



Årsrapport 2008

Mattilsynet

Tilsynsprogrammet for skjell 2008

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

Sylvia Frantzen, Bjørn Tore Lunestad, Arne Duinker,
Amund Måge, Kåre Julshamm

23. oktober 2009

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

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 "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 2008 blitt gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *E. coli*, enterokokker og *Salmonella*, samt kjemiske analyser av fremmedstoffer (metaller, DDT, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH) i skjell, snegler og krabbe. 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 2008 for mikroorganismer og fremmedstoffer i skjell (kamskjell, oskjell, østers, blåskjell og hjerteskjell), samt strandsnegl. Nytt i årets rapport er at tabeller, figurer og tabell- og figurtekster er på engelsk, og sammendraget er gitt både på norsk og på engelsk.

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2008 var Elin Kronstad. Prøvemottak ved Elin Kronstad, Anne Margrethe Aase, Manfred Torsvik, Vidar Fauskanger og Kari Pettersen sto for prøveregistrering, måling og veing av skjell, prøveopparbeiding og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Karstein Heggstad, Tadesse T. Negash, Jannicke A. Berntsen, John Nielsen, Pablo Cortez, Kari Breistein Sele, Lina Vågenes, Kjersti Pisani og Elilta Hagos har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse 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 og Anne Karin Godvik.

PAH-analyser har vært utført av Eurofins.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, 23. oktober 2009

Innhold

Sammendrag	6
Mikrobiologi.....	6
Fremmedstoffer.....	6
Summary	8
Microbiology	8
Chemical contaminants.....	8
Innledning	10
Mikrobiologi.....	10
Fremmedstoffer.....	12
Tilsynsprogrammet for skjell for 2008	13
Materiale og metoder	14
Lokaliteter og prøvetaking	14
Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer	17
Donovans metode for bestemmelse av <i>Escherichia coli</i> (NIFES metode nr. 296).....	17
Bestemmelse av enterokokker (NIFES metode nr. 116)	17
Påvisning av <i>Salmonella</i> ved MiniVidas (NIFES metode nr. 291)	18
Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer	18
Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197).....	18
Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (NIFES metode nr. 261)	19
Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS (NIFES metode nr. 286).....	20
Bestemmelse av PCB ₇ og DDT ¹ med GC-MS (NIFES metode nr. 137).....	20
Bestemmelse av dioksiner, furaner, non-orto PCB og mono-orto PCB ved HRGC-HRMS (NIFES metode nr. 228)	20
Bestemmelse av polybromerte flammehemmere PBDE og total-HBCD ved GC-MS (NIFES metode nr. 238).....	21
Bestemmelse av polybromerte flammehemmere α -, β - og γ -HBCD og TBBP-A ved LC-MS-MS	21
Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	21
Resultater og kommentarer	22
Mikroorganismer i skjell	22
Metaller	23
Metaller i blåskjell.....	23
Kobber	23
Sink.....	25
Kadmium	26
Sølv.....	29
Kvikksølv.....	29
Bly	29
Arsen.....	31
Tributyltinn (TBT).....	34
Metaller i kamskjell.....	34
Metaller i oskjell.....	36
Metaller i østers	36
Metaller i hjerteskjell og strandsnegl.....	38
PCB₇ og DDT	38
PCB ₇ i blåskjell og østers	38
DDT i blåskjell og østers	40
Dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl-PCB)	41
PCDD/PCDF og dl-PCB i blåskjell og østers.....	41
Polybromerte flammehemmere PBDE, HBCD og TBBP-A	43

PBDE i blåskjell og østers	43
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	45
PAH i blåskjell	45
PAH i kamskjell, oskjell, hjerteskjell og strandsnegl	45
<i>Konklusjoner</i>	48
Blåskjell	48
Østers	48
Kamskjell	48
Oskjell	48
Hjerteskjell	48
Strandsnegl	49
<i>Anbefalinger for 2010</i>	49
<i>Litteraturliste</i>	49

Sammendrag

Mikrobiologi

Til tilsynsprogrammet for skjell, mikrobiologi, ble det i 2008 tatt ut i alt 388 prøver. Av disse var 359 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), tatt ut ved 65 lokaliteter gjennom hele året. Av de øvrige prøvene var åtte av kamskjell (*Pecten maximus*), tre av oskjell (*Modiolus modiolus*), fire av østers (*Ostrea edulis*), 13 av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og en prøve av strandsnegl (*Littorina* sp.). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, seksjon for fisk og sjømat. Ved NIFES ble alle prøvene analysert for *E. coli* og enterokokker, og 61 av prøvene ble også analysert med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EU's 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 eventuelle positive prøver.

I alt 339 (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 16000/100 g. Enterokokker i konsentrasjoner på eller over påvisningsgrensen (100/100 g) ble påvist i åtte av prøvene. Ingen av de 61 prøvene som ble analysert for *Salmonella* ble funnet positive.

Fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell for analyse av fremmedstoffer fordelte seg på 34 lokaliteter våren 2008 og 28 lokaliteter høsten 2008, til sammen 62 prøver. I tillegg ble det tatt ut i alt seks prøver av stort kamskjell, to prøver av oskjell og en prøve av hver av artene østers, hjerteskjell og strandsnegl (*Littorina* sp.). Prøvene ble tatt ut av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer og sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat.

Alle skjellprøvene ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen. Ni blåskjellprøver og en østersprøve som ble tatt ut om høsten ble i tillegg analysert for tributyltinn (TBT) samt de organiske miljøgiftene polyklorerte bifenyler (PCB₇), DDT og dets metabolitter, dioksiner og dioksinlignende PCB og polybromerte flammehemmere (PBDE, HBCD og TBBP-A). 40 prøver tatt ut om høsten ble analysert for polyaromatiske hydrokarboner (PAH).

Med unntak av PAH ble alle fremmedstoffanalysene gjort på frysetørket materiale. Metallbestemmelsene ble utført med ICPMS, uorganisk arsen med HPLC-ICPMS og TBT ved bruk av GC-ICPMS. PCB₇, PAH og polybromerte flammehemmere ble bestemt med GC-MS, og dioksiner og dioksinlignende PCB med høyoppløsende GC-MS.

Med unntak av bestemmelser av PAH er alle andre analyser utført ved NIFES, og akkrediteringer er i henhold til NS-EN-ISO 17025.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme område som tidligere år, og ingen av tungmetallene kadmium, kvikksølv eller bly oversteg EU's øvre grenseverdier for disse. En del av metallene viste likevel betydelige variasjoner mellom regioner. Innholdet av bly var høyest i blåskjell fra Hardangerfjorden, og konsentrasjonene av sink og kadmium så ut til å

avta sørover fra Finnmark til Sør-Trøndelag, for så å øke til Sogn og Fjordane og deretter avta igjen.

Den høyeste konsentrasjonen av totalarsen i blåskjell var 9,0 mg/kg våtvekt i en prøve fra Sogn og Fjordane, og andelen uorganisk arsen var opp til 17 %. Korrelasjon mellom totalarsen og uorganisk arsen i alle prøver analysert for tilsynsprogrammet siden 2005 viste at det var positiv sammenheng mellom konsentrasjonen av totalarsen og uorganisk arsen i Sogn og Fjordane og Hordaland, men ikke i Møre og Romsdal, selv om det også her tidvis har forekommet relativt høye konsentrasjoner av totalarsen.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og bromerte flammehemmere var lave i de ni blåskjellprøvene som ble analysert for dette.

Den eneste østersprøven som ble analysert for fremmedstoffer hadde konsentrasjon av kadmium på 1,0 mg/kg våtvekt, som er det samme som grenseverdien for kadmium i skjell. Østersprøven ble også analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og bromerte flammehemmere, og nivået av disse var lavt og omtrent som for blåskjell.

Prøver av muskel og gonade av kamskjell viste lave konsentrasjoner av metaller, på samme nivå som i tidligere år. I de to analyserte prøvene av oskjell var konsentrasjonen av kadmium i hel innmat henholdsvis 5,1 og 7,0 mg/kg våtvekt, det vil si over EU's grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt, men i samme område som tidligere år. Konsentrasjonen av bly var imidlertid godt under grenseverdien på 1,5 mg/kg våtvekt. Gjentatte overstigelser av grenseverdien for kadmium i oskjell skyldes at hele skjellmaten blir analysert uten at nyren blir fjernet, selv om det tidligere har blitt gitt kostholdsråd fra Mattilsynet om å fjerne nyren før tilbereding av oskjell.

Hjerteskjell og strandsnegl hadde lave konsentrasjoner av metaller.

Alle prøvene som ble analysert for PAH hadde forholdsvis lave konsentrasjoner av dette.

Summary

Microbiology

For the shellfish monitoring programme, microbiology, a total of 388 shellfish samples were taken. Of these samples 359 were blue mussels (*Mytilus edulis*), sampled at 65 different localities throughout the year. Further, eight samples were scallops (*Pecten maximus*), three were horse mussels (*Modiolus modiolus*), four were oysters (*Ostrea edulis*), 13 were cockles (*Cerastoderma edule*) and one was periwinkles (*Littorina* sp.). The sampling was done by inspectors from the Norwegian Food Safety Authority District Offices, according to instructions made by the Head Office of the Norwegian Food Safety Authority, and sent to NIFES. At NIFES all samples were analyzed for *E. coli* and enterococci, and 61 of the samples were also analyzed for *Salmonella*.

The number of *E. coli* was determined by a multiple tube dilution method (MPN) according to the EU's reference method (Donovan's method, ISO 16649-3), while enterococci were determined using NMKL method no. 68, 4th edition: "Enterococcus, determination in foods". The samples were analyzed for the presence of *Salmonella* using an immunological method (ELFA, Vidas *Salmonella*), combined with conventional cultivation and verification for positive samples.

In total 339 (87 %) of the investigated samples had a content of *E. coli* less than 230/100 g, which is the limit for classifying a locality to a so called A area, meaning the shellfish can go directly to consumption. The highest number of *E. coli* in a sample was 16000/100 g. Enterococci in concentrations at or over the limit of detection (100/100 g) were detected in eight of the samples. *Salmonella* was not detected in any of the 61 samples analyzed.

Chemical contaminants

Samples of blue mussels for the analysis of chemical substances were taken from 34 localities in spring and 28 localities in autumn 2008, a total of 62 samples. In addition a total of six samples of scallops, two samples of horse mussels and one sample of each of the species oysters, cockles and periwinkles (*Littorina* sp.) were taken. The sampling was done by inspectors from the Norwegian Food Safety Authority District Offices according to instructions made by the Head Office of the Norwegian Food Safety, and sent to NIFES for analyses.

All the samples of shellfish were analyzed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, tin and mercury. In addition inorganic arsenic was determined. Nine blue mussel samples and one oyster sample taken in the autumn were additionally analyzed for tributyl tin (TBT) as well as the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB₇), DDT and its metabolites, dioxins and dioxin-like PCBs and polybrominated flame retardants (PBDE, HBCD, TBBP-A). Of the samples taken in the autumn, 40 were analyzed for polyaromatic hydrocarbons (PAHs).

With the exception of PAHs all analyses were made at NIFES, and accreditations are according to NS-EN-ISO 17025.

The element concentrations in mussels found in the programme for 2008 were in the same range as previous years, and none of the concentrations of heavy metals, cadmium, mercury or lead, exceeded the EU's upper limits. Some of the metals still showed significant variations between geographic regions. The concentrations of lead were highest in mussels from the Hardangerfjord, and the concentrations of zinc and cadmium appeared to decrease southwards

from Finnmark to Sør-Trøndelag, increasing from there to Sogn og Fjordane and then decreasing again.

The highest concentration of total arsenic in blue mussels was 9.0 mg/kg wet weight in a sample from Sogn og Fjordane, and the portion of inorganic arsenic was up to 17%. A correlation analysis between total arsenic and inorganic arsenic including all samples analyzed for the monitoring program since 2005, revealed a positive correlation between the concentration of total arsenic and inorganic arsenic in Sogn og Fjordane and Hordaland but not in Møre og Romsdal, even though also in this region there has been occurrences of relatively high concentrations of total arsenic.

The concentrations of POPs were low in all nine blue mussel samples analyzed.

The only oyster sample analyzed for chemical contaminants had a concentration of cadmium of 1.0 mg/kg wet weight, which is equal to the EU's upper limit for cadmium in bivalve molluscs. The oyster sample was also analyzed for POPs, and the level was low and approximately in the same range as in blue mussels.

Samples of adductor muscle and gonad of scallops showed low concentrations of metals, at the same levels as previous years. In the two samples of horse mussels the cadmium concentration in whole soft parts were 5.1 and 7.0 mg/kg wet weight, respectively, which is well above the EU's upper limit for cadmium in bivalve molluscs, but in the same range as previous years. The lead concentration was nevertheless well below the EU's limit of 1.5 mg/kg wet weight. Recurring high concentrations of cadmium in horse mussels, exceeding the EU's upper limit, occur because the whole soft parts are analyzed without first removing the kidney, even though the Norwegian Food Safety Authority has advised the public to remove the kidney prior to cooking horse mussels.

Cockles and periwinkles had low concentrations of elements.

All analyzed samples had relatively low concentrations of PAHs.

Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med et stort uutnyttet potensiale langs norskekysten. I 2008 ble det i alt eksportert 2679 tonn skalldyr (utenom reker), og av dette var rundt 700 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Eksportutvalget for fisk, www.seafood.no). Det har vært særlig 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 forbrukerne, 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 overvåkning 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 fra vannet eller fra 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. Krabber er på sin side rovdyr eller åtseletere og kan derfor akkumulere relativt høye nivåer av miljøgifter.

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

Tabell 1. Classification of shellfish localities based on the concentration of *E. coli* in soft parts and mantle water.

Class ¹	Microbiological standard ²	Treatment after harvesting
A	Levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 230 MPN <i>E. coli</i> per 100 g muslingkjøtt og kappevann ³	Ingen
	Live bivalve molluscs must not contain more than 230 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of soft parts and mantle water ³	None
B	Levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 4600 MPN <i>E. coli</i> per 100 g muslingkjøtt og kappevann ⁴	Rensing, gjenutlegging i A område eller koking etter godkjent metode
	Live bivalve molluscs must not contain more than 4600 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of soft parts and mantle water ⁴	Purification, resuspension in A area or boiling by approved procedure
C	Levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100g muslingkjøtt og kappevann ⁵	Gjenutlegging i en lang periode eller koking etter godkjent metode
	Live bivalve molluscs must not contain more than 46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of soft parts and mantle water ⁵	Resuspension in A area for a long period of time or boiling by approved procedure
Høsting forbudt	>46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g muslingkjøtt og kappevann	
Harvesting prohibited	>46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g soft parts and mantle water	

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."

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 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 (salmonellose) med varierende styrke, fra nær symptomløs til alvorlig mage-tarminfeksjon med feber og blodig diaré, eller i alvorlige tilfeller systemisk infeksjon. I Norge hadde vi i 2008 til sammen 1941 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 80 % av tilfellene dette året var ervervet utenlands. I tillegg hadde vi dette året 33 registrerte tilfeller av infeksjon med de tyfoide *Salmonella*-variantene. Av disse var det 16 tilfeller av tyfoidfeber (*Salmonella typhi*) og 17 tilfeller av paratyfoidfeber (*S. paratyphi*). For de tyfoide salmonellosene var det 31 tilfeller av utenlandssmitte, ett tilfelle av smitte i Norge og ett tilfelle der smittested var 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 er den skalldyrarten det produseres mest av i Norge, og tilsynsprogrammet fokuserer derfor mest på denne. Sammenlignet med andre skjellarter, som for eksempel oskjell og østers, har blåskjell et naturlig lavt nivå av de fleste fremmedstoffer. Et innhold av fremmedstoffer 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 og 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 svært varierende 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, og 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 og andelen av uorganisk arsen også øker (Sloth and Julshamn 2008). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåkning av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skalldyr kan ha 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. Dette gjelder blant annet kamskjell, oskjell, østers, kongsnegl og taskekrabbe. 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 EU's øvre grenseverdier for henholdsvis bly og kadmium på 1,5 og 1,0 mg/kg våtvekt (Julshamn et al. 2008). I Norge spiser vi som oftest bare lukkemuskel og rogn hos kamskjell, og disse organene har generelt 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 ikke å få høste på grunn av for høye kadmiumnivåer.

De organiske fremmedstoffene PCB, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere og DDT og dets metabolitter har ikke vist seg å bli akkumulert i skjell i noen særlig grad. Dette er trolig fordi disse 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.

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) har imidlertid vist seg å bli akkumulert i blåskjell, noe som gjør at blåskjell kan være en indikator for forurensning blant annet fra oljeutslipp. I stoffgruppen PAH er det flere mutagene forbindelser, blant andre benzo(a)pyren (BaP) som det er fastsatt en grenseverdi for på 10 µg/kg våtvekt i skjell. BaP kan brukes som indikatorsubstans for mulig helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk kan enhver dose medføre risiko for helseskade, slik at det ikke er mulig å identifisere noen terskelverdi. 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.

Tributyltinn (TBT) er blant de mest toksiske forbindelsene som tilføres det marine miljø. Ved TBT-konsentrasjoner på 1 ng /l sjøvann kan noen bløtdyr utvikle misdannelser som skyldes hormonhermende effekt. TBT er en aktiv antibegroingsingrediens som tidligere ble mye brukt blant annet på skrog på båter, og selv om TBT ikke er tillatt i bruk i dag, er fremdeles store mengder av stoffet lagret i sedimentene i mange havner.

Tilsynsprogrammet for skjell for 2008

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2008 var å:

- gi grunnlag for å bedømme om skjellene er trygg mat i henhold til EU's øvre grenseverdier for metaller,
- fremskaffe data for forekomst av indikatororganismer for fekal forurensning (*E. coli* og enterokokker) og *Salmonella* i skjell,
- gi Mattilsynet grunnlag for å kunne kontrollere om resultater fra rutinemessige egenkontroller gjennomført av høstere/dyrkere samsvarer med resultater fra offentlige undersøkelser,
- etablere tidsserier for kjemiske stoffer i blåskjell fra forskjellige høstingsområder langs norskekysten,
- etablere data for uønskede kjemiske stoffer i skalldyrarter som omsettes, men der det finnes lite data fra før, for eksempel hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og strandsnegl (*Littorina* sp.),
- fremskaffe data for andre fremmedstoffer der vi har lite data per i dag og der det ikke finnes grenseverdier, men som har betydning for mattrygghet, som for eksempel uorganisk arsen, tributyltinn (TBT), dioksiner, polyklorete bifenyler (PCB), polybromerte flammehemmere og polyaromatiske hydrokarboner (PAH).

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 til analyse for henholdsvis mikroorganismer og fremmedstoffer, mens kartene i figur 1 og figur 2 viser hvor langs Norskekysten prøvene ble tatt for bestemmelse av bakterier, metaller og organiske miljøgifter.

Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut i løpet av hele 2008, månedlig ved hver lokalitet. Til sammen ble det tatt 388 prøver til mikrobiologiske analyser, fra i alt 76 ulike lokaliteter (tabell 2; figur 1). 21 av lokalitetene ble prøvetatt ti ganger eller mer, og 33 av lokalitetene ble prøvetatt kun en gang for mikrobiologisk analyse.

Prøver av blåskjell og kamskjell til bestemmelse av fremmedstoffer ble tatt ut henholdsvis om våren (mars-april) og om høsten (august-september) i 2008, i hovedsak samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. De øvrige artene ble kun prøvetatt om høsten (juli-oktober) til fremmedstoffanalyse. I praksis var det noen områder hvor det ble tatt prøver fra ulike lokaliteter om våren og om høsten, slik at til sammen ble 81 prøver fra i alt 50 ulike lokaliteter analysert for fremmedstoffer (tabell 2). Alle disse ble analysert for metaller, mens kun prøver tatt ut om høsten ble analysert for organiske miljøgifter.

Til mikrobiologisk analyse ble det totalt samlet inn 359 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), åtte prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*), fire prøver av europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*), tre prøver av oskjell (*Modiolus modiolus*), 13 prøver av vanlig hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og en prøve av strandsnegl (*Littorina* sp., tabell 2). Til analyse for metaller ble det tatt ut 62 prøver av blåskjell, seks prøver av kamskjell, to prøver av oskjell, samt en prøve av henholdsvis østers, hjerteskjell og strandsnegl (*Littorina* sp.). I alt 40 av 43 prøver tatt ut til fremmedstoffanalyse om høsten ble analysert for PAH, mens ni prøver av blåskjell og en av østers ble analysert for organiske miljøgifter (figur 2).

Blåskjell ble samlet inn fra i alt 63 ulike lokaliteter langs hele kysten fra Vest-Finnmark til Østfold (figur 1), og de aller fleste blåskjellprøvene var av dyrkede skjell. Kamskjellprøver ble hentet fra ville bestander i Sør-Trøndelag og Hordaland og fra en dyrkingslokalitet¹ i Hordaland. Østersprøver ble tatt ved et dyrkingsanlegg i Sogn og Fjordane, samt fra to lokaliteter med ville østers i Aust-Agder. Hjerteskjell og strandsnegl ble prøvetatt fra ville bestander i Lofoten, og oskjell fra en vill bestand øst i Finnmark.

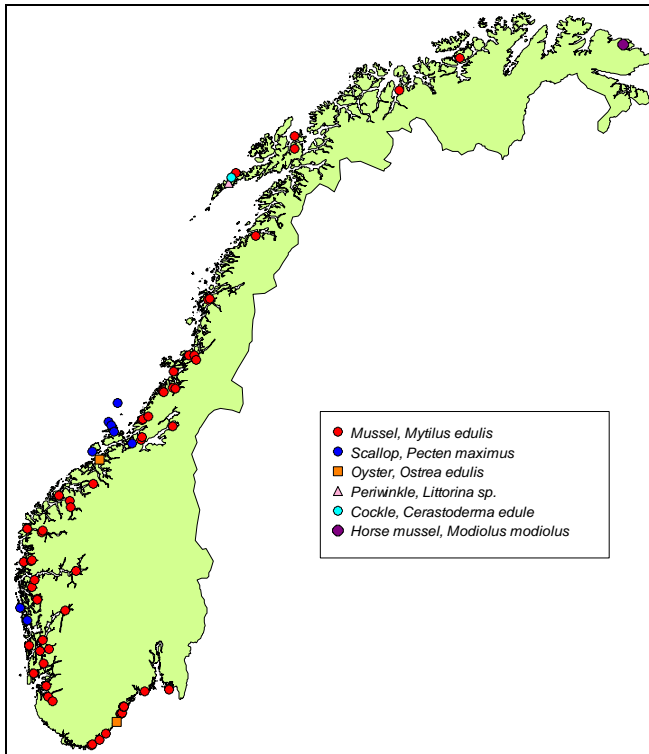
Alle skjell som ble sendt inn til analyse måtte være av høstbar størrelse, og det måtte være nok prøvemateriale til alle analysene. Antallet skjell i samleprøvene varierte derfor mellom artene, avhengig av størrelse. Hver blåskjellprøve inneholdt minst 50 skjell med mer enn 40 millimeter skall-lengde. Østersprøvene inneholdt 30-40 individer, mens oskjell- og kamskjellprøvene inneholdt færre skjell (7-13 stykker), avhengig av størrelse. Hjerteskjell er små og det var derfor svært mange skjell i samleprøvene (antall ikke kjent).

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

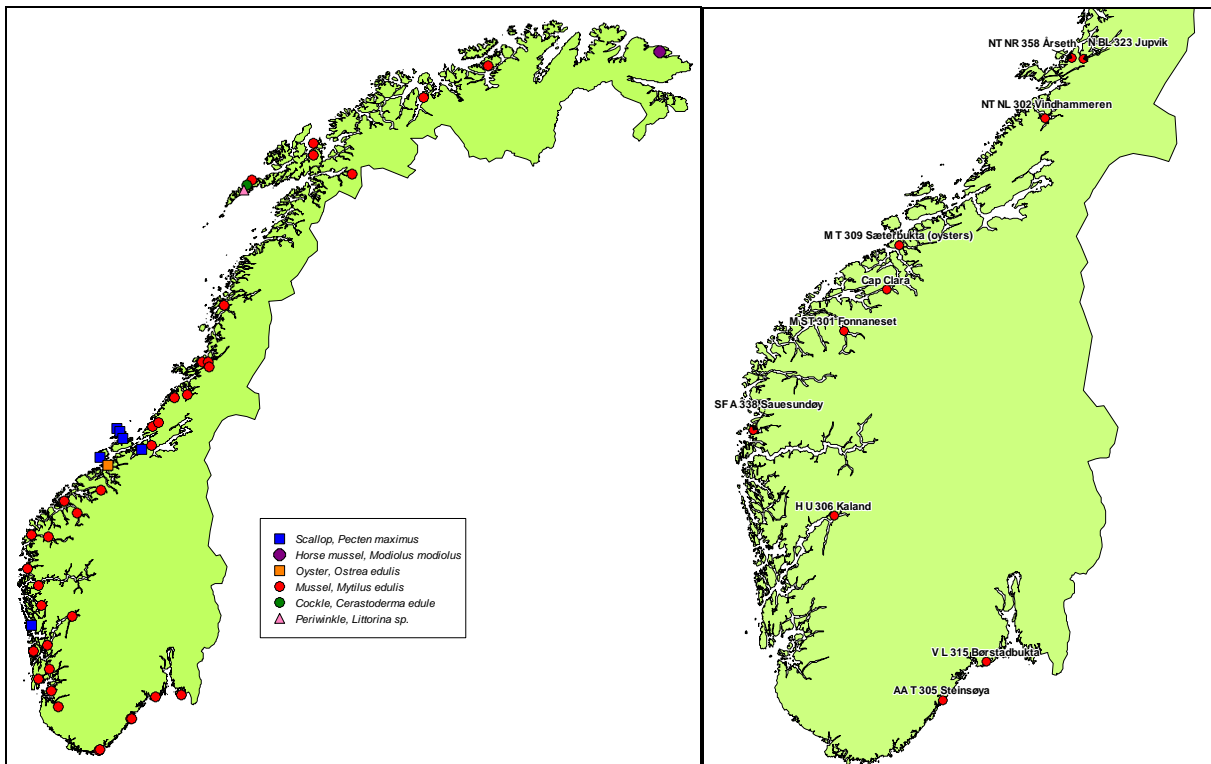
¹ Muligens mellomlager for høstede skjell

Tabell 2. The number of sampling localities and number of samples taken for the LBM surveillance programme in 2008, shown for each species and region. For micro-organisms, the numbers in brackets are the number of samples analyzed for *Salmonella* in addition to *E. coli* and *Enterococcus*. For the chemical substances, when number of stations and samples differ, stations are shown before and samples are shown after /. Element concentrations were determined in samples from both spring and autumn 2008, while organic contaminants were only determined in samples from autumn 2008.

Species	Region	Micro-organisms 2008		Chemical substances Number of stations / samples		
		Localities	Samples	Spring 2008	Autumn 2008	2008
Blue mussel	Finnmark	1	8 (0)	1	1	1 / 2
	Troms	3	25 (19)	3	3	3 / 6
	Nordland	5	37 (4)	3	3	4 / 6
	Nord-Trøndelag	8	51 (8)	4	4	4 / 8
	Sør-Trøndelag	6	41 (0)	3	-	3 / 3
	Møre og Romsdal	4	32 (1)	3	3	3 / 6
	Sogn og Fjordane	8	41 (2)	4	3	4 / 7
	Hordaland	8	36 (2)	4	3	4 / 7
	Rogaland	7	42 (2)	4	4	4 / 8
	Agder	11	31 (0)	3	3	4 / 6
	Skagerrak-coast	2	15 (10)	2	1	2 / 3
	Total		63	359 (48)	34	28
Scallop	Sør-Trøndelag	6	6 (6)	3	2	5 / 5
	Hordaland	2	2 (1)	1		1 / 1
	Total	8	8 (7)	4	2	6 / 6
Oyster	Møre og Romsdal	1	3 (3)		1	1 / 1
	Agder	1	1 (0)			
Horse mussel	Finnmark	1	3 (3)		1 / 2	1 / 2
Cockle	Nordland	1	13 (0)		1	1
Periwinkle	Nordland	1	1 (0)		1	1
Total		76	388 (61)	38	34 / 35	46 / 73



Figur 1. Map of Norway indicating where samples of shellfish were taken for microbiological determinations for the surveillance programme 2008. The different symbols indicate species as shown.



Figur 2. Maps of Norway indicating where samples were taken for the LBM surveillance programme in 2008. Left: localities sampled for element determinations; species shown in legend. Right: Localities sampled for determinations of organic contaminants.

Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer

Alle prøver som skulle undersøkes for mikroorganismer ble analysert med hensyn på *E. coli* og enterokokker som indikatororganismer for fekal forurensing og dermed mulig helsefare. En enkelt prøve ble kun analysert for *E. coli*, ikke enterokokker. 61 av de totalt 388 prøvene ble i tillegg til *E. coli* og enterokokker også undersøkt med tanke på *Salmonella*.

Alle mikrobiologiske analyser ble påbegynt senest 24 timer etter prøveuttak. Innmaten ble da tatt ut og homogenisert før umiddelbar analyse. Til sammen 85 g skjellmat inkludert kappevann ble benyttet til mikrobiologiske bestemmelser. Av disse gikk 50 g til bestemmelse av *E. coli* ved Donovans metode, 10 g til analyse for enterokokker og 25 g til analyse for *Salmonella*.

Donovans metode for bestemmelse av *Escherichia coli* (NIFES metode nr. 296)

Donovans metode for analyse for *E. coli* ble benyttet til kvantitative undersøkelser av levende skjell. En prøve til analyse for *E. coli* besto av til sammen 50 g skjellmateriale inkludert kappevannet. Det ble hentet materiale fra minst 10 østers eller kamskjell, 15 blåskjell eller 30 hjerteskjell. Disse skjellene ble skrubbet rene under kaldt, rennende vann, tørket med et papirhåndkle og åpnet med en steril kniv. De bløte delene ble så homogenisert i en steril pose i to til tre minutter og deretter tilsatt 100 ml fortynningsvann. Deretter ble prøven homogenisert på ny før resterende 350 ml fortynningsvann ble tilsatt. Dette ga en 1 til 10 fortynning. Materiale fra døde skjell og skjell med synlige skader inngikk ikke i analysen.

Antallet *E. coli* ble kalkulert ved en mikrobiologisk metode basert på vekstmønster i rør med ulik fortynning 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 fortynning av prøven. Prinsippet for røretoden som ble benyttet her er at flere paralleller av 10 gangers fortynning av prøven ble inokulert i reagensrør med en selektiv buljong som ble inkubert og avlest for gass- og syreproduksjon (gul farge i mediet). Fra positive rør ble det så strøket ut på en selektiv og differensierende agar. Tilstedeværelse av *E. coli*, som har β -glucuronidaseaktivitet, ble registrert som vekst av blågrønne kolonier på disse skålene. Antall positive rør i hver fortynning ble registrert på bakgrunn av dette, og det mest sannsynlige antall bakterier pr. vekt/volumenhet ble lest 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 EU's Direktiv 91/492/EEC, og er referansemethodikk 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 fortynning (1:1, 1:10 og 1:100).

Bestemmelse av enterokokker (NIFES metode nr. 116)

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 ble det benyttet platespredning av passende fortynninger av prøven på en selektiv og differensierende agar (Slanetz and Bartleys medium) og inkubering ved 44 °C i 48 timer. Metoden er akkreditert.

Påvisning av *Salmonella* ved MiniVidas (NIFES metode nr. 291)

Til analyse av skjell for påvisning av *Salmonella*-bakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale. Påvisningen ble gjennomført i flere trinn: pre-anrikning, anrikning, post-anrikning, enzybundet fluorescens immunoassay ved miniVidas (ELFA), selektiv platespredning for eventuelle positive prøver, biokjemisk bekreftelse og eventuell 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.

Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer

Innholdet i skjellene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble slått sammen til samleprøver og homogenisert. For blåskjell, østers, oskjell, hjerteskjell og strandsnegl ble hele innmaten tatt med i samleprøvene, mens for kamskjell ble lukkemuskel og rogn tatt ut og homogenisert sammen.

Fra prøver som skulle ha PAH-bestemmelse ble det tatt av minimum 20 g vått materiale som ble sendt til underleverandør for PAH-bestemmelse. Resten av materialet ble frysetørket og homogenisert til et fint pulver, og tørrstoffinnholdet (g/100 g) ble beregnet. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass frem til bestemmelse av metaller og eventuelt organiske fremmedstoffer.

Av 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. Når bare metaller skulle bestemmes ble det laget en samleprøve av de 25 skjellene som ble homogenisert. Når organiske fremmedstoffer også skulle bestemmes ble det tilsatt skjellinnmat til minimum 200 g før homogenisering.

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).

Oskjellene ble målt og veid og matinnhold bestemt på samme måte som for blåskjell.

Prøver tatt ut vår og høst ble analysert for metaller og uorganisk arsen. 40 av 43 prøver tatt ut om høsten ble analysert for PAH, mens bare ti prøver fra høstuttaket ble analysert for de organiske fremmedstoffene dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, bromerte flammehemmere (PBDE, HBCD og TBBP-A), DDT og dets metabolitter samt TBT.

Bestemmelse av metaller med ICPMS (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 plasmamassespektrometer (ICPMS) med HP-datamaskin. Det ble anvendt kvantitativ ICPMS 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). Metoden er akkreditert for arsen, kadmium.

kobber, sink, kvikksølv og selen. Kvantifiseringsgrensen beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene er vist i tabell 3.

Tabell 3. Limits of quantification (LOQ; mg/kg dry weight) for elements determined with NIFES' method no. 197: Arsenic (As), cadmium (Cd), copper (Cu), zinc (Zn), mercury (Hg), selenium (Se) and lead (Pb).

Element	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb	As	Se
LOQ (mg/kg dw)	0.3	1.5	0.01	0.03	0.04	0.03	0.1

Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (NIFES metode nr. 261)

Frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 0,9 mol/l NaOH i 50 % (v/v) etanol og ekstrahert i mikrobølgeovn i 20 minutter ved 90 °C (CEM MARS5 Microwave Accelerated Reaction System, GreenChem Plus Teflonbomber). Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble separert på en polymerbasert sterk anionbytter-kolonne, (ICSep ION-120) og bestemt som $^{75}\text{As}^+$ ved bruk av HPLC-ICPMS.

Uorganisk arsen kan finnes både som As(III) og As(V), men i mikrobølgeovn blir As(III) oksidert til As(V). Uorganisk arsen bestemmes derfor som As(V). Stabiliteten til de organiske arsenspeciene har vært studert og ingen degradering/omdannelse til uorganiske arsenspecier ble oppdaget. Det brukes aldri glass ved ekstraksjon av uorganisk arsen, da glass kan inneholde arsen og dermed kontaminere prøven.

Ingen standard referansematerialer for uorganisk arsen er foreløpig kommersielt tilgjengelig og derfor er de systematiske feilene beregnet ved gjenvinningsforsøk. Resultater viser at gjenvinningen er god og ikke signifikant forskjellig fra 100 % (tabell 4).

Kvantifiseringsgrensen har blitt beregnet til 10 µg/kg tørr prøve. Metoden er ikke akkreditert.

Tabell 4. Method for the determination of inorganic arsenic. Results from recovery experiments using selected marine samples spiked with As(III) and As(V) (50 ng of each). (Data from the validation report).

Sample	Recovery (ng)		Recovery (%)	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
Tort-2 (Lobster hepatopancreas)	48	51	96	102
Dorm-2 (muscle of dogfish)	46	46	91	92
Blue mussel	46	50	91	100
Crab meat	56	53	112	107
Lobster meat	47	54	94	108
Cod fillet	51	50	102	100
Herring fillet	45	55	90	110
Mackerel fillet	48	52	95	104
Mean ± standard deviation	48 ± 7	51 ± 6	97 ± 15	103 ± 12

Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS (NIFES metode nr. 286)

Frysetørket prøve ble veid inn og ekstrahert med syre/metanol og deretter derivatisert med natriumtetraetylborat før måling med gasskromatograf koblet til induktivt koplet plasma massespektrometer (GC-ICPMS). Sertifiserte referansematerialer som ble brukt var NIES no.11 (muskelvev fra havabbor; National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan) og CRM 477 (skjell; Institute for Reference Material and Measurement (IRMM), Belgia). Resultatene var tilfredsstillende. Kvantifiseringsgrensen for metoden har blitt beregnet til 2 ng/g tørr prøve. Metoden er ikke akkreditert.

Bestemmelse av PCB₇ og DDT¹ med GC-MS (NIFES metode nr. 137)

Frysetørket prøve ble tilsatt internstandard og blandet med hydromatriks før den ble ekstrahert med heksan på ASE 300 (Accelerated Solvent Extractor). Fettet ble brutt ned online ved at ASE-cellen ble pakket med svovelsyreimpregnert silicagel. Ekstraktet ble videre syrebehandlet med konsentrert svovelsyre for å bryte ned rester av fett. Prøven ble analysert på GC-MS i SIM mode. Kvantifiseringen av de ulike analyttene baseres på internstandard og en ettpunkts kalibreringskurve, lineær gjennom origo.

Metoden kvantifiserer PCB₇ (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og DDT og dens metabolitter (pp-DDT, op-DDT, pp-DDD, op-DDD, pp-DDE og op-DDE).

For kvalitetssikring av metoden ble det analysert sertifisert referansemateriale sammen med prøven, og den prøves i minimum en ringtest pr år. Analyse av kontrollmateriale laks over lang tid gir en variasjon i RSD (%) for PCB-kongenere fra 3,0 – 17 % og for DDT-kongenere fra 10 – 25 %. Kvantifiseringsgrensen for de enkelte kongenere er fra 0,06 til 0,24 ng/g tørr prøve. Metoden er ikke akkreditert for skjell.

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. Frysetørket prøve ble homogenisert og fettinnholdet bestemt. En mengde prøve tilsvarende ca. 3 g fett (maks. 50-100 g mager prøve) ble veid inn, og isotopmerkede standarder 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", 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 ¹³C merkede kongenere tilsatt som gjenvinningsstandarder 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 toksisitetsekvivalenter, ng TE/kg våtvekt, ved å multiplisere hver kongenerkonsentrasjon med sine respektive toksiske ekvivalensfaktorer (WHO-TEF 1998). Når summen beregnes settes konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen (LOQ) lik LOQ

(upper bound LOQ). LOQ avhenger bl.a. av matriks (varierende mengde prøve innveid) og beregnes for hver enkelt bestemmelse. LOQ-matrisen vil normalt ligge i området 0,008 – 0,4 pg/g tørr prøve. Metoden er akkreditert.

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

Prøven ble tilsatt intern standard (PBDE-139) før ekstraksjon med heksan og diklormetan i en ASE 300 (Accelerated Solvent Extractor). Ekstraktet ble rensert for fett ved nedbrytning med konsentrert svovelsyre på silicagel. Renset ekstrakt ble analysert med GC-MS (Thermo Quest Trace GC 2000/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 fempunkts ekstern kalibreringskurve.

Metoden kvantifiserer syv ulike kongener av PBDE (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 186) samt totalkonsentrasjon av HBCD (tot-HBCD).

Metoden har vært prøvd i ringtest ved analyse av skjell i 2008, med tilfredsstillende resultat. Kvantifiseringsgrensene er 0,001 ng/g våtvekt for PBDE-kongenerne og 0,2 ng/g våtvekt for tot-HBCD. Metoden er akkreditert for fet og mager fisk, fôr og oljer, men ikke for skjell.

Bestemmelse av polybromerte flammehemmere α -, β - og γ -HBCD og TBBP-A ved LC-MS-MS

Aceton og sykloheksan brukes for å ekstrahere HBCD og TBBP-A i prøven. Fettet fjernes med syrebehandling. α -, β -, γ - HBCD og TBBP-A analyseres ved bruk av LC-MS-MS med elektropray (ES) i negativ modus og med Multiple Reaction Monitoring (MRM).

Metoden kvantifiserer α -, β -, γ - heksabromsyklododekan (α -, β -, γ - HBCD) og tetrabrombisfenol A (TBBP-A). $^{13}\text{C}_{12}$ α -, β -, γ - HBCD brukes som internstandard for α -, β -, γ - HBCD og $^{13}\text{C}_{12}$ TBBP-A brukes som internstandard for TBBP-A. Kontroll av metodens kvalitet gjennomføres blant annet ved årlig deltakelse på ringtester. Kvantifiseringsgrense for hver av forbindelsene er beregnet til 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Metoden er validert men ikke akkreditert.

Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH-bestemmelsene ble utført av Eurofins. 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. 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. Kvantifiseringsgrensene for alle PAH-forbindelsene var 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ prøve. Metoden er akkreditert.

Resultater og kommentarer

Mikroorganismer i skjell

Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 337 (87 %) av de 388 prøvene som ble undersøkt (tabell 5) og kom dermed under EU's grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 51 prøvene (13 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Av disse hadde fem prøver et innhold over 4600/100 g; tre blåskjellprøver, en østersprøve og en prøve av hjerteskjell. Det høyeste innholdet var 16 000/100 g, funnet i to av blåskjellprøvene, mens de øvrige prøvene over 4600/100 g hadde 9100/100 g.

Enterokokker kunne påvises i åtte av de undersøkte prøvene (tabell 5). Seks av disse inneholdt 100 enterokokker/g skjellmat, to hadde 200 enterokokker/g skjellmat. Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 61 undersøkte prøvene.

Tabell 5. Number of shellfish samples analyzed for *E. coli* and enterococci, broken into species and region, and the number of samples exceeding the limits for the parameters included in the surveillance programme. The number of samples with *Salmonella* detected are shown in relation to the number of samples analyzed for this.

Art	Region	# of samples	# <i>E. coli</i> >230/100g	# Enterococci ≥100/g	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blue mussel	Finnmark	8	0	0	0/0
	Troms	25	2	0	0/19
	Nordland	36	4	1	0/6
	Trøndelag	93	12	2	0/6
	Møre og Romsdal	32	3	1	0/1
	Sogn og Fjordane	41	7	0	0/2
	Hordaland	36	2	1	0/2
	Rogaland	42	8	2	0/2
	Agder	31	0	0	0/0
	Skagerrak	15	6	1	0/10
Scallop	Trøndelag	6	1	0	0/6
	Hordaland	2	0	0	0/1
Horse mussel	Finnmark	3	0	0	0/3
Oyster	Møre og Romsdal	3	1	0	0/3
	Agder	1	0	0	0/0
Cockle	Nordland	13	5	0	0/0
Periwinkle	Nordland	1	0	0	0/0
Total		388	51	8	0/61

Metaller

Konsentrasjoner av metaller inkludert uorganisk arsen ble i 2008 bestemt i blåskjell, stort kamskjell, oskjell, flatøsters, taskekrabbe, hjerteskjell og strandsnegl. Tributyltinn (TBT) ble bestemt i ni prøver av blåskjell og en prøve av østers.

Metaller i blåskjell

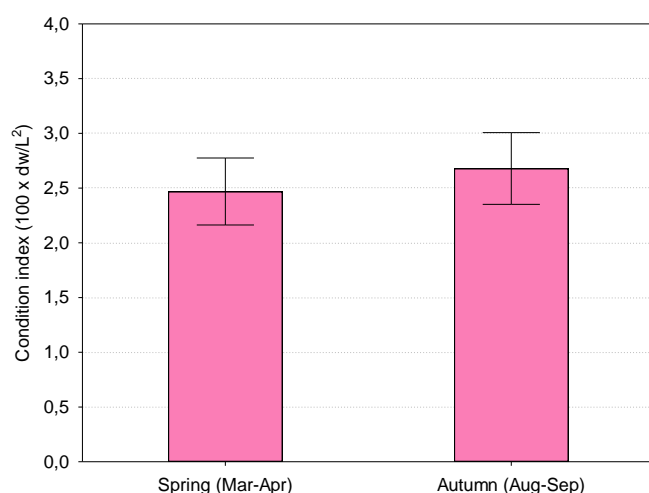
Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2008 er vist i tabell 6, gitt som gjennomsnitt og standardavvik av alle prøver fra alle de lokalitetene som var inkludert i overvåkningsprogrammet disse årene. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2008 som tidligere år. Tabell 7 viser gjennomsnittlig metallkonsentrasjon samt største og minste verdi av alle blåskjellprøver tatt henholdsvis om våren og høsten 2008, og tabell 8 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av metaller i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene våren og høsten 2008.

I 2008 var det ikke betydelig økning i matinnhold fra vår til høst (figur 3), slik som det ble observert i 2007 (Frantzen et al. 2008).

Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2008 var 1,2 mg/kg våtvekt, noe som tilsvarer tidligere år (tabell 6). Kobberkonsentrasjonen økte betydelig fra vår til høst (tabell 7, tabell 8), med en økning i totalt gjennomsnitt fra 1,0 til 1,5 mg/kg våtvekt. I 2007 og 2006 var kobberkonsentrasjonene omtrent de samme vår og høst, mens det også i 2005 ble funnet høyere kobberverdier i blåskjell prøvetatt på høsten sammenlignet med blåskjell prøvetatt på våren.

Kobberinnholdet i blåskjell varierte ubetydelig fra en region til en annen i 2008 (figur 4), i likhet med i 2007 (Frantzen et al. 2008). Troms og Finnmark var de regionene som hadde de høyeste gjennomsnittlige kobberkonsentrasjonene i blåskjell (vår og høst), med henholdsvis 1,7 og 1,6 mg /kg våtvekt. Den laveste gjennomsnittlige kobberkonsentrasjonen i en region ble funnet i Agder med 0,92 mg/kg våtvekt (gjennomsnitt av vår og høst).



Figur 3. Condition index in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the entire Norwegian coast spring and autumn 2008. Condition index is calculated as (dry weight/shell length²) x 100. Means ± 95% confidence intervals are shown.

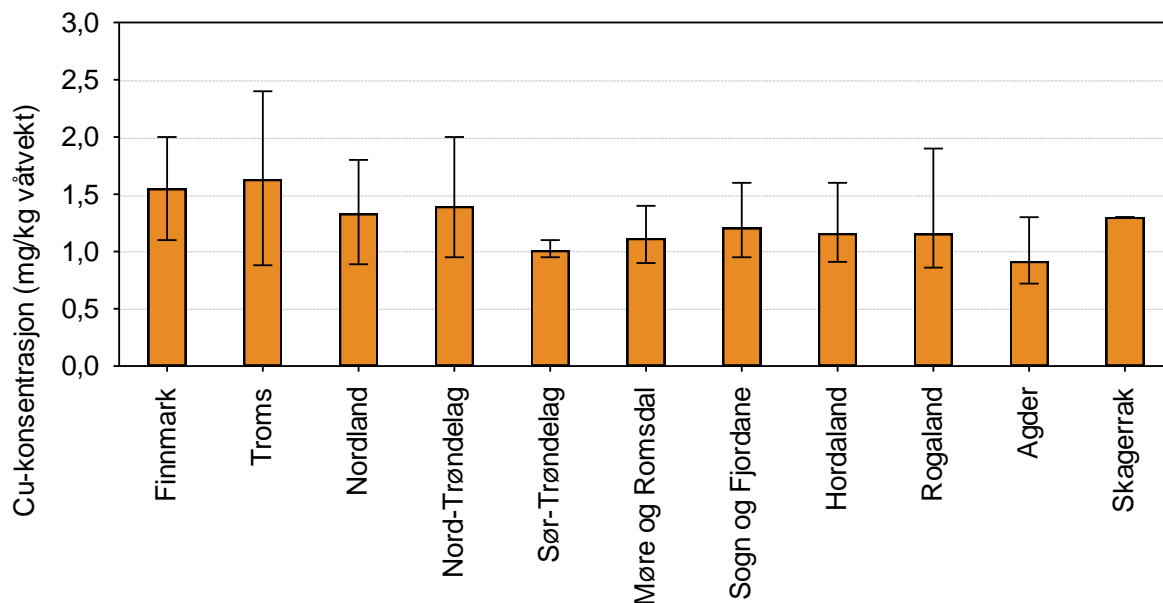
Tabell 6. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the coast of Norway from 2001 to 2008. Means and standard deviations (SD) of all samples are shown for each element and year.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As
Year								
2008 (N = 62)	Mean	1.24	20.8	0.22	0.01	0.02	0.22	3.2
	SD	0.36	5.9	0.10	0.01	0.01	0.15	1.4
2007 (N = 65)	Mean	1.12	16.6	0.20	0.02	0.02	0.19	3.2
	SD	0.26	4.3	0.10	0.01	0.01	0.14	2.4
2006	Mean	1.15	14.7	0.19	0.04	0.02	0.17	2.2
	SD	0.25	3.8	0.25	0.21	0.01	0.22	0.7
2005	Mean	1.03	15.6	0.15	0.01	0.01	0.20	3.2
	SD	0.28	4.4	0.07	0.01	0.01	0.11	2.4
2004	Mean	1.00	14.6	0.13	< 0.01	< 0.03	0.14	2.2
	SD	0.22	3.5	0.05	0.02		0.09	0.8
2003	Mean	1.12	16.2	0.14	0.01	0.015	0.22	2.1
	SD	0.26	3.8	0.07	0.01	0.012	0.22	0.8
2002	Mean	1.10	17.0	0.18	0.02	0.015	0.18	2.1
	SD	0.22	4.5	0.10	0.01	0.011	0.13	0.6
2001	Mean	1.08	16.1	0.18	0.10	0.014	0.20	2.2
	SD	0.20	4.4	0.08	0.01	0.013	0.13	1.0

Tabell 7. Metal concentrations (mg/kg wet weight; mean and range) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled during spring 2008 and autumn 2008, respectively.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5		
Season									
Spring (N = 34)	Mean	1.0	21	0.21	0.016	0.019	0.23	3.5	0.76
	min-max	0.72-1.4	12-41	0.056-0.47	0.004-0.032	0.009-0.033	0.07-0.54	1.2-9.0	0.05-1.3
Autumn (N = 28)	Mean	1.5	20	0.23	0.009	0.015	0.20	2.8	0.58
	min-max	0.83-2.4	11-36	0.084-0.41	0.002-0.020	0.006-0.038	<0.01-0.55	1.0-5.3	0.35-0.95

Den laveste kobberkonsentrasjonen som ble funnet i blåskjell i 2008 var 0,51 mg/kg våtvekt målt i en prøve fra Kalkholmen i Vest-Agder prøvetatt i mars. Også om høsten var den laveste kobberkonsentrasjonen i blåskjell fra Vest-Agder, med 0,83 mg/kg våtvekt (Herøya Vest). De høyeste kobberkonsentrasjonene henholdsvis vår og høst var 1,4 og 2,4 mg/kg våtvekt, begge målt ved en og samme lokalitet i Nord-Troms (Kjempebakken). 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. 11 ulike lokaliteter fra Rogaland og nordover hadde kobbernivåer i blåskjell mellom 1,5 og 2,4 mg/kg våtvekt, og i Finnmark og Troms var også gjennomsnittlig konsentrasjon over denne grensen.



Figur 4. Concentrations of copper (mg/kg wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the coast of Norway in March-April and August-September 2008. Means, minima and maxima are shown.

Sink

Det gjennomsnittlige sinkinnholdet \pm standardavvik i alle blåskjellprøvene i 2008 var $20,8 \pm 4,3$ mg/kg våtvekt, som er noe høyere enn tidligere år (tabell 6). Tabell 7 viser at det ikke var noen forskjeller med hensyn til sinkkonsentrasjon i blåskjell høstet vår og høst i 2008, og det var det heller ikke i 2007 (Frantzen et al. 2008). Gjennomsnittlig sinkkonsentrasjon (min - maks) i blåskjell høstet om våren og høsten 2008 var henholdsvis 21,0 (12-41) og 20,4 (11-36) mg/kg våtvekt.

Sinkkonsentrasjonen i blåskjell i 2008 varierte imidlertid betydelig mellom regionene (tabell 8; figur 5). De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av sink ble målt i blåskjell fra Sogn og Fjordane og Hordaland med verdier på henholdsvis 26,0 og 25,1 mg/kg våtvekt. Den laveste gjennomsnittlige sinkkonsentrasjonen (vår og høst) ble målt i skjell fra Sør-Trøndelag med 14,3 mg/kg våtvekt. Også i årene 2005-2007 varierte sinkkonsentrasjonen på samme måte mellom regionene (Frantzen et al. 2008; Julshamn et al. 2007; Julshamn and Måge 2006).

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av sink som ble målt i blåskjell i 2008 var 41 mg/kg våtvekt, målt i april i Sogn og Fjordane (Vemmelsvik, Vågsøy kommune). Dette var spesielt store skjell, og blåskjell fra samme lokalitet prøvetatt om høsten var mindre og hadde ikke spesielt høy sinkkonsentrasjon. Den laveste enkeltkonsentrasjonen av sink i blåskjell i 2008 var 11 mg/kg, målt i skjell prøvetatt i august ved en lokalitet i Vest-Agder (Herøya Vest) og en i Nord-Trøndelag (Vindhammeren). Sinkinnhold i blåskjell høyere enn 30 mg/kg våtvekt eller 200 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er moderat forurenset. Tre blåskjellprøver hadde konsentrasjoner som tilsvarte denne klassifiseringen: en prøve fra Monsvik i Hordaland, en fra Vemmelsvik i Sogn og Fjordane og en fra Fonneset i Møre og Romsdal. Dette har imidlertid ikke noen betydning for mattrygghet, ettersom sink er et essensielt grunnstoff.

Tabell 8. Mean metal concentrations in blue mussels (*Mytilus edulis*) (mg/kg wet weight) sampled in each region from Finnmark to Skagerrak during spring (March – April) and autumn (August – September) 2008, respectively.

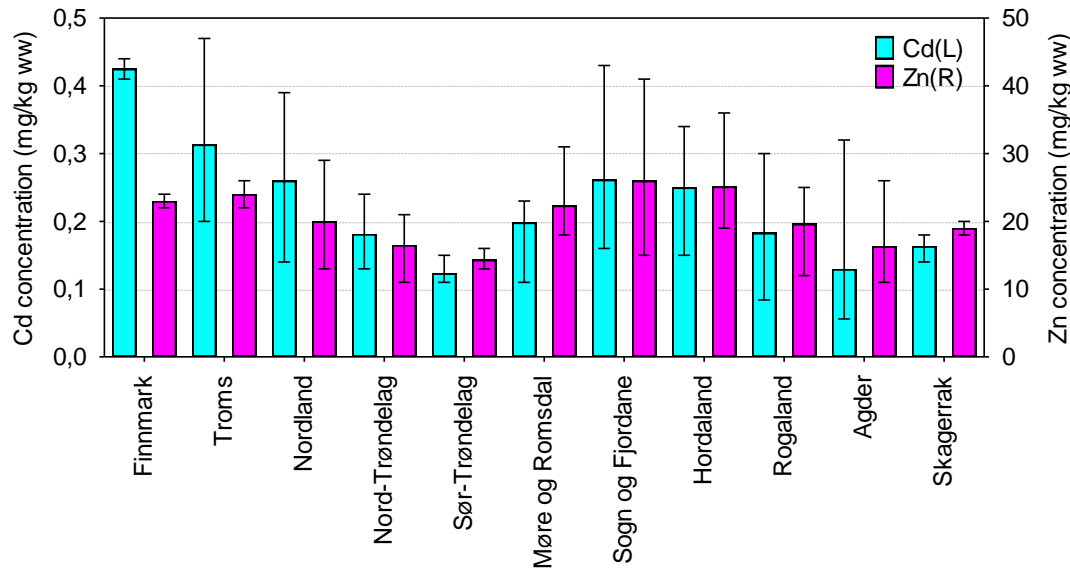
Element (mg/kg ww)		N	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se
EU's upper limit					1.0		0.5	1.5		
Region	Season									
Finnmark	Spring	1	1.1	24.0	0.44	0.013	0.011	0.12	2.7	0.70
	Autumn	1	2.0	22.0	0.41	0.013	0.012	0.09	2.4	0.56
Troms	Spring	3	1.2	24.3	0.29	0.014	0.010	0.12	2.8	0.73
	Autumn	3	2.1	23.7	0.33	0.012	0.010	0.10	2.7	0.83
Nordland	Spring	3	1.0	17.7	0.25	0.015	0.017	0.26	2.9	0.62
	Autumn	3	1.6	22	0.27	0.007	0.019	0.34	2.9	0.53
Nord-Trøndelag	Spring	4	1.1	18.0	0.18	0.016	0.018	0.11	3.6	0.93
	Autumn	4	1.7	15.0	0.18	0.011	0.013	0.06	2.1	0.62
Sør-Trøndelag	Spring	3	1.0	14.3	0.12	0.013	0.019	0.09	2.0	0.62
Møre og Romsdal	Spring	3	0.96	22.7	0.18	0.018	0.020	0.14	4.4	0.67
	Autumn	3	1.3	22.0	0.22	0.007	0.017	0.15	4.1	0.50
Sogn og Fjordane	Spring	4	1.0	30.8	0.30	0.013	0.025	0.35	6.4	0.85
	Autumn	3	1.5	19.7	0.21	0.011	0.016	0.17	3.0	0.58
Hordaland	Spring	4	1.1	24.0	0.23	0.015	0.026	0.46	4.0	0.77
	Autumn	3	1.3	26.7	0.28	0.008	0.020	0.45	3.5	0.52
Rogaland	Spring	4	0.97	20.3	0.17	0.018	0.023	0.32	3.0	0.70
	Autumn	4	1.3	19.0	0.20	0.007	0.019	0.27	2.5	0.53
Agder	Spring	3	0.82	16.0	0.09	0.016	0.013	0.22	1.9	0.53
	Autumn	3	1.0	17	0.17	0.007	0.008	0.16	1.9	0.49
Skagerrak	Spring	2	1.3	18.5	0.16	0.023	0.024	0.16	4.1	1.3
	Autumn	1	1.3	20.0	0.18	0.019	0.012	0.15	2.8	0.65

Kadmium

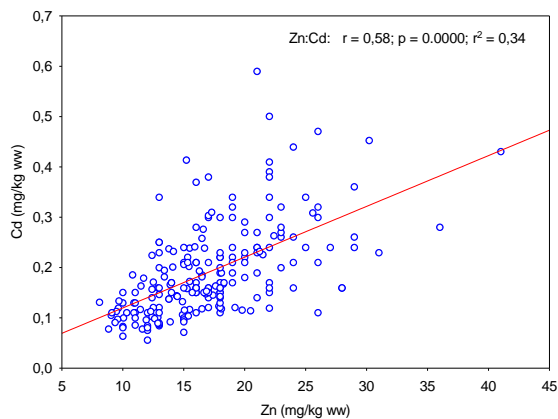
Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2007 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EU's øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (tabell 7). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene inkludert i overvåkningsprogrammet for 2008 var imidlertid den høyeste "gjennom tidene" (2001-2008), med $0,22 \pm 0,10$ mg/kg våtvekt (tabell 6). Forskjellene mellom år er imidlertid relativt små, og den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen ble registrert i 2004 med 0,13 mg/kg våtvekt.

Tabell 7 viser at det ikke var noen forskjell i gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon mellom blåskjell høstet på våren og på høsten 2008, med verdier på henholdsvis 0,21 og 0,23 mg/kg våtvekt.

Kadmiuminnholdet i blåskjell varierte betydelig mellom regionene i 2008 (tabell 8; figur 5). Den høyeste gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble funnet i blåskjell fra Finnmark, med en verdi på 0,41 mg/kg våtvekt, mens Sør-Trøndelag hadde det laveste årgjennomsnittet, med 0,12 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonen så ut til å avta sørover fra Finnmark til Sør-Trøndelag, for så å øke til Sogn og Fjordane og Hordaland og deretter avta igjen. Den geografiske variasjonen for kadmium i 2008 var svært lik den geografiske



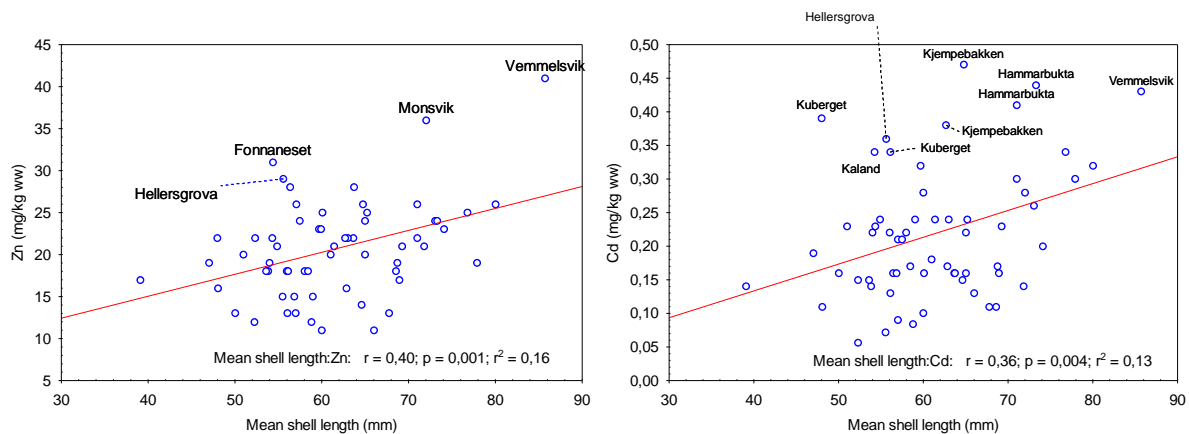
Figur 5. Concentrations of cadmium (Cd, mg/kg wet weight; left axis) and zinc (Zn, mg/kg wet weight; right axis) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the coast of Norway in 2008. Means, minima and maxima are shown.



Figur 6. Correlation between the concentrations of zink and cadmium, based on data from 2006, 2007 and 2008.

variasjonen som har vært sett tidligere (Frantzen et al. 2008; Julshamn et al. 2007; Julshamn and Måge 2006), og figur 5 viser at kadmium og sink hadde omtrent samme geografiske variasjon i 2008. Unntaket er de to nordligste fylkene, der kadmiumnivået var høyere i forhold til de andre regionene enn det sinknivået var (figur 5). Korrelasjon mellom konsentrasjonen av sink og konsentrasjonen av kadmium i 2006, 2007 og 2008 viser at det er en positiv sammenheng mellom de to metallene, men med relativt stor spredning (figur 6). Den positive sammenhengen mellom kadmium og sink kan skyldes at de har relativt like egenskaper, og konsentrasjonene av begge metallene økte med økende skjell-lengde (figur 7).

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av kadmium målt i blåskjell i 2008 var 0,47 mg/kg våtvekt i skjell fra Troms prøvetatt i mars (Kjempebakken, Lyngen kommune). Den laveste enkeltkonsentrasjonen av kadmium ble målt i en blåskjellprøve tatt i Vest-Agder i mars, med 0,06 mg/kg våtvekt (Kalkholmen).



Figur 7. Correlations between concentrations of zink (Zn, mg/kg wet weight; left) and cadmium (Cd, mg/kg wet weight; right) against mean shell length. The highest concentrations are labelled with locality name.

SFT klassifiserer lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell under 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 var det to prøver fra Finnmark (Hammarbukta, Alta), en fra Troms (Kjempebakken, Lyngen) og en fra Sogn og Fjordane (Vemmelsvik) som hadde kadmiumkonsentrasjoner mellom 0,4 og 0,5 mg/kg våtvekt som svarer til ”moderat forurenset” (figur 7).

Overvåkning over flere år har vist kadmiuminnhold i blåskjell som tilsvarer 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 i blåskjell 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 and Fossheim 2008), og man kan ikke utelukke at det skyldes et naturlig høyt bakgrunnsnivå av kadmium i dette området.

Ellers kan nok noe av variasjonen i kadmiumkonsentrasjon forklares med den positive sammenhengen mellom kadmiumkonsentrasjon og skjell-lengde (figur 7). Særlig var skjellene prøvetatt i Vemmelsvik om våren spesielt store (snittlengde 88 mm), noe som kan forklare den høye kadmiumkonsentrasjonen der. Skjellene som ble prøvetatt i Vemmelsvik om høsten var ikke spesielt store, og de hadde heller ikke unormalt høy kadmiumkonsentrasjon. Skjellene prøvetatt ved lokalitetene i Finnmark og Troms var også relativt store, men hadde kadmiumkonsentrasjoner som var for høy til å kunne forklares ut fra størrelse alene (figur 7). Økt konsentrasjon av fremmedstoffer med økende skjellstørrelse er trolig relatert til alder, og på grunn av saktere vekst vil skjell fra Finnmark og Troms være forholdsvis gamle i forhold til størrelsen sammenlignet med skjell fra områder lenger sør i landet. Dermed kan de høye konsentrasjonene ved de nordligste lokalitetene skyldes høy alder. Skjell prøvetatt ved lokalitetene Kaland (Hordaland), Hellersgrova (Sogn og Fjordane) og Kuberget (Nordland) var ikke spesielt store, og de høye kadmiumkonsentrasjonene her kan muligens tilskrives forhøyet kadmiumnivå i miljøet.

Med unntak av Vemmelsvik og Hellersgrova var det ikke de samme lokalitetene som hadde de høyeste konsentrasjonene av kadmium og sink (figur 7).

Sølv

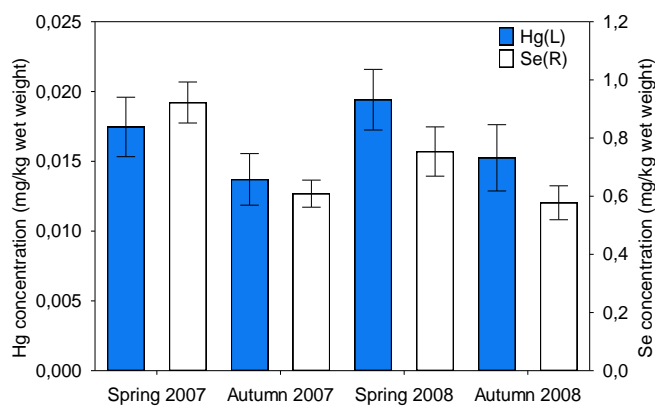
Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2008 varierte fra 0,002 til 0,032 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt \pm standardavvik på $0,01 \pm 0,01$ mg/kg våtvekt (tabell 6; tabell 7).

Sølvkonsentrasjonen avtok noe fra vår til høst i de fleste regionene (tabell 8), i motsetning til i 2007 der det ikke var noen forskjell i sølvkonsentrasjonene mellom blåskjell prøvetatt vår og høst (Frantzen et al. 2008). Verdiene for sølv i blåskjell er svært lave sammenlignet med østers, der sølvkonsentrasjonen i perioden 2006 til 2008 har variert fra 0,45 til 2,8 mg/kg våtvekt (tabell 15). 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 2008 kom inn under denne kategorien.

Kvikksølv

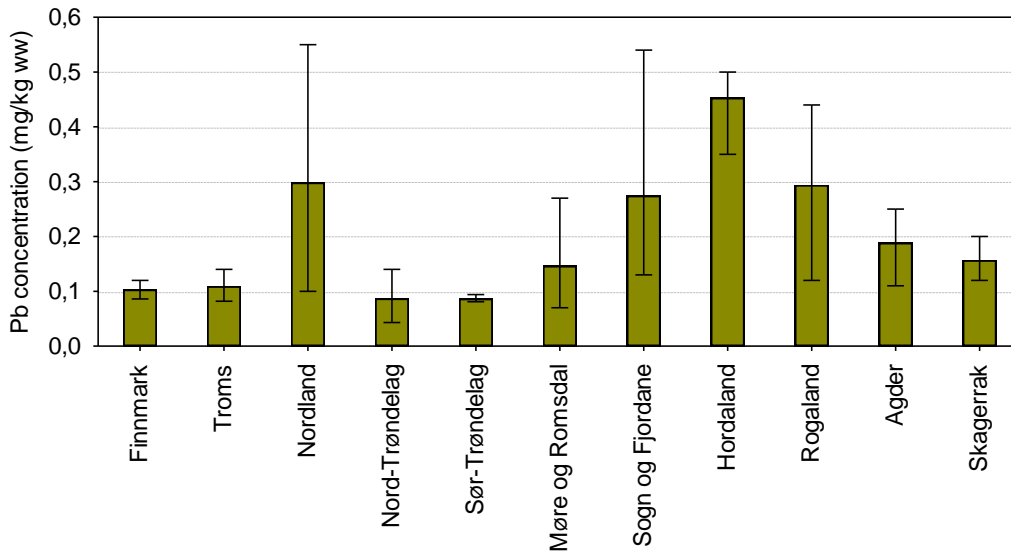
Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt i blåskjell i 2008 var 0,038 mg/kg våtvekt, og med et gjennomsnitt på 0,02 mg/kg våtvekt var kvikksølvkonsentrasjonene i 2008 tilsvarende lav som alle tidligere år (tabell 6; tabell 7). Verdiene var også lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i EU og Norge på 0,5 mg/kg våtvekt. Kvikksølv akkumuleres i mindre grad i skjell enn andre tungmetaller som bly og kadmium. Det kan imidlertid nevnes at konsentrasjonen av kvikksølv var noe høyere om våren enn om høsten, i likhet med i 2007 (figur 8). Det samme gjaldt også for selen. I 2008 var det imidlertid ingen betydelig sammenheng mellom konsentrasjonen av kvikksølv og matinnhold, slik det var i 2007.



Figur 8. Concentrations (mg/kg wet weight) of mercury (Hg) and selenium (Se) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled throughout the Norwegian coast during spring and autumn in 2007 and 2008. Bars and whiskers denote means \pm 95% confidence intervals.

Bly

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i alle blåskjellprøver tatt ved alle lokaliteter inkludert i overvåkningsprogrammet for 2008 viste et tilsvarende nivå som tidligere år, med gjennomsnittlig $0,22 \pm 0,15$ mg/kg våtvekt (tabell 6). Ingen blåskjellprøver hadde konsentrasjoner av bly som oversteg EU's øvre grenseverdi for bly i skjell på 1,5 mg/kg våtvekt. Det var ingen vesentlig forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet på våren og på høsten i 2008, med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,23 og 0,20 mg/kg våtvekt (tabell 7).



Figur 9. Lead concentration (Pb, mg/kg wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the coast of Norway in March-April and August-September 2008. Means, minima and maxima are shown.

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i blåskjell varierte betydelig fra en region til en annen i 2008 (tabell 8; figur 9), på samme måte som i 2007. Det klart høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Hordaland med en gjennomsnittsverdi på 0,45 mg/kg våtvekt (vår) og de to laveste ble funnet i Nord- og Sør-Trøndelag med 0,09 mg/kg våtvekt (høst).

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av bly som ble målt i blåskjell i 2008 ble målt i skjell fra Nordland (Kuberget), med 0,55 mg/kg våtvekt, prøvetatt i august. Denne lokaliteten hadde relativt høy blykonsentrasjon også om våren, med 0,49 mg/kg våtvekt, men den høyeste blykonsentrasjonen målt om våren var 0,54 mg/kg våtvekt, målt i en lokalitet fra Sogn og Fjordane (Vemmelsvik). Som tidligere nevnt var skjellene prøvetatt i Vemmelsvik om våren svært store, og de hadde forholdsvis høye konsentrasjoner av flere ulike metaller, mens skjellene tatt ved samme lokalitet om høsten var mindre og hadde ikke spesielt høye metallkonsentrasjoner. De laveste blykonsentrasjonene vår og høst ble målt i skjell fra henholdsvis Møre og Romsdal og Nord-Trøndelag, med 0,070 og 0,043 mg/kg våtvekt.

Blykonsentrasjon i blåskjell varierer altså mye fra lokalitet til lokalitet, og synes å være direkte påvirket av forurensning i nærområdet. Lokalteter 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 klassifiseringssystem var de aller fleste lokalitetene ubetydelig til lite forurenset av bly, mens fire ulike lokaliteter i Hordaland (Buken, Kaland, Monsvik, Lindetoneset), en lokalitet i Sogn og Fjordane (Vemmelsvik) og en i Nordland (Kuberget) var moderat forurenset. Buken og Kaland i Hardangerfjorden kom i denne kategorien også i 2007, og det er tydelig at lokalitetene i Hardangerfjorden fortsatt er noe påvirket av tidligere industriforurensning i Sørfjorden, selv om nivået av bly i blåskjell er under EU's øvre grenseverdi i forhold til sjømattrygghet.

Arsen

I tilsynsprogrammet for skjell analyseres det både for totalarsen og uorganisk arsen, ettersom blåskjell kan forekomme med relativt stor andel av den mest giftige formen, uorganisk arsen, sammenlignet med annen sjømat. Tabell 9 viser resultater for både totalarsen og uorganisk arsen siden analysene av uorganisk arsen startet i 2005.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av totalarsen i blåskjell prøvetatt i 2008 var 3,2 mg/kg våtvekt (tabell 6; tabell 9). Dette er samme gjennomsnittsverdi som i 2007 og 2005, men høyere enn i 2006 og 2001-2004, da gjennomsnittskonsentrasjonene lå på 2,1-2,2 mg/kg våtvekt. I 2008 varierte arsenkonsentrasjonene fra 1,0 til 9,0 mg/kg våtvekt (tabell 9), og den høyeste konsentrasjonen ble målt i en prøve tatt i Sogn og Fjordane i april (Vemmelsvik).

Maksimumskonsentrasjoner av totalarsen opp mot 20 mg/kg våtvekt har vært målt tidligere, for eksempel i 1999 og 2007 (Overvåkningsrapporten for 1999; Frantzen et al. 2008).

SFT klassifiserer lokaliteter med konsentrasjoner av totalarsen i blåskjell fra 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt som moderat forurenset og fra 4,5 til 15 mg/kg våtvekt som markert forurenset. I henhold til disse grensene hadde hele 49 prøver fra 32 ulike lokaliteter over hele landet konsentrasjoner av totalarsen tilsvarende ”moderat forurenset”. Seks prøver fra fem ulike lokaliteter i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal hadde konsentrasjoner som tilsvarer klassen ”markert forurenset”. Kun seks prøver fra fire ulike lokaliteter hadde konsentrasjoner som tilsvarer lite eller ubetydelig forurenset. Dette trenger ikke bety at det er en reell forurensning ved alle disse lokalitetene. Trolig er det klassifiseringssystemet som ikke er godt nok tilpasset det naturlige nivået.

SFTs klassifiseringssystem for forurensning tar ikke hensyn til hvilke kjemiske former arsenet foreligger i, men dette har stor betydning for vurdering av mattryggheten da den uorganiske formen av arsen er mye giftigere enn de organiske formene. Uorganisk arsen har vært analysert for overvåkningsprogrammet siden 2005, og i 2005 og 2007 ble det registrert noen tilfeller av uvanlig høye konsentrasjoner av uorganisk arsen i skjell fra fjorder på Vestlandet (tabell 9; tabell 10; Julshamn and Måge 2006; Sloth and Julshamn 2008). I 2008 varierte konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell fra <0,002 til 1,3 mg/kg våtvekt, og andelen uorganisk arsen av total arsen varierte fra <0,1 til 17 %. Dette er 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 (tabell 9; Julshamn and Måge 2006; Sloth and Julshamn 2008). Konsentrasjonen av uorganisk arsen var også noe lavere i 2008 enn i 2007, men høyere enn i 2006. Det var imidlertid ikke noen vesentlig forskjell i andelen uorganisk arsen av totalarsen mellom 2006, 2007 og 2008.

Tabell 9. Annual concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (tAs) and inorganic arsenic (iAs) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Norway during 2005-2008. Inorganic arsenic as percentage of total arsenic (% of tAs) is also shown. Means, minima and maxima are shown.

Year	N	tAs (mg/kg ww)		iAs (mg/kg ww)		iAs (% of tAs)	
		mean	min - max	mean*	min - max	mean*	min - max
2008	61	3.2	1.0 - 9.0	0.071	<0.002 - 1.3	1.3	<0.07-17
2007	66 (65 [†])	3.2	1.1 - 19	0.12	<0.002 - 3.8	1.5	<0.07-28
2006	87	2.2	1.3 - 4.4	0.043	<0.002 - 0.74	1.5	<0.07-21
2005	70	3.2	1.4 - 14	0.50	<0.002 - 5.8	7.5	<0.06-42

*Means are based on upper bound LOQ.

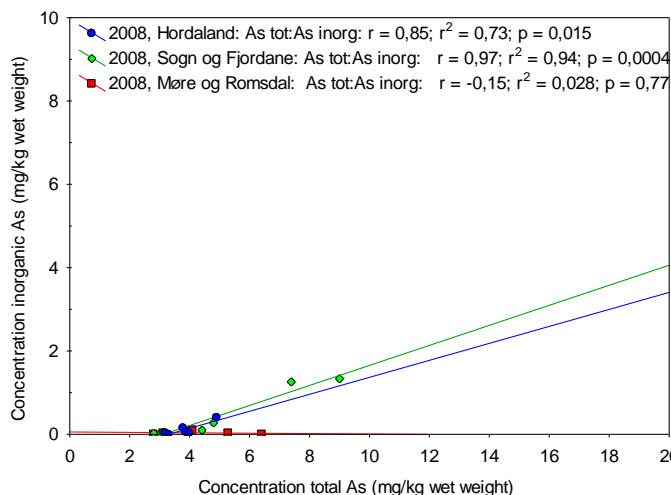
[†]Number of analyses for inorganic arsenic.

Tabell 10. Concentrations of arsenic in mussels (*Mytilus edulis*) from different regions along the Norwegian coast, sampled in 2008. Concentrations of total arsenic (tAs, mg/kg wet weight), inorganic arsenic (iAs, mg/kg wet weight) and iAs as fraction of tAs (%) is shown as means \pm standard deviations (SD) and range. Number of samples analyzed (n) is shown below region name.

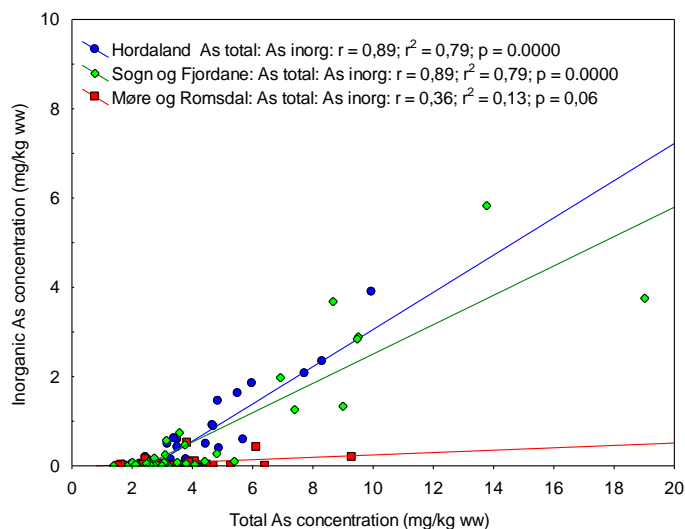
Region (n)		tAs (mg/kg)	iAs (mg/kg)	i As (% of tAs)
Finnmark (2)	Mean \pm SD	2.6 \pm 0.2		
	Min-max	2.4 - 2.7	<0.002 - 0.003	<0.07 - 0.1
Troms (6)	Mean \pm SD	2.7 \pm 0.3	0.006 \pm 0.003	0.2 \pm 0.1
	Min-max	2.4 - 3.2	0.002 - 0.011	0.1 - 0.4
Nordland (6)	Mean \pm SD	2.9 \pm 0.8	0.013 \pm 0.010	0.5 \pm 0.4
	Min-max	1.9 - 4.1	0.001 - 0.028	0.04 - 1.1
Nord-Trøndelag (8)	Mean \pm SD	2.8 \pm 1.0	0.009 \pm 0.006	0.3 \pm 0.2
	Min-max	1.5 - 4.0	0.001 - 0.020	0.05 - 0.6
Sør-Trøndelag (3)	Mean \pm SD	2.0 \pm 0.3	0.008 \pm 0.003	0.4 \pm 0.1
	Min-max	1.8 - 2.4	0.005 - 0.010	0.3 - 0.5
Møre og Romsdal (6)	Mean \pm SD	4.3 \pm 1.4	0.037 \pm 0.043	0.9 \pm 1.1
	Min-max	2.8 - 6.4	0.006 - 0.104	0.1 - 2.5
Sogn og Fjordane (7)	Mean \pm SD	4.9 \pm 2.4	0.44 \pm 0.60	6.1 \pm 7.0
	Min-max	2.8 - 9.0	0.007 - 1.3	0.2 - 17
Hordaland (7)	Mean \pm SD	3.8 \pm 0.6	0.097 \pm 0.145	2.2 \pm 3.0
	Min-max	3.2 - 4.9	0.009 - 0.40	0.3 - 8.2
Rogaland (8)	Mean \pm SD	2.8 \pm 0.9	0.010 \pm 0.010	0.3 \pm 0.2
	Min-max	1.0 - 4.0	0.001 - 0.030	0.1 - 0.8
Agder (6)	Mean \pm SD	1.9 \pm 0.9	0.009 \pm 0.004	0.6 \pm 0.4
	Min-max	1.2 - 3.2	0.006 - 0.015	0.2 - 1.0
Skagerrak (3)	Mean \pm SD	3.6 \pm 0.7	0.014 \pm 0.006	0.4 \pm 0.1
	Min-max	2.8 - 4.1	0.010 - 0.020	0.3 - 0.5

Mens totalarsen i blåskjell forekom i relativt høye konsentrasjoner både i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal, med gjennomsnitt i 2008 på henholdsvis 3,8, 4,9 og 4,3 mg/kg våtvekt, var de høyeste forekomstene av uorganisk arsen begrenset til Hordaland og Sogn og Fjordane (tabell 10). I Hordaland og Sogn og Fjordane økte konsentrasjonen av uorganisk arsen i 2008 med økende konsentrasjon av totalarsen (figur 10), mens i Møre og Romsdal var det ingen sammenheng mellom konsentrasjonen av totalarsen og uorganisk arsen. Når vi slår sammen resultater fra hele perioden uorganisk arsen har vært analysert (2005 – 2008), blir dette enda tydeligere (figur 11). Da viser det seg også at alle forekomster av uorganisk arsen over 0,53 mg/kg våtvekt har vært målt i blåskjell fra Hordaland og Sogn og Fjordane, fortrinnsvis fra Hardangerfjorden, Sognefjorden, Nordfjord samt to mindre fjorder i Sogn og Fjordane, Dalsfjorden og Høydalsfjorden. Det var imidlertid stor variasjon i konsentrasjon av uorganisk arsen fra år til år og fra sesong til sesong på hver enkelt lokalitet, og det kan virke som om svingningene i arseninnhold i blåskjell skyldes variasjoner i naturlige forhold heller enn forurensning. Sloth og Julshamn (2008) foreslo at sporadiske forekomster av høyt arseninnhold i blåskjell muligens kan være knyttet til oppblomstringer 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 uorganisk arsen.

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



Figur 10. Correlation between total arsenic (mg/kg wet weight) and inorganic arsenic (mg/kg wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in 2008 in the regions of Hordaland, Sogn og Fjordane and Møre og Romsdal, respectively.



Figur 11. Correlations between total arsenic (mg/kg wet weight) and inorganic arsenic (mg/kg wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled during 2005-2008 in Hordaland, Sogn og Fjordane and Møre og Romsdal, respectively.

arsen på 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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 70 kg blir det 1050 μg eller 1,05 mg uorganisk arsen pr uke. Et ukentlig måltid blåskjell på 200 gram med et innhold av uorganisk arsen på 1,3 mg/kg (tabell 10) vil gi et inntak av uorganisk arsen på 0,26 mg, som er mindre enn det akseptable ukentlige inntaket som er foreslått av FAO/WHO. Hvis vi regner med den høyeste konsentrasjonen av uorganisk arsen som har vært målt siden 2005, så vil tilsvarende ukentlig inntak av uorganisk arsen være 1,2 mg eller 17 $\mu\text{g}/\text{kg}$ kroppsvekt, dvs. knapt over PTWI. Dette forutsetter imidlertid at andre matvarer ikke bidrar til inntaket av uorganisk arsen.

Tributyltinn (TBT)

Resultatene gitt i tabell 11 viser konsentrasjoner av TBT i ni prøver av blåskjell prøvetatt i august 2008. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT (mg Sn/kg våtvekt). Det var kvantifiserbare mengder TBT-bundet tinn i åtte av de ni prøvene. Konsentrasjonen av TBT i blåskjell varierte fra <0,3 til 2,2 µg Sn/kg våtvekt. Dette er lavere enn maksverdiene fra 2007 og 2006, som var på henholdsvis 7,4 og 18 µg Sn/kg våtvekt. Den høyeste TBT-konsentrasjonen i 2008 ble målt ved lokaliteten Fonnaneset i Sør-Trøndelag. TBT-konsentrasjoner i blåskjell lavere enn 100 µg TBT/kg tørrvekt eller rundt 16 µg TBT/kg våtvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Omregnet til TBT-tinn blir denne grensen 40 µg Sn/kg tørrvekt eller 6,7 µg Sn/kg våtvekt. I 2008 hadde alle de analyserte prøvene konsentrasjoner som svarte til ubetydelig til lite forurenset, mens det i 2006 og 2007 var noen prøver med konsentrasjoner som tilsvarte ”moderat forurenset”².

Dette året ble det også målt konsentrasjoner av totaltinn, der veldig mange av resultatene var under kvantifiseringsgrensen (LOQ). Kun tre prøver av blåskjell viste resultater over LOQ for både totaltinn og TBT slik at det var mulig å beregne andelen tinn bundet i TBT (tabell 11). I disse blåskjellprøvene varierte andelen TBT-bundet tinn fra 12 til 31 %.

Tabell 11. Concentrations (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast in 2008, 2007 and 2006. TBT concentrations are given as µg Sn/kg wet weight, and as percentage TBT-Sn of total tin (% of tSn) in samples where both TBT and tSn were >LOQ.

Year	TBT (µg Sn/kg wet weight)		TBT-Sn (% of tSn)	
	N	Min-max	N	Min-max
2008	9	< 0.3 - 2.2	3	12 - 31
2007	31	< 1.0 - 7.4	6	14 - 67
2006	43	< 1.0 - 18		

Metaller i kamskjell

Konsentrasjonene av metaller i kamskjell prøvetatt i 2008 i området rundt Frøya i Sør-Trøndelag og fra Hestholmen ved Bergen er vist i tabell 12. Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var generelt lave og innen samme område som tidligere år (tabell 13). Kvikksølv og bly hadde maksimalkonsentrasjoner på henholdsvis 0,02 og 0,05 mg/kg våtvekt, og var dermed langt under EU's øvre grenseverdier for skjell på 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonene i muskel og rogn av kamskjell var også under EU's grenseverdi, med konsentrasjoner fra 0,14 til 0,27 mg/kg våtvekt (tabell 12).

Kadmiumkonsentrasjonene var i samme område som i prøver analysert i perioden 2004 til 2007 (tabell 13). Kamskjell prøvetatt i 2002 hadde imidlertid høyere kadmiumkonsentrasjoner, noe som trolig skyldes at skjellene da ble frosset hele før analyse, slik at muskel og rogn ble kontaminert med væske fra fordøyelseskjertelen. Fordøyelseskjertelen hos kamskjell har vist seg å kunne akkumulere relativt høye nivåer av kadmium (Julshamn et al. 2008), noe som har ført til kostholdsråd om å spise kun muskel og rogn av kamskjell (Mattilsynet, kostholdsråd juni 2008: <http://matportalen.no>).

² I rapportene for 2006 og 2007 ble det beklageligvis oppgitt feil grenseverdi for SFT's klassifisering mht. forurensning av TBT.

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2008 varierte fra 1,6 til 3,8 mg/kg våtvekt, og uorganisk arsen var under kvantifiseringsgrensen i alle prøvene (tabell 13).

Tabell 12 Element concentrations (mg/kg wet weight) in pooled samples of adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled at different localities during 2008. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5		
Sampling area	Month								
Dyrøya	Mar	0.89	29	0.19	0.05	0.02	0.05	3.8	<0.002
Smøla, sørvest	Mar	0.68	22	0.16	0.04	0.02	0.02	2.6	<0.002
Sula-Mausund	Apr	0.64	19	0.15	0.02	0.02	0.01	3.0	<0.002
Stamnesøya	Apr	0.50	15	0.14	0.01	0.01	0.02	1.6	<0.002
Frøyfjorden	Sept	0.37	15	0.27	0.02	0.02	0.03	2.1	<0.002
Hestholmen	Sept	1.2	32	0.22	0.05	0.02	0.04	3.4	<0.002

Tabell 13. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled during 2001-2008. Means, minima and maxima are shown for each year. "n.d." denotes "not determined".

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Cr
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5		
Year (N)									
2008 (6)	mean	0.71	22	0.188	0.03	0.018	0.028	2.8	n.d.
	min	0.37	15	0.14	0.01	0.01	0.01	1.6	
	max	1.2	32	0.27	0.05	0.02	0.05	3.8	
2007(6)	mean	0.72	18.5	0.153	0.027	0.012	0.043	3.43	n.d.
	min	0.43	15	0.13	0.02	0.01	0.02	1.2	
	max	1.1	24	0.21	0.04	0.02	0.13	4.8	
2006 (1)		0.51	17	0.12	0.01	0.01	0.08	2.8	n.d.
2005 (5)	mean	0.77	19.8	0.154	0.022	0.01	0.042	3.88	0.058
	min	0.41	15	0.11	0.01	0.01	0.02	2.4	0.04
	max	1.0	23	0.23	0.04	0.01	0.06	4.6	0.1
2004 (2)	mean	0.90	23	0.295	0.025		0.035	4.1	0.180
	min	0.69	19	0.24	0.02	<0.03	0.02	2.7	0.15
	max	1.1	27	0.35	0.03		0.05	5.5	0.21
2002 (2)	mean	0.81	24.5	0.675	0.045	0.01	0.065	2.5	
	min	0.77	24	0.60	0.03	0.01	0.06	2.4	<0.7
	max	0.85	25	0.75	0.06	0.01	0.07	2.6	
2001 (2)	mean	1.08	18.5	0.250	0.025	0.015	0.030	2.40	0.115
	min	0.90	14	0.20	0.01	0.01	0.02	2.0	0.10
	max	1.3	23	0.30	0.04	0.02	0.04	2.8	0.13

Metaller i oskjell

Metallinnholdet målt i hele oskjell i 2008 samt 2007 og 2006 er gitt i tabell 14.

Konsentrasjonene av kadmium i to prøver av hele oskjell prøvetatt i Kiby i Vadsø i august 2008 var henholdsvis 5,1 og 7,0 mg/kg våtvekt, og oversteg dermed EU's øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt. Blykonsentrasjonene var på 0,69 og 0,76 mg/kg våtvekt, som var godt under grenseverdien for bly i skjell på 1,5 mg/kg våtvekt.

Tidligere år har det vært målt konsentrasjoner av både kadmium og bly over grenseverdiene i hele oskjell. I rapporten for 2006 (Julshamn et al. 2007) 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. Analyse av oskjell skjer fortsatt på hel innmat inkludert nyrer, selv om Mattilsynet har gitt kostholdsråd om å fjerne nyrene før tilbereding av oskjell (Mattilsynet, kostholdsråd juni 2008: <http://matportalen.no/>). For å være sikker på at konsentrasjonen av kadmium er under grenseverdien etter at nyrene er fjernet burde oskjell ideelt sett ha vært analysert både med og uten nyrer.

Konsentrasjoner av de øvrige metallene i oskjell i 2008 var stort sett i samme konsentrasjonsområde som eller litt lavere enn i 2007 (tabell 14). Totalkonsentrasjonen av arsen i 2008 var 2,5 og 2,8 mg/kg våtvekt i de to prøvene, hvorav opp til 0,1 % var uorganisk arsen.

Tabell 14. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in whole horse mussels (*Modiolus modiolus*) sampled from 2006 to 2008. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic. EU's upper limits (mg/kg wet weight) for cadmium (Cd), mercury (Hg) and lead (Pb) in bivalve molluscs are shown.

Element (mg/kg ww)	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se	Sn	
EU's upper limit			1.0		0.5	1.5					
Year	Locality										
2008	Finnmark	5.4	74	5.1	0.20	0.02	0.69	2.5	<0.002	0.68	<0.008
		7.8	53	7.0	0.29	0.02	0.76	2.8	0.003	0.74	<0.008
2007	Møre og Romsdal	5.3	120	4.2	0.37	0.09	2.8	3.7	0.009	0.67	0.01
	Bergen	7.3	220	2.0	0.53	0.06	2.8	5.2	0.012	0.68	0.05
	Finnmark	8.8	56	5.3	0.49	0.03	0.87	3.8	0.010	1.2	0.01
2006	Bergen			0.34-1.5			1.4-6.6				

Metaller i østers

Det ble tatt en prøve av dyrkede østers i juli 2008 i Sæterbukta, Møre og Romsdal. Denne østersprøven hadde konsentrasjoner av alle analyserte metaller i samme konsentrasjonsområde som i 2006 og 2007 (tabell 15). Konsentrasjonene av bly og kvikksølv var som tidligere godt under EU's øvre grenseverdier på henholdsvis 1,5 og 0,5 mg/kg våtvekt.

Kadmiumkonsentrasjonen i østers i 2008 var 1,0 mg/kg våtvekt, som tilsvarer EU's øvre grenseverdi i skjell. Det har historisk vært registrert forholdsvis mange østersprøver med konsentrasjoner av kadmium noe over grenseverdien, og det har vært perioder med høsteforbud for østersdyrkere på grunn av kadmium. Mye tyder på at noen østerslokaliteter

har høyere naturlig bakgrunnsnivå av kadmium enn andre, og at østers akkumulerer kadmium i større grad enn for eksempel blåskjell, slik at nivået noen ganger overstiger grenseverdien. For å skaffe mer kunnskap om hvordan forekomst av kadmium varierer mellom områder vil en mastergradsstudent ved NIFES i 2009 bestemme kadmium i østers fra en rekke ulike lokaliteter, med blåskjell som referanse. Ellers bør det kommenteres at EU's øvre grenseverdi for kadmium i østers på 1,0 mg/kg våtvekt er strengere enn i de fleste andre land og ikke i samsvar med CODEX, som har en generell grense for kadmium i skjell på 2,0 mg/kg våtvekt og ingen egen grense for østers.

Når man inkluderer resultater for østers prøvetatt fra 2006 til og med 2008 finner man at det er en positiv sammenheng mellom konsentrasjon av kadmium og selen, spesielt ved kadmiumkonsentrasjoner over 1,0 mg/kg våtvekt (figur 12). Selen har vist seg å kunne motvirke gifteffekten av metylkvikksølv (Ralston, 2008; Folven et al. 2009), og kanskje kan det også motvirke den skadelige effekten av kadmium.

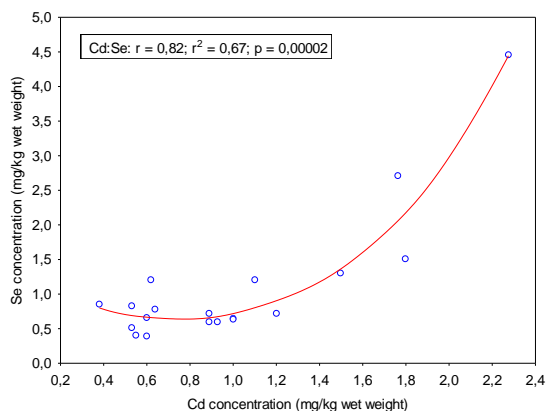
Konsentrasjonene av total arsen i 2008 var 3,3 mg/kg våtvekt, og av dette var kun 0,008 mg/kg våtvekt (0,24 %) uorganisk arsen (tabell 15). Arsenkonsentrasjonen var i samme konsentrasjonsområde som tidligere år.

Det er generelt forholdsvis mye sink, sølv og til dels kobber i østers sammenlignet med de andre artene som analyseres på hel innmat (blåskjell, oskjell, hjerteskjell og strandsnegl), noe som gjør østers til en spesielt god kilde til de essensielle grunnstoffene kobber og sink.

Konsentrasjonen av tributyltinn (TBT) i østersprøven tatt i 2008 var 2,7 µg Sn/kg våtvekt, som tilsvarte 17 % av den totale tinnkonsentrasjonen (ikke vist).

Tabell 15. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in various localities in 2006, 2007 and 2008. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic. Mean and range (min-max) are shown for each year.

Element (mg/kg ww)	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se
EU's upper limit			1.0		0.5	1.5			
Year (n)									
2008 (1)	11	370	1.0	0.78	0.020	0.05	3.3	0.008	0.63
2007									
mean	19.8	585	0.89	1.0	0.019	0.07	2.7		0.81
(14)									
min-max	2.5-44	320-1200	0.53-1.5	0.45-1.4	0.01-0.03	0.02-0.17	1.5-5.4	<0.002-0.071	0.39-1.5
2006									
mean	41.8	715	1.34	1.5	0.033	0.11	4.9	0.004	2.2
(4)									
min-max	17- 80	220-1600	0.38-2.3	0.64-2.8	0.01-0.06	0.03- 0.21	1.7-11	0.002-0.008	0.71-4.5



Figur 12. Correlation between the concentrations of cadmium (Cd; mg/kg wet weight) and selenium (Se; mg/kg wet weight) in oysters (*Ostrea edulis*) sampled in Norway during 2006 to 2008.

Metaller i hjerteskjell og strandsnegl

En prøve av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og en prøve av strandsnegl (*Littorina* sp.) prøvetatt i henholdsvis september og oktober 2008 i Lofoten ble analysert for metaller, og resultatene er vist i tabell 16. Konsentrasjonene av kadmium, bly og kvikksølv var godt under EU's øvre grenseverdier for skjell, og nivået for de ulike metallene var i samme størrelsesorden som i hjerteskjell prøvetatt fra samme område i desember 2007.

Tabell 16. Concentration of elements (mg/kg wet weight) including inorganic arsenic (iAs) and tributyl tin (TBT; µg Sn/kg wet weight) in cockles (*Cerastoderma edule*) and periwinkles (*Littorina* sp.) sampled in Lofoten in 2008. For cockles, results for 2007 are also shown.

Element		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se	TBT
		----- mg/kg wet weight -----									µg Sn/kg
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5				
Species	Year										
Cockle	2008	0.66	9.6	0.14	-	0.01	0.03	2.6		0.54	
	2007	0.27	9.4	0.10	0.004	0.01	0.02	2.2	0.036	0.37	0.78
Periwinkle	2008	17	18	0.39	0.12	0.02	0.09	11	<0.00	2	0.25

PCB₇ og DDT

I overvåkningsprogrammet for 2008 ble det analysert for PCB₇ og DDT i til sammen ni blåskjellprøver prøvetatt om høsten og en østersprøve prøvetatt i juli. PCB₇ (ICES PCB₇) er summen av syv ulike kongener av PCB (PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153, 180). PCB₇ beregnes som summen av alle de kongener som har konsentrasjon over kvantifiseringsgrensen (LOQ). Konsentrasjonen til kongener under LOQ settes da lik null ("lower bound" LOQ). For 2008 er summene også oppgitt som "upper bound" LOQ, der konsentrasjoner under LOQ blir satt lik LOQ. DDT og dets metabolitter inkluderer følgende: pp-DDT, op-DDT, op-DDD, pp-DDD, pp-DDE og op-DDE.

PCB₇ i blåskjell og østers

Konsentrasjonsområde for de ulike PCB-kongenerne og PCB₇ i blåskjell og østers prøvetatt i 2008 er vist i tabell 17, og resultat for hver av de ni lokalitetene som ble prøvetatt er vist i figur 13. De kongenerne som har høyest konsentrasjon i blåskjell er PCB-153 og PCB-138, og i 2008 var det kun disse to kongenerne som fantes i kvantifiserbare konsentrasjoner, med opp til 0,30 og 0,43 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB₇ målt i blåskjell i 2008 var tilsvarende eller litt høyere enn det som ble funnet i 2007 og 2005, men lavere enn det som ble målt i 2006 (tabell 17). PCB-konsentrasjoner i blåskjell er generelt lave og i samme størrelsesorden som hos mager fisk (www.nifes.no/sjomatdata).

Den høyeste konsentrasjonen ("lower bound LOQ") av PCB₇ som ble målt i blåskjell i 2008 var 0,74 µg/kg våtvekt (tabell 17; figur 13). Denne konsentrasjonen av PCB₇ ble målt i en prøve fra Møre og Romsdal (Cap Clara, Molde). I en blåskjellprøve fra Agder (Steinsøya) var det ingen PCB-kongener som hadde konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen.

Tabell 17. Concentration range ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight; min-max) of the PCB-congeners PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180, as well as sum PCB₇ in mussels (*Mytilus edulis*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2008 and earlier. Results for previous years for scallops (*Pecten maximus*), horse mussels (*Modiolus modiolus*), cockles (*Cerastoderma edule*) and the common whelk (*Buccinum undatum*) are also shown.

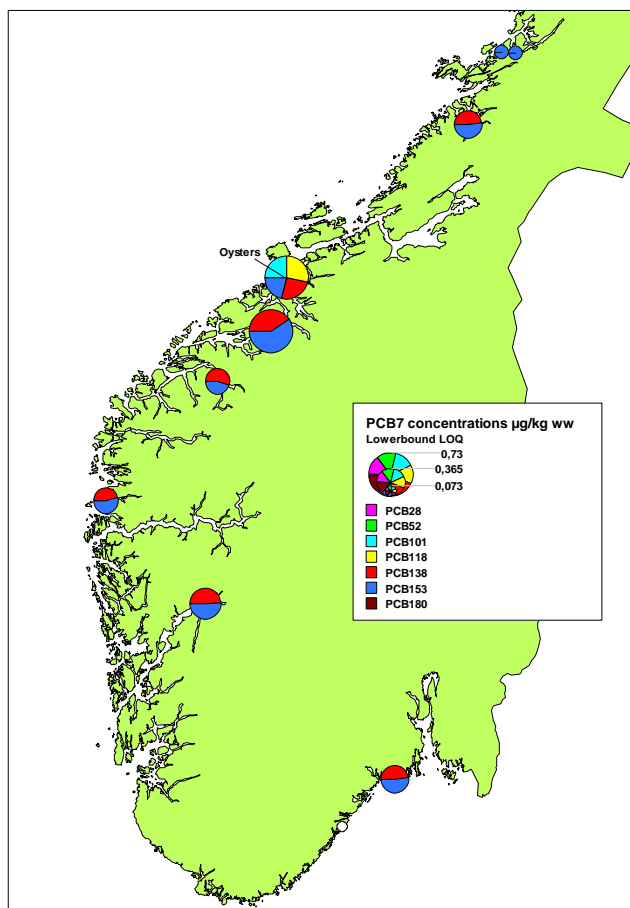
Compound ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ww)	PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-138	PCB-153	PCB-180	Sum PCB ₇ ¹⁾	Sum PCB ₇ ²⁾		
Species	Year	N									
Blue mussels	2008	9	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12-0.30	<0.09-0.43	<0.15	<LOQ -0.74	<0.69-1.2
	2007	32	<0.06	<0.09	<0.09-0.14	<0.09-0.13	<0.12-0.20	<0.09-0.21	<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 \pm 0.02	0.02 \pm 0.01	0.09 \pm 0.05	0.05 \pm 0.03	0.18 \pm 0.11	0.20 \pm 0.13	<LOQ	0.56 \pm 0.34	
	2003		0.02	0.05	0.13	0.10	0.17	0.17	<LOQ	0.65	
Oysters	2008	1	<0.06	<0.09	0.18	0.2	0.18	0.15	<0.15	0.72	0.86
	2007	1	<0.06	<0.09	0.22	<0.09	0.33	0.48	<0.15	1.0	
Scallops	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	
Horse mussels	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	
Cockles	2007	1	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	<0.09	<0.15		
Common whelk	2006		<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	0.15	<0.15		

1) Lower bound LOQ

2) Upper bound LOQ

Lokaliteter der blåskjell har PCB₇-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 PCB₇ i blåskjell i 2008 ubetydelig eller lite forurenset av ikke-dioksinlignende PCB.

Østersprøven som ble analysert for PCB₇ i 2008 hadde sum PCB₇ på 0,72 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt, og de kongenerne som hadde konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen var PCB-101, 118, 138 og 153, alle med omtrent like store andeler (tabell 17; figur 13).



Figur 13. Concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) of PCB₇ in mussels (*Mytilus edulis*) sampled at different sites and oysters (*Ostrea edulis*) sampled at one site in 2008. The pie slices indicate the relative portion of the different PCB congeners, where only concentrations \geq LOQ are included.

DDT i blåskjell og østers

Konsentrasjonene av DDT og dets ulike metabolitter var under kvantifiseringsgrensene i de fleste blåskjellprøvene (tabell 18), men tre lokaliteter hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av noen av metabolittene. Lokaliteten Kaland i Hardangerfjorden hadde den høyeste konsentrasjonen av sum DDT i 2008, med $3,4 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt, og i 2007 hadde samme lokalitet sum DDT på $4,4 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Det finnes ikke grenseverdier for DDT i forhold til mattrygghet, men 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. De to andre lokalitetene med konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen hadde sum DDT på henholdsvis $0,47$ og $0,28 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt.

I østersprøven, tatt i Sæterbukta i Møre og Romsdal, var pp-DDD den eneste metabolitten over kvantifiseringsgrensen, med $0,23 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt.

Tabell 18. Concentration range ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) of DDT and its metabolites, as well as the sum of DDT and metabolites based on 1) Lower bound LOQ and 2) Upper bound LOQ, for blue mussels (*Mytilus edulis*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2008. Results for 2007 are also shown.

Compound ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ww)	op- DDD	op- DDE	op-DDT	pp- DDD	pp- DDE	pp- DDT	Sum DDT ¹⁾	Sum DDT ²⁾		
Species	Year	N								
Blue mussels	2008	9	<0.09	<0.15	<0.18- 0.3	<0.09- 0.61	<0.12	<0.24 - 2.5	<LOQ - 3.4	<0.87 - 3.77
	2007	3 1	<0.09	<0.15	<0.18	<0.09	<0.12-2.4	<0.24 - 1.6	<LOQ - 4.4	
Oysters	2008	1	<0.09	<0.15	<0.18	0.23	<0.12	<0.24	0.23	1.01
	2007	1	<0.09	<0.15	<0.18	<0.09	<0.12	<0.24		
Scallops	2007	4	<0.09	<0.15	<0.18	<0.09	<0.12	<0.24		
Horse mussels	2007	2	<0.09	<0.15	<0.18	<0.09	<0.12- 0.22	<0.24	<LOQ -0.22	
Cockles	2007	1	<0.09	<0.15	<0.18	<0.09	<0.12	<0.24		

1) Lower bound LOQ: Sum of all concentrations \geq LOQ

2) Upper bound LOQ: Concentrations <LOQ are set equal to LOQ when adding

Dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl-PCB)

I 2008 ble det analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB i ni prøver av blåskjell tatt ut om høsten og en prøve av østers tatt ut i juli. Gruppen "dioksiner" omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire non-orto PCBer og åtte mono-orto PCBer. Siden disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet ble konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til toksisitetsekvivalenter (WHO-TE) før de ble summert. Summene er beregnet med "upper bound LOQ", det vil si at verdier under kvantifiseringsgrensen er satt lik kvantifiseringsgrensen.

PCDD/PCDF og dl-PCB i blåskjell og østers

Blåskjell prøvetatt i 2008 fra sørligste del av Nordland til Skagerrak hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og dl-PCB (PCDD/F + dl-PCB) på 0,12 ng TE/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,08 til 0,20 ng TE/kg våtvekt (tabell 19). Nivået var i samme område som fra 2003 til 2007, men betydelig lavere enn tilsvarende resultater som ble funnet i blåskjell fra Skagerrak-kysten i 2002 (Julshamn et al. 2003).

Feil! Fant ikke referansekilden. viser hvordan konsentrasjonen av ulike kongener av dioksiner og dl-PCB varierte mellom de ni blåskjell-lokalitetene prøvetatt i 2008. Den høyeste konsentrasjonen i blåskjell ble funnet i en prøve fra Steinsøya i Aust-Agder, mens den laveste konsentrasjonen ble målt i en prøve fra Kaland i Hardangerfjorden. Av de fire hovedgruppene av dioksiner og dioksinlignende PCB var det non-orto PCB som bidro mest til sum dioksiner og dl-PCB i blåskjell (tabell 19), og av disse var det PCB-126 som dominerte (**Feil! Fant ikke referansekilden.**). Deretter fulgte 12378-PeCDD, OCDD og 2378-TCDF.

Tabell 19 viser også konsentrasjonene av dioksiner, furaner, non-orto PCB, mono-orto PCB samt sum dioksiner og dl-PCB (ng TE/kg våtvekt) i flatøsters prøvetatt i 2008 og 2007. Konsentrasjonen av sum dioksiner og dl-PCB var 0,35 i 2008 og 0,32 i 2007, og var dermed på samme nivå begge årene. Begge prøvene ble tatt ut ved lokaliteter i Møre og Romsdal.

Tabell 19. Concentrations (ng TE/kg wet weight) of dioxins (PCDD), furans (PCDF), non-ortho PCB and mono-ortho PCB and the total sum (PCDD/F+dl-PCB) in mussels (*Mytilus edulis*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2008 and previous years. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Compound (ng TE/kg ww)			PCDD	PCDF	Non-ortho PCB	Mono-ortho PCB	PCDD/F + dl-PCB	
Species	Year	N						
Blue mussels	2008	9	Mean	0.02	0.03	0.06	0.02	0.12
			Min-max	0.01-0.03	0.02-0.07	0.04-0.09	0.01-0.03	0.08-0.20
	2007	30	Mean	0.06	0.03	0.06	0.02	0.16
			Min-max	0.02-0.16	0.01-0.08	0.03-0.14	0.01-0.03	0.08-0.26
	2006	43	Mean	0.06	0.03	0.07	0.01	0.17
			Min-max	0.01-0.15	0.01-0.09	0.01-0.11	0.01-0.08	0.08-0.34
	2005	30	Mean	0.07	0.04	0.08	0.01	0.20
			Min-max	0.02-0.19	0.01-0.11	0.01-0.15	0.01-0.04	0.05-0.49
	2004	33	Mean	0.03	0.05	0.09	0.02	0.17
			Min-max	0.01-0.10	0.02-0.10	0.04-0.16	0.01-0.04	0.06-0.32
	2003	16	Mean	0.02	0.05	0.08	0.03	0.15
			Min-max	0.01-0.04	0.01-0.11	0.01-0.15	0.01-0.05	0.04-0.35
Oysters	2008	1		0.19	0.07	0.07	0.02	0.35
	2007	1		0.12	0.10	0.07	0.03	0.32

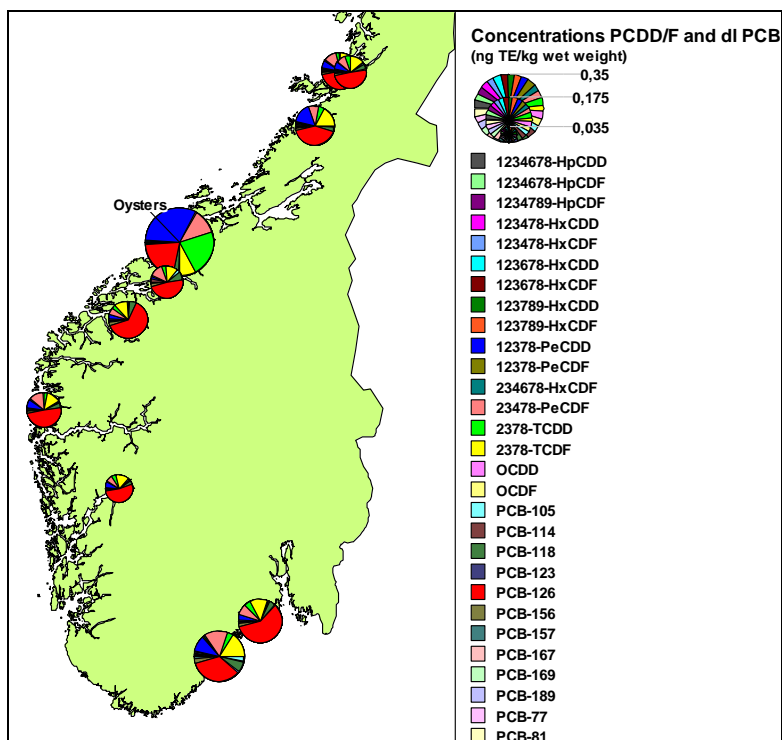


Figure 14. Concentrations (ng TE/kg wet weight) of different congeners of dioxins (PCDD/F) and dioxin-like PCBs (dl-PCB) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled at nine different localities and oysters (*Ostrea edulis*) from one locality (labelled) in Norway in 2008. Pie size represents the total concentration of PCDD/F + dl-PCB, while the pie slices of different colours represent each of the congeners as shown.

Feil! Fant ikke referanseilden. viser at det var høyere konsentrasjon av dioksiner i østers enn i blåskjell i 2008, med 12378-PeCDD og 2378-TCDD som dominerende kongenerer.

Alle de analyserte prøvene hadde et svært lavt innhold av dioksiner og dl-PCB i forhold til EU's øvre grenseverdi for sum dioksiner og dl-PCB i fisk på 8,0 ng TE/kg våtvekt. SFT klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon i blåskjell av sum PCDD/F under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurensset, og samtlige blåskjellprøver kom under denne grensen, med 0,10 ng TE/kg våtvekt som høyeste verdi.

Polybromerte flammehemmere PBDE, HBCD og TBBP-A

I 2008 ble de bromerte flammehemmerne PBDE (polybromerte difenyletere), HBCD (heksabromcyclododekan) og TBBP-A (tetrabrombisfenol A) målt i ni prøver av blåskjell og en østersprøve. HBCD ble bestemt ved to ulike metoder; med den ene metoden ble totalkonsentrasjon HBCD bestemt med en LOQ på 0,2 µg/kg våtvekt, og ved den andre ble konsentrasjonene av hver av α -, β - og γ -HBCD bestemt med en LOQ på 1,0 µg/kg våtvekt. I 2008 ble TBBP-A analysert for første gang for tilsynsprogrammet for skjell, med en LOQ på 1,0 µg/kg våtvekt. HBCD og TBBP-A var under kvantifiseringsgrensene i alle skjellprøvene i 2008.

Ved summering av de ulike PBDE-kongenerne har man tidligere alltid summert alle kongenerer med konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen (LOQ), det vil si at verdier under LOQ har blitt satt lik null ("lower bound LOQ"). For 2008 er sum PBDE også beregnet med "upper bound LOQ", der verdier under LOQ blir satt lik LOQ ved summering.

PBDE i blåskjell og østers

Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2008 varierte fra 0,039 µg/kg våtvekt til 0,14 µg/kg våtvekt, som er i samme område som i 2006 og 2007 (tabell 20). **Feil! Fant ikke referanseilden.** viser hvordan konsentrasjonen av PBDE varierte mellom de ni lokalitetene som ble prøvetatt i 2008. Den høyeste konsentrasjonen av sum PBDE på 0,14 µg/kg våtvekt ble målt i skjell fra Årseth i Nord-Trøndelag, mens den laveste konsentrasjonen, på 0,039 µg/kg våtvekt ble målt i blåskjell fra Jupvik, like over grensen i Nordland. Det er ikke satt noen grenseverdi for PBDE i forhold til mattrygghet verken i EU eller Norge.

Det var generelt PBDE-47 som var den dominerende PBDE-kongeneren i blåskjell med 28-78 % av sum PBDE (upper bound), etterfulgt av PBDE-99, PBDE-28 og PBDE-100 (tabell 20; **Feil! Fant ikke referanseilden.**). Unntaket var Årseth, der PBDE-183 var den dominerende kongeneren, noe som kan tyde på tilførsel av PBDE-183 i dette området. Også i fiskefilet er det som regel PBDE-47 som dominerer, men her er generelt andelen PBDE-47 høyere, med noen få unntak.

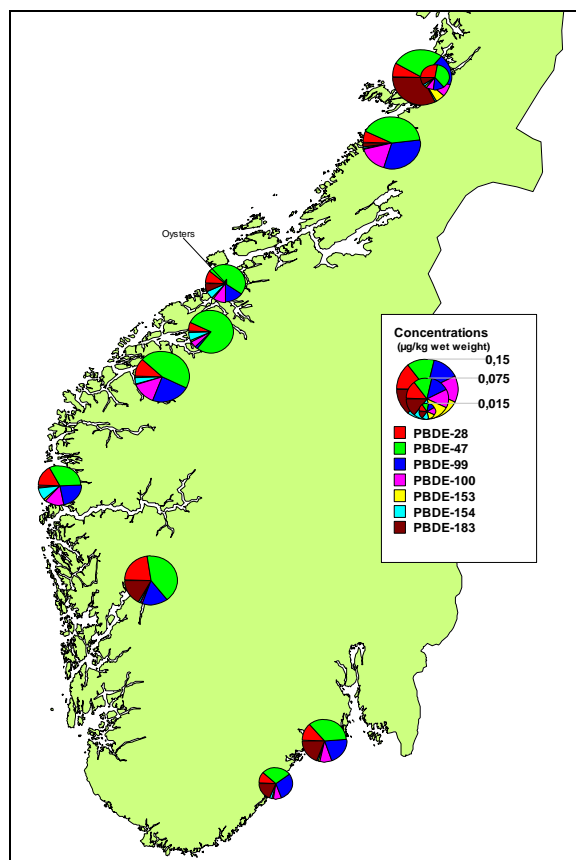
Resultat av analyse for PBDE i en prøve av østers fra 2008 og en fra 2007 er vist i tabell 20. Nivået var generelt svært lavt begge årene, men noe høyere i 2008 enn i 2007, med konsentrasjoner av sum PBDE (upper bound LOQ) på henholdsvis 0,071 og 0,036 µg/kg våtvekt. Det var de samme kongenerne som dominerte i østers som i blåskjell (tabell 20 **Feil! Fant ikke referanseilden.**).

Tabell 20. Concentration range ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) for each PBDE congener, sum of all seven PBDEs (sum PBDE) and total HBCD in mussels (*Mytilus edulis*, *M.e.*) and oysters (*Ostrea edulis*, *O.e.*) sampled in 2008 and 2007. Results from 2006 are also shown for mussels. Number of samples is shown in brackets.

Compound ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ww)		PBDE							sum	sum	HBCD
Species	Year (n)	28	47	99	100	153	154	183	PBDE ^{a)}	PBDE ^{b)}	
<i>M.e.</i>	2008 (9)	0.006- 0.026	0.014- 0.067	0.002- 0.042	0.001- 0.022	<0.001- 0.007	0.001- 0.008	0.001- 0.046	0.038- 0.14	0.039- 0.14	<0.20
	2007 (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 (43)	<0.001- 0.18	0.010- 0.091	<0.001- 0.11	<0.001- 0.044	<0.001- 0.15	<0.001- 0.005	<0.001- 0.031	0.010- 0.22		<0.20- 0.26
<i>O.e.</i>	2008 (1)	0.008	0.034	0.011	0.007	<0.001	0.005	0.005	0.070	0.071	<0.20
	2007 (1)	0.014	0.010	<0.001	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	0.032	0.036	<0.20

a) Lower bound LOQ: Summen av de enkeltkongenerne med konsentrasjon \geq LOQ.

b) Upper bound LOQ: Konsentrasjoner < LOQ er satt lik LOQ



Figur 15. Concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) of seven PBDE congeners in mussels (*Mytilus edulis*) and oysters (*Ostrea edulis*; labeled) sampled in 2008 at different localities. The pie size indicates the concentration of the sum of seven PBDEs (lower bound LOQ), and the pie slices indicate the relative concentration of each PBDE as shown in the legend.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH i blåskjell

Det ble analysert for 13 ulike PAH-forbindelser i 28 prøver av blåskjell, og summen av de ulike PAH-forbindelsene samt resultater for den kreftfremkallende benzo(a)pyren (BaP) er vist i tabell 21. Figur 16 viser bidraget fra hver enkelt PAH-forbindelse ved de ulike lokalitetene.

Konsentrasjonen av BaP, hvor EU har satt en grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt i skjell, var under kvantifiseringsgrensen på 0,5 µg/kg våtvekt i 27 av de 28 analyserte blåskjellprøvene (tabell 21). Blåskjellprøven fra Urdgil i Rogaland hadde konsentrasjon av BaP på 0,6 µg/kg våtvekt. Dette er fortsatt lavt og innenfor grensen til SFTs klasse I ”lite til ubetydelig forurenset” på 1,0 µg/kg våtvekt.

De høyeste totalkonsentrasjonene av PAH målt i blåskjell i 2008 var mindre enn en tiendedel av de høyeste konsentrasjonene som ble målt i 2007 (tabell 21). I 2007 hadde blåskjell fra to av lokalitetene konsentrasjoner av sum PAH over 200 µg/kg våtvekt, som tilsvarer SFTs tilstandsklasse ”markert forurenset”, mens alle lokalitetene prøvetatt i 2008 hadde konsentrasjoner under 50 µg/kg våtvekt som tilsvarer klassen ”ubetydelig-lite forurenset”. Lokalitetene med de høyeste PAH-konsentrasjonene i 2008 var spredd langs hele kysten, fra Nord-Troms til Skagerrak (figur 16). Lokaliteten i Finnmark hadde ingen PAH-forbindelser med konsentrasjoner over LOQ. Det er ikke satt noen grenseverdier i forhold til mattrygghet for andre PAH-forbindelser enn benzo(a)pyren.

Forholdet mellom de ulike PAH-forbindelsene varierte mellom lokalitetene, men det var i hovedsak fluoren, fenantren, fluoranten og pyren som dominerte (figur 16).

PAH i kamskjell, oskjell, hjerteskjell og strandsnegl

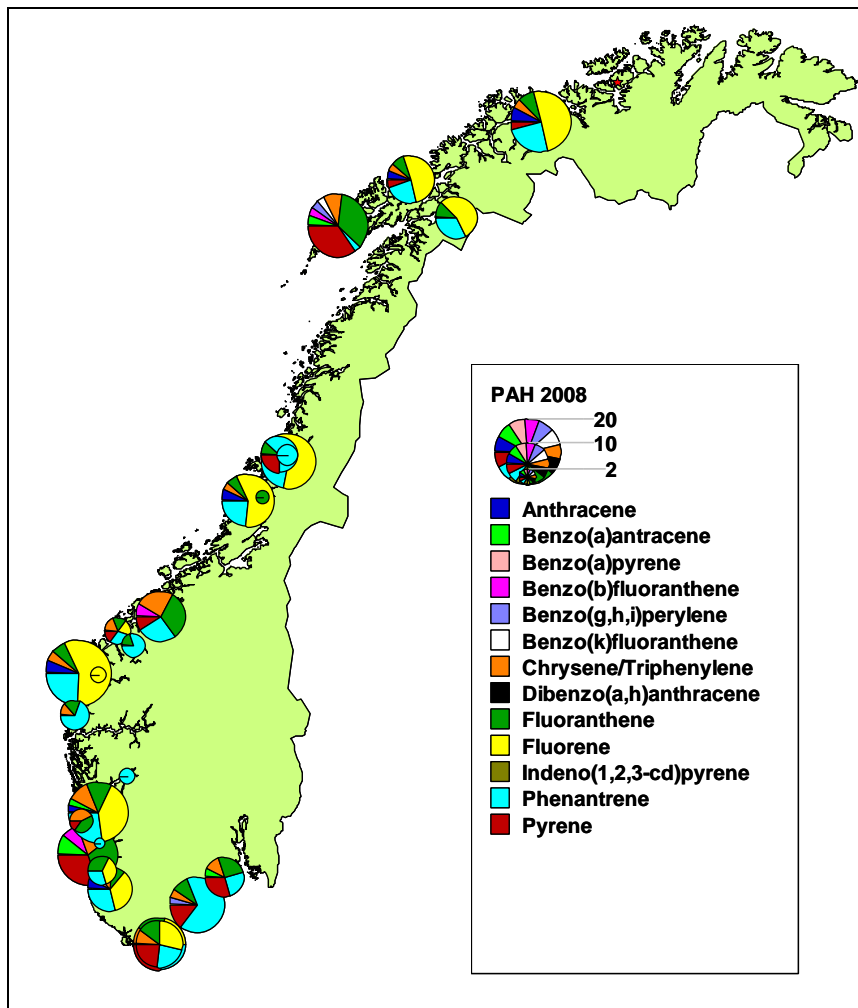
Konsentrasjonene av de ulike PAH-forbindelsene i kamskjell, oskjell, østers og hjerteskjell er vist i tabell 22. Verdiene var generelt lave, og for kamskjell og oskjell var det lavere maksverdier i 2008 enn i 2007. Konsentrasjonsforholdet mellom de ulike PAH-forbindelsene er vist i figur 17. Mens kamskjell- og oskjellprøvene hadde omtrent samme sammensetning av PAH-forbindelser, dominert av pyren, fenantren, fluoren og fluoroanten, hadde prøven av hjerteskjell en litt annen sammensetning, med fluoranten, antracen og benzo(a)antracen. I prøven av strandsnegl som ble analysert for PAH viste alle PAH-forbindelsene konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensene (ikke vist).

Tabell 21. Concentration range (µg/kg wet weight) of the sum of PAH compounds and benzo(a)pyrene in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast in August 2008. Results are also shown for 2007 and 2006.

Blue mussel	EU limit	2008	2007	2006
PAH (µg/kg wet weight)		N=28	N=31	N=43
Benzo(a)pyrene	10	<0.5-0.6	<0.5-1.3	<0.5
Sum PAH ¹⁾		<0.5-19	<0.5-268	
Sum PAH ²⁾		<6.5-23		

1) Lower bound LOQ

2) Upper bound LOQ



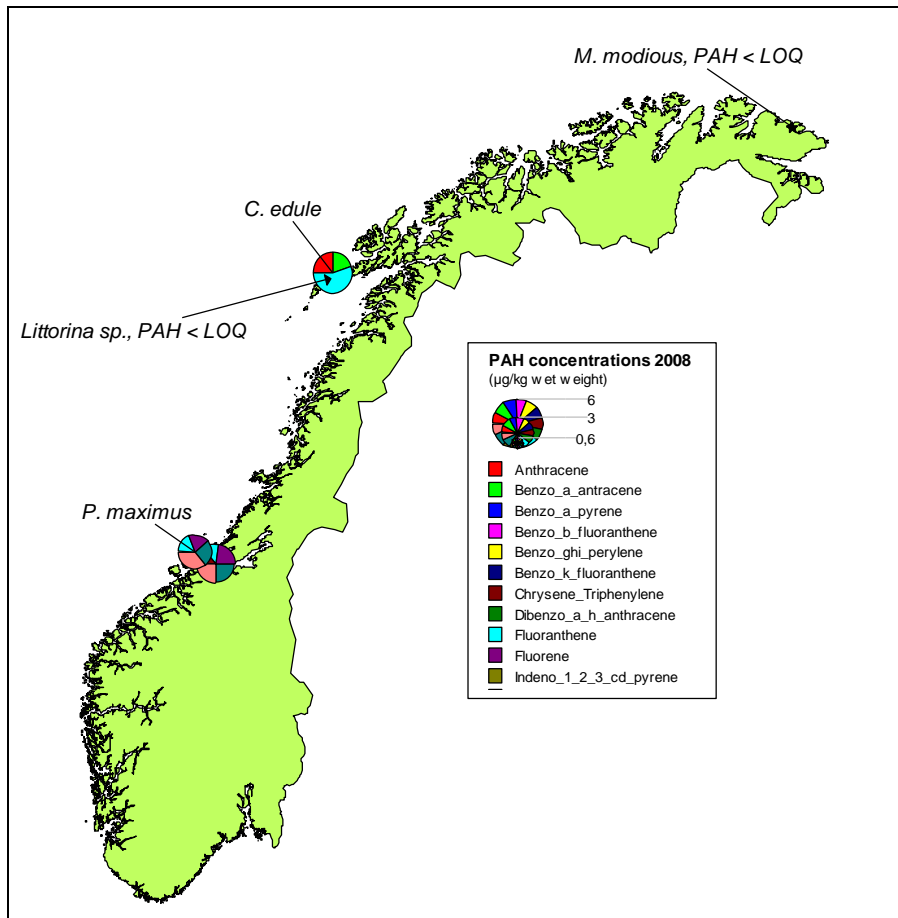
Figur 16. Concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) of PAH in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled at 28 localities along the Norwegian coast in August-September 2008. Pie sizes indicate the total concentration of PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight), where concentrations $< \text{LOQ}$ were set to zero (lower bound LOQ). The colour of the pie slices indicate the relative contribution of the different PAH compounds measured. A small red star indicates that there were no quantifiable PAHs present.

Tabell 22. Concentration range ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) of the sum of all positively identified PAH compounds and benzo(a)pyrene in great scallops (*Pecten maximus*), horse mussels (*Modiolus modiolus*), oysters (*Ostrea edulis*) and cockles (*Cerastoderma edule*) sampled along the Norwegian coast in autumn 2008. Results are also shown for 2007 and 2006.

Species	Scallops		Horse mussels		Oysters	Cockles	
	2008	2007	2008	2007	2007	2008	2007
PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight)	N =2	N=4	N=2	N=1	N=1	N=1	N=1
Benzo(a)pyrene (EU upper limit 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$)	<0.5	<0.5-0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Sum PAH ¹⁾	3.1-4.3	0-11	0	22	<0.5	4.2	1.5
Sum PAH ²⁾	7.6-8.3		<6.5		<6.5	9.2	

1) Lower bound LOQ; Values $< \text{LOQ} = 0$

2) Upper bound LOQ; Values $< \text{LOQ} = \text{LOQ}$



Figur 17. Concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight) of PAH in horse mussels (*Modiolus modiolus*), cockles (*Cerastoderma edule*), periwinkles (*Littorina* sp.), scallops (*Pecten maximus*) and crab (*Cancer pagurus*) sampled along the Norwegian coast in August-October 2008. Pie sizes indicate the total concentration of PAHs ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight; lower bound LOQ). Pie slice colours indicate the different PAH compounds measured. A small red star indicates no quantifiable PAHs. For crab, only one of the three samples is shown.

Konklusjoner

Av i alt 388 prøver undersøkt for *E. coli* hadde 337 prøver konsentrasjoner under grensen for klassifisering til A-område. 46 prøver hadde konsentrasjoner av *E. coli* som svarer til B-område og fem prøver hadde konsentrasjoner som svarer til C-område.

Enterokokker ble påvist i åtte av de 388 undersøkte prøvene, mens *Salmonella* ikke ble påvist i noen av de 61 undersøkte prøvene.

To av to prøver av hel innmat av oskjell prøvetatt oversteg EU's øvre grenseverdi for kadmium i skjell. Utenom dette ble ikke noen grenseverdier oversteget i 2008. Det var svært høy konsentrasjon av kadmium i to prøver av brunmat av krabbe, og selv om taskekrabbe er unntatt for EU's grenseverdi for kadmium i krepsdyr, er dette verdt å merke seg. Nivået av de organiske miljøgiftene var forholdsvis lavt i alle prøver som ble analysert for dette.

Blåskjell

Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell var over 0,2 mg/kg våtvekt i fire prøver tatt våren 2008 i Hordaland og Sogn og Fjordane. Mens forholdsvis høye konsentrasjoner av totalarsen forekommer tidvis både i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal, har forhøyede konsentrasjoner av uorganisk arsen bare vært registrert i Hordaland og Sogn og Fjordane.

Tre blåskjell-lokaliteter (en i Finnmark, en i Nord-Troms og en i Sogn og Fjordane) hadde kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell på mer enn 0,4 mg/kg våtvekt, og fire ulike lokaliteter i Hordaland, en lokalitet i Sogn og Fjordane og en i Nordland hadde blykonsentrasjoner over 0,45 mg/kg våtvekt.

Av ni analyserte blåskjellprøver hadde alle lave konsentrasjoner av PCB₇, dioksiner, dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere. Alle lokalitetene hadde forholdsvis lave konsentrasjoner av PAH, og ingen prøver hadde konsentrasjoner av benzo(a)pyren over grenseverdien på 10 µg/kg våtvekt.

Østers

Prøven av østers hadde kadmiumkonsentrasjon lik EU's øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt, og lave konsentrasjoner av PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere.

Kamskjell

Muskel og rogn av kamskjell hadde generelt lave konsentrasjoner av både metaller og PAH.

Oskjell

To av to prøver av oskjell prøvetatt i Finnmark hadde konsentrasjoner av kadmium over EU's øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt, men ingen av de to prøvene hadde konsentrasjoner av bly over grenseverdien på 1,5 mg/kg våtvekt. Alle PAH-forbindelsene viste konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen i oskjell.

Hjerteskjell

Prøven av hjerteskjell hadde lave konsentrasjoner av alle metaller og PAH.

Strandsnegl

Prøven av strandsnegl hadde lave konsentrasjoner av alle metaller og PAH.

Anbefalinger for 2010

- Arsen i blåskjell følges opp videre, spesielt med å se på forskjellen i arsenspecier mellom prøver tatt i ulike områder.
- PAH-bestemmelse, og da spesielt benzo(a)pyren, bør inkluderes også i programmet for 2010.
- Blåskjell bør brukes som referanseorganisme der det tas prøver av andre skjellarter, ved at det tas prøver av blåskjell fra samme lokalitet.
- 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 kostholdsrad for oskjell bør nyrene fjernes før prøvene analyseres

Litteraturliste

- Folven, K. I., Glover, C. N., Malde, M. K. and Lundebye, A. K. (2009). Does selenium modify neurobehavioural impacts of developmental methylmercury exposure in mice? *Environmental Toxicology and Pharmacology* 28(1): 111-119.
- Frantzen, S., Lunestad, B. T., Måge, A., Nilsen, B. M. and Julshamn, K. (2008). Tilsynsprogrammet for skjell 2007 - fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. Årsrapport til Mattilsynet, NIFES: 51 s.
- Julshamn, K. and Måge, A. (2006). Overvåkningsprogram for skjell. Årsrapport 2005. Bergen, NIFES: 38 s.
- Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S. and 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. and 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. and Florvåg, M. (2003). Overvåkningsprogram for skjell. Metaller og bakterieinnhold i skjell. Årsrapport 2002. Bergen, NIFES: 33 s.
- Ralston, N.V.C. (2008). Selenium health benefit values as seafood safety criteria. *EcoHealth* 5: 442-455.
- Sloth, J. J. and 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. and Fosshem, M. (2008). Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkingsgruppen 2008. Fisken og Havet: 99 s.