



Årsrapport 2009

Mattilsynet

Tilsynsprogrammet for skjell 2009

- Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler og krabbe)
- Mikroorganismer

Sylvia Frantzen, Bjørn Tore Lunestad, Arne Duinker, Kåre Julshamn

22. juni 2010

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 "Overvåkingsprogrammet for skjell" som ble initiert av Fiskeridirektoratet i 1999.

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

Ved NIFES har det på vegne av Mattilsynet i 2009 blitt gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *Escherichia coli*, enterokokker og *Salmonella*, samt kjemiske analyser for 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 bestemmelse 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 2009 for mikroorganismer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers, hjerteskjell og strandsnegl) og fremmedstoffer i skjell (blåskjell, kamskjell og østers) og krabbe.

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2009 var Elin Kronstad. Prøvemottak ved Elin Kronstad, Manfred Torsvik, Anne Margrethe Aase, Vidar Fauskanger og Nargis Islam sto for prøveregistrering, måling og veiing 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, 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, Lene Skålevik og Lekny Fjeldstad.

PAH-analyser har vært utført av Eurofins.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, 22.06.2010

Innhold

Forord	3
Sammendrag	5
Summary	7
Innledning	9
Materiale og metoder	13
Lokaliteter og prøvetaking	13
Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer	16
Donovans metode for bestemmelse av <i>Escherichia coli</i> (NIFES metode nr. 296)	16
Bestemmelse av enterokokker (NIFES metode nr. 116)	16
Påvisning av <i>Salmonella</i> ved MiniVidas (NIFES metode nr. 291)	17
Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer	17
Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)	17
Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (NIFES metode nr. 261)	18
Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS (NIFES metode nr. 286)	18
Bestemmelse av PBDE, PCB ₇ , og dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)	19
Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	19
Resultater og kommentarer	20
Mikroorganismer i skjell	20
Metaller	23
Metaller i blåskjell	23
Metaller i kamskjell	32
Metaller i østers	33
Metaller i taskekrabbe	36
PCB₇	37
PCB ₇ i blåskjell og kamskjell	37
Dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl-PCB)	39
PCDD/PCDF og dl-PCB i blåskjell og kamskjell	39
Polybromerte flammehemmere PBDE	41
PBDE i blåskjell og kamskjell	41
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	43
PAH i blåskjell og kamskjell	43
Konklusjoner	44
Mikroorganismer	44
Fremmedstoffer	45
Blåskjell	45
Kamskjell	45
Østers	45
Krabbe	45
Anbefalinger for 2011	45
Litteraturliste	46

Sammendrag

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, ble det i 2009 tatt ut i alt 400 prøver fordelt gjennom hele året. Av disse var 369 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 17 av kamskjell (*Pecten maximus*), 10 av østers (*Ostrea edulis*), to av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og to av strandsnegl (*Littorina littorea*). 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 58 av prøvene ble også analysert med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EUs referansemethode (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 automatisert immunologisk metodikk (ELFA, Vidas *Salmonella*), kombinert med konvensjonell dyrkning og verifikasjon for eventuelle positive prøver.

I alt 327 (82 %) 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 9100/100 g. Enterokokker i konsentrasjoner på eller over påvisningsgrensen (100 /g) ble påvist i seks av prøvene. Ingen av de 58 prøvene som ble analysert for *Salmonella* ble funnet positive.

Fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell for bestemmelse av fremmedstoffer fordelte seg på 29 lokaliteter våren 2009 og 27 lokaliteter høsten 2009, og til sammen ble det tatt 59 prøver. I tillegg ble det tatt ut i alt seks prøver av stort kamskjell og to prøver av krabbe (*Cancer pagurus*). Resultater for syv prøver av østers tatt ut sommeren 2008 er også rapportert her. 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 prøvene ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen. I tillegg ble 27 blåskjellprøver og tre kamskjellprøver tatt ut om høsten analysert for tributyltinn (TBT) samt de organiske miljøgiftene polyklorerte bifenyler (PCB₇), dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere (PBDE) og 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 PBDE ble bestemt med GC-MS, og dioksiner og dioksinlignende PCB med høyoppløsende GC-MS. Det ble benyttet en felles opparbeidelsesmetode for bestemmelse av dioksiner, PCB og PBDE.

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 EUs øvre grenseverdier for disse. Konsentrasjonen av totalarsen og uorganisk arsen var relativt lavt, der den høyeste konsentrasjonen av totalarsen i blåskjell var 4,2 mg/kg våtvekt og den høyeste andelen uorganisk arsen var 2,2 %.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, PBDE og PAH var lave i de 27 blåskjellprøvene som ble analysert for dette. Dioksiner, i form av 2,3,7,8-TCDD og 1,2,3,7,8-PeCDD, utgjorde en større andel av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB enn det som har vært observert tidligere, når PCB-126 har vært den dominerende kongeneren.

Seks prøver av muskel og gonade av kamskjell viste konsentrasjoner av metaller stort sett på samme lave nivå som i tidligere år. Med hensyn til kadmium var konsentrasjonene noe høyere i 2009 enn de fleste år. Den høyeste konsentrasjonen var imidlertid 0,50 mg/kg våtvekt, som er godt under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt. De tre prøvene av kamskjell som ble analysert for de organiske miljøgiftene PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB, PBDE og PAH hadde alle svært lave konsentrasjoner av disse.

Blant de syv østersprøvene som ble analysert for metaller var det to prøver som hadde konsentrasjoner av kadmium over EU og Norges øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt, med henholdsvis 1,2 og 1,3 mg/kg våtvekt. Dette var to prøver tatt fra naturlige østersbestander utenfor Tønsberg.

To prøver av krabbeklokkjøtt og to prøver av krabbebrunmat som ble analysert for metaller hadde generelt konsentrasjoner av metaller på samme nivå som i 2007, med unntak av kadmium der konsentrasjonen var litt høyere i brunmat med 5,2 og 6,1 mg/kg våtvekt. Brunmat av krabbe er imidlertid unntatt fra EUs øvre grenseverdier for mattrygghet. En kartlegging av kadmium i krabbe skal gjennomføres i tilsynsprogrammet for skjell i 2010.

Summary

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish monitoring programme, a total of 400 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples 369 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 17 samples were scallops (*Pecten maximus*), 10 were oysters (*Ostrea edulis*), two were cockles (*Cerastoderma edule*) and two were periwinkles (*Littorina littorea*). 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. All samples were analysed for *E. coli* and enterococci, and 58 of the samples were also analysed 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 analysed for the presence of *Salmonella* using an automated immunological method (ELFA, Vidas *Salmonella*), combined with conventional cultivation and verification for any positive sample.

In total 327 (82%) 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, thus allowing the shellfish for direct consumption. The highest number of *E. coli* in a sample was 9100/100 g. Enterococci in concentrations at or over the limit of detection (100/ g) were detected in six of the samples. *Salmonella* was not detected in any of the 58 samples analysed.

Chemical contaminants

Samples of blue mussels for the analysis of chemical substances were taken from 29 localities in spring and 27 localities in autumn 2009, and a total of 59 samples were taken. In addition a total of six samples of scallops, seven samples of oysters and two samples of crab (*Cancer pagurus*) 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 Authority, and sent to NIFES for analyses.

All the samples of shellfish were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, tin and mercury. In addition inorganic arsenic was determined. The 27 blue mussel samples and three scallop samples taken in the autumn were additionally analysed for tributyl tin (TBT) as well as the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB₇), dioxins and dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers; PBDE) and polyaromatic hydrocarbons (PAH).

With the exception of PAH 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 2009 were in the same range as previous years, and none of the concentrations of the heavy metals cadmium, mercury or lead exceeded the EU's upper limits. The concentrations of total and inorganic arsenic were relatively low, where the highest concentration of total arsenic in blue mussels was 4.2 mg/kg wet weight and the highest portion made up by inorganic arsenic was 2.2%.

The concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs, PCB₇, PBDE and PAHs were low in all 27 blue mussel samples analysed for these. Dioxins, in the form of 2,3,7,8-TCDD and 1,2,3,7,8-PeCDD, made up a greater part of the sum of dioxins and dioxin-like PCBs than in 2008, when PCB-126 was the predominating congener.

Six samples of adductor muscle and gonad of scallops had concentrations of metals generally at the same low level as previous years. Cadmium showed somewhat higher concentrations in 2009 than most years. The highest concentration of cadmium was, however, 0.5 mg/kg wet weight, which is well below the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. The three scallop samples analysed for PCB₇, dioxins and dioxin-like PCBs, PBDEs and PAHs all had very low concentrations of these POPs.

Among the seven oyster samples analysed for metals two samples had concentrations of cadmium exceeding EU and Norway's upper limit of 1.0 mg/kg wet weight, with 1.2 and 1.3 mg/kg wet weight, respectively. These two samples were both collected at a natural oyster population near Tønsberg.

Two samples of crab claw meat and two samples of crab brown meat analysed for metals had generally concentrations of metals at the same level in 2009 as in 2007, with the exception of cadmium, where the concentration was somewhat higher in brown meat this year, with 5,2 and 6,1 mg/kg wet weight. However, brown meat of crab is exempted from EU's upper limits for food safety. A larger study of cadmium in crab is planned for the shellfish monitoring programme of 2010.

Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med et stort uutnyttet potensial langs norskekysten. I 2008 ble det i alt eksportert 2 679 tonn skalldyr (utenom reker), og av dette var rundt 700 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Eksportutvalget for fisk, www.seafood.no). Statistikk for 2009 er ikke åpent tilgjengelig. 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. Ettersom skalldyrnæringen er en relativt ung næring har det offentlige satt inn betydelige ressurser i slik overvåkning for å støtte 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 med oppkast og diaré (DSP) og lammelser (PSP), mikroorganismer, samt fremmedstoffer som metaller og organiske miljøgifter. Fremmedstoffer kan tas opp enten rett fra vannet over gjellene eller via fødeopptaket. 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 renseprosesser 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

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."

hos varmblodige dyr, men i mindre antall enn *E. coli* (beskrevet forholdstall er 1:4). Enterokokker finnes bare i vann som er tilført fekal forurensning, det vil si forurensning med tarmmateriale fra varmblodige dyr. De er relativt motstandsdyktige mot uttørking og frysing, og overlever lengre enn koliforme bakterier i vann. Enterokokker blir derfor regnet som en bedre indikator for tilstedeværelse av virus enn termotolerante eller fekale koliforme bakterier, som også ofte brukes som indikator for fekal forurensning.

Blant *Salmonella* – bakteriene finnes det over 2500 varianter (serovarianter). Avhengig av hvilken serovariant som er involvert, kan bakterier i slekten *Salmonella* gi infeksjon hos mennesker (salmonellose) med varierende styrke, fra nær symptomløshet til alvorlig mage-tarminfeksjon med feber og blodig diaré, eller i alvorlige tilfeller systemisk infeksjon. I Norge hadde vi i 2009 til sammen 1234 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 70 % av tilfellene var ervervet utenlands, og for 9 % av tilfellene var smittested ukjent (www.fhi.no). I tillegg hadde vi dette året 11 registrerte tilfeller av infeksjon med de tyfoide *Salmonella*-variantene (*S. Typhi* og *S. Paratyphi*). For disse var det seks tilfeller av utenlandssmitte, fire tilfeller av smitte i Norge og ett tilfelle der smittested var ukjent. Ingen kjente tilfeller av salmonellose har vært knyttet til konsum av norske skjell.

Siden matvarer er den viktigste smittekilden for salmonellose, kan varer som inneholder *Salmonella*-bakterier ikke lovlig 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 av skjellartene det produseres mest av i Norge, og tilsynsprogrammet fokuserer derfor mest på denne. Sammenlignet med andre skjell, 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. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif; tidligere 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 Klifs klassifisering. Det er også etablert grenseverdier for såkalte miljøkvalitetsstandarder i forbindelse med EUs vannrammedirektiv.

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 (Frantzen m. fl. 2008, 2009; Sloth og 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 og Norges øvre grenseverdier for henholdsvis bly og kadmium på 1,5 og 1,0 mg/kg våtvekt (Julshamn m. fl. 2008). I Norge spiser vi som oftest bare lukkemuskel og rogn av 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 imidlertid hele innmaten, og her har det vært problemer for en del dyrkere som har opplevd ikke å få høste på grunn av for høye kadmiumverdier.

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.

Blåskjell har imidlertid vist seg å akkumulere polyaromatiske hydrokarboner (PAH), noe som gjør at arten kan benyttes som 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 2009

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2009 var å:

- gi grunnlag for å bedømme om skjellene er trygg mat i henhold til EUs 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,
- 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, polyklorerte bifenyl (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 utført 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 2009, månedlig ved hver lokalitet. Til sammen ble det tatt 400 prøver til mikrobiologiske analyser, fra i alt 58 ulike lokaliteter (tabell 2; figur 2). I praksis ble 25 av lokalitetene prøvetatt ti ganger eller mer, og hele 24 av lokalitetene ble kun prøvetatt en gang for mikrobiologisk analyse (*E. coli* og enterokokker).

Prøver av blåskjell og kamskjell til bestemmelse av fremmedstoffer ble tatt ut henholdsvis om våren (februar - juni) og om høsten (august - september) i 2009, i hovedsak samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. Østers ble prøvetatt i mai og oktober 2008, men ikke sendt til NIFES før i desember 2008, slik at de ikke kom med i rapporten for 2008. Krabbep prøvene ble tatt ut i desember 2009. I praksis var det noen områder hvor det ble tatt prøver fra ulike lokaliteter om våren og om høsten, slik at til sammen ble 73 prøver fra i alt 46 ulike lokaliteter analysert for fremmedstoffer (tabell 2). Alle disse ble analysert for metaller, mens i alt 30 prøver tatt ut om høsten ble i tillegg analysert for organiske miljøgifter.

Til mikrobiologisk analyse ble det totalt samlet inn 369 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 17 prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*), 10 prøver av europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*), to prøver av vanlig hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og to prøver av strandsnegl (*Littorina littorea*) (tabell 2). Til analyse for metaller ble det tatt ut 56 prøver av blåskjell, seks prøver av kamskjell, fire prøver av østers og to prøver av taskekrabbe (*Camcer pagurus*). Til analyse for organiske miljøgifter ble det tatt ut 27 prøver av blåskjell og tre prøver av kamskjell.

Blåskjell ble samlet inn fra i alt 48 ulike lokaliteter langs hele kysten fra Vest-Finnmark til Østfold (figur 1; tabell 2), og de aller fleste blåskjellprøvene var av dyrkede skjell. Kamskjellprøver ble hentet fra en dyrket bestand i Rogaland (Fluarholmen) samt ville bestander i Sør-og Nord-Trøndelag. Østersprøver ble tatt ved et dyrkingsanlegg i Hordaland (Agapollen), samt fra lokaliteter med ville østers i henholdsvis Aust-Agder (Arendal) og Skagerrak (Tønsberg). Hjerteskjell og strandsnegl ble prøvetatt fra ville bestander i Lofoten. Krabbene som ble prøvetatt var fra ville bestander i Sør-Trøndelag og Nordland.

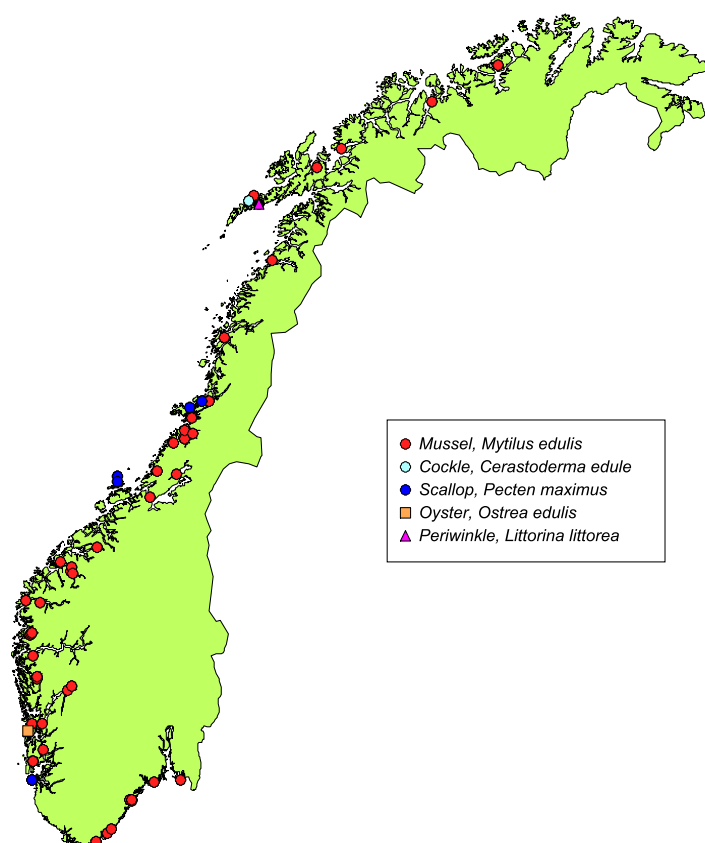
Alle skjell som ble sendt inn til analyse måtte være av høstbar størrelse, og det måtte være nok prøvemateriale til alle analysene. Antallet skjell i samleprøvene varierte derfor mellom artene, avhengig av størrelse. Hver blåskjellprøve inneholdt minst 50 skjell med mer enn 40 millimeter skall-lengde.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

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

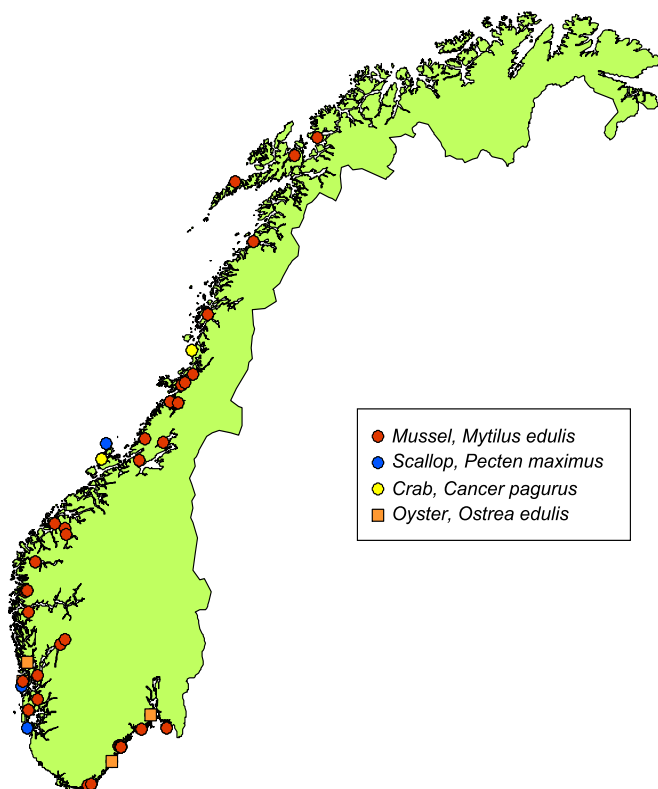
Tabell 2. The number of sampling localities and number of samples taken for the shellfish surveillance programme in 2009, shown for each species and region. For micro-organisms, the numbers in brackets are the number of samples analysed for *Salmonella* in addition to *E. coli* and *Enterococcus*. For 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 2009, while organic contaminants were only determined in samples from autumn 2009.

Species	Region	Micro-organisms 2009		Chemical substances		
		Localities	Samples	Spring 2009	Autumn 2009	2009
Blue mussel	Finnmark	1	6 (0)			
	Troms	3	33 (11)	1	2	2 / 3
	Nordland	4	32 (1)	2	3	3 / 5
	Nord-Trøndelag	8	63 (4)	4	5	6 / 9
	Sør-Trøndelag	2	33 (0)	2 / 3	2	2 / 5
	Møre og Romsdal	5	32 (0)	2	3	3 / 5
	Sogn og Fjordane	6	41 (1)	4	5	5 / 9
	Hordaland	6	51 (4)	4	4	4 / 8
	Rogaland	4	24 (3)	2	0	2 / 2
	Agder	7	28 (1)	6	2	7 / 8
	Skagerrak-coast	2	26 (26)	2 / 3	2	2 / 5
	Total	48	369 (51)	29 / 31	28	36 / 59
Scallop	Nord-Trøndelag	2	2 (1)			
	Sør-Trøndelag	2	6 (5)	2	2	2 / 4
	Rogaland	1	11 (0)	1	1	1 / 2
	Total	5	17 (5)	3	3	3 / 6
Oyster	Hordaland	1	10 (0)	2	1	2 / 3
	Agder			1	1	1 / 2
	Skagerrak-coast			1	1	1 / 2
	Total	1	10 (0)	4	3	4 / 7
Crab	Nordland				1	1 / 1
	Sør-Trøndelag				1	1 / 1
	Total				2	2 / 2
Common cockle	Nordland	1-2*	2 (0)			
Periwinkle	Nordland	1-2*	2 (2)			
Total		57-59	400 (58)	38	34 / 35	42 / 73

*Exact sampling site not identified



Figur 1 Map of Norway indicating where different shellfish species were sampled for microbiological determinations for the surveillance programme in 2009. The different symbols indicate species.



Figur 2 Map of Norway indicating where shellfish were sampled in 2009 for determination of chemical contaminants.

Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer

Nesten 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. 58 av de totalt 400 prøvene ble i tillegg til *E. coli* og enterokokker også undersøkt med tanke på *Salmonella*, og en prøve ble kun 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 bestemmelse. 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 kombinasjoner av rør med vekst og rør uten vekst, i en økende fortynning av prøven. Prinsippet for rørmetoden 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 TBX-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 Nordisk metodikkommitté för livsmedel (NMKL), metode nr. 96, 4. utg. 2009. Mikrobiologiske undersøkelser i fersk og fryst sjømat, ISO/TS 16649-3:2005 og ISO 6887-3:2003. Denne metoden er i henhold til EUs Direktiv 91/492/EEC, og er referansemetodikk 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 fortynninger (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, enzyumbundet 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 standardene NMKL nr. 71, 5. utgave 1999 og AFNOR Bio-12/16-09/05.

Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer

Innholdet i skjellene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble slått sammen til samleprøver. For blåskjell og østers ble hele innmaten tatt med i samleprøvene, mens for kamskjell ble lukkemuskel og rogn slått sammen. For krabbe ble det laget en samleprøve av klokjøtt og en samleprøve av brunmat, og krabbene var kokt og plukket på forhånd.

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. Prøver tatt ut om høsten ble analysert for de organiske fremmedstoffene PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere (PBDE), PAH og 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. Rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet, og gull ble tilsatt for å stabilisere kvikksølvsignalene. Riktighet og presisjon for metallbestemmelsene ble 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 PBDE, PCB₇, og dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)

Frysetørket prøve ble blandet med hydromatriks og tilsatt internstandard for dioksiner og furaner, PCB og PBDE. Prøvene ble ekstrahert med heksan ved hjelp av Accelerated Solvent Extractor-300 (ASE) eller Pressurized Liquid Extraction (PLE). Fettet ble nedbrutt on-line med svovelsyreimpregneret kiselgel i cellene. Ekstraktet ble videre rensset kromatografisk på kolonner pakket med henholdsvis multilayer silica, alumina og karbon på en Power Prep. Det samlet seg to fraksjoner. Fraksjon 1 inneholdt PBDE, PCB₇ og mono-orto PCB, mens fraksjon 2 inneholdt dioksiner, furaner og non-orto PCB.

PBDE ble analysert på GC-MS NCI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og en fempunktss kalibreringskurve. Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener som summeres til en "standard sum PBDE" (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183). I tillegg kvantifiseres PBDE-66, 119, og 138. Kvantifiseringsgrensene er henholdsvis 0,005 og 0,01 µg/kg for de ulike PBDE-kongenerne.

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

Dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble analysert på høyoppløsende GC-MS (HRGC-MS) og kvantifisert ved hjelp av isotopfortynning /intern standard. Toksiske ekvivalent verdier (TEQ), ble beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalent faktorer (TEF). Kvantifiseringsgrensen for de ulike kongenerne av dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB varierer mellom 0,008-0,4 pg/g.

Metoden ble prøvd ved ringtestdeltakelse våren 2009 med sild som prøvemateriale og Folkehelseinstituttet som ringtestarrangør. Av de 29 kongenerne viste alle en tilfredsstillende Z-score ($-2 < Z < 2$), unntatt PCB-189, som hadde en Z-score på 2,2.

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 µg/kg prøve. Metoden er akkreditert.

Resultater og kommentarer

Mikroorganismer i skjell

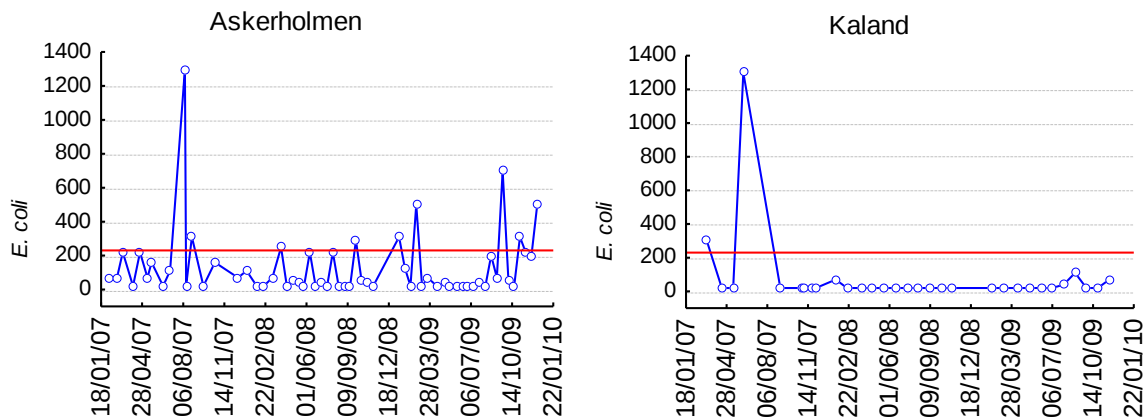
Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 327 (82 %) av de 400 prøvene som ble undersøkt (tabell 5) og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 73 prøvene (18 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Av disse hadde tre prøver et innhold over 4600/100 g; to blåskjellprøver og en prøve av hjerteskjell. I disse tre prøvene var konsentrasjonen av *E. coli* 9100/100 g.

Enterokokker kunne påvises i seks av de undersøkte prøvene (tabell 5). Fire av disse inneholdt 100 enterokokker/g skjellmat, en hadde 200 og en hadde 300 enterokokker/g skjellmat. Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 58 undersøkte prøvene.

Data for konsentrasjon av *E. coli* i blåskjell fra til sammen 18 stasjoner med lange serier av prøvetakning i perioden fra 2007 til 2009, er sammenstilt for å avdekke eventuelle systematiske variasjoner i forhold til årstid eller nedbørsmengde. Disse 18 stasjonene viste ulike mønstre for forekomst av *E. coli*, og to eksempler er vist i figur 3.

Tabell 5. Number of shellfish samples analysed 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 analysed for this.

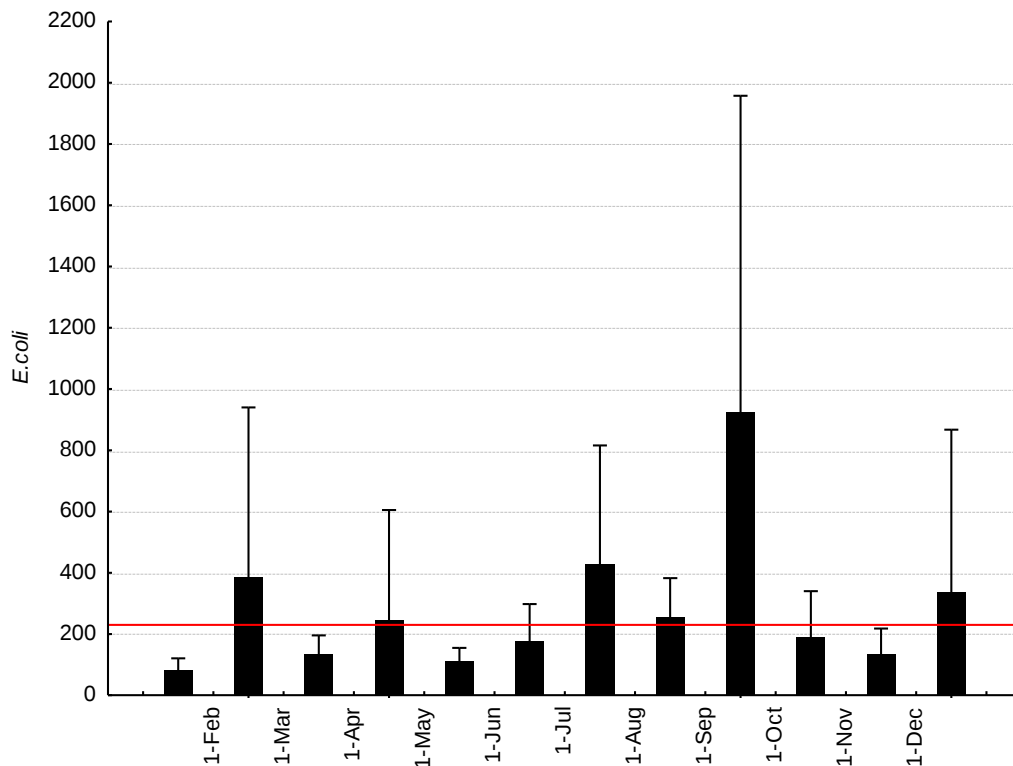
Art	Region	# samples	# <i>E. coli</i> >230/100g	# Enterococci ≥100/g	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blue mussel	Finnmark	6	0	0	0/0
	Troms	33	6	1	0/11
	Nordland	32	4	0	0/1
	Nord-Trøndelag	62	9	0	0/4
	Sør-Trøndelag	33	8	2	0/0
	Møre og Romsdal	32	3	1	0/0
	Sogn og Fjordane	41	3	0	0/1
	Hordaland	51	8	1	0/4
	Rogaland	25	8	0	0/3
	Agder	28	4	0	0/1
	Skagerrak	26	13	0	0/26
Scallop	Nord-Trøndelag	2	0	0	0/1
	Sør-Trøndelag	4	1	0	0/4
	Rogaland	11	1	0	0/0
Oyster	Hordaland	10	3	0	0/0
Cockle	Nordland	2	2	1	0/0
Periwinkle	Nordland	2	0	0	0/2
Total		400	73	6	0/58



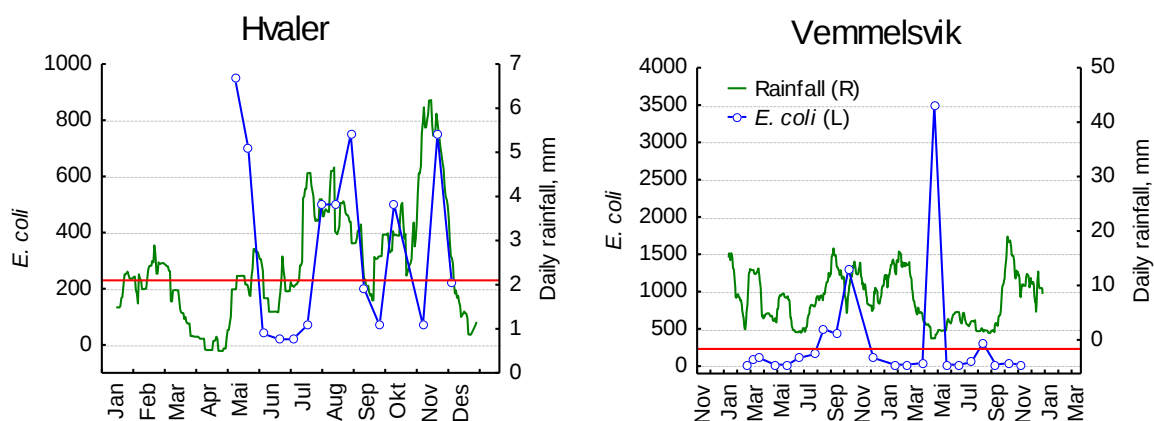
Figur 3. Number of *E. coli* detected in blue mussels (*Mytilus edulis*) collected at Askerholmen (Åfjord) and Kaland (Inner Hardanger) in the period from 2007 to 2009.

Disse eksemplene viser to hovedmønstre, ett med gjentatte påvisninger med lave konsentrasjoner og enkelte høye verdier (Askerholmen, Åfjord), og ett annet mønster med enkeltverdier som var høye mot en bakgrunn av lange serier uten noen påvisning (Kaland, indre Hardanger).

En sammenstilling av data fra de 18 stasjonene og årene 2007 til og med 2009, fordelt på måned for prøvetakning, viser gjennomgående ingen klare tendenser (figur 4). Det kan likevel se ut til at det er noe høyere forekomst av *E. coli* i prøver innhentet i september måned.



Figur 4. Number of *E. coli* detected in blue mussels (*Mytilus edulis*) according to season, during the shellfish monitoring programme 2007-2009



Figur 5. Detection of *E. coli* (number per 100 g) in samples of mussels (*Mytilus edulis*) from Hvaler (during 2007 and 2008) and Vemmelsvik (during 2008 and 2009), and daily rainfall in millimetre (sliding average over 30 days).

En mulig forklaring på sesongmessig høye konsentrasjoner av *E. coli* i skjell kan være at en i perioder med stor nedbørsaktivitet kan få avrenning fra land med innhold av fekal materiale fra dyr, eller at det blir en overbelastning av kloakksystemet med overrenning som resultat. Figur 5 viser sammenhengen mellom nedbørsaktivitet og påvisning av *E. coli* på to undersøkte stasjoner (Hvaler og Vemmelsvik). Det kan sees en samvariasjon mellom *E. coli*-påvisning og økt nedbørsmengde. Hva som var årsakene til påvisningsmønsteret for disse to stasjonene er ikke kjent. Informasjon om nedbørsaktivitet er hentet fra Meteorologisk institutt.

Metaller

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen, ble i 2009 bestemt i blåskjell, stort kamskjell, europeisk flatøsters og taskekrabbe. Tributyltinn (TBT) ble bestemt i 26 prøver av blåskjell og to prøver av kamskjell.

Metaller i blåskjell

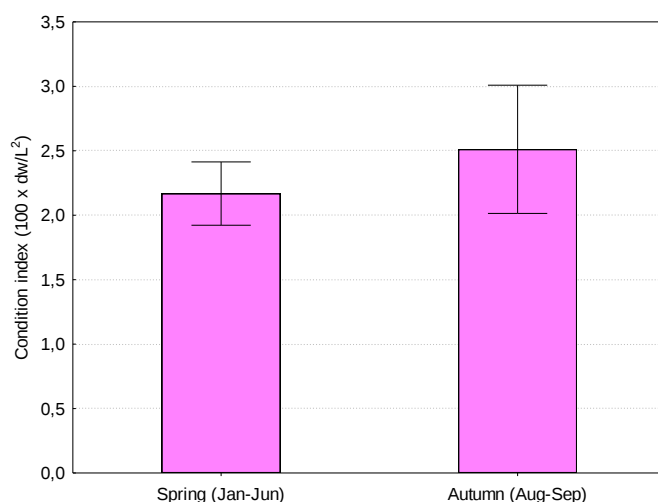
Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2009 er vist i tabell 6, gitt som gjennomsnitt og standardavvik av alle prøver fra alle de lokalitetene som var inkludert i overvåkningsprogrammet disse årene. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2009 som tidligere år. Tabell 7 viser gjennomsnittlig metallkonsentrasjon samt største og minste verdi av alle blåskjellprøver tatt henholdsvis om våren og høsten 2009, og tabell 8 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av metaller i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene våren og høsten 2009.

Blåskjellene hadde noe høyere gjennomsnittlig matinnhold om høsten enn om våren, men forskjellen var ikke betydelig (figur 6). Heller ikke i 2008 var det betydelig økning i matinnhold hos blåskjell fra vår til høst, slik som det ble observert i 2007 (Frantzen m. fl. 2008, 2009).

Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2009 var 1,0 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 0,88 til 1,2 mg/kg våtvekt. Også i 2008 og 2005 ble det funnet høyere kobberverdier i blåskjell prøvetatt på høsten sammenlignet med blåskjell prøvetatt på våren. I 2007 og 2006 var imidlertid kobberkonsentrasjonene omtrent de samme vår og høst.

Kobberinnholdet i blåskjell varierte fra en region til en annen i 2009 (figur 7), og det var betydelig høyere kobberkonsentrasjon i blåskjell fra Nordland enn i blåskjell fra Hordaland og Agder. I Nordland var gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon 1,4 mg/kg våtvekt, mens i Hordaland og Agder var gjennomsnittskonsentrasjoner henholdsvis 0,76 og 0,81 mg/kg våtvekt.



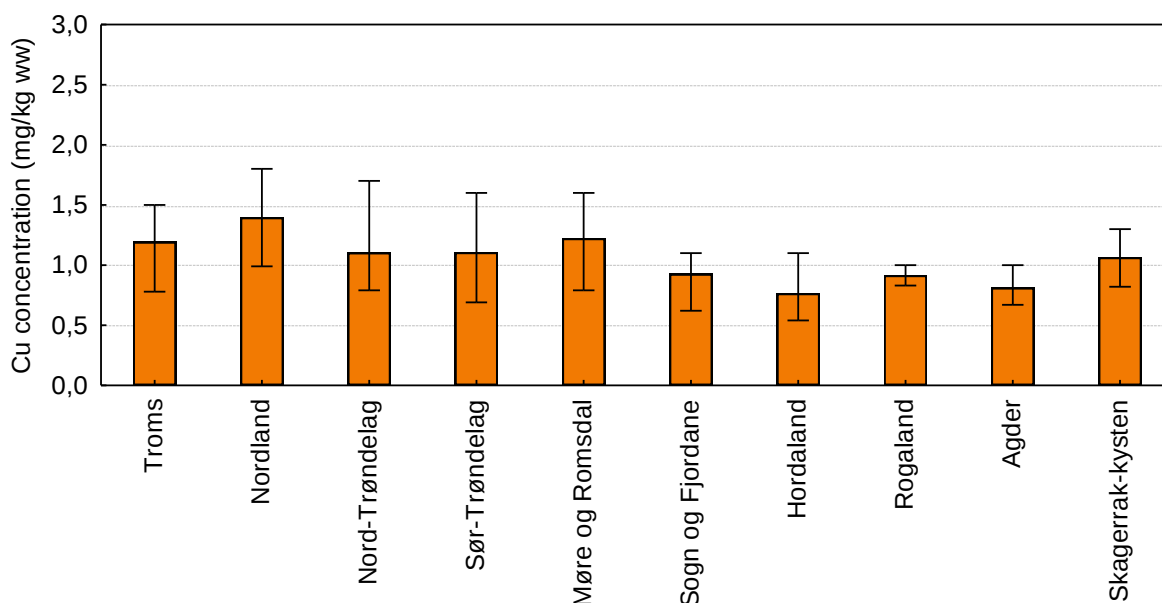
Figur 6. Condition index in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the entire Norwegian coast spring and autumn 2009. Condition index is calculated as (dry weight/shell length²) x 100. Means ± 95% confidence intervals are shown.

Tabell 6. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the coast of Norway from 2001 to 2009. 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								
2009 (N = 56)	Mean	1.00	15.3	0.15	0.02	0.01	0.14	2.1
	SD	0.30	3.3	0.07	0.02	0.01	0.10	0.7
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 2009 and autumn 2009, 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 = 31)	Mean	0.88	16	0.13	0.029	0.014	0.13	2.2	0.53
	min-max	0.54-1.4	10-23	0.06-0.46	0.003-0.88	0.01-0.02	0.05-0.33	1.2-3.9	0.23-0.90
Autumn (N = 25)	Mean	1.2	14	0.16	0.010	0.012	0.15	2.0	0.41
	min-max	0.67-1.8	8.0-21	0.06-0.25	0.003-0.22	0.01-0.02	0.03-0.55	1.1-4.2	0.28-0.67



Figur 7. 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 2009. Means, minima and maxima are shown.

Den laveste kobberkonsentrasjonen som ble funnet i blåskjell i 2009 var 0,54 mg/kg våtvekt målt i en prøve fra Rondestveit i Hordaland prøvetatt i mars. Om høsten var den laveste kobberkonsentrasjonen i blåskjell fra Aust-Agder, med 0,67 mg/kg våtvekt (Lindvika). De høyeste kobberkonsentrasjonene henholdsvis vår og høst var 1,4 og 1,8 mg/kg våtvekt, begge målt ved lokaliteten Valbergene i Lofoten (Nordland).

Kobber er et essensielt sporelement, og blåskjell er en relativt god kobberkilde som kan bidra positivt i norsk kosthold. Kobber er likevel giftig for akvatiske organismer ved høye konsentrasjoner, en egenskap som gjør den egnet som antibegroingsmiddel under båter og på annet utstyr som står i sjøen, som fiskeoppdrettsmerder. Lokalteter med kobberinnhold i blåskjell lavere enn 1,5 mg/kg våtvekt eller 10 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Klif som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med konsentrasjoner fra 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt karakteriseres som moderat forurenset. Seks ulike lokaliteter fra Møre og Romsdal og nordover hadde kobberkonsentrasjoner i blåskjell mellom 1,5 og 1,8 mg/kg våtvekt om høsten, men ingen regioner hadde gjennomsnittlig konsentrasjon over denne grensen i 2009. I 2008 hadde Troms og Finnmark gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon over 1,5 mg/kg våtvekt. I 2009 var ingen lokaliteter fra Finnmark representert i tilsynsprogrammet for fremmedstoffer, og Troms hadde gjennomsnittskonsentrasjon av kobber på bare 1,2 mg/kg våtvekt.

Sink

Det gjennomsnittlige sinkinnholdet $\pm$ standardavvik i alle blåskjellprøvene i 2009 var $15,3 \pm 3,3$ mg/kg våtvekt, som er på nivå med årene før 2008 (tabell 6). Tabell 7 viser at det var høyere konsentrasjon av sink om våren enn om høsten i 2009, i motsetning til i 2008 eller 2007 (Frantzen m. fl. 2008; Frantzen m. fl. 2009). Gjennomsnittlig sinkkonsentrasjon (min - maks) i blåskjell høstet om våren og høsten 2009 var henholdsvis 16 (10-23) og 14 (8,0-21) mg/kg våtvekt.

Sinkkonsentrasjonen i blåskjell i 2009 varierte også betydelig mellom regionene (tabell 8; figur 8). De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av sink ble målt i blåskjell fra Rogaland, Troms og Møre og Romsdal med verdier på henholdsvis 21, 18 og 18 mg/kg våtvekt. I Rogaland ble det kun tatt en prøve, om våren. Den laveste gjennomsnittlige

sinkkonsentrasjonen (vår og høst) ble målt i skjell fra Nord-Trøndelag med 11,8 mg/kg våtvekt. I 2009 var konsentrasjonen av sink i Sogn og Fjordane og Hordaland lavere enn i årene 2005 til 2008 (Frantzen m. fl. 2008; Frantzen m. fl. 2009; Julshamn m. fl. 2007; Julshamn og Måge 2006), slik at det ble et mindre tydelig mønster med hensyn til den geografiske variasjonen dette året sammenlignet med tidligere.

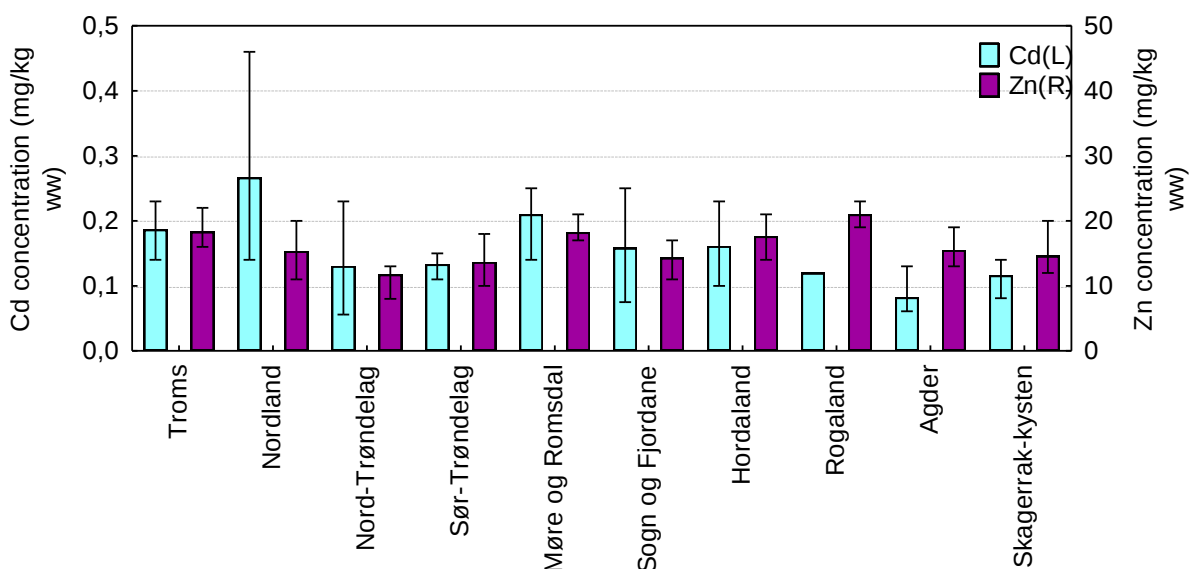
Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av sink som ble målt i blåskjell i 2009 var 23 mg/kg våtvekt, målt i mars i Rogaland (Prestneset). Den laveste enkeltkonsentrasjonen av sink i blåskjell i 2009 var 8,0 mg/kg, målt i skjell prøvetatt i august ved en lokalitet i Nord-Trøndelag (Buvika). Sinkinnhold i blåskjell høyere enn 30 mg/kg våtvekt eller 200 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Klif som lokaliteter som er moderat forurensert (Molvær 1997), og det ble ikke tatt noen prøver i 2009 som hadde konsentrasjoner av sink over denne grensen. Dette har uansett ikke betydning for mattrygghet, da sink er et essensielt grunnstoff.

Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2009 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (tabell 7). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var på nivå med 2005, med $0,15 \pm 0,07$ mg/kg våtvekt (tabell 6). Den laveste årlige gjennomsnittskonsentrasjonen ble registrert i 2004 med 0,13 mg/kg våtvekt, og den høyeste i 2008 med 0,22 mg/kg våtvekt.

Det var ikke betydelig forskjell i gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon mellom blåskjell høstet om våren og om høsten i 2009, selv om gjennomsnittskonsentrasjon for høsten var noe høyere enn for våren, med 0,16 mot 0,13 mg/kg våtvekt (tabell 7).

Kadmiuminnholdet i blåskjell varierte betydelig mellom regionene i 2009 (tabell 8; figur 8). Den høyeste gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble i funnet i blåskjell fra Nordland, med en verdi på 0,27 mg/kg våtvekt, mens Agder hadde det laveste årsgjennomsnittet, med bare 0,08 mg/kg våtvekt. Tidligere har vi sett at kadmiumkonsentrasjonen så ut til å avta



Figur 8. Concentrations of cadmium (mg/kg wet weight; left axis) and zinc (mg/kg wet weight; right axis) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the coast of Norway in 2009. Means, minima and maxima are shown.

sørover fra Finnmark til Sør-Trøndelag, for så å øke til Sogn og Fjordane og Hordaland og deretter avta igjen. I 2009 var dette mønsteret mindre tydelig, fordi i likhet med sink var kadmiumkonsentrasjonen i skjell fra Hordaland og Sogn og Fjordane lavere enn tidligere år.

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av kadmium målt i blåskjell i 2009 var 0,46 mg/kg våtvekt i skjell fra Nordland prøvetatt i april (Hagasandvika, Bindal kommune). Den laveste enkeltkonsentrasjonen av kadmium ble målt i en blåskjellprøve tatt i Nord-Trøndelag i august, med 0,056 mg/kg våtvekt (Buvika).

Klif 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 1,0 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra denne klassifiseringen var det kun en lokalitet prøvetatt i 2009, Hagasandvika i Nordland, der konsentrasjonen av kadmium i en blåskjellprøve tilsvarte moderat forurenset, med 0,46 mg/kg våtvekt i april (Figur 8).

Tabell 8. Mean metal concentrations in blue mussels (*Mytilus edulis*) (mg/kg wet weight) sampled in each region from Troms to Skagerrak during spring (March – April) and autumn (August – September) 2009, 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									
Troms	Spring	1	0.78	22.0	0.14	0.022	0.01	0.10	1.8	0.41
	Autumn	2	1.4	16.5	0.21	0.010	0.01	0.09	2.0	0.48
Nordland	Spring	2	1.2	17.5	0.33	0.048	0.02	0.15	2.8	0.72
	Autumn	1	1.8	11.0	0.14	0.021	0.01	0.11	2.7	0.67
Nord-Trøndelag	Spring	3	0.89	12.7	0.11	0.030	0.01	0.08	2.1	0.46
	Autumn	5	1.2	11.2	0.14	0.007	0.01	0.08	1.9	0.37
Sør-Trøndelag	Spring	4	0.89	14.0	0.13	0.025	0.02	0.09	2.4	0.44
	Autumn	2	1.6	13.0	0.15	0.015	0.01	0.06	1.9	0.54
Møre og Romsdal	Spring	2	0.95	17.5	0.18	0.031	0.02	0.07	2.3	0.50
	Autumn	2	1.5	19.0	0.25	0.011	0.02	0.14	3.1	0.56
Sogn og Fjordane	Spring	4	0.80	15.8	0.14	0.031	0.02	0.10	2.5	0.64
	Autumn	5	1.0	13.2	0.17	0.008	0.01	0.09	1.9	0.41
Hordaland	Spring	4	0.65	16.8	0.13	0.022	0.02	0.29	1.9	0.40
	Autumn	4	0.89	18.5	0.19	0.009	0.02	0.43	2.1	0.32
Rogaland	Spring	2	0.92	21.0	0.12	0.048	0.02	0.13	2.9	0.81
Agder	Spring	6	0.83	16.0	0.081	0.027	0.01	0.15	1.9	0.50
	Autumn	2	0.75	14.0	0.088	0.008	0.01	0.12	1.5	0.35
Skagerrak-kysten	Spring	3	1.2	16.0	0.12	0.020	0.01	0.12	2.0	0.55
	Autumn	2	0.91	12.5	0.11	0.006	0.01	0.09	1.4	0.31
All Grps		56	1.0	15.3	0.15	0.020	0.01	0.14	2.1	0.48

Sølv

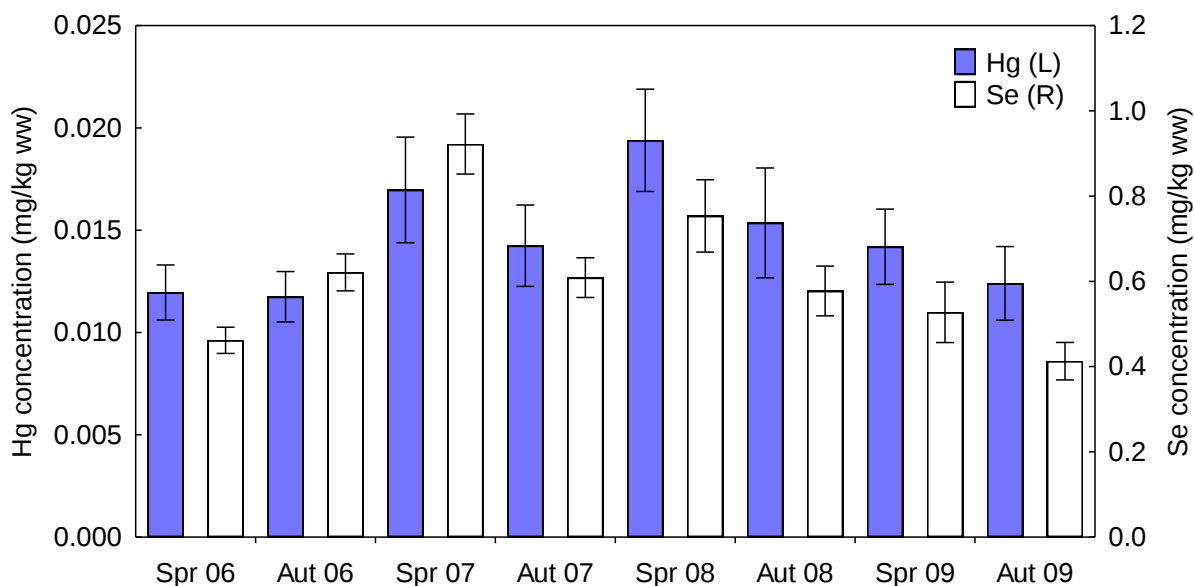
Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2009 varierte fra 0,003 til 0,088 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt $\pm$ standardavvik på $0,02 \pm 0,02$ mg/kg våtvekt. Som i 2008 avtok sølvkonsentrasjonen noe fra vår til høst i de fleste regionene (tabell 8; Frantzen et al. 2009), i motsetning til 2007 da det ikke var noen forskjell mellom vår og høst. Verdiene for sølv i blåskjell er lave sammenlignet med østers, der sølvkonsentrasjonen i perioden 2006 til 2008 har variert fra 0,45 til 2,9 mg/kg våtvekt (

tabell 14). Sølvinnholdet i østers kan være mer enn 50 ganger høyere enn det som er den naturlige konsentrasjonen i blåskjell.

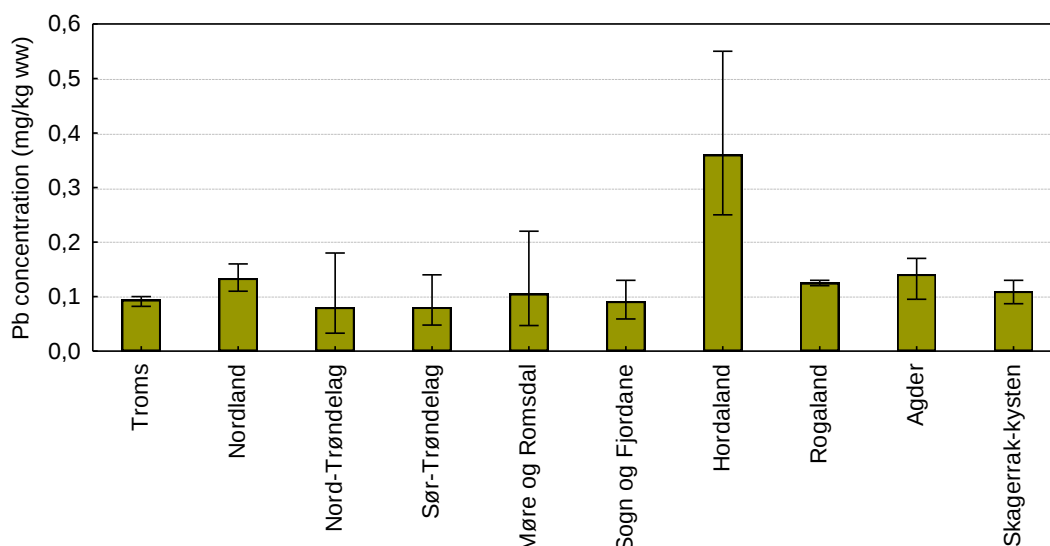
I henhold til Klifs klassifisering av forurensningstilstand er lokaliteter med sølvkonsentrasjon i blåskjell under 0,05 mg/kg våtvekt ubetydelig eller lite forurenset, mens lokaliteter med konsentrasjoner mellom 0,05 og 0,15 mg/kg våtvekt regnes for å være moderat forurenset. Blåskjell fra to lokaliteter hadde konsentrasjoner av sølv i blåskjell i 2009 som tilsvarte ”moderat forurenset”, Prestvika i Rogaland og Hagasandvika i Nordland.

Kvikksølv

Alle blåskjellprøvene analysert for tilsynsprogrammet i 2009 hadde kvikksølvkonsentrasjoner på 0,01 eller 0,02 mg/kg våtvekt, og gjennomsnittet for 2009 på 0,013 var relativt lavt sammenlignet med tidligere år. Kvikksølvkonsentrasjonene var lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i Norge og EU på 0,5 mg/kg våtvekt. Kvikksølv akkumuleres i mindre grad i skjell enn andre tungmetaller som bly og kadmium. I 2009 var det ingen betydelig forskjell i kvikksølvkonsentrasjon i blåskjell mellom vår og høst, og det var ingen sammenheng mellom konsentrasjon av kvikksølv og matinnhold. Figur 10 viser resultater for kvikksølv og selen i blåskjell prøvetatt vår og høst fra 2006 til 2009.



Figur 9. Concentrations (mg/kg wet weight) of mercury and selenium in mussels (*Mytilus edulis*) sampled throughout the Norwegian coast during spring (Spr) and autumn (Aut) of 2006 through 2009. Bars and whiskers denote means $\pm$ 95% confidence intervals.



Figur 10. Concentrations of lead (mg/kg wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the coast of Norway in 2009. Means, minima and maxima are shown.

Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene prøvetatt for tilsynsprogrammet i 2009 var på $0,14 \pm 0,10$ mg/kg våtvekt, noe som er forholdsvis lavt sammenlignet med tidligere år (tabell 6). Med høyeste konsentrasjon på 0,55 mg/kg våtvekt var det ingen prøver som oversteg Norges og EUs øvre grenseverdi for bly i skjell på 1,5 mg/kg våtvekt. Det var ingen vesentlig forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet våren og høsten 2009, med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,15 og 0,13 mg/kg våtvekt (tabell 7).

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i blåskjell varierte betydelig fra en region til en annen i 2009 (tabell 8, figur 9), på samme måte som i 2008 og 2007 (Frantzen et al. 2009, 2008). Det høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Hordaland med $0,36 \pm 0,10$ mg/kg våtvekt og det laveste gjennomsnittlige blyinnholdet ble målt i blåskjell fra Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag, med henholdsvis $0,08 \pm 0,03$ og $0,08 \pm 0,04$ mg/kg våtvekt.

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av bly som ble målt i blåskjell i 2009 ble målt i skjell fra lokaliteten Buken i Hordaland, med 0,55 mg/kg våtvekt, prøvetatt i august. Samme lokalitet hadde relativ høy blykonsentrasjon også om våren (februar) med 0,30 mg/kg våtvekt. Den høyeste blykonsentrasjonen målt om våren var imidlertid 0,33 mg/kg våtvekt, prøvetatt ved lokaliteten Kaland, også i Hordaland. De laveste blykonsentrasjonene henholdsvis høst og vår ble målt i blåskjell fra Buvika i Nord-Trøndelag med 0,033 mg/kg våtvekt og Smineset i Møre og Romsdal med 0,047 mg/kg våtvekt.

Blykonsentrasjonen i blåskjell varierer altså mye fra lokalitet til lokalitet, og synes å være direkte påvirket av lokal forurensning. Lokalteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 0,45 mg/kg våtvekt eller 3 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Klif som ubetydelig eller lite forurensset, mens lokaliteter med fra 0,45 til 2,3 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurensset. Ut fra Klifs klassifiseringssystem var de aller fleste lokalitetene prøvetatt i 2009 ubetydelig til lite forurensset av bly, og det var kun den ene prøven fra Buken som hadde konsentrasjon tilsvarende moderat forurensning. Buken hadde konsentrasjoner av bly tilsvarende moderat forurensning også i 2008 og 2007. Dette er den lokaliteten i Hardangerfjorden som er nærmest Sørfjorden, som tidligere var svært blyforurensset på grunn av industri. Det er tydelig at lokaliteter i Hardangerfjorden fortsatt er noe påvirket av tidligere forurensning i Sørfjorden, selv om nivået av bly i blåskjell er godt under de øvre

grenseverdiene som gjelder for sjømattrygghet. Det var flere av lokalitetene prøvetatt i 2008 som hadde blykonsentrasjoner i blåskjell tilsvarende moderat eller markert blyforurensning (Frantzen et al. 2009).

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 for uorganisk arsen startet i 2005.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av totalarsen i blåskjell prøvetatt i 2009 var $2,1 \pm 0,7$ mg/kg våtvekt (tabell 6). Denne middelværdien var på nivå med perioden 2001-2004 og 2006, og noe lavere enn i 2008, 2007 og 2005. Variasjonen i arsenkonsentrasjon i 2009 var fra 1,1 til 4,2 mg/kg våtvekt, og den høyeste konsentrasjonen ble målt i en prøve tatt ved lokaliteten Hegreholmen, Møre og Romsdal, i august. Maksimumskonsentrasjoner av totalarsen på opp mot 20 mg/kg våtvekt har vært målt tidligere, for eksempel i 1999 og 2007, og i 2008 var den høyeste konsentrasjonen på 9,0 mg/kg våtvekt. Nivået var altså relativt lavt i 2009 sammenlignet med tidligere år.

I henhold til Klifs klassifiseringssystem for forurensning, er lokaliteter med konsentrasjoner av totalarsen i blåskjell mellom 1,5 og 4,5 mg/kg våtvekt moderat forurensset. Av totalt 56 blåskjellprøver tatt ut i 2009 hadde 46 konsentrasjoner av totalarsen som tilsvarer denne klassifiseringen. Disse ble tatt ut ved 32 ulike lokaliteter langs hele kysten. Trolig er klassifiseringssystemet ikke tilpasset det naturlige nivået av totalarsen i blåskjell, og det tar ikke hensyn til hvilke kjemiske former arsenet foreligger i.

Ved vurdering av mattrygghet er hvilke kjemiske former arsenet foreligger i av vesentlig betydning, ettersom den uorganiske formen av arsen er mye giftigere enn de organiske formene. I 2009 varierte konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell fra 0,002 til 0,042 mg/kg våtvekt, og andelen uorganisk arsen av totalarsen varierte fra 0,13 til 2,2 %. Dette er lavt sammenlignet med alle de foregående årene uorganisk arsen har blitt analysert (2005-2008; tabell 9). Andelen uorganisk arsen av totalarsen var også relativt lav i 2009 sammenlignet med noen av de tidligere årene (tabell 9). Unormalt høye konsentrasjoner av uorganisk arsen har forekommet i enkeltprøver av blåskjell fra fjorder på Vestlandet, særlig i 2005 og 2007 (Sloth og Julshamn 2008; Frantzen m. fl. 2008; Julshamn og Måge 2006). Hva dette skyldes er ukjent, men det som går igjen er at de høye konsentrasjonene av uorganisk arsen kun har forekommet i blåskjell prøvetatt ved ulike lokaliteter inne i fjorder i

Tabell 9. Annual concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (tAs) and inorganic arsenic (iAs) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Norway during 2005-2009. 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
2009	56	2,1	1,1 - 4,2	0,009	<0,002 - 0,046	0,44	<0,18-2,2
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.

Hordaland og Sogn og Fjordane, og forekomstene virker å opptre uregelmessig og ikke til en bestemt tid på året. Det er viktig å fortsette å overvåke uorganisk arsen i blåskjell for å bygge opp mer kunnskap og etter hvert prøve å forstå hvorfor blåskjell noen ganger 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 arsen på 15 µg/kg kroppsvekt/uke. Denne mengden uorganisk arsen skal kunne inntas hver uke gjennom hele livet uten negative konsekvenser for helsen. Regnet om til inntaket for en person som veier 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 0,44 mg/kg (tabell 9) vil gi et inntak av uorganisk arsen på 0,088 mg, det vil si kun 8,4 % av det 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 µg/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 10 viser konsentrasjoner av TBT i 26 prøver av blåskjell prøvetatt i august-september 2009. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT (mg Sn/kg våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell varierte fra 0,25 til 11 µg Sn/kg våtvekt, som var i samme område som i 2006-2007 (tabell 10).

Den høyeste TBT-konsentrasjonen i 2009 ble målt ved lokaliteten Monsvik i Hordaland (Bømlo). 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 forurensset. Omregnet til TBT-tinn blir denne grensen 40 µg Sn/kg tørrvekt eller 6,7 µg Sn/kg våtvekt. I 2009 var det kun Monsvik som hadde konsentrasjon av TBT i blåskjell som tilsvarer moderat forurensning av TBT. Det ble også målt konsentrasjoner av totaltinn, der veldig mange av resultatene var under kvantifiseringsgrensen (LOQ). Kun seks prøver av blåskjell viste resultater over LOQ for totaltinn slik at det var mulig å beregne andelen tinn bundet i TBT (tabell 10). I disse blåskjellprøvene varierte andelen TBT-bundet tinn fra 0,28 til 50 %.

Tabell 10. Concentrations (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast during 2006-2009. 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
2009	26	0,25 - 11	6	0,28 - 50
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 2009 i området rundt Frøya i Sør-Trøndelag (Dyrøy og Mausund) og fra Fluarholmen i Rogaland er vist i tabell 11.

Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var lave og stort sett innen samme område som tidligere år (tabell 11). Kvikksølv og bly hadde maksimalkonsentrasjoner på henholdsvis 0,01 og 0,04 mg/kg våtvekt, og var dermed langt under EUs øvre grenseverdier for skjell på 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonene i muskel og rogn av kamskjell var også under grenseverdien, med konsentrasjoner fra 0,24 til 0,50 mg/kg våtvekt (tabell 11). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2009 var imidlertid noe høy sammenlignet med resultatene for perioden 2004 til 2008, med en middelerverdi på 0,38 mg/kg våtvekt i 2009, og største middelerverdi i perioden 2004 til 2008 på 0,30 mg/kg våtvekt, i 2004. Kamskjell prøvetatt i 2002 hadde gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon på hele 0,68 mg/kg våtvekt, 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 m. fl. 2008), noe som har ført til kostholdsråd om å spise kun muskel og rogn av kamskjell (Mattilsynet, kostholdsråd juni 2008: <http://matportalen.no>). Også i 2009 ble hele kamskjell ved en feiltakelse frosset ned og tint før lukkemuskel og rogn ble tatt ut, og de relativt høye konsentrasjonene av kadmium som ble funnet dette året kan derfor skyldes en viss kontaminering fra fordøyelseskjertelen og må ikke tolkes som at det har skjedd en økning i kadmiuminnholdet i kamskjell. En ny og bedre instruks for prøvemottak har nå blitt utarbeidet for å unngå at dette skjer i fremtiden.

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2009 varierte fra 2,1 til 4,4 mg/kg våtvekt, og uorganisk arsen var under eller like over kvantifiseringsgrensen på 0,002 mg/kg våtvekt i alle prøvene (tabell 11). To kamskjellprøver fra Frøyaområdet som ble analysert for TBT hadde konsentrasjoner på henholdsvis 4,3 og 5,3 µg Sn/kg våtvekt (ikke vist).

Tabell 11 Element concentrations (mg/kg wet weight) in pooled samples of adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled at different localities during 2009. 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								
RKV 801 Fluarholmen	Mar	0.59	25	0.40	0.078	0.01	0.04	4.4	< 0.002
	Sep	0.24	13	0.24	0.004	0.01	< 0.01	3.3	< 0.002
ST 334 Mausund	Apr	0.84	28	0.48	0.077	0.01	0.02	2	0.002
	Aug	0.76	17	0.39	0.014	0.01	0.04	2.2	< 0.002
ST 460 Dyrøy	Apr	0.79	27	0.25	0.096	0.01	0.02	2.6	0.003
	Aug	0.49	14	0.50	0.015	0.01	0.01	2.1	< 0.002

Tabell 12. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled during 2001-2009. 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)									
2009 (6)	mean	0.62	21	0.38	0.047	0.01	0.02	2.8	n.d.
	min	0.24	13	0.24	0.004	0.01	<0.01	2.0	
	max	0.84	28	0.50	0.10	0.01	0.04	4.4	
2008 (6)	mean	0.71	22	0.19	0.03	0.02	0.03	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	19	0.15	0.027	0.01	0.04	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	20	0.15	0.022	0.01	0.04	3.88	0.06
	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	0.30	0.025		0.04	4.1	0.18
	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	25	0.68	0.045	0.01	0.07	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	19	0.25	0.025	0.02	0.03	2.40	0.12
	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 østers

Sommeren 2008 ble det tatt ut syv prøver av østers for metallanalyse i regi av Veterinærinstituttet. Prøvene ble sendt til NIFES helt på slutten av året, og resultatene ble derfor ikke inkludert i rapporten for 2008. Disse resultatene er i stedet rapportert her, og resultatene er gitt i tabell 13. Konsentrasjonene av bly og kvikksølv var som tidligere under EUs øvre grenseverdier på henholdsvis 1,5 og 0,5 mg/kg våtvekt. For kadmium i østers varierte konsentrasjonen fra 0,32 til 1,3 mg/kg våtvekt, og det var to av de syv prøvene som oversteg grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt. Disse to prøvene var begge tatt ut fra en bestand av ville skjell utenfor Tønsberg og hadde konsentrasjoner på henholdsvis 1,2 og 1,3 mg/kg våtvekt.

Det har historisk vært registrert en del østersprøver med konsentrasjoner av kadmium noe over grenseverdien, og noen østersdyrkere har opplevd perioder med høsteforbud på grunn av kadmium. I figur 11 har vi sammenstilt resultater for kadmium i østers fra ulike lokaliteter undersøkt for tilsynsprogrammet for skjell i perioden 2000 til 2008. Der ser vi at østers fra

Tabell 13. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2006-2009. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic.

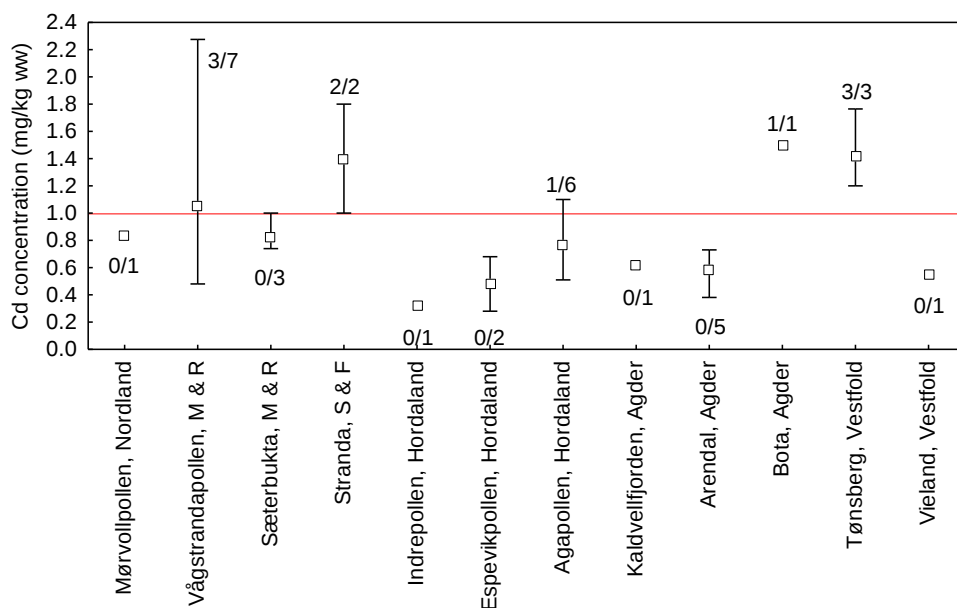
Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5			
Locality	Month									
Agapollen, Bømlo	May	49	1000	0.63	1.7	0.02	0.07	1.3	0.008	0.48
	Oct	33	820	0.51	1.6	0.01	0.04	1.5	0.009	0.40
Indrepollen, Os	May	13	400	0.32	0.92	0.01	0.08	1.6	0.011	0.28
Arendal (ville)	May	23	770	0.73	2.3	0.01	0.06	1.4	0.006	0.35
	Oct	58	1100	0.58	2.1	0.02	0.11	2.2	0.017	0.60
Tønsberg (ville)	May	50	1300	1.3	1.9	0.02	0.05	2.8	0.006	0.83
	Oct	40	1500	1.2	2.9	0.01	0.07	2.5	0.007	0.72

Tabell 14. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in various localities in 2006-2008. 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	mean	38	984	0.75	1.9	0.014	0.07	1.9	0.009	0.52
(7)	min-max	13-58	400-1500	0.32-1.3	0.92-2.9	0.1-0.02	0.04-0.11	1.3-2.8	0.006-0.017	0.28-0.83
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

enkelte lokaliteter generelt ser ut til å ha høyere kadmiumkonsentrasjoner enn østers fra andre lokaliteter, og at de overskridelsene av grenseverdiene vi har sett har vært stort sett fra de samme lokalitetene. Vågstrandapollen i Møre og Romsdal skiller seg ut med store variasjoner i kadmiumkonsentrasjon, der tre av syv østersprøver har vært over grenseverdien mens resten har vært under.

For å skaffe mer kunnskap om hvordan og hvorfor forekomst av kadmium varierer ble det i 2009-2010 gjennomført en masteroppgave der kadmiumkonsentrasjon ble bestemt i østers fra en rekke ulike lokaliteter i Norge, med blåskjell som referanse (Johansen 2010). I denne oppgaven ble det ikke funnet noe bestemt geografisk mønster med hensyn til hvor det var høye kadmiumkonsentrasjoner, da høye konsentrasjoner ble observert både i Agder, Hordaland og Sogn og Fjordane. Det var heller ingen sammenheng mellom kadmiumkonsentrasjon i østers og i blåskjell fra samme lokalitet som kunne tyde på ulikt bakgrunnsnivå av kadmium. Det som imidlertid var en trend var at de tre lokalitetene med høyest kadmiumkonsentrasjon alle hadde relativt stor dybde og god vannutskiftning. Kan det være slik at større vannutskiftning gir høyere kadmiumkonsentrasjoner i østers fordi større vannutskiftning fører til større tilførsel av kadmium som østersene tar opp? En slik hypotese ville enkelt kunne undersøkes nærmere ved å kartlegge strømforholdene ved de ulike lokalitetene der det er tatt prøver av østers til analyse for kadmium gjennom



Figur 11. Concentrations of cadmium in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled during the years 2000-2008 at different localities in Norway. Mean, minimum and maximum values are given for each locality, as well as the number of samples exceeding the EU's upper limit for bivalves/ the total number of samples analysed. The red line indicates EU's upper limit for cadmium in bivalves.

tilførselsprogrammet. Dersom det viser seg at ulik grad av vannutskiftning er en viktig årsak til forskjeller i kadmiumkonsentrasjon i østers betyr det at kadmiumkonsentrasjon er avhengig av lokale forhold som for eksempel topografi og vil kunne variere mye innen et relativt lite område.

Johansen fant kadmiumkonsentrasjoner over EUs øvre grenseverdi bare i dyrkede østers. Dersom hypotesen om vannutskiftning er riktig kan dette forklares ved at anlegg for dyrkede østers i hengekultur ofte plasseres i områder med god vannutskiftning fordi det gir god vekst, mens ville østers ofte befinner seg i lukkede poller og lignende der liten vannutskiftning fører til høy vanntemperatur om sommeren. I tilsynsprogrammet for 2008 kom imidlertid østersprøvene med de høyeste kadmiumkonsentrasjonene fra en vill bestand utenfor Tønsberg, og det er godt mulig at den ville bestanden ved Tønsberg faktisk befinner seg et sted med god vannutskiftning.

Ellers fant Johansen en klar sammenheng mellom kadmiumkonsentrasjon og kondisjon (matinnhold) ved de lokalitetene som hadde de høyeste kadmiumkonsentrasjonene, der kadmiumkonsentrasjon avtok med økende kondisjon. Ved de lokalitetene der kadmiumkonsentrasjonene var lave var konsentrasjonene lave selv i østers med dårlig kondisjon. Forskjeller i kondisjon som skyldes ulike vekstforhold ved ulike lokaliteter kan dermed ikke forklare forskjeller mellom lokaliteter i kadmiumkonsentrasjon.

Dersom det kan dokumenteres at god vannutskiftning faktisk medfører økte kadmiumkonsentrasjoner i østers vil østersdyrkere kunne unngå overskridelser av EUs grenseverdier ved høsting dersom de velger lokaliteter med noe mindre vannutskiftning. Det vil imidlertid medføre et dilemma, siden det samtidig kan bety dårligere vekst. Ellers bør det kommenteres at EUs 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 det gjelder arsen varierte konsentrasjonene av totalarsen i østers i 2008 fra 1,3 til 2,8 mg/kg våtvekt, og av dette var fra 0,006 til 0,017 mg/kg våtvekt uorganisk arsen (0,21 til 0,77 %) (tabell 14). Arsenkonsentrasjonene i 2008 var i samme område 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.

Metaller i taskekrabbe

Konsentrasjoner av metaller målt i syv prøver av krabbeklør og fem prøver av krabbeinnmat (brunmat) fra Bergensområdet i 2009 og 2007 er vist i tabell 15. Konsentrasjonene av kadmium i brunmat fra villfanget taskekrabbe i 2009 varierte fra 5,2 til 6,1 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 5,6 mg/kg våtvekt. EU har satt en øvre grenseverdi for kadmium i krepsdyr på 0,5 mg/kg våtvekt, men denne grenseverdien gjelder ikke for brunmat av krabbe fordi brunmat av krabbe generelt inneholder konsentrasjoner av kadmium over denne grenseverdien. Kadmiumkonsentrasjonene målt i disse prøvene var litt høyere enn resultatene fra 2007 (tabell 15). Når det gjelder klokjøtt var konsentrasjonene i de to prøvene henholdsvis 0,05 og 0,22 mg/kg våtvekt, som er godt under grenseverdien og i samme konsentrasjonsområde som målt tidligere (tabell 15).

Konsentrasjonen av tungmetallene bly og kvikksølv i krabbeprøvene var godt under EUs øvre grenseverdier og befant seg i samme område som ble analysert i 2007 (tabell 15). Kvikksølvkonsentrasjonen i klokjøtt av krabbe var lavere i 2009 enn i 2007.

Konsentrasjonene av total arsen i både klokjøtt og brunmat av krabbe var høye, med gjennomsnittskonsentrasjoner (min-maks) på henholdsvis 22 (18-26) og 15,5 (15-16) mg/kg våtvekt (tabell 15). Praktisk talt alt arsen var imidlertid organisk bundet, da gjennomsnittlig konsentrasjon av uorganisk arsen i klør og brunmat var på henholdsvis <0,002 og 0,042 mg/kg våtvekt.

Det er planlagt å gjennomføre en større undersøkelse av metaller i krabbe i løpet av 2010, med analyse av 30 prøver, og det vil derfor i rapporten for 2010 bli gjort en grundigere gjennomgang av det som finnes av data og litteratur om dette emnet.

Tabell 15. Concentrations (mg/kg wet weight) of metals in wild caught edible crab (*Cancer pagurus*) sampled in 2009 and 2007. Means, minima and maxima are given for pooled samples of claw meat and brown meat, respectively.

Year	Element (mg/kg)		Cu	Zn	tAs	iAs.	Se	Ag	Cd	Hg	Pb	Sn
2009	EUs øvre grenseverdi*								0.5	0.5	0.5	
	Brunmat	snitt	22	33	15.5	0.042	1.3	0.48	5.6	0.04	0.04	
	(n=2)	min	21-	28-	15	0.018	1.2	0.46	5.2	0.04	0.03-	<0.01
		maks	24	38	16	0.066	1.4	0.50	6.1	0.04	0.05	0.02
	Klo	snitt	8.8	37	22		0.93	0.25	0.14	0.05	0.01	
	(n=2)	min	7.8	61	18	<0.002	0.86	0.24	0.05-	0.03	0.01	<0.01
		maks	10	73	26		1.0	0.25	0.22	0.06	0.01	0.01
2007	Brunmat	snitt	14	58	19	0.041	2.7	0.72	1.1	0.049	0.041	
	(n = 5)	min	13	41	14	0.009	2.2	0.48	0.38	0.033	0.026	<0.01
		maks	18	65	24	0.13	3.1	1.3	2.5	0.094	0.087	
	Klo	snitt	6.1	69	16	0.008	1.2	0.34	0.016	0.11	0.025	
	(n = 7)	min	1.9	66	10	0.003	0.81	0.15	0.008	0.080	0.011	<0.01
		maks	11	72	22	0.023	1.5	0.67	0.023	0.17	0.088	

*Grenseverdien omfatter ikke brunmat av krabbe

PCB₇

I tilsynsprogrammet for skjell 2009 ble det analysert for PCB₇ i til sammen 27 blåskjellprøver og tre kamskjellprøver prøvetatt om høsten. PCB₇ (ICES PCB₇) er summen av seks kongener av ikke-dioksinlignende PCB (PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180) og en kongener av dioksinlignende PCB (PCB-118). PCB₇ benyttes ofte som indikator for total PCB-belastning. Summen PCB₇ beregnes her både ved "lower bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik null) og "upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ).

PCB₇ i blåskjell og kamskjell

Konsentrasjonsområde for de ulike PCB-kongenerne og PCB₇ i blåskjell og kamskjell prøvetatt i 2009 er vist i tabell 16, og resultat for hver av de 27 lokalitetene hvor blåskjell ble prøvetatt er vist i figur 12. I blåskjell varierte summen av PCB₇ fra under kvantifiseringsgrensen til 1,1 µg/kg våtvekt, dominert av kongenerne PCB-153 og PCB-138,

Tabell 16. Concentration range (µg/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 scallops (*Pecten maximus*) sampled in 2009 and earlier. Results for previous years for oysters (*Ostrea edulis*), horse mussels (*Modiolus modiolus*), cockles (*Cerastoderma edule*) and the common whelk (*Buccinum undatum*) are also shown.

Compound (µg/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	2009	27	<0.06-0.07	<0.09-0.10	<0.09-0.17	<0.09-0.17	<0.12-0.35	<0.09-0.35	<0.15	<LOQ-1.1	<0.69-1.3
	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±0.02	0.02±0.01	0.09±0.05	0.05±0.03	0.18±0.11	0.20±0.13	<LOQ	0.56±0.34	
	2003		0.02	0.05	0.13	0.10	0.17	0.17	<LOQ	0.65	
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	2009	3	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	<0.09	<0.15	<LOQ	<0.69
	2007	4	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	<0.09	<0.15	<LOQ	<0.69
	2006	1	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	0.12	0.09	<0.15	0.21	0.69
	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	<LOQ	<0.69
Common whelk	2006		<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	0.15	<0.15		

1) Lower bound LOQ

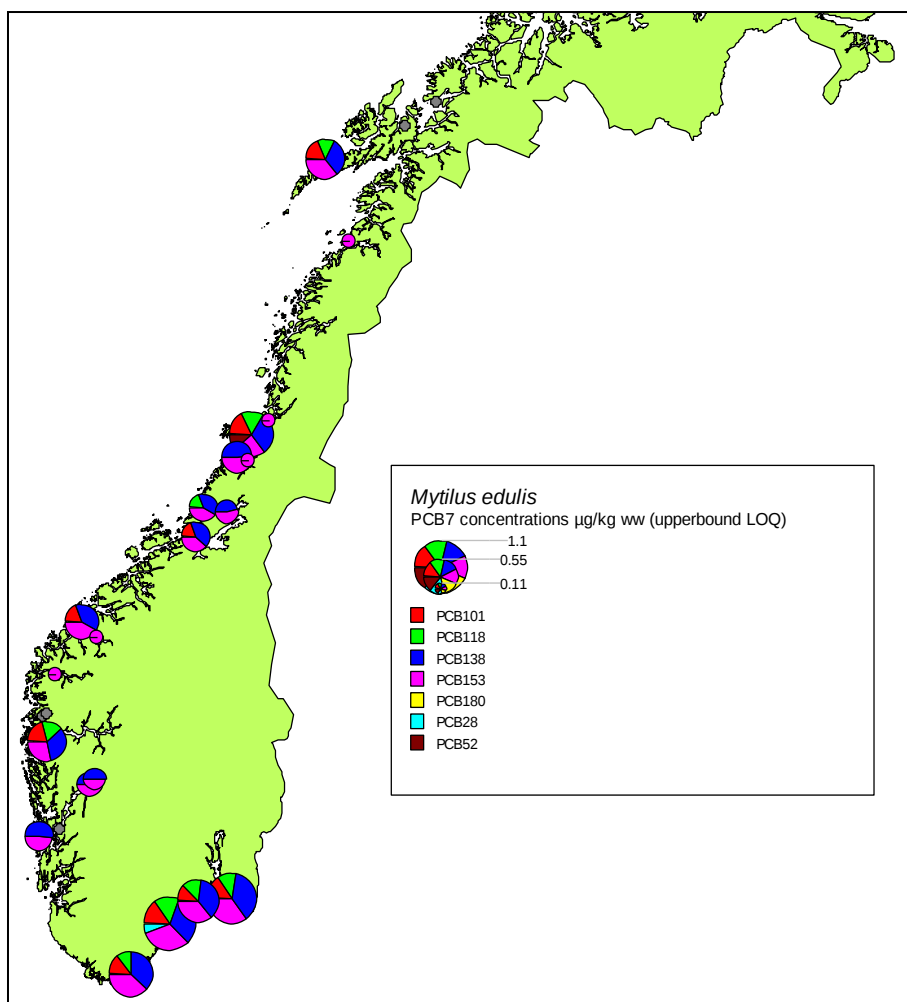
2) Upper bound LOQ

som begge hadde opp til 0,35 µg/kg våtvekt som største konsentrasjon. I 2009 ble det også funnet kvantifiserbare konsentrasjoner av både PCB-101 og 118 ved flere lokaliteter og PCB-28 og 52 kun et par steder. De høyeste konsentrasjonene av PCB₇ målt i blåskjell i 2009 var litt høyere enn det som ble funnet i 2008, 2007 og 2005, men lavere enn det som ble målt i 2006 (tabell 16). PCB-konsentrasjoner i blåskjell er generelt lave og i samme størrelsesorden som hos mager fisk (www.nifes.no/sjømatdata).

Den høyeste konsentrasjonen av PCB₇ som ble målt i blåskjell i 2009 på 1,1 µg/kg våtvekt ble målt i en prøve fra Lindvika i Aust-Agder, og den nesthøyeste på 1,0 µg/kg våtvekt ble målt i en prøve fra Høkeliholmen i Østfold (figur 12). Syv av de 27 lokalitetene hadde sum PCB₇ under LOQ: En i Hordaland (Buken), tre i Sogn og Fjordane (Steiehalsen, Stivika og Gjelet), en i Nord-Trøndelag (Buvika) og en i Troms (Valvågen).

Lokaliteter der blåskjell har PCB₇-konsentrasjon under 4 µg/kg våtvekt klassifiseres av Klif som ubetydelig til lite forurenset (Molvær 1997). I henhold til Klifs klassifisering er altså alle lokaliteter undersøkt for PCB₇ i blåskjell i 2009 ubetydelig eller lite forurenset av PCB₇.

De tre kamskjellprøvene som ble analysert for PCB₇ i 2009 hadde alle konsentrasjoner av samtlige syv kongenere under LOQ (tabell 16), slik det også var i 2007.



Figur 12. Concentration of PCB₇ (µg/kg wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled at different sites in 2009. The pie size indicate the total PCB₇ concentration, while the pie slices of different colours indicate the relative contribution of the different PCB congeners, where only concentrations ≥ LOQ are included. Grey spots indicate localities where concentrations of all congeners were < LOQ.

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

I 2009 ble det analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB i 27 prøver av blåskjell og tre prøver av kamskjell tatt ut om høsten. Gruppen ”dioksiner” omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire kongenere av non-orto PCB og åtte kongenere av mono-orto PCB. Siden disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet blir konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til toksiske ekvivalenter (WHO-1998-TE) før de kan summeres. 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 kamskjell

Blåskjell prøvetatt i 2009 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og dl-PCB (PCDD/F + dl-PCB) på 0,24 ng TE/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,15 til 0,71 ng TE/kg våtvekt (tabell 17). Nivået var i samme område eller litt høyere enn prøver analysert fra 2003 til 2007. Konsentrasjonene var imidlertid godt under EU og Norges øvre grenseverdier for PCDD/F på 4 ng TE/kg våtvekt og PCDD/F+dl-PCB på 8 ng TE/kg våtvekt.

Figur 13 viser hvordan konsentrasjonen av ulike kongenere av dioksiner og dl-PCB varierte mellom de 27 blåskjell-lokalitetene prøvetatt høsten 2009. Den høyeste konsentrasjonen av PCDD/F+dl-PCB i blåskjell ble funnet i en prøve fra Rundhaugen i Nord-Trøndelag, mens den laveste konsentrasjonen ble målt i en prøve fra Stivika i Sogn og Fjordane. Av de fire hovedgruppene av dioksiner og dioksinlignende PCB var det dioksiner (PCDD) som bidro mest til sum dioksiner og dl-PCB i blåskjell (tabell 17), og av disse var det 2,3,7,8-TCDD og

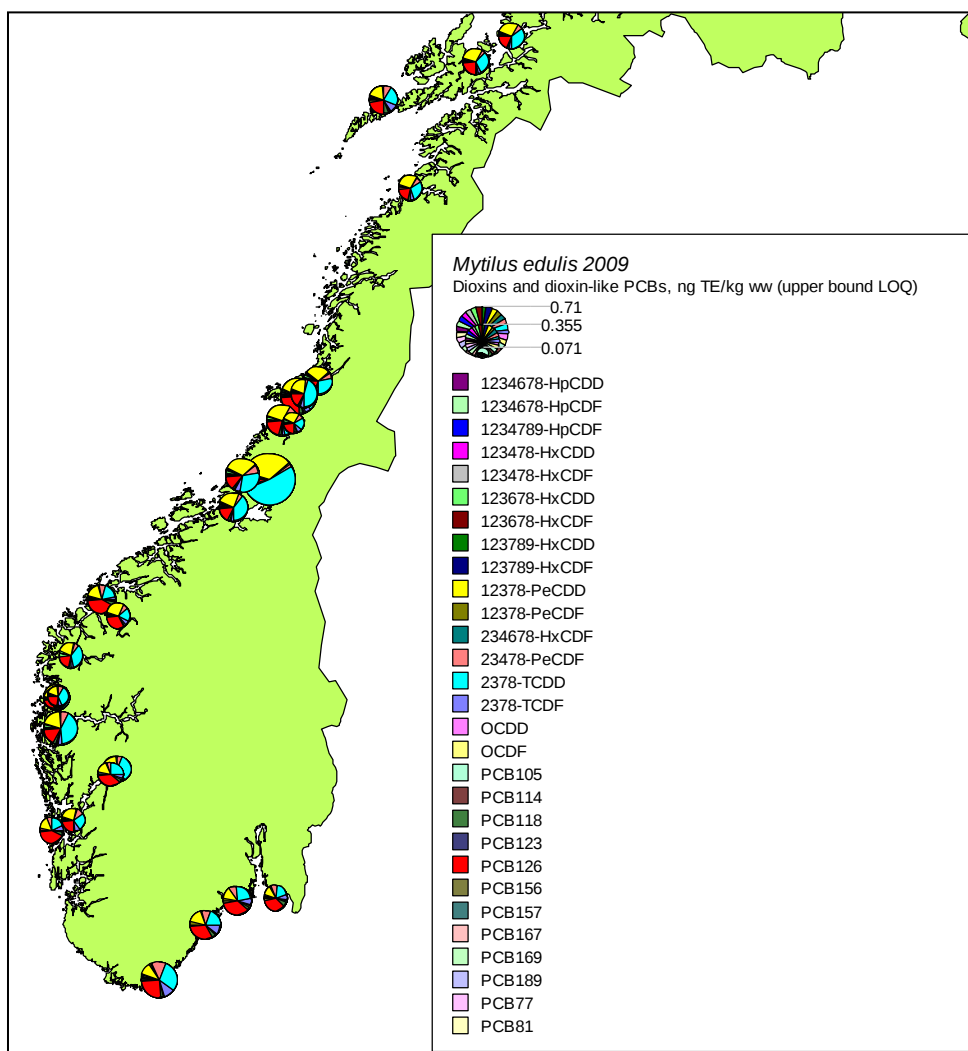
Tabell 17. Concentrations (ng WHO-1998-TEQ/kg wet weight) of dioxins (PCDD), furans (PCDF), non-ortho PCB and mono-ortho PCB and the total sum (PCDD/F+dl-PCB) in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2009 and previous years. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Compound (ng TEQ/kg ww)				PCDD	PCDF	Non-ortho PCB	Mono- ortho PCB	PCDD/F + dl-PCB
Species	Year	N	-----ng TEQ/kg wet weight-----					
Blue mussels	2009	27	Mean	0,14	0,037	0,053	0,015	0,24
			Min-max	0,06-0,63	0,02-0,10	0,03-0,09	0,01-0,03	0,15-0,71
	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
Scallops	2009	3	Mean	0,07	0,02	0,01	0,005	0,10
			Min-max	0,06-0,09	0,01-0,02	0,003-0,01	0,001-0,01	0,08-0,12
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

1,2,3,7,8-PeCDD som dominerte, fulgt av PCB-126 (figur 13). Det forholdsvis høye innslaget av PCDD i blåskjell har ikke vært observert tidligere i tilsynsprogrammet for skjell.

Konsentrasjonene av PCDD/F og dl-PCB i kamskjell var svært lave, med høyeste sum PCDD/F+dl-PCB på 0,12 ng TE/kg våtvekt.

Klif klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av sum PCDD/F i blåskjell under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, fra 0,2 til 0,5 ng TE/kg våtvekt som moderat forurenset og fra 0,5 til 1,5 ng TE/kg våtvekt som markert forurenset av dioksiner. Ut fra denne klassifisering kom Rundhaugen i Nord-Trøndelag i kategorien markert forurenset av dioksiner, mens fem ulike lokaliteter kom i kategorien moderat forurenset: To lokaliteter i Nord-Trøndelag (Lennavika og Kolvereidvågen), en i Sør-Trøndelag (Askerholmen), en i Sogn og Fjordane (Hellersgrova) samt en i Vest-Agder (Kragevika). Mens de fleste av blåskjellprøvene er tatt fra dyrkingslokaliteter, er blåskjell fra Kolvereidvågen prøvetatt fra ville bestander.



Figur 13. Concentrations (ng WHO-1998-TEQ/kg wet weight) of different congeners of dioxins (PCDD/F) and dioxin-like PCBs (dl-PCB) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled at different localities in Norway in 2009. Pie size represents the total concentration of PCDD/F+dl-PCB, while the pie slices of different colours represent each congener as shown.

Polybromerte flammehemmere PBDE

Av de bromerte flammehemmerne ble det i 2009 kun analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 27 prøver av blåskjell og tre prøver av kamskjell. HBCD og TBBP-A var under kvantifiseringsgrensene i alle skjellprøvene i 2008, og det ble besluttet at disse ikke skulle bestemmes i 2009.

Sum PBDE er summen av syv ulike PBDE-kongener, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet både ved "lower bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik null) og "upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ).

PBDE i blåskjell og kamskjell

Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2009 varierte fra 0,021 til 0,14 µg/kg våtvekt, som er i samme område som i tidligere år (tabell 18). Det er ikke satt noen grenseverdi for PBDE i forhold til mattrygghet verken i EU eller Norge. Resultater fra overvåkning så langt viser at konsentrasjonene av PBDE i skjell er på nivå med filet av torsk, og noe lavere enn filet av fet fisk som makrell og sild (tabell 18; www.nifes.no/sjomatdata). Dette er relativt lave nivåer.

Figur 14 viser hvordan konsentrasjonen av PBDE varierte mellom de 27 lokalitetene som ble prøvetatt i 2009. Både den høyeste og den laveste konsentrasjonen ble målt i blåskjell fra Troms, henholdsvis fra lokalitetene Vikelandsbukta og Valvåg. Det var ingen av prøvene som hadde konsentrasjon av alle kongenerne under LOQ.

Det var generelt PBDE-47 som var den dominerende PBDE-kongeneren i blåskjell, med opp til 64 % av sum PBDE ("lower bound"), etterfulgt av PBDE-99 og 100 (tabell 18; figur 14). Fire lokaliteter skilte seg imidlertid ut med dominans av PBDE-153 og 183 og svært lite av andre kongener. Det var Høkeliholmen (Østfold), Kragevika (Vest-Agder), Hellersgrova

Tabell 18. Concentration range (µg/kg wet weight) for each PBDE congener, sum of all seven PBDEs (sum PBDE) and total HBCD in mussels (*Mytilus edulis*, M.e.), scallops (*Pecten maximus*, P.e.) and oysters (*Ostrea edulis*, O.e.) sampled in 2006-2009. Number of samples is shown in brackets.

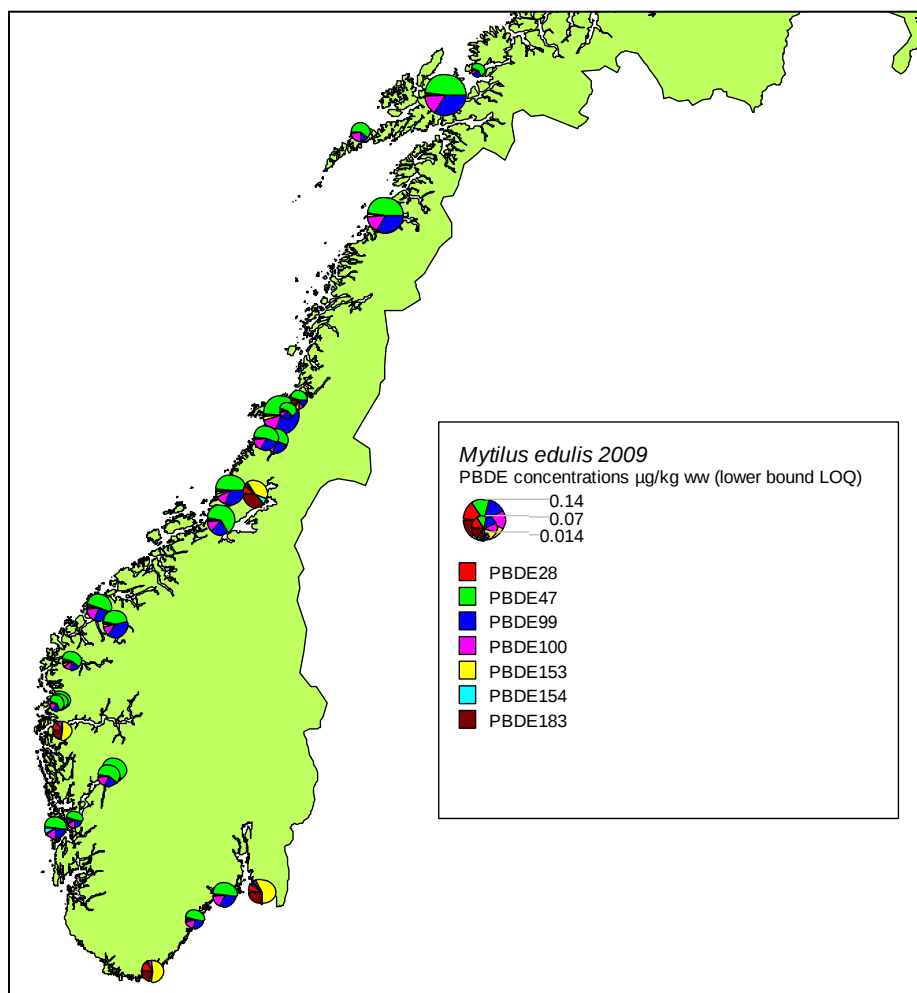
Compound (µg/kg ww)		PBDE							sum		HBCD
Species	Year (n)	28	47	99	100	153	154	183	sum PBDE ^{a)}	sum PBDE ^{b)}	
M.e.	2009 (27)	<0.001- 0.007	<0.001- 0.066	<0.001- 0.020	<0.001- 0.004	<0.001- 0.037	<0.001- 0.004	<0.001- 0.023	0.021- 0.14	0.024- 0.14	
	2008 (9)	0.006- 0.026	0.014- 0.067	0.002- 0.042	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
P.m.	2009 (3)	<0.001- 0.001	<0.001- 0.006	<0.001- 0.002	<0.001- 0.003	<0.001- 0.003	<0.001- 0.001	<0.001- 0.003	0.009- 0.010	0.012- 0.013	
O.e.	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 ≥ LOQ.

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

(Sogn og Fjordane) og Rundhaugen (Nord-Trøndelag). 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 tre prøver av kamskjell prøvetatt i 2009 er vist i tabell 18. Nivået var generelt svært lavt, med konsentrasjoner av sum PBDE fra 0,009 til 0,010 µg/kg våtvekt ("lower bound"). PBDE-47 var den dominerende PBDE-kongeneren også i kamskjell.



Figur 14. Concentrations (µg/kg wet weight) of seven PBDE congeners in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in 2009 at 27 different localities. The pie size indicates the concentration of the sum of seven PBDEs (lower bound LOQ), and the pie slices of different colours indicate the relative concentration of each PBDE as shown.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

I 2009 ble det analysert for 13 ulike PAH-forbindelser i 26 prøver av blåskjell og en prøve av kamskjell prøvetatt høsten 2009. De ulike forbindelsene har ulik giftighet, og benzo(a)pyren (BaP) er en kreftfremkallende PAH-forbindelse som brukes som en slags indikator på PAH-belastning. EU og Norge har satt en øvre grenseverdi for BaP i skjell på 10 µg/kg våtvekt, mens grenseverdien for fiskefilet er på bare 2 µg/kg våtvekt.

PAH i blåskjell og kamskjell

Summen av de ulike PAH-forbindelsene samt resultater for den kreftfremkallende forbindelsen benzo(a)pyren (BaP) i blåskjell og kamskjell prøvetatt høsten 2009 er vist i tabell 19. Figur 15 viser bidraget fra hver enkelt PAH-forbindelse ved de ulike lokalitetene.

Konsentrasjonen av BaP var under kvantifiseringsgrensen på 0,5 µg/kg våtvekt i 25 av de 26 analyserte blåskjellprøvene (tabell 19). Blåskjellprøven fra Rondestveit i Hordaland hadde konsentrasjon av BaP på 0,8 µg/kg våtvekt. Dette er likevel lavt og innenfor grensen til Klifs klasse I "lite til ubetydelig forurenset" på 1,0 µg/kg våtvekt.

Konsentrasjon av summen av de ulike analyserte PAH-kongenerne (sum PAH) varierte fra under LOQ til 49 µg/kg våtvekt. Den høyeste konsentrasjonen var høyere enn den høyeste målt i 2008, men likevel lav sammenlignet med resultatene for 2007, da to lokaliteter hadde konsentrasjoner over 200 µg/kg våtvekt (tabell 19).

Lokaliteten med den høyeste totale PAH-konsentrasjonen i blåskjell i 2009 var Strømmen (Kvithyll) i Sør-Trøndelag (figur 15), og Landfallvika i Nord-Trøndelag ble nummer to, med 22 µg/kg våtvekt. Ved de tre nordligste lokalitetene i Troms og Nordland (Valbergene, Vikelandsbukta og Valvågen), hadde ingen blåskjellprøver PAH-forbindelser i kvantifiserbare konsentrasjoner, og det samme gjelder lokaliteten Kaland i Hordaland.

Forholdet mellom de ulike PAH-forbindelsene varierte mellom lokalitetene, men det var i hovedsak fluoren, fenantren, fluoranten og pyren som dominerte (figur 15). Konsentrasjonen av fluoren var svært lav ved lokaliteten Strømmen, der fluoranten og pyren dominerte.

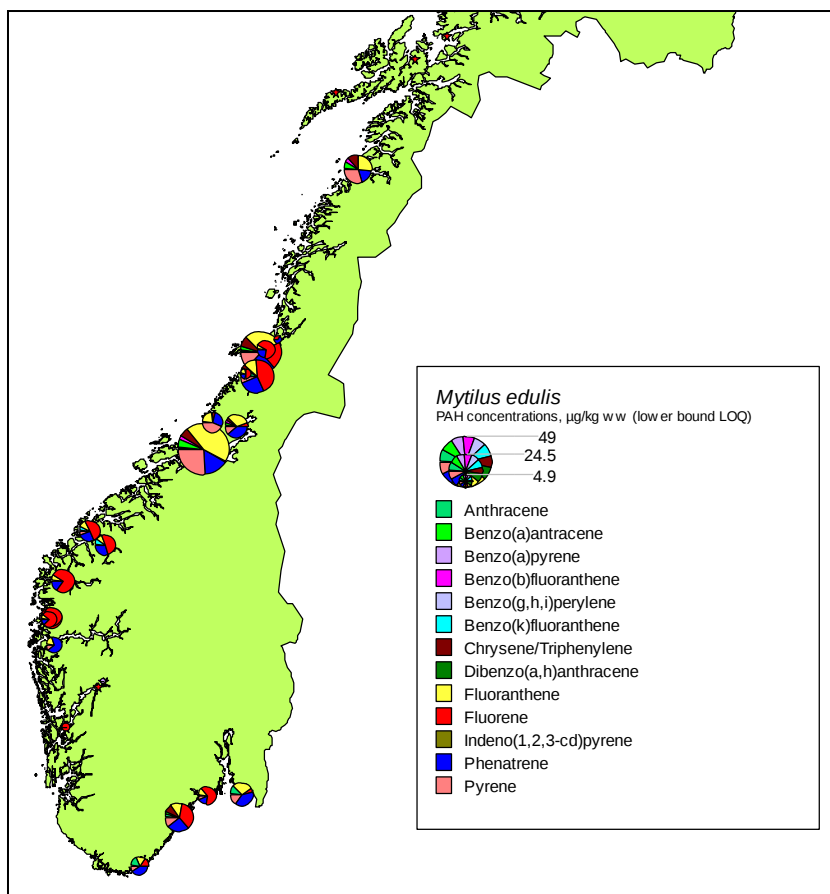
Av de tre kamskjellprøvene som ble analysert for PAH, hadde to prøver konsentrasjoner av alle PAH-forbindelsene under LOQ. Kamskjellprøven fra en lokalitet, Dyrøy (Sør-Trøndelag), hadde en sum PAH på 13 µg/kg våtvekt ("lower bound"), og BaP var under LOQ. Fluoren dominerte i denne kamskjellprøven med 5,4 µg/kg våtvekt, foran fenantren, fluoranten, pyren og antracen (ikke vist).

Tabell 19. 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 2009. Results are also shown for 2006-2008.

Blue mussel	EU limit	2009	2008	2007	2006
PAH (µg/kg wet weight)		N=26	N=28	N=31	N=43
Benzo(a)pyrene	10	<0.5-0,8	<0.5-0.6	<0.5-1.3	<0.5
Sum PAH ¹⁾		<0.5-49	<0.5-19	<0.5-268	
Sum PAH ²⁾		<6.5-51	<6.5-23		

1) Lower bound LOQ

2) Upper bound LOQ



Figur 15. Concentrations of PAH ($\mu\text{g/kg}$ wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled at 26 localities along the Norwegian coast in August-September 2009. Pie sizes indicate the total concentration of the measured PAHs (lower bound LOQ). Pie slices of different colours indicate the relative contribution of the different PAH compounds measured. A small red star indicates that none of the PAH compounds were present in quantifiable concentrations.

Konklusjoner

Mikroorganismer

Av i alt 400 prøver undersøkt for *E. coli* hadde 327 prøver (82 %) konsentrasjoner under grensen for klassifisering til A-område. Til sammen 70 prøver (17 %) hadde konsentrasjoner av *E. coli* som svarer til B-område og tre prøver (1 %) hadde konsentrasjoner som svarer til C-område.

Enterokokker i konsentrasjoner over påvisningsgrensen (100/g) ble påvist i seks av de 400 undersøkte prøvene, mens *Salmonella* ikke ble påvist i noen av de 58 undersøkte prøvene.

Data for konsentrasjon av *E. coli* i blåskjell fra stasjoner med lange serier av prøvetakning viste to hovedmønstre, ett med gjentatte påvisninger med lave konsentrasjoner og enkelte høye verdier, og ett annet mønster med enkeltverdier som var høye mot en bakgrunn av lange serier uten noen påvisning.

En sammenstilling av data for konsentrasjon av *E. coli* i blåskjell fordelt på måned for prøvetakning, viste gjennomgående ingen dramatiske tendenser, men kan se ut til at det er noe høyere forekomst i prøver innhentet i september måned. Det kunne imidlertid sees en klarere sammenheng mellom *E. coli* påvisning og økt nedbørsmengde.

Fremmedstoffer

To av syv prøver av hel innmat av østers prøvetatt oversteg EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell. Utenom dette ble ikke noen grenseverdier oversteget i 2009. Det var konsentrasjoner av kadmium på 5,2 og 6,1 mg/kg våtvekt i de to prøvene av brunmat av krabbe, og selv om brunmat av krabbe er unntatt for EUs 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 var relativt lavt i alle blåskjellprøvene analysert i 2009, med en maksverdi på 0,046 mg/kg våtvekt og 0,2 % av totalarsen.

En blåskjell-lokalitet i Hordaland hadde blykonsentrasjon over 0,45 mg/kg våtvekt ("moderat forurensset"), og en lokalitet i Nordland hadde kadmiumkonsentrasjon i blåskjell over 0,40 mg/kg våtvekt ("moderat forurensset"). Av 27 analyserte blåskjellprøver hadde alle lave konsentrasjoner av PCB₇, dioksiner og 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.

Kamskjell

Muskel og rogn av kamskjell hadde generelt lave konsentrasjoner av både metaller og organiske miljøgifter, med mulig unntak av PAH ved en lokalitet.

Østers

To av syv prøver av østers tatt ut sommeren 2008 hadde kadmiumkonsentrasjoner like over EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt, med 1,2 og 1,3 mg/kg våtvekt. Dette var ville østers prøvetatt ved en lokalitet utenfor Tønsberg.

Krabbe

De to prøvene av krabbebrunmat som ble analysert for metaller hadde konsentrasjoner av kadmium på 5,2 og 6,1 mg/kg våtvekt, men brunmat av krabbe er ikke omfattet av EUs øvre grenseverdier. Klokjøtt av krabbe hadde kun lave konsentrasjoner av alle metaller.

Anbefalinger for 2011

- 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 2011.
- 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 kongsnegl og taskekrabbe bør prioriteres
- Nye skjell- og sneglearter bør inkluderes, som for eksempel sandskjell, urskjell, haneskjell, strandsnegl og albusnegl. Hjerteskjell bør også inkluderes videre.
- Med bakgrunn i Mattilsynets kostholdsråd for oskjell bør nyrene fjernes før prøvene analyseres

Litteraturliste

- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Måge, A., Nilsen, B.M., 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.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Duinker, A., Måge, A., Julshamn, K. (2009). *Tilsynsprogrammet for skjell 2008. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler og krabbe) og Mikroorganismer* Årsrapport 2008 Mattilsynet. Bergen, NIFES: 51 s.
- Johansen, P. (2010). *Variasjon i kadmiumpkonsentrasjon hos østers - En undersøkelse av flatøsters (Ostrea edulis) langs dens utbredelsesområde i Norge*. Masteroppgave, Universitetet i Bergen, Bergen. 120 s.
- Julshamn, K., Måge, A. (2006). *Overvåkningsprogram for skjell*. Årsrapport 2005. Bergen, NIFES: 38 s.
- Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S., 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. Bergen, NIFES: 40 s.
- Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S., Torkildsen, L., 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, 385-389.
- Molvær, J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT-veiledning. Oslo, SFT TA-1467: 36 s.
- Sloth, J.J., 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, 1269-1273.