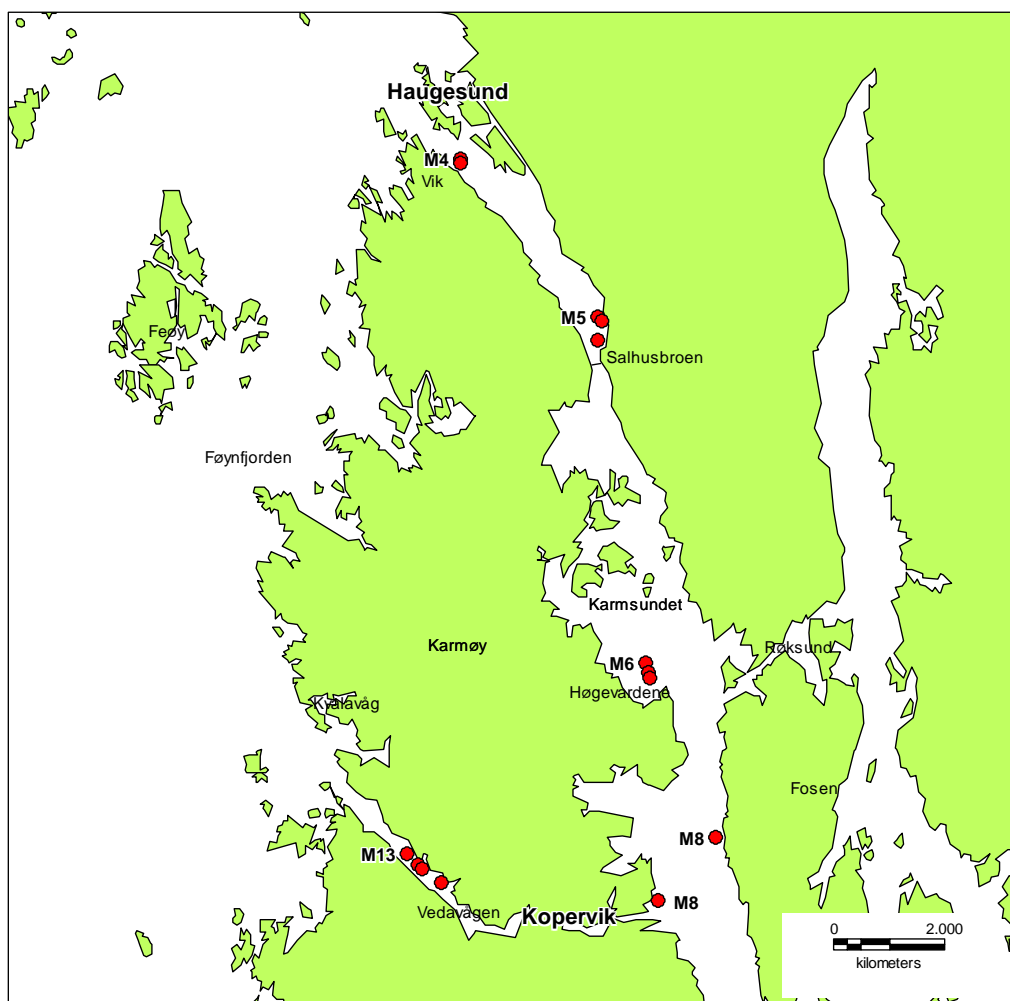


Figure 23. Map showing sampling stations in the area of Karmsundet.

Lengde, vekt, og alder for fisken fra de fem stasjonene er vist i tabell 11. Det var ingen statistisk signifikante forskjeller 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 fisk fra Salhusbroen (resultater av ANOVA ikke vist).

Table 11. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Vik, M4	15	48 (36–71)	1400 (470-3700)	3.4 (2–7)	0.15 (0.065 – 0.34)
Salhusbroen, M5	15	44 (35–58)	990 (460-2400)	2.6 (2–5)	0.11 (0.038 – 0.26)
Høgevarde, M6	15	48 (36-73)	1300 (420-3400)	3.3 (2–6)	0.19 (0.10 – 0.44)
Kopervik, M8	15	51 (35-75)	1600 (420-4500)	3.4 (2–6)	0.24 (0.052 – 0.51)
Vedavågen, M13	15	36 (30-42)	500 (260-820)	1.9 (1–2)	0.044 (0.024 – 0.068)

Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra de fem stasjonene er oppsummert i tabell 11. Resultatene viste at én av totalt 75 torsk (1.3 %) fra Karmsundet hadde en kvikksølvkonsentrasjon i filet så vidt over 0,5 mg/kg våtvekt. Dette var en torsk fra Kopervik med kvikksølvkonsentrasjon på 0,51 mg/kg våtvekt.

Spredningslot viste at det var en svært god korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon i filet og både lengde ($r= 0,82$, $p<0,001$), vekt ($r= 0,81$, $p<0,001$) og alder ($r=0,83$, $p<0,001$). Torsken med den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen var likevel ikke blant de største torskene i dette området, med vekt og lengde på 2,8 kg og 66 cm. Fisken var imidlertid blant de tre eldste torskene fanget i Karmsundet med en alder på 6 år.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i filet fra de fem stasjonene varierte mellom 0,044 og 0,24 mg/kg våtvekt. Ingen stasjoner hadde et gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i filet over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt, men gjennomsnittlig kvikksølvinnhold i torskefilet fra Kopervik var høyere enn 0,2 mg/kg våtvekt, grenseverdien som har vært brukt når det er blitt gitt kostholdsrad for gravide og ammende. Den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv i filet ble funnet på stasjonen i Vedavågen, og kvikksølvinnholdet i torsk fra denne stasjonen var signifikant lavere enn på alle de fire andre stasjonene (figur 24). Dette kan delvis forklares ved at fisken fra Vedavågen var signifikant mindre og yngre enn fisk fra de andre stasjonene (med unntak av Salhusbroen). Det var ingen statistisk signifikante forskjeller i kvikksølvkonsentrasjon mellom de fire stasjonene som lå i selve Karmsundet (Vik, Salhusbroen, Høgevarde og Kopervik).

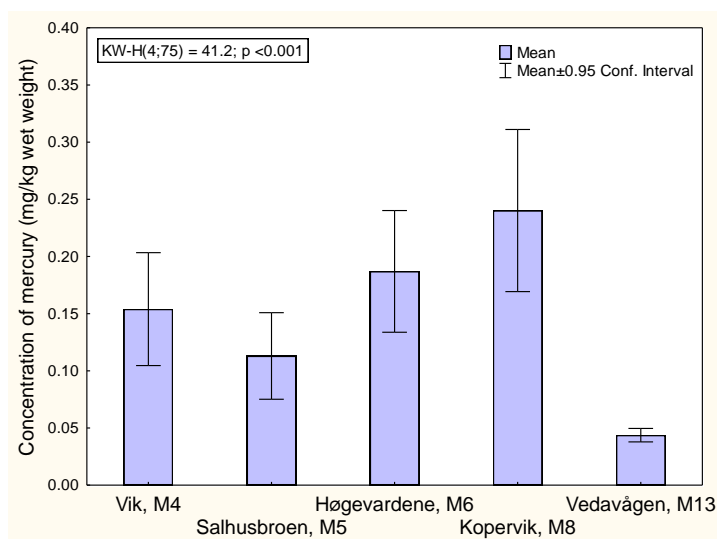


Figure 24. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from five different positions in the Karmsundet area. Results are shown as mean \pm 95 % confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Sammenligning av resultatene i dette prosjektet med resultatene fra undersøkelsen i 1999/2000 (Gjerstad et al., 2000) der det ble analysert samleprøver av fisk fra de samme stasjonene, viste at kvikksølvinnholdet i torskefilet var tilnærmet likt for torsk fra Salhusbroen (0,12 mg/kg), lavere for fisk fra stasjonene Vik, Høgevardene og Kopervik (henholdsvis 0,058, 0,099 og 0,12 mg/kg våtvekt), og høyere for fisk fra Vedavågen (0,12 mg/kg våtvekt) i 1999/2000 i forhold til i 2009. For alle stasjoner unntatt Salhusbroen, lå verdiene for samleprøvene i 1999/2000 utenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdiene for de tilsvarende stasjonene i 2009, og det er derfor sannsynlig at verdiene er signifikant forskjellige. Siden størrelsen på fisken som ble analysert i 1999/2000 ikke var tilgjengelig fra rapporten (Gjerstad et al., 2001), er det ikke mulig å si om denne forskjellen kan forklares ved forskjeller i størrelse mellom fisken fra 1999/2000 og fisken fra 2009.

Svolvær

Kvikksølvinnholdet i torskefilet fra Svolvær-området ble undersøkt i 15 torsk fra Svolvær havn (SV-T1) og i 15 torsk fra Osanpollen (SV-T2) (figur 25). En samleprøve av torskefilet fra Svolvær havn er tidligere analysert for metaller i en undersøkelse foretatt i 2001 av Det Norske Veritas (DNV) på vegne av Fylkesmannen i Nordland (Bjørnbom et al., 2003), men torskefilet fra Osanpollen ble ikke analysert i denne tidligere undersøkelsen.

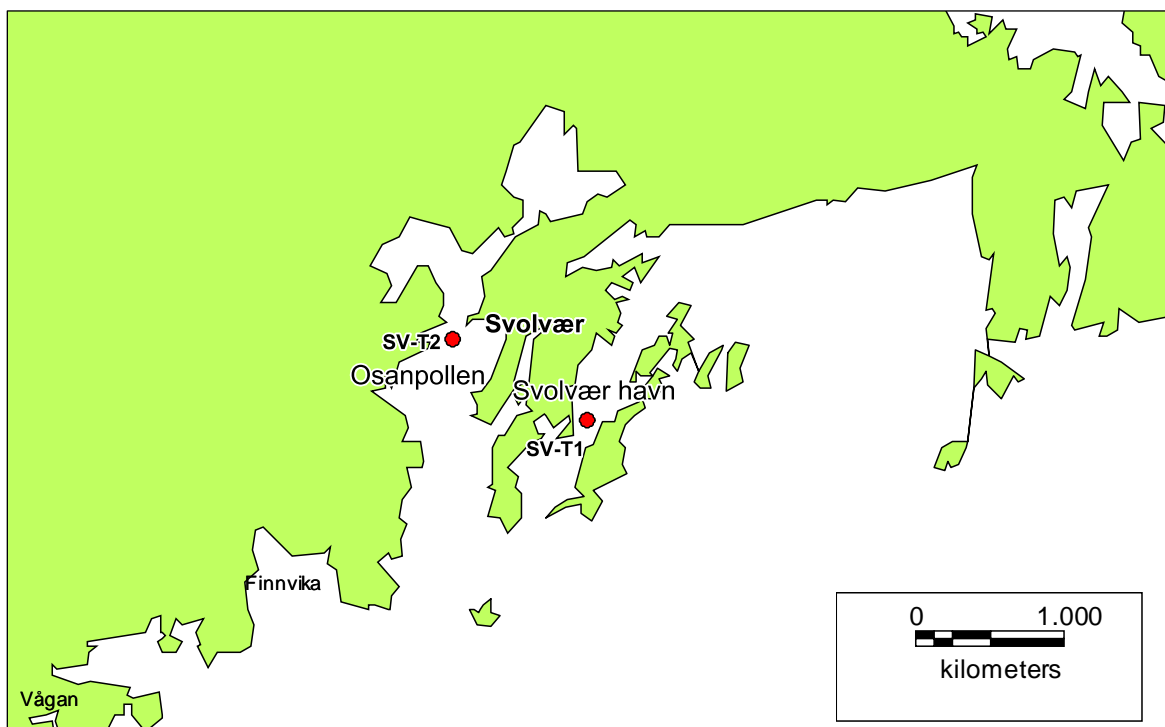


Figure 25. Map showing sampling stations in the area of Svolvær.

Lengde og vekt av fisken fra de to stasjonene er vist i tabell 12. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde eller vekt for torsk fanget på de to stasjonene (resultater av ANOVA ikke vist).

Table 12. Length, weight, age, liver weight and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Svolvev havn, SV-T1	15	61 (51–77)	2400 (1300-4500)		0.15 (0.040 – 0.46)
Osanpollen, SV-T2	15	63 (47-77)	3300 (1200-5900)		0.078 (0.048 – 0.11)

Kvikksølvkonsentrasjoner i torskefilet fra Svolvev havn og Osanpollen er oppsummert i tabell 12. Konsentrasjonene var generelt lave, ingen fisk hadde konsentrasjoner over øvre grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt, og kun tre torsk (alle fra Svolvev havn) hadde kvikksølvkonsentrasjoner over 0,2 mg/kg våtvekt.

I motsetning til resultater for de aller fleste av havnene undersøkt i dette prosjektet, ble det ikke funnet noen korrelasjon mellom kvikksølvinnholdet i filet og lengde eller vekt for fisken fra Svolvev-området. Torsken med det høyeste kvikksølvinnholdet (0,46 mg/kg våtvekt) var den nest minste fisken fanget i området med vekt på 1,3 kg og lengde 51 cm, og generelt viste resultatene at kvikksølvinnholdet var lavt i fisk av alle størrelser. Det er mulig at den manglende sammenhengen mellom kvikksølvinnhold og størrelse for torsk fra Svolvevområdet skyldes at torsken som er fanget i Svolvevområdet er en blanding av kysttorsk og skrei. Skreien som kun er i Svolvevområdet i deler av året i forbindelse med gytevandring, vil i mye mindre grad enn kysttorsken være påvirket av eventuell kvikksølvforurensing i kystområdet ved Svolvev og vil derfor trolig ha et lavere kvikksølvinnhold enn kysttorsk på samme størrelse.

Den gjennomsnittlige kvikksølvkonsentrasjonen i torskefilet var lavere i Osanpollen enn i Svolvev havn, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant (figur 26).

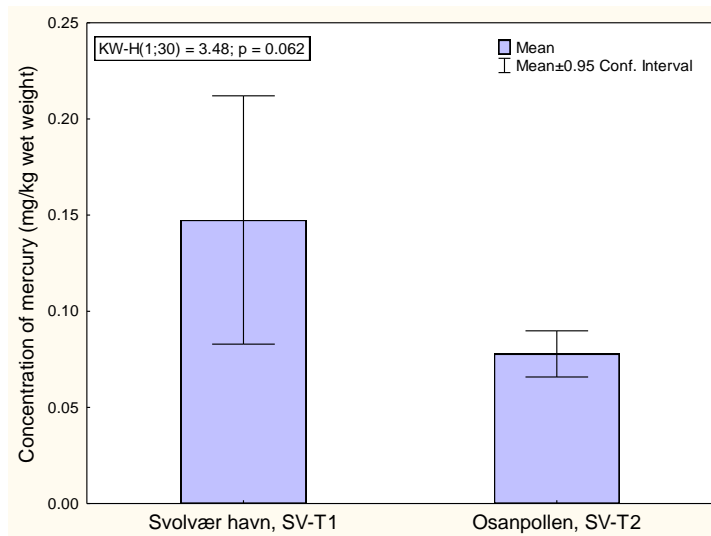


Figure 26. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from two different positions in the Svolvær area. Results are shown as mean \pm 95% confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Innholdet av kvikksølv i torskfilet er tidligere undersøkt i en samleprøve fra Svolvær havn i en miljøgiftundersøkelse foretatt i 2001 av Det norske veritas (DNV) på vegne av Fylkesmannen i Nordland (Bjørnbom et al., 2003). Kvikksølvinnholdet i denne samleprøven ble funnet å være så vidt over 0,08 mg/kg våtvekt, noe lavere enn gjennomsnittsverdien som ble funnet for Svolvær havn i 2009. Verdien fra 2001 ligger imidlertid innenfor 95 % konfidensintervallet for gjennomsnittsverdien fra 2009, og det er derfor ikke grunn til å tro at det har skjedd noen vesentlig økning i kvikksølvinnholdet i torskfilet i perioden mellom 2001 og 2009. Størrelse på fisken analysert i 2001 er ikke oppgitt i DNV-rapporten, og det er derfor ikke mulig å fastslå om det er noen størrelsesforskjeller mellom fisken analysert i 2001 og i 2009.

Narvik

I dette arbeidet har vi undersøkt innholdet av kvikksølv i filet fra 13 torsk fra Narvik havn (NA-T1) og 15 torsk fra Beisfjorden (NA-T2) (figur 27). Kvikksølvinnholdet i en samleprøve av torskfilet fra Narvik havn er tidligere analysert i 2001 av Det Norske Veritas (DNV) på vegne av Fylkesmannen i Nordland (Bjørnbom et al., 2003), men fisk fra Beisfjorden er ikke undersøkt tidligere.

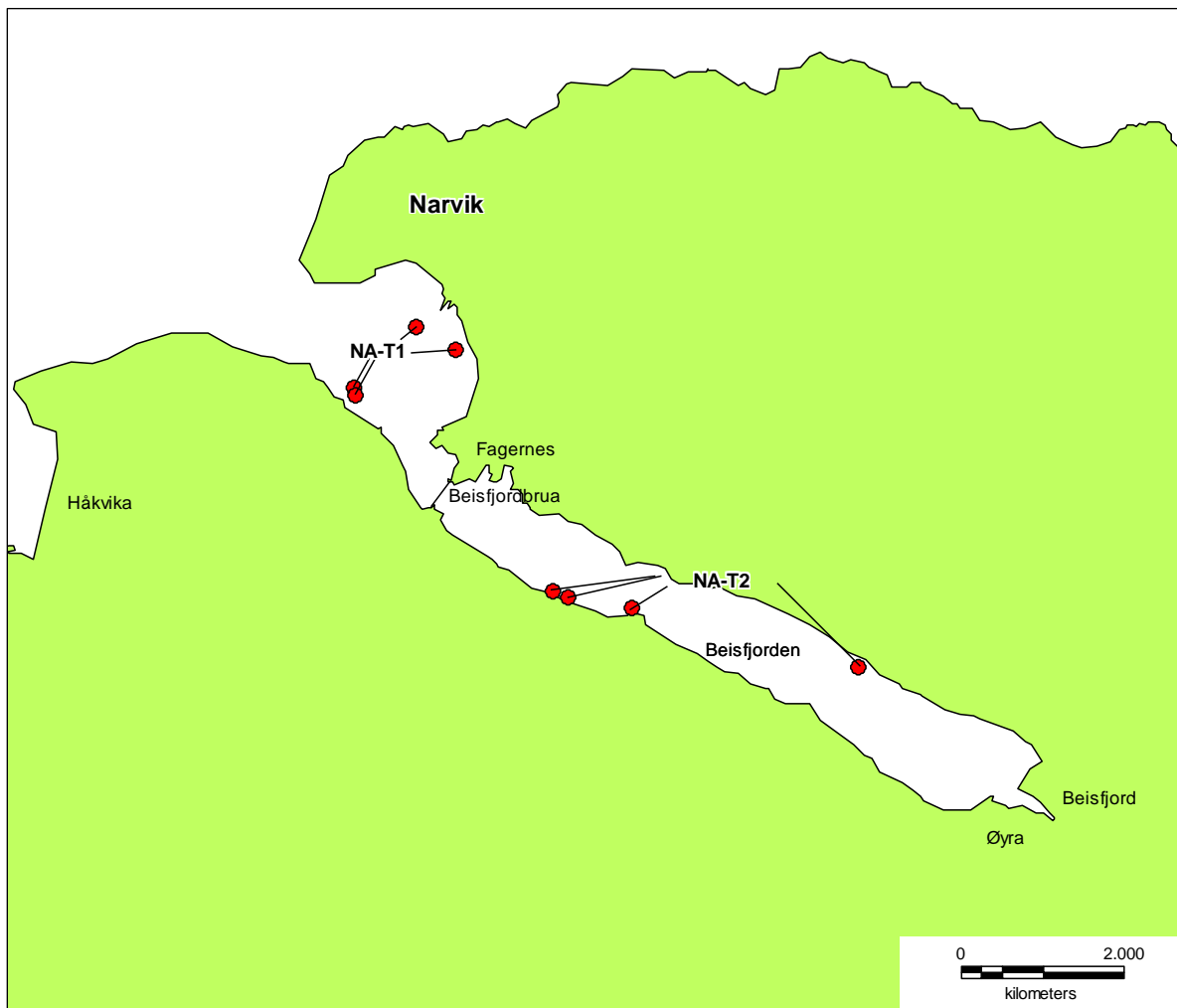


Figure 27. Map showing sampling stations in the area of Narvik.

Lengde, vekt og alder av fisken fra disse to stasjonene er vist i tabell 13. Torsk fanget i Narvik havn var i gjennomsnitt både større og eldre enn torsk fanget i Beisfjorden, og disse forskjellene ble funnet å være statistisk signifikante (resultater ikke vist).

Table 13. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Narvik havn, NA-T1	13	69 (37–95)	3600 (490-7300)	7.0 (3-12)	0.22 (0.068 – 0.53)
Beisfjorden, NA-T2	15	42 (28-57)	880 (200-1900)	3.7 (2-6)	0.050 (0.027 – 0.12)

Kvikksølvkonsentrasjonen i torskefilet fra Narvik havn og Beisfjorden er oppsummert i tabell 13. Resultatene viste at én av totalt 28 fisk (3,6 %) fra Narvik-området hadde en kvikksølvkonsentrasjon like over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt, og fem fisk (18 %) hadde konsentrasjoner over 0,2 mg/kg våtvekt.

Spredningslot viste at det var en svært god korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon i filet og både lengde ($r=0,83$, $p<0,001$), vekt ($r=0,88$, $p<0,001$) og alder ($r=0,87$, $p<0,001$) for torsken i Narvik-området. Torsken med den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen, en torsk fra Narvik havn med konsentrasjon på 0,53 mg/kg våtvekt, var den største og eldste torsken fanget i området med vekt på 7,3 kg, lengde 95 cm og alder 12 år.

Ingen av de to stasjonene i Narvik-området hadde et gjennomsnittlig innhold av kvikksølv i filet over den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt, men torsken fra Narvik havn hadde et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold like over 0,2 mg/kg våtvekt, grenseverdien som har vært brukt når det har blitt gitt kostholdsrad for gravide og ammende. Gjennomsnittskonsentrasjonen var signifikant høyere i Narvik havn enn i Beisfjorden (figur 28), og dette kan trolig forklares ved at fisken fra Narvik havn var både større og eldre enn fisken fra Beisfjorden.

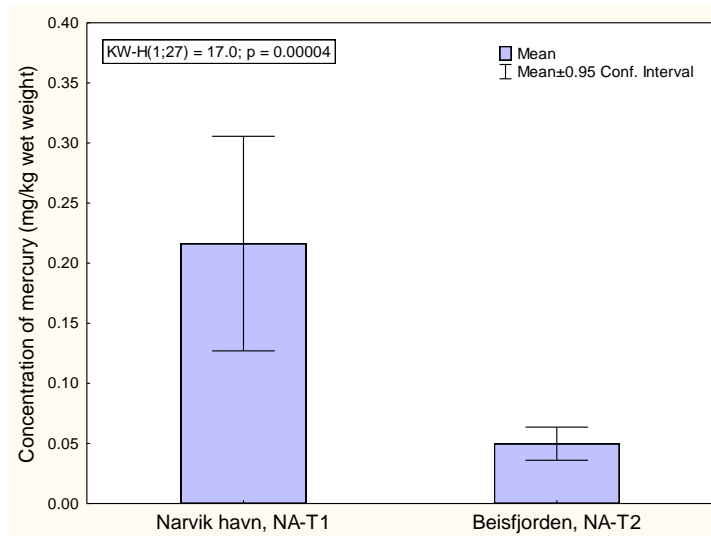


Figure 28. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from two different positions in the Narvik area. Results are shown as mean \pm 95% confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Innholdet av kvikksølv i torskefilet er tidligere undersøkt i en samleprøve fra Narvik havn i en miljøgiftundersøkelse foretatt i 2001 av Det norske veritas (DNV) på vegne av Fylkesmannen i Nordland (Bjørnbom et al., 2003). Kvikksølvinnholdet i denne samleprøven ble funnet å være så vidt over 0,06 mg/kg våtvekt, som er betydelig lavere enn gjennomsnittsverdien som ble funnet for Narvik havn i 2009. Som nevnt over øker kvikksølvinnholdet i torskefilet fra dette området med økende størrelse og alder på fisken. Størrelse og/eller alder på fisken analysert i 2001 er dessverre ikke oppgitt i DNV-rapporten, men siden torsken fanget i Narvik havn i 2009 var både stor og gammel er det mulig at det høyere innholdet av kvikksølv i 2009 kan skyldes at fisken fra 2009 var større/eldre enn fisken som ble analysert i 2001.

Hammerfest

I Hammerfest-området ble innholdet av kvikksølv analysert i filetprøver 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) (figur 29). De samme tre stasjonene er tidligere undersøkt av Akvaplan-niva i 1997/98 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Jørgensen et al., 2000).

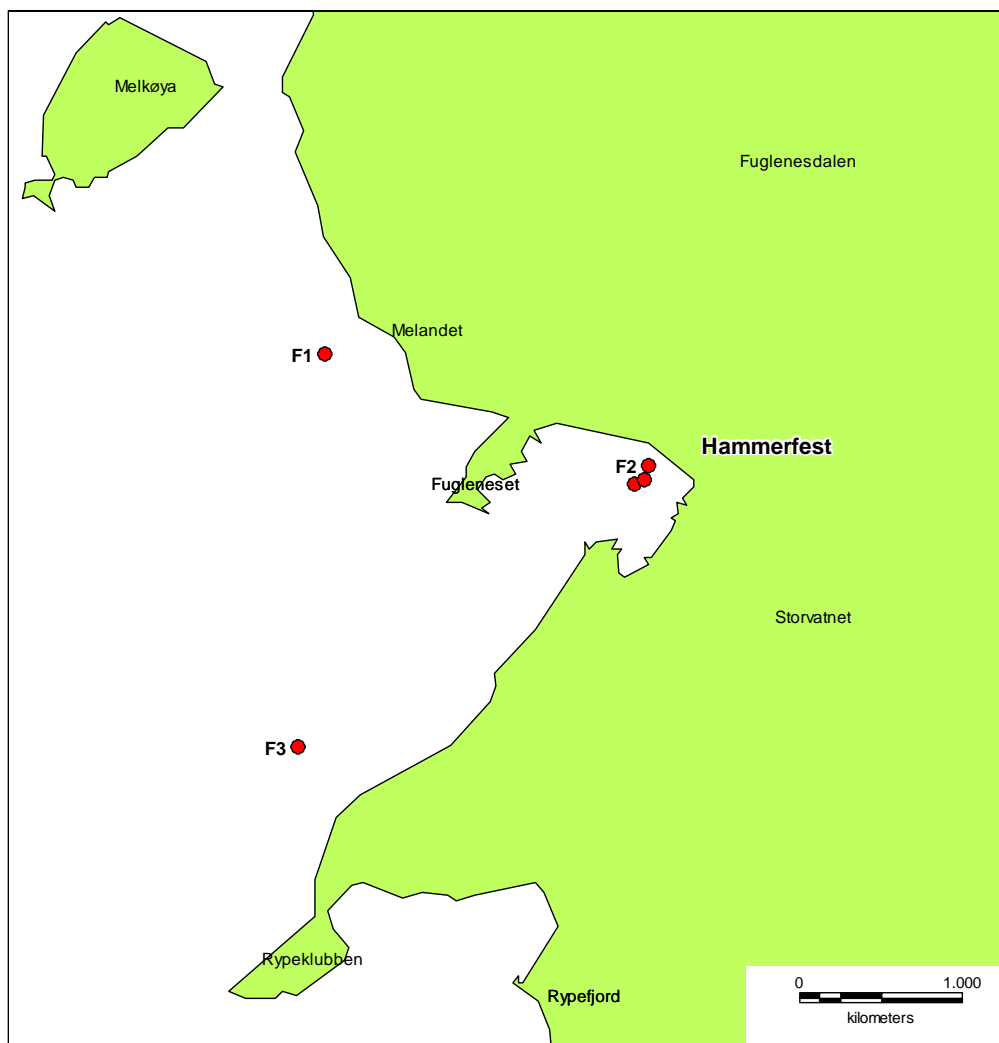


Figure 29. Map showing sampling stations in the area of Hammerfest.

Lengde, vekt og alder av fisk fra disse tre stasjonene er vist i tabell 13. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i lengde, vekt eller alder for torsk fra de tre ulike stasjonene (resultater ikke vist).

Table 14. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet 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)	Hg (mg/kg ww)
Fuglenes, F1	15	51 (36–66)	1500 (200-3200)	4.6 (3-7)	0,037 (0,016 – 0,067)
Hammerfest havn, F2	10	54 (35–69)	1700 (430-3300)	6.0 (3-8)	0,089 (0,024 – 0,20)
Rypeklubben, F3	15	51 (37-71)	1500 (560-3400)	4.8 (3-7)	0,037 (0,017 – 0,074)

Kvikksølvkonsentrasjonen i torskfilet fra de tre stasjonene er oppsummert i tabell 14. Resultatene viser at konsentrasjonene er lave på alle stasjoner, og betydelig lavere enn den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble funnet var 0,20 mg/kg våtvekt i en torsk fra Hammerfest indre havn, og kun 4 av totalt 40 fisk fra Hammerfest-området hadde konsentrasjoner over 0,1 mg/kg våtvekt.

Spredningsplott viste bare svak korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon i filet og lengde ($r= 0,39$, $p= 0,012$) og vekt ($r= 0,33$, $p= 0,038$), men god korrelasjon med alder ($r= 0,77$, $p<0,001$). I dette området ser det altså ut til at kvikksølvkonsentrasjonen er generelt lav uansett størrelse, men økende alder har likevel betydning. De tre eldste fiskene i Hammerfest-området (fanget i indre havn) var 8 år gamle, og disse var samtidig de tre fiskene med høyest kvikksølvinnhold i filet (0,12-0,20 mg/kg våtvekt).

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon var høyere i torsk fra Hammerfest indre havn enn i torsk fra de to andre stasjonene, og denne forskjellen ble funnet å være statistisk signifikant (figur 30). Det er mulig at denne forskjellen kan forklares ved at fisken fra indre havn i gjennomsnitt var eldre enn fisken fra Fuglenes og Rypeklubben selv om denne forskjellen i alder ikke ble funnet å være statistisk signifikant. Sammenligning med foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk viser at kvikksølvverdiene for de to stasjonene Fuglenes og Rypeklubben ligger på samme nivå som gjennomsnittlige kvikksølvverdier funnet i torskfilet fra en rekke stasjoner i Barentshavet (Sunnanå et al., 2010), mens kvikksølvverdien fra Hammerfest indre havn ligger litt høyere enn dette.

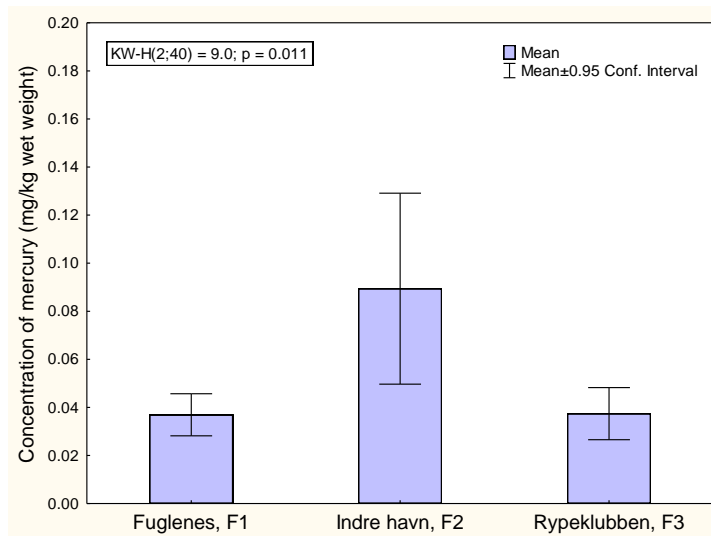


Figure 30. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from three different positions in the Hammerfest area. Results are shown as mean \pm 95% confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Sammenligning av resultatene i dette prosjektet med resultatene fra undersøkelsen i 1997/98 der det ble analysert samleprøver av torsk fra de samme stasjonene (Jørgensen et al., 2000), viste at kvikksølvinnholdet i torskefilet fra denne tidligere undersøkelsen lå på tilnærmet samme nivå som i 2009. Både verdien for indre havn (0,11 mg/kg våtvekt) og Rypeklubben (0,047 mg/kg våtvekt) lå innenfor 95 % konfidensintervallet for verdiene fra 2009, og verdien for Fuglenes fra 1997/98 (0,068 mg/kg våtvekt) var bare litt høyere enn verdien fra 2009. Et usikkerhetsmoment ved denne sammenligningen er at fisken som ble analysert i 1997/98 var klart mindre (gjennomsnittslengde: 43-48 cm, gjennomsnittsvekt: 780-1200 g) enn fisken analysert i 2009. Selv om vi i dette arbeidet fant kun en svak korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon i filet og størrelse på fisken i Hammerfest-området, kan vi ikke se bort fra at verdiene fra 1997/98 ville vært høyere dersom fisken som ble analysert hadde vært større.

Honningsvåg

I Honningsvåg er innholdet av kvikksølv undersøkt i filetprøver fra 15 torsk fra ytre havn (F1) og 15 torsk fra indre havn (F2) (figur 31). De samme to stasjonene er tidligere undersøkt i en miljøgiftundersøkelse utført av Akvaplan-niva i 1997/98 i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåkning (Jørgensen et al., 2000).

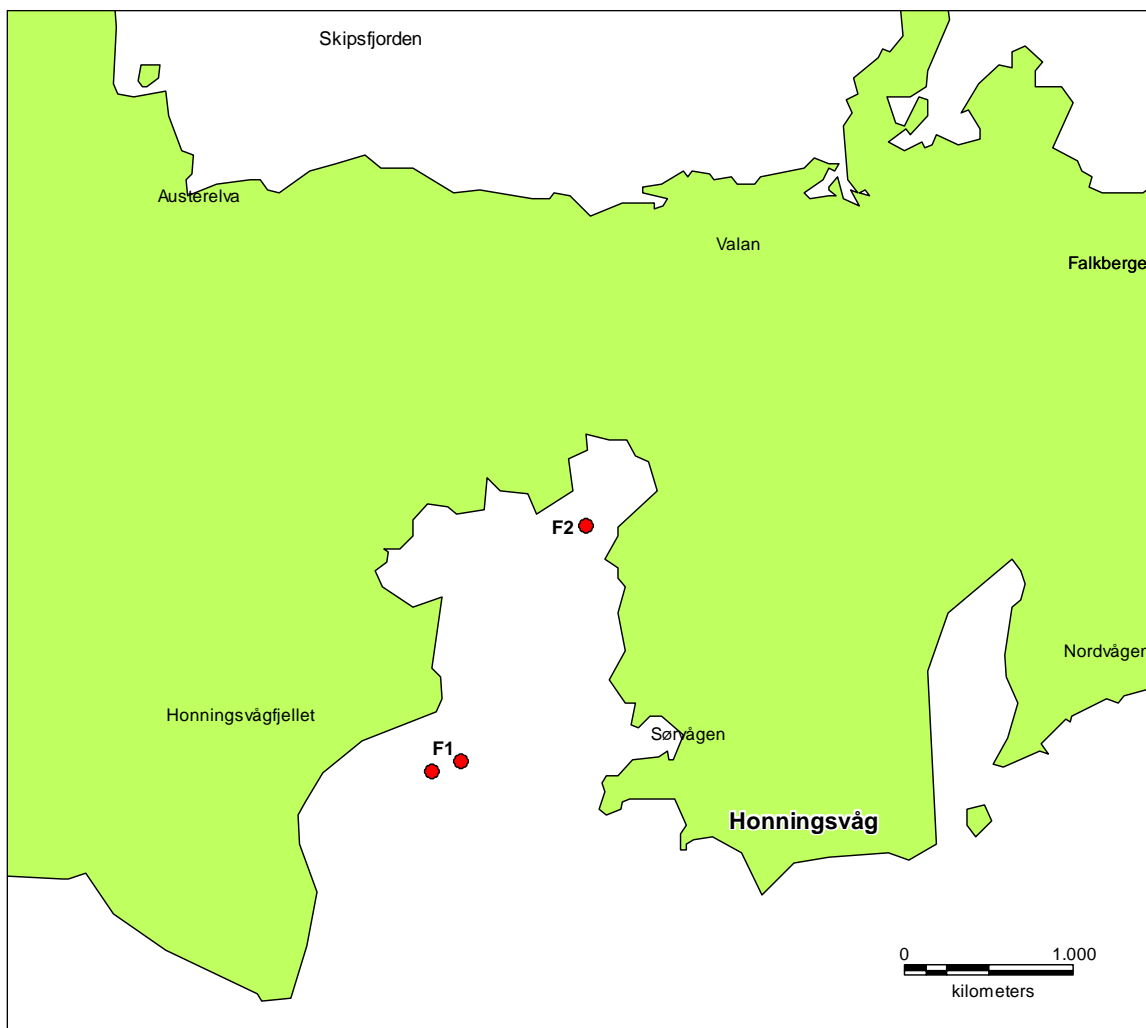


Figure 31. Map showing sampling stations in the area of Honningsvåg.

Lengde, vekt og alder av fisken fra disse to stasjonene er vist i tabell 15. Resultatene viser at torsk fanget i ytre havn i gjennomsnitt var både større og eldre enn torsk fanget i indre havn, og disse forskjellene var statistisk signifikante (resultater ikke vist).

Table 15. Length, weight, age and concentration of mercury in fillet of cod caught in the area of Honningsvåg. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Position	Number of fish	Length (cm)	Weight (g)	Age (year)	Hg (mg/kg ww)
Ytre havn, F1	15	46 (37–56)	1100 (440-1900)	4.3 (3-7)	0.042 (0.019 – 0.10)
Indre havn, F2	15	37 (26-51)	600 (220-1500)	3.1 (2-5)	0.029 (0.016 – 0.055)

Innholdet av kvikksølv i torskefilet fra Honningsvåg-området er oppsummert i tabell 15. All torsk i dette området hadde svært lave konsentrasjoner av kvikksølv i filet, og den høyeste konsentrasjonen som ble funnet var 0,10 mg/kg våtvekt i en fisk fra ytre havn, altså langt lavere enn den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Verdiene både i indre og ytre havn tilsvarer gjennomsnittsverdier som er funnet på en rekke stasjoner i åpent hav i Barentshavet (foreløpige resultater fra basisundersøkelse torsk). Gjennomsnittskonsentrasjonen i ytre havn var noe høyere enn i indre havn, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant (figur 32).

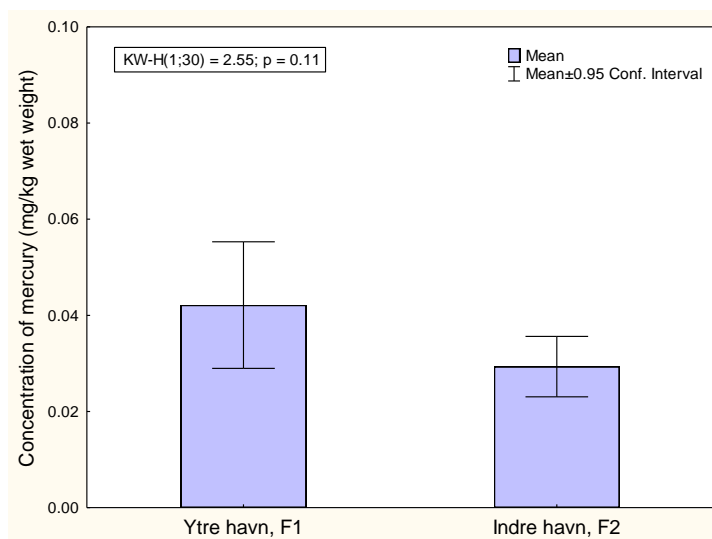


Figure 32. Concentration of mercury (mg/kg wet weight) in fillet of cod from two different positions in the Honningsvåg area. Results are shown as mean \pm 95% confidence interval. Results from Kruskal-Wallis non-parametric ANOVA are shown.

Spredningsplot viste at det var bare en svak korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon i filet og lengde ($r = 0,45$, $p = 0,013$) og vekt ($r = 0,40$, $p = 0,028$) av fisken i Honningsvåg, men en noe bedre

korrelasjon med fiskens alder ($r= 0,65$, $p<0,001$). På samme måte som for Hammerfest ser det altså ut til at kvikksølvkonsentrasjonen i torsk fra Honningsvåg er generelt lav uansett størrelse, men at alder likevel har en viss betydning. Tendensen til en noe høyere kvikksølvkonsentrasjon i fisk fra ytre havn i forhold til indre kan derfor trolig forklares ved at fisken fanget i ytre havn var signifikant eldre enn fisken i indre havn.

Sammenligning av resultatene i dette prosjektet med resultatene fra undersøkelsen i 1997/98, der det ble analysert samleprøver av torsk fra de samme stasjonene (Jørgensen et al., 2000), viste at kvikksølvinnholdet i torskfilet fra denne tidligere undersøkelsen var noe høyere både i ytre havn (0,057 mg/kg våtvekt) og i indre havn (0,076 mg/kg våtvekt). Verdien for ytre havn fra 1997/98 lå imidlertid innenfor 95 % konfidensintervallet for tilsvarende verdi fra 2009, og denne forskjellen er derfor trolig ikke signifikant. Verdien for indre havn var imidlertid klart høyere i 1997/98, selv om verdien også i denne tidligere undersøkelsen var lavere enn 0,1 mg/kg våtvekt, og altså på et antatt bakgrunnsnivå. Det var ingen vesentlig forskjell i størrelse mellom fisken analysert i 1997/98 (Jørgensen et al., 2000) og fisken analysert i 2009, så eventuelle forskjeller i kvikksølvkonsentrasjoner mellom disse to undersøkelsene kan ikke forklares ved forskjeller i størrelse.

KONKLUSJON

Resultatene i dette prosjektet har vist at innholdet av kvikksølv i torskfilet er lavt i alle de 15 havner og fjorder som er undersøkt, og verdiene er betydelig lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for kvikksølv i filet på 0,5 mg/kg våtvekt for torsk. Den høyeste gjennomsnittsverdien ble funnet i Kragerø (0,22 mg/kg våtvekt), og dette var den eneste havnen der gjennomsnittsverdien av kvikksølv i filet var høyere enn 0,2 mg/kg våtvekt, grenseverdien som benyttes når det gis kostholdsråd/advarel for spesielle grupper (gravide og ammende kvinner). I fem havner (Kragerø, Farsund, Stavanger, Karmsundet og Narvik) ble det funnet en eller flere enkeltfisk med kvikksølvkonsentrasjon over 0,5 mg/kg våtvekt, men prosentvis andel av fisken med konsentrasjoner over 0,5 mg/kg i hver av disse fem havnene, var lav (1,3-5,0 %).

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 Rogalandforskning, 67 s.
- Julshamn, K., Måge, A., Skaar Norli, H., Grobecker, K., Jorhem, L. and Fecher, P. (2007) Determination of arsenic, cadmium, mercury and lead by ICP-MS in foods after pressure digestion: NMKL Collaborative study. *J AOAC International*, 90, 844-856.
- 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.
- Måge, A. og Frantzen, S. (2008) Kostholdsrådsundersøkelse, Bergen Byfjord 2007. NIFES-rapport 08.05.08, 37s.
- Nilsen, B.M., Frantzen, S. og Julshamn, K. (2011) Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann 2009 – En undersøkelse av innholdet av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever fra 15 fjorder og havner langs norskekysten. Rapport til Mattilsynet, NIFES 09.02.11, 77 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, særn. 1b–2010.

VKM (2006). Risikovurdering av kvikksølv i torskfilet. Uttalelse fra Faggruppen for forurensinger, naturlige toksiner og medisinrester i matkjeden, Vitenskapskomiteen for Mattrygghet, 6.s. (<http://www.vkm.no/dav/9e7ba53a1f.pdf>)

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 catch, 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' 70°40.149'– 23°41.286'	Garn, Jukse
Hammerfest	Indre havn, F2	10	02.-07.05.09 og 06.06.09	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' 68°25,547'– 17°24,836'	Jukse
Narvik	Narvik havn, NA-T1	13	19.-21.05.09	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' 59°22.97'– 05°17.78'	Trollgarn
Karmsundet	Salhusbroen, M5	15	14.-15.05.09	58°22.93'– 05°17.85' 59°22.75'– 05°17.77' 59°19.59'– 05°18.69'	Fisketeine, ruser
Karmsundet	Høgevarde, M6	15	13.05.09	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' 59°17.72'–05°14.12'	Garn, fiske- teine, ruser
Karmsundet	Vedavågen, M13	15	18.-25.05.09	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' 58°58.45'–05°43.57'	Ruser
Stavanger	Vågen, L4	10	21.-22.04.09	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

Fjord/ Harbour	Location	No of fish	Date	Position coordinates	Fishing gear
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' 58°59.99'–05°45.21'	Ruser
Stavanger	Lundsvågen	11	29.04.09	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

Fjord/ Harbour	Location	No of fish	Date	Position coordinates	Fishing gear
Vrengen	Mågerøy, E	10	05.-10.08.09	59°09.35'– 10°26.85'	Ruser og teiner

Table A2. Length, weight and age of 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)
Tønsberg/Vrengen	54	44 (25–63)	940 (160-3000)	2.3 (1-5)
Sandefjord	30	41 (35–47)	670 (420-1100)	2.1 (2-4)
Kragerø	60 (13)	53 (28-90)	1800 (200-6900)	4 (1–9)
Tvedestrand	10 (0)	54 (37-65)	1500 (490-2300)	
Lillesand	10 (0)	49 (39-60)	1200 (630-2300)	
Farsund	59 (0)	47 (29-71)	1200 (340-3300)	
Flekkefjord	30 (0)	55 (37-76)	1800 (520-3900)	
Egersund	28 (0)	53 (39-69)	1600 (620-3100)	
Sandnes	43 (23)	44 (28-66)	1000 (230-3000)	2.8 (2-5)
Stavanger	80 (42)	46 (32-77)	1000 (340-3700)	3.0 (2-6)
Karmsundet	75	45 (30-75)	1200 (260-4500)	2.9 (1-7)
Svolvær	30 (0)	62 (47-77)	2900 (1200-5900)	
Narvik	28	55 (28-95)	2100 (200-7300)	5.3 (2-12)
Hammerfest	40	53 (35-75)	1600 (390-3500)	5.2 (3-8)
Honningsvåg	30	41 (26-56)	860 (220-1900)	3.7 (2–7)
All groups	607 (335)	49 (25-95)	1400 (160-7300)	3.3 (1-12)

* Numbers in parentheses are the number of fish where age was determined.

Table A3. Concentrations of mercury, cadmium, lead, arsenic and selenium in fillet of cod sampled in 15 different fjords/harbours during 2009. Mean value (min.– max.) is given for each position.

Fjord/ harbour	Number of fish	Mercury (mg/kg w.w.)	Cadmium (mg/kg w.w.)	Lead (mg/kg w.w.)	Arsenic (mg/kg w.w.)	Selenium (mg/kg w.w.)
Tønsberg/ Vrengen	54	0.11 (0.041-0.47)	(<0.001-0.001)	(<0.007-0.018)	4.2 (0.91-22)	0.37 (0.28–0.50)
Sandefjord	30	0.13 (0.067-0.27)	(<0.001-0.004)	(<0.007)	4.0 (1.9-8.0)	0.32 (0.21–0.58)
Kragerø	60	0.22 (0.043-1.1)	(<0.001-0.001)	(<0.006-0.080)	5.8 (0.60-20)	0.35 (0.18–0.51)
Tvedestrand	10	0.15 (0.038-0.30)	(<0.001-0.005)	(<0.006-0.007)	3.2 (0.89-6.1)	0.35 (0.23–0.53)
Lillesand	10	0.10 (0.025-0.28)	(<0.001)	(<0.006-0.022)	6.1 (2.0-16)	0.33 (0.23–0.46)
Farsund	59	0.10 (0.035-0.60)	(<0.001-0.002)	(<0.007-0.022)	5.1 (1.6-13)	0.36 (0.22–0.58)
Flekkefjord	30	0.19 (0.057-0.44)	(<0.001-0.001)	(<0.007)	4.9 (1.7-10)	0.33 (0.23–0.51)
Egersund	28	0.081 (0.029-0.30)	(<0.001-0.002)	(<0.007-0.007)	7.0 (3.7-12)	0.35 (0.25–0.53)
Sandnes	43	0.12 (0.019-0.34)	(<0.001-0.004)	(<0.007-0.086)	4.3 (0.53-19)	0.31 (0.17–0.49)
Stavanger	80	0.17 (0.037-0.76)	(<0.001-0.006)	(<0.007-0.15)	4.0 (0.79-8.8)	0.32 (0.19–0.52)
Karmsundet	75	0.15 (0.024-0.51)	(<0.001-0.040)	(<0.007-0.91)	6.0 (2.0-14)	0.39 (0.25–0.56)
Svolvær	30	0.11 (0.040-0.46)	(<0.001-0.013)	(<0.007-0.035)	2.8 (0.42-10)	0.30 (0.23–0.44)
Narvik	27	0.13 (0.027-0.53)	(<0.001-0.003)	(<0.006-0.011)	5.8 (1.9-16)	0.29 (0.17–0.41)
Hammerfest	40	0.050 (0.016-0.20)	(<0.001-0.003)	(<0.007-0.016)	4.4 (0.97-11)	0.27 (0.18–0.43)
Honningsvåg	30	0.036 (0.016-0.10)	(<0.001-0.001)	(<0.007)	4.2 (1.2-12)	0.29 (0.17–0.45)
All groups	606	0.13 (0.016-1.1)	(<0.001-0.040)	(<0.007-0.91)	4.8 (0.42-22)	0.34 (0.17–0.58)

