



# Årsrapport 2007

## Mattilsynet

### Tilsynsprogrammet for skjell 2007

- fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler og krabbe)
- mikroorganismer

Sylvia Frantzen, Bjørn Tore Lunestad, Amund Måge,  
Bente Nilsen, Kåre Julshamn

1. desember 2008

N I F E S

NASJONALT INSTITUTT  
FOR ERNÆRINGS- OG  
SJØMATFORSKNING

**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](mailto:postmottak@nifes.no)



## Forord

Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon ble startet av Mattilsynet i 2006 på bakgrunn av krav i Europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 854/2004 av 29. april 2004 om fastsettelse av særlige regler for gjennomføringen av offentlig tilsyn med produkter av animalsk opprinnelse beregnet på human konsum (H3) ("hygienepakken").

Tilsynsprogrammet for skjell erstattet fra 2006 de tidligere overvåkings- og kontrollprogrammene "Skjell som høstes og omsettes kommersielt" og "Algegifter i skjell – Kostholdsråd til publikum". Disse programmene var igjen en videreføring av "Det norske overvåkningsprogrammet for skjell" som ble startet i regi av Fiskeridirektoratet i 1999.

Formålet med Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon er å sikre at skjell som høstes til konsum ikke høstes i områder som er forurenset av mikroorganismer eller fremmedstoffer og at skjellene ikke inneholder fekale bakterier, algegifter eller fremmedstoffer i konsentrasjoner som overstiger fastsatte grenseverdier. I programmet inngår også overvåkning av ville skjell, for at publikum skal kunne høste slike i sine nærområder.

Ved NIFES har det på vegne av Mattilsynet i 2007 blitt gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *E. coli*, enterokokker og *Salmonella*, samt kjemiske analyser av fremmedstoffer (metaller, DDT, PCB, dioksiner, polybromerte flammehemmere og PAH). Identifisering og telling av potensielt giftige alger i vannprøver og håvtrekk har blitt utført ved Fiskerikontoret i Fredrikstad, OCEANOR i Trondheim, NIVA Vest i Bergen og Havforskningsinstituttets avdeling i Flødevigen. Kjemisk analyse av algegifter i skjell (DSP, PSP, ASP, AZP, YTX, PTX) har blitt gjort ved Norges veterinærhøgskole. Resultatene fra algetelling og algegiftanalyse blir ikke rapportert her.

I denne rapporten beskrives resultater fra tilsynsprogrammene i 2007 for mikroorganismer og for fremmedstoffer i skjell (kamskjell, oskjell, østers, blåskjell og hjerteskjell) og krabbe.

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2007 var Eva Torgilstveit, som sto for registrering, prøvepreparering og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene. Elin Kronstad tok over dette ansvaret fra høsten 2007.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Karstein Heggstad, Tadesse T. Negash, John Nielsen, Pablo Cortez og Kari Breistein Sele har vært ansvarlige for analyser knyttet til PCB/DDT, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Berit Solli, Siri Bargård, Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Edel Erdal og Laila Sedal har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier. Analysene av skjell for mikrobiologiske parametre er utført av Tone Galluzzi, Kjersti Borlaug, Anne Karin Godvik, Magne Stusdal og Elise Midthun.

PAH-analyser har vært utført av Eurofins.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, 30. september 2008

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>6</b>
Mikrobiologi.....	6
Fremmedstoffer.....	6
<b>Innledning</b> .....	<b>8</b>
Mikrobiologi.....	8
Fremmedstoffer.....	9
Tilsynsprogrammet for skjell for 2007 .....	10
<b>Materiale og metoder</b> .....	<b>12</b>
<b>Lokaliteter og prøvetaking</b> .....	<b>12</b>
<b>Preparering og analyse for mikroorganismer</b> .....	<b>14</b>
<b>Preparering for bestemmelse av fremmedstoffer</b> .....	<b>15</b>
Blåskjell .....	15
Kamskjell.....	15
Oskjell.....	15
Østers .....	15
Hjerteskjell.....	15
Krabbe .....	16
<b>Bestemmelse av fremmedstoffer</b> .....	<b>16</b>
Bestemmelse av metaller med ICP-MS (NIFES metode nr. 197) .....	16
Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICP-MS (NIFES metode nr. 261).....	16
Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICP-MS .....	17
Bestemmelse av PCB <sub>7</sub> og DDT med GC-MS (NIFES metode nr. 137).....	18
Bestemmelse av dioksiner, furaner, non-orto PCB og mono-orto PCB ved HRGC-HRMS (NIFES metode nr. 228) .....	18
Bestemmelse av polybromerte flammehemmere (PBDE og HBCD) ved GC-MS (NIFES metode nr. 238) .....	19
Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	19
<b>Resultater og kommentarer</b> .....	<b>20</b>
<b>Mikroorganismer i skjell</b> .....	<b>20</b>
<b>Spormetaller</b> .....	<b>21</b>
Metaller i blåskjell.....	21
Kobber .....	21
Sink.....	24
Sølv .....	25
Kadmium .....	25
Kvikksølv.....	26
Bly .....	27
Arsen.....	28
Tributyltinn (TBT).....	30
Metaller i kamskjell.....	31
Metaller i oskjell.....	33
Metaller i østers .....	34
Metaller i taskekrabbe .....	36
Metaller i hjerteskjell.....	37
<b>PCB<sub>7</sub> og DDT</b> .....	<b>37</b>
PCB <sub>7</sub> i blåskjell.....	37
DDT i blåskjell .....	38
PCB <sub>7</sub> og DDT i kamskjell, oskjell, østers og hjerteskjell .....	39
<b>Dioksiner (PCDD/PCDF), non-orto PCB og mono-orto PCB (dl PCB)</b> .....	<b>40</b>

Dioksiner og dl PCB i blåskjell .....	40
Dioksiner og dl PCB i kamskjell, oskjell og østers .....	41
<b>Polybromerte flammehemmere PBDE og sum HBCD .....</b>	<b>42</b>
PBDE i blåskjell .....	42
PBDE i kamskjell .....	43
PBDE i oskjell, østers og hjerteskjell .....	44
<b>Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) .....</b>	<b>44</b>
<i>Oppsummering med sammenligning av arter .....</i>	<i>47</i>
<b>Konklusjoner .....</b>	<b>49</b>
<b>Blåskjell.....</b>	<b>49</b>
<b>Kamskjell .....</b>	<b>49</b>
<b>Oskjell .....</b>	<b>49</b>
<b>Østers .....</b>	<b>49</b>
<b>Hjerteskjell .....</b>	<b>49</b>
<b>Krabbe .....</b>	<b>49</b>
<i>Anbefalinger for 2009 .....</i>	<i>50</i>
<i>Litteraturliste .....</i>	<i>50</i>

## Sammendrag

### *Mikrobiologi*

Til tilsynsprogrammet for skjell, mikrobiologi, ble det tatt ut i alt 335 prøver av skjell. Av disse var 319 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), tatt ut ved 69 lokaliteter gjennom hele året. Av de øvrige prøvene var fire av kamskjell (*Pecten maximus*), fire av oskjell (*Modiolus modiolus*), fem av østers (*Ostrea edulis*) og tre av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Nasjonalt senter for fisk og sjømat. Her ble alle prøvene analysert for *E. coli* og enterokokker, og et utvalg ble også analysert med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EUs referansemetode (Donovans metode, ISO 16649-3), mens enterokokker ble bestemt ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 4. utgave: "Enterococcus, bestemmelse i næringsmidler". Prøvene ble analysert med hensyn på forekomst av *Salmonella* ved hjelp av en immunologisk metodikk (ELFA, Vidas *Salmonella*), kombinert med konvensjonell dyrkning og verifikasjon for positive prøver.

I alt 289 (87%) av de undersøkte prøvene hadde et innhold av *E. coli* under 230/100 g, som er grensen for å klassifisere en lokalitet til et såkalt A-område, det vil si at skjellene kan gå direkte til konsum. Det høyeste antall *E. coli* i en prøve var 5400/100 g. Enterokokker i konsentrasjoner over påvisningsgrensen (100/100 g) ble påvist i fire av disse prøvene. Av i alt 56 prøver som ble analysert for *Salmonella*, ble en prøve av oskjell fra Hordaland funnet å være positiv.

### *Fremmedstoffer*

Prøvetakingen av blåskjell for analyse av fremmedstoffer fordelte seg på 33 lokaliteter våren 2007 og 31 lokaliteter høsten 2007, til sammen 65 prøver. I tillegg ble det tatt ut i alt seks prøver av stort kamskjell, 14 prøver av østers, tre prøver av oskjell, en prøve av hjerteskjell og tolv prøver av taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Nasjonalt senter for fisk og sjømat.

Alle skjellprøvene ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen. De prøvene som ble tatt ut om høsten ble i tillegg analysert for tributyltinn (TBT) samt de organiske miljøgiftene polyklorerte bifenyl (PCB<sub>7</sub>), DDT og dets metabolitter, dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere og PAH.

Metallbestemmelsene ble utført på frysetørket skjellmat med induktivt koplet plasma-massespektrometri (ICP-MS) etter at de frysetørkede prøvene var dekomponert med syre i mikrobølgeovn. Uorganisk arsen ble bestemt med bruk av HPLC-ICP-MS og TBT ble bestemt med bruk av GC-ICP-MS. PCB<sub>7</sub>, PAH og polybromerte flammehemmere ble bestemt med GC-MS, og dioksiner og dioksinlignende PCB ble bestemt med høyopløsende GC-MS.

Med unntak av bestemmelser av PAH er alle andre analyser utført ved NIFES, og metodene er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025. Unntakene er TBT og uorganisk arsen som ble gjennomført uakkreditert.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme område som tidligere år, og ingen av tungmetallene kadmium, kvikksølv og bly oversteg EUs øvre grenseverdier for disse. En del av metallene viste likevel betydelige variasjoner mellom regioner. Innholdet av bly var høyest

i blåskjell fra fjordområder i Hordaland og Rogaland, mens innholdet av sink var høyest i blåskjell fra Hordaland og Sogn og Fjordane. De høyeste konsentrasjonene av kadmium ble målt i blåskjell fra Sogn og Fjordane og Finnmark.

To av blåskjellprøvene fra Hardanger og Sogn og Fjordane høsten 2007 hadde svært høyt innhold av arsen, på henholdsvis 8,3 og 19 mg/kg våtvekt, hvorav 2,3 og 7,4 mg/kg var uorganisk arsen. Høye konsentrasjoner av totalarsen ble også registrert i 1999, 2000 og 2005, men ikke i 2006. Andelen uorganisk arsen var imidlertid lavere i 2007 enn i 2005, da uorganisk arsen ble målt første gang.

Prøver av muskel og gonade av kamskjell viste også konsentrasjoner av metaller under EUs grenseverdier og på samme nivå som tidligere år. I hel skjellmat av oskjell var konsentrasjonen av kadmium over grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt i alle prøvene og konsentrasjonen av bly var over grenseverdien på 1,5 mg/kg våtvekt i to av tre prøver. Dette skyldes at hele skjellmaten ble analysert uten at nyren ble fjernet. Det er tidligere vist at det er nyrene som akkumulerer mest bly og kadmium i oskjell. Fem av tolv østersprøver oversteg også grenseverdien for kadmium, mens alle andre metaller viste forholdsvis lave konsentrasjoner. Dette understøtter at europeisk flatøsters ser ut til å akkumulere relativt mye kadmium og bør ha egne grenseverdier hvis østersdyrking skal være en levedyktig næring. Det er imidlertid behov for en mye mer omfattende kartlegging av kadmiuminnholdet i østers.

Nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB<sub>7</sub> og bromerte flammehemmere var generelt lave i alle prøvene. Blåskjell fra to lokaliteter hadde konsentrasjoner av PAH (sum PAH) som tilsvarer en markert forurenset lokalitet, men konsentrasjonen av benzo(a)pyren var under EUs grenseverdi for skjell på 10 mg/kg våtvekt.

Til slutt i rapporten er det gitt en oppsummering med sammenligning av de ulike artene, samt anbefalinger for 2009.

## Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med stort utnyttet potensiale langs norskekysten. I 2007 ble det i alt eksportert 2063 tonn skalldyr (utenom reker), og av dette var om lag halvparten blåskjell (Eksportutvalget for fisk, [www.seafood.no](http://www.seafood.no)). Det har vært vanskelig for den norske blåskjellnæringen å etablere seg i det europeiske markedet, og det å holde høy kvalitet på det som blir solgt er av stor betydning for videre utvikling.

For å sikre at skalldyrene som blir solgt er trygg mat for forbruker, og for å kunne dokumentere overfor kjøpere at de er dyrket i rent vann og holder høy kvalitet, er det viktig å overvåke innholdet av uønskede stoffer og mikroorganismer i skalldyr som skal høstes til konsum. I og med at dette er en ung næring har det offentlige satt inn betydelige ressurser i slik overvåking for å hjelpe næringen. I tillegg til aktiviteten på dyrkede skjell er det viktig at folk gjennom overvåkingsdata trygt skal kunne spise skalldyr som de høster selv fra naturen.

Skjell tar opp føde ved å filtrere partikler fra vannet og kan slik ta opp og akkumulere uønskede stoffer eller mikroorganismer som er i vannet eller på partiklene de spiser. Uønskede stoffer som kan akkumuleres inkluderer algetoksiner som kan gi akutte forgiftninger som DSP og PSP, fremmedstoffer som metaller og organiske miljøgifter samt mikroorganismer.

### *Mikrobiologi*

Ved lokaliteter som ligger nær kloakkutslipp kan skjell ta opp tarmbakterier som *Escherichia coli*, enterokokker og *Salmonella*. Analyser med hensyn på *E. coli* og enterokokker brukes i denne sammenhengen for å indikere fekal forurensning og dermed mulig helsefare.

Mikroorganismer som skal benyttes som indikatorer for fekal forurensning må oppfylle flest mulig av følgende kriterier:

- må være normalt tilstede i tarmmateriale fra varmblodige dyr i høye konsentrasjoner,
- må ikke være naturlig tilstede i miljøet eller ha evne til å oppformere seg der
- må kunne påvises lett og raskt
- må være tilstede samtidig med den patogene organismen en leter etter
- må ha overlevelse utenfor kroppen som er sammenlignbar med den patogene organismen en leter etter

Ved undersøkelse av matvaretrygghet i forbindelse med skjell, er en særlig opptatt av om disse kan inneholde matvarebårne virus. Både *E. coli* og enterokokker indikerer fekal forurensning, og dermed en mulig fare for at humanpatogene virus eller andre smittestoff er til stede.

Mengde *E. coli* gir derfor grunnlag for klassifisering av skjell-lokaliteter, der skjell fra et A-område kan gå direkte til konsum, mens skjell fra B- og C-områder må gjennom ulike rensprosesser før de kan selges (tabell 1). Mer enn 46000 *E. coli* per 100 g skjellmat kan medføre høsteforbud.

Enterokokker blir også ofte kalt fekale streptokokker. Disse bakteriene er grampositive, katalase-negative, kuleformet og danner kjeder. Enterokokker finnes normalt i tarminnhold hos varmblodige dyr, men i mindre antall enn *E. coli* (beskrevet forholdstall er 1:4). Enterokokker finnes bare i vann som er tilført fekal forurensning, det vil si forurensning med tarmmateriale fra varmblodige dyr. De er relativt motstandsdyktige mot uttørking og frysing, og overlever lengre enn koliforme bakterier i vann. Enterokokker blir derfor regnet som en



**Tabell 1. Klassifisering av skjell-lokaliteter basert på konsentrasjon av *E. coli* i innmat og kappevann.**

Klasse <sup>1</sup>	Mikrobiologisk standard <sup>2</sup>	Behandling etter høsting
A	levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 230 MPN <i>E.coli</i> per 100g musling kjøtt og kappevann <sup>3</sup>	Ingen
B	levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 4600 MPN <i>E.coli</i> per 100g musling kjøtt og kappevann <sup>4</sup>	Rensing, gjenutlegging i A område eller koking etter godkjent metode
C	levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 46 000 MPN <i>E.coli</i> per 100g musling kjøtt og kappevann <sup>5</sup>	Gjenutlegging i en lang periode eller koking etter godkjent metode
Høsting forbudt	>46 000 MPN <i>E.coli</i> per 100g musling kjøtt og kappevann	

1. "The competent authority has the power to prohibit any production and harvesting of bivalve molluscs in areas considered unsuitable for health reasons."

2. "The reference method is given as ISO 16649-3."

3. "By cross-reference from Regulation (EC) No 854/2004, via Regulation (EC) No 853/2004, to Regulation (EC) No 2073/2005."

4. "From Regulation (EC) No 1666/2006."

5. "From Regulation (EC) No 854/2004."

bedre indikator for tilstedeværelse av virus enn termotolerante eller fekale koliforme bakterier, som også ofte brukes som indikator for fekal forurensing.

Blant *Salmonella* – bakteriene finnes det over 2500 varianter (serovarianter). Avhengig av hvilken type som er involvert kan bakterier i slekten *Salmonella* gi infeksjon hos mennesker med varierende styrke, fra symptomløshet til alvorlig mage-tarminfeksjon med feber og blodig diaré. I Norge hadde vi i 2007 til sammen 1649 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 75% av tilfellene var ervervet utenlands. I tillegg hadde vi dette året 46 tilfeller av infeksjon med de tyfoide *Salmonella*-variantene. Av disse var det 29 tilfeller av tyfoidfeber (*Salmonella typhi*) og 17 tilfeller av paratyfoidfeber (*S. paratyphi*). For de tyfoide salmonellosene var 44 tilfeller utenlandssmitte, men for to tilfeller var smittested ukjent.

Matvarer er den viktigste smitekilden for salmonellose, og varer som inneholder *Salmonella*-bakterier kan følgelig ikke omsettes.

#### *Fremmedstoffer*

EU har stilt spesielle krav til dokumentasjon av metaller i skjell (kobber, sølv, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly) fordi skjell har en spesiell evne til å akkumulere slike metaller. Skjell er dermed en god kilde til en rekke essensielle metaller som for eksempel sink, kobber og selen. På den annen side kan skjell inneholde relativt høye konsentrasjoner av uønskede metaller som for eksempel uorganisk arsen, kadmium og bly. Siden kadmium og bly er uønskede stoffer i kostholdet, har EU etablert grenseverdier for hvor høy konsentrasjon det kan være av disse stoffene i sjømat. Både bløtdyr og krepsdyr har egne grenseverdier for bly og kadmium som er betydelig høyere enn tilsvarende grenseverdier i fisk.

Blåskjell (*Mytilus edulis*) er den skalldyrarten det produseres mest av i Norge, og tilsynsprogrammet fokuserer derfor mest på denne. Blåskjell har et naturlig lavt nivå av de fleste fremmedstoffer, og et innhold over bakgrunnsnivået reflekterer forhøyet nivå i miljøet

som skyldes menneskeskapt eller naturlig tilførsel av stoffene. Dette gjør at blåskjell er vanlig å benytte som en forurensningsindikator. Blåskjell er dessuten mye studert over lang tid, de finnes over store områder og egner seg også derfor som indikatororganisme. SFT har etablert et sett av klassifiseringsverdier i forhold til antatte normalverdier i upåvirkede områder. Selv om blåskjell fra en lokalitet har en konsentrasjon av et fremmedstoff som er godt under EUs grenseverdi for mattrygghet, kan skjellene likevel ha høy nok konsentrasjon til å indikere at en lokalitet er forurenset ut fra SFTs klassifisering.

Blåskjell kan ha relativt høy konsentrasjon av arsen (As). Arsen kan forekomme i ulike kjemiske former med ulik toksisitet. Uorganisk arsen er mer toksisk enn organisk arsen, som har lav giftighet. Av uorganiske former er treverdig arsen [As(III)] mer toksisk enn femverdig arsen [As(V)]. I fiskefilet kan mer enn 99% av det totale innholdet av arsen foreligge i organiske former, dominert av det svært lite giftige arsenobetain  $[(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-]$ . Normalt sett er arsenobetain den dominerende arsenformen også i blåskjell, men når konsentrasjonen av arsen i blåskjell øker over et visst nivå viser det seg at konsentrasjonen av uorganisk arsen også øker (Sloth og Julshamn 2008). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåking av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen bløtdyr, som flere kamskjellarter, oskjell og østers, samt kongesnegl, har et naturlig innhold av uønskede metaller, spesielt kadmium og bly, som er høyere enn anbefalte øvre grenseverdier, selv på lokaliteter som ut fra innholdet i blåskjell klassifiseres av SFT som lite forurenset. Bly og kadmium akkumuleres gjerne i spesielle organer som fordøyelseskjertelen hos kamskjell og nyrene hos oskjell, noe som fører til at konsentrasjoner i hel skjellmat overstiger EUs øvre grenseverdier for henholdsvis bly og kadmium på 1,5 og 1,0 mg/kg vårvækt (Julshamn et al. 2008). I Norge spiser vi som oftest bare lukkemuskel og rogn hos kamskjell, og i disse organene er det lave konsentrasjoner av metaller. I oskjell kommer man som oftest under grenseverdiene dersom den svarte nyren fjernes. Hos østers spiser man hele innmaten, og her har det vært problemer for en del dyrkere som har opplevd å ikke få høste på grunn av for høye kadmiumnivåer.

Krabbeinnmat er også kjent for å ha et relativt høyt innhold av fremmedstoffer, og er unntatt fra grenseverdiene som ellers gjelder for krepsdyr.

Organiske fremmedstoffer som PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og DDT og dets metabolitter har ikke vist seg å akkumuleres i skjell i noen særlig grad. Dette er trolig fordi de organiske miljøgiftene er fettløselige, mens skjell har relativt lavt fettinnhold. Det finnes imidlertid lite dokumentasjon på innholdet av de organiske fremmedstoffene i skjell som dyrkes langs norskekysten, og det er behov for fortsatt kartlegging.

Tributyltinn (TBT) er en aktiv antibegroingsingrediens og av de mer toksiske forbindelsene som tilføres det marine miljø. Ved konsentrasjoner på 1 ng TBT/l sjøvann kan skalldyr og muslinger utvikle misdannelser av forskjellig slag. Selv om TBT ikke er tillatt i bruk i dag, er det fremdeles store mengder lagret i sedimenter i mange havner.

#### *Tilsynsprogrammet for skjell for 2007*

For Mattilsynet var målet med tilsynsprogrammet for skjell for 2007 å:

- gi grunnlag for å kunne kontrollere om resultater fra rutinemessige egenkontroller – undersøkelser gjennomført av høstere/dyrkere samsvarer med resultater fra offentlige undersøkelser,
- etablere historiske data for kjemiske stoffer i blåskjell fra forskjellige høstingsområder langs norskekysten,

- etablere data for uønskede kjemiske stoffer i taskekrabbe (*Cancer pagurus*),
- bedømme om skjellene er trygg mat i henhold til EUs øvre grenseverdier for metaller i skjell (i. e. kadmium, kvikksølv og bly),
- fremskaffe data for andre fremmedstoffer som er viktige for konsumentene som for eksempel uorganisk arsen, TBT, PCB, dioksiner, dioksinlignende PCB og polybromerte flammehemmere, der det ennå ikke er etablert grenseverdier og
- fremskaffe data for forekomst av indikatororganismer (*E. coli* og enterokokker) og *Salmonella* i skjell

## Materiale og metoder

### Lokaliteter og prøvetaking

Utvalget av lokaliteter ble gjort av Mattilsynet, og prøvetaking og innsending av prøver ble gjort av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer. Tabell 2 viser antall ulike lokaliteter som ble prøvetatt, samt antall prøver fra hver region av de ulike artene som ble tatt ut til analyse for henholdsvis mikroorganismer og fremmedstoffer.

Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut i løpet av hele 2007. Til sammen ble det tatt 335 prøver til mikrobiologiske analyser, fra i alt 80 ulike lokaliteter (tabell 2). 26 av lokalitetene ble prøvetatt seks ganger eller mer, og 36 av lokalitetene ble prøvetatt kun en gang for mikrobiologisk analyse.

Prøver til analyse av fremmedstoffer ble tatt ut henholdsvis vår (februar-mai) og høst (juli-november) 2007, i hovedsak fra samme materiale som ble analysert for mikroorganismer. I praksis ble noen lokaliteter kun prøvetatt om våren og noen lokaliteter kun prøvetatt om høsten, og til sammen ble 101 prøver fra 54 ulike lokaliteter analysert for fremmedstoffer (tabell 2).

Til mikrobiologisk analyse ble det samlet inn totalt 319 prøver av blåskjell, fire prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*), fem prøver av østers (*Ostrea edulis*), fire prøver av oskjell (*Modiolus modiolus*) og tre prøver av vanlig hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) (tabell 2). Til analyse for metaller ble det tatt ut 65 prøver av blåskjell, seks prøver av kamskjell, 14 prøver av østers, tre prøver av oskjell, en prøve av hjerteskjell samt tolv prøver av taskekrabbe (*Cancer pagurus*). De tolv prøvene av taskekrabbe besto av fem prøver av brunmat og syv prøver av klokjøtt. De prøvene av blåskjell, kamskjell og oskjell som ble tatt ut om høsten til analyse for metaller ble også analysert for organiske miljøgifter, i alt 57 prøver.

Blåskjell ble samlet inn fra i alt 69 ulike lokaliteter langs hele kysten fra Vest-Finnmark til Østfold (tabell 2), og de aller fleste blåskjellprøvene var av dyrkede skjell. Kamskjell ble hentet inn fra ville bestander i Frøya-området og fra en dyrkingslokalitet i Hordaland. Østersprøver ble tatt ut fra ulike dyrkingsanlegg fra Vestfold til Møre og Romsdal, samt fra to lokaliteter med ville østers i Aust-Agder. Ville oskjell ble samlet inn ved en lokalitet i hvert av fylkene Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Finnmark, mens det ble tatt tre prøver av ville hjerteskjell fra en lokalitet i Nordland. Krabbep prøvene som ble tatt ut var fra ville krabber fanget i Bergensområdet.

De aller fleste prøvene ble pakket levende i egnet emballasje og sendt med ekspresspost til NIFES, ettersom de skulle analyseres for mikroorganismer.

Alle skjell som ble sendt inn til analyse måtte være av høstbar størrelse, og det måtte være nok prøvemateriale til alle analysene. Antallet skjell i prøvene varierte derfor mellom artene, avhengig av størrelse. Hver blåskjellprøve inneholdt minst 50 blåskjell med mellom 40 og 60 millimeter skall-lengde. Østersprøvene inneholdt 30-40 stykker, mens oskjell- og kamskjellprøvene inneholdt færre skjell (7-13 stykker), avhengig av størrelse. Hjerteskjell er små og det var derfor svært mange skjell i prøvene (antall ikke kjent). Krabbeinnmat og -klør var kokt før de ble sendt inn, og ble bare analysert for metaller.

**Tabell 2. Lokalteter og prøvetaking til tilsynsprogrammet for skjellproduksjon 2007. Antall forskjellige lokaliteter og antall prøver er vist for hver art og hver region. Med hensyn til fremmedstoff er antall lokaliteter likt antall prøver, bortsett fra der hvor antall prøver er gitt i parentes. Metaller ble bestemt i prøver fra vår og høst 2007, mens organiske fremmedstoffer bare ble analysert i prøvene fra høst 2007.**

Art	Region	Mikroorganismer		Fremmedstoffer		
		Hele 2007		Antall lokaliteter (prøver)		
		Antall lokaliteter	Antall prøver	Vår 2007	Høst 2007	Hele 2007
Blåskjell	Finnmark	1	8	1	-	1
	Troms	3	19	2	3	3 (5)
	Nordland	11	44	5	4	5 (9)
	Trøndelag	14	65	4	6	6 (10)
	Møre og Romsdal	8	39	5	5	6 (10)
	Sogn og Fjordane	8	45	5	5	5 (10)
	Hordaland	4	29	3	3 (4)	3 (7)
	Rogaland	5	25	4	3	4 (7)
	Agder	13	32	2	1	3
	Skagerrak-kysten	2	13	2	1	2 (3)
	Totalt	69	319	33	31 (32)	38 (65)
Kamskjell	Trøndelag	3	3	2	3	4 (5)
	Hordaland	1	1		1	1
	Totalt	4	4	2	4	5 (6)
Østers	Møre og Romsdal			1 (2)	1 (2)	1 (4)
	Sogn og Fjordane			1	1	1 (2)
	Hordaland	1	4	1 (2)	1	1 (3)
	Agder	1	1	3	1	4
	Skagerrak-kysten				1	1
	Totalt	2	5	6 (8)	5 (6)	8 (14)
Oskjell	Finnmark	1	1	1		1
	Møre og Romsdal	1	1		1	1
	Sogn og Fjordane	1	1			
	Hordaland	1	1		1	1
	Totalt	3	4	1	2	3
Hjerteskjell	Nordland	1	3		1	1
Krabbe	Hordaland				1 (12)	1 (12)
Totalt		80	335	42 (44)	44 (57)	54 (101)

Mens de var ferske ble halvparten av skjellene analysert for mikroorganismer. Innmaten ble da tatt ut og homogenisert før umiddelbar analyse for mikroorganismer. 334 av 335 prøver som skulle undersøkes for mikroorganismer ble analysert med hensyn på *E. coli* og enterokokker som indikatororganismer for fekal forurensing og dermed mulig helsefare. Et utvalg av prøvene ble også undersøkt med tanke på *Salmonella* (n=56). En av prøvene ble bare analysert for *Salmonella*.

Når en prøve skulle analyseres for fremmedstoffer i tillegg til mikroorganismer ble den andre halvparten av skjellene homogenisert og frysetørket og oppbevart frem til opparbeidelse og analyse.

### **Preparering og analyse for mikroorganismer**

Analyser med hensyn på bakterier ble påbegynt senest 24 timer etter prøveuttak. Til sammen 85 g skjellmat ble benyttet til mikrobiologisk analyse. Av disse gikk 50 g til analyse med hensyn på *E. coli* ved Donovans metode, 10 g til analyse for enterokokker og 25 g til analyse med hensyn på *Salmonella*.

Donovans metode for analyse for *E. coli* brukes for kvantitative undersøkelser av levende skjell. En prøve til analyse for *E. coli* skal bestå av til sammen 50 g skjellmateriale inkludert kappevannet. Det hentes materiale fra minst 10 østers eller kamskjell, 15 blåskjell eller 30 hjerteskjell. Disse skjellene skrubbes rene under kaldt, rennende vann, tørkes med et papirhåndkle og åpnes med en steril kniv. Prøven homogeniseres i en steril pose i 2 til 3 minutter og tilsettes så 100 ml fortynningsvann. Deretter homogeniseres prøven på ny før resterende 350 ml fortynningsvann tilsettes. Dette gir en 1 til 10 fortykning. Materiale fra døde skjell og skjell med synlige skader inngår ikke i analysen.

Antallet *E. coli* ble kalkulert ved en mikrobiologisk metode basert på vekstmønster i rør med ulik fortykning av prøven (MPN, Most Probable Number). MPN-metoden er basert på avlesning av kombinasjonen av rør med vekst og rør uten vekst i en økende fortykning av prøven. Prinsippet for røretoden som ble benyttet her er at flere paralleller av 10 gangers fortykning av prøven inokuleres i reagensrør med en selektiv buljong som inkuberes og avleses for gass- og syreproduksjon (gul farge i mediet). Fra positive rør blir det så strøket ut på en selektiv og differensierende agar. Tilstedeværelse av *E. coli*, som har  $\beta$ -glucuronidaseaktivitet, ses ved vekst av blågrønne kolonier på disse skålene. Antall positive rør i hver fortykning registreres på bakgrunn av dette, og det mest sannsynlige antall bakterier pr. vekt/volumenhet leses ut fra en tilhørende MPN-tabell.

Metoden er akkreditert og basert på standardene ISO/TS 16649-3:2005 og ISO 6887-3:2003. Denne metoden er i henhold til EUs Direktiv 91/492/EEC, og er referansemotodikk ved mikrobiologisk vurdering av skjell og ved klassifisering av dyrkningsområder. Metoden gir erfaringsmessig høyere tall på *E. coli* enn tidligere brukte NMKL-basert metodikk. Dette skyldes økt sensitivitet siden det brukes større prøvevolum (50 g) og inokulering fra kombinasjoner av lavere fortykning (1:1, 1:10 og 1:100).

I dette prosjektet ble skjell undersøkt med tanke på enterokokker ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 4. utgave. "Enterococcus, bestemmelse i næringsmidler". I metoden benyttes det platespredning av passende fortykninger av prøven på en selektiv og differensierende agar (Slanetz and Bartleys medium) og inkubering ved 44 °C i 48 timer. Metoden er akkreditert.

Til analyse av skjell for påvisning av *Salmonella*-bakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale. Påvisningen gjennomføres i flere trinn: pre-anrikning, anrikning, post-anrikning, enzymbundet fluorescens immunoassay ved miniVidas (ELFA), selektiv platespredning for positive prøver, biokjemisk konfirmering og verifisering ved nasjonalt

referanselaboratorium. Vidas *Salmonella* er et enzymatisk immunoassay for detektering av *Salmonella* antigener ved bruk av ELFA metoden (Enzyme Linked Fluorescence Assay). Dette utføres automatisk i Vidas systemet. Metoden er akkreditert og er i henhold til standarden NMKL nr. 71, 5. utgave og AFNOR Bio-12/1-04/94.

## **Preparering for bestemmelse av fremmedstoffer**

### *Blåskjell*

Fra de blåskjellprøvene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble 25 skjell målt og veid, og gjennomsnittslengde, vekt av hele skjell, skallvekt, samt våtvekt av de bløte delene ble bestemt. Det ble laget en samleprøve av de 25 skjellene som ble homogenisert. Mesteparten av det våte homogenatet ble frysetørket og homogenisert til fint pulver, og tørrstoffinnholdet (g/100g) ble beregnet. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass til bestemmelse av metaller og organiske fremmedstoffer. Resten av det våte prøvehomogenatet ble sendt til underleverandør for bestemmelse av PAH.

Matinnhold (kondisjon, %) i hver prøve ble beregnet ved hjelp av følgende formel:

$$\text{Matinnhold} = (tv/L^2) \times 100,$$

der tv er gjennomsnittlig tørrvekt bløte deler (g) og L er gjennomsnittlig skall-lengde (cm).

### *Kamskjell*

En samleprøve av muskel og rogn fra alle skjellene i en prøve ble homogenisert, og det som skulle undersøkes for mikroorganismer ble tatt ut og analysert umiddelbart. Det meste av resten av prøvematerialet ble frysetørket, prøven ble veid før og etter frysetørking, tørrstoffinnholdet ble beregnet og det tørre materialet ble homogenisert til fint pulver. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass til analyse for metaller og eventuelt organiske fremmedstoffer. I de fire prøvene som skulle analyseres for organiske fremmedstoffer ble det før frysetørking tatt av 60 g vått materiale til analyse for PAH.

### *Oskjell*

Oskjellene ble målt og veid og matinnhold bestemt på samme måte som for blåskjell. De bløte delene fra alle skjellene i hver prøve ble slått sammen til en samleprøve og homogenisert. Vått materiale ble tatt av til umiddelbar analyse for mikroorganismer og senere analyse av PAH. Resten av prøven ble frysetørket, homogenisert til fint pulver og analysert for metaller og eventuelt for organiske fremmedstoffer.

### *Østers*

Hel innmat av alle østersene fra hver prøve ble slått sammen til en samleprøve og homogenisert. Vått materiale ble tatt av til umiddelbar analyse for mikroorganismer og senere analyse for PAH. Resten av prøven ble frysetørket og analysert for metaller og eventuelt for organiske fremmedstoffer.

### *Hjerteskjell*

Hel innmat ble tatt ut, slått sammen i en samleprøve og homogenisert. Vått materiale ble tatt av til umiddelbar analyse for mikroorganismer. I den prøven som skulle ha metallanalyse ble resten frysetørket og homogenisert og tatt vare på til bestemmelse av metaller.

## Krabbe

Krabbeprøvene ble kun analysert for metaller, så hver prøve ble homogenisert og frysetørket før analysene ble utført.

### **Bestemmelse av fremmedstoffer**

Prøver tatt ut vår og høst ble analysert for metaller med ICP-MS, uorganisk arsen og tributyltinn (TBT). Prøver fra høstuttaket ble i tillegg analysert for de organiske fremmedstoffene dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB<sub>7</sub>, bromerte flammehemmere (BFH), DDT og dets metabolitter og polyaromatiske hydrokarboner (PAH).

### **Bestemmelse av metaller med ICP-MS (NIFES metode nr. 197)**

Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICP-MS) med HP-datamaskin. Det ble anvendt kvantitativ ICP-MS med ekstern kalibrering til bestemmelse av kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly, og rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet. Riktighet og presisjon for metallbestemmelsene ble utført ved å analysere det sertifiserte referansematerialet Tort-2 (hepatopankreas av hummer; National Research Council, Canada). Tabell 3 viser resultater av analyse av Tort-2, samt de sertifiserte referanseverdiene. Alle de analyserte stoffene ga god overensstemmelse mellom analyserte verdier og sertifiserte verdier for Tort-2. Systematiske og tilfeldige feil synes å være under kontroll for de undersøkte metallene.

**Tabell 3. Konsentrasjon av krom, kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly i sertifisert standardreferansemateriale (Tort-2, NRC, Canada) ved analyse med ICP-MS.**

Metall	N	Gjennomsnitt (mg/kg)	Standardavvik (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi <sup>a)</sup> (mg/kg)
Kobber	6	96	2	2,1	106±10
Sink	6	174	6	2,5	180±6
Arsen	6	24,1	0,6	2,5	21,6±1,8
Sølv	6	5,6	0,2	3,6	
Kadmium	6	27,4	0,8	2,9	26,7±0,6
Kvikksølv	6	0,30	0,02	6,7	0,27±0,06
Bly	6	0,31	0,01	3,2	0,35±0,13

a) Gjennomsnitt og 95% konfidensintervall

### **Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICP-MS (NIFES metode nr. 261)**

Homogen frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt en løsning bestående av 0,9 mol/l NaOH i 50% (v/v) etanol og varmet til 90 °C i mikrobølgeovn i 20 minutter (CEM MARS5 Microwave Accelerated Reaction System, GreenChem Plus Teflonbomber, QXP Plus kvartsbomber). Etter at prøvene var avkjølt, filtrert og fortynnet var de klare til analyse.



Prøveløsningene ble holdt borte fra kontakt med glass da arsen fra glass kan kontaminere prøvene. De uorganiske arsenspeciene ble separert på en anionbytte-kolonne (ICSep ION-120) og bestemt som  $^{75}\text{As}^+$  ved bruk av ICP-MS. ICP-MS-instrumentet var koblet til en HPLC, pumpe, degasser og autosamler. Instrumentinnstillingene var som foreslått av produsenten. Dataene ble samlet og prosessert ved å bruke programvare fra Agilent.

Når den tørre skjellprøven blir kokt i en lut-alkohol-løsning blir As(III) oksidert til As(V). Derfor bestemmes uorganisk arsen som As(V). Stabiliteten til de organiske arsenspeciene har vært studert og ingen degradering/omdannelse til andre uorganiske arsenspecier ble oppdaget. Ingen standard referansematerialer for uorganisk arsen er foreløpig kommersielt tilgjengelig og derfor er de systematiske feilene beregnet ved bruk av gjenvinningsforsøk. Resultatene viste at gjenvinningen var god og ikke signifikant forskjellig fra 100% (tabell 4). Metoden er ikke akkreditert.

**Tabell 4. Resultater fra gjenvinningsforsøk for bestemmelse av uorganisk arsen med tilsetning av As(III) eller As(V) (begge tilsatt 50 ng som As) til utvalgte marine prøver. Dataene er hentet fra metodens valideringsrapport.**

Prøve	Gjenvinning (ng)		Gjenvinning (%)	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
Tort-2 (Hummer hepatopankreas)	48	51	96	102
Dorm-2 (pigghåmuskel)	46	46	91	92
Blåskjell	46	50	91	100
Krabbekjøtt	56	53	112	107
Hummerkjøtt	47	54	94	108
Torskefilet	51	50	102	100
Sildefilet	45	55	90	110
Makrellfilet	48	52	95	104
Gjennomsnitt $\pm$ Standardavvik	48 $\pm$ 7	51 $\pm$ 6	97 $\pm$ 15	103 $\pm$ 12

### Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICP-MS

Metoden til bestemmelse av tributyltinn (TBT) med basisk ekstraksjon og sluttbestemmelse med bruk av gasskromatografi og induktivkoplekt plasma og massespektrometri (GC-ICP-MS) har blitt innkjørt og valideres for akkreditering. Instrumentbetingelsene er vist i tabell 5. Ekstraksjonen foregår i mikrobølgeovn. Bestemmelsesgrensen (LOQ) til TBT, basert på mengde tinn, er beregnet på bakgrunn av blindprøver (>20) som er kjørt gjennom hele prosedyren. Den er beregnet til 1 ng/g våtvekt.

**Tabell 5. Betingelser som anvendes for gasskromatograf (GC) og induktivt koblet plasma-massespektrometer (ICP-MS) ved bestemmelse av tributyltinn.**

Instrument	Parameter	Verdi
GC	Injeksjonsvolum	2 µl
	Bæregass (He)	22 ml/min
	Injektortemperatur	180°C
	Ovnstemperatur	Fra romtemperatur til 280°C i løpet av 10 min. med forskjellige ramp og hold tider
ICP-MS	ICP RF effekt	1200 W
	Plasma argon gassflow	15 l/min
	Nebulizer argon gassflow	1,0 l/min
	Auxiliary argon gassflow	0,9 l/min
	Auxiliary oksygen gassflow	3 ml/min
	Skimmer kon	Platina

### **Bestemmelse av PCB<sub>7</sub> og DDT<sup>1</sup> med GC-MS (NIFES metode nr. 137)**

De våte prøvene ble først ekstrahert med aceton og dernest med en blanding av aceton og heksan. Heksanfasen ble tatt vare på og behandlet med svovelsyre for fjerning av fett. Etter vasking og tørring ble heksan fjernet og erstattet med iso-oktan. Prøven ble konsentrert og deretter analysert på koblet gasskromatograf/massespektrometer (GC-MS). I gasskromatografen skjer den analytiske atskillelsen av de enkelte stoffene i prøven, mens massespektrometret sørger for identifisering og mengdebestemmelse av de enkelte komponentene.

PCB<sub>7</sub> består av de syv kongenerne PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180, og DDT består av pp-DDT, op-DDT, pp-DDD, op-DDD, pp-DDE og op-DDE.

Kvalitetssikring av analysemetoden ble gjort ved å analysere sertifiserte referansematerialer sammen med prøvene. I tillegg ble blindprøver inkludert for å kontrollere at bakgrunnen for de forskjellige forbindelsene var tilfredsstillende. Alle analysene gav akseptable resultater vedrørende riktighet og presisjon, samt at blindprøvene viste at bakgrunnen var under kontroll. Metoden for klorerte hydrokarboner har blitt prøvd i ringtester med godt resultat.

### **Bestemmelse av dioksiner, furaner, non-orto PCB og mono-orto PCB ved HRGC-HRMS (NIFES metode nr. 228)**

Metoden er en tilpasning av US-EPA (Environmental Protection Agency) metoder nr 1613 og 1668. Prøven ble homogenisert og fettinnholdet bestemt. En mengde tilsvarende ca. 3 g fett ble veid inn, og en blanding av <sup>13</sup>C-merkete kongener ble blandet i som internstandard før prøven ble frysetørket. Porøsitetsmiddel (hydromatrix) ble tilsatt før ekstraksjon med heksan under hevet trykk og temperatur i en ASE 300. I opprensingen på en Power-Prep (FMS-USA) ble først fett fjernet ved nedbryting på svovelsur silica. Deretter ble det gjort en suksessiv kromatografisk opprensing ved inn- og utkobling av tre kolonner: "Multi layered silica",

<sup>1</sup> "DDT" betegner her både DDT og dets metabolitter: pp-DDT, op-DDT, pp-DDD, op-DDD, pp-DDE og op-DDE

basisk alumina og aktivt kull. Mobilfasen ble skiftet suksessivt: Heksan, 2% diklormetan (DCM) i heksan, 50% DCM i heksan, etylacetat og til slutt backflush med toluen.

PCDD/PCDF og non-orto PCB elueres i toluenfraksjonen. Mono-orto PCB elueres i en DCM/heksan fraksjon. Etter inndamping av aktuell fraksjon til 10 µl ble to <sup>13</sup>C merkede kongenere tilsatt som "recovery standards" før analyse på høyoppløsende GC-MS (HRGC-HRMS).

Metoden kvantifiserer til sammen 17 kongenere av dioksiner og furaner (PCDD/PCDF), fire kongenere av non-orto PCB (PCB-77, 81, 126 og 169) og åtte kongenere av mono-orto PCB (PCB-105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189). Konsentrasjonen av hver kongener ble regnet om til toksiske ekvivalenter, ng TE/kg våtvekt, ved å multiplisere hver kongenerkonsentrasjon med sine respektive toksiske ekvivalensfaktorer (TEF). Når summen beregnes settes konsentrasjoner <LOQ lik LOQ (upperbound LOQ).

### **Bestemmelse av polybromerte flammehemmere (PBDE og HBCD) ved GC-MS (NIFES metode nr. 238)**

Før ekstraksjon med heksan og diklormetan ble prøven tilsatt intern standard (PBDE-139). Prøven ble ekstrahert i en ASE 300 (Accelerated Solvent Extractor). Ekstraktet ble renset for fett ved nedbrytning med konsentrert svovelsyre på silicagel. Renset ekstrakt ble analysert med GC-MS (Thermo Quest Trace GC 200/Trace DSQ massespektrometer). Prøveløsningene ble injisert i kolonnen ved hjelp av prøveveksler (Thermo Quest CE Instruments AS 3000). Analysen på GC-MS ble gjort i SIM mode ved negativ kjemisk ionisering. Kvantifiseringen ble gjort ved hjelp av intern standard og en sekspunkts ekstern kalibreringskurve. Følgende polybromerte difenyletere (PBDE) ble bestemt: PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 186.

Riktighet er bestemt ved gjenvinningsforsøk for de syv PBDE-kongenene og HBCD, og resultatene ligger mellom 80 og 110%. Foreløpig har gjenvinningsforsøk vært den eneste måten å bestemme systematiske feil, da det verken finnes sertifiserte standardmaterialer og heller ikke organiserte ringtester (prestasjonsprøvinger). Presisjonen som intern reproduserbarhet har variert fra 10 til 25% for de forskjellige kongenene, avhengig av konsentrasjonen.

### **Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)**

PAH-bestemmelsene ble utført av Eurofins, og deres metode er akkreditert. Prinsippet for metoden baserer seg først på en forsåpning, dernest på GPC-opprensing (dvs. en molekylstørrelses kromatografi), og til slutt bestemmes de forskjellige PAH forbindelsene med GC-MS analyse. Følgende PAH forbindelser ble bestemt: antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h)perylene, benzo(k)fluoranten, krysen/trifenylen, dibenzo(a,h)antracen, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3-cd)pyren, fenantren og pyren. Alle PAH forbindelsene hadde en bestemmelsesgrense (LOQ) på 0,5 µg/kg prøve.

## Resultater og kommentarer

### *Mikroorganismer i skjell*

Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 289 (87%) av de 334 prøvene som ble undersøkt (tabell 6) og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av oppdrettslokaliteter til såkalte A-områder. I alt 45 prøver (13%) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Av disse hadde to prøver et innhold over 4600/100 g. For begge disse enkeltprøvene var påvist antall *E. coli* på 5400/100g.

Enterokokker kunne påvises i fire av de undersøkte prøvene. Antallet i disse prøvene var 100 enterokokker/g skjellmat.

Det ble funnet *Salmonella*-bakterier i en av de 56 undersøkte prøvene. Den positive prøven var oskjell innhentet i november 2007. Verifisering fra Nasjonalt folkehelseinstitutt i Oslo viste at isolatet var *Salmonella* Infantis (serotype 6,7: r :1,5). I denne prøven var innholdet av *E. coli* på 500/100 g skjellmat.

**Tabell 6. Antall skjellprøver tatt ut til analyse for *E. coli* og enterokokker fordelt på art og region, og antallet prøver som oversteg grenseverdiene for parameterne som inngår i overvåkningsprogrammet. Antall prøver med påvist *Salmonella* er vist i forhold til antall prøver analysert for dette.**

Art	Region	Antall prøver	<i>E. coli</i> (>230/100g)	Enterokokker ( $\geq 100/g$ )	<i>Salmonella</i> (påvist/ undersøkt)
Blåskjell	Finnmark	8	0	0	0/0
	Troms	19	1	1	0/6
	Nordland	44	4	0	0/6
	Trøndelag	65	8	0	0/7
	Møre og Romsdal	39	4	0	0/7
	Sogn og Fjordane	45	8	0	0/6
	Hordaland	29	3	0	0/2
	Rogaland	25	7	0	0/1
	Agder	32	0	1	0/1
	Skagerrak-kysten	12	6	2	0/12
Kamskjell	Trøndelag	3	0	0	0/3
	Hordaland	1	0	0	0/1
Oskjell	Finnmark	1	0	0	0/0
	Møre og Romsdal	1	0	0	0/1
	Sogn og Fjordane	1	0	0	0/0
	Hordaland	1	1	0	1/1
Østers	Hordaland	4	0	0	0/1
	Rogaland	1	1	0	0/1
Hjerteskjell	Nordland	3	2	0	0/0
Totalt		334	45	4	1/56

## Spormetaller

### Metaller i blåskjell

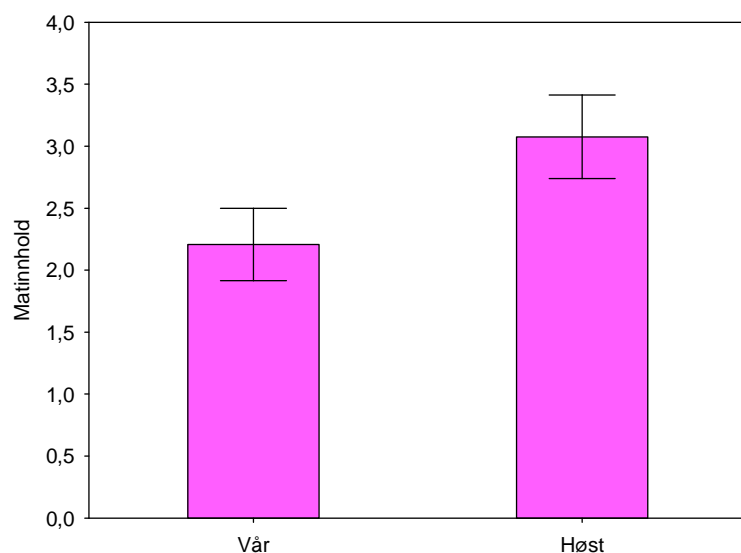
Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2007 er vist i tabell 7, gitt som gjennomsnitt og standardavvik av alle prøver fra alle de lokalitetene som var inkludert i overvåkningsprogrammet disse årene. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2007 som tidligere år.

Tabell 8 viser gjennomsnittlig metallkonsentrasjon samt største og minste verdi av alle blåskjellprøver tatt henholdsvis om våren og høsten 2007. Det var bare kvikksølv og selen som varierte mellom vår og høst, og begge viste en avtakende konsentrasjon fra vår til høst (tabell 8). Nedgang i konsentrasjon av kvikksølv og selen fra vår til høst kan skyldes en uttynningseffekt, siden matinnholdet i skjellene var betydelig høyere om høsten enn om våren (figur 1). Tabell 9 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av kobber, sink, kadmium og bly i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene vår og høst 2007.

#### Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2007 var 1,1 mg/kg våtvekt, noe som tilsvarer tidligere år (tabell 7). Tabell 8 viser at det ikke var noen forskjell i kobberkonsentrasjonen hos blåskjell høstet på våren og på høsten, med gjennomsnitt på 1,1 mg/kg våtvekt både vår og høst. Også i 2006 var kobberkonsentrasjonene de samme vår og høst, mens i 2005 ble det funnet høyere kobberverdier i blåskjell prøvetatt på høsten sammenlignet med blåskjell prøvetatt på våren.

Kobberinnholdet i blåskjell varierte lite fra en region til en annen i 2007 (tabell 9; figur 2). Av regionene hadde Skagerrak-kysten og Finnmark de høyeste gjennomsnittlige kobberkonsentrasjonene i blåskjell (vår og høst), begge med 1,4 mg /kg våtvekt. Den laveste gjennomsnittlige kobberkonsentrasjonen i en region ble funnet i Rogaland med 0,96 mg/kg våtvekt (gjennomsnitt av vår og høst).



**Figur 1. Matinnhold (kondisjon) hos blåskjell prøvetatt langs hele norskekysten vår og høst 2007. Matinnhold er målt som (tørrvekt/lengde<sup>2</sup>) x 100. 95% konfidensintervall er vist.**

**Tabell 7. Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av metaller i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra 2001 til 2007. Det er vist gjennomsnitt og standardavvik av alle prøvene for hvert år.**

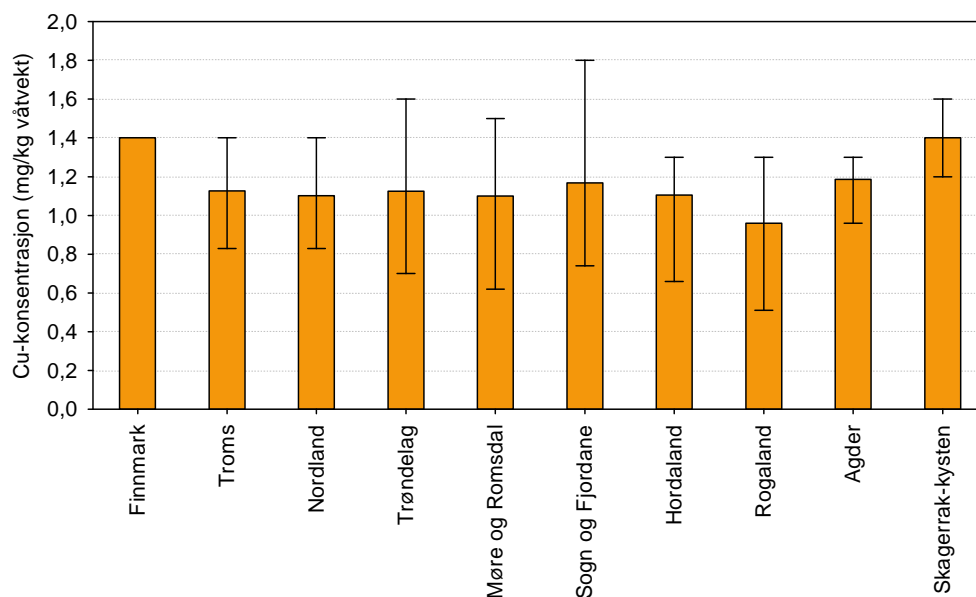
År		Cu	Zn	Ag	Cd	Hg	Pb	As
2007	Gj.snitt	1,12	16,6	0,02	0,20	0,02	0,19	3,2
	St.avvik	0,26	4,3	0,01	0,10	0,01	0,14	2,4
2006	Gj.snitt	1,15	14,7	0,04	0,19	0,02	0,17	2,2
	St.avvik	0,25	3,8	0,21	0,25	0,01	0,22	0,7
2005	Gj.snitt	1,03	15,6	0,01	0,15	0,01	0,20	3,2
	St.avvik	0,28	4,4	0,01	0,07	0,01	0,11	2,4
2004	Gj.snitt	1,00	14,6	<0,01-0,02	0,13	<0,03	0,14	2,2
	St.avvik	0,22	3,5		0,05		0,09	0,8
2003	Gj.snitt	1,12	16,2	0,01	0,14	0,015	0,22	2,1
	St. avvik	0,26	3,8	0,01	0,07	0,012	0,22	0,8
2002	Gj.snitt	1,10	17,0	0,02	0,18	0,015	0,18	2,1
	St.avvik	0,22	4,5	0,01	0,10	0,011	0,13	0,6
2001	Gj.snitt	1,08	16,1	0,10	0,18	0,014	0,20	2,2
	St.avvik	0,20	4,4	0,01	0,08	0,013	0,13	1,0

**Tabell 8. Metallkonsentrasjoner (gjennomsnitt og min-maks (mg/kg våtvekt)) i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra alle lokaliteter høstet våren 2007 og høsten 2007.**

Tid		Cu	Zn	As	Ag	Cd	Hg	Pb	Se
Vår (N = 33)	Gj.snitt	1,1	17	3,2	0,015	0,19	0,017	0,20	0,92
	min- maks	0,69- 1,4	10-29	1,5-9,3	0,002- 0,041	0,06-0,59	0,006- 0,033	0,06-0,76	0,55- 1,3
Høst (N = 32)	Gj.snitt	1,1	16	3,3	0,015	0,21	0,014	0,17	0,60
	min- maks	0,51- 1,8	9,1-27	1,1-19	0,004- 0,041	0,08-0,38	0,007- 0,025	0,04-0,49	0,37- 0,81

Den laveste kobberkonsentrasjonen som ble funnet i blåskjell i 2007 var 0,51 mg/kg våtvekt målt i en prøve fra Vindafjord i Rogaland (Sandhamar) i september. Også om våren var den laveste kobberkonsentrasjonen i blåskjell fra Rogaland, med 0,69 mg/kg våtvekt (Ådnøy; Sandnes kommune). Den høyeste kobberkonsentrasjonen var 1,8 mg/kg våtvekt, målt om høsten i skjell fra Sogn og Fjordane (Pervika; Bremanger kommune). Om våren var den høyeste konsentrasjonen 1,4 mg/kg våtvekt, målt ved tre ulike lokaliteter i henholdsvis Vest-Finnmark (Lille Kufjord), Sunnmøre (Hegreholmen), og Vestfold (Børstadbukta). Kobber er et essensielt sporelement, og blåskjell er en relativt god kobberkilde som kan bidra positivt i norsk kosthold.

Kobberinnhold i blåskjell lavere enn 1,5 mg/kg våtvekt eller 10 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset, mens lokaliteter med konsentrasjoner fra 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt karakteriseres som moderat forurenset. Følgende lokaliteter hadde kobbernivåer som oversteg 1,5 mg/kg våtvekt: Bonstranda i Nord-



Figur 2. Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra de ulike regionene (gjennomsnitt av vår og høst 2007). Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.

Tabell 9. Gjennomsnittlig metallinnhold i blåskjell (*Mytilus edulis*) (mg/kg våtvekt) høstet i hver av regionene fra Finnmark til Skagerrak vår og høst 2007.

Region	Vår/høst	N	Cu	Zn	Cd	Pb
Finnmark	Vår	1	1,4	22,0	0,50	0,11
Troms	Vår	2	1,2	19,5	0,24	0,13
	Høst	3	1,1	15,7	0,28	0,09
Nordland	Vår	5	1,0	15,0	0,14	0,15
	Høst	4	1,2	14,3	0,16	0,12
Trøndelag	Vår	4	1,1	12,5	0,11	0,11
	Høst	6	1,1	11,7	0,13	0,07
Møre og Romsdal	Vår	5	1,2	19,2	0,21	0,14
	Høst	5	0,97	15,4	0,20	0,12
Sogn og Fjordane	Vår	5	0,96	20,0	0,27	0,24
	Høst	5	1,4	21,8	0,24	0,16
Hordaland	Vår	3	1,3	20,0	0,29	0,58
	Høst	4	0,98	18,0	0,29	0,40
Rogaland	Vår	4	0,98	15,0	0,13	0,20
	Høst	3	0,94	15,0	0,15	0,33
Agder	Vår	2	1,1	14,5	0,12	0,21
	Høst	1	1,3	20,0	0,21	0,19
Skagerrak-kysten	Vår	2	1,3	16,5	0,13	0,15
	Høst	1	1,6	20,0	0,29	0,12

Trøndelag, Kvannskjeret og Pervika i Sogn og Fjordane samt Høkeliholmen i Østfold. Sistnevnte hadde over 1,5 mg/kg kobber også i 2006.

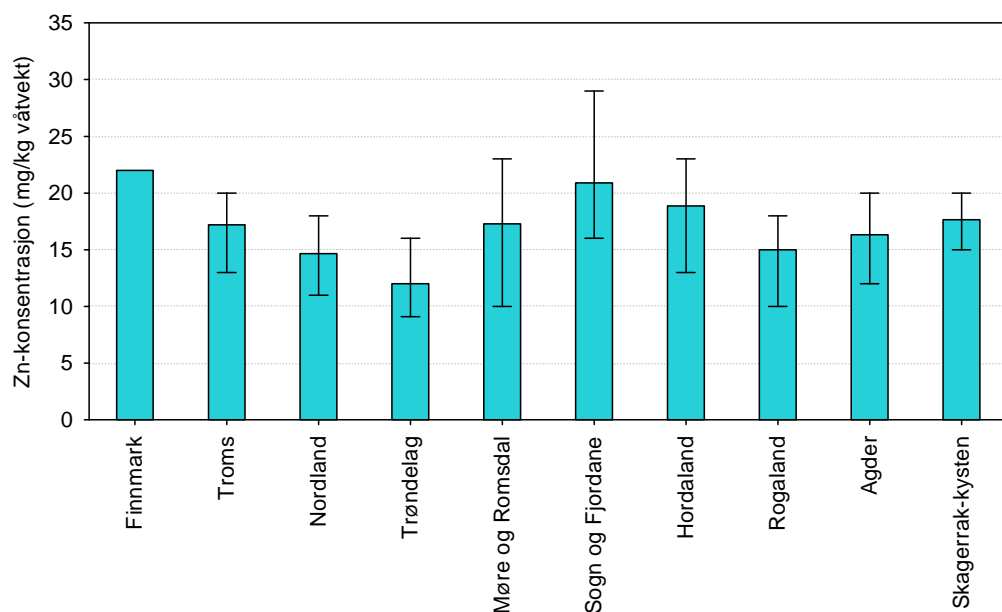
### Sink

Det gjennomsnittlige sinkinnholdet  $\pm$  standardavvik i alle prøvene høstet i 2007 var  $16,6 \pm 4,3$  mg/kg våtvekt, som er i samme måleområde som tidligere år (tabell 7). Tabell 8 viser at det ikke var noen forskjeller med hensyn til sinkkonsentrasjon i blåskjell høstet vår og høst i 2007. Gjennomsnittlig sinkkonsentrasjon (min - maks) i blåskjell høstet henholdsvis om våren og høsten 2007 var 17 (10-29) og 16 (9,1-27) mg/kg våtvekt.

Sinkkonsentrasjonen i blåskjell i 2007 varierte betydelig mellom regionene (tabell 9; figur 3). Blant regionene ble de høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av sink funnet i blåskjell fra Finnmark og Sogn og Fjordane med verdier på henholdsvis 22,0 og 21,8 mg/kg våtvekt. I Finnmark ble det imidlertid bare tatt en prøve i 2007, om våren (Store Kufjord, Alta kommune). Den laveste gjennomsnittlige sinkkonsentrasjonen (vår og høst) ble funnet i skjell fra Trøndelag med 12 mg/kg våtvekt. Også i 2006 var det betydelige variasjoner i sinkkonsentrasjonen mellom regionene, da med høyest konsentrasjon i Hordaland og Sogn og Fjordane og lavest i Trøndelag.

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av sink som ble målt i blåskjell i 2007 var 29 mg/kg våtvekt, målt i mars (Vemmelsvik, Vågsøy kommune, Sogn og Fjordane). Den høyeste verdien målt om høsten var 27 mg/kg våtvekt, også i blåskjell fra Sogn og Fjordane (Kvannskjeret, Flora kommune). Den laveste enkeltkonsentrasjonen av sink i blåskjell i 2007 var 9,1 mg/kg, målt i skjell fra Trøndelag (Askerholmen, Åfjord kommune) i august. Samme lokalitet hadde den laveste vårkonsentrasjonen, med 10 mg/kg våtvekt.

Sinkinnhold i blåskjell lavere enn 30 mg/kg frisk vekt eller 200 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Alle lokaliteter som ble inkludert i overvåkningsprogrammet for 2007 var i denne kategorien.



Figur 3. Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt i hver av regionene (gjennomsnitt av vår og høst 2007). Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.



## Sølv

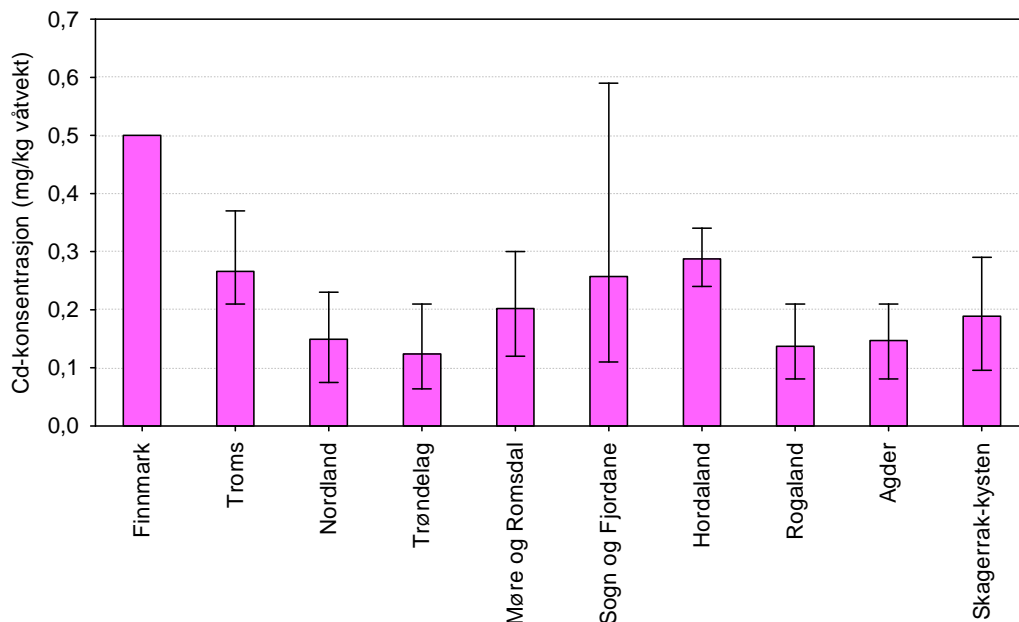
Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2007 varierte fra 0,002 til 0,041 mg/kg våtvekt (tabell 8), med et gjennomsnitt på 0,02 mg/kg og et standardavvik på 0,01 mg/kg våtvekt (tabell 7). Det var ingen forskjell i sølvkonsentrasjon mellom vår og høst. Verdiene for sølv i blåskjell er svært lave sammenlignet med østers, der konsentrasjonsområdet var fra 0,69 til 1,4 mg/kg våtvekt (tabell 16). Sølvinnholdet i østers kan være mer enn 50 ganger høyere enn det som er den naturlige konsentrasjonen i blåskjell.

I henhold til SFTs klassifisering av forurensningstilstand er lokaliteter med sølvkonsentrasjon i blåskjell under 0,05 mg/kg våtvekt ubetydelig eller lite forurenset. Alle lokalitetene som var inkludert i overvåkningsprogrammet for 2007 kom inn under denne kategorien.

## Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2007 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (tabell 8). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene inkludert i overvåkningsprogrammet for 2007 var imidlertid den høyeste "gjennom tidene" (2001-2007), med  $0,20 \pm 0,10$  mg/kg våtvekt (tabell 7). Forskjellene mellom år er imidlertid små, og den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen ble registrert i 2004 med 0,13 mg/kg våtvekt. Tabell 8 viser at det ikke var noen forskjell i gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon mellom blåskjell høstet på våren og på høsten 2007, med verdier på henholdsvis 0,19 og 0,21 mg/kg våtvekt.

Kadmiuminnholdet i blåskjell i 2007 varierte betydelig mellom regionene (tabell 9; figur 4). Den høyeste gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble funnet i blåskjell fra Finnmark (kun en prøve), med en verdi på 0,50 mg/kg våtvekt, mens Trøndelag hadde det laveste årgjennomsnittet, med 0,12 mg/kg våtvekt. Blåskjell fra Troms, Sogn og Fjordane og Hordaland hadde også relativt høye kadmiumkonsentrasjoner, mens Nordland, Trøndelag, Rogaland og Agder hadde relativt lave kadmiumkonsentrasjoner.



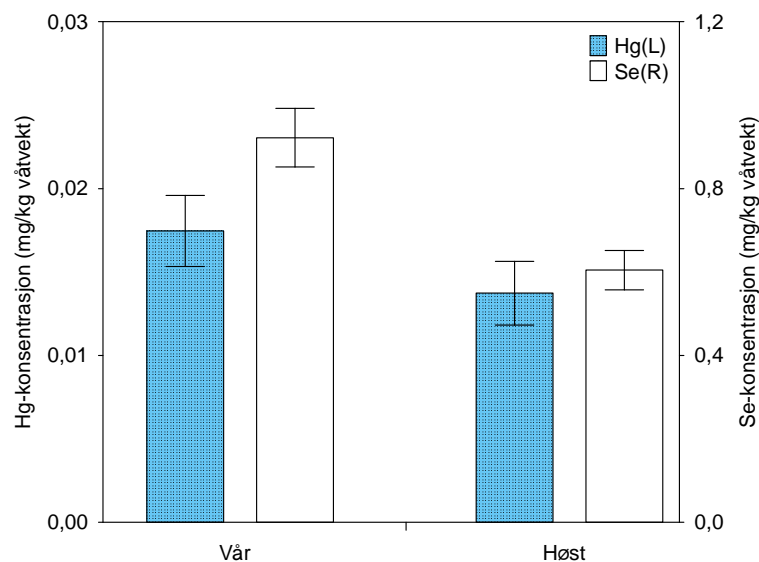
**Figur 4. Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av kadmium i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt i 2007. Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.**

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av kadmium målt i blåskjell i 2007 var 0,59 mg/kg våtvekt i skjell fra Sogn og Fjordane i april (Kongsnes, Balestrand kommune). Den samme lokaliteten hadde den høyeste høstkonsentrasjonen med 0,38 mg/kg våtvekt. Den laveste enkeltkonsentrasjonen av kadmium ble målt i en blåskjellprøve tatt i Trøndelag i februar, med 0,06 mg/kg våtvekt (Askerholmen, Åfjord kommune), mens den laveste høstkonsentrasjonen var 0,08 mg/kg våtvekt, målt i skjell fra Rogaland (Sandhamar, Vindafjord kommune) i september.

SFT klassifiserer lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell under 2 mg/kg tørrvekt eller 0,4 mg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner fra 0,4 til 1 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra denne klassifiseringen er lokalitetene Store Kufjord i Finnmark og Kongsnes i Sogn og Fjordane moderat forurenset av kadmium. Overvåkning over flere år har vist kadmiuminnhold i blåskjell som tilsvarende tilstandsklassen ”moderat forurenset” (> 0,4 mg/kg våtvekt) i områder som er relativt tynt befolket og med lite industri. Dette gjelder særlig Finnmark der gjennomsnittlig kadmiuminnhold har vært det høyeste i landet over flere år. Gjennom overvåkning av ville blåskjell har også SFT registrert konsentrasjoner av kadmium i Finnmark over grensen for ”moderat forurenset” (Sunnanå og Fossheim 2008), og de konkluderte med at man ikke kan utelukke et naturlig høyt bakgrunnsnivå i området. Kadmium kan tilføres i stor grad fra naturlige kilder, og kan blant annet være akkumulert i sedimentære bergarter og derfra vaskes ut i sjøen via elver.

#### Kvikksølv

Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt i 2007 var 0,033 mg/kg våtvekt, og med et gjennomsnitt på 0,02 mg/kg våtvekt var kvikksølvkonsentrasjonene i 2007 tilsvarende lav som alle tidligere år (tabell 7; tabell 8). Kvikksølv akkumuleres i mindre grad i blåskjell enn andre tungmetaller som bly og kadmium. Verdiene er også lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i EU og Norge på 0,5 mg/kg våtvekt. Det bør imidlertid nevnes at konsentrasjonen av kvikksølv var høyere om våren enn om høsten (figur 5) og var negativt korrelert med skjellenes matinnhold. Dette gjaldt også for selen.



**Figur 5. Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kvikksølv (Hg) og selen (Se) i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt vår og høst 2007 fra lokaliteter langs hele kysten. Gjennomsnitt ± 95% konfidensintervall er vist. (N=32 vår og N=33 høst).**

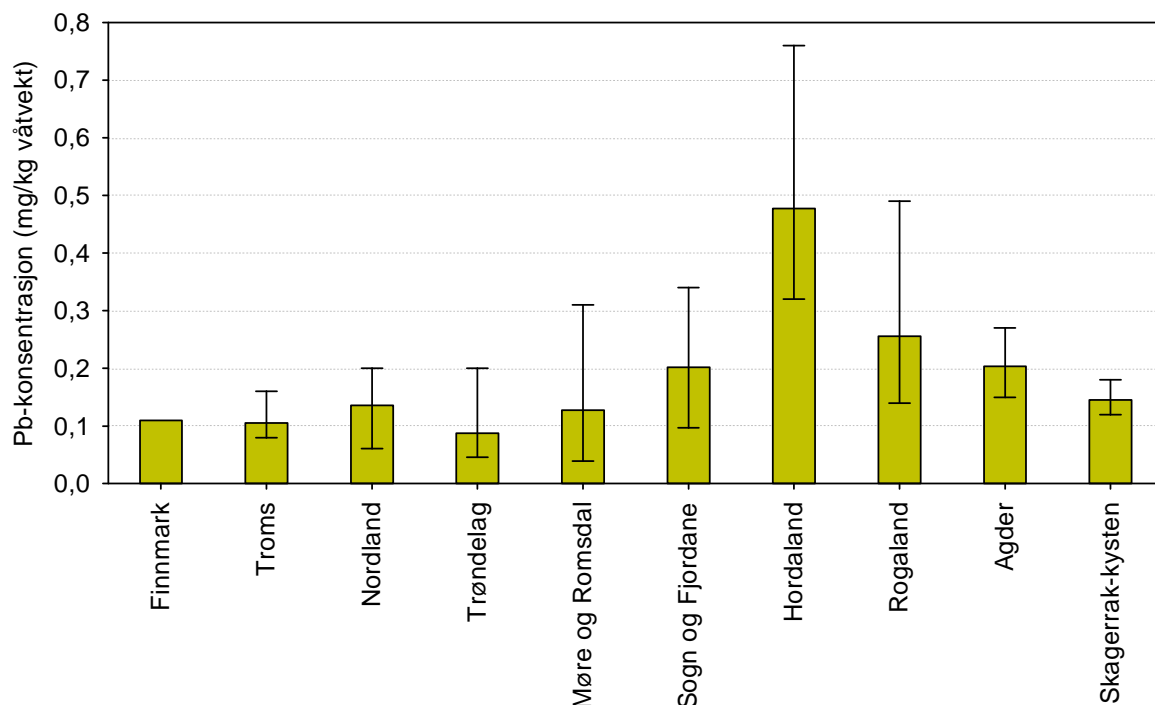
## Bly

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i alle blåskjellprøver tatt ved alle lokaliteter inkludert i overvåkningsprogrammet for 2007 viste et tilsvarende nivå som tidligere år, med  $0,19 \pm 0,14$  mg/kg våtvekt (tabell 7). Det var svak, men ikke betydelig, forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet på våren og på høsten i 2007, med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,20 og 0,17 mg/kg våtvekt.

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i blåskjell i 2007 varierte betydelig fra en region til en annen (tabell 9; figur 6). Det klart høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Hordaland med en gjennomsnittsverdi på 0,58 mg/kg våtvekt (vår) og det laveste ble funnet i Trøndelag med 0,07 mg/kg våtvekt (høst).

Den høyeste blykonsentrasjonen som ble målt i blåskjell i 2007 var 0,76 mg/kg våtvekt, målt i en prøve tatt i Hordaland (Hardangerfjorden) i april. Den høyeste høstkonsentrasjonen var 0,49 mg/kg våtvekt, målt i en prøve fra Rogaland i april (Ådnøy, Sandnes kommune). De laveste blykonsentrasjonene både vår og høst ble målt i skjell fra Møre og Romsdal. Den absolutt laveste konsentrasjonen var 0,04 mg/kg våtvekt (Fjørnestangen, Tingvoll kommune) i en prøve fra september, mens den laveste vårkonsentrasjonen av bly var 0,06 mg/kg våtvekt, målt i mars (Galtevika, Stranda kommune).

Lokaliteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 0,45 mg/kg våtvekt eller 3 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset, mens lokaliteter med fra 0,45 til 2,3 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra SFTs klassifisering var det tre ulike lokaliteter i Hardangerfjorden (Buken, Tømmervika og Kaland) og en lokalitet fra Rogaland (Ådnøy) som ut fra enkelprøver ville komme i kategorien moderat blyforurenset, mens de øvrige lokalitetene var ubetydelig til lite forurenset.



Figur 6. Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) høstet i hver av regionene vår og høst 2007. Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.

Blåskjell fra lokaliteter nær utløpet av Sjørfjorden i Hardanger (for eksempel Kaland) har flere ganger opp gjennom årene hatt konsentrasjoner av bly som tilsvarer tilstandsklassen ”moderat forurenset”. Innholdet av bly i blåskjell fra Sjørfjorden så vel som lenger ute i Hardangerfjorden var svært høyt på 1970- og 1980-tallet (opp til >100 mg/kg våtvekt; Julshamn et al. 2001; Meyer 2007). Fra da og frem til sist på 1990-tallet avtok blyinnholdet i blåskjell i dette området dramatisk, men det har holdt seg nokså stabilt siden. NIFES har fulgt dette området opp jevnlig og i en ny hovedfagsoppgave gjennomført ved NIFES ble tungmetallkonsentrasjoner i blåskjell fulgt fra innerst i Sjørfjorden og utover Hardangerfjorden. Det ble der funnet at også midt i Sjørfjorden er nå kadmiumkonsentrasjonene akseptable mens bly fremdeles er for høyt for humant konsum. Det er således klart at det er påvirkning fra Sjørfjorden som gir noe forhøyede blykonsentrasjoner i Hardangerfjorden selv om de nå er uproblematisk i forhold til humant konsum (Meyer, 2007).

### *Arsen*

Fordi arsen i sjømat forekommer både som uorganisk arsen og som ulike organiske former (mest arsenobetain), og fordi den uorganiske formen av arsen er mye giftigere enn de organiske, blir det i tilsynsprogrammet for skjell analysert for både total arsen og uorganisk arsen.

Konsentrasjonen av total arsen i blåskjell i 2007 varierte fra 1,1 til 19 mg/kg våtvekt (tabell 10). Den høyeste konsentrasjonen ble målt i en prøve tatt i Sognefjorden (Hellersgrova, Gulen kommune) i november og er blant det høyeste som er observert i sjømat. En tilsvarende høy konsentrasjon av total arsen ble imidlertid målt i blåskjell fra Sogn og Fjordane i august 1999 (Overvåkningsrapporten for 1999; Sloth og Julshamn 2008). I overvåkningsprogrammet for 2006 ble det ikke funnet så høye konsentrasjoner av arsen i blåskjell, mens det i 2005 ble observert opp til 13 mg/kg våtvekt i blåskjell fra samme region. I 2007 var det også relativt høy konsentrasjon av total arsen i blåskjell fra Hordaland (Tømmervika, Hardangerfjorden) i september og fra Møre og Romsdal (Hegreholmen, Skodje) i april, med maksverdier på henholdsvis 8,3 og 9,3 mg/kg våtvekt.

SFT klassifiserer lokaliteter med konsentrasjoner av total arsen i blåskjell på 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt som moderat forurenset, 4,5 til 15 mg/kg våtvekt som markert forurenset og over 15 mg/kg våtvekt som sterkt forurenset. I henhold til disse grensene var lokaliteten i Sognefjorden sterkt forurenset av arsen, mens de to lokalitetene i Hardangerfjorden og Møre og Romsdal var markert forurenset. Arsenkonsentrasjonene i blåskjell fra disse lokalitetene varierer imidlertid svært mye, både fra år til år og mellom prøver tatt samme år. Det er derfor sannsynlig at svingningene i arseninnhold i blåskjell skyldes naturlige forhold heller enn forurensning. Sloth og Julshamn (2008) foreslo at sporadiske forekomster av høyt arseninnhold i blåskjell kanskje kan være knyttet til oppblomstring av spesielle arter av planktonalger, siden blåskjell akkumulerer arsen via fødeopptak. Dette er imidlertid spekulasjoner, og videre kartlegging og forskning må til for å få økt kunnskap om hvorfor blåskjell fra fjorder på Vestlandet til tider kan ha så høyt innhold av arsen.

SFTs klassifiseringssystem for forurensning tar ikke hensyn til hvilke kjemiske former arsenet foreligger i, selv om dette har stor betydning for vurdering av mattryggheten.

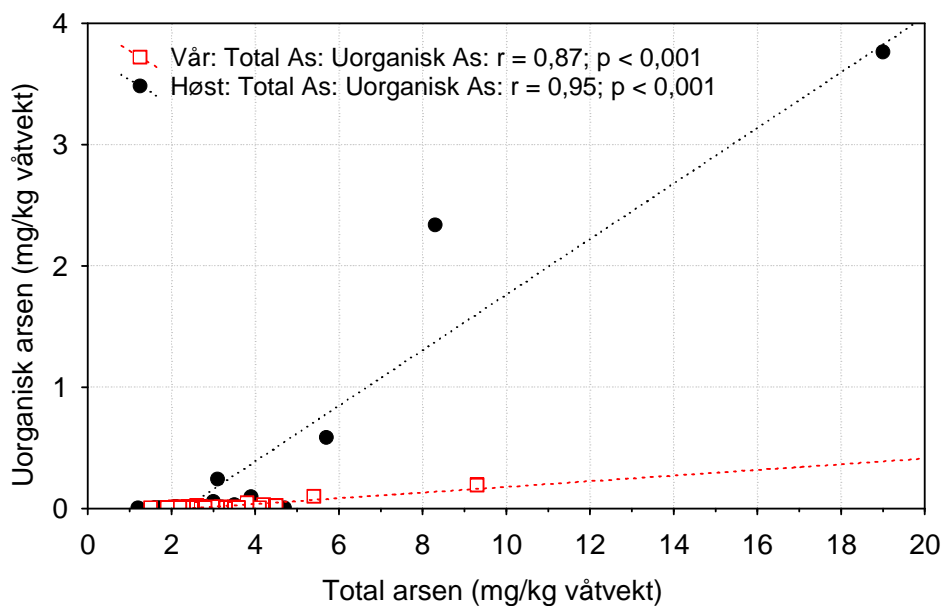
Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell i 2007 varierte fra <0,002 til 3,8 mg/kg

**Tabell 10. Konsentrasjoner av arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra ulike regioner langs norskekysten prøvetatt i 2007. Konsentrasjoner av total arsen (Total As, mg/kg våtvekt), uorganisk arsen (Uorg. As, mg/kg våtvekt) og uorganisk arsen i prosent av total As (%) er vist som gjennomsnitt ± standardavvik samt minste og største verdi. Tallene i parentes etter regionsnavnet er antall prøver analysert.**

Region (N)		Total As (mg/kg)	Uorg. As (mg/kg)	Uorg. As % av total As
Finmark (1)		3,6	0,005	0,2
Troms	Gj.snitt ± std.av.	2,6 ± 0,5	0,006 ± 0,003	0,2 ± 0,1
(5)	Min – maks	2,0 - 3,2	0,003 - 0,009	0,1 - 0,3
Nordland	Gj.snitt ± std.av.	2,5 ± 0,8	0,011 ± 0,011	0,4 ± 0,4
(9)	Min – maks	1,5 - 3,6	0,003 - 0,038	0,1 - 1,3
Trøndelag	Gj.snitt ± std.av.	2,1 ± 0,5	0,005 ± 0,004	0,2 ± 0,2
(10)	Min – maks	1,1 - 2,7	<0,002 - 0,013	0,1 - 0,6
Møre og Romsdal	Gj.snitt ± std.av.	3,8 ± 2,1	0,030 ± 0,058	0,5 ± 0,6
(10)	Min – maks	1,9 - 9,3	0,003 - 0,19	0,1 - 2,1
Sogn og Fjordane	Gj.snitt ± std.av.	4,9 ± 5,1	0,42 ± 1,17	3,8 ± 6,5
(10)	Min – maks	2,1 - 19	0,01 - 3,8	0,4 - 20
Hordaland	Gj.snitt ± std.av.	4,7 ± 1,8	0,45 ± 0,86	6,3 ± 10
(7)	Min – maks	3,0 - 8,3	0,004 - 2,3	0,1 - 28
Rogaland	Gj.snitt ± std.av.	2,3 ± 0,8		0,3 ± 0,1
(7)	Min – maks	1,2 - 3,6	<0,002 - 0,014	0,2 - 0,4
Agder	Gj.snitt ± std.av.	2,5 ± 0,5	0,014 ± 0,009	0,5 ± 0,3
(3)	Min – maks	2,0 - 2,8	0,008 - 0,021	0,3 - 0,7
Skagerrak-kysten	Gj.snitt ± std.av.	2,4 ± 0,1	0,017 ± 0,006	0,7 ± 0,3
(3)	Min – maks	2,4 - 2,5	0,012 - 0,023	0,5 - 1,0

våtvekt, og andelen uorganisk arsen i prosent av total arsen varierte fra 0,1 til 28% (tabell 10). Tatt i betraktning de høye konsentrasjonene av total arsen er dette relativt lavt sammenlignet med 2005, da det ble funnet konsentrasjoner av uorganisk arsen på opp til 5,8 mg/kg våtvekt, som utgjorde opp til 42% av arsenet (Julshamn og Måge 2006; Sloth og Julshamn 2008).

EU har ikke satt noen grenseverdi verken for total arsen eller for uorganisk arsen. FAO/WHO har imidlertid satt en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for inntak av uorganisk arsen på 15 µg/kg kroppsvekt/uke. Denne mengden uorganisk arsen skal kunne inntas hver uke gjennom hele livet uten negative konsekvenser for helsen. Regnet om til inntaket for en person som veier 60 kg blir det 900 µg eller 0,9 mg uorganisk arsen pr uke. Et ukentlig måltid blåskjell på 200 gram med et innhold av uorganisk arsen på 3,8 mg/kg (tabell 10) vil gi et inntak av uorganisk arsen på 0,76 mg, som er mindre enn det akseptable ukentlige inntaket som er foreslått av JECFA.



**Figur 7. Korrelasjon mellom total arsen (mg/kg våtvekt) og uorganisk arsen (mg/kg våtvekt) i prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*) tatt henholdsvis vår og høst 2007.**

Både vår og høst økte konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell med økende konsentrasjon av total arsen (figur 7). Dette var særlig tydelig når konsentrasjonen av total arsen oversteg 3 mg/kg våtvekt. Sloth og Julshamn (2008) viste det samme og foreslo at 3 mg/kg kan være en mulig terskelverdi for hvor mye arsen blåskjell klarer å binde som organisk arsen. Det som er spesielt i årets overvåkningsprogram er at de høyeste konsentrasjonene av uorganisk arsen kun ble funnet om høsten (figur 7). Selv når det var 9,3 mg/kg våtvekt av total arsen i blåskjell fra Møre og Romsdal om våren, hadde disse bare 0,17 mg/kg våtvekt av uorganisk arsen. Og selv om det også om våren var økende konsentrasjon av uorganisk arsen med økende konsentrasjon av total arsen, var andelen uorganisk arsen mye mindre enn om høsten (figur 7). I motsetning har tidligere års registreringer av høy andel uorganisk arsen vært gjort i blåskjell prøvetatt om våren.

#### *Tributyltinn (TBT)*

Resultatene gitt i tabell 11 viser konsentrasjoner av TBT i 31 prøver av blåskjell. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT (mg Sn/kg våtvekt). Alle prøvene ble tatt høsten 2007, og det var kvantifiserbare mengder TBT-bundet tinn i de fleste prøvene. I blåskjell varierte konsentrasjonen av TBT fra <1,0 til 7,4 µg Sn/kg våtvekt. Dette er lavere enn maksverdien fra 2006, som var på 18 µg/kg våtvekt. Den høyeste TBT-konsentrasjonen i 2007 ble målt ved Buken i Hordaland. TBT i blåskjell lavere enn 90 µg Sn/kg våtvekt eller 600 µg Sn/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset.

Dette året ble det også målt konsentrasjoner av total tinn, der veldig mange av resultatene var under kvantifiseringsgrensen (LOQ). Kun seks prøver av blåskjell viste resultater over LOQ for både total tinn (Sn) og TBT slik at det var mulig å beregne andelen Sn bundet i TBT (tabell 11). I disse blåskjellprøvene varierte andelen TBT-bundet Sn fra 14 til 67%.

**Tabell 11. Konsentrasjoner (min – maks) av tributyltinn (TBT) i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt langs norskekysten høsten 2007. TBT-konsentrasjoner er gitt som  $\mu\text{g Sn/kg}$  våtvekt. Til høyre er vist andelen TBT av total tinn (andel TBT av Sn (%)) i prøver der både Sn og TBT var over LOQ.**

Art	TBT ( $\mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt)		Andel TBT av Sn (%)	
	N	Min-maks	N	Min-maks
2007	31	< 1,0 - 7,4	6	14 - 67
2006	43	< 1,0 - 18		

## Metaller i kamskjell

Konsentrasjonene av metaller i lukkemuskel og rognsekk av kamskjell i 2007 er vist i tabell 12. Muskel og rogn fra området rundt Frøya i Sør-Trøndelag hadde lave konsentrasjoner av kvikksølv og bly, med verdier for kvikksølv mellom 0,01 og 0,02 mg/kg våtvekt, og for Pb mellom 0,02 og 0,04 mg/kg våtvekt. Muskel og rogn fra dyrkede kamskjell fra Hestholmen ved Bergen hadde noe høyere konsentrasjon av bly, 0,13 mg/kg våtvekt. Men også dette er konsentrasjoner som er godt under EUs øvre grenseverdi for skjell på 1,5 mg/kg våtvekt.

Muskel og rogn fra kamskjell prøvetatt i 2007 (alle lokaliteter) viste en kadmiumkonsentrasjon på mellom 0,13 og 0,21 mg/kg våtvekt (tabell 12). Dette er i samme konsentrasjonsområde som tilsvarende prøver tatt i perioden 2005 til 2006, mens kamskjell fra lokaliteter ved Frøya i Sør-Trøndelag i 2002 viste konsentrasjoner på 0,60-0,75 mg/kg våtvekt. De høye kadmiumverdiene fra 2002 kan blant annet skyldes at prøvene i 2002 ble frosset før analyse (mot instruksjonen), og at prøvene av gonader/muskel på den måten ble kontaminert med væske fra fordøyelseskjertelen under tining. Det er altså viktig å ikke fryse prøver av hel kamskjell før de sendes til analyse. Konsentrasjonene av kobber, sink, sølv og arsen i gonader/muskel i kamskjell høstet i 2007 var i samme konsentrasjonsområde som resultater for kamskjell fra tidligere år (tabell 12). Uorganisk arsen ble målt i to prøver av kamskjell fra våren og fire prøver fra høsten 2007, og alle verdiene var under kvantifiseringsgrensen (tabell 13).

Fordi det vanligvis er bare lukkemuskel og rognsekk (gonade) av kamskjell som blir spist, analyserer vi vanligvis bare fremmedstoffinnholdet i disse organene. Analysene av lukkemuskel og rogn av kamskjell gjennom en årrekke viser at de spiselige delene inneholder helt akseptable nivåer av uønskede metaller (tabell 12). Resultater fra 2006 publisert internasjonalt i 2008 viser imidlertid at den sorte fordøyelseskjertelen kan ha et svært høyt innhold av spesielt kadmium, med så høye kadmiumverdier at innholdet i hele skjellens bløte deler kan komme langt over grenseverdien på 1 mg/kg våtvekt (Julshamn et al. 2008). Selv om mange kun spiser muskel og gonader av kamskjell, så er det likevel eksempler på at noen spiser dem hele, og spesielt for de mindre artene, slik som harpeskjell fra Storbritannia, er det ofte tradisjoner for å spise alle delene av bløtdelen. I tillegg er det vanlig å koke saus på innmaten, noe som kan bidra til økt kadmiuminntak.

Ved salg og eksport av kamskjell har man ingen garanti for at kundene renser bort fordøyelseskjertelen. Nå har imidlertid Mattilsynet, på bakgrunn av resultatene fra Julshamn et al. (2008), innført kostholdsråd om at bare muskel og rogn av kamskjell bør spises (Mattilsynet, kostholdsråd juni 2008: <http://matportalen.no/artikler/2008/6/1212989287.37>). Det er imidlertid vanskeligere å påvirke vanene til utenlandske forbrukere, og siden verdiene i hele skjell overstiger grenseverdiene kan en fortsatt risikere problemer med eksport og uønsket høyt inntak av kadmium hos høykonsumenter.

Konsentrasjonene av TBT i fire kamskjellprøver analysert i 2007 varierte fra 0,95 til 5,3 µg Sn/kg våtvekt (tabell 13). Den høyeste verdien ble målt i dyrkede skjell fra Hestholmen i Hordaland, der andelen TBT av total tinn var 41%.

**Tabell 12. Metallkonsentrasjon (mg/kg våtvekt) i gonader/muskel av stort kamskjell (*Pecten maximus*) prøvetatt i perioden 2001-2007. De fleste prøvene er av ville skjell, når det er dyrkede skjell er det vist i merknad. "i.b." betyr "ikke bestemt".**

År	Uttakssted	Tid	Cr	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Hg	Pb
2007	Dyrøya <sup>a)</sup>	april	i.b.	1,1	24	4,8	0,03	0,16	0,02	0,04
	Dyrøya <sup>a)</sup>	sept	i.b.	0,47	16	2,9	0,02	0,15	0,01	0,02
	Kvenvær <sup>a)</sup>	april	i.b.	1,1	23	4,4	0,04	0,21	0,01	0,03
	Torsøya <sup>a)</sup>	sept	i.b.	0,48	16	2,6	0,02	0,13	0,01	0,02
	Bogøya <sup>a)</sup>	sept	i.b.	0,43	15	4,7	0,02	0,14	0,01	0,02
	Hestholmen <sup>b)</sup>	nov	i.b.	0,71	17	1,2	0,03	0,13	0,01	0,13
2006	Mausund <sup>a)</sup>		i.b.	0,51	17	2,8	0,01	0,12	0,01	0,08
2005	Bogøya <sup>a)</sup>	mars	0,10	1,03	23	4,6	0,03	0,23	0,01	0,06
	Vågøya <sup>a)</sup>	mars	0,06	0,94	23	4,2	0,04	0,17	0,01	0,04
	Vågøya <sup>a)</sup>	mars	0,04	1,01	21	4,0	0,02	0,14	0,01	0,03
	Mausund <sup>a)</sup>	høst	0,04	0,46	17	2,4	0,01	0,12	0,01	0,06
	Torsøy <sup>a)</sup>	høst	0,05	0,41	15	4,2	0,01	0,11	0,01	0,02
2004	Lyngvær, Feøya <sup>c)</sup>		0,21	0,69	19	2,7	0,02	0,35	<0,03	0,02
	Gjæsingen, Feøya <sup>c)</sup>		0,15	1,10	27	5,5	0,03	0,24	<0,03	0,05
2002	Grogna <sup>a)</sup>		< 0,7	0,85	24	2,6	0,06	0,60	0,01	0,06
	Mausund <sup>a)</sup>		< 0,7	0,77	25	2,4	0,03	0,75	0,01	0,07
2001	Feøya <sup>c)</sup>		0,13	1,25	23	2,8	0,04	0,20	0,01	0,02
	Kvæfjord i Troms		0,10	0,90	14	2,0	0,01	0,30	0,02	0,04

<sup>a)</sup> Frøya i Sør-Trøndelag

<sup>b)</sup> Fjell i Hordaland; dyrkede skjell

<sup>c)</sup> Feøya i Nord-Trøndelag

<sup>d)</sup> Dyrkede kamskjell

**Tabell 13. Konsentrasjoner av tributyltinn (TBT), total arsen (Tot. As) og uorganisk arsen (Uorg. As) i kamskjell (*Pecten maximus*) prøvetatt i 2007. TBT-konsentrasjoner er gitt som µg Sn/kg våtvekt. Andelen TBT av total tinn (Andel TBT av Sn (%)) er vist for prøver der både Sn og TBT var over LOQ.**

	TBT (µg Sn/kg våtvekt)	Andel TBT av Sn (%)	Tot. As (mg/kg våtvekt)	Uorg. As (mg/kg våtvekt)
Torsøy	1,2	-	2,9	< 0,002
Bogøy	0,95	-	4,7	< 0,002
Dyrøy	1,5	-	2,9-4,8	< 0,002
Kvenvær			4,4	< 0,002
Hestholmen	5,3	41	1,2	< 0,002



## Metaller i oskjell

Metallinnholdet målt i hele oskjell i 2007 og 2006 er gitt i tabell 14. Konsentrasjonene av kadmium og bly i hele oskjell varierte fra henholdsvis 2,0 til 5,3 mg/kg våtvekt og fra 0,87 til 2,8 mg/kg våtvekt. Nesten alle prøvene hadde altså konsentrasjoner av kadmium og bly som oversteg EUs øvre grenseverdier for skjell. Kadmiumkonsentrasjonene var dessuten noe høyere i 2007 enn i 2006. I rapporten for 2006 og i Julshamn et al. (2008) ble det vist at mer enn 90% av bly og mer enn 60% av kadmium var lokalisert til nyrene, og selv om metallkonsentrasjoner ikke ble målt på organnivå i 2007 er det grunn til å tro at dette fortsatt gjelder. I 2006 viste beregninger på konsentrasjoner av bly og kadmium i bløte deler etter at nyrene var fjernet at konsentrasjonene i alle skjellene kommer under grenseverdiene, og det ble derfor tilrådd å fjerne nyrene før tilbereding av oskjell (Julshamn et al. 2008; Mattilsynet, kostholdsrad juni 2008: <http://matportalen.no/artikler/2008/6/1212989287.37>).

Det var noe høyere blykonsentrasjon i oskjell fra Bergensområdet og Møre og Romsdal enn i oskjell fra Finnmark (tabell 14). Disse forskjellene trenger ikke å skyldes ulik grad av forurensning i disse områdene, men kan simpelthen reflektere forskjeller i skjellenes størrelse og alder. I overvåkningsrapporten for 2006 (Julshamn et al. 2007) og i Julshamn et al. (2008), der det ble målt konsentrasjoner i individuelle skjell, ble det vist at blykonsentrasjonen i oskjell øker med økende størrelse.

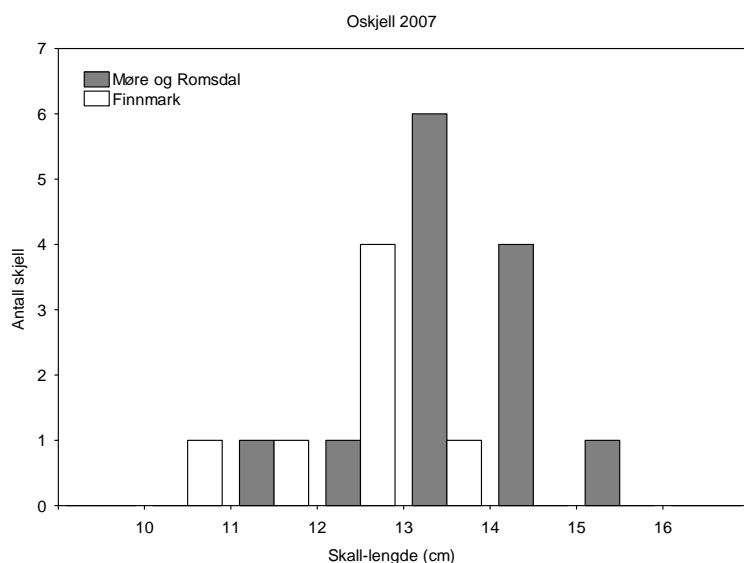
Oskjellene som ble prøvetatt i Møre og Romsdal i 2007 var klart større enn skjellene fra Finnmark (figur 8). Gjennomsnittslengde (min – maks) var 13,9 cm (11,0 – 15,1 cm) i Møre og Romsdal og 12,3 cm (10,5 - 13,6 cm) i Finnmark, og gjennomsnittlig total skjellvekt (tørrvekt) var 13,1 g i Møre og Romsdal og 8,0 g i Finnmark.

**Tabell 14. Metallinnhold (mg/kg våtvekt) i hele oskjell (*Modiolus modiolus*) høstet i 2006 og 2007. EUs øvre grenseverdi er gitt for Cd, Hg og Pb (mg/kg våtvekt).**

År	Lokalitet	Cu	Zn	As	Se	Ag	Sn	Cd	Hg	Pb
	EU-grense							1,0	0,5	1,5
2007	Møre og Romsdal	5,3	120	3,7	0,67	0,37	0,01	4,2	0,09	2,8
	Bergensområdet	7,3	220	5,2	0,68	0,53	0,05	2,0	0,06	2,8
	Finnmark	8,8	56	3,8	1,2	0,49	0,01	5,3	0,03	0,87
2006	Bergensområdet							0,34-1,5		1,4-6,6

Kadmiumkonsentrasjonen i oskjell fra Finnmark var på 5,3 mg/kg våtvekt, som var like høyt eller noe høyere enn oskjellene fra Møre og Romsdal (tabell 14). Dette kan ikke forklares med størrelse, selv om 2006-rapporten og Julshamn et al. (2008) også viste en positiv sammenheng mellom kadmiumkonsentrasjon og størrelse på oskjell. En mulig forklaring på høy kadmiumkonsentrasjon i oskjell fra Altafjorden i Finnmark kan være forholdsvis stor naturlig kadmiumtilførsel i ferskvann fra Altaelva (Sunnanå og Fossheim 2008), som i henhold til SFTs klassifiseringssystem til tider regnes som markert forurenset med hensyn på kadmium. Også blåskjell fra Finnmark hadde relativt høy konsentrasjon av kadmium sammenlignet med andre områder (tabell 9; figur 4).

Konsentrasjonene av uorganisk arsen i de tre oskjellprøvene tatt i 2007 var svært lave; fra 0,009 til 0,012 mg/kg våtvekt (tabell 15). TBT ble målt i to prøver av oskjell i 2007, og konsentrasjonene var 2,7 og 3,4 µg Sn/kg våtvekt i oskjell fra henholdsvis Bergensområdet og Møre og Romsdal (tabell 15). Andelen tinn bundet i TBT var henholdsvis 5,5 og 24%.



**Figur 8. Histogram som viser antall oskjell (*Modiolus modiolus*) i ulike lengdekategorier i prøver fra Finnmark (N=7) og fra Møre og Romsdal (N=13) i 2007.**

**Tabell 15. Konsentrasjoner av total arsen (Tot. As), uorganisk arsen (Uorg.As), tributyltinn (TBT,  $\mu\text{g}$  Sn/kg våtvekt) og andel TBT av total tinn (Andel TBT av Sn (%)) i oskjell (*Modiolus modiolus*) i 2007.**

	Tot. As (mg/kg våtvekt)	Uorg.As (mg/kg våtvekt)	TBT ( $\mu\text{g}$ Sn/kg våtvekt)	Andel TBT av Sn (%)
Møre og Romdal	3,7	0,009	3,4	24
Bergensområdet	5,2	0,012	2,7	5,5
Finnmark	3,8	0,010		

## Metaller i østers

Resultatene fra metallanalysene gjort på østers prøvetatt i 2007 er vist i tabell 16 og figur 9. Dyrkede østers fra Vågstranda, Hyllestad, Arendal og Bømlo hadde kadmiumkonsentrasjoner mellom 1,0 og 1,8 mg/kg våtvekt, som dermed oversteg EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt. Hvis vi tar hensyn til metodens måleusikkerhet på 25% (håndboken), er det bare østers fra Arendal og vårprøven fra Hyllestad som oversteg grenseverdien rent forvaltningsmessig. Lokaliteten i Vågstranda, som i 2006 hadde kadmiumkonsentrasjon i østers på over det dobbelte av grenseverdien, hadde i 2007 kadmiumkonsentrasjon over grenseverdien i kun en av fire prøver, med 1,2 mg/kg våtvekt. Det ser ellers ut til å være en interessant sammenheng mellom konsentrasjonene av kadmium og selen i østers, der de høyeste selenkonsentrasjonene sammenfaller med de høyeste kadmiumkonsentrasjonene (tabell 16).

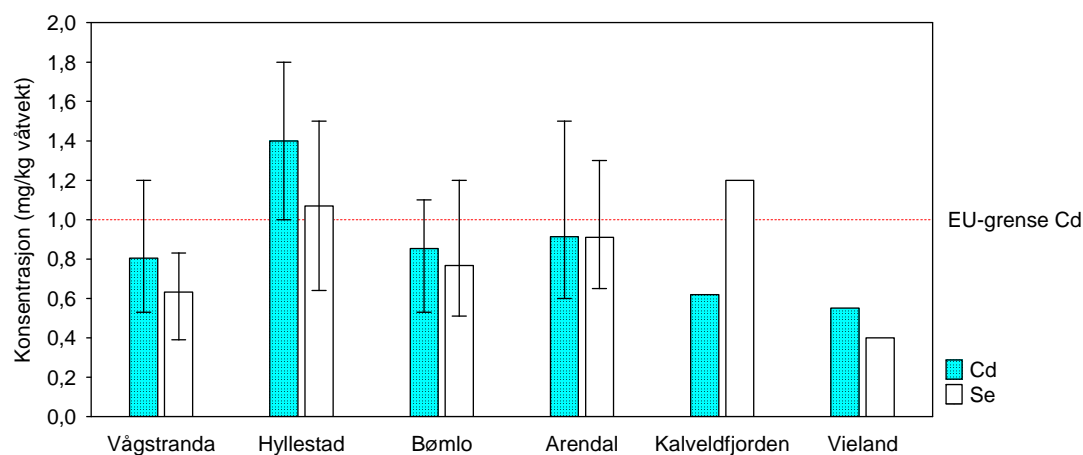
For å kunne forklare de forholdsvis høye konsentrasjonene av kadmium i østers kreves det at flere prøver av østers undersøkes for kadmium. Funnene i 2006 og 2007 peker på at problemet med kadmium i østers som overstiger EUs øvre grenseverdi er mer utbredt enn tidligere antatt. Vi er kjent med at et østersanlegg på Sørlandet også har fått innhøstningsforbud på grunn av kadmiumverdier mellom 1 og 2 mg/kg våtvekt. NIFES vil i løpet av 2009 undersøke dette nærmere utover dette programmet gjennom en masteroppgave. EUs øvre grenseverdi for kadmium i østers på 1,0 mg/kg våtvekt er strengere enn i de fleste andre land og er ikke i samsvar med CODEX, som har en generell grense på 2 mg /kg i skjell

**Tabell 16. Metallkonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) i europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*) fra ulike lokaliteter prøvetatt i 2007 og 2006.**

Lokalitet	Årstid	Cu	Zn	As	Uorg. As	Se	Ag	Cd	Hg	Pb	
2007 Vågstranda <sup>d</sup>	Vår	7,1	430	2,7	0,006	0,83	0,94	0,53	0,02	0,14	
		2,5	480	2,0	0,008	0,39	0,48	0,60	0,02	0,02	
	Høst	6,4	590	2,0	0,012	0,59	0,84	0,89	0,02	0,04	
		6,3	630	2,6	0,007	0,72	1,5	1,2	0,02	0,02	
	Hyllestad <sup>d</sup>	Vår	32	400	5,4	0,003	1,5	1,3	1,8	0,02	0,04
		Høst	28	320	3,2	0,010	0,64	0,69	1,0	0,01	0,04
Arendal <sup>d</sup>	Vår	44	1200	3,1	0,004	1,3	1,4	1,5	0,02	0,05	
Arendal <sup>v</sup>	Vår	42	900	2,4	0,008	0,78	1,4	0,64	0,03	0,11	
Arendal <sup>v</sup>	Høst	28	620	2,0	0,009	0,65	1,4	0,6	0,02	0,07	
Bømlo <sup>d</sup>	Vår	24	560	3,2	<0,002	1,2	0,81	1,1	0,01	0,04	
		10	430	2,0	0,071	0,51	0,72	0,53	0,01	0,06	
	Høst	8,9	490	2,1	0,002	0,59	1,0	0,93	0,01	0,04	
Kalvelfjorden <sup>v</sup>	Vår	29	710	3,1	0,018	1,2	1,0	0,6	0,03	0,17	
Vieland <sup>v</sup>	Høst	9,1	430	1,5	0,020	0,4	0,45	0,55	0,02	0,16	
2006	Vågstranda <sup>d</sup>	17	218	11,2	0,008	4,5	1,9	2,3	0,06	0,13	
	Tønsberg <sup>v</sup>	80	1600	5,1	0,002	2,7	2,8	1,8	0,04	0,21	
	Bømlo <sup>d</sup>	30	570	1,7	0,002	0,71	0,64	0,89	0,01	0,03	
	Arendal <sup>v</sup>	40	470	1,7	0,005	0,86	0,74	0,38	0,02	0,08	

d) Dyrkede østers

v) Ville østers



**Figur 9. Konsentrasjoner av kadmium (Cd) og selen (Se) i europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*) fra ulike lokaliteter prøvetatt i 2007 (gjennomsnitt ± største og minste verdi, mg/kg våtvekt). EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell (bivalver) er vist.**

og ingen egen grense for østers. I og med at skjell akkumulerer fremmedstoffer ulikt og spises i varierende grad mener vi at også EU burde ha gått inn for mer nyanserte grenseverdier for ulike skjellarter.

Innholdet av bly og kvikksølv var lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi for disse to metallene (tabell 16). Konsentrasjonene av de øvrige metallene var stort sett innen samme grenser i 2007 som i 2006. Det som skilte seg mest ut var relativt lave konsentrasjoner av kobber i Vågstranda i 2007 sammenlignet med alle de andre lokalitetene, og lave konsentrasjoner av selen i Vågstranda i 2007 i forhold til samme lokalitet i 2006.

Konsentrasjonen i 2006 av sink i østers fra Tønsberg på 1600 mg/kg våtvekt var det høyeste rapportert så langt i spiselig sjømat (Julshamn et al. 2007). Det vil si at sink-konsentrasjonen i 2007 på 1200 mg/kg våtvekt i østers fra Arendal også var nokså høy. Østers er velkjent for sine naturlige høye konsentrasjoner av sink, kobber og kadmium sammenlignet med blåskjell, mens forskjellen i sølv er mindre kjent (ca. 50 ganger høyere enn i blåskjell). Høye sølvkonsentrasjoner i østers er rapportert også i tidligere årsrapporter.

Konsentrasjonene av uorganisk arsen i østers i 2007 var lave, med verdier fra <0,002 til 0,071 mg/kg våtvekt (tabell 16). Konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) målt i en prøve av dyrkede østers fra Vågstranda i Møre og Romsdal tatt høsten 2007, var under kvantifiseringsgrensen på 1 µg Sn/kg våtvekt.

## Metaller i taskekrabbe

Konsentrasjoner av metaller målt i syv prøver av krabbeklør og fem prøver av krabbeinnmat (brunmat) fra Bergensområdet i 2007 er vist i tabell 17. Konsentrasjonene av kadmium i brunmat fra villfanget taskekrabbe varierte fra 0,38 til 2,5 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 1,1 mg/kg våtvekt. EU har satt en øvre grenseverdi for kadmium i krepsdyr på 0,5 mg/kg våtvekt, men denne grenseverdien gjelder ikke for brunmat av krabbe fordi brunmat av krabbe generelt inneholder konsentrasjoner av kadmium over denne grenseverdien.

Kadmiumkonsentrasjonene målt i disse prøvene stemmer godt overens med resultater fra tidligere analyser gjort ved NIFES, som er tilgjengelig på nett i Sjømatdata ([www.nifes.no](http://www.nifes.no)). Gjennomsnittskonsentrasjon av kadmium i fire prøver av krabbe prøvetatt i Bergen havn i 2007 varierte fra 1,5 til 3,0 mg/kg våtvekt i brunmat (Måge og Frantzen 2008).

Konsentrasjonen av tungmetallene bly og kvikksølv i krabbeprøvene var godt under EUs øvre

**Tabell 17. Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av metaller i villfanget taskekrabbe (*Cancer pagurus*) prøvetatt i Bergensområdet i 2007. Tabellen viser gjennomsnitt samt største og minste verdi av fem prøver av krabbeinnmat ("brunmat") og syv prøver av klør.**

Element (mg/kg)		Cu	Zn	As tot	As uorg.	Se	Ag	Cd	Hg	Pb	Sn
EUs øvre grenseverdi*								0,5	0,5	0,5	
Brunmat	snitt	14	58	19	0,041	2,7	0,72	1,1	0,049	0,041	
	(n = 5)										
	min	13	41	14	0,009	2,2	0,48	0,38	0,033	0,026	<0,01
	maks	18	65	24	0,13	3,1	1,3	2,5	0,094	0,087	
Klø	snitt	6,1	69	16	0,008	1,2	0,34	0,016	0,11	0,025	
	(n = 7)										
	min -	1,9	66	10	0,003	0,81	0,15	0,008	0,080	0,011	<0,01
	maks	11	72	22	0,023	1,5	0,67	0,023	0,17	0,088	

\*Grenseverdien omfatter ikke brunmat av krabbe

grenseverdier og befant seg også i samme område som resultater fra Sjømatdata ([www.nifes.no](http://www.nifes.no)). Kvikksølvkonsentrasjonen i klokjøtt av krabbe var imidlertid relativt høyt sammenlignet med brunmat av krabbe samt alle artene av skjell som er inkludert i overvåkingen. Konsentrasjonene av total arsen i både klokjøtt og brunmat av krabbe var høye, med gjennomsnittskonsentrasjoner (min-maks) på henholdsvis 19 (14-24) og 16 (10-22) mg/kg våtvekt (tabell 17). Praktisk talt alt arsen var imidlertid organisk bundet, da gjennomsnittlig konsentrasjon av uorganisk arsen i klør og brunmat var på henholdsvis 0,008 og 0,041 mg/kg våtvekt.

## Metaller i hjerteskjell

En prøve av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) prøvetatt i desember i Nordland ble analysert for metaller og tributyltinn (TBT), og resultatene er vist i tabell 18. Konsentrasjonene av kadmium, bly og kvikksølv var godt under EUs øvre grenseverdier for skjell.

**Tabell 18. Konsentrasjoner av ulike metaller inkludert total arsen (Tot. As), uorganisk arsen (Uorg.As) (mg/kg våtvekt) og tributyltinn (TBT, µg Sn/kg våtvekt) i en prøve av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) fra Eltoftstranda i Nordland tatt i desember 2007.**

Element	Ag	Tot. As	Uorg. As	Cd	Cu	Hg	Pb	Se	Zn	Sn	TBT
Enhet	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg Sn/kg
Kons.	0,004	2,2	0,036	0,10	0,27	0,01	0,02	0,37	9,4	<0,008	0,78

## PCB<sub>7</sub> og DDT

I overvåkningsprogrammet for 2007 ble det analysert for PCB<sub>7</sub> og DDT i til sammen 31 blåskjellprøver, fire kamskjellprøver, to oskjellprøver og en østersprøve, alle prøvene tatt om høsten. PCB<sub>7</sub> (ICES PCB<sub>7</sub>) er summen av syv ulike kongener av PCB (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). PCB<sub>7</sub> beregnes som summen av alle kongener som har konsentrasjon over kvantifiseringsgrensen (LOQ). Konsentrasjonen til kongener under kvantifiseringsgrensen (<LOQ) settes da lik null ("lower bound"). DDT og dets metabolitter inkluderer følgende: pp-DDT, op-DDT, op-DDD, pp-DDD, pp-DDE og op-DDE.

## PCB<sub>7</sub> i blåskjell

Resultatene av analysene av blåskjell for de ulike PCB-kongenerne og PCB<sub>7</sub> er vist i tabell 19. De kongenerne som har høyest konsentrasjon i blåskjell er PCB-153 og PCB-138, med opp til 0,21 og 0,20 µg/kg våtvekt i 2007. Konsentrasjonene av PCB<sub>7</sub> målt i blåskjell i 2007 tilsvarer det som ble funnet i 2005, men er lavere enn det som ble målt i 2006. PCB-konsentrasjoner i blåskjell er generelt lave og i samme størrelsesorden som hos mager fisk ([www.nifes.no/sjømatdata](http://www.nifes.no/sjømatdata)).

Den høyeste konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> som ble målt i blåskjell i 2007 var 0,64 µg/kg våtvekt (tabell 19; figur 10). Denne konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> ble målt i en blåskjellprøve fra Oldøya i Sør-Trøndelag (Bjugn kommune). To prøver fra Skagerrak-kysten (Børstadbukta, Larvik og Høkeliholmen, Hvaler) hadde henholdsvis 0,63 og 0,61 µg/kg våtvekt PCB<sub>7</sub>, slik at Skagerrak-kysten var den regionen med høyest gjennomsnittskonsentrasjon. I halvparten av alle blåskjellprøvene og i alle prøvene fra Troms og Finnmark var det ingen PCB-kongener med konsentrasjoner over LOQ.

**Tabell 19. Konsentrasjonsområde ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, minste-største verdi) av PCB-kongenerne PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 og PCB-180, samt sum PCB<sub>7</sub> i blåskjell, kamskjell, østers og oskjell prøvetatt høsten 2007. PCB<sub>7</sub> er beregnet ved "lower bound LOQ". Resultater fra tidligere år er gitt for sammenligning.**

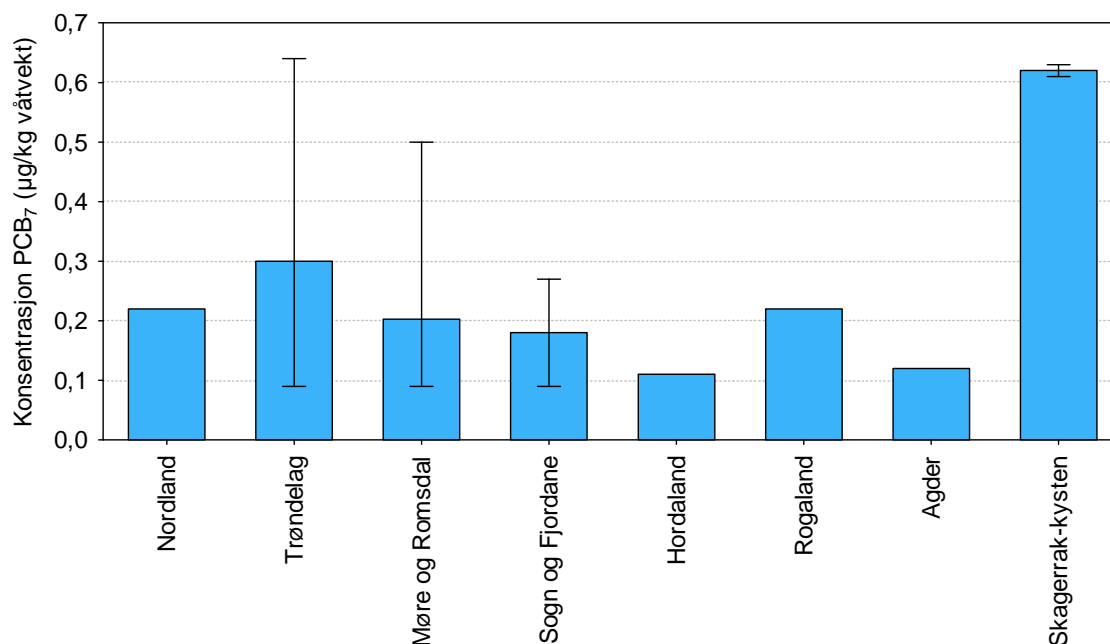
Art	År	N	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-138	PCB-153	PCB-180	Sum PCB <sub>7</sub>
Blåskjell	2007	32	<0,06	<0,09	<0,09-0,14	<0,09-0,13	<0,12-0,20	<0,09-0,21	<0,15	<LOQ* - 0,64
	2006	43	<0,06-0,63	<0,09-0,29	<0,09-0,62	<0,09-0,55	<0,12-1,7	<0,09-1,7	<0,15	<0,10-4,7
	2005	35	<0,06	<0,09	<0,09-0,20	<0,09-0,18	<0,12-0,36	<0,09-0,33	<0,15	
	2004	32	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,09 ± 0,05	0,05 ± 0,03	0,18 ± 0,11	0,20 ± 0,13	<LOQ	0,56 ± 0,34
	2003		0,02	0,05	0,13	0,10	0,17	0,17	<LOQ	0,65
Kamskjell	2007	4	<0,06	<0,09	<0,09	<0,09	<0,12	<0,09	<0,15	
	2006	1	<0,06	<0,09	<0,09	<0,09	0,12	0,09	<0,15	
	2004	2	0,01 (<0,01-0,01)	0,01 (<0,01-0,02)	0,01	0,01	0,02 (0,02-0,03)	0,10 (0,02-0,19)	<LOQ	0,16
	2003		0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	<LOQ	0,13
Oskjell	2007	2	<0,06	<0,09-0,21	<0,09-0,32	<0,09-0,30	<0,12-0,52	<0,09-0,49	<0,15	0,12-1,9
Østers	2007	1	<0,06	<0,09	0,22	<0,09	0,33	0,48	<0,15	1,0
Hjerteskjell	2007	1	<0,06	<0,09	<0,09	<0,09	<0,12	<0,09	<0,15	
Kongesnegl	2006		<0,06	<0,09	<0,09	<0,09	<0,12	0,15	<0,15	

\* Ingen av kongenerne med konsentrasjoner  $\geq$  LOQ

Lokaliteter der blåskjell har PCB<sub>7</sub>-konsentrasjon lavere enn  $4 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt klassifiseres av SFT som ubetydelig til lite forurenset. I henhold til SFTs klassifisering er altså alle lokaliteter som er undersøkt for PCB<sub>7</sub> i blåskjell i 2007 ubetydelig eller lite forurenset av ikke-dioksinlignende PCB.

## DDT i blåskjell

Konsentrasjonene av de ulike metabolittene av DDT var under kvantifiseringsgrensene i de fleste blåskjellprøvene (tabell 20). Unntaket er pp-DDE og pp-DDT, der de høyeste konsentrasjonene i blåskjell var henholdsvis 2,4 og  $1,6 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, begge målt i en prøve tatt ved Kaland i Hardangerfjorden i august. Her var sum DDT  $4,4 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. I SFTs klassifisering av forurensningstilstand regnes lokaliteter med konsentrasjon av sum DDT i blåskjell mellom 2 og  $5 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt å være moderat forurenset av DDT.



Figur 10. Konsentrasjon (µg/kg våtvekt) av PCB<sub>7</sub> i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt i de ulike regionene høsten 2007. Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.

Tabell 20. Konsentrasjonsområde (µg/kg våtvekt) av DDT og dets metabolitter, samt summen av DDT og metabolittene ("lower bound" LOQ), for hver av artene blåskjell, oskjell, kamskjell og østers.

Art	N	op- DDD	op- DDE	op- DDT	pp-DDD	pp-DDE	pp-DDT	Sum DDT a)
Blåskjell	31	<0,09	<0,15	<0,18	<0,09	<0,12-2,4	<0,24-1,6	0,12-4,4
Kamskjell	4	<0,09	<0,15	<0,18	<0,09	<0,12	<0,24	
Oskjell	2	<0,09	<0,15	<0,18	<0,09	<0,12-0,22	<0,24	0,12-0,22
Østers	1	<0,09	<0,15	<0,18	<0,09	<0,12	<0,24	
Hjerteskjell	1	<0,09	<0,15	<0,18	<0,09	<0,12	<0,24	

a) Summen av de enkeltforbindelsene med konsentrasjoner  $\geq$  LOQ

### PCB<sub>7</sub> og DDT i kamskjell, oskjell, østers og hjerteskjell

De fire prøvene av kamskjell fra Frøya-området og en enkel prøve av hjerteskjell fra Nordland hadde konsentrasjoner av alle PCB-kongenere under kvantifiseringsgrensene (tabell 20). Også konsentrasjonene av DDT og dets metabolitter var under kvantifiseringsgrensene i kamskjell og hjerteskjell (tabell 20).

De to oskjellprøvene, tatt i henholdsvis Bergensområdet og Møre og Romsdal, hadde konsentrasjoner av PCB<sub>7</sub> på 1,9 og 0,12 µg/kg våtvekt. Østersprøven, tatt i Vågstrandapollen, Møre og Romsdal, hadde en konsentrasjon av PCB<sub>7</sub> på 1,0 mg/kg våtvekt.

Østersprøven hadde konsentrasjoner av DDT og dets metabolitter under kvantifiseringsgrensene, mens en av de to oskjellprøvene hadde konsentrasjon av pp-DDE på 0,22 µg/kg våtvekt (tabell 20).

## Dioksiner (PCDD/PCDF), non-orto PCB og mono-orto PCB (dl PCB)

I 2007 ble det utført analyser av dioksiner (PBDD), furaner (PBDF) og dioksinlignende PCB (non-orto PCB og mono-orto PCB; dl PCB) på 30 prøver av blåskjell, tre kamskjellprøver, en østersprøve og en oskjellprøve. Disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet, og derfor er konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til såkalte toksisitetsekvivalenter (WHO-TE) før de er summert sammen til de fire hovedgruppene PCDD, PCDF, non-orto PCB og mono-orto PCB, samt summen av alle forbindelsene (sum dioksiner og dl PCB). I denne rapporten oppgir vi resultatene for hver av de fire hovedgruppene av forbindelser, samt sum dioksiner og dl PCB (tabell 21-23). Konsentrasjonene er gitt som ”Upperbound LOQ”, det vil si at verdier under kvantifiseringsgrensen er satt lik kvantifiseringsgrensen.

### Dioksiner og dl PCB i blåskjell

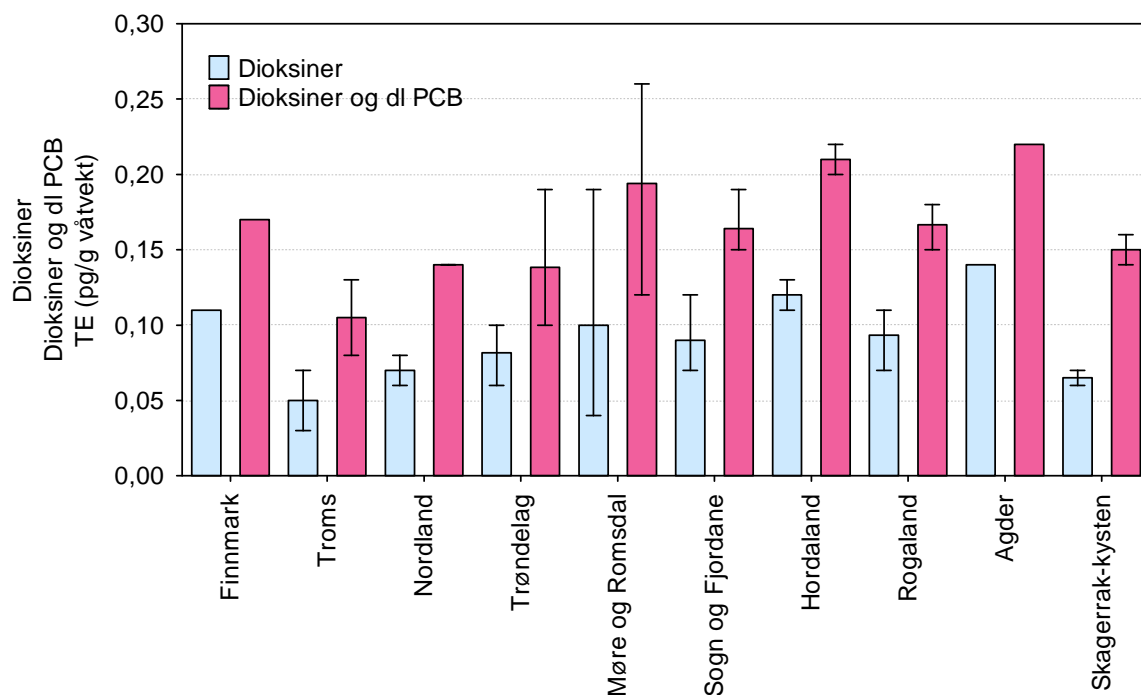
Blåskjell prøvetatt i 2007 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og dl PCB på 0,16 ng TE/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,08 til 0,26 ng TE/kg våtvekt (tabell 21). Dette er i samme område som fra 2003 til 2006, men betydelig lavere enn tilsvarende resultater som ble funnet i blåskjell fra Skagerrak-kysten i 2002 (Julshamn et al. 2003).

Figur 11 viser hvordan dioksiner (PCDD + PCDF) og sum dioksiner og dl PCB i blåskjell gitt som ng TE/kg våtvekt varierte mellom de ulike regionene langs norskekysten i 2007. Den høyeste konsentrasjonen ble funnet i en blåskjellprøve fra Møre og Romsdal (Fjørnestangen) om høsten, mens den laveste konsentrasjonen ble målt i en prøve fra Troms (Vikelandsbukta, Kvæfjord).

**Tabell 21. Konsentrasjoner av dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl PCB; non-orto og mono-orto PCB) (ng WHO-TE/kg våtvekt ”upper bound-LOQ”) i blåskjell (*Mytilus edulis*) tatt fra lokaliteter langs hele norskekysten høsten 2007. Tilsvarende verdier er også gitt for blåskjell prøvetatt fra 2003 til 2006.**

År	N		PCDD (ng TE/kg)	PCDF (ng TE/kg)	Non-orto PCB (ng TE/kg)	Mono-orto PCB (ng TE/kg)	Sum Dioksiner og dl PCB (ng TE/kg)
2007	30	Gj.snitt	0,06	0,03	0,06	0,02	0,16
		Min-maks	0,02-0,16	0,01-0,08	0,03-0,14	0,01-0,03	0,08-0,26
2006	43	Gj.snitt	0,06	0,03	0,07	0,01	0,17
		Min-maks	0,01-0,15	0,01-0,09	0,01-0,11	0,01-0,08	0,08-0,34
2005	30	Gj.snitt	0,07	0,04	0,08	0,01	0,20
		Min-maks	0,02-0,19	0,01-0,11	0,01-0,15	0,01-0,04	0,05-0,49
2004	33	Gj.snitt	0,03	0,05	0,09	0,02	0,17
		Min-maks	0,01-0,10	0,02-0,10	0,04-0,16	0,01-0,04	0,06-0,32
2003	16	Gj.snitt	0,02	0,05	0,08	0,03	0,15
		Min-maks	0,01-0,04	0,01-0,11	0,01-0,15	0,01-0,05	0,04-0,35





**Figur 11. Variasjon mellom regioner i konsentrasjon av summen av dioksiner og furaner (Dioksiner) samt summen av dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB (Dioksiner og dl PCB), gitt som ng TE/kg våtvekt ("Upperbound LOQ") i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt for overvåkningsprogrammet høsten 2007. Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.**

Av de fire hovedgruppene var det PCDD og non-orto PCB som bidro mest til sum dioksiner og dl PCB, dernest PCDF og mono-orto PCB (tabell 21). Dette er forskjellig fra det en kjenner fra andre sjømatprodukter, fisk og marine pattedyr.

De analyserte prøvene hadde et lavt innhold av dioksiner i forhold til EUs øvre grenseverdi for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i sjømat på 8,0 ng TE/kg våtvekt. SFT klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon i blåskjell av sum PCDD og PCDF under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, og samtlige prøver av blåskjell kom under denne grensen (figur 11).

### Dioksiner og dl PCB i kamskjell, oskjell og østers

Tabell 22 viser konsentrasjonene av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB, mono-orto PCB (ng TE/kg våtvekt) og sum dioksiner og dl PCB (ng TE/kg våtvekt) i kamskjell fra 2007. Som i tidligere år var innholdet av sum dioksiner og dl PCB fra 0,04 til 0,05 ng TE/kg våtvekt, noe som er blant de laveste konsentrasjonene som er målt i sjømat. Dette skyldes trolig at det kun er muskel og gonade av kamskjell som blir analysert, og lite dioksiner og dl PCB akkumuleres her. En prøve av oskjell og en prøve av østers, hvor hele innmaten ble analysert, hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dl PCB på henholdsvis 0,20 og 0,32 ng TE/kg våtvekt (tabell 23).

**Tabell 22. Konsentrasjoner av dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl PCB, non-orto og mono-orto PCB) (ng WHO-TE/kg våtvekt "upper bound-LOQ") i prøver av kamskjell (*Pecten maximus*) (muskel og gonader) tatt fra området rundt Frøya i Sør Trøndelag i 2005, 2006 og 2007.**

År		PCDD	PCDF	Non-orto PCB	Mono-orto PCB	Sum Dioksiner og dl PCB
2007	Snitt	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05
(n=3)	Min-maks	0,02 - 0,03	*	*	*	0,04 - 0,05
2006		0,02	0,01	0,01	0,01	0,05
(n=1)						
2005		0,02	0,01	0,01	0,01	0,05
(n=1)						

\*Samme verdi for alle prøvene

**Tabell 23. Konsentrasjoner av dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl PCB, non-orto og mono-orto PCB) (ng WHO-TE/kg våtvekt "upper bound-LOD") i en prøve av oskjell (*Modiolus modiolus*) og en prøve av østers (*Ostrea edulis*) fra 2007.**

Prøve	PCDD	PCDF	Non-orto PCB	Mono-orto PCB	Sum Dioksiner og dl PCB
Oskjell (1)	0,08	0,06	0,05	0,01	0,20
Østers (1)	0,12	0,10	0,07	0,03	0,32

### **Polybromerte flammehemmere PBDE og sum HBCD**

I 2007 ble de bromerte flammehemmerne PBDE (polybromerte difenyletere) og sum HBCD (heksabromcyclododekan) målt i 32 prøver av blåskjell, fire kamskjellprøver, to oskjellprøver og en østersprøve.

Resultatene for hver PBDE kongener (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183), sum PBDE og sum HBCD er vist i tabell 24-26, gitt som konsentrasjonsområde. Konsentrasjonen av sum HBCD var lav, og bortsett fra en blåskjellprøve med konsentrasjon av sum HBCD på 0,34 µg/kg våtvekt var alle HBCD-resultatene under kvantifiseringsgrensen på 0,20 µg/kg våtvekt (tabell 24-26).

### **PBDE i blåskjell**

Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell varierte fra 0,014 µg/kg våtvekt til 0,19 µg/kg våtvekt, som tilsvarer resultatet for 2006 (tabell 24). Det var ingen betydelig regional variasjon i konsentrasjon av sum PBDE i blåskjell (figur 12). De høyeste konsentrasjonene av sum PBDE på 0,18 og 0,19 µg/kg våtvekt ble målt ved henholdsvis Hellersgrova, Sogn og Fjordane og Mørkeset, Møre og Romsdal.

Det var generelt PBDE-47 som var den dominerende PBDE-kongeneren i blåskjell med 23-69% av sum PBDE, etterfulgt av PBDE-99, PBDE-28 og PBDE-100 (tabell 24). Også i fiskefilet er det PBDE-47 som dominerer, men her er generelt andelen PBDE-47 høyere, med noen få unntak. To av PBDE-kongenerne som ikke er inkludert i PBDE<sub>7</sub>, PBDE-66 og PBDE-119, utgjorde også relativt mye (ikke vist).

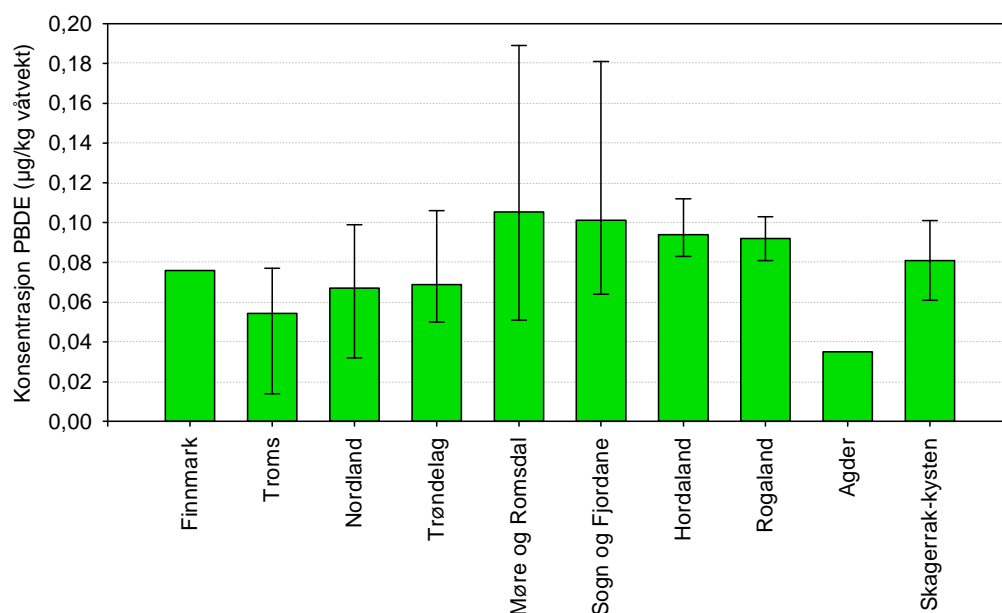
De høyeste konsentrasjonene av de forskjellige kongenerne varierte mellom lokaliteter, på samme måte som i 2006. For eksempel var PBDE-153 dominerende bare på en lokalitet,

Hellersgrova i Sogn og Fjordane, der konsentrasjonen av PBDE-153 var 0,068 µg/kg våtvekt, og dermed utgjorde 38% av sum PBDE. Ellers var PBDE-153 kun over kvantifiseringsgrensen på fem av de 32 blåskjell-lokalitetene. Tilsvarende utgjorde PBDE-154 rundt 25% av sum PBDE på en enkelt lokalitet, Kvannskjeret i Sogn og Fjordane, mens de andre lokalitetene hadde svært liten andel PBDE-154.

**Tabell 24. Konsentrasjonsområde for PBDE kongener og sum PBDE samt sum HBCD (µg/kg våtvekt) i 32 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt for overvåkningsprogrammet høsten 2007. Resultater fra 2006 er også vist.**

År	PBDE							Sum	Sum HBCD
	28	47	99	100	153	154	183	Sum <sup>a)</sup> PBDE	
2007 N=32	<0,001- 0,036	0,008- 0,079	<0,001- 0,077	<0,001- 0,029	<0,001- 0,068	<0,001- 0,019	<0,001- 0,023	0,014- 0,19	<0,20- 0,34
2006 N=43	<0,001- 0,18	0,01- 0,091	<0,001- 0,11	<0,001- 0,044	<0,001- 0,15	<0,001- 0,005	<0,001- 0,031	0,01- 0,22	<0,20- 0,26

a) Summen av de enkeltkongenerne med konsentrasjon  $\geq$  LOQ.



**Figur 12. Variasjon mellom regioner i konsentrasjon av sum PBDE (µg/kg våtvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) prøvetatt for overvåkningsprogrammet i 2007. Gjennomsnitt, største og minste verdi er vist.**

## PBDE i kamskjell

Kamskjell fra tre lokaliteter i området utenfor Frøya i Sør-Trøndelag hadde konsentrasjoner av sum PBDE fra < 0,01 til 0,005 µg/kg våtvekt, mens kamskjell fra en lokalitet i Bergensområdet hadde en konsentrasjon på 0,099 µg/kg våtvekt (tabell 25). Dette var en god del lavere enn den høyeste konsentrasjonen av sum PBDE målt i 2006, på 0,31 µg/kg våtvekt. PBDE-47 og PBDE-99 utgjorde størsteparten av den totale sum PBDE i kamskjellene fra Bergen, med henholdsvis 36 og 40%. PBDE-100 utgjorde 10%.

**Tabell 25. Konsentrasjonsområde for PBDE kongenerer og sum PBDE samt sum HBCD ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) i fire prøver av kamskjell (*Pecten maximus*) prøvetatt for overvåkningsprogrammet høsten 2007, samt to prøver av kamskjell fra 2005.**

År	PBDE-28	PBDE-47	PBDE-99	PBDE-100	PBDE-153	PBDE-154	PBDE-183	Sum PBDE <sup>a)</sup>	Sum HBCD
2007 N=4	<0,001- 0,003	0,002- 0,036	<0,001- 0,04	<0,001- 0,01	<0,001- 0,004	<0,001- 0,005	<0,001	0,002- 0,099	<0,2
2005 N=2	<0,001- 0,073	0,014- 0,068	<0,001- 0,056	<0,001- 0,068	<0,001- 0,014	0,012- 0,130	<0,001	0,069 - 0,31	<0,20 - 0,32

a) Sum av enkeltkongenerer med konsentrasjon  $\geq$  LOQ.

### PBDE i oskjell, østers og hjerteskjell

Også for oskjell var det forskjell mellom de to lokalitetene i konsentrasjon av PBDE (tabell 26). Mens oskjell fra Aursnesholmane i Møre og Romsdal hadde en konsentrasjon av sum PBDE på 0,17  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, hadde oskjell fra Bergensområdet 0,49  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. PBDE-47 og PBDE-99 var de dominerende PBDE-kongenerne for oskjell, tilsvarende som for blåskjell og kamskjell, men ved Aursnesholmane utgjorde også PBDE-28 en betydelig andel.

Kun en østersprøve ble analysert for bromerte flammehemmere i 2007, og i denne var det generelt svært lave nivåer av de ulike PBDE kongenerne med en konsentrasjon av sum PBDE på 0,033  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt (tabell 26). Det samme gjelder hjerteskjell, der sum PBDE var 0,027  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt.

**Tabell 26. Konsentrasjon av PBDE kongenerer og sum PBDE samt sum HBCD ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) i to prøver av oskjell (*Modiolus modiolus*), en prøve av østers (*Ostrea edulis*) og en prøve av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) prøvetatt for overvåkningsprogrammet i 2007. \*For oskjell er lok. 1 Aursnesholmane i Møre og Romsdal og lok. 2 er i Bergensområdet.**

Art	Lok *	PBDE-28	PBDE-47	PBDE-99	PBDE-100	PBDE-153	PBDE-154	PBDE-183	Sum PBDE <sup>a)</sup>	Sum HBCD
Oskjell	1	0,062	0,053	0,032	0,015	<0,001	0,011	<0,001-	0,17	<0,20
	2	0,028	0,195	0,156	0,051	0,025	0,028	0,009	0,49	<0,20
Østers		0,014	0,01	<0,001	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	0,033	<0,20
Hjerteskjell		0,012	0,007	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,027	<0,20

a. Sum av enkeltkongenerer med konsentrasjon  $\geq$  LOQ

### Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

I stoffgruppen PAH er det flere mutagene forbindelser, slik som benzo(a)pyren, BaP. BaP kan brukes som indikatorsubstans for mulig helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk er det ikke mulig å identifisere noen terskelverdi, det vil si at enhver dose kan medføre risiko for helseskade. Det er et førende prinsipp innen risikovurdering at inntaket av slike stoffer bør være så lavt som mulig, men grenseverdier er fastsatt for å kunne gi trygghet for konsumentene. EU har fastsatt en grenseverdi for BaP på 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt i skjell.

Konsentrasjonene av de forskjellige PAH-forbindelsene målt i de ulike skjellartene i 2007 er gitt i tabell 27. Tabellen viser at konsentrasjonene av BaP var under kvantifiseringsgrensen på

0,5 µg/kg våtvekt i alle prøvene bortsett fra to. En lokalitet (Kvithyll) i Fosen i Sør-Trøndelag hadde BaP-konsentrasjon i blåskjell på 1,3 µg/kg våtvekt, og en lokalitet (Hestholmen) i Hordaland hadde BaP-konsentrasjon i kamskjell på 0,7 µg/kg våtvekt. Begge disse verdiene var langt under EUs grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt.

SFT klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av BaP i blåskjell under 1 µg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med konsentrasjoner fra 1 til 3 µg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Lokaliteten Kvithyll i Fosen kommer dermed innunder kategorien moderat forurenset av BaP.

De høyeste konsentrasjonene av PAH-forbindelser målt i 2007 var mer enn ti ganger så høye som de høyeste konsentrasjonene som ble målt i 2006 (tabell 27). To av lokalitetene, Kvithyll i Sør-Trøndelag og Huken i Nord-Trøndelag, hadde konsentrasjon av sum PAH (sum av alle positivt identifiserte PAH) over 200 µg/kg våtvekt (tabell 27), noe som av SFT klassifiseres som markert forurenset (Molvær et al. 1997). Av PAH-forbindelsene var det fenantren, fluoren, antracen, pyren og fluoranten som dominerte, selv om mengdeforholdet mellom de ulike forbindelsene varierte mellom de to lokalitetene. Den største konsentrasjonen av en enkelt PAH-forbindelse var 160 µg/kg våtvekt fenantren målt i blåskjell fra Huken (tabell 28).

Konsentrasjonene av de ulike PAH-forbindelsene i kamskjell, oskjell, østers og hjerteskjell er også vist i tabell 27. Verdiene var generelt lave.

**Tabell 27. Konsentrasjonsområde (µg/kg våtvekt) av ulike PAH-forbindelser samt summen av dem i prøver av blåskjell, kamskjell, oskjell, østers og hjerteskjell høstet langs norskekysten høsten 2007. For blåskjell er resultat også for 2006 vist.**

Forbindelse	Blåskjell		Kamskjell	Oskjell	Østers	Hjerte- skjell
	2007	2006	2007	2007	2007	2007
	N 31	43	4	1	1	1
Fluoren	<0,5-61	<0,5 – 5,5	<0,5-0,9	5,2	<0,5	<0,5
Fenantren	<0,5-160	<0,5 – 10	<0,5-11	5,7	<0,5	<0,5
Antracen	<0,5-28	<0,5 – 2,5	<0,5	1	<0,5	<0,5
Fluoranten	<0,5-56	<0,5 – 6,4	<0,5-2,3	2,7	<0,5	0,8
Pyren	<0,5-38	<0,5 – 3,4	<0,5-1,1	6,1	<0,5	<0,5
Benzo(a)antracen	<0,5-7,2	<0,5 – 0,7	<0,5-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Krysen/Trifenylene	<0,5-9,6	<0,5 – 1,4	<0,5-2,1	0,9	<0,5	0,7
Benzo(b)fluoranten	<0,5-3,4	<0,5 – 0,8	<0,5-1,3	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(k)fluoranten	<0,5-1,3	<0,5 – 0,7	<0,5-0,6	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(a)pyren	<0,5-1,3	<0,5	<0,5-0,7	<0,5	<0,5	<0,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,5	<0,5 – 0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dibenzo(a,h)antracen	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Benzo(g,h,i)perylene	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sum alle PAH ≥LOQ	<0,5-268		<0,5-11,4	21,6	<0,5	1,5

**Tabell 28. Konsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) av PAH i blåskjell (*Mytilus edulis*) ved de to mest PAH-forurensede blåskjell-lokalitetene. Bare de forbindelsene som hadde konsentrasjoner  $>\text{LOQ}$  ved minst en av lokalitetene er vist.**

Lokalitetsnavn	Huken	Kvithyll
Region	Nord-Trøndelag	Sør-Trøndelag
Fenantren	160	56
Fluoren	61	20
Antracen	28	13
Pyren	9,8	38
Fluoranten	7,8	56
Krysen/Trifenylen	0,9	9,6
Benzo(a)antracen	<0,5	7,2
Benzo(a)pyren	<0,5	1,3
Benzo(b)fluoranten	<0,5	3,4
Benzo(k)fluoranten	<0,5	1,3
Sum PAH	268	206

## Oppsummering med sammenligning av arter

Etter mange år med skjellovervåkning finnes det etter hvert mye data på fremmedstoffinnholdet i skjell. Dette gjelder særlig blåskjell, som er den skjellarten som det finnes flest dyrkingsanlegg for og som derfor har hatt den mest utstrakte overvåkingen over hele landet. For blåskjell er det etter hvert mulig å se et geografisk mønster i belastningen av fremmedstoffer. Vi har imidlertid også noe data for oskjell, kamskjell og østers som gjør det mulig å trekke noen sammenligninger mellom disse artene. I tillegg har det blitt gjort noen få analyser på krabbe og kongesnegl.

Av fremmedstoffene som er inkludert i overvåkningsprogrammet er det særlig metallene som akkumuleres i skjell. Tabell 29 oppsummerer gjennomsnittsinholdet i 2007 av arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i blåskjell, kamskjell, oskjell, østers, hjerteskjell og krabbe.

Siden 2001 har nivåene av kadmium og bly i blåskjell fra overvåkningsprogrammet aldri oversteget EUs øvre grenseverdier for skjell på henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. De høyeste konsentrasjonene av kadmium og bly finner vi i oskjell, der disse tungmetallene ofte overstiger grenseverdiene. I 2007 hadde de tre prøvene av oskjell kadmiumkonsentrasjoner på henholdsvis 2,0, 4,2 og 5,3 mg/kg våtvekt og blykonsentrasjoner på henholdsvis 2,8, 0,87 og 2,8 mg/kg våtvekt. Når det gjelder kadmium kommer østers på andreplass, og fire av 14 østersprøver analysert i 2007 hadde kadmiumkonsentrasjoner over grenseverdien. Konsentrasjonene av kadmium i østers målt i 2007 varierte fra 0,53 til 1,8 mg/kg våtvekt. Blåskjell hadde imidlertid høyere innhold av bly enn østers.

Kvikksølv fantes bare i veldig lave konsentrasjoner, og skilte seg ut ved at de høyeste konsentrasjonene fantes i klokjøtt av krabbe, der det var svært lavt innhold av alle andre metaller. Konsentrasjonen av kvikksølv i klokjøtt av krabbe var imidlertid godt under grenseverdien for kvikksølv i krepsdyr på 0,5 mg/kg våtvekt, da den varierte fra 0,08 til 0,17 mg/kg våtvekt. Brunmat av krabbe hadde de høyeste konsentrasjonene av total arsen (organisk bundet) og selen.

Østers hadde de høyeste konsentrasjonene av sølv, kobber og sink, og for sølv og kobber var det brunmat av krabbe som hadde de nest høyeste konsentrasjonene, fulgt av oskjell og krabbeklokjøtt. For sink var det oskjell som hadde de nest høyeste konsentrasjonene.

Noe av forklaringen på at oskjell akkumulerer mer metaller enn blåskjell kan være at oskjell er større og eldre enn blåskjell når de høstes, slik at de har akkumulert metaller over lengre tid. Også kamskjell er gamle og store når de høstes, men prøvene vi har analysert har generelt hatt svært lave konsentrasjoner av metaller. Dette skyldes at det hos kamskjell kun er muskel og rogn som analyseres siden det er de vi spiser mest av i Norge, mens det hos de øvrige skjellartene er hel innmat som analyseres. Etter tidligere analyser av ulike organer har det blitt vist at det er fordøyelseskjertel og nyrer som akkumulerer mest kadmium og bly. Fjerner man nyrene hos oskjell kommer man også der godt under grenseverdiene for både kadmium og bly. På bakgrunn av dette har Mattilsynet kommet med et nytt kostholdsråd for kamskjell og oskjell (<http://matportalen.no/artikler/2008/6/1212989287.37>), der folk rådes til å spise kun muskel og rogn av kamskjell og å fjerne nyren før man spiser oskjell. Selv om kadmiumkonsentrasjonene målt i oskjell i 2007 er høyere enn de som ga grunnlag for kostholdsrådet, er det grunn til å anta at dette gjelder fortsatt. For å bekrefte dette bør man i fremtidig overvåkning analysere på oskjell der nyren har blitt fjernet.

Det er trolig en større utfordring knyttet til forhøyede kadmiumnivåer i østers, hvor det er lange tradisjoner for å spise hele innmaten. Norske østersdyrkere har hatt problemer med høsteforbud på grunn av kadmiumkonsentrasjoner i østers som såvidt overstiger EUs øvre grenseverdi. Flatøsters ser ut til å være særlig sensitiv for forhøyede nivåer av kadmium i

vannet, og siden dette er eksklusiv mat som de færreste spiser ofte, kunne det ha vært vurdert å innføre egne grenseverdier for østers. Analyser av selen i 2006 og 2007 avslører en mulig positiv sammenheng mellom konsentrasjonen av kadmium og konsentrasjonen av selen i østers. Det vil ved fortsatt overvåking være svært interessant å se nærmere på denne sammenhengen, for å undersøke om selen kan ha en rolle i avgiftning av kadmium hos østers.

Arsen er et stoff som det finnes relativt høye nivåer av i fisk og sjømat, da bundet opp i lite giftige organiske forbindelser, i hovedsak arsenobetain. Det er i uorganisk form at arsen er giftigst, og i blåskjell fra Vestlandsfjorder har det periodevis vært registrert uvanlig høye konsentrasjoner av denne formen. I 2007 ble det i noen få prøver registrert svært høye konsentrasjoner av total arsen og relativt høye konsentrasjoner av uorganisk arsen. Uorganisk arsen utgjorde en lavere andel av total arsen i 2007 enn det som ble registrert i 2005, da også mange flere av prøvene inneholdt høye konsentrasjoner av både total arsen og uorganisk arsen. I motsetning ble det i 2006 aldri registrert slike høye konsentrasjoner av arsen. I 2007 var det spesielt fordi de høye nivåene av uorganisk arsen kun forekom om høsten, selv om det var nokså høyt nivå av total arsen også om våren. Det finnes liten kunnskap om hva som fører til slike periodiske høye konsentrasjoner ("oppblomstringer") av arsen i blåskjell, og videre overvåking og forskning er nødvendig for å øke kunnskapsgrunnlaget på dette området. Av de andre artene inkludert i overvåkingen for 2007 var det bare krabbe som hadde høyt nivå av total arsen, men her var så godt som 100% av arsenet organisk bundet.

Overvåkningsresultater fra 2007 bekrefter tidligere overvåking som viser at innholdet av de organiske miljøgiftene; dioksiner, PCB og bromerte flammehemmere er generelt lave i skjell. Alle lokaliteter der det ble analysert for innhold av organiske fremmedstoffer i blåskjell i år er ubetydelig til lite forurenset ut fra SFTs klassifisering. Det finnes lite data for de andre artene (tre kamskjellprøver, en oskjellprøve og en østersprøve), men det ser ut til at innholdet av organiske miljøgifter generelt er lavere i muskel og rogn av kamskjell enn i hel innmat av blåskjell, oskjell og østers.

Et par lokaliteter kunne klassifiseres som markert forurenset av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) ut fra SFTs klassifiseringsgrense for sum PAH i blåskjell. Konsentrasjonen av benzo(a)pyren, som er kreftfremkallende og regnes som den farligste av PAHene, var imidlertid lav (opp til 1,3 µg/kg) og oversteg aldri EUs øvre grenseverdi på 10 µg/kg.

**Tabell 29. Gjennomsnittskonsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av arsen, kadmium, kvikksølv, bly og selen i de ulike artene prøvetatt for tilsynsprogrammet for skjell i 2007.**

Art	N	As	Cd	Hg	Pb	Se
Blåskjell (hel innmat)	66	3,2	0,20	0,02	0,19	0,77
Stort kamskjell (muskel + rogn)	6	3,4	0,15	0,01	0,04	0,48
Oskjell (hel innmat)	3	4,2	3,8	0,06	2,2	0,85
Flatøsters (hel innmat)	14	2,7	0,89	0,02	0,07	0,81
Hjerteskjell (hel innmat)	1	2,2	0,10	0,01	0,02	0,37
Taskerabbe (innmat)	5	19	1,1	0,05	0,04	2,7
Taskekrabbe (klokjøtt)	7	16	0,02	0,11	0,03	1,2



## Konklusjoner

Resultatene fra skjellovervåkingen i 2007 viser at blåskjellene gjennomgående ikke har nivåer over EUs øvre grenseverdier av de miljøgiftene eller mikroorganismene som ble analysert i programmet.

*Salmonella* ble påvist i en prøve av oskjell.

Av i alt 334 prøver undersøkt for *E. coli* hadde 289 prøver konsentrasjoner under grensen for klassifisering til A-område. 43 prøver hadde konsentrasjoner av *E. coli* som svarer til B-område og to prøver hadde konsentrasjoner som svarer til C-område.

Enterokokker ble påvist i fire av de 334 undersøkte prøvene.

### Blåskjell

Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell var over 0,3 mg/kg våtvekt i tre prøver tatt høsten 2007.

To av blåskjell-lokalitetene (en i Sogn og Fjordane og en i Finnmark) hadde kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell på mer enn 0,3 mg/kg våtvekt, og fire lokaliteter (tre i Hardangerfjorden og en i Rogaland) hadde blykonsentrasjoner over 0,45 mg/kg våtvekt.

Blåskjell hadde forholdsvis lave konsentrasjoner av PCB<sub>7</sub>, dioksiner/furaner, dioksinlignende PCBer og bromerte flammehemmere. Konsentrasjonen av PAH ble inkludert også dette året og ingen prøver hadde konsentrasjoner av benzo(a)pyren over grenseverdien. To lokaliteter hadde likevel sum PAH over 200 µg/kg våtvekt (markert forurenset).

### Kamskjell

Muskel og rogn av kamskjell hadde generelt lave konsentrasjoner av alle de analyserte fremmedstoffene.

### Oskjell

Tre av tre prøver av oskjell hadde konsentrasjoner av kadmium over EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt, og to av de tre prøvene hadde konsentrasjoner av bly over grenseverdien på 1,5 mg/kg våtvekt.

### Østers

Kadmiuminnholdet i østers fra tre av åtte ulike lokaliteter oversteg EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt.

### Hjerteskjell

Prøven av hjerteskjell hadde lave konsentrasjoner av alle de analyserte fremmedstoffene.

### Krabbe

Brunmat av krabbe hadde konsentrasjoner av kadmium over EUs grenseverdi for krepsdyr, men er unntatt for denne grenseverdien. Konsentrasjonen av arsen var også høyt i brunmat av krabbe, men arsenet her var bortimot 100% organisk bundet. Klokjøtt hadde lavt innhold av alle metaller (ikke analysert for organiske fremmedstoffer).

## Anbefalinger for 2009

- Arsen i blåskjell følges opp videre, spesielt med å se på forskjellen i arsenspecier mellom prøver tatt vår og høst.
- PAH-bestemmelse, og da spesielt benzo(a)pyren, bør inkluderes også i programmet for 2009.
- Blåskjell bør brukes som referanseorganisme der det tas prøver av andre skjellarter, ved at det tas prøver av blåskjell ved samme lokalitet.
- Kadmium i østers fra kommersielle lokaliteter kartlegges nøyere og sammenholdes med data fra ville bestander på tilsvarende lokaliteter, samt med data fra blåskjell fra de samme lokalitetene.
- Mer data for metallinnholdet i kongesnegl bør prioriteres
- Nye skjell- og sneglearter bør inkluderes, som for eksempel sandskjell, urskjell, haneskjell, strandsnegl og albusnegl. Hjerteskjell bør også inkluderes videre.
- Med bakgrunn i Mattilsynets kostholdsråd for oskjell bør nyrene fjernes før prøvene analyseres
- Det bør vurderes å ta flere prøver på lokaliteten som viste seg å inneholde *Salmonella*.

## Litteraturliste

Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S. og Måge, A. (2007). Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell som høstes og omsettes kommersielt. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler og krabber). Årsrapport 2006: 40 s.

Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S., Torkildsen, L. og Maage, A. (2008). Organ distribution and food safety aspects of cadmium and lead in great scallops, *Pecten maximus* L., and horse mussels, *Modiolus modiolus* L., from Norwegian waters. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 80(4): 385-389.

Julshamn, K., Duinker, A., Hove, H., Lunestad, B. T. og Florvåg, M. (2003). Overvåkningsprogram for skjell. Metaller og bakterieinnhold i skjell. Årsrapport 2002. Bergen, NIFES: 33 s.

Julshamn, K. og Måge, A. (2006). Overvåkningsprogram for skjell. Årsrapport 2005. Bergen, NIFES: 38 s.

Julshamn, K., Torpe, E. K., Bornes, C., Saethre, L. J. og Maage, A. (2001). Cadmium, lead, copper and zinc in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in the Hardangerfjord, Norway. Journal of Environmental Monitoring 3(5): 539-542.

Meyer, A. J. (2007). En reevaluering av forurensningssituasjonen i Sørfjorden og Hardangerfjorden med hensyn på innhold av bly, kadmium, kvikksølv, arsen, sink, kobber og selen i blåskjell (*Mytilus edulis*): Langtidsendringer og årstidsvariasjoner. Masteroppgave, Universitetet i Bergen, Bergen. 100 s.

Måge, A. og Frantzen, S. (2008). Kostholdsrådsundersøkelse, Bergen Byfjord 2007. Bergen, NIFES: 37 s.

Sloth, J. J. og Julshamn, K. (2008). Survey of total and inorganic arsenic content in blue mussels (*Mytilus edulis* L.) from Norwegian fiords: Revelation of unusual high levels of inorganic arsenic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(4): 1269-1273.

Sunnanå, K. og Fossheim, M. (red.) (2008). Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkingsgruppen 2008. *Fisken og Havet*: 99 s.