



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

Rapport
2013

Basisundersøkelse av fremmedstoffer i nordsjøsild (*Clupea harengus*)

Sluttrapport

Arne Duinker, Sylvia Frantzen, Bente
Nilsen, Amund Måge, Kjell Nedreaas¹ og
Kåre Julshamn

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

¹Havforskningsinstituttet

04.04.2013



Innhold

FORORD	3
SAMMENDRAG	4
ENGLISH SUMMARY	6
INNLEDNING	8
MATERIALE OG METODER.....	11
Prøveinnsamling og -opparbeidelse	11
Analyser	14
Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)	14
Bestemmelse av organiske fremmedstoffer: dioksiner, dioksinlignende PCB, ikke- dioksinlignende PCB og PBDE (NIFES metode nr. 292)	14
RESULTATER OG DISKUSJON	16
Fysiske og biologiske parametre	16
Innhold av metaller.....	17
Kadmium.....	17
Kvikksølv	19
Bly	19
Arsen	20
Innhold av organiske fremmedstoffer	20
Dioksiner og dioksinlignende PCB	21
PCB ₆	23
Polybromerte difenyletere (PBDE)	23
KONKLUSJON.....	24
REFERANSER.....	26

FORORD

Denne rapporten presenterer resultatene fra den fjerde basisundersøkelsen som er gjennomført på fisk fra norske fiskeriområder. Til sammen 999 prøver av nordsjøsild har blitt samlet inn i perioden 2009-2010 og har blitt analysert for en rekke fremmedstoffer samt fysiske og biologiske parametre.

Tidligere har tilsvarende basisundersøkelser blitt gjennomført for norsk vårgytende sild, blåkveite og makrell.

Undersøkelsen er ledet av NIFES og er finansiert med midler fra Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond samt en betydelig egeninnsats fra Havforskningsinstituttet (HI) og NIFES. HI ved Kjell Nedreaas og Asbjørn Borge har koordinert prøvetakingen av nordsjøsild som ble utført av personell og mannskap på HIs forskningsfartøyer og innleide fiskefartøyer (Referanseflåten). Jan Henrik Nilsen bidro til innsamling av spesielt utfordrende prøver i siste fase av prøvetakingen. Veiking, måling, kjønns- og aldersbestemming av fisken ble utført i henhold til rutiner ved HIs laboratorier av Anne-Liv Johnsen, Bjørn Vidar Svendsen og Jan de Lange. Noen av prøvene ble samlet inn av NIFES personell på tokt med innleide fiskefartøyer.

De kjemiske analysene og opparbeiding av prøvene er gjennomført ved NIFES sine laboratorier som er akkreditert i henhold til NS-ISO-EN 17025. Prøvemottak ved Elin Kronstad, Anne-Margrethe Aase, Manfred Torsvik og Vidar Fauskanger har stått for filetering, homogenisering og frysetørking av prøvene. Fettbestemmelser ble gjennomført ved Laboratorium for næringsstoffer under ledelse av Annbjørg Bøkevoll og utførelse av Tina Rosvold, Lene Vallestad, Elilta Hagos, Kathrine Louise Andresen og Kari Pettersen. Analyser av fremmedstoffer har blitt gjennomført ved Laboratorium for fremmedstoffer, under ledelse av Annette Bjordal. Metallanalysene ble utført av Berit Solli, Siri Bargård, Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Edel Erdal og Laila Sedal. Arbeidet med å bestemme de organiske fremmedstoffene ble koordinert av Kjersti Kolås og utført av Dagmar Nordgård, Karstein Heggstad, Tadesse Negash, Jannicke Berntsen, Pablo Cortez, Kari Breistein Sele, Kjersti Pisani, Joseph Martin Malaiamaan, Thu Tao Nguyen, Elilta Hagos og Sissel Nygård.

Vi takker alle som har bidratt til gjennomføring av prosjektet og takker spesielt FHF for finansiering.

Bergen, 04. april 2013.

SAMMENDRAG

Til sammen 999 prøver av nordsjøsild (*Clupea harengus*) ble i perioden fra sommeren 2009 til høsten 2010 samlet inn i hele utbredelsesområdet til nordsjøsild, de fleste i Nordsjøen, men også noen i Skagerrak, vest av Shetland og i den engelske kanal. Av disse har muskelprøver av 984 fisk blitt analysert for metaller, inkludert kadmium, kvikksølv, bly og arsen, og 998 har blitt analysert for de organiske fremmedstoffene dioksiner og dioksinlignende polyklorerte bifenyler (PCB), PCB₇ og polybromerte difenyletere (PBDE). All fisken ble målt og veid, alders- og kjønnsbestemt og tildelt stadium for gonademodning, og fettinnholdet ble bestemt i muskel.

Det var et lavt nivå av fremmedstoffer i prøvene som ble analysert. Konsentrasjonen av kadmium i filet av nordsjøsild varierte fra <0,002 til 0,048 mg/kg våtvekt (vv), med et gjennomsnitt på 0,008 mg/kg vv. Ingen enkeltfisk hadde konsentrasjoner over 0,05 mg/kg vv som er EUs og Norges øvre grenseverdi. Konsentrasjonene av bly og kvikksølv var svært lave i alle prøvene, mens konsentrasjonen av arsen varierte fra 0,62 til 14 mg/kg vv, med et gjennomsnitt på 2,7 mg/kg vv. Nivåene av arsen som vi fant i denne basisundersøkelsen var noe høyere enn det som tidligere er funnet i nordsjøsild og rapportert i Sjømatdata (www.nifes.no/sjomatdata), der gjennomsnittskonsentrasjoner har variert fra 1,0 til 2,5 mg/kg vv, og enkeltverdier har variert fra 0,7 til 3,2 mg/kg vv.

De organiske fremmedstoffene er av stor interesse i en fet fiskeart som nordsjøsild, og i forhold til mattrygghet er dioksiner og dioksinlignende PCB spesielt interessant fordi EU har satt øvre grenseverdier for summen av dioksiner og furaner (sum PCDD/F) og summen av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB) i fiskemuskel. Konsentrasjonen av sum PCDD/F i nordsjøsild fra åpent hav varierte fra 0,16 til 3,9 ng WHO-2005-TE/kg vv (ng TE/kg vv), og det var kun én konsentrasjon som var høyere enn grenseverdien på 3,5 ng TE/kg vv, i en prøve fra den engelske kanal. Sum PCDD/F+dl-PCB varierte i konsentrasjon fra 0,27 til 5,4 ng TE/kg vv, med et gjennomsnitt på 1,2 ng TE/kg vv. Ingen prøver av nordsjøsild fra åpent hav hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over 6,5 ng TE/kg vv, som er EUs og Norges øvre grenseverdi for sum PCDD/F+dl-PCB. Derimot var det en rekke overskridelser av sum PCDD/F og sum PCDD/F +dl-PCB i sild fanget utenfor kysten av Telemark. Av totalt 49 fisk var det her 15 fisk som oversteg grenseverdien for sum PCDD/F og syv fisk som oversteg grenseverdien for sum PCDD/F + dl-PCB.

For PCB₇ varierte konsentrasjonen i enkeltfisk fra åpent hav fra 1,3 til 52 µg/kg vv, og gjennomsnittskonsentrasjoner for posisjonene varierte fra 4,1 til 16 µg/kg vv. Konsentrasjonen av PCB₇ var imidlertid høyere i fisk fanget utenfor kysten av Telemark. For PCB₆ varierte konsentrasjonen i enkeltfisk fra åpent hav mellom 1,2 og 48 µg/kg vv, og gjennomsnittskonsentrasjoner for posisjonene varierte fra 3,7 til 14 µg/kg vv. Det var ingen enkeltfisk fra åpent hav som overskred EUs og Norges øvre grenseverdi for PCB₆ på 75 µg/kg vv.

Summen av syv PBDE (sum PBDE₇) viste konsentrasjoner i muskel av nordsjøsild varierende fra 0,11 til 9,6 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 1,3 µg/kg vv. Gjennomsnittskonsentrasjoner for posisjonene varierte fra 0,41 til 3,1 µg/kg vv, som er i samme område som det som har blitt observert i muskel av nordsjøsild ved tidligere undersøkelser.

ENGLISH SUMMARY

A total of 999 samples of North Sea herring (*Clupea harengus*) were sampled between summer 2009 and autumn 2010 areas across the distribution area of North Sea herring, mostly in the North Sea, but also some in Skagerrak, west of Shetland and in the English Channel. Of these, muscle samples of 984 fish were analyzed for metals, including cadmium, mercury, lead and arsenic, and 998 muscle samples were analyzed for organic contaminants dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs), polybrominated diphenyl ethers (PCB₇ and PCB₆) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs). All fish were measured and weighed, and age, gender and gonad maturation were determined in addition to fat content.

Low levels of contaminants were found in the samples that were analyzed. The concentration of cadmium in the fillet of North Sea herring ranged from <0.002 to 0.048 mg/kg wet weight (ww), with an average of 0.008 mg/kg ww. No single fish had concentrations above 0.05 mg/kg ww which is the EU's and Norway's upper limit. The concentrations of lead and mercury were very low in all samples, whereas the concentration of arsenic ranged from 0.62 to 14 mg/kg ww, with an average of 2.7 mg/kg ww. The levels of arsenic found in this baseline survey were somewhat higher than those previously found in North Sea herring and reported in seafood data (www.NIFES.no/seafood data), where the average concentrations varied from 1.0 to 2.5 mg/kg ww, and values in individual fish varied between 0.7 and 3.2 mg/kg ww.

The organic contaminants are of great interest in a fatty fish species such as North Sea herring, and in relation to food safety, dioxins, dioxin-like PCBs and PCB₆ are of particular interest since EU has set upper limit values for these substances. The concentration of total PCDD/F in North Sea herring from the open sea ranged from 0.16 to 3.9 ng WHO-2005-TE/kg vv (ng TE / kg ww), and only one sample had a concentration that was higher than EU and Norway's upper limit of 3.5 ng TE/kg vv in a sample from the English Channel. The concentration of sum PCDD/F + dl-PCBs ranged from 0.27 to 5.4 ng TE/kg ww, with an average of 1.2 ng TE/kg ww. No samples of the North Sea herring from the open sea had concentrations of sum dioxins and dioxin-like PCBs above 6.5 ng WHO-2005-TE/kg vv, which is the EU's and Norway's upper limit for PCDD/F + dl-PCBs. However, among fish caught close to the coast of Telemark, several fish had concentrations that exceeded the upper limits for sum

PCDD/F and sum PCDD/F + dl-PCB. Of a total of 49 fish caught in this area, 15 fish exceeded the upper limit for sum PCDD/F and seven fish exceeded the upper limit for sum PCDD/F + dl-PCBs.

For PCB₇, the concentrations in individual fish from the open sea varied from 1.3 to 52 µg/kg ww, and the average concentration for each of the forty positions ranged from 4.1 to 16 µg/kg ww. The concentration of PCB₇ was highest in fish caught off the coast of Telemark. For PCB₆, the concentrations in individual fish varied from 1.2 to 48 µg/kg ww, and the average concentrations for the forty positions ranged from 3.7 to 14 µg/kg ww. There was no single fish from open sea that exceeded the EU and Norway's upper limit for PCB₆ of 75 µg/kg ww.

The sum of PBDEs (sum PBDE₇) showed concentrations of muscle from 0.11 to 9.6 µg/kg ww, with an average of 1.3 µg/kg ww. The average concentrations of samples from the forty positions ranged from 0.41 to 3.1 µg/kg ww, which is within the same range as has been observed in North Sea herring muscle in earlier studies.

INNLEDNING

Norge er verdens nest største eksportør av sjømat. Sammenhengene mellom kosthold og helse har de siste årene kommet mer i fokus og interessen både for sunne og uønskede komponenter i mat er generelt økende. Markedet og myndighetene stiller stadig strengere krav til dokumentasjon på at sjømat som eksporteres ikke har konsentrasjoner av uønskede stoffer som overstiger de grenseverdiene de enkelte land har satt for de forskjellige stoffene.

Stikkprøver av fisk fra norske havområder har blitt analysert for fremmedstoffer i en årrekke, mer eller mindre uregelmessig og med ulike arter fra år til år. Resultatene finnes allment tilgjengelig på www.nifes.no/sjomatdata. I forhold til størrelsen og utbredelsen av fiskebestandene og områdene det fiskes på, representerer de stikkprøvene som har blitt analysert et viktig, men alt for lite, materiale til å trekke konklusjoner om den faktiske tilstanden. Det er behov for en mer grunnleggende kartlegging av innhold av ulike forbindelser i ulike viktige kommersielle fiskebestander for å dokumentere nivået av fremmedstoffer og samtidig danne grunnlag for en målrettet fremtidig overvåkning. Nivået av fremmedstoffer bør kartlegges i alle geografiske områder der det fiskes og gjennom hele året. På den måten kan man fastslå hvor og når nivåene er høyest, for så å planlegge fremtidig overvåkning i områder/tid på året hvor risikoen er størst for at fisken har for høyt innhold av fremmedstoffene. Slike undersøkelser, kalt basisundersøkelser, har allerede vært gjennomført for NVG-sild (Frantzen m. fl., 2009), blåkveite (Nilsen m. fl., 2010) og makrell (Frantzen m. fl., 2010). Prøveinnsamling og analyse for basisundersøkelser for nordsjøsild, torsk og sei er under arbeid. Denne rapporten presenterer resultatene av arbeidet med basisundersøkelse for nordsjøsild (*Clupea harengus*).

Nordsjøsild er en pelagisk stimfisk som finnes i Nordsjøen, Skagerrak og Kattegat. Det er både høst-, vinter- og vårgytende sild i dette området, men den høstgytende nordsjøsilden dominerer.

I nærliggende områder finner man norsk vårgytende sild i Norskehavet og Barentshavet, vest-baltiske vårgytere i Kattegat og mindre bestander av lokale vår- og høstgytere langs Skagerrak- og Vestlandskysten. Med unntak av norsk vårgytende sild blir de ulike bestandene i Nordsjøen, Skagerrak og ved kysten omsatt som nordsjøsild. I 2011 ble det rapportert fisket vel 218 000 tonn nordsjøsild, herav fisket Norge vel 60 000 tonn (ICES, 2012).

Den sørlige komponenten av silden gyter på vinteren i desember-januar i sørlige Nordsjøen/Den engelske kanal og finnes dessuten blandet med de øvrige bestandene i Nordsjøen og Skagerrak (Corten, 2001). Den høstgytende silden gyter fra juli-august til oktober. Hovedgyteområdet er i den nordvestlige Nordsjøen mot Shetland (figur 1). Både høst- og vintergytende nordsjøsild har et vandringsmønster som overlapper med beiteområder i den sentrale Nordsjøen, men de sørlige vintergytende bestandene går ikke like langt nord som de nordlige høstgytende bestandene.

Silden er planktoneter, og kopepoder og krill er viktigste næringsorganismer. Nordsjøsilda blir kjønnsmoden når den er 2–3 år, men andelen modne ved alder vil variere fra år til år, avhengig av fødetilgang og vekst.

Fremmedstoffer kjennetegnes ved at de er giftige, lite nedbrytbare og ofte oppkonsentreres i næringskjeden. Mange fremmedstoffer opphopes i dyr over tid og vil derfor finnes i økt konsentrasjon med økende alder og størrelse. Fremmedstoffer kan deles inn i uorganiske fremmedstoffer, som metaller, og organiske fremmedstoffer, som dioksiner, PCBer og bromerte flammehemmere. Metallene forekommer i et naturlig bakgrunnsnivå i naturen, men forurensning som skyldes menneskelig aktivitet er en viktig årsak til at det finnes forhøyede nivåer i mange fiskearter. Når nivået av fremmedstoffer i mat kommer over et visst nivå kan de gi helseskade på konsumenten ved normalt inntak. For tungmetallene kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) har EU fastsatt øvre grenseverdier på henholdsvis 0,05, 0,5 og 0,3 mg/kg våtvekt (vv) i muskel av de fleste fiskearter til humant konsum. Arsen (As) er et grunnstoff som er giftig i uorganisk form, men i fisk foreligger det meste av arsenet som arsenobetain, som ikke er giftig (EFSA, 2009). Det finnes så langt ikke grenseverdier for arsen i sjømat. De organiske fremmedstoffene er fettløselige, og man skulle derfor tro at de relativt lett skulle kunne akkumuleres i en fet fiskeart som sild. EU har satt en øvre grenseverdi for summen av dioksiner og furaner (sum PCDD/F) på 3,5 ng TE/kg vv i fiskemuskel til humant konsum, og en øvre grenseverdi for summen av dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB (sum PCDD/F + dl-PCB) i fiskemuskel på 6,5 ng TE/kg vv når WHO-TEF- 2005 er anvendt. Det er også satt en øvre grenseverdi for ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) i fiskemuskel på 75 µg/kg vv, men for bromerte flammehemmere er det foreløpig ikke satt noen øvre grenseverdi verken av EU eller Norge. Stikkprøver av nordsjøsild som tidligere har vært analysert for fremmedstoffer har ikke vist noen nivåer som overstiger grenseverdiene hverken for kadmium, kvikksølv, bly eller dioksiner og dioksinlignende PCB (www.nifes.no/sjomatdata).

Det er viktig å merke seg at i den grad EUs grenseverdier blir brukt til å stoppe konkrete partier med sjømat, eller dersom man vurderer risiko for at partier vil ha for høye verdier av uønskede stoffer, vil regelverket kreve at man i analysert verdi trekker fra måleusikkerhet. I denne rapporten bruker vi de

reelle analytiske gjennomsnittsverdier (og enkeltverdier) uten å trekke fra måleusikkerhet. Denne verdi blir brukt i sammenheng med kostholdsråd.

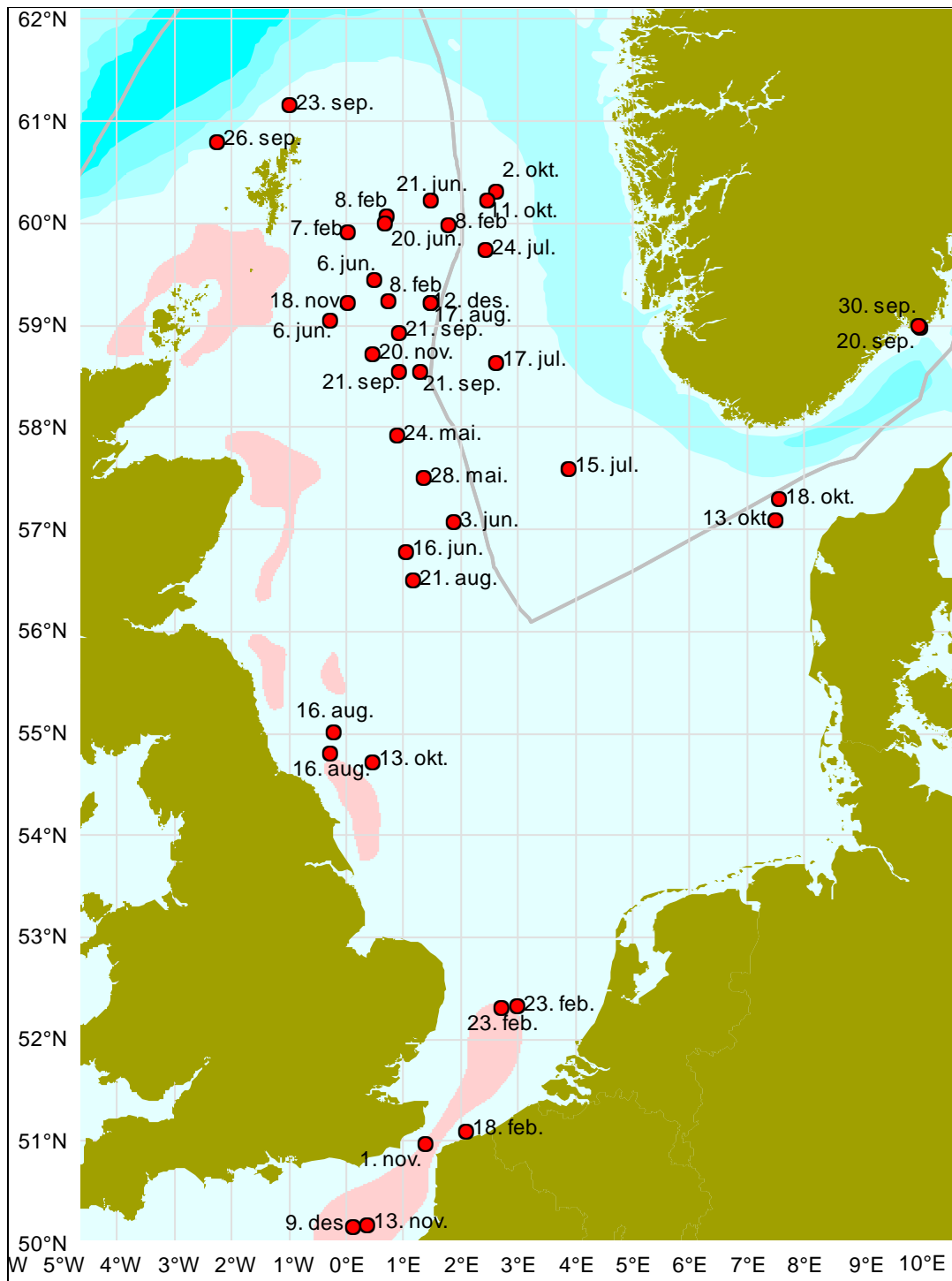
Målet for denne basisundersøkelsen var å foreta en grundig kartlegging av innholdet av viktige fremmedstoffer i bestanden av nordsjøsil i hele området denne forekommer. Det ble samlet inn prøver i området fra 51°N til 61°N og flest prøver fra 55°N til 61°N. Det ble samlet inn totalt 999 sild og analysert mellom 984 og 999 muskelprøver av individuelle sild for de ulike analyttene. Fiskene ble samlet inn hovedsakelig i 2009, men noen prøver ble også samlet inn i 2010. Muskelprøvene ble analysert for en rekke metaller inkludert arsen, kvikksølv, kadmium og bly og i tillegg ble prøvene analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, syv kongenere av PCB (PCB₇) samt syv kongenere for polybromerte difenyletere (PBDE₇).

MATERIALE OG METODER

Prøveinnsamling og -oppbeidelse

Prøveinnsamling av totalt 999 enkeltprøver av sild fra 40 ulike posisjoner (figur 1 og tabell 1) ble gjennomført i regi av Havforskningsinstituttet med deres egne fartøyer eller fartøyer fra Referanseflåten, samt ved hjelp fra nederlandske og skotske forskningsfartøy, fra våren 2009 til og med høsten 2010. Noen prøver ble også tatt ut av NIFES personell med innleid fartøy. Prøvene ble tatt fra hele Nordsjøen, fra den engelske kanal i sør og helt nord til 62 grader nord, og i tillegg ble det tatt to prøver ved kysten av Skagerrak og to prøver utenfor kysten av Danmark.

Prøvene ble oppbevart frosset frem til de ble levert til HI eller NIFES. Ved et av HIs laboratorier ble vekt, lengde, kjønn, gonadestatus og mengde innvollsfett bestemt for hver enkelt sild, og otolitter ble tatt ut til aldersbestemmelse. Alder ble siden bestemt ved telling av årringer på otolittene. Ved NIFES' prøvemottak ble fisken filetert. De skinnfrie filetene fra hver enkelt fisk ble homogenisert ved hjelp av en food processor og frysetørket. Prøver med fettinnhold over 25 g/100 g ble ikke frysetørket siden disse erfaringsvis karamelliseres ved frysetørking og blir uegnet til videre analyse. Disse prøvene ble dermed analysert som våte prøver.



Figur 1. Posisjoner hvor det ble samlet inn prøver av Nordsjøsild for fremmedstoffbestemmelser til basisundersøkelsen i løpet av 2009 og 2010. Dato for prøvetaking er gitt. De rosa feltene viser gyteområdene til nordsjøsilda.

Tabell 1. Antall prøver mottatt samt antall prøver som er analysert for de forskjellige anayttene.

Journalnr.	Nord	Øst	Fangstdato	Prøver	Alder	Fett- prosent	Metal- ler	PCB	BFH	Dioksin
2009-747	58,0	0,9	24.05.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-748	56,8	1,1	16.06.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-832	60,0	0,7	08.07.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-833	60,3	1,5	08.07.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1013	57,1	1,9	03.06.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1021	57,5	1,4	28.05.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1030	57,6	3,9	15.07.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1031	58,7	2,7	17.07.2009	25	25	25	25	25	24	25
2009-1193	59,0	1,0	21.09.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1301	58,6	1,0	21.09.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1303	58,6	1,3	21.09.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1334	60,4	2,7	02.10.2009	25	25	25	25	25	24	25
2009-1374	59,3	1,5	17.08.2009	25	25	25	25	23	25	25
2009-1394	54,8	0,5	13.10.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1607	60,3	2,5	11.10.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1618	59,3	1,5	12.12.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1619	59,3	0,1	18.11.2009	25	25	25	25	25	25	25
2009-1620	58,8	0,5	20.11.2009	25	25	25	25	25	25	25
2010-107	50,2	0,4	13.11.2009	25	25	25	25	25	25	25
2010-111	51,0	1,4	01.11.2009	25	25	25	25	25	25	25
2010-178	50,2	0,2	09.12.2009	25	25	25	25	25	25	25
2010-247	60,0	1,8	08.02.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-253	60,1	0,8	08.02.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-255	59,3	0,8	07.02.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-254	60,0	0,1	08.02.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-457	51,1	2,1	18.02.2010	25	25	0	22	25	25	25
2010-458	52,4	3,0	23.02.2010	25	25	17	17	25	25	25
2010-459	52,3	2,8	23.02.2010	25	25	21	21	25	25	25
2010-1228	54,8	-0,2	16.08.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1247	56,5	1,2	21.08.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1248	59,8	2,5	24.07.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1280	59,1	-0,2	06.06.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1281	59,5	0,5	06.06.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1324	59,0	10,1	30.09.2010	24	24	25	25	25	25	25
2010-1326	59,0	10,0	20.09.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1375	61,2	-0,9	23.09.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1376	60,8	-2,2	26.09.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1408	55,0	-0,2	16.08.2010	25	25	24	24	24	24	24
2010-1658	57,3	7,5	18.10.2010	25	25	25	25	25	25	25
2010-1690	57,3	7,5	13.10.2010	25	25	25	25	24	24	24
Tot. antall				999	999	962	984	996	996	998

Analyser

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

Det ble veid inn rundt 0,20-0,25 g tørt prøvemateriale eller opp til 0,5 g vått prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Prøven ble dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Analysene ble utført med bruk av Agilent 7500c induktiv koplet plasma massespektrometer (ICPMS) med HP-datamaskin. Det ble anvendt kvantitativ ICPMS med ekstern kalibrering til bestemmelse av arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet, og gull ble tilsatt for å stabilisere kvikksølvsignalene. Riktighet og presisjon for metallbestemmelsene ble bestemt ved å analysere det sertifiserte referansematerialet Tort-2 (hepatopankreas av hummer; National Research Council, Canada) og ved deltagelse i ringtester. Metoden er akkreditert for kobber, sink, kadmium, kvikksølv, bly, arsen og selen. Kvantifiseringsgrensen beregnet på tørr prøve for de fire rapporterte elementene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Kvantifiseringsgrenser (LOQ; mg/kg tørrvekt) for de ulike grunnstoffene bestemt med NIFES' metode nr. 197 i dette arbeidet: Kadmium (Cd), kvikksølv (Hg), bly (Pb) og arsen (As)

Element	Cd	Hg	Pb	As
LOQ (mg/kg tørrvekt)	0,01	0,03	0,03	0,03

Bestemmelse av organiske fremmedstoffer: dioksiner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB og PBDE (NIFES metode nr. 292)

Opparbeidelse av prøvene for bestemmelse av de organiske fremmedstoffene dioksiner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB og PBDE ble gjort med en felles opprensings- og ekstraksjonsmetode. Våt, homogenisert prøve ble blandet med hydromatriks og tilsatt intern standard for dioksiner og furaner, PCB og PBDE. Prøvene ble ekstrahert med heksan ved hjelp av Accelerated Solvent Extractor-300 (ASE) eller Pressurized Liquid Extraction (PLE). Fettet ble nedbrutt on-line med svovelsyreimpregnert kiselgel i cellene. Ekstraktet ble videre rensert kromatografisk på kolonner pakket med henholdsvis multilayer silica, alumina og karbon på en Power Prep. Det samlet seg to

fraksjoner. Fraksjon 1 inneholdt PBDE, PCB₇ og mono-orto PCB, mens fraksjon 2 inneholdt dioksiner, furaner og non-orto PCB.

PBDE-kongenerne ble bestemt på GC-MS NCI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og en fempunkts kalibreringskurve. Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener som summeres til en "standard sum PBDE" (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183). Kvantifiseringsgrensene varierte mellom 0,005 og 0,01 µg/kg for de ulike PBDE-kongenerne.

PCB₇ ble analysert på GC-MS EI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og ettpunkts kalibreringskurve gjennom origo. Metoden kvantifiserer PCB₇ (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180). Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt av kongenerne var 0,03 µg/kg vv.

Dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble bestemt på høyoppløsende GC-MS (HRGC-HRMS) og kvantifisert ved hjelp av isotopfortynning /intern standard. Toksiske ekvivalent verdier (TE), ble beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalent faktorer (WHO-2005-TEF). Kvantifiseringsgrensen for de ulike kongenerne av dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB varierte mellom 0,008-0,4 pg/g vv. Metoden er akkreditert. Metoden har blitt prøvd ved ringtestdeltakelse med Folkehelseinstituttet som ringtestarrangør. Av de 29 kongenerne viste alle en tilfredsstillende Z-score ($-2 < Z < 2$), unntatt PCB-189, som hadde en Z-score på 2,2. Tilsvarende gode ringtestresultater ble også oppnådd for PCB₇ og PBDE (resultater ikke vist).

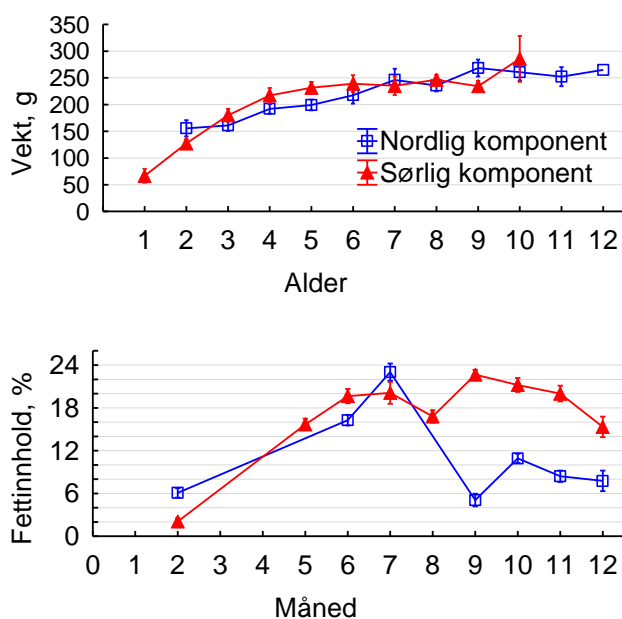
RESULTATER OG DISKUSJON

Fysiske og biologiske parametre

Alder, størrelse, fettinnhold og kjønn kan ha stor betydning for hvordan konsentrasjonen av fremmedstoffer i fisk varierer, og det er derfor viktig å se hvordan disse fysiske og biologiske parameterne varierte i forhold til hvor og når fisken ble fanget. Det var stor variasjon i størrelse, alder og fettinnhold på nordsjøsilten som ble samlet inn til basisundersøkelsen. De i alt 999 sildene som ble samlet inn, veid og målt varierte i vekt fra 12 til 423 g, med et snitt på 199 g, og gjennomsnittlig lengde var 27 cm. Alderen varierte fra 1 til 12 år, med et gjennomsnitt på 5,1 år (tabell 3). Fettinnhold i muskelprøvene varierte fra kun 0,3 til hele 31 g/100 g, med et gjennomsnitt på 14 g/100 g.

Tabell 3. Oppsummering av resultatene (snitt, standardavvik (SD), minimum og maksimum) fra basisundersøkelse Nordsjøsil for alder, lengde, vekt, fettinnhold og kjønn

	N	Snitt	SD	Min	Max
Alder (år)	994	5,1	2,7	1	12
Lengde (cm)	999	27,2	3,4	13,0	35,0
Vekt (gram)	999	199	69	12	423
Fettinnhold (g/100 g)	962	14,4	6,8	0,3	31
Kjønn (% hunner)	999	52 %			



Figur 2. Øverst: Vekt mot alder for sørlig (vintergytende) og nordlig (høstgytende) sild. Nederst: Endring i fettinnhold gjennom året for de to komponentene av nordsjøsild. Nedgangen henholdsvis høst og vinter sammenfaller med gyting.

populasjonen (vintergytende nordsjøsild) er altså langt fetere enn høstgytende nordsjøsild utover høsten.

Den sørlige (vintergytende) og den nordlige (høstgytende) populasjonen av nordsjøsild hadde ulik veksthastighet. Figur 2 viser sammenhengen mellom alder og vekst for de to populasjonene. Figuren viser at fisk fra den sørlige populasjonen vokser raskere enn fisk fra den nordlige populasjonen de første fem- seks årene og deretter flater veksten ut for begge populasjonene. Fettinnholdet i muskel av nordsjøsild varierte ulikt gjennom sesongen for den sørlige og nordlige populasjonen. For den nordlige populasjonen gikk fettinnholdet ned i forkant av gytingen i juli-august mens fettinnholdet for den sørlige populasjonen gikk ned i forkant av gytingen i desember-januar. Fisk fra den sørlige

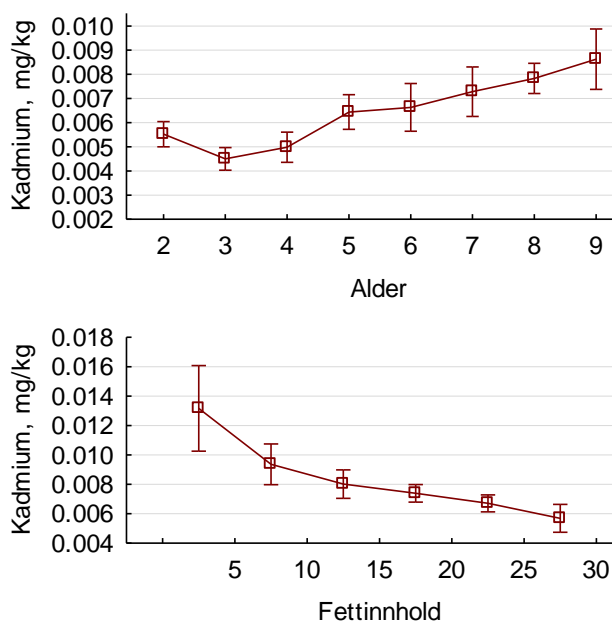
Innhold av metaller

Kadmium

Konsentrasjonen av kadmium i muskel av 984 nordsjøsild varierte fra <0,002 til 0,048 mg/kg vv, med et gjennomsnitt på 0,008 mg/kg vv (tabell 4). Det ble ikke funnet konsentrasjoner av kadmium i enkeltfisk som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi på 0,05 mg/kg vv (EU, 2006). Det høyeste innholdet ble funnet i prøver vest av Shetland i september 2010. Dette var utgytt sild med høy alder og lavt fettinnhold.

Tabell 4. Konsentrasjoner av de ulike grunnstoffene (mg/kg vv) bestemt i muskelprøver av nordsjøsild i basisundersøkelsen. Antall fisk med konsentrasjoner <LOQ er gitt samt EUs øvre grenseverdier der slike finnes.

Grunnstoff	N	Snitt	SD	Min	Max	#<LOQ	% < LOQ	EU's øvre grenseverdi
As	984	2,67	1,15	0,62	14	0	0 %	
Cd	984	0,008	0,007	<0,002	0,048	128	13 %	0,05
Hg	984	0,051	0,029	0,010	0,23	0	0 %	0,5
Pb	984	0,013	0,004	<0,006	0,021	951	97 %	0,3



Figur 3. Sammenheng mellom kadmium i muskel av nordsjøsild i forhold til alder og fettinnhold. I figuren med alder er det valgt ut sild med modnende gonader og ikke utgytt fisk. I figuren med fettinnhold er det avgrenset til fisk med alder mellom 4 og 8 år.

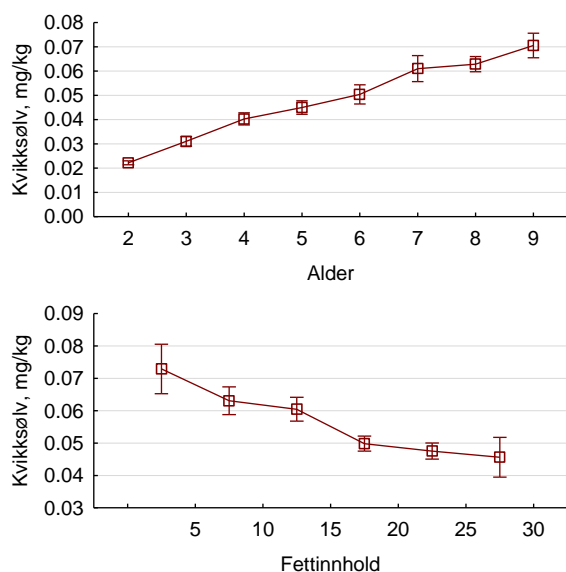
fettinnhold i silden. Sammenhengen med alder er også vist for NVG-sild og makrell (Frantzen m. fl., 2009, 2010), men for NVG-sild og makrell ble det ikke funnet noen klar sammenheng mellom kadmiumkonsentrasjon og fettinnhold.

Kadmiuminnholdet i fisk fanget ved kysten utenfor Telemark og fisk fanget i Skagerrak hadde ikke høyere verdier enn fisk fanget lengre vest i Nordsjøen (<0,01 mg/kg vv). De høyeste verdiene som er funnet i denne undersøkelsen er høyere enn verdiene som er rapportert tidligere i sjømatdata. I perioden 1996 til 2005 er den høyeste rapporterte kadmiumverdien 0,015 mg/kg vv (www.nifes.no/sjomatdata).

Kadmiuminnholdet i nordsjøsild var omtrent på samme nivå som for NVG-sild (0,010 mg/kg vv, Frantzen m. fl., 2009) og noe lavere enn det som er funnet i makrell (0,016 mg/kg vv, Frantzen m. fl., 2010).

Figur 3 viser hvordan kadmium akkumuleres med alder og fortynnes med økende

Kvikksølv



Figur 4. Sammenheng mellom kvikksølv i muskel av nordsjøsild i forhold til alder og fettinnhold. I figuren med alder er det valgt ut sild med modnende gonader og ikke utgytt fisk. I figuren med fettinnhold er det avgrenset til fisk med alder mellom 4 og 8 år.

Konsentrasjonen av kvikksølv i muskel av de 984 Nordsjøsild som ble analysert varierte fra 0,01 til 0,23 mg/kg vv med et gjennomsnitt på 0,051 mg/kg vv (tabell 4). Det var ingen prøver av nordsjøsild som hadde konsentrasjon av kvikksølv over 0,5 mg/kg vv, som er EUs øvre grenseverdi for kvikksølv i muskelkjøtt av fisk til human konsum (EU, 2006). Figur 4 viser hvordan kvikksølv akkumuleres med alder og fortynnes med økende fettinnhold i silden.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av kvikksølv målt i muskel av nordsjøsild i denne basisundersøkelsen stemte god overens med de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene som tidligere har vært funnet i nordsjøsild i forbindelse med Sjømatdata

(www.nifes.no/sjømatdata). Der har gjennomsnittskonsentrasjonene variert mellom 0,01 og 0,04 mg/kg vv. Resultatene funnet i denne basisundersøkelsen var også svært lik nivåene som ble funnet i en basisundersøkelse av NVG-sild, hvor 800 fisk ble inkludert og hvor gjennomsnittet var 0,04 mg/kg vv og med en variasjon fra <0,01 til 0,4 mg/kg vv (Frantzen m. fl., 2009). Tilsvarende resultater ble funnet i en basisundersøkelse av makrell med et gjennomsnitt på 0,04 mg/kg vv og en variasjon fra <0,01 til 0,36 mg/kg vv (Frantzen m. fl., 2010).

Bly

Av totalt 984 prøver av nordsjøsild som ble analysert for metaller i muskel hadde 951 konsentrasjoner som lå under LOQ (tabell 4). LOQ for bly er beregnet til 0,01 mg/kg vv, mens EUs øvre grenseverdi er på 0,3 mg/kg vv. De aller fleste prøvene hadde dermed svært lave konsentrasjoner av bly sammenlignet med grenseverdien. Den høyeste verdien som ble registrert i denne undersøkelsen var 0,021 mg/kg vv.

Fordi så mange av prøvene hadde konsentrasjoner under LOQ, var det ikke hensiktsmessig å beregne gjennomsnittsverdier for posisjonene. Også i Sjømatdata (www.nifes.no/sjømatdata) har de aller

fleste muskelprøvene av nordsjøsild som har vært analysert vist konsentrasjoner av bly under LOQ. Basisundersøkelser for NVG-sild og makrell viste at også for disse artene var innholdet av bly i muskel lavere enn LOQ for de aller fleste enkeltfisk (Frantzen m.fl., 2009 og 2010).

Arsen

Konsentrasjonene av totalarsen i muskelprøvene av nordsjøsild som ble analysert varierte fra 0,62 til 14 mg/kg vv, med et gjennomsnitt på 2,7 mg/kg vv. Nivåene som ble funnet i denne basisundersøkelsen var noe høyere enn det som tidligere har vært rapportert for nordsjøsild i Sjømatdata (www.nifes.no/sjomatdata), der gjennomsnittskonsentrasjonene har variert fra 1,0 til 2,5 mg/kg vv, og enkeltverdier har variert fra 0,7 til 3,2 mg/kg vv. Arsenkonsentrasjonen funnet i muskel av nordsjøsild i denne undersøkelsen var svært lik NVG-sild, der gjennomsnittskonsentrasjonen funnet i basisundersøkelsen var 2,2 mg/kg vv (Frantzen m. fl., 2009), og makrell med gjennomsnitt på 2,4 mg/kg vv og variasjon fra 0,51 til 6,9 mg/kg vv (Frantzen m. fl., 2010). I denne undersøkelsen er det totalarsen som er bestemt. Det er ikke satt noen øvre grenseverdi for totalarsen i fisk til humant konsum, men det er viktig å dokumentere nivåene fordi den uorganiske formen av arsen er svært giftig. Det er vanligvis den ikke-giftige organiske formen arsenobetain vi finner i fisk. For å dokumentere dette bedre har det i 2010 vært gjennomført et prosjekt for Mattilsynet med analyse for blant annet uorganisk arsen i mange fiskeprøver, inkludert 100 av sildeprøvene fra denne undersøkelsen. Resultatene viste at innholdet av uorganisk arsen i nordsjøsild var lavere enn 0,002 mg/kg vv (Julshamn m. fl., 2012).

Innhold av organiske fremmedstoffer

Av de organiske fremmedstoffene ble det analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og summen av syv kongenere av PBDE (sum PBDE₇). Disse er alle fettløselige forbindelser. Antall prøver, gjennomsnitt, standardavvik samt minste og største verdi for summene av de ulike stoffgruppene er vist i tabell 5. EU har fastsatt øvre grenseverdier i forhold til mattrygghet for summen av dioksiner og furaner (sum PCDD/F) og summen av dioksiner og dioksinlignende PCB (sum PCDD/F+dl-PCB). Grenseverdien for sum PCDD/F i fiskemuskel til humant konsum er satt til 3,5 ng TE/kg vv, mens grenseverdien for sum PCDD/F+dl-PCB er satt til 6,5 ng TE/kg vv hvor WHO-TEF-2005 anvendes. EU har også fastsatt øvre grenseverdi for sum ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) til 75 µg/kg vv, men det er foreløpig ikke fastsatt noen maksimumsgrense for sum PBDE₇.

Dioksiner og dioksinlignende PCB

Konsentrasjonen av sum PCDD/F i alle muskelprøver av nordsjøsil, unntatt prøver fra kysten av Telemark, varierte fra 0,16 til 3,9 ng TE/kg vv med et gjennomsnitt på 0,72 ng TE/kg vv. TE verdiene er beregnet med WHO-TEF-2005. Blant disse 949 prøvene var det kun én enkelt prøve av nordsjøsil, en fisk fanget i den engelske kanal, som hadde konsentrasjon av sum PCDD/F over EUs øvre grenseverdi på 3,5 ng TE/kg vv (tabell 5).

Konsentrasjonen av sum PCDD/F i prøver av nordsjøsil fra kysten av Telemark viste svært høye verdier (tabell 6). Her var det hele 15 av totalt 49 enkeltfisk (31 %) som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi på 3,5 ng TE/kg vv. Dette er en lokal stamme av vårgytende sil med et svært begrenset vandringsmønster sammenliknet med både nordsjøsil og NVG-sil. Den er dermed også trolig utsatt for lokal forurensing. Disse lokale vårgyterne blir imidlertid omsatt som nordsjøsil og ble derfor tatt med i undersøkelsen.

Konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB i hele materialet av nordsjøsil, unntatt prøver fra kysten av Telemark, varierte fra 0,27 til 5,4 ng TE/kg vv, med et snitt på 1,2 ng TE/kg vv (tabell 5). I dette materialet var det ingen prøver som oversteg EUs og Norges grenseverdi på 6,5 ng TE/kg vv. For prøver tatt fra kysten av Telemark var det imidlertid syv enkeltfisk (14 %) som hadde konsentrasjoner over 6,5 ng TE/kg vv (tabell 6), og den høyeste konsentrasjonen i enkeltfisk var 10,4 ng TE/kg vv. Det var imidlertid ingen gjennomsnittsverdier av 25 fisk fra kysten av Telemark som oversteg grenseverdien.

Tabell 5. Oppsummering av resultater for sum dioksiner og furaner (PCDD/F), sum PCDD/F og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB), PCB₇, PCB₆ og PBDE₇ i alle prøver av nordsjøsil, unntatt sil fra kysten av Telemark (949 fisk). Alle resultater for dioksiner og dl-PCB er gitt i ng WHO-2005-TE/kg vv, mens resultatene for PCB₆, PCB₇ og PBDE₇ er gitt i µg/kg vv. Gjennomsnitt, standardavvik (SD), minste og største verdi og antall prøver over EUs øvre grenseverdier er gitt.

	Snitt	SD	Min	Maks	EUs øvre grenseverdi	Ant. > EU-grense
Sum PCDD/F (ng TE/kg vv)	0,72	0,40	0,16	3,9	3,5	1
Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TE/kg vv)	1,2	0,66	0,27	5,4	6,5	0
PCB₇ (µg/kg vv)	8,7	4,9	1,3	52		
PCB₆ (µg/kg vv)	7,8	4,3	1,2	48	75	
PBDE₇ (µg/kg vv)	1,3	1,0	0,11	9,6		

*Summer beregnet ved "upperbound" LOQ

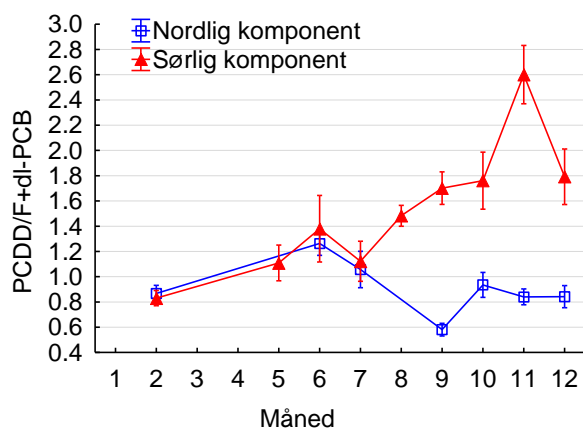
Gjennomsnittskonsentrasjonene for dioksiner og dioksinlignende PCB var i hovedsak på samme nivå som det vi har målt for nordsjøsil tidligere i forbindelse med Sjømatdata (www.nifes.no/sjomatdata),

men konsentrasjonsområdet (variasjonen) var betydelig større i denne undersøkelsen enn det som har blitt målt tidligere både for sum PCDD/F og sum PCDD/F + dl-PCB der variasjonen tidligere har vært målt til henholdsvis 0,4 -0,82 ng TE/kg vv og 0,8 -1,4 ng TE/kg vv. Dette er som forventet for en basisundersøkelse som skal fange opp variasjonen i konsentrasjoner i en art gjennom en hel årssyklus og fra hele utbredelsesområdet. Her må det tilføyes at resultatene som er angitt i Sjømatdata er beregnet med TEF-1998 som betyr at disse verdiene er ca. 15 % høyere enn verdiene i denne studien som er basert på TEF-2005.

Tabell 6. Oppsummering av resultater for sum dioksiner og furaner (PCDD/F), sum PCDD/F og dioksinlignende PCB (PCDD/F+dl-PCB), PCB₇, PCB₆ og PBDE₇ i prøver av nordsjøsil fra kysten av Telemark (49 fisk). Alle resultater for dioksiner og dl-PCB er gitt i ng WHO-2005-TE/kg vv, mens resultatene for PCB₇, PCB₆ og PBDE₇ er gitt i µg/kg vv. Gjennomsnitt, standardavvik (SD), minste og største verdi og antall prøver over EUs øvre grenseverdier er gitt.

	Snitt	SD	Min	Maks	EUs øvre grenseverdi	Ant. > EU-grense
Sum PCDD/F (ng TE/kg vv)	2,7	1,8	0,74	8,0	3,5	15
Sum PCDD/F+dl-PCB (ng TE/kg vv)	4,0	2,2	1,4	10	6,5	7
PCB₇ (µg/kg vv)	30	21	8,4	130		
PCB₆ (µg/kg vv)	26	17	7,4	107	75	1
PBDE₇ (µg/kg vv)	2,3	1,6	0,62	7,9		

*Summer beregnet ved "upperbound" LOQ



Figur 5. Innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB (ng TE/kg vv) gjennom sesongen for nordlig høstgytende og sørlig vintergytende nordsjøsil.

I motsetning til kvikksølv og kadmium akkumuleres sum PCDD/F+dl-PCB i liten grad med alderen, og sum PCDD/F+dl-PCB øker gjennom sesongen parallelt med økningen i fettinnhold. Sum PCDD/F+dl-PCB avtar så i forkant av gytingen sammenfallende med nedgang i fettinnhold. Silde fra den sørlige populasjonen (vintergytende nordsjøsil) har dermed høyere sum PCDD/F+dl-PCB utover høsten enn utgytt høstgytende silde fra den nordlige populasjonen.

Sammenligner en konsentrasjonene som er funnet i denne studien med konsentrasjonene som er funnet i basisundersøkelser for NVG-sild og makrell så synes nivåene i NVG-sild å ligge noe lavere enn i nordsjøsild mens nivåene i makrell ligger på omtrent samme nivå som i nordsjøsild. Resultatene for PCCD/F i muskel av makrell varierte fra 0,062 til 3,6 ng TE/kg vv, med et gjennomsnitt på 0,41 ng TE/kg vv, mens konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra 0,14 til 12 ng TE/kg vv, med et snitt på 1,0 ng TE/kg vv (Frantzen m.fl., 2010). Resultatene for PCCD/F i muskel av NVG-sild varierte fra 0,14 til 2,3 ng TE/kg vv, med et gjennomsnitt på 0,39 ng TE/kg vv, mens konsentrasjonen av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra 0,24 til 3,5 ng TE/kg vv, med et snitt på 0,77 ng TE/kg vv ([Frantzen m.fl., 2009](#)).

PCB₆

Konsentrasjonen av sum PCB₇ i alle muskelprøver av nordsjøsild, unntatt prøver fra kysten av Telemark, varierte fra 1,3 til 52 µg/kg vv med et gjennomsnitt på 8,7 µg/kg vv (tabell 5), mens konsentrasjonen av sum PCB₆ varierte fra 1,2 til 48 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 7,8 µg/kg vv. Det var således ingen overskridelser i enkeltfisk av EUs og Norges øvre grenseverdi for sum PCB₆ på 75 µg/kg vv. Konsentrasjonen av PCB₇ og PCB₆ i lokale vårgytere fra kysten av Telemark var betydelig høyere. Konsentrasjonen av PCB₇ varierte fra 8,4 til 130 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 30 µg/kg vv, mens konsentrasjonen av PCB₆ varierte fra 7,4 til 107 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 26 µg/kg vv.

Med unntak av de to posisjonene fra kysten av Telemark var gjennomsnittskonsentrasjonene på omtrent samme nivå som det som har blitt registrert i nordsjøsild ved tidligere overvåkning, der gjennomsnittskonsentrasjoner ved ulike stasjoner i perioden fra 1994 til 2006 har variert fra 5 til 13 µg/kg vv (www.nifes.no/sjomatdata). Nivået for PCB₇ var noe høyere i denne undersøkelsen enn i basisundersøkelse for NVG-sild, der konsentrasjonen varierte fra 1,4 til 24 µg/kg vv med et gjennomsnitt på 5,0 µg/kg vv (Frantzen m. fl., 2009). I basisundersøkelsen for makrell varierte konsentrasjonen av PCB₇ fra 0,60 til 85 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 6,8 µg/kg vv (Frantzen m. fl., 2010).

Polybromerte difenyletere (PBDE)

Konsentrasjonen av sum PBDE₇ i alle muskelprøver av nordsjøsild, unntatt prøver fra kysten av Telemark, varierte fra 0,11 til 9,6 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 1,3 µg/kg vv (tabell 5), mens konsentrasjonen av PBDE₇ i lokale vårgytere fra kysten av Telemark var ca to ganger høyere enn de

konsentrasjonene som ble funnet i nordsjøsild fra åpent hav. Konsentrasjonen av PBDE₇ varierte fra 0,62 til 7,9 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 2,3 µg/kg vv.

Med unntak av de to posisjonene fra kysten av Telemark var gjennomsnittskonsentrasjonene på omtrent samme nivå som det som har blitt registrert i nordsjøsild ved tidligere overvåkning, der gjennomsnittskonsentrasjoner ved ulike stasjoner i perioden fra 2003 til 2006 har variert fra 1,6 til 2,8 µg/kg vv (www.nifes.no/sjomatdata). Nivået for PBDE₇ var klart høyere i denne undersøkelsen enn i basisundersøkelsen for NVG-sild, der konsentrasjonen varierte fra 0,09 til 3,1 µg/kg vv med et gjennomsnitt på 0,47 µg/kg vv (Frantzen m. fl., 2009). I basisundersøkelsen for makrell varierte konsentrasjonen av PBDE₇ fra 0,024 til 14 µg/kg vv, med et gjennomsnitt på 0,88 µg/kg vv (Frantzen m. fl., 2010).

KONKLUSJON

Konsentrasjonene av metaller og organiske fremmedstoffer i nordsjøsild er generelt lave og under EUs øvre grenseverdi for de stoffene det finnes grenseverdier for (kadmium, kvikksølv, bly, dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₆). For en lokal stamme med vårgytende sild på Telemarkskysten ble det funnet overskridelser på dioksiner og furaner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB i enkeltfisk, men gjennomsnittsverdiene for disse to posisjonene oversteg ikke grenseverdiene. Tilsvarende var det én enkeltfisk fanget i den engelske kanal som oversteg grenseverdien for dioksiner og furaner, men uten at gjennomsnittet for prøven oversteg grenseverdien.

For metallene kadmium og kvikksølv økte konsentrasjonene med alderen av fisken samtidig som konsentrasjonene avtok med økende fettinnhold i filet. De høyeste nivåene ble dermed funnet i eldre utgytt sild om høsten.

For de fettløselige organiske fremmedstoffene økte konsentrasjonene i mindre grad med alder, og konsentrasjonene økte gjennom sesongen parallelt med økning i fettinnhold i filet. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i vintergytende nordsjøsild fanget om høsten. Siden denne silden vandrer mot gyteområdene i den engelske kanal utover høsten ble de høyeste konsentrasjonene funnet der og ikke i områder som er aktuelle for norske fiskerier.

Gjennom denne basisundersøkelsen har Norge og norsk fiskerinæring framskaffet et bredt datamateriale som gjør at vi på en mye sikrere måte kan svare opp spørsmål fra marked og

myndigheter når det gjelder spørsmål angående nivå av uønskede stoffer i hele bestanden av nordsjøsil.

REFERANSER

Corten, A. (2001). Northern distribution of North Sea herring as a response to high water temperatures and/or low food abundance. *Fisheries Research* 50(1-2): 189-204.

EFSA (2009). EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); Scientific opinion on arsenic in food. *EFSA Journal* 2009, 7, 1351. 4 pp.

EU (2006). Commission regulation (EC) No. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance). Official Journal of the European Union. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1881:20120901:EN:PDF>

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

Frantzen, S., Måge, A., Julshamn, K. (2010). Basisundersøkelse av fremmedstoffer i makrell (*Scomber scombrus*). NIFES-rapport. Bergen, NIFES: 34 s.

ICES (2012). Report of the Arctic Fisheries Working Group 2012 (AFWG), 20 - 26 April 2012, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2012/ACOM:05. 633 s.

Julshamn, K., Nilsen, B., Frantzen, S., Valdersnes, S., Maage, A., Nedreaas, K., Sloth, J.J. (2012). Total and inorganic arsenic in fish samples from Norwegian waters. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 5, 229-235.

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