

Er fremmedstoffer i villfisk en trussel for mattrygghet? – Resultater fra store overvåkings- og kartleggingsundersøkelser

Av Sylvia Frantzen, Kåre Julshamn, Bente Nilsen,
Arne Duinker og Amund Måge

Sylvia Frantzen, Kåre Julshamn, Bente Nilsen, Arne Duinker og Amund Måge er alle tilknyttet Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, NIFES.

Innlegg på seminar i Norsk vannforening 9. oktober 2013.

Oppsummering

I senere år har det blitt gjennomført basisundersøkelser for noen av de kommersielt viktigste fiskebestandene: NVG-sild (*Clupea harengus*), Nordsjøsild (*C. harengus*), makrell (*Scomber scombrus*), blåkkeite (*Reinhardtius hippoglossoides*), torsk (*Gadus morhua*) og sei (*Pollachius virens*). Det er også gjennomført en stor kartlegging av fremmedstoffer i taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Resultatene fra disse undersøkelsene viser at det er generelt lave konsentrasjoner av fremmedstoffer i muskel av sild, makrell, torsk og sei i forhold til grenseverdier satt for mattrygghet. Ellers var det overskridelser av grenseverdier for kvikksølv og dioksiner og dioksinlignende PCB i blåkkeite fra visse områder, for dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av torsk og sei i flere undersøkte områder og for kadmium i taskekrabbe fra Salten og nordover. Mattilsynet har gitt advarsler til de mest sårbare gruppene om å unngå både torskelever og krabbebrunmat, og de positive næringsstoffene i sjømaten oppveier til dels eventuelle negative effekter av fremmedstoffer.

Hva er NIFES?

NIFES, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, er et forskningsinstitutt tilknyttet Nærings- og fiskeridepartementet (tidl. Fiskeri- og kystdepartementet), og er myndighetenes forsknings- og kompetansesenter innen fiskeernæring og trygg og sunn sjømat. Hovedmålet er å være den viktigste kunnskapsleverandøren innen fiskeernæring og trygg og sunn sjømat, både nasjonalt og internasjonalt. Forskningen på NIFES er inndelt i to avdelinger: Trygg og sunn sjømat og Fiskeernæring. Innen Fiskeernæring er det tre seksjoner som arbeider med tre ulike aspekter innen fôr til oppdrettsfisk, henholdsvis "behov og velferd", "trygt fôr" og "embryo og larver". I avdelingen Trygg og sunn sjømat er det også tre forskningsseksjoner: "Sjømat i modellsystem" forsker på positive og negative effekter av sjømat på helsen hovedsakelig ved hjelp av musemodeller, og "Humane studier" undersøker helseeffekter av sjømat direkte på mennesker gjennom blant annet kostholdsundersøkelser og intervensjonsstudier. "Fremmed- og smittestoff" undersøker nivåene av fremmedstoffer, mikroorganismer og parasitter i sjømat, og driver flere store overvåkings- og kartleggingsprogrammer, i hovedsak på villfanget fisk.

Overvåking av uønskede stoffer i villfanget fisk

Systematisk overvåking av uønskede stoffer i villfanget fisk har vært gjort fra 1994, og var lenge begrenset til stikkprøver, der få prøver av ulike arter ble analysert fra år til år. Resultatene fra denne overvåkingen ble lagt ut på nettet og er tilgjengelig for allmennheten på www.nifes.no/sjomatdata. Her finner man også data på næringsstoffinnhold i ulike typer sjomat. Denne overvåkingen viste seg imidlertid ikke å gi tilstrekkelig kunnskap. Blant annet dukket det opp blåkeuite ved en grensekontroll i Nederland som hadde kvikksølvkonsentrasjon over grenseverdien som er satt i EU for omsetning av fisk til human konsum (Commission regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006). Dette funnet kom som en overraskelse for norske forskere og myndigheter, ettersom tidligere stikkprøver hadde vist langt lavere nivåer. Det ble dermed bestemt at vi trengte mye mer omfattende kartlegginger av de kommersielt viktige fiskebestandene våre, og i 2006 startet den første av en rekke basisundersøkelser.

Størstedelen av overvåkingen på villfanget fisk er finansiert gjennom grunnbevilgningen fra Nærings- og Fiskeridepartementet. I tillegg gjennomføres også årlige overvåkingsprogrammer av villfanget fisk for Mattilsynet, og dessuten overvåking av villfanget fisk på oppdrag fra andre, for eksempel den faste overvåkingen for Kystverket ved ubåtvraket U-864 ved Fedje.

Uønskede stoffer og mattrygghet

Vi forskere som arbeider med mattrygghet har et litt annet perspektiv på innholdet av uønskede stoffer i fisk og andre organismer enn de som har hovedfokus på miljøpåvirkninger og forurensning. For eksempel omtaler vi som oftest uønskede stoffer som "fremmedstoffer" heller enn miljøgifter, fordi disse stoffene er stoffer som ikke er ønsket i maten, uavhengig av hvor de kommer fra. Mens det i ordet "miljøgifter" ligger at stoffene er et resultat av menneskelig aktivitet, kan fremmedstoffer også finnes naturlig. Eksempler på stoffer med som både forekommer naturlig og

skyldes menneskelig aktivitet er tungmetaller som kvikksølv og kadmium, samt organiske forbindelser som dioksiner og polyaromatiske hydrokarboner (PAH). I arbeidet med sjomattrygghet forholder vi oss også som oftest til grenseverdiene som gjelder for mattrygghet, og selv om disse er overskredet trenger ikke det bety at et område er spesielt forurensnet, ettersom noen arter naturlig akkumulerer høye nivåer av uønskede stoffer. Dette innebærer også at vi er spesielt interessert i selve konsentrasjonene av stoffene og ikke alltid like opptatt av om de øker eller avtar som det forurensningsmyndighetene er. Ellers er det også fra et mattrygghetsperspektiv viktig å ha kunnskap om nivåene i mange ulike arter; mens det for å vurdere forurensningsnivå kanskje er tilstrekkelig med noen få indikatorarter, vil det være nødvendig å vite nivået i mange ulike arter for å kunne vite hvordan de ulike artene er i forhold til mattrygghet. Hver art akkumulerer ulike stoffer i ulik grad, og i et gitt område vil noen arter ha lavt nivå av et stoff, mens andre har et høyt nivå og kan overskride gjeldende grenseverdier.

Grenseverdiene som gjelder for mattrygghet er fastsatt i EU og er også tatt inn i norsk lovgivning. De skal forhindre for høyt inntak av uønskede stoffer i befolkningen ved å hindre at mat med de høyeste nivåene av stoffene kommer på markedet. Grenseverdiene blir fastsatt på bakgrunn av inntaksgrenser for stoffene (Provisional tolerable weekly intake, PTWI; Tolerable weekly intake, TWI; Tolerable daily intake, TDI) som er basert på kunnskap om human toksisitet og beregnet gjennom risikovurderinger i EFSA¹ eller JECFA². Samtidig tas det hensyn til ALARA-prinsippet ("As Low As Reasonably Achievable" med god fiskeri- og akvakulturpraksis). Dette innebærer at mat med høyt naturlig nivå kan få høyere grenseverdier enn mat som naturlig har lavt nivå. Det tas imidlertid også hensyn til hva som er normalt inntak av en matvare.

For eksempel for torskelever er det en grenseverdi for summen av dioksiner og dioksin-

¹ European Food Safety Authority

² The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

lignende PCB på 20 ng TE/kg, mens tilsvarende grenseverdi for fiskemuskel er 6,5 ng TE/kg våtvekt. Den høyere grenseverdien for torskelever er satt fordi lever akkumulerer mye organiske miljøgifter, og nivåene ville fort overstige den grenseverdien som er satt for fiskemuskel. På den annen side går man ut fra at fiskelever ikke blir spist veldig ofte av de fleste. Samtidig råder Mattilsynet kvinner i fruktbar alder og barn om å unngå å spise fiskelever for slik å beskytte de mest sårbare gruppene.

Det er imidlertid mange stoffer det ikke er satt grenseverdier for, kanskje fordi det ikke er fastsatt noen inntaksgrenser for stoffene, eller fordi man ikke har nok kunnskap om giftighet og/eller nivåer i ulike matvarer. En oversikt over de øvre grenseverdiene som gjelder fremmedstoffer i ulike typer sjømat er vist i tabell 1. For kvikksølv er det en grense på 0,5 mg/kg våtvekt i alle typer sjømat, med unntak en rekke større rovfisk som blant andre kveite, breiflabb, steinbit, tunfisk og sverdfisk. Disse artene har fått en grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt fordi disse artene er antatt å kunne ha et nokså høyt innhold av kvikksølv. Ellers kan Mattilsynet gi advarsler til gravide og ammende på bakgrunn av en egen grenseverdi for kvikksølv i torskefilet på 0,2 mg/kg våtvekt.

Kadmium akkumuleres lett i skjell og krepsdyr, og derfor er det satt mye høyere grenseverdier for disse enn for fiskemuskel, samtidig som man antar at inntaket av skaldyr er lavere enn fiskefilet. Det samme gjelder bly.

I 2012 ble det vedtatt nye grenseverdier for de organiske miljøgiftene, dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB6 og polyaromatiske hydrokarboner, PAH. For dioksiner og dioksinlignende PCB gikk man samtidig over til nye toksiske ekvivalensfaktorer (TEF-verdier) (Van den Berg, 2005), såkalte TEF-2005. Bruk av TEF-verdier er en måte å kunne beregne den totale giftigheten av en blanding av dioksiner og dioksinlignende PCB. Disse 29 stoffene har alle samme giftighetsmekanisme, men ulik grad av giftighet. Derfor blir de gitt ulike TEF-faktorer avhengig av deres giftighet i forhold til den mest giftige av forbindelsene, som har en TEF-faktor på 1. Konsentrasjonen av hver kongener blir altså multiplisert med dens TEF-faktor før man summerer konsentrasjonene av de ulike dioksiner og dioksinlignende PCB. Grenseverdiene for mattrygghet er altså satt for summen av konsentrasjonene gitt som toksiske ekvivalenter (ng TE/kg).

Organiske miljøgifter akkumuleres gjerne i fet fisk, og ål er en svært fet fisk som har fått en egen grenseverdi for dioksiner og dioksin-

	Fiskefilet	Fiskelever	Skjell	Krepsdyr ¹
Kvikksølv (mg/kg våtvekt)	0,5 (1,0)		0,5	0,5
Kadmium (mg/kg våtvekt)	0,05 (0,1)		1,0	0,5
Bly (mg/kg våtvekt)	0,3		1,5	0,5
Sum dioksiner og furaner (ng 2005-TE/kg vv)	3,5		3,5	3,5
Sum dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB (ng 2005-TE/kg vv)	6,5 (10)	20	6,5	6,5
Sum PCB ₆	75 (300)	200	75	75
PAH: Benzo(a)pyren (µg/kg vv)			5	
Sum 4 PAH ² (µg/kg vv)			30	

¹ Gjelder bare muskelmasse, og for krabbe gjelder grenseverdiene kun for klør og føtter.

² Sum 4 PAH er summen av benzo(a)pyrene, benz(a)anthracene, benzo(b)fluoranthene og chrysene.

Tabell 1. EU og Norges øvre grenseverdier for konsentrasjoner av ulike fremmedstoffer i fisk og annen sjømat ved omsetning til humant konsum (Commission regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006).

lignende PCB på 10 ng TE/kg våtvekt. Fiskelever akkumulerer som nevnt enda mer organiske miljøgifter og her er grenseverdien satt spesielt høyt.

PAH-forbindelser akkumuleres lite i fisk. Med nye grenseverdier er det ikke lenger grenseverdier som gjelder for fersk fisk, det er kun grenseverdier for røkt fisk ettersom røyking tilfører PAH. Skjell kan imidlertid akkumulere PAH, og grenseverdier er gitt for benzo(a)pyren som er kreftfremkallende, samt for summen av 4 PAHer.

Når det gjelder krepsdyr så er «brunmat» av krabbe unntatt for alle grenseverdier fordi de kan akkumulere mye fremmedstoffer, samtidig som det antas at folk flest spiser lite brunmat. Som for fiskelever har Mattilsynet gitt råd til kvinner i fruktbar alder og barn om å unngå å spise krabbefrunmat.

Hvordan kan vi så vurdere om fremmedstoffer i fisk er en trussel for mattrygghet? Den enkleste måten å vurdere om sjømaten er trygg på er å vurdere den opp mot grenseverdiene for de ulike stoffene. Når det ikke finnes grenseverdier kan man vurdere opp mot PTWI/TWI/TDI, som er gitt i mengde stoff per kilo kroppsvekt per dag eller uke. Så kan man beregne ut fra konsentrasjonen i et produkt om man vil overskride dette inntaket hvis man spiser en viss mengde i løpet av en dag eller uke. Dette er mer komplisert enn å se på nivåene i forhold til grenseverdier, og det er heller ikke alle stoffer som det finnes PTWI/TWI/TDI for.

Dessuten, hvis det er en del overskridelser av grenseverdier for en type sjømat, så må man se på hvor mye det faktisk spises av den matvaren og om det faktiske inntaket i befolkningen vil ha noen effekt. Men hva slags villfanget fisk og annen sjømat gir så overskridelser av grenseverdiene? Det som er generelt antatt er at kvikksølv kan oppnå høye konsentrasjoner i mager fisk og stor, gammel fisk høyt i næringskjeden, at organiske miljøgifter oppnår høye konsentrasjoner i fet fisk og fiskelever og at kadmium kan oppnå høye konsentrasjoner i krabbe og andre skalldyr. Gjennom en rekke store basisundersøkelser og store kartleggingsprogrammer har NIFES

undersøkt hva som er de faktiske nivåene av slike stoffer i en rekke ulike fiskeslag og sett på disse i forhold til grenseverdiene.

Basisundersøkelsene

Til nå har det blitt gjennomført seks ulike basisundersøkelser, der det har blitt analysert for metaller og organiske miljøgifter i muskel av 1200 blåkveiter (Nilsen m.fl., 2010), 800 norsk vårgytende sild (Frantzen m.fl., 2009; Frantzen m.fl., 2011), 1000 nordsjøsild (Duinker m.fl., 2013), 800 makrell (Frantzen m.fl., 2010), 2100 torsk (Julshamn m.fl., 2013a; Julshamn m.fl., 2013b; Julshamn m.fl., 2013c) og 1600 sei (Nilsen m.fl., 2013a; Nilsen m.fl., 2013b). Prøvene ble tatt i store deler av utbredelsesområdet for de ulike artene, og forsøksvis til ulike tider av året. Havforskningsinstituttet bidro med prøvetaking ved hjelp av egne fartøyer og referanseflåten, og de sto også for aldersbestemmelse av fisken.

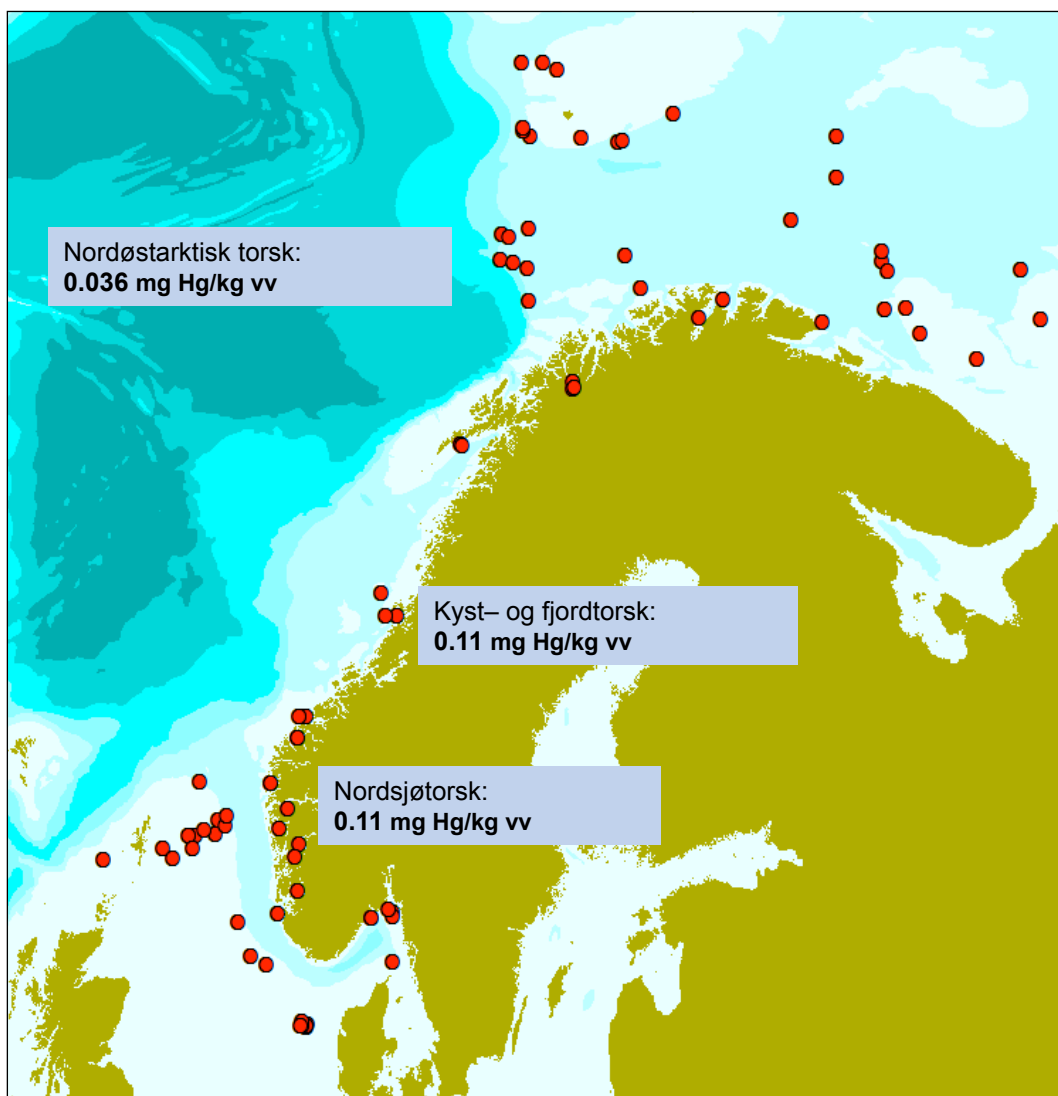
I alle basisundersøkelsene ble det tatt prøver av enkeltindivider, primært 25 fisk per stasjon, og det ble gjort analyser på muskel av alle artene samt lever av sei og torsk. Prøvene ble analysert for en rekke metaller inkludert kvikksølv, kadmium, bly og arsen, samt de organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₇/PCB₆) og polybromerte difenyletere (PBDE). På grunn av svært lavt fettinnhold ble filet av torsk og sei ikke analysert for de fettløselige organiske miljøgiftene, med unntak av 30 prøver av torskefilet fra Barentshavet. All fisken som ble prøvetatt ble målt, veid og aldersbestemt, og fettinnhold ble også bestemt i de prøvene som ble analysert for organiske miljøgifter.

For metallanalysene ble det benyttet multi-element ICP-MS med våtoppslutning i mikrobølgeovn (Julshamn m.fl., 2007). For de organiske miljøgiftanalysene ble det benyttet en felles opprensings- og ekstraksjonsmetode ved bruk av Accelerated Solvent Extractor og Power Prep, og analyse for dioksiner og dioksinlignende PCB ble gjort med høyoppløsende GC-MS (HRGC-HRMS) mens ikke-dioksinlignende PCB ble bestemt med GC-MSMS og PBDE ble analysert med GC-MS.

Her følger noen resultater fra de ulike basisundersøkelsene.

	Torsk		Sei		EU-grense
	Gj. snitt	Min -Maks	Gj.snitt	Min -Maks	
Bly	<0,01	<0,01 - 0,05	<0,01	<0,01 - 0,15	0,3
Kadmium	<0,002	<0,002 - 0,097	0,001	<0,002 - 0,029	0,05
Kvikksølv	0,075	0,010 - 0,71	0,051	0,006 - 0,66	0,5

Tabell 2. Konsentrasjoner av bly, kadmium og kvikksølv i muskel av henholdsvis torsk og sei. Gjennomsnitt, minste og største verdi er vist, samt EU og Norges øvre grenseverdi.



Figur 1. Kart som viser hvor det ble tatt prøver av torsk til basisundersøkelsen. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon er vist for hver av torskbestandene Nordøstarktisk torsk (Barentshavet), Nordsjøtorsk og Kyst- og fjordtorsk.

Lave nivåer av fremmedstoffer i muskel av torsk og sei

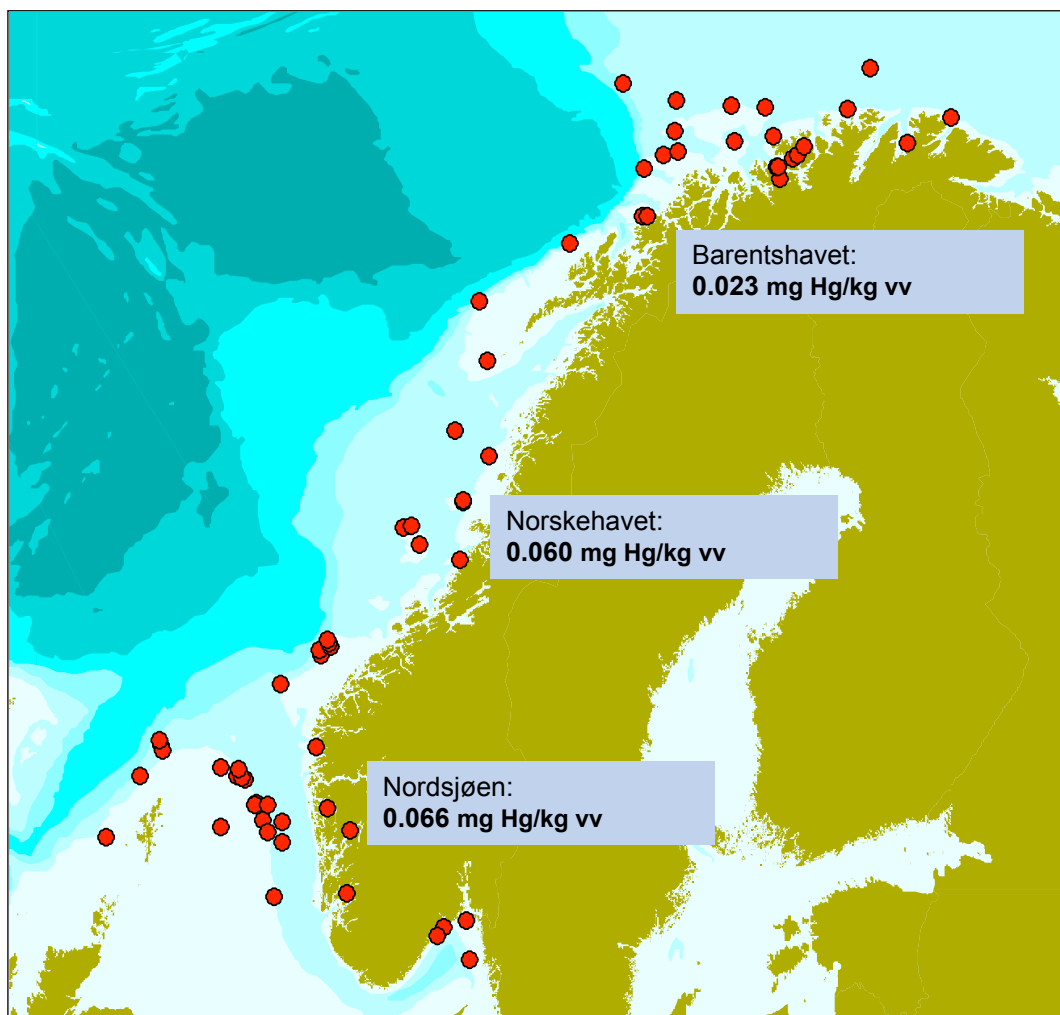
Torsk til basisundersøkelsene ble prøvetatt i Barentshavet (Nordøstarktisk torsk), Nordsjøen (Nordsjøtorsk) og en del også fra kyst- og fjordområder (kyst- og fjordtorsk), figur 1. Torsk er en mager fisk med potensiale for å akkumulere kvikksølv. Men i basisundersøkelsen, der vi analyserte 2100 prøver av torskemuskel fra Barentshavet, Nordsjøen og kyst- og fjordområder langs hele kysten, fant vi kun tre enkeltfisk med kvikksølvkonsentrasjon over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Og gjennomsnittsnivået var 0,075 mg/kg våtvekt, tabell 2. Nivået var imidlertid betyde-

lig lavere i Nordøstarktisk torsk enn i kyst- og fjordtorsk og Nordsjøtorsk, figur 1.

Sei ble prøvetatt i Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen, figur 2. Også for sei var nivåene av fremmedstoffer i filet veldig lave, og kun én enkeltfisk hadde kvikksølvkonsentrasjon over grenseverdien. På samme måte som for torsk var nivåene lavest i Barentshavet, og i alle områdene var nivåene i sei noe lavere enn i torsk.

Overskridelser av kvikksølv i blåkveite

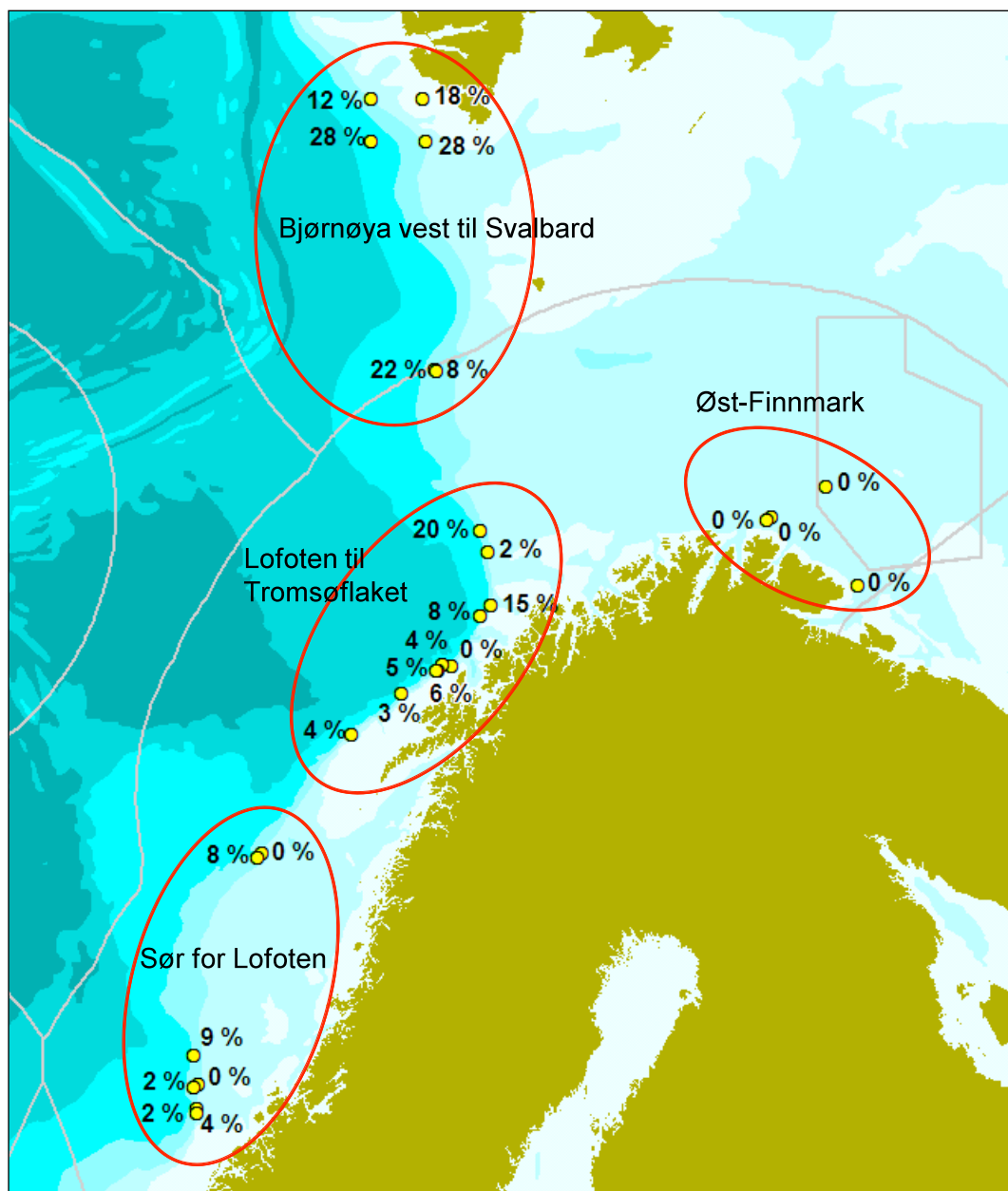
Blåkveite ble prøvetatt langs eggakanten fra utenfor Mørkekysten til Svalbard, samt utenfor Øst-



Figur 2. Kart som viser hvor det ble tatt prøver av sei til basisundersøkelsen. Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon er vist for sei fra hvert av havområdene Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen.

Finnmark. Her ble det funnet ganske mange fisk med overskridelser av grenseverdien for kvikksølv på 0,5 mg/kg våtvekt. Langs eggakanten mellom Troms og Svalbard hadde hele 12-28 % av fisken kvikksølvkonsentrasjoner over grenseverdien, figur 3. Lenger sør var det ikke like

mange over grenseverdien, mens i Øst-Finnmark var det ingen. Det ble funnet at noen av forskjellene mellom nord og sør kunne skyldes forskjeller i alder og fettinnhold, da den nordligste fisken var både eldst og magrest, men dette kunne ikke forklare de lave nivåene utenfor Øst-Finnmark.



Figur 3. Kart som viser hvor det ble tatt prøver av blåkveite til basisundersøkelsen. Antall overskridelser av kvikksølv er vist for hver av prøvetakingsposisjonene.

Vi vet ikke hvorfor nivåene er så mye lavere i Øst-Finnmark enn langs eggakanten.

Til dels høye kvikksølvnivåer i brosme

I ulike undersøkelser som ikke er basisundersøkelser har det også kommet frem at brosme kan ha ganske høye kvikksølvnivåer (Kvangarsnes, 2010; Kvangarsnes m.fl., 2012). Her har det vist seg at kvikksølvinnholdet i brosme fanget langs kysten av Vestlandet har like høye eller høyere nivåer av kvikksølv enn de fanget ved ubåtvraket på Fedje, med enkelte overskridelser av grenseverdien. Og inne i Hardangerfjorden er kvikksølvinnholdet i brosme svært høyt, noe som har medført advarsel fra Mattilsynet. Ute i Nordsjøen var også konsentrasjonene relativt høye, og de avtok jo lenger nord man kom. Nå skal det i løpet av 2013-2014 gjennomføres en ny kartlegging, finansiert av Mattilsynet, der brosme skal samles inn fra 55 lokaliteter langs kysten og ute i havet. Dessuten vil det også bli analysert lange og andre arter som tas som bifangst i fisket etter brosme.

Lave nivåer av organiske miljøgifter i filet av fete fiskeslag: NVG-sild, nordsjøsild og makrell

NVG-sild ble prøvetatt i Norskehavet i beitesesongen og i gyteområdene utenfor norskekysten i perioden før gyting. Nordsjøsild ble prøvetatt i Nordsjøen og Skagerrak mens makrell i hovedsak ble tatt i Nordsjøen, med noen få prøver også i Skagerrak, Norskehavet og vest av Skottland.

All sild, både NVG- og Nordsjøsild hadde konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB og PCB₆ under grenseverdiene på henholdsvis 6,5 ng TE/kg våtvekt og 75 µg/kg våtvekt, tabell 3. Nivåene var lavest i NVG-sild, med et gjennomsnitt på 0,63 ng TE/kg våtvekt, under ti ganger lavere enn grenseverdien. Nordsjøsild hadde gjennomsnittlig om lag dobbelt så høyt nivå av dioksiner og dioksinlignende PCB som NVG-sild, men likevel ikke høyt i forhold til grenseverdiene.

Med hensyn til makrell, så var det én enkeltfisk som overskred grenseverdiene for både dioksiner og dioksinlignende PCB og for PCB₆. Denne ble tatt i Skagerrak, der det generelt var noe høyere nivå enn i Nordsjøen. Likevel var gjennomsnittsnivåene av de organiske miljøgiftene lavere i makrell enn i Nordsjøsild.

Høye nivåer av organiske miljøgifter i blåkveite

I basisundersøkelsen for blåkveite ble det funnet overraskende høye nivåer av organiske miljøgifter i blåkveite fanget utenfor Lofoten og litt sør-øst. Ved tre av posisjonene hadde 64-70 % av fisken konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB over grenseverdien, figur 6. Lenger nord var det færre fisk, men likevel en betydelig andel, med overskridelser, og utenfor Øst-Finnmark var det kun én fisk med en konsentrasjon over grenseverdien.

Disse resultatene medførte at noen soner der det ble funnet høyest andel overskridelser ble stengt for fiske etter blåkveite, og det pågår en

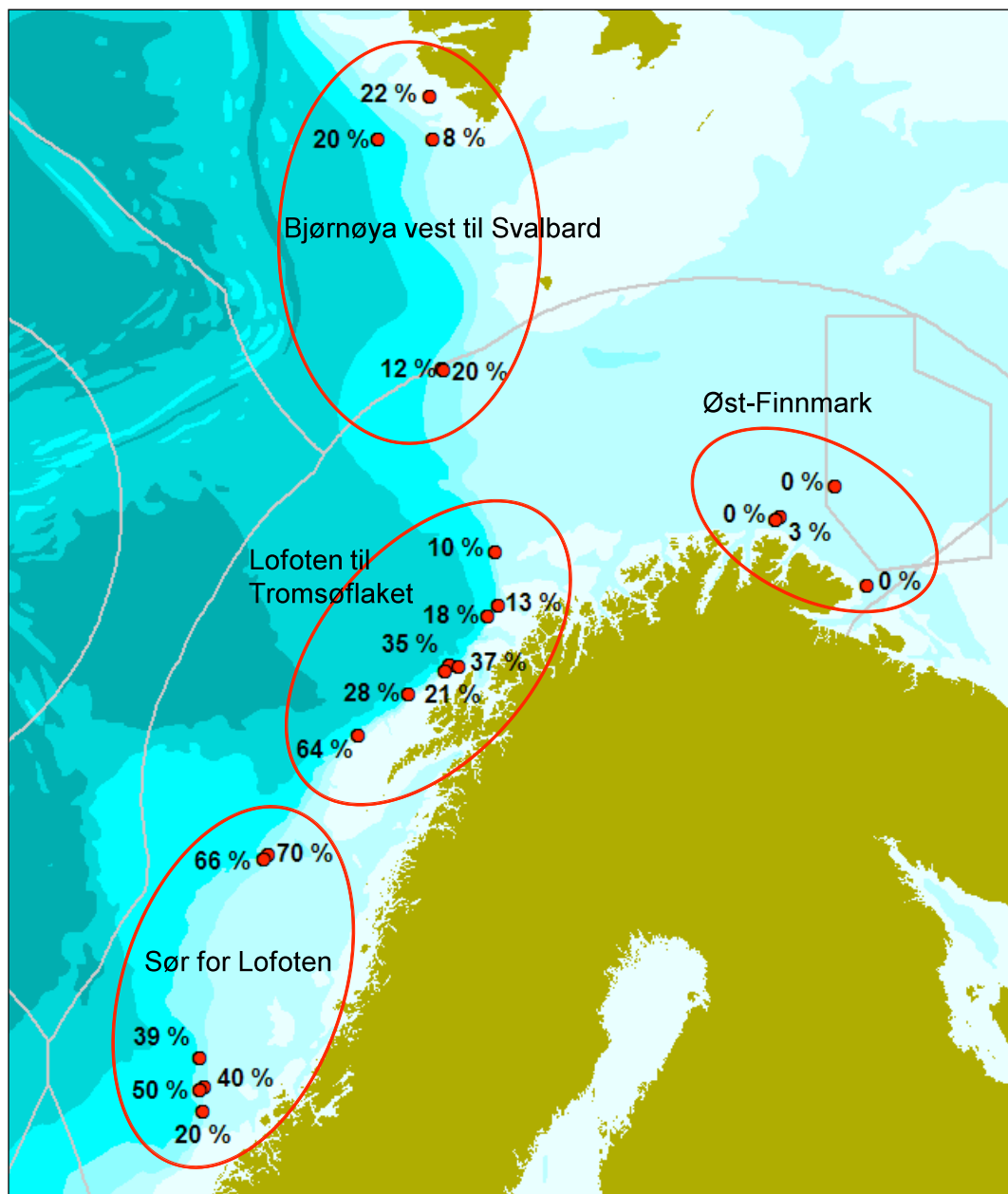
	Gj.snitt	Min	Maks	EU-grense
Dioksiner+dl-PCB				
NVG-sild	0,63	0,21	2,9	6,5
NS-sild	1,2	0,27	5,4	6,5
Makrell	0,87	0,12	9,7	6,5
PCB ₆				
NVG-sild	4,3	1,2	21	75
NS-sild	7,8	1,2	48	75
Makrell	6,6	0,83	350	75

Tabell 3. Konsentrasjoner av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB og PCB₆ i muskel av henholdsvis NVG-sild, Nordsjøsild og makrell. Gjennomsnitt, minste og største verdi er vist for hver art, samt EU og Norges øvre grenseverdi.

årlig overvåking av blåkkeite fra dette området. Denne overvåkingen har vist varierende resultater fra år til år, uten at det er mulig å se noen utviklingstrend, og stengningen er fortsatt opprettholdt.

Høye nivåer av organiske miljøgifter i lever av torsk og sei

I basisundersøkelsen for torsk fant vi at 42 % av de 2050 fiskene som ble analysert for organiske miljøgifter i lever hadde konsentrasjoner av diok-



Figur 4. Kart som viser hvor det ble tatt prøver av blåkkeite til basisundersøkelsen. Antall overskridelser av sum dioksiner og dioksinlignende PCB er vist for hver av prøvetakingsposisjonene.

	Gj.snitt	Min - Maks	EU-grense
Dioksiner+dl-PCB Torsk	21	1,0 - 276	20
Sei	14	2,9 - 108	20
PCB ₆ Torsk	165	9,7 - 5400	200
Sei	110	14 - 1280	200

Tabell 4. Konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB og sum PCB₆ i lever av henholdsvis torsk og sei. Gjennomsnitt, minste og største verdi er vist.

siner og dioksinlignende PCB over grenseverdien på 20 ng TE/kg våtvekt som gjelder spesielt for fiskelever. Og 20 % av fisken var over grenseverdien for PCB₆ i lever. Nivåene var høyest i kyst- og fjordtorsk, med et snitt på 32 ng TE/kg våtvekt, mens Nordøstarktisk torsk fra Barentshavet hadde de laveste nivåene, med et snitt på 14 ng TE/kg våtvekt. Nordsjøtorsk hadde et gjennomsnittsnivå av dioksiner og dioksinlignende PCB på 21 ng TE/kg våtvekt. Så både kyst- og fjordtorsk og Nordsjøtorsk viste gjennomsnittsnivå over grenseverdien, mens torsken fra Barentshavet ikke gjorde det. De høyeste konsentrasjonene som ble funnet var svært høye, tabell 4. I ettertid har det blitt analysert leverprøver av 100 skrei fra Lofoten, og disse hadde et forholdsvis lavt gjennomsnittsnivå av dioksiner og dioksinlignende PCB, med 12 ng TE/kg våtvekt.

For lever av sei var nivåene av organiske miljøgifter litt lavere enn for torsk, i likhet med for kvikksølv i filet. Gjennomsnittsverdien for både dioksiner og dioksinlignende PCB og for PCB₆ var under grenseverdien og "bare" henholdsvis 17 og 10 % av fisken hadde konsentrasjoner over grenseverdiene. Sei fra Barentshavet hadde det laveste nivået, med et snitt på 9,2 ng TE/kg våtvekt, mens sei fra Nordsjøen hadde det høyeste nivået med et snitt på 17 ng TE/kg våtvekt. Sei fra Norskehavet hadde bare litt lavere nivå enn sei fra Nordsjøen, med 15 ng TE/kg våtvekt.

Høye kadmiumnivåer i krabber nord for Salten

I 2011/2012 ble det gjennomført en stor kartlegging av fremmedstoffer i taskekrabbe for Mattil-

synet, med prøver av krabbe tatt langs hele kysten fra Hvaler til og med Vesterålen. Det var særlig fokus på kadmiurn fordi det i forkant hadde vist seg å være urovekkende høye nivåer av kadmiurn i krabbe fra Bodø-området. Brunmat av krabbe, som inneholder fordøyelseskjertelen ("levermasse") er kjent for å kunne akkumulere mye kadmiurn og andre fremmedstoffer, og er unntatt for alle grenseverdier. I stedet har Mattilsynet gitt ut advarsel til kvinner i fruktbar alder og barn om å unngå å spise brunmaten. I Bodøområdet var det imidlertid funnet krabber med konsentrasjoner over grenseverdien i klokjøtt.

I den store krabbekartleggingen fant vi at fra Salten til og med Lofoten var det gjennomsnittskonsentrasjoner i klokjøtt over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt ved alle posisjonene (Julshamn m.fl., 2012). En oppfølgende undersøkelse med flere prøver fra Vesterålen viste at problemet var like stort her. Lenger sør langs kysten var det kun lave konsentrasjoner av kadmiurn i taskekrabbe, tilsvarende som har vært målt tidligere. Brunmat inneholder generelt mye kadmiurn, men nord for Saltfjorden var konsentrasjonene enda mye høyere enn det som har vært funnet tidligere, med snittkonsentrasjon på en lokalitet på hele 18 mg/kg våtvekt. Også for brunmat var nivåene betydelig lavere sør for Salten i denne undersøkelsen. I 2013/2014 er det gjennomført en ny kartlegging av kadmiurn i krabbe fra en rekke lokaliteter i Nordland, der rapporten vil bli ferdigstilt om kort tid.

Er fremmedstoffer i villfisk en trussel for sjømattryggheten?

For den vanligste sjømaten som vi spiser mye av er det svært lave nivåer av fremmedstoffer, mens vi kan finne nivåer som overskrider grenseverdier i mat som filet av blåkkeite, fiskelever og krabbe fra Nordland.

Grenseverdier er satt for å holde ”verstin-gene” ute fra markedet, og skal hindre at befolkningen over tid får i seg for mye uønskede stoffer med et normalt inntak av sjømat. Fiskere og de som selger fisken har ansvar for at maten de omsetter ikke er ulovlig, altså ikke overskrider gjeldende grenseverdier. Mattilsynet prøver å gi råd og innføre tiltak der det er spesielle utfordringer (www.matportalen.no).

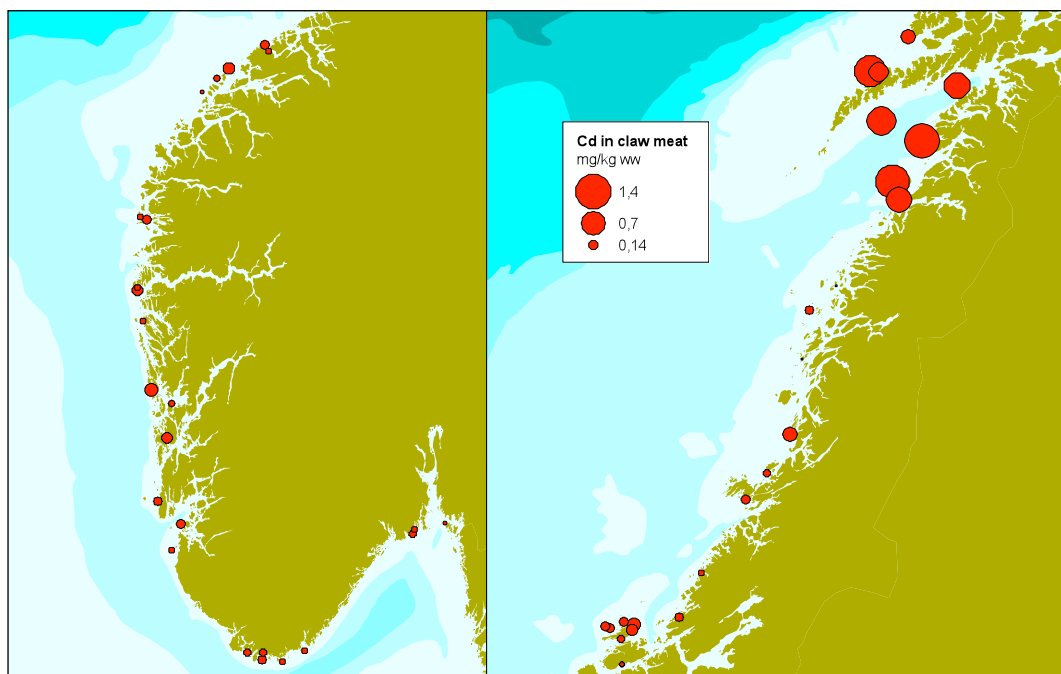
For blåkkeite er det fiskeforbud i de verste områdene, og generelt omsettes det lite blåkkeite i Norge. For fiskelever og brunmat av krabbe er det kostholdsråd til kvinner i fruktbar alder og barn om å unngå å spise disse matvarene. Og for Nordland er det gitt et særskilt råd til alle om å unngå å spise krabbe fra Salten og nordover. Det er også gitt råd til alle om å unngå å spise lever

av selvfanget fisk fanget langs kysten, det vil si innenfor grunnlinjen, og dessuten er det gitt ulike advarsler for en rekke forurensede havner og fjorder.

Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) ga i 2006 ut rapporten «Et helhetssyn på fisk og annen sjømat i norsk kosthold» som blant annet konkluderte med at sjømatinntaket i befolkningen bør økes (Alexander m.fl., 2006). Sjømat inneholder mange viktige næringsstoffer som jod, selen, vitamin D og omega-3-fettsyrer, og de positive effektene av disse kan til en viss grad veie opp for eventuelle negative effekter av fremmedstoffer. For tiden utarbeider VKM en ny og oppdatert helhetsvurdering for fisk, der NIFES blant annet har bidratt med data fra basisundersøkelsene og annen overvåking. Ut fra resultatene vi har fått er det ikke grunn til å tro at konklusjonen vil bli en annen denne gangen.

Litteraturliste

Alexander, J., L. Frøyland, G.-I. Hemre, B. K. Jacobsen, E. Lund, H. M. Meltzer og J. U. Skåre (2006). Et helhetssyn på fisk og annen sjømat i norsk kosthold. Vitenskapskomiteen for Mattrygghet, 171 s.



Figur 5. Kart som viser hvor det ble tatt prøver av krabbe til den store kartleggingen i 2011/2012. De røde sirklene viser konsentrasjonen av kadmium i klokkjøtt ved hver av prøvetakingsposisjonene.

Duinker, A., S. Frantzen, B. M. Nilsen, A. Måge, K. Nedreaas og K. Julshamn (2013). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i nordsjøsild (*Clupea harengus*). Sluttrapport. NIFES, Bergen. 26 s.

Frantzen, S., A. Måge, S. A. Iversen og K. Julshamn (2011). "Seasonal variation in the levels of organohalogen compounds in herring (*Clupea harengus*) from the Norwegian Sea." *Chemosphere* **85**: 179-187.

Frantzen, S., A. Måge og K. Julshamn (2009). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i Norsk Vårgytende Sild. NIFES, Bergen. 24 s.

Frantzen, S., A. Måge og K. Julshamn (2010). Basisundersøkelse fremmedstoffer i nordøstatlantisk makrell (*Scomber scombrus*). Sluttrapport. NIFES, Bergen. 33 s.

Julshamn, K., A. Duinker, M. Berntssen, B. M. Nilsen, S. Frantzen, K. Nedreaas og A. Maage (2013a). "A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho PCBs, non-dioxin-like PCBs and polybrominated diphenyl ethers in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea." *Marine Pollution Bulletin* **75**(1-2): 250-258.

Julshamn, K., A. Duinker, B. M. Nilsen, S. Frantzen, A. Maage, S. Valdersnes og K. Nedreaas (2013b). "A baseline study of levels of mercury, arsenic, cadmium and lead in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea." *Marine Pollution Bulletin* **67**(1-2): 187-195.

Julshamn, K., A. Måge, H. Norli Skaar, K. Grobecker, L. Jorheim og P. Fecher (2007). "Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: NMKL Interlaboratory Study." *Journal of AOAC International* **90**: 844-456.

Julshamn, K., B. M. Nilsen, A. Duinker, S. Frantzen, S. Valdersnes, K. Nedreaas og A. Måge (2013c). Basisundersøkelse fremmedstoffer i torsk (*Gadus morhua*). Sluttrapport. NIFES, Bergen. 28 s.

Julshamn, K., B. M. Nilsen, S. Valdersnes og S. Frantzen (2012). Årsrapport 2011. Mattilsynets program: Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann: Delrapport I: Undersøkelser av miljøgifter i taskekrabbe. NIFES, Bergen. 52.

Kvangarsnes, K. (2010). Kvikksølv i brosme fisca langs den norske kyststraumen - samanlikning med brosme fisca nær U-864 utanfor Fedje og frå dei opne havområda. Master of science, Universitetet i Bergen. 89 s.

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

Nilsen, B. M., S. Frantzen, K. Julshamn, K. Nedreaas og A. Måge (2013a). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Nordsjøen. Sluttrapport for prosjektet "Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann". NIFES, Bergen. 56 s.

Nilsen, B. M., S. Frantzen, K. Nedreaas og K. Julshamn (2010). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i blåkkeite (*Reinhardtius hippoglossoides*). NIFES, Bergen. 42 s.

Nilsen, B. M., K. Julshamn, A. Duinker, K. Nedreaas og A. Måge (2013b). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Norskehavet og Barentshavet. Sluttrapport. NIFES, Bergen. 44 s.