

Kostholdsråds-
undersøking,
fritidsfiske
Bergen,
2008-2009

Kvikksølv i
torskefisk og
PCB i lever



Amund Måge & Sylvia Frantzen

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

N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

Forord

I mange fjordar og hamner langs norskekysten har det vorte innført kosthaldsråd på grunn av forhøgja verdiar av miljøgifter i sjømat. Sidan miljøtilstanden er i endring bør tilstanden undersøkast jamleg slik at utviklingstrekk i positiv eller negativ lei kan oppdagast og kosthaldsråd reviderast og gje rett informasjon.

Dette arbeidet vart initiert ut frå ei bekymring for dei som fiskar til matauk sentralt i ein relativt stor by, Bergen. Initiativet kom frå Mattilsynet sitt distriktskontor i Bergen, og prosjektet har hatt økonomisk støtte frå Mattilsynet si avdeling for fisk og sjømat.

Vi vil takke Mette Lorentzen, Friede Andersen og Aslaug Sandvin ved Mattilsynet for konstruktiv diskusjon ved planlegging av prosjektet, økonomisk støtte og innspel.

Vidare vil vi takke Torstein Halstensen for stor innsats og interesse i å få fiska ulike artar av torskefisk i og rundt Bergen.

Ved NIFES takkar vi prøvemottaket leia av Elin Kronstad og med medarbeidarane Kari Pettersen, Anne Margrethe Aase, Vidar Fauskanger og Mannfred Torsvik for mottak, disseksjon og opparbeiding av fiskeprøvene.

Laboratoriet for framandstoff under leiing av Annette Bjordal har stått for analysane og vi takkar Edel Erdal, Laila Sedal, Berit Solli, Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Betty Irgens, Kari B. Sæle, Ingjerd Hauvik og Dagmar Nordgård for preparering av prøvar og analyse for metall og PCB.

Til sist vil vi takke Kåre Julshamn for gjennomlesing og kommentarar til manus.

Bergen, 07.10.09

Amund Måge & Sylvia Frantzen

Framsidedfoto viser båten Havila Mercury til kai på Bontelabo i Bergen sentrum. Den synest vi kunne vera eit godt symbol på innhaldet denne rapporten (Foto: A.Måge)

Samandrag

Dette arbeidet vart utført som ei oppfølging av ei større undersøking av fisk og skaldyr med tanke på kosthaldsråd i 2007/2008 (Måge & Frantzen 2008). I etterkant av den undersøkinga stilte det lokale Mattilsynet spørsmål om dei resultat vi hadde funne på torsk var representative for andre artar som ivrige sportsfiskarar også fiska på, ved ulike fiskplassar i Bergen sentrum.

For å svara på det spørsmålet vart det organisert ei prøvetaking etter typiske "fritidsfiskeartar", utanom torsk, på dei svært bynære stadene der lokalt fiske går føre seg. Det vart også teke prøvar i ytterpunkt av området med kosthaldsråd for å få fram samanliknbare data.

Det vart såleis gjort prøvefiske ved Bontelabo mot Sandviken, ved Bontelabo mot Nordnes og i Puddefjorden. Det vart fiska grunt og med garn for å få fisk som fritidsfiskarar som driv stongfiske, får. I tillegg vart det fiska ved Salhus og ved Ramsøy nord for Bergen og ved Lerøy sør for Bergen for å gje bakgrunns- og samanlikningsdata. All fising i dette prosjektet vart utført av fiskar Torstein Halstensen.

Dei artane som vart fanga og teke ut prøvar av var sei (*Pollachius virens*), lyr (*Pollachius pollachius*), kviting (*Merlangius merlangus*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) og lange (*Molva molva*).

Filetprøvar av enkeltindivid vart analysert for tungmetalla kvikksølv, kadmium, bly samt arsen og selen, og prøver av lever, i alt 17 samleprøver, vart analysert for PCB₇. Alle analysane vart utført ved NIFES sitt laboratorium for framandstoff.

Kvikksølvkonsentrasjonane i fiskefilet var stort sett låge og godt under EU si øvre grenseverdi på 0,5 mg Hg/kg våtvekt. Lange hadde litt høgare kvikksølvkonsentrasjonar enn dei andre artane, med høgaste gjennomsnittsverdi på 0,31 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonane av PCB₇ i leverprøvane varierte frå 74 til 1900 µg/kg våtvekt, og var generelt lågare enn det som vart målt i torskelever i den førre undersøkinga, men likevel relativt høgt. Resultata frå denne undersøkinga viser difor at lever frå torskefisk raskt tek opp PCB frå miljøet, og på grunnlag av ein ny foreslått grenseverdi for PCB₆ i fiskelever på 200 µg/kg våtvekt er det for dei fleste av desse artane grunnlag for å oppretthalde det noverande kosthaldsrådet som gjeld fiskelever.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Samandrag	3
Innleiing	5
Materiale og metodar	7
Prøvetaking og lokalitetar	7
Opparbeiding og analyse	7
Analyse for metall med ICPMS (NIFES metode nr. 197)	8
Bestemming av PCB ₇ med GCMS (NIFES metode nr. 137)	8
Resultat og diskusjon	9
Fiskeartar, lengde og vekt	9
Metall i fiskefilet med fokus på kvikksølv	10
PCB ₇ i fiskelever.	13
Oppsummering og konklusjon	16
Filet av torskefisk	16
Lever frå sei og andre torskefisk enn torsk	17
Referansar.....	17

Innleiing

Sjøområda rundt Bergen inkluderer 170 km² sjøareal som er omfatta av kosthaldsråd, det nest største sjøarealet i Norge underlagt kosthaldsråd, etter Oslo- og Drammensfjorden. Gjennom kosthaldsrådet vert folk frårådd å ete ål og fiskelever fanga i et stort område rundt Bergen, avgrensa i nord av linjene Ramsøy-Vindenes i Hjeltefjorden, Hjertås – Heggernes i Herdlefjorden og Nordhordalandsbrua i Byfjorden, og i sør av linja Klokkarvik – Lerøy – Bjelkarøy – Milde. Dessutan vert ein frårådd å ete all fisk og skaldyr fanga innanfor linja Bogøya-Knappen ved Håkonsvern. Innanfor eit sentrumsnært område avgrensa av Askøybrua i vest og linja mellom Bakarvågneset (Askøy) og Helleneset i nord vert ein frårådd å ete brunmat av krabbe og djupvassfisk, samt at gravide vert frårådde å ete all mager fisk her.

Kosthaldsråd for Bergen vart første gong innført i 1993 (sjå Økland, 2005), etter at fleire rapportar viste høge verdiar av ei rad miljøgifter (Green m. fl., 1992; Knutzen og Biseth, 1994; Knutzen m. fl. 1994; Skei m. fl., 1994). Det vart også funne forhøga verdiar av metall i skaldyr (Andersen m.fl, 1996, Airas m.fl., 2004). Fleire oppfølgande undersøkingar etter 1993 med vekt på organiske miljøgifter, spesielt PCB, har vist at situasjonen ikkje har betra seg mykje (Myhre, 1998; Bøe m.fl, 2001; Madsen m.fl., 2001). Men etter framlegginga av Stortingsmelding nr. 12 (2001-2002), ”Rent og rikt hav” har det blitt utsikter om meir midlar til opprensing av forureina sediment og Fylkesmannens miljøvernavdeling har sett i gang ein del undersøkingar for å sjå om situasjonen har betra seg sidan tidleg på 1990-talet.

Rapporten frå den første av desse undersøkingane for Bergen sin del, som omhandla miljøgifter i torsk, brosme, lange, ål, krabbe og blåskjel frå Bergen hamn, kom i 2008 (Måge og Frantzen 2008) og ei ny undersøking som omhandlar dei same fiskeartane fanga nær yttergrensene for det noverande kosthaldsrådet er under arbeid. Rapporten frå 2008 gav ikkje grunnlag for å letta på kosthaldsråda for Bergen hamn, og det vart i staden nye kosthaldsråd basert på dei nye funna (www.matportalen.no).

Vår rapport frå i fjor viste konkret at torsk hadde gjennomsnittleg kvikksølvkonsentrasjon i filet på 0,3 mg/kg våtvekt, som er under grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt i fiskefilet, men som er høgare enn grenseverdien som ofte er brukt i høve til kosthaldsråd til gravide og ammande på 0,2 mg/kg våtvekt. Det var spesielt stor fisk frå Store Lungegårdsvann som drog opp snittet, men også dei andre stasjonane hadde konsentrasjonar til dels på eller over 0,2 mg/kg. Gjennomsnittlege konsentrasjonar av kvikksølv i filet av brosme og lange på høvesvis 0,79 og 0,67 mg/kg våtvekt var så høgt at generelt kosthaldsråd måtte gjevast dei artane.

Dette arbeidet er spesielt retta inn mot å skaffe kunnskap på artar vi ser vert fiska av fritidsfiskarar i og nær Bergen sentrum. Det er både naturleg og på mange måtar positivt at det er interesse for fritidsfiske i nærområdet. Men føresetnaden for ei positiv vurdering er at det ikkje medfører helsefare å konsumere fisken.

Denne undersøkinga har hatt som mål å skaffe til veie nye og utfyllande data i tillegg til det som vart utført i fjor, spesielt retta mot dei fiskeartane som lett kan fiskast med stang frå sentrale byområde. I og med at torsk vart undersøkt i 2007/2008 har vi ikkje teke med torsk i denne undersøkinga. Ved å fiske med garn relativt grunt forventa vi ut frå den kunnskap vi hadde om fritidsfiske i området å få artar som sei, hyse og lyr som er heilt sentrale fritidsfiskeartar i tillegg til torsk, som var med i den førre undersøkinga.

Ut frå generell erfaring og også arbeidet vårt på sjømatstryggleik i Bergensområdet (Måge og Frantzen, 2008) meiner vi at det i slik mager fisk er to hovudutfordringar i høve til trygg sjømat, nemleg kvikksølv i filet og dioksin og PCB i lever.

I dette prosjektet med avgrensa økonomi valde vi å analysere lever for PCB₇ i staden for dioksin og dioksinliknande PCB, ut frå at vi meiner å kunne gje ein kvalifisert tommelfingerregel på når denne verdien (PCB₇) er så høg at den mest sannsynleg gjev fiskelever med dioksin og dioksinlikande PCB over EUs øvre grenseverdi. Det ligg no også føre forslag i EU til grenseverdi for ikkje dioksinliknande PCB i form av PCB₆ i fiskelever. Dette kjem vi attende til.

Materiale og metodar

Prøvetaking og lokalitetar

Prøvetaking vart gjort ved hjelp av fiskar Torstein Halstensen og hans 16 fot store sjark. Det vart fiska med det mål å prøveta artar som fritidsfiskarar faktisk får, og sidan det vart gjort eit arbeid på torsk i 2007/2008 på dei same stasjonane vart denne arten utelaten. Det vart teke prøvar av sei (*Pollachius virens*), lyr (*Pollachius pollachius*), kviting (*Merlangius merlangus*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) og lange (*Molva molva*). Innsamlinga skjedde i perioden januar til mars 2009, og alt fisket vart gjort med garn.

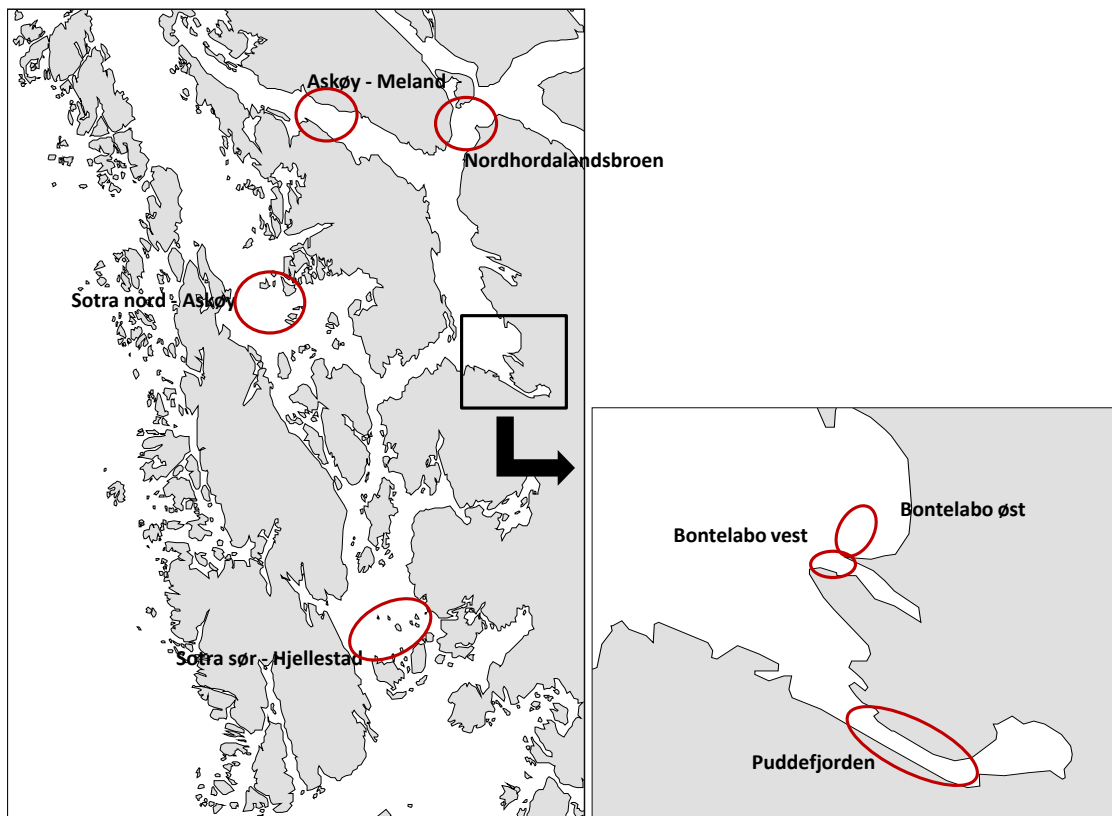
Lokalitetane der det vart fiska er vist i figur 1. Talet på fisk av dei ulike artane frå kvar lokalitet var avhengig av kor mykje som var i fangstane og er vist i tabell 1. Prøvane vart frosne ned av fiskar og levert direkte til NIFES etter kvart som det var nok fisk frå kvar stasjon.

Opparbeiding og analyse

På prøvemottaket til NIFES vart kvar fisk målt, veid og kjønnsbestemt. Det vart teke ut prøver av filet og lever frå kvar fisk.

Filetprøven frå kvar enkelt fisk vart homogenisert, frysetørka og deretter homogenisert igjen til eit fint pulver. Prøvane vart veid før og etter tørking, og tørrstoffinnhaldet (%) rekna ut.

Leverprøvane vart slått saman til samleprøvar for kvar art og lokalitet før dei vart homogenisert og materiale teke ut som våt prøve til analyse. Dersom det var meir enn 10 fisk av ein art på ein stasjon vart samleprøven laga av lever frå 10 fisk.



Figur 1. Kart over Byfjorden i Bergen, med lokalitetar der det vart fiska etter typiske fritidsfiske-artar

Tabell 1. Tal på individ av dei ulike artane som vart fanga ved dei ulike lokalitetane.

Lokalitet	Sei	Hyse	Lyr	Lange	Kviting
Bontelabo mot Nordnes (vest)	25				
Bontelabo mot Sandviken (aust)	8	1		5	4
Puddefjorden	1		1	2	
Ramsøy (Sotra Nord – Askøy)	20	1	2	1	
Askøy/Holsnøy (Askøy – Meland)	11	12			
Salhus (Nordhordalandsbrua)	25				
Lerøy (Sotra Sør – Hjellestad)	15	5	5		

Analyse for metall med ICPMS (NIFES metode nr. 197)

Det vart veid inn to parallellar frå kvart prøvemateriale til analyse for metall. Før sluttbestemming vart prøvane dekomponert i ekstra rein salpetersyre og hydrogenperoksid og varma opp i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200 microwave oven). Alle målingar vart utført med bruk av Agilent 7500c Induktiv koplet plasmamassespektrometer (ICPMS) med HP-datamaskin. Det vart brukt kvantitativ ICPMS til bestemming av arsen, kadmium, kvikksølv, selen og bly, og rhodium vart brukt som intern standard for å korrigera for eventuell drift i instrumentet. Gull vart tilsett for å stabilisere kvikksølvet. Rettleik og presisjon i analysane vart sikra ved å analysera det sertifiserte referansematerialet Tort-2 (hepatopankreas av hummar; National Research Council, Canada). Metoden er både NMKL- og CEN-standard for analysen og er publisert av Julshamn et al. (2007).

Bestemming av PCB₇ med GCMS (NIFES metode nr. 137)

Dei våte prøvane vart først ekstrahert med aceton og deretter med ei blanding av aceton og heksan. Heksanfasen vart teken vare på og handsama med svovelsyre for fjerning av feitt. Etter vasking og tørring vart heksan fjerna og erstatta med iso-oktan. Prøven vart oppkonsentrert og deretter analysert på gaskromatograf med massespektrometer (GCMS). I gaskromatografen skjer den analytiske separasjonen av dei enkelte stoffa i prøven, mens massespektrometeret identifiserar og finn mengde av dei enkelte komponentane. PCB₇ er summen av dei sju kongenerane PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

Kvalitetssikring av analysemetoden vart utført ved å analysere sertifisert referansemateriale saman med prøvane. I tillegg vart blindprøver inkludert for å kontrollere at bakgrunnen for de forskjellige kongenerane var tilfredsstillende. Alle analysane gav akseptable resultat med omsyn på rettleik og presisjon, samt at blindprøvane var under kontroll. Metoden for PCB₇ har vore testa i ringtest med godt resultat.

Resultat og diskusjon

Fiskeartar, lengde og vekt

I prøvetakinga til denne undersøkinga var det mest sei i fangstane, der heile 105 av dei i alt 144 enkeltfiskane som vart fangsta var sei. Vidare vart det fanga 19 hyser, 8 lyr, 8 lange og 4 kviting.

Fiskinga var som nemnt utført med garn som stod høgt og vi fekk såleis opp det som vi trur også stangfiskarar ville ha fått. I og med at torsk frå sentrale område i Bergen nyleg er analysert vart ikkje torsk teke med no. Men det er klart at enkelte plasser, spesielt i Puddefjorden, er torsk den dominerande fritidsfiske-arten ein kan få. For ordens skuld kan det også nemnast at fritidsfiskarar vil kunne få andre artar, til dømes ål som kan bite på sluk, men som ein ikkje får i garn. I tillegg til torsk, brosme og lange vart også ål analysert i 2007 (Måge og Frantzen 2008) og blir analysert i den pågåande undersøkinga som gjelder yttergrensene for kosthaldsrådet.

Tabell 2. Gjennomsnitt, standardavvik, største og minste verdi av vekt (g) og lengde (cm) for torsk fangsta i 2007 og sei, lange, hyse, lyr og kviting prøvetekne i 2009 på ulike lokalitetar i og rundt Bergen. N er talet på enkeltfisk som er målt.

Art	Lokalitet	N	Vekt (g)			Lengde (cm)		
			snitt	min	Maks	Snitt	min	maks
Sei-09	Bontelabo Øst	8	860±310	360	1380	42±5	33	48
	Bontelabo Vest	25	530±180	360	1140	35±5	30	46
	Puddefjorden	1	540	-	-	36	-	-
	Salhus	25	560±230	300	1080	37±5	31	46
	Askøy/Holsnøy	11	700±240	380	1200	41±5	32	48
	Ramsøy	20	660±310	360	1780	39±5	33	54
	Lerøy	15	1290±500	600	2480	48±6	38	60
Lange-09	Bontelabo Øst	5	3200±3500	500	9100	77±22	58	112
	Puddefjorden	2	1190±440	880	1500	56,5±5	53	60
	Ramsøy	1	3060	-	-	77	-	-
Hyse-09	Bontelabo Øst	1	1480	-	-	41	-	-
	Salhus	12	1630±540	500	2400	51±7	34	62
	Ramsøy	1	1100	-	-	46,5	-	-
	Lerøy	5	940±200	680	1160	41±2	40	44
Lyr-09	Puddefjorden	1	1960	-	-	60	50	61
	Ramsøy	2	870±270	680	1060	43,5±3,5	41	46
	Lerøy	5	1080±230	840	1400	47±3	43	52
Kviting-09	Bontelabo Øst	4	510±240	220	740	39±5	33	44
Torsk-07	Puddefjord	10	2270±680	1340	3320	59±9	45	74
	Store Lungegårdsvann	10	3040±2200	1540	7660	65±16	47	95
	Vågen (Bontelabo)	10	1930± 540	1220	2760	56±6	47	66
	Sandviken/Hegrenes	9	1800± 580	1100	2820	55±8	46	68

Storleik gitt som vekt (g) og lengde (cm) av dei fiskane som vart fanga ved dei ulike lokalitetane er vist i tabell 2. Der er også resultatane vist for torsken som vart prøveteken og analysert i 2007 og som var rapportert i Måge og Frantzen (2008). Seien som vart fanga var relativt liten med gjennomsnittsvekt mellom 0,5 og 0,9 kg ved Bontelabo, ved Salhus, ved Ramsøy og mellom Askøy og Holsnøy (tabell 2). Seien fanga ved Lerøy var noko større med eit snitt på 1,3 kg. Både lyr og hyse var i gjennomsnitt frå eitt til to kg, og dei fire kvitingane som vart fangsta var i snitt 0,5 kg. Dei som utmerka seg som store var langene, sjølv om dei var mindre enn dei fiska for to år sidan i Byfjorden (Måge og Frantzen 2007). Det vart i 2007 fiska 10 langer som varierte i vekt frå 1,5 til 12 kg. Torsken som vart fanga i 2007 varierte i størrelse frå 1,1 til 7,7 kg.

Metall i fiskefilet med fokus på kvikksølv

Konsentrasjonen av kvikksølv, bly, kadmium, arsen og selen vart bestemt i filet av 144 individ av ulike fiskeartar, og resultatane for kvikksølv, arsen og selen er vist i tabell 3. Når det gjeld kadmium var konsentrasjonane under eller lik 0,01 mg/kg våtvekt i alle prøvar. For bly fann vi fire prøvar på 0,03 mg/kg våtvekt (tre hyser og ein sei), tre prøvar på 0,02 mg/kg våtvekt (ei hyse, ein kviting og ei lange) og elles var alle verdiar på 0,01 mg/kg våtvekt eller lågare og heilt uten næringsmiddel toksikologisk betyding. Kadmium og bly vert difor ikkje vidare presentert eller diskutert.

Data for kvikksølv er presentert i tabell 3 saman med data på arsen og selen. I og med at selen har ein vernande effekt mot kvikksølv har vi valt å ta med selen i dei fleste kvikksølvpresentasjonar. Arsen er eit interessant grunnstoff i seg sjølv der det er stor interesse for innsamling av meir data. Men i forhold til fiskefilet er det kvikksølv som er den miljøgifta som ein lettast kan oppleve er høg i høve til grenseverdiar og såleis er den store utfordringa. Det er sett ein grenseverdi på 0,5 mg Hg/kg våtvekt i fiskefilet av dei fleste fiskeartar (1,0 mg/kg for nokre artar av stor rovfisk), og det vert gitt kosthaldsråd alt ved 0,2 mg/kg for torsk til spesielle grupper, som dei som et mykje lokalt fiska sjømat samt gravide og ammande (VKM, 2006).

Gjennomsnittleg kvikksølvkonsentrasjon i dei 105 seiane var 0,045 mg/kg våtvekt, og den høgaste enkeltkonsentrasjonen var 0,45 mg/kg våtvekt (figur 2). Dette er godt under den øvre grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt som gjeld for kvikksølv i fiskefilet, og med unntak av den eine fisken med 0,45 mg/kg våtvekt var kvikksølvkonsentrasjonane også under den lågare grenseverdien på 0,2 mg/kg våtvekt som vert nytta overfor spesielle grupper. Til samanlikning har gjennomsnittskonsentrasjonar i sei frå opne havområde tidlegare vorte målt til mellom 0,02 og 0,05 mg/kg våtvekt (www.nifes.no/sjomatdata).

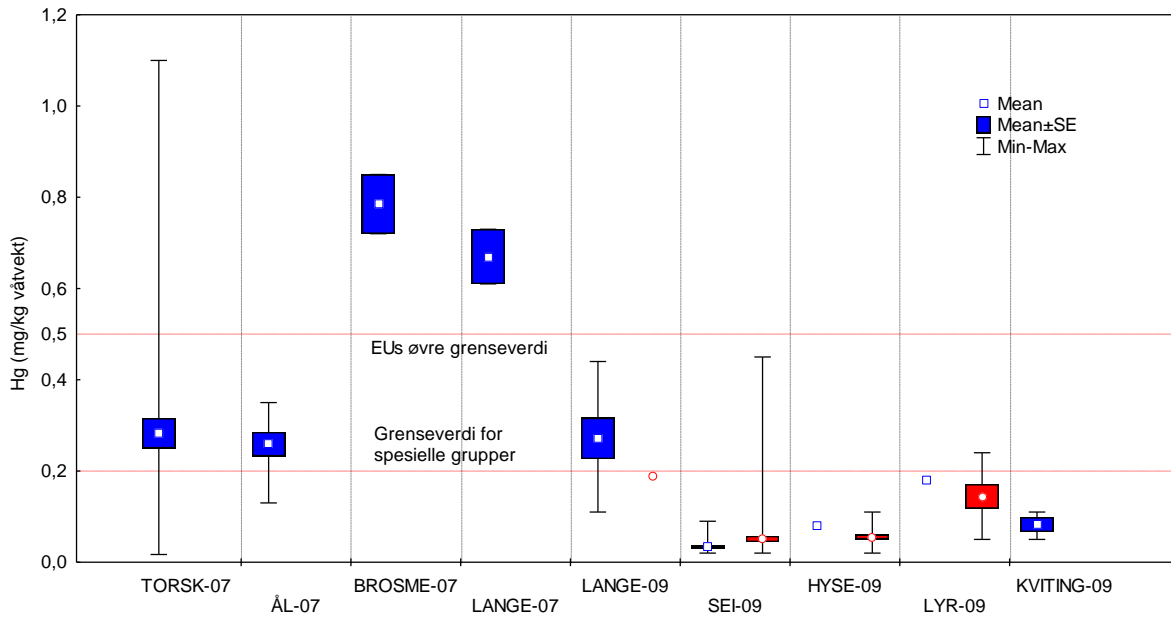
Kvikksølvkonsentrasjonane var også låge i lyr, hyse og kviting (tabell 3, figur 2). Lange hadde noko høgare konsentrasjonar, med eit gjennomsnitt for lange frå Bontelabo på 0,31 mg/kg våtvekt, men ikkje ein fisk var over den øvre grensa for inntak på 0,5 mg/kg våtvekt. Sjølv om vi ikkje fann verdiar over grenseverdien ser vi at langene hadde noko høgt kvikksølvinnhald samanlikna med lange fanga i opne havområde i 1997 og 2005, der

Tabell 3. Gjennomsnitt og standardavvik for størrelse (g) og kvikksølv, selen og arsen (mg/kg våtvekt) for torsk fangsta i 2007 og sei, lange, hyse, lyr og kviting prøvetekne i 2009 på ulike lokaliteter i og rundt Bergen. N er talet på enkeltfisk som er målt.

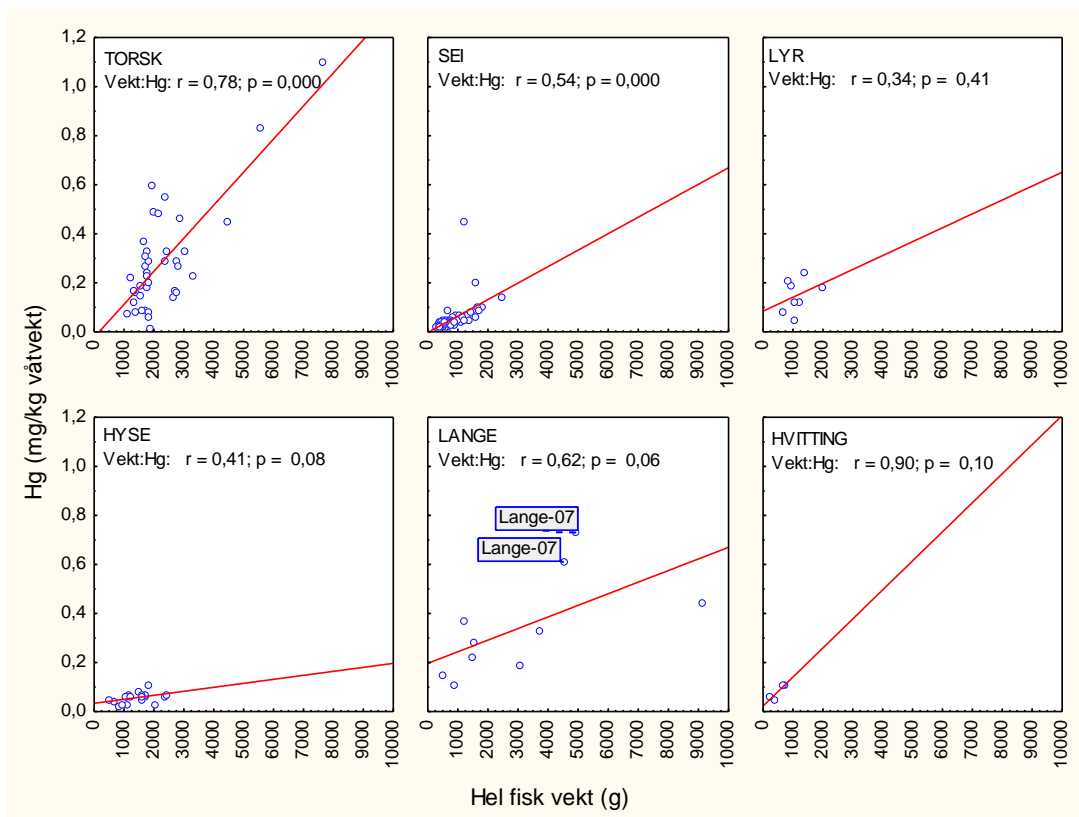
Art	Lokalitet	N	Vekt (g)	Kvikksølv	Selen	Arsen
			Snitt	(mg/kg v.v.)	(mg/kg v.v.)	(mg/kg v.v.)
Sei-09	Bontelabo Øst	8	860±310	0,05±0,02	0,39±0,09	4,5±2,0
	Bontelabo Vest	25	530±180	0,03±0,01	0,24±0,03	3,6±1,6
	Puddefjorden	1	540	0,04	0,39	5,3
	Salhus	25	560±230	0,03±0,01	0,32±0,05	6,1±3,3
	Askøy/Holsnøy	11	700±240	0,04±0,01	0,28±0,03	8,9±4,0
	Ramsøy	20	660±310	0,04±0,02	0,30±0,04	1,6±0,9
	Lerøy	15	1290±500	0,10±0,11	0,43±0,06	3,4±1,5
Lange-09	Bontelabo Øst	5	3200±3500	0,31±0,11	0,56±0,06	7,8±6,8
	Puddefjorden	2	1190±440	0,17±0,08	0,53±0,01	3,3±1,4
	Ramsøy	1	3060	0,19	0,55	7,3
Hyse-09	Bontelabo Øst	1	1480	0,08	0,46	41
	Salhus	12	1630±540	0,06±0,02	0,37±0,05	26±9,5
	Ramsøy	1	1100	0,03	0,46	7,2
	Lerøy	5	940±200	0,04±0,02	0,48±0,10	23±9,6
Lyr-09	Puddefjorden	1	1960	0,18	0,32	1,8
	Ramsøy	2	870±270	0,07±0,02	0,46±0,02	4,4±0,02
	Lerøy	5	1080±230	0,18±0,05	0,48±0,04	6,8±1,4
Kviting-09	Bontelabo Øst	4	510±240	0,08±0,03	0,43±0,11	2,6±1,1
Torsk-07	Puddefjord	10	2270±680	0,28±0,13	0,23±0,02	3,0±2,2
	Store Lungegårdsvann	10	3040±2200	0,46±0,32	0,26±0,06	3,0±1,6
	Vågen (Bontelabo)	10	1930± 540	0,23±0,12	0,24±0,03	5,6±2,2
	Sandviken/Hegrenes	9	1800± 580	0,15±0,09	0,29±0,05	4,9±1,8

gjennomsnittskonsentrasjonane var 0,07 og 0,14 mg/kg våtvekt (www.nifes.no/sjomatdata). Nye, upubliserte resultat av analyser av lange frå opne havområde viser gjennomsnittskonsentrasjonar mellom 0,08 og 0,26 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonane vi fann i lange var likevel langt lågare enn i langene som vart fiska på djupt vatn i Byfjorden i 2007, då konsentrasjonane i to samleprøver av fem langer var på henholdsvis 0,73 og 0,61 mg/kg våtvekt, altså godt over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt.



Figur 2. Gjennomsnittskonsentrasjon av kvikksølv (mg/kg våtvekt) analysert i kvar av dei fem artane prøvetekne Bergensområdet i 2009, samt den fisken som vart prøvetekne i Bergen hamn i 2007. Blått viser prøver tekne i Bergen hamn, medan raudt viser prøver tekne i dei ytre områda. EUs øvre grenseverdi for kvikksølv i fisk samt mattilsynets grenseverdi for kosthaldsråd til særskilte grupper er vist.



Figur 3. Samanhengen mellom kvikksølvkonsentrasjon (mg/kg våtvekt; y-aksen) og fiskens vekt (g; x-aksen), for kvar av torsk-07, sei, lyr, hyse, lange og kviting. For lange er det også vist resultat for lange prøvetatt i 2007, då det vart analysert samleprøvar med fem fisk i kvar. Vekta gitt der er gjennomsnittleg vekt for dei fem fiskane.

Dette kan skuldast at langane fiska denne gongen var gjennomsnittleg noko mindre, ca. 3 kg, mot ca. 5 kg i 2007, og det er moglig at skilnaden i alder var enda større. Vi har dessverre alt for lite data til å spekulere på kva desse skilnadene kan skuldast, ettersom det alltid vil vere ein viss individuell variasjon på grunn av ulike biologiske faktorar.

Seien som vart fanga i Bergen hamn og i ulike område rundt Bergen i 2009 hadde betydeleg lågare kvikksølvkonsentrasjonar enn torsken som var fanga i Bergen hamn i 2007. Torskemuskel viste kvikksølvinnhald frå 0,02 til 1,1 mg/kg våtvekt, der nokre enkeltindivid oversteig EU og Norge sin grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt (Tabell 3; Figur 2). Alle torskane som oversteig grenseverdien var fanga i Store Lungegårdsvann. Alle dei som var fanga i andre deler av området hadde kvikksølvinnhald under grenseverdien, men likevel gjennomsnittlege kvikksølvkonsentrasjonar over 0,2 mg/kg våtvekt. Når det gjeld sei i denne undersøkinga fann vi berre ein fisk med konsentrasjon av kvikksølv over 0,2 mg/kg våtvekt. Denne vart fiska i ytterpunktet av kosthaldsrådet mot sør (Sotra-Hjellestad, figur 1). Sjølv ved denne lokaliteten, der seien var ein god del større enn i dei andre områda, var gjennomsnittleg kvikksølvkonsentrasjon berre 0,1 mg/kg våtvekt.

Forholdet mellom storleik på fisken og kvikksølvkonsentrasjon er vist for kvar av artane i figur 3, der også torsk og lange frå 2007 er inkludert. For alle artane såg det ut til å vere aukande kvikksølvkonsentrasjon med aukande storleik på fisken, men berre for torsk og sei var det mange nok prøvar til at det var ein statistisk signifikant korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon og vekt.

Det er tydeleg ikkje berre størrelsen på fisken som er grunnen til at torsken hadde høgare konsentrasjonar av kvikksølv enn seien. Ut frå figur 3 ser vi at sjølv torsken som var under 2 kg og dermed ikkje større enn seien, likevel hadde betydeleg høgare kvikksølvkonsentrasjonar. Utan at vi har målt alder på fisken, er truleg alder ein av forklaringane på at torsk har så mykje høgare konsentrasjon av kvikksølv enn sei i Bergen hamn. Sei som ein finn langs kysten av Vestlandet er oppvoksende ungsei, mens torsken kan vere gammal torsk som har vore i området i mange år. Sei har også eit meir symjande og pelagisk levevis enn torsken og oppheld seg kortare tid i same område, og kanskje tek dei berre ein snartur innom Bergen. Det kan i så fall også forklare kvifor det ikkje er nokon skilnad mellom sei fanga i Bergen hamn og dei fanga lenger ute, nær ytterpunktet av kosthaldsrådet. Dette gjeld også artar som lyr og hyse.

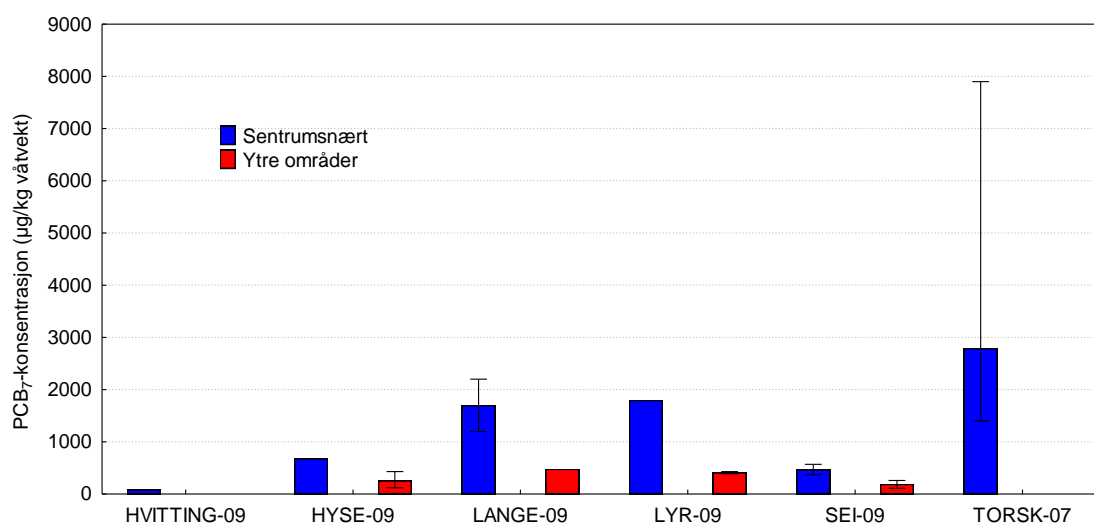
PCB₇ i fiskelever.

Konsentrasjonar av dei ulike PCB-kongenerane PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 og PCB-180, samt summen av desse, som vert uttrykt som PCB₇, er vist for dei ulike artane i tabell 4. I tillegg er vist PCB₆, det vil seie summen av dei seks ikkje-dioksinliknande PCB-ane (PCB₇ minus PCB-118). Data for torsk fiska i 2007 er teke med til samanlikning.

I og med at lever av torskefisk vert brukt som lagringsstad for feitt kan levera variere ganske mykje i storleik og den vert brukt både som miljøindikator og som mat.

Tabell 4. Konsentrasjon av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i samleprøver av lever frå ulike artar av torskefisk i Bergensområdet (µg/kg frisk vekt). For torsk-07 er det vist gjennomsnitt av to samleprøvar.

Art	Lokalitet	Vekt (g) Snitt	PCB							Sum PCB ₇	Sum PCB ₆	
			PCB 28	PCB 52	101	118	138	153	180			
----- µg/kg våtvekt -----												
Sei	Bontelabo Øst	860±310	13	39	92	72	160	160	42	570	500	
2009	Bontelabo Vest	530±180	32	44	67	48	80	77	17	370	320	
	Puddefjorden	540	14	39	77	57	130	110	30	460	400	
	Salhus	560±230	7	19	36	25	52	49	11	200	180	
	Askøy/Holsnøy	700±240	8	26	49	32	69	65	14	260	230	
	Ramsøy	660±310	6	11	19	14	28	27	5	110	96	
	Lerøy	1290±500	5	12	27	26	55	58	11	190	160	
Lange	Bontelabo Øst	3200±3500	12	34	120	180	350	420	120	1200	1000	
	Puddefjorden	1190±440	29	79	250	280	590	730	220	2200	1900	
	Ramsøy	3060	7	25	70	65	140	140	30	480	420	
Hyse	Bontelabo Øst	1480	10	12	27	89	190	250	99	680	590	
	2009 Askøy/Holsnøy	1630±540	4	2	5	21	34	49	8	120	100	
	Ramsøy	1100	9	26	56	65	110	140	28	430	370	
	Lerøy	940±200	9	8	19	52	77	100	25	290	240	
Lyr	Puddefjorden	1960	11	29	150	270	520	650	200	1800	1500	
	2009 Ramsøy	870±270	9	26	56	65	110	140	28	430	370	
	Lerøy	1080±230	6	16	39	64	94	140	32	390	330	
Kviting	Bontelabo Øst	510±240	4	6	11	12	23	26	5	86	74	
Torsk	Puddefjord	2270±680	58		135	360	490	710	970	260	2950	2500
	2007 Store Lungegårdsvann	3040±2200	32		102	450	680	1280	1855	510	4900	4200
	Vågen (Bontelabo)	1930± 540	20		58	185	315	405	575	130	1700	1400
	Sandviken/Hegrenes	1800± 580	30		65	190	295	365	495	108	1600	1300



Figur 4. Konsentrasjon av PCB₇ (µg/kg våtvekt) i lever av ulike fiskeartar fanga i Bergensområdet, i høvesvis sentrumsnære områder i Bergen hamn (blå) og nær yttergrensene for kosthaldsrådet (raudt). Gjennomsnitt, minste og største verdi av konsentrasjonar i samleprøvar er vist.

Konsentrasjonen av PCB gitt som PCB₇ varierte frå 86 µg/kg i lever av kviting frå Bontelabo til 2200 i lever av lange frå Puddefjorden. For PCB i lever ser ein klart at for artar som er fiska både sentralt i Bergens fjordområde og lenger ute er verdiane mykje høgare sentralt (figur 4). Dette kan tyda på at til dømes for sei så er det ein ganske rask påverknad av PCB rundt Bontelabo og i Puddefjorden. I arbeidet med miljødatabasen (www.nifes.no/sjomatdata) har vi målt PCB₇ i seilever ein gong og fann eit snitt på 66 µg/kg (n = 34), som kan vera eit døme på verdiar i opne havområde. Vi ser at alle verdiar i vårt materiale er høgare enn dette.

Men seilever har likevel mykje lågare PCB-konsentrasjonar enn torskelever frå undersøkinga i 2007-2008. For torsk var alle stasjonar godt over 1500 µg/kg våt vekt i sum PCB₇ mens vi for sei fann 570 µg/kg som høgste snittverdi.

Fordeling av mengde av ulike PCB-kongener var i gjennomsnitt for alle data i dette arbeidet slik ; PCB-28: 3 %, PCB-52: 6 %, PCB-101: 13 %, PCB-118: 14 %, PCB-138: 27 %, PCB-153: 31 % og PCB-180: 7 %.

Det er førebels ikkje sett egne grenseverdiar eller anbefalt grense for inntak for dei ikkje-dioksinliknande PCB-ane, men EU har under arbeid eit forslag om ei slik grense på 200 µg/kg våt vekt for PCB₆. Viss ein skal leggje denne føreslåtte grenseverdien til grunn vil dette føre til at lever av sei vil vera tilrådeleg å ete for tre av fire av dei ytre stasjonane, men at lever av sei frå dei sentrumsnære områda vil ha konsentrasjonar over grenseverdien (tabell 4). Av dei perifere stasjonane var gjennomsnittskonsentrasjonen av PCB₆ over den føreslåtte grensa på stasjonen Askøy/Holsnøy, med 230 µg/kg våtvekt.

Lever frå lange var over den føreslegne grenseverdien for PCB₆ på alle stasjonar, også på den eine perifere stasjonen der vi fekk lange. Ein av dei fire stasjonane der hyse vart fiska var under grenseverdien, mens for lyr var alle prøvane over grenseverdien, og særleg høg for den fisken som vart fiska i Puddefjorden, med 1500 µg/kg våtvekt.

Litt utanfor vurderinga av lever som mat, kan ein også sjå på at SFT har klassifisert forureiningsgrad av lokalitetar ut frå innhald av PCB₇ i torskelever og blåskjel. SFT klassifiserer lokalitetar med konsentrasjon av PCB₇ i torskelever 1500 til 4000 µg/kg våtvekt som markert forureina. Vi veit lite om dette klassifiseringssystemet kan brukast på andre torskefisk, men vi ser at dei to verdiane vi har i dette materialet og som er over 1500 µg/kg, markert forureina, begge er frå Puddefjorden.

I torsken fangsta i 2007 var det store variasjonar mellom prøvane, slik at ein av dei to samleprøvane frå Store Lungegårdsvann hadde en konsentrasjon på 7900 µg PCB₇/kg våtvekt, mens dei andre prøvane hadde frå 1400 til 3200 µg/kg våtvekt. Slik hadde vi då ein torskeprøve i området 4000-10000 µg/kg våtvekt som tilsvarer sterkt forureina. Torsken frå Store Lungegårdsvann var imidlertid ekstra stor, noko som truleg var grunnen til at den hadde ekstra høgt PCB-innhald.

Medan det i denne undersøkinga berre vart analysert for dei ikkje-dioksinliknande PCB og PCB 118, (PCB₇), vart det i 2007 analysert for både PCB₇ og for dioksin og dioksinliknande PCB, der EU har sett ein grenseverdi for fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt. Når ein ser på PCB- og dioksin-konsentrasjonane i torskelever frå 2007, ser ein at det var ein klar positiv samanheng mellom konsentrasjonane av dioksin og dioksinliknande PCB og konsentrasjonane av PCB₇. Det ville truleg vera ei forenkling og ei noko usikker ekstrapolering å bruke PCB₇-data for å vurdere om fiskelever vil kunne vera for høge i høve til grenseverdiar for dioksin og dioksinliknande PCB. Men dersom vi likevel antar at det er eit enkelt lineært forhold mellom konsentrasjonane av dioksin og dioksinliknande PCB og PCB₇,

kan vi berekne kva for konsentrasjon av PCB₇ eller PCB₆ som tilsvarer EUs grenseverdi for dioksin og dioksinliknande PCB i fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt. Dersom vi ser vekk frå torsk frå Store Lungegårdsvann, hadde torsken på dei tre andre stasjonane i 2007 ein snittkonsentrasjon av PCB₆ på 1700 µg /kg og i det same materialet var sum dioksin, furan og dioksinliknande PCB 360 ng TE/kg våtvekt. Det vil seie at grenseverdien for dioksin og dioksinliknande PCB på 25 ng TE/kg våtvekt ville ha vore nådd når PCB₆-konsentrasjonen var ca. 120 µg/kg våtvekt. Den føreslåtte grensa for PCB₆ på 200 µg/kg er altså mindre streng i høve til bruken av lever frå torskefisk og gjev altså eit mindre sikkert vern mot dioksin og dioksinliknande PCB enn den grenseverdien som gjeld for dioksin og dioksinliknande PCB. Dersom 120 µg/kg var grenseverdien for PCB₆, ville kun ein prøve av sei, ein prøve av hyse og kvitingprøven ha vore under denne grensa.

Oppsummering og konklusjon

Dette prosjektet har vore eit relativt avgrensa prosjekt for å supplere førre rapport med data på andre torskefiskartar enn torsk. Det vart fanga inn eit relativt stort materiale, spesielt av sei både frå sentrumsområdet og frå områda ved ytterpunkt til kosthaldsråd. Det vart no kun analysert for tungmetall i filet av enkeltfisk og PCB i samleprøvar av lever.

Tabell 5. Oversikt over kva miljøgifter som oftast kan akkumulereast til problem i mager fisk (torskefisk). EU sine grenseverdier er sett opp i høgre kolonne.

Sjømatstype	Miljøgift	EU-grense
Mager fisk (stor rovfisk)	Kvikksølv (Hg)	0,5 mg/kg (0,2 → kostholdsråd, gravide for torsk) (1,0 mg/kg)
Fiskelever	Alle organiske miljøgifter Dioksin + DL PCB Idl-PCB ₆	25 ng TEQ/kg 200 µg/kg *

*Forslag frå EU, på diskusjonsnivå.

Filet av torskefisk

Dei funna som er gjort i denne undersøkinga viser at andre artar av torskefisk i Bergen, spesielt sei, ikkje har like høge konsentrasjonar av kvikksølv i fileten som torsk frå same området. For hyse, lyr og kviting er imidlertid datamaterialet avgrensa. Den einaste arten som hadde noko høge konsentrasjonar av kvikksølv er lange og der har ein eit tidlegare materiale frå djupt vatn i byfjorden med høgare snittverdier. Det kan verke slik at ein gjerne kan få relativt små langer nærare opp under land og desse er lægre i kvikksølv enn dei litt større på større djup.

Konklusjon: Det er ingen grunn til å utvida dei gjeldande kosthaldsråda for torskefilet til å gjelda andre torskefisk.

Grunnlag: Kvikksølv ikkje over 0,2 mg/kg

Lever frå sei og andre torskefisk enn torsk

All fisk fanga i sentrale sjøområde ved Bergen hadde forhøgja PCB-nivå i lever, i hovudsak med konsentrasjonar over grensa som er foreslått for PCB₆, på 200 µg/kg. Dette medfører forbod mot omsetning. Vi ser at den nye føreslåtte grenseverdien for ikkje dioksinliknande PCB på 200 µg PCB/kg truleg vil gje eit mindre strengt vern enn grenseverdien for dioksin og dioksinliknande PCB.

Sjølv om dette ikkje gjeld kviting og sei frå tre av fire ”perifere” stasjonar, meiner vi det ville vere dekning i desse resultatata for å oppretthalde gjeldande kosthaldsråd med omsyn til konsum av fiskelever også for andre torskefisk enn torsk.

Konklusjon: Gjeldande kosthaldsråd for fiskelever bør fortsett gjelde alle torskefiskartar.

Grunnlag: Ikkje dioksinliknande PCB (PCB₆) over/rundt 200 µg/kg.

Referansar

Airasa, S., Duinker, A., Julshamn, K. 2004. Copper, zinc, arsenic, cadmium, mercury, and lead in blue mussels (*Mytilus edulis*) in the Bergen Harbour Area, Western Norway. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 73:276-284

Andersen, V., Maage, A., Johannesen, P. 1996. Heavy metals in the blue mussels (*Mytilus edulis*) in the Bergen Harbour Area, Western Norway. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57:589-596

Bøe, B., Olsen, G.S., Halsteinsen, T. 2001. Klorerte miljøgifter i ål fanget i Bergensområdet. Rapport Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt (NIFES), 14 s.

Green, N., Bjercknes, V., Klungsøyr, J., Vilhelmsen, S. 1992. Undersøkelse av PCB i det marine miljø utenfor ubåtbunker ved Nordrevåg, Bergen. Fase 1 - innledende observasjoner. Norsk institutt for vannforskning; 29 s.

Julshamn, K., Maage, A., Nordli, H.S., Grobecker, K.H., Jorhem, L. & Fecher, P., 2007. Determination of arsenic, cadmium, mercury and lead by ICP-MS in foods after pressure digestion: NMKL Collaborative Study. J.AOAC Int.. 90: 844-856.

Knutzen, J., Biseth, A. 1994. Undersøkelse av non-ortho polyklorerte bifenyler og polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner i organismer og sedimenter fra omegnen av marinebasen ved Haakonsvern 1993. Norsk institutt for vannforskning (NIVA); 45 s.

Knutzen, J., Skei, J., Johnsen, T., Hylland, K., Klungsøyr, J., Schlabach, M. 1994. Miljøgiftundersøkelser i Byfjorden/Bergen og tilliggende fjordområder. Fase 2. Observasjoner i 1994. Norsk institutt for vannforskning; 163 s.

Madsen K., Tveit I., Walde A. 2001. PCB i sjømat fra Byfjorden og nærliggende fjordområder. Næringsmiddeltilsyn og Miljørettet helsevern, Bergen, 18 s.

Myhre, L.P. 1998. Biomarkører i ål (*Anguilla anguilla* L.). Miljøgifteksponering i laboratorieforsøk og feltundersøkelser i fjordsystemet rundt Bergen. Cand.Scient.-oppgave, Universitetet i Bergen; 107 s.

Måge, A. og Frantzen, S., 2008. Kostholdsrådsundersøkelse Bergen Byfjord 2007. Rapport til Mattilsynet og Fylkesmannen i Hordaland, 37 sider.

Måge, A. Vågenes, L., Frantzen, S., Julshamn, K. 2007. Kvikksølvinnhold i fisk og sjømat ved søkkt ubåt (U864) vest av Fedje. Nye analysar 2007 - Samanlikning med data frå perioden 2004 til 2006. Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning; 17 s.

Skei, J., Knutzen, J., Klungsøyr, J. 1994. Miljøgiftundersøkelser i Bergen havneområde og Byfjorden 1993. Norsk institutt for vannforskning; 88 s.

VKM, 2006. Risikovurdering av kvikksølv i torskefilet. Uttalelse fra Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester i matkjeden, Vitenskapskomiteen for Mattrygghet, 6 s.

VKM, 2008. Risk assessment of non dioxin-like PCBs in Norwegian food. Uttalelse fra Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester i matkjeden, Vitenskapskomiteen for Mattrygghet, 21 s.

Økland, T.E. 2005. Kostholdsråd i norske havner og fjorder. Mattilsynet, VKM, SFT; Bergfald & Co. 268 s.