



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

Rapport
2011

Tilsynsprogrammet for skjell 2011

Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske
miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler) og
mikroorganismer

Arne Duinker, Bjørn Tore
Lunestad, Cecilie Smith Svanevik
og Kåre Julshamn

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

03.09.2012



FORORD

Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon ble startet av Mattilsynet i 2006 på bakgrunn av krav i Europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 854/2004 av 29. april 2004 om fastsettelse av særlige regler for gjennomføringen av offentlig tilsyn med produkter av animalsk opprinnelse beregnet på human konsum (H3) ("Hygienepakken"). Tilsynsprogrammet for skjell erstattet fra 2006 de tidligere overvåkings- og kontrollprogrammene "Skjell som høstes og omsettes kommersielt" og "Algegifter i skjell – Kostholdsråd til publikum". Disse programmene var igjen en videreføring av "Overvåkningsprogrammet for skjell" som ble initiert av Fiskeridirektoratet i 1999.

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

Ved NIFES har det på vegne av Mattilsynet i 2011 blitt gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *Escherichia coli*, enterokokker og *Salmonella* i skjell, samt kjemiske analyser for fremmedstoffer (metaller, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH) i skjell. Identifisering og telling av potensielt giftige alger i vannprøver og håvtrekk har blitt utført ved Marine Phytoplankton Consulting i Fredrikstad, SINTEF 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 2011 for mikroorganismer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers, oskjell og strandsnegl) og fremmedstoffer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers, strandsnegl og kongsnegl).

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2011 var Anne Margrethe Aase. Prøvemottak ved Anne Margrethe Aase, Manfred Torsvik og Vidar Fauskanger 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, Pablo Cortez, Kari Breistein Sele, Kjersti Pisani, Per-Ola Rasmussen, Vivian Mui, Edel Erdal og Sissel Nygård har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse knyttet til PCB, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Berit Solli, Siri Bargård, Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik og Laila Sedal har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier. Analysene av skjell for

mikrobiologiske parametre er utført av Anette Kausland, Tone Galluzzi, Betty Irgens, Leikny Fjeldstad og Synnøve Winthertun.

PAH-bestemmelsene har vært utført av Eurofins.

Rapporten er revidert i forhold til versjon av 30. april med mindre rettinger.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

INNHold

Forord	2
Sammendrag	6
Summary	9
1. Innledning	11
1.1 Mikrobiologi.....	12
1.2 Fremmedstoffer.....	14
1.3 Målsetting.....	16
2. Materiale og metoder	16
2.1. Prøvetaking.....	16
2.1.1. Prøveuttak til mikrobiologisk analyse.....	16
2.1.2. Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer.....	18
2.2. Prøveopparbeiding og analyse.....	21
2.2.1. Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer.....	21
2.2.2. Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer.....	23
3. Resultater og kommentarer	27
3.1 Mikroorganismer i skjell.....	27
3.2 Kjemiske stoffer i blåskjell.....	28
3.2.1 Metaller.....	28
3.2.2 POPs.....	37
3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	39
3.3 Kamskjell.....	40
3.3.1 Metaller.....	40
3.3.2 POPs.....	42
3.3.3 PAH.....	42
3.4 Østers.....	42
3.4.1 Metaller.....	42
3.4.2 POPs.....	43
3.4.3 PAH.....	44

3.5	Strandsnegl	44
3.5.1	Metaller	44
3.5.2	POPs	44
3.5.3	PAH	45
3.6	Kongsnegl.....	45
3.6.1	Metaller	45
Konklusjoner	47	
Mikroorganismer	47	
Kjemiske stoffer	47	
Blåskjell.....	47	
Kamskjell.....	48	
Østers.....	48	
Strandsnegl	48	
Kongsnegl.....	48	
Anbefalinger for 2012/2013	49	
Litteraturliste.....	49	

SAMMENDRAG

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, ble det i 2011 tatt ut i alt 384 prøver fordelt gjennom hele året. Av disse var 312 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 40 av kamskjell (*Pecten maximus*), 21 av østers (*Ostrea edulis*), fire av oskjell (*Modiolus modiolus*) og syv 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 til sammen 369 av prøvene ble analysert for enterokokker. Til sammen 38 av prøvene ble også analysert med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EUs referansem metode (Donovans metode, ISO 16649-3), mens enterokokker ble bestemt ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 5. utgave 2011: "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.

Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 323 (84 %) av de 384 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 61 prøvene (16 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på over 18 000/100 g, for kamskjell 750 /100 g, for østers 3 500/100 g, for oskjell 20 /100 g og for strandsnegl 2 400/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 49 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 31 av kamskjell, 12 av blåskjell, fire av oskjell og to av strandsnegl. Av disse hadde en prøve *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av blåskjell tatt ut i Sogn og Fjordane, der påvist mengde var 1 300 /100g.

Enterokokker kunne påvises i fem av de 369 undersøkte prøvene. Konsentrasjonene for fire av de positive prøvene var lik påvisningsgrensen, som for denne parameteren er 100 enterokokker/g skjellmat, mens én prøve hadde 200 enterokokker/g skjellmat. Alle positive prøver var av blåskjell.

Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 38 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, som en del av dette overvåkingsprogrammet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 96 prøver innsendt av næringen. Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 80 av disse prøvene (83 %). De øvrige 16 prøvene (17 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 16 000/100 g og for hjerteskjell 9 100/100 g. Enterokokker kunne påvises i en av 18 undersøkte prøver. Prøven var av blåskjell og konsentrasjonen var lik påvisningsgrensen på 100 enterokokker/g skjellmat.

Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 5 undersøkte prøvene innsendt av næringen.

Fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell (*Mytilus edulis*) for bestemmelse av fremmedstoffer fordelte seg på i alt 25 lokaliteter, og til sammen ble det tatt 43 prøver. I tillegg ble det tatt ut i alt 3 prøver av østers (*Ostrea edulis*), fem prøver av kamskjell (*Pecten maximus*), syv prøver av strandsnegl (*Littorina littorea*) og 5 prøver av kongsnegl (*Buccinum undatum*). 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. I alt 43 prøver av blåskjell og alle prøvene av kongsnegl, tre prøver av østers, fire prøver av kamskjell og en prøve av strandsnegl ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen. I tillegg ble 24 blåskjellprøver, to østersprøver, tre prøver av kamskjell, og en prøve av strandsnegl tatt ut om høsten og analysert for de organiske miljøgiftene polyklorerte bifenyler (PCB₇), dioksiner og dioksinlignende PCB og polybromerte flammehemmere (PBDE). Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) ble bestemt i 47 av blåskjellprøvene og av disse var 23 prøver tatt i forbindelse med oljeutslippet fra "Godafoss" ved Hvaler i februar 2011. I tillegg ble det analysert tre prøver av kamskjell, to av østers og en prøve av strandsnegl for PAH. Med unntak av PAH ble alle fremmedstoffanalysene gjort på frysetørket materiale. Metallbestemmelsene ble utført med ICPMS, uorganisk arsen med HPLC-ICPMS, mens 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.

Konsentrasjonene av totalarsen og uorganisk arsen var også i samme område som tidligere år, med høyeste konsentrasjon av totalarsen på 6,5 mg/kg våtvekt og høyeste andel av uorganisk arsen på 20 %. Med hensyn til kadmium var konsentrasjonene på linje med det som ble funnet tidligere år. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium i blåskjell var 0,34 mg/kg våtvekt, som er godt under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, PBDE var forholdsvis lave i de 24 blåskjellprøvene som ble analysert. Alle prøvene viste konsentrasjoner langt under EUs øvre grenseverdier for sum dioksiner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB. Dioksiner, i form av 2,3,7,8-TCDD og 1,2,3,7,8-PeCDD, utgjorde en relativt høy andel av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB, i likhet med 2010 og ulikt tidligere år. To blåskjellprøver viste konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 0,2 ng TE/kg våtvekt ("moderat forurenset").

De fire prøvene av kamskjell muskel og gonade viste metallkonsentrasjoner på samme nivå som tidligere år. Kadmium viste noe lavere konsentrasjoner i 2011 sammenliknet med 2009 og 2010. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium var på 0,22 mg/kg våtvekt, noe som er langt under øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt. De tre prøvene som ble analysert for PCB₇, dioksiner og dioksinliknende PCB, PBDE og PAH hadde lave konsentrasjoner av disse miljøgiftene.

Ingen av de tre prøvene av østers som ble analysert for metaller hadde konsentrasjoner av kadmium over grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, i motsetning til tidligere år. Den høyeste verdien var på 0,73 mg/kg våtvekt i 2011.

Kadmiuminnholdet i den ene prøven av strandsnegl ble bestemt til 0,37 mg/kg våtvekt.

Kadmiuminnholdet i hel kongsnegl var betydelig høyere enn den øvre grenseverdien på 1 mg/kg våtvekt. Den høyeste verdien av kadmium i hel kongsnegl var 10 mg/kg våtvekt. Derimot var kadmiuminnholdet i /muskel av kongsnegl lavt.

PAH resultatene viste lave resultater fra de undersøkte kostholdsrådlokalitetene samt fra området der "Godafoss" havarerte.

SUMMARY

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish monitoring programme, a total of 384 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples 312 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 40 samples were scallops (*Pecten maximus*), 21 were oysters (*Ostrea edulis*), four were horse mussels (*Modiolus modiolus*) and seven were periwinkles (*Littorina littorea*). The sampling was done by inspectors from the Norwegian Food Safety Authority (NFSA) 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*, 369 samples were analysed for enterococci and 38 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, 5th edition, 2011: "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 323 of the 384 examined samples (84 %) 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 harvest for direct consumption. The remaining 61 (16 %) had a concentration of *E. coli* above 230/100g. The highest number of *E. coli* in a sample of blue mussel was more than 18 000/100 g, in scallop 750 /100 g, in oyster 3 500/100 g, in horse mussel 20/100 g and in periwinkle 2 400/100 g.

Four of 369 samples had enterococci in concentrations at the limit of detection (100/ g) and one sample had a concentration of 200/g. All positive samples were blue mussels.

Salmonella was not detected in any of the 38 samples analysed in the shellfish monitoring programme.

In addition to the samples submitted by the NFSA, 96 samples were sent to NIFES directly by the shellfish farmers. The concentration of *E. coli* was less than 230/100 g in 80 of these samples (83 %). The remaining 16 samples (17 %) had a concentration of *E. coli* above 230/100g, and the highest detected number in blue mussel were 16 000/100 g, whereas the highest number in cockle were 9 100 /100 g. One of the 18 samples had detectable concentrations of enterococci. *Salmonella* was not detected in any of the five samples submitted by the farmers.

Undesirable substances

Samples of blue mussels for the analysis of undesirable substances were taken from 25 localities in spring and autumn 2011, and a total of 44 samples were taken. In addition a total of five samples of scallops, 4 samples of oysters, five samples of common whelk and one sample of periwinkle 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.

Fortyfour of the blue mussel samples and five samples of scallop, two samples of oyster, five samples of common whelk and one sample of periwinkle were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, tin and mercury. Inorganic arsenic was determined in all samples analysed for metals. The 24 blue mussel samples, three scallop samples, two oyster samples and one periwinkle sample taken in the autumn were analysed for the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB₇), dioxins and dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers (PBDE)). Polyaromatic hydrocarbons (PAH) were determined in 47 samples of blue mussel, three samples of scallop, two samples of oyster, and one sample of periwinkle. Twentythree samples were taken for PAH as a follow-up of the "Godafoss" oil spill at Hvaler in February 2011. 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 2011 were within 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 also within the same range as previous years, as the highest concentration of total arsenic in blue mussels was 6.5 mg/kg wet weight and the highest percentage of inorganic arsenic of total arsenic was 20%. The levels of cadmium were the same as previous years. The highest concentration of cadmium in mussels was 0,34 mg/kg wet weight, which is well below the regulatory limit of 1,0 mg/kg wet weight.

The concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs, PCB₇ and PBDEs were relatively low in all the 24 blue mussel samples analysed for these substances. All the samples showed concentrations far below the EU and Norway's upper limits for sum dioxins, of 3.5 ng TE/kg wet weight, and for the sum of dioxins and dioxin-like PCBs, of 6.5 ng TE/kg wet weight.

Four samples of adductor muscle and gonad of scallops showed concentrations of metals generally at the same low level as previous years. Cadmium showed somewhat lower concentrations in 2011 than in 2009 and 2010. The highest concentration of cadmium was 0.22 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 three oyster samples analysed for metals none had concentrations of cadmium exceeding EU and Norway's upper limit of 1.0 mg/kg wet weight, unlike previous years when usually a few of the samples just exceeded the limit. The highest cadmium concentration was 0.73 mg/kg wet weight in 2011.

The cadmium levels in one sample of periwinkle was determined to 0.37 mg/kg wet weight, whereas the cadmium levels in whole common welk were well above the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. The highest value recorded in the whole soft tissue was 10 mg/kg wet weight. The cadmium content in foot of common welk was low (<0.5 mg/kg wet weight).

PAH showed low concentration in all mussel samples, even in mussels sampled in the area of "Godafoss".

1. INNLEDNING

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med et stort uutnyttet potensial langs norskekysten. I 2011 ble det solgt 1757 tonn blåskjell, kamskjell og østers, og av dette var 1743 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Fiskeridirektoratet, 2012). Det har vært særlig vanskelig for den norske skjellnæringen 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 kommer fra "rent vann" og holder høy kvalitet, er det viktig å overvåke innholdet av uønskede stoffer og mikroorganismer i skalldyr som skal høstes til konsum. I 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 åtselere og kan derfor akkumulere relativt høye nivåer av miljøgifter.

1.1 Mikrobiologi

Ved lokaliteter som ligger nær kloakkutslipp eller på annen måte er eksponert for fekal forurensning fra varmblodige dyr, kan skjell ta opp tarmbakterier som *Escherichia coli*, enterokokker og *Salmonella*.

Analysen 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 smittestoffer 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.

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

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 flesh and intravalvular liquid 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 flesh and intravalvular liquid ⁴	Purification, relaying 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 flesh and intravalvular liquid ⁵	Relaying 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 flesh and intravalvular liquid	

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."

Enterokokker blir også ofte kalt fekale streptokokker. Disse bakteriene er grampositive, katalase-negative, kuleformet og danner kjeder. Enterokokker finnes normalt i tarminnhold hos varmblodige dyr, men i mindre antall enn *E. coli*. 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.

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 eller dyr (salmonellose) med varierende styrke, fra nær symptomløs til alvorlig tarminfeksjon med feber og blodig diaré, eller i alvorlige tilfeller systemisk infeksjon. I Norge hadde vi i 2011 til sammen 1 289 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 63 % av tilfellene var ervervet utenlands, 24 % var smittet i Norge og for 13 % av tilfellene var smittested ukjent (www.fhi.no). I tillegg hadde vi dette året 15 registrerte tilfeller av infeksjon med de tyfoide *Salmonella*-variantene (*S. Typhi* og *S. Paratyphi*), hvorav 13 oppgav å ha vært smittet utenfor Norge (www.fhi.no). 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 omsettes.

1.2 Fremmedstoffer

Skjell har vist en spesiell evne til å akkumulere enkelte metaller fra miljøet, og EU har foreslått at følgende metaller skal inngå i overvåkingen av skjell: kobber, sølv, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Skjell er imidlertid en god kilde til en rekke essensielle grunnstoffer 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 mye mer toksisk enn organiske arsenformer, som har lav giftighet, og av uorganiske former er treverdige arsen [As(III)] mer toksisk enn femverdige arsen

[As(V)]. I fiskefilet kan mer enn 99 % av det totale innholdet av arsen foreligge i organiske former, dominert av det ikke-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 kan øke (Frantzen m.fl., 2008, 2009; Sloth og Julshamn, 2008). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåking av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skalldyr kan ha et naturlig høyt innhold av uønskede metaller, spesielt kadmium og bly, som kan være høyere enn de øvre grenseverdiene som er gitt av EU og Norge for disse to metallene i skalldyr på henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. Dette gjelder blant annet kamskjell, oskjell, østers, kongsnegl og strandsnegl. Hos kamskjell akkumuleres kadmium i fordøyelseskjertelen, hos oskjell akkumuleres kadmium og bly i nyrene, hos kongsnegl akkumuleres kadmium i fordøyelsesorganene mens hos østers akkumuleres ikke kadmium i et spesifikt organ. Ved å fjerne de nevnte organene vil konsentrasjonen av kadmium og bly være lavere enn de øvre grenseverdiene. I Norge spiser vi som oftest bare lukkemuskel og rogn av kamskjell, og disse organene har generelt lave konsentrasjoner av metaller. 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 og bromerte flammehemmere 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.

Den 31. juli 2009 gikk lasteskipet "Full City" på grunn ved Såstein utenfor Langesund, og det ble beregnet at rundt 300 tonn bunkersolje ble sluppet ut. Etter hendelsen ble det gjennomført flere miljøundersøkelser, i august 2009 (Boitsov og Klungsoyr, 2009) og i november-desember 2010 (Boitsov og Klungsoyr, 2010). Disse viste at PAH-nivået i blåskjell i området nær hendelsen var forhøyet, men avtakende. Likevel var det i november-desember 2010 fremdeles BaP-konsentrasjoner

over EU og Norges øvre grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt en rekke steder, og Mattilsynet ga kostholdsråd om å unngå å spise skjell fra Sørlandskysten. Det var også høsteforbud for dyrkede skjell. For å følge opp dette, besluttet Mattilsynet å ta ut prøver av blåskjell også i 2011 for bestemmelse av PAH, særlig i det påvirkede området på Sørlandet. I tillegg kom forliset av ”Godafoss” ved Hvaler i februar 2011, og det ble besluttet å ta ut prøver langs hele kysten til analyser av PAH

1.3 Målsetting

Tilsynsprogrammet for skjell for 2011

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2011 var å:

- fremskaffe data for forekomst av indikatororganismer for fekal forurensning (*E. coli* og enterokokker) som grunnlag for klassifisering, og *Salmonella* i skjell,
- gi grunnlag for å bedømme om skjellene er trygg mat i henhold til EUs og Norges øvre grenseverdier for metaller,
- 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, dioksiner, polyklorete bifenylar (PCB), polybromerte flammehemmere og polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og
- følge opp innholdet av PAH i skjell etter ”Godafoss”-ulykken

2. MATERIALE OG METODER

2.1. Prøvetaking

Utvalget av lokaliteter ble gjort av Mattilsynet, og prøvetaking og innsending av prøver ble utført av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer. Prøvene ble pakket i egnet emballasje og sendt med eksprespost til NIFES. Det ble analysert på samleprøver, og antall individer i samleprøvene varierte avhengig av art og analysetype.

2.1.1. Prøveuttak til mikrobiologisk analyse

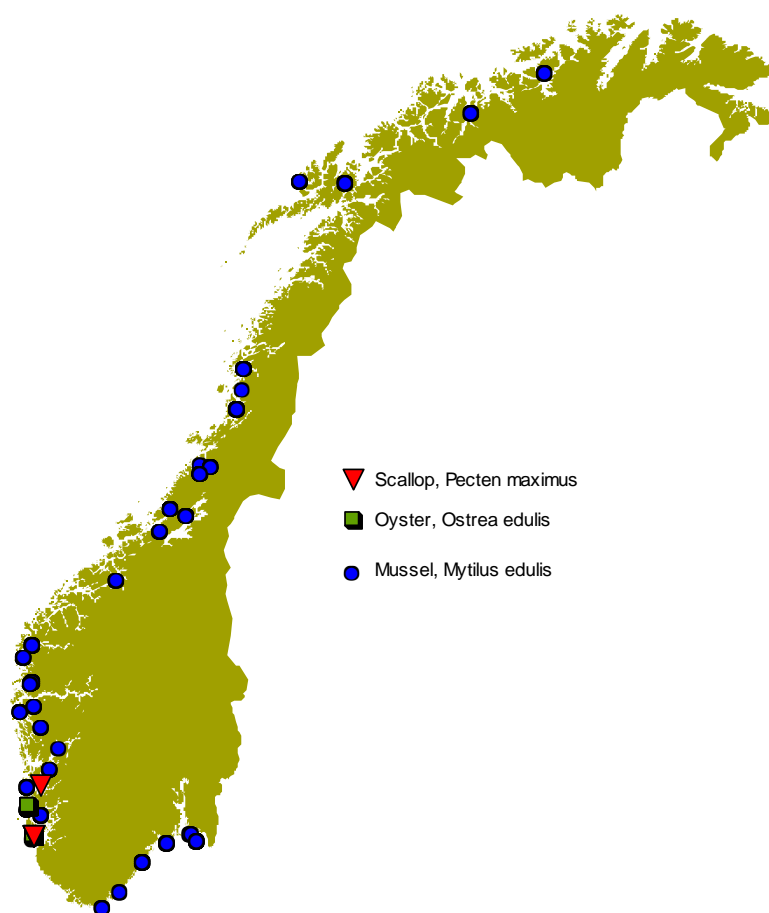
Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut i løpet av hele 2011, månedlig ved hver lokalitet. Til sammen ble det tatt 384 prøver til mikrobiologiske analyser, fra minst 46 ulike lokaliteter (Tabell 2; figur 2). I praksis ble 18 av lokalitetene (16 blåskjell, 2 østers) prøvetatt ti ganger eller mer, mens 9

av lokalitetene kun ble prøvetatt én gang for mikrobiologisk analyse (*E. coli* og enterokokker). Totalt 49 prøver ble tatt ut som prøve fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll, og var derfor ikke knyttet til lokalitet. Av disse var 12 prøver blåskjell, 31 prøver kamskjell, fire prøver oskjell og to prøver strandsnegl.

Til mikrobiologisk analyse ble det totalt samlet inn 312 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 40 prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*), 21 prøver av europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*), fire prøver av oskjell (*Modiolus modiolus*) og syv prøver av strandsnegl (*Littorina littorea*, tabell 2). Mens de fleste blåskjellprøvene, ni av kamskjellprøvene og alle østersprøvene var av dyrkede skjell, var de resterende prøvene av kamskjell, samt alle prøver av oskjell og strandsnegler høstet fra ville populasjoner.

Tabell 2. Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish surveillance programme in 2011, given for each species and region. The number of localities is mainly based on localities where name of locality was given. A marking with a “+” indicates that for some samples locality was not given because sample was taken at processing plant.

Species	Region	<i>E. coli</i>	Enterococci	<i>Salmonella</i>	Note
Blue mussel	Finnmark	6/2	6/2	0	
	Troms	14/3+	14/3+	1/1	
	Nordland	40/7+	40/7+	3/3	1 pr. sluttprod. kontr.
	Nord-Trøndelag	39/4	37/4	3/3	
	Sør-Trøndelag	38/2+	35/2+	4/1+	8 pr. sluttprod. kontr.
	Møre og Romsdal	7/1+	7/1+	1/1	2 pr. sluttprod. kontr.
	Sogn og Fjordane	52/5+	52/5+	4/4	1 pr. sluttprod. kontr.
	Hordaland	39/5	39/5	3/2	
	Rogaland	16/3	16/3	1/1	
	Agder	16/1	16/1	0	
Skagerrak-coast	45/8	45/8	1/1		
Total		312/41+	307/41+	20/16+	12 pr. sluttprod. kontr.
Scallop	Nord-Trøndelag	2/0+	2/0+	2/0+	2 pr. sluttprod. kontr.
	Sør-Trøndelag	14/0+	4/0+	12/0+	14 pr. sluttprod. kontr.
	Hordaland	15/0+	15/0+	0	15 pr. sluttprod. kontr.
	Rogaland	9/1	9/1	0	
	Total		40/1+	30/1+	14/0+
Oyster	Hordaland	11/1	11/1	3/1	
	Rogaland	10/2	10/2	0	
	Total		21/3	21/3	3/1
Horse mussel	Hordaland	4/0+	4/0+	0	4 pr. sluttprod. kontr.
Periwinkle	Nordland	7/1+	7/1+	0	2 pr. sluttprod. kontr.
Total		384/46+	369/46+	38/17+	49 pr. sluttprod. kontr.



Figur 1 Map of Norway indicating where different shellfish species were sampled for microbiological determinations for the surveillance programme in 2011. The different symbols indicate species. Samples of final products are not included.

2.1.2 Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

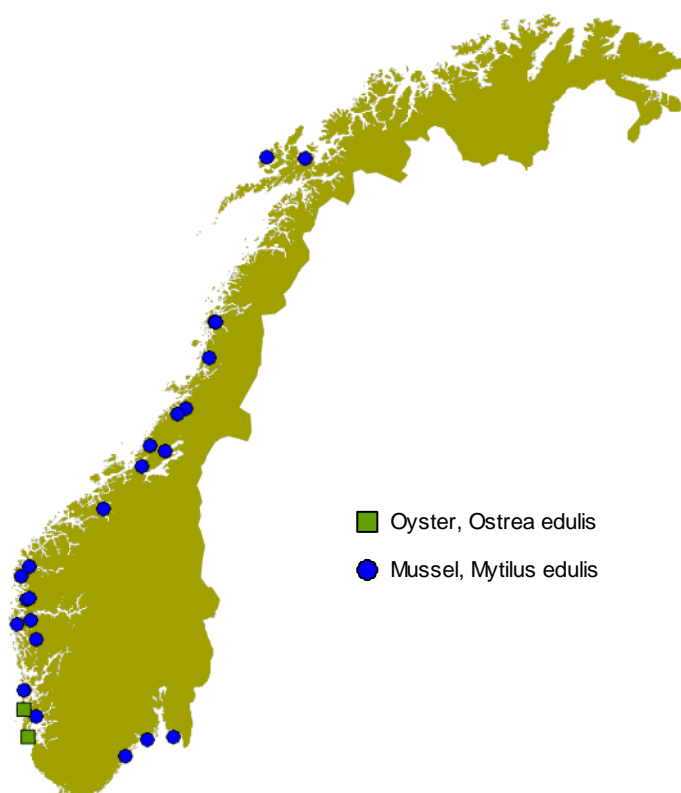
Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2011 ble 44 prøver av blåskjell, fem prøver av kamskjell, fire prøver av østers, en prøve av strandsnegl og fem prøver av kongssnegl tatt ut henholdsvis om våren (februar - mai) og om høsten (august - september) til bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer (Tabell 3), i hovedsak samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. Prøvene som ble tatt ut om høsten ble analysert for både metaller og organiske fremmedstoffer.

Tabell 3. Number of samples/localities for analyses of chemical substances for the shellfish surveillance programme in 2011. When number of localities and samples differ, samples are shown before and localities are shown after /. Element concentrations were determined in samples from both spring and autumn 2011, while organic contaminants (POPs) were only determined in samples from autumn 2011.

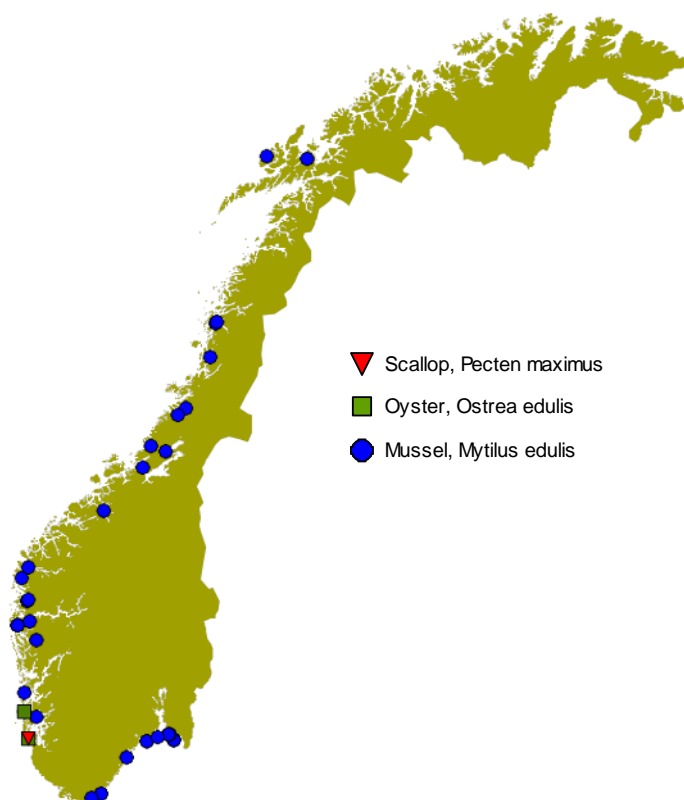
Species	Region	Spring	Autumn	2011	Note
		(metals)	(metals + POPs)		
Blue mussel	Troms	1	1	2/1	
	Nordland	2	4	6/4	
	Nord-Trøndelag	2	3	5/3	
	Sør-Trøndelag	3	2	5/3	
	Møre og Romsdal	1	1	2/1	
	Sogn og Fjordane	4	5	9/5	
	Hordaland	3	3	6/4	
	Rogaland	1	1	2/1	
	Agder		1	1/1	
	Skagerrak-coast	3	3	6/3	
	Total	20	24	44/26	
Scallop	Nord-Trøndelag	1		1/1	Sluttproduktkontroll pakkeri
	Sør-Trøndelag		2	2/2	Sluttproduktkontroll pakkeri
	Rogaland	1	1	2/1	Autumn-sample from spring but received in autumn
Total	2	3	5/4		
Oyster	Hordaland	1	1	2/1	
	Rogaland	1	1	2/1	
Common whelk whole		5		5/5	Samples spring and autumn but only analysed for metals.
Common whelk foot		5		5/5	
Total		10		10/5	
Periwinkle	Nordland		1	1/1	
Total		34	30	64/38	



Figur 2. Map of Norway indicating where shellfish were sampled in 2011 for determination of metals. Samples of final products are not included.



Figur 3. Map of Norway indicating where shellfish were sampled in august-september 2011 for determination of organic contaminants. Samples of final products and periwinkles are not included.



Figur 4. Map of Norway indicating where shellfish were sampled in 2011 for determination of PAH. Samples of final products are not indicated, and some of the stations for samples following the oilspill from “Godafoss” in 2009 are lacking geographical information.

Prøvene som ble tatt om våren ble kun analysert for metaller. Blåskjellene ble samlet inn fra i alt 25 ulike lokaliteter langs hele kysten fra Troms til Østfold (Tabell 3; figur 2; figur 3), og de fleste blåskjellprøvene var av dyrkede skjell. Østersprøvene tatt ut av Mattilsynets inspektører ble tatt ved dyrkingsanlegg i Hordaland og Rogaland.

2.2 Prøveopparbeiding og analyse

2.2.1 Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer

Alle 384 prøver som skulle undersøkes for mikroorganismer ble analysert med hensyn på *E. coli*. For 369 av prøvene ble også analyse for enterokokker inkludert. Begge grupper er tatt med som indikatororganismer for fekal forurensing, og dermed mulig helsefare. Til sammen 38 av de i alt 384 innkomne prøvene ble i tillegg til *E. coli* og enterokokker også undersøkt for *Salmonella*.

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

2.2.1.1 *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 rørmotoden 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 metodikommitté 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 referansemotodikk ved mikrobiologisk vurdering av skjell og ved klassifisering av dyrkningsområder. Metoden gir erfaringsmessig høyere tall på *E. coli* enn tidligere brukte NMKL-basert motodikk. 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).

2.1.1.2 *Bestemmelse av enterokokker (NIFES metode nr. 116)*

I dette prosjektet ble skjell undersøkt med tanke på enterokokker ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 5. utgave 2011. "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, samt verifisering på agar som inneholder eskulin. Metoden er akkreditert.

2.1.1.3 *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, enzytbundet 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.

2.2.2. 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. 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) og PAH.

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: PCDD, PCDF og dl-PCB (non-orto og mono-orto PCB) (PCDD/F og dl-PCB) og bromerte flammehemmere (PBDE), arsen, uorganisk arsen, kadmium, kvikksølv og bly samt fettinnhold. Hver av analysemetodenes prinsip, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i 4. Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025.

Table 4. Undesirable substances included, analytical methods used, status of the methods in terms of accreditation, and limits of quantification (LOQ) given on dry matter at NIFES.

Analyte	Method	Accreditation	LOQ ^{a)}
Arsenic	ICP-MS	Ja/Yes	0.03 mg/kg
Inorganic arsenic	HPLC-ICPMS	Ja/Yes	0.005 mg/kg
Cadmium	ICP-MS	Ja/Yes	0.01 mg/kg
Mercury	ICP-MS	Ja/Yes	0.03 mg/kg
Lead	ICP-MS	Ja/Yes	0.04 mg/kg
TBT	GC-ICPMS	Ja/Yes	0.005 mg/kg
PCDD/PCDF	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0.008-0.4 pg/g (matriseavhengig)
DL-PCB	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0.01-0.5 pg/g
PBDE	GC-MS	Ja/Yes	30 pg/g
PFCs	LC-MS/MS	Ja/Yes	0.3 µg/kg ^{b)} (matrise/analyttavhengig)

a) Based on dry sample. LOQ is matrix dependent for the halogenated organic compounds. b) Based on wet weight.

2.2.2.1 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 7500 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 5.

Tabell 5. Limits of quantification (LOQ; mg/kg dry weight, dw) 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)	0.1	0.5	0.005	0.005	0.03	0.01	0.01

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

For prøver tatt ut om våren ble det benyttet basisk ekstraksjon, der 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). For prøver tatt ut om høsten ble det benyttet sur ekstraksjon, der innveid prøve ble tilsatt 0,07 mol/l HCl i 3 % H₂O₂. Ekstraksjonen ble ellers utført på samme måte som før. Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble separert på en polymerbasert sterk anionbytter-kolonne, (ICSep ION-120) og bestemt som ⁷⁵As⁺ ved bruk av HPLC-ICPMS.

Uorganisk arsen kan finnes både som As(III) og As(V), men i mikrobølgeovnen 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 % (6). Kvantifiseringsgrensen har blitt beregnet til 10 µg/kg tørr prøve. Metoden er akkreditert (tabell 4).

Tabell 6. 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

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

Frysetørket prøve ble veid inn og ekstrahert med syre/metanol. Ekstraktet ble derivatisert med natriumtetraetylborat og ekstrahert over i heksan før måling med gaskromatograf 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.

2.2.2.5 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 svovelsyreimpregnert 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 fempunkts kalibreringskurve. Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener som summeres til en "standard sum PBDE" (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183). 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 ettpunkts 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 høyopløsende GC-MS (HRGC-HRMS) 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 0,5-8,0 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.

2.2.2.6 Bestemmelse av polisykliske 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 13 PAH forbindelser ble bestemt: Antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)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.

3. RESULTATER OG KOMMENTARER

3.1 Mikroorganismer i skjell

Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 323 (84 %) av de 384 prøvene som ble undersøkt (tabell 7), og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 61 prøvene (16 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på over 18 000/100 g, for kamskjell 750 /100 g, for østers 3 500/100 g, for oskjell 20 /100 g og for strandsnegl 2 400/100 g. Enterokokker kunne påvises i fem av de 369 undersøkte prøvene (1 %), og konsentrasjonene for fire positive prøver var lik påvisningsgrensen som for denne parameteren er 100 enterokokker/g skjellmat, mens en prøve hadde 200 enterokokker/g skjellmat. Alle positive prøver var av blåskjell.

Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 38 undersøkte prøvene.

Av prøvene i tabell 7 var 49 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 31 av kamskjell, 12 av blåskjell, fire av oskjell og to av strandsnegl. Av disse hadde en prøve *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av blåskjell tatt ut i Sogn og Fjordane, der påvist mengde var 1 300 /100g.

Tabell 7. Number of shellfish samples analysed for *E. coli*, enterococci and *Salmonella*, broken into species and region, and the number of samples exceeding the limits for the parameters included in the surveillance programme.

Art	Region	# <i>E. coli</i> >230/100g /# samples	# Enterococci ≥100 /g/# samples	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blue mussel	Finnmark	0/6	0/6	0/0
	Troms	0/14	0/14	0/1
	Nordland	6/40	0/40	0/3
	Nord-Trøndelag	6/39	1/37	0/3
	Sør-Trøndelag	6/38	2/35	0/4
	Møre og Romsdal	1/7	0/7	0/1
	Sogn og Fjordane	10/52	0/52	0/4
	Hordaland	4/39	0/39	0/3
	Rogaland	2/16	0/16	0/1
	Agder	0/16	0/16	0/0
	Skagerrak	19/45	2/45	0/1
Scallop	Nord-Trøndelag	0/2	0/2	0/0
	Sør-Trøndelag	0/14	0/4	0/14
	Hordaland	0/15	0/15	0/0
	Rogaland	1/9	0/9	0/0
Oyster	Hordaland	3/11	0/11	0/3
	Rogaland	0/10	0/10	0/0
Horse mussel	Hordaland	0/4	0/4	0/0
Periwinkle	Nordland	3/7	0/7	0/0
Total		61/384	5/369	0/38

I tillegg til prøver som ble innsendt av Mattilsynet, som en del av dette overvåkingsprogrammet, ble det også gjennomført analyse av prøver innsendt av næringen. Mattilsynet dekker deler av kostnadene for disse analysene. I 2011 ble det sendt inn 96 prøver fra næringen. Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 80 av disse prøvene (83 %) (tabell 8), og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til A-område. De øvrige 16 prøvene (17 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 16 000/100 g og for hjerteskjell 9 100/100 g. Enterokokker kunne påvises i en av 18 undersøkte prøver. Prøven var av blåskjell og konsentrasjonen var lik påvisningsgrensen på 100 enterokokker/g skjellmat. Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 5 undersøkte prøvene.

Table 8. Number of samples submitted by shellfish producers analysed for *E. coli*, enterococci and *Salmonella*, broken into species and region, and the number of samples exceeding the limits given in table.

Art	Region	# <i>E. coli</i> >230/100g /# samples	# Enterococci ≥100 /g/# samples	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blue mussel	Nordland	0/11	0/0	0/3
	Nord-Trøndelag	3/32	0/0	0/0
	Sør-Trøndelag	0/8	0/0	0/0
	Sogn og Fjordane	1/9	0/0	0/0
	Rogaland	6/10	0/2	0/2
	Østfold	5/22	1/16	0/0
Common cocle	Troms	1/4	0/0	0/0
Total		16/96	1/18	0/5

3.2 Kjemiske stoffer i blåskjell

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen, ble i 2011 bestemt i blåskjell, stort kamskjell, europeisk flatøsters, kongsnegl og strandsnegl.

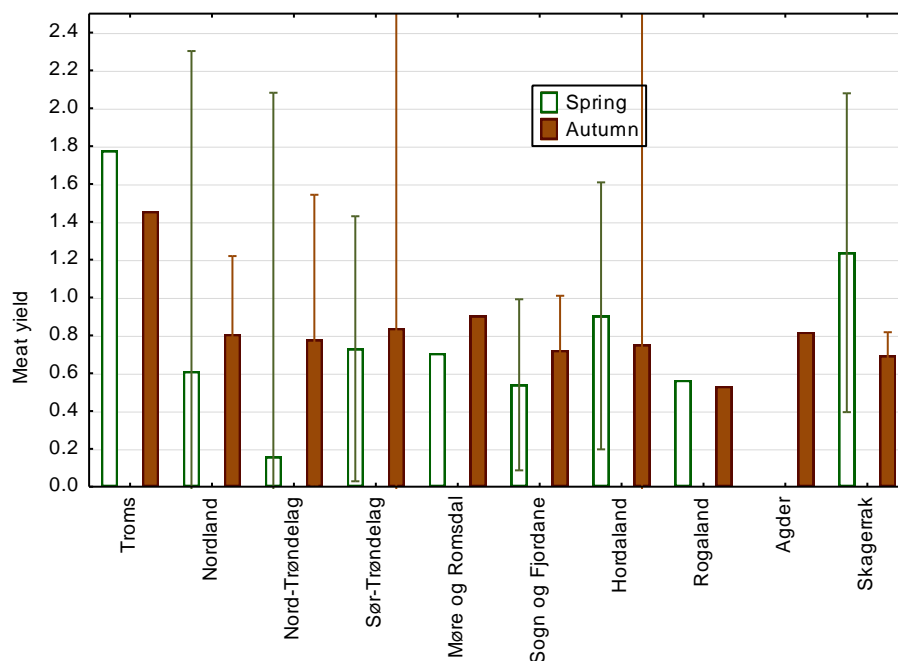
3.2.1 Metaller

Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2011 er vist i tabell 9, gitt som gjennomsnitt og standardavvik av alle prøver fra alle de lokalitetene som er inkludert i overvåkingsprogrammet disse årene. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2011 som tidligere år. Tabell 10 viser gjennomsnittlig metallkonsentrasjon samt største og minste verdi av alle blåskjellprøver tatt henholdsvis om våren og høsten 2011, og tabell 11 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av metaller i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene våren og høsten 2011.

Tabell 9. Metal concentrations (mg/kg wet weight, ww) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the coast of Norway from 2001 to 2011. 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								
2011 (N = 44)	Mean	1.20	16.6	0.16	0.0071	0.013	0.11	2.8
	SD	0.31	5.2	0.07	0.003	0.005	0.07	1.2
2010 (N = 61)	Mean	1.13	16.0	0.17	0.011	0.015	0.18	2.9
	SD	0.24	4.3	0.08	0.005	0.008	0.18	1.4
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

I 2011 hadde blåskjellene likt gjennomsnittlig matinnhold om våren som om høsten på 0,8. Innen hver region varierte forholdet mellom matinnhold vår og høst (Figur 7), men mye av dette kan skyldes at ulike lokaliteter ble prøvetatt vår og høst. For lokaliteter som ble prøvetatt både vår og høst hadde flertallet lavere matinnhold vår i forhold til høst (data ikke vist).



Figur 4. Meat yield (dry weight tissue/length²) for the mussel samples per region and season. Vertical bars indicate 95% confidence intervals.

Tabell 10. Metal concentrations (mg/kg wet weight; mean and range) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled during spring and autumn 2011.

Element (mg/kg ww)	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se	Sn	
EU's upper limit			1.0		0.5	1.5				
Season										
Spring	Mean	1.0	15.6	0.13	0.005	0.014	0.12	3.1	0.60	0.007
(N=20)	min-max	0.61-1.24	8.0-26.3	0.057-0.24	<0.002-0.011	0.006-0.026	0.038-0.30	1.6-5.4	0.25-1.0	0.003-0.035
Autumn	Mean	1.4	17.4	0.18	0.009	0.013	0.10	2.6	0.59	0.010
(N=24)	min-max	0.80-2.1	8.8-28.6	0.069-0.34	<0.002-0.015	0.005-0.027	0.018-0.27	1.4-6.5	0.36-0.89	<0.002-0.11*

*1 < LOQ

3.2.1.1 Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2011 var 1,2 mg/kg våtvekt, noe som tilsvarer tidligere års resultater (Tabell 9). I motsetning til i 2009 (se Frantzen m.fl., 2010) var gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon noe høyere om høsten enn om våren (tabell 10), med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 1,4 og 1,0 mg/kg våtvekt vår og høst. Forskjellene mellom vår og høst varierer fra år til år, og kan skyldes en positiv sammenheng mellom kobberkonsentrasjon og matinnhold i skjellene. Selv om dette ikke var tilfellet for det totale gjennomsnittet i 2011 stemmer det for mange av regionene (tabell 11). Kobberinnholdet i blåskjell

varierte mellom områder (tabell 11), med de høyeste konsentrasjonene ved lokaliteter i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane, begge med 1,6 mg/kg våtvekt i gjennomsnitt (prøver tatt om høsten). Lavest gjennomsnittlig kobberinnhold var det i Møre og Romsdal, med 0,6 mg/kg våtvekt (prøver tatt om våren), men forskjellene mellom regionene var ikke betydelige. Variasjonene mellom regionene kan også til dels henge sammen med variasjon i matinnhold (Frantzen m. fl. 2011).

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. Lokaliteter 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 (klasse I), mens lokaliteter med konsentrasjoner fra 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt karakteriseres som moderat forurenset (klasse II). To ulike lokaliteter hadde konsentrasjoner mellom 1,5 og 2,0 mg/kg våtvekt og tilsvarte dermed klasse II, moderat forurenset. Etersom kobberkonsentrasjonen i blåskjell er korrelert med matinnholdet i skjellene er det mulig at det er biologiske forhold som gjør at kobberinnholdet er relativt høyt på noen lokaliteter, heller enn at det er mer forurenset der i forhold til andre områder (se Frantzen m. fl., 2011).

Tabell 11. Mean metal concentrations in blue mussels (*Mytilus edulis*) (mg/kg wet weight) sampled in each region from Troms to Skagerrak during spring (March – May) and autumn (August – September) 2011, respectively.

Element (mg/kg ww)	N	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se	Meat yield	
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5				
Region	Season										
Troms	Spring	1	1.1	16.1	0.22	0.006	0.006	0.08	1.9	0.42	1.8
Troms	Autumn	1	1.4	21.0	0.34	0.009	0.005	0.07	2.3	0.60	1.5
Nordland	Spring	2	1.0	12.3	0.10	0.007	0.010	0.10	2.5	0.62	0.6
Nordland	Autumn	4	1.1	11.6	0.14	0.011	0.009	0.06	1.8	0.51	0.8
Nord-Trøndelag	Spring	2	1.1	12.7	0.15	0.005	0.019	0.07	3.0	0.65	0.2
Nord-Trøndelag	Autumn	3	1.4	12.8	0.12	0.009	0.012	0.04	2.4	0.55	0.8
Sør-Trøndelag	Spring	3	0.9	10.3	0.09	0.005	0.010	0.06	2.3	0.41	0.7
Sør-Trøndelag	Autumn	2	1.3	11.9	0.09	0.009	0.008	0.04	1.8	0.46	0.8
Møre og Romsdal	Spring	1	0.6	14.9	0.15	0.006	0.012	0.04	5.4	0.46	0.7
Møre og Romsdal	Autumn	1	1.6	18.6	0.31	0.011	0.015	0.05	4.8	0.69	0.9
Sogn og Fjordane	Spring	4	1.0	18.2	0.15	0.004	0.015	0.15	3.3	0.71	0.5
Sogn og Fjordane	Autumn	5	1.6	20.0	0.23	0.009	0.017	0.13	3.8	0.76	0.7
Hordaland	Spring	3	1.1	19.4	0.12	0.004	0.015	0.21	4.0	0.62	0.9
Hordaland	Autumn	3	1.2	22.0	0.14	0.007	0.014	0.20	2.4	0.60	0.8
Rogaland	Spring	1	1.0	21.2	0.17	0.007	0.021	0.21	4.0	0.77	0.6
Rogaland	Autumn	1	1.3	20.1	0.18	0.003	0.018	0.17	2.2	0.63	0.5
Agder	Spring	0									
Agder	Autumn	1	1.4	23.2	0.27	0.009	0.015	0.23	2.4	0.57	0.8
Skagerrak	Spring	3	1.2	16.3	0.11	0.006	0.012	0.10	2.2	0.55	1.2
Skagerrak	Autumn	3	1.3	20.4	0.23	0.006	0.015	0.11	2.1	0.50	0.7
All Grps		44	1.2	16.6	0.16	0.007	0.013	0.11	2.8	0.59	

3.2.1.2 Sink

Det gjennomsnittlige sinkinnholdet i alle blåskjellprøvene i 2011 var 16,6, med et standardavvik på 5,2 mg/kg våtvekt. Dette var i det samme konsentrasjonsområdet som tidligere år (tabell 9). Tabell 10 og 11 viser at det var høyere konsentrasjoner av sink om høsten enn om våren i 2011, men forskjellene var ikke store. Gjennomsnittlig sinkkonsentrasjon (min - maks) i blåskjell høstet om våren og høsten

2011 var på henholdsvis 15,6 (8-26) og 17,4 (9,6-20) mg/kg våtvekt. Sinkkonsentrasjonen i blåskjell i 2011 varierte også mellom regionene (tabell 11). De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av sink ble funnet i blåskjell fra Agder og Hordaland (høstprøver) med verdier på henholdsvis 23,2 og 22,0 mg/kg våtvekt, mens den laveste gjennomsnittlige sinkkonsentrasjonen ble funnet i skjell fra Sør-Trøndelag med 10,3 mg/kg våtvekt.

Sinkinnhold i blåskjell høyere enn 30 mg/kg våtvekt eller 200 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Klif som lokaliteter som er moderat forurenset (Molvær, 1997), og kun én prøve tatt i 2011 hadde konsentrasjon av sink over Klifs grense .

3.2.1.3 Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2011 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (tabell 10). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var i samme område som tidligere år, med $0,16 \pm 0,07$ mg/kg våtvekt (tabell 9). 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 (tabell 9).

I 2011 var det betydelig høyere kadmiuminnhold i blåskjell fra enkelte områder prøvetatt om høsten sammenlignet med de som ble prøvetatt om våren, tilsvarende som for kobber og sink. Gjennomsnittlig (min-maks) kadmiumkonsentrasjon om våren og høsten var henholdsvis 0,13 (0,06-0,24) og 0,18 (0,07-0,34) mg/kg våtvekt (tabell 10).

Det var ikke tydelige regionale forskjeller i kadmiuminnhold i blåskjell i 2011, selv om det var store forskjeller mellom lokaliteter (tabell 11). Den høyeste gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble i funnet i blåskjell prøvetatt om høsten fra Troms, med en verdi på 0,34 mg/kg våtvekt, mens Sør-Trøndelag hadde de laveste verdiene både vår og høst, med 0,09 mg/kg våtvekt. Noe av variasjonen kan skyldes lavere innhold i hurtigvoksende dyrkede skjell i forhold til eldre og mer saktevoksende skjell. Tidligere har vi sett at kadmiumkonsentrasjonen så ut til å avta sørover fra Finnmark til Sør-Trøndelag, for så å øke til Sogn og Fjordane og Hordaland og deretter avta igjen. I 2010 var det ikke et slikt mønster og heller ikke i 2011 , selv om den høyeste verdien ble funnet i skjell fra Finnmark (tabell 11).

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 ingen prøver som hadde verdier over 0,4 mg/kg våtvekt dette året.

3.2.1.4 Sølv

Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2011 varierte fra $<0,002$ til $0,015$ mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt \pm standardavvik på $0,007 \pm 0,003$ mg/kg våtvekt (tabell 9 og tabell 10). Det var ikke betydelig forskjell mellom vår og høst i 2011 (tabell 11). Innholdet av sølv i blåskjellprøvene i 2011 er på samme lave nivå som tidligere år. 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. Alle blåskjellprøvene hadde konsentrasjoner av sølv langt under $0,05$ mg/kg våtvekt.

3.2.1.5 Kvikksølv

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i blåskjell analysert for tilsynsprogrammet i 2011 var $0,013 \pm 0,005$ mg/kg våtvekt, som er i samme område som tidligere år (tabell 9) Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt var på $0,027$ mg/kg våtvekt (høst) (tabell 10 og tabell 11), så kvikksølvkonsentrasjonene var svært 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. Kvikksølvkonsentrasjonen var på samme nivå i prøvene tatt om våren og høsten med et gjennomsnitt på henholdsvis $0,014$ mg/kg våtvekt og $0,013$ mg/kg våtvekt.

3.2.1.6 Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene prøvetatt for tilsynsprogrammet i 2011 var på $0,11 \pm 0,07$ mg/kg våtvekt, noe som er lavere enn det som har blitt rapportert tidligere (tabell 9) (gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene prøvetatt for tilsynsprogrammet i 2010 var på $0,18 \pm 0,18$ mg/kg våtvekt (9)). Med høyeste konsentrasjon på $0,30$ mg/kg våtvekt var det ingen prøver som oversteg Norges og EUs øvre grenseverdi for bly i skjell på $1,5$ mg/kg våtvekt (tabell 10). Det var ingen vesentlig forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet våren og høsten 2011 selv om gjennomsnittet var noe høyere om våren enn om høsten, med gjennomsnitt vår og høst på henholdsvis $0,12$ og $0,10$ mg/kg våtvekt (tabell 10).

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i blåskjell varierte betydelig fra en region til en annen i 2011 (tabell 11), på samme måte som tidligere (Frantzen m.fl., 2011, 2010). Det høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Agder, Hordaland og Rogaland med fra henholdsvis $0,23$ og $0,21$ mg/kg våtvekt og det laveste gjennomsnittlige blyinnholdet ble målt i blåskjell tatt om høsten fra Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag og fra Møre og Romsdal tatt om våren, alle med et gjennomsnitt på $0,04$ mg/kg våtvekt.

Lokaliteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 3 mg/kg tørrvekt eller $0,45$ mg/kg våtvekt er karakterisert av Klif som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med fra $0,45$ til $2,3$ mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra Klifs klassifiseringssystem hadde ingen

lokaliteter konsentrasjoner over 0,45 mg/kg våtvekt dette året. Det er første året at blykonsentrasjonene ikke har vært høyest i blåskjell fra Hardangerfjorden.

3.2.1.7 Arsen

I tilsynsprogrammet for skjell analyseres det både for totalarsen og uorganisk arsen, ettersom blåskjell kan forekomme med relativt høye konsentrasjoner av den mest giftige formen, uorganisk arsen, sammenlignet med annen sjømat. I 2011 varierte total arsen konsentrasjonen fra 1,4 til 6,5 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 2,8 mg/kg våtvekt (tabell 12).

Tabell 12. Annual concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (tAs) and inorganic arsenic (iAs) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Norway during 2005-2010. 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
2011	43	2.8	1.4-6.5	0.043	<0.002-1.3	1.3	<0.01-20
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.

Dette er tilsvarende størrelsesorden som er rapportert tidligere og som er vist i tabell 12 (Frantzen m. fl. 2009, 2010, 2011). Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell varierte fra <0,002 til 1,3 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,043 mg/kg våtvekt. Den desidert høyeste verdien av uorganisk arsen ble funnet i skjell tatt ved Hellesgrova i Sogn og Fjordane, med en konsentrasjon på 1,3 mg/kg våtvekt, mens den prøven med nest høyest uorganisk arsen var tatt ved Fjørnrestangen i Møre og Romsdal, med et gjennomsnitt på 0,11 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittet viser at de fleste prøvene hadde et lavt innhold av uorganisk arsen (tabell 12).

Uvanlig høye konsentrasjoner av uorganisk arsen har tidligere 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 på Vestlandet, og forekomstene ser ut til å opptre uregelmessig og ved ulike årstider. Forekomst av uorganisk arsen i blåskjell er trolig knyttet til periodevis forekomst av uorganisk arsen i vannet som tas opp av planteplankton og andre organiske partikler som blåskjellene lever av (Neff,

1997). Det er viktig å fortsette å analysere uorganisk arsen i blåskjell for å øke kunnskapen om forekomsten av uorganisk arsen i norske blåskjell.

EU har ikke satt noen øvre grenseverdi verken for total arsen eller for uorganisk arsen. JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) foreslo i 1989 en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for inntak av uorganisk arsen på 15 µg/kg kroppsvekt/uke (WHO, 1989). Denne mengden uorganisk arsen ble antatt å kunne inntas hver uke gjennom hele livet uten negative konsekvenser for helsen. JECFA har nå trukket tilbake denne PTWI-verdien fordi det er vist at uorganisk arsen er mer kreftfremkallende enn tidligere antatt (WHO, 2011), men noen ny PTWI-verdi har ikke blitt foreslått. CONTAM- panelet, som er European Food Safety Authoritys (EFSA) ekspertgruppe på kontaminanter i mat, har også anbefalt at PTWI-verdien senkes, men vil vente med å gjøre en ny risikovurdering til det finnes mer data på innhold av uorganisk arsen i mat (EFSA, 2009).

3.2.1.8 Tributyltinn (TBT)

Resultatene gitt i tabell 13 viser konsentrasjoner av TBT i 24 prøver av blåskjell prøvetatt i august-september 2011. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT (µg Sn/kg våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell i 2011 varierte fra 0,01 til 67 µg Sn/kg våtvekt med en middelvei på 3,6 µg Sn/kg våtvekt (tabell 13). Den ene svært høye verdien av TBT på 67 µg Sn/kg våtvekt i blåskjell fra Monsvik, Aga trakk middelveien opp. Til sammenligning var medianverdien for TBT i blåskjell 0,4 µg Sn/kg våtvekt. Dette er tilsvarende TBT nivåer som er rapportert fra tidligere år (tabell 13). Det som er viktig å merke seg er at TBT utgjorde hele 61 % av total tinn i blåskjell fra denne stasjonen. Det synes her klart at det høye total tinn innholdet skyldes bidraget fra TBT. 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. Ifølge denne klassifiseringen hadde to lokaliteter som ble prøvetatt i 2011 TBT innhold over denne grensen. Det var Trettøy i Sunnhordaland i tillegg til Monsvik. Det ble også målt konsentrasjoner av totaltinn, og andelen TBT-bundet tinn varierte fra 4 til 61 % (tabell 13).

Tabell 13. Concentrations mean (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast during 2006-2010. 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
2011	24	3.6 (0.01-67)	24	13 (4-61)
2010	24	0.70 (0.10-2.8)	24	21 (5.0-39)
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		

3.2.2 POPs

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

I 2011 ble det analysert dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB i 24 prøver av blåskjell, tre prøver av kamskjell, to prøver av østers og en prøve av strandsnegl. Gruppen ”dioksiner” omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire kongenerer av non-orto PCB og åtte kongenerer av mono-orto PCB. Siden disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet blir konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til toksiske ekvivalenter før de kan summeres. Det gjøres ved å multiplisere konsentrasjonene av de 29 kongenerne med sine respektive toksiske ekvivalentsfaktorer (TEF). Fra 1. januar 2012 ble de gamle TEF-verdiene (WHO-1998-TEF) erstattet med nye TEF-verdier (WHO-2005-TEF). De øvre grenseverdiene for sum PCDD/F og sum PCDD/F + DL-PCB ble samtidig redusert fra henholdsvis 4 og 8 ng TE/kg våtvekt til 3,5 og 6,5 ng TE/kg våtvekt. Reduksjonen i TEF verdiene skulle tilsvare en reduksjon i TE på ca. 15 %. Summene er beregnet med ”upper bound LOQ”, det vil si at verdier under kvantifiseringsgrensen er satt lik kvantifiseringsgrensen. I tabell 14 har vi gitt innholdet for dioksiner/furaner og DL-PCB med både de gamle og de nye TEF verdiene. Blåskjell prøvetatt i 2011 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) på 0,14 ng TE_{WHO-1998}/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,06 til 0,25 ng TE_{WHO-1998}/kg våtvekt (tabell 14). Konsentrasjonene var langt under EUs og Norges øvre grenseverdier for PCDD/F på 4 ng TE/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra 0,17 til 0,63 ng TE_{WHO-1998}, med et gjennomsnitt på 0,28 ng TE_{WHO-1998}/kg våtvekt (tabell 14). Konsentrasjonene var langt lavere enn 8 ng TE/kg våtvekt som er EUs og Norges øvre grenseverdi for sum PCDD/F+dl-PCB. Resultatene var i overensstemmelse med de nivåene som er rapportert tidligere (Frantzen m. Fl., 2010, 2011).

Reduksjonen i TE verdiene for blåskjell ved å bruke WHO-2005-TEF er i gjennomsnitt 47 %, og største bidraget til reduksjonen kommer fra non-orto- og mono-orto- PCB.

Klif klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av sum PCDD/F i blåskjell under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset og fra 0,2 til 0,5 ng TE/kg våtvekt som moderat forurenset av dioksiner. Ut fra denne klassifiseringen var det to lokaliteter (Møre og Romsdal og Nord-Trøndelag) som kom i kategorien moderat forurenset.

Tabell 14. Concentrations (ng WHO-1998-TEQ/kg wet weight and ng WHO-2005-TEQ/kg wet weight) of sum dioxins/furans (PCDD/F), sum PCDD/F + sum non-ortho PCB and mono-ortho PCB (PCDD/F+dl-PCB), PCB₆, PCB₇ and PBDE₇ in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*), oysters (*Ostrea edulis*) and periwinkles (*Littorina littorea*) sampled in 2011 and previous years. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Species		N	PCDD/F (2005 TEQ)	PCDD/F (1998 TEQ)	PCDD/F +dl-PCB (2005 TEQ)	PCDD/F +dl-PCB (1998 TEQ)	PCB ₆ (ng/g)	PCB ₇ (ng/g)	PBDE ₇ (ng/g)
Mussels	Mean	24	0.13	0.14	0.19	0.28	0.63	0.70	0.08
	min		0.05	0.06	0.12	0.17	0.26	0.29	0.02
	max		0.24	0.25	0.33	0.63	1.71	1.95	0.26
Scallops	Mean	3	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.01
	min		0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.01
	max		0.15	0.15	0.15	0.17	0.09	0.10	0.01
Oysters	Mean	2	0.28	0.31	0.35	0.43	0.50	0.55	0.05
	min		0.21	0.24	0.28	0.34	0.41	0.45	0.04
	max		0.35	0.38	0.42	0.52	0.59	0.65	0.06
Periwinkles	Mean	1	0.11	0.11	0.19	0.32	0.92	1.11	0.10

3.2.2.2 PCB

I tilsynsprogrammet for skjell 2011 ble innholdet av både PCB₇ og PCB₆ bestemt i til sammen 24 blåskjellprøver prøvetatt om høsten. 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 PCB beregnes her ved "upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonene av PCB₇ og PCB₆ i blåskjell er gitt i tabell 14.

I blåskjell varierte summen av PCB₇ fra 0,29 til 1,95 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,70 µg/kg våtvekt, mens konsentrasjonene av PCB₆ varierte fra 0,26 til 1,71 µg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,63 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB₇ som ble funnet i denne undersøkelsen var på nivå med det som ble funnet i 2010 (Frantzen m. fl., 2011). I 2010 var kvantifiseringsgrensene (LOQ) for analysemetoden lavere enn tidligere, som betyr at flere ulike kongener viste kvantifiserbart resultat. For blåskjell var det kun PCB-28 og PCB-180 der noen få prøver viste konsentrasjoner under LOQ. Fordi mange prøver tidligere har vist konsentrasjoner under LOQ, er det vanskelig å sammenligne med resultater fra tidligere år. Men for blåskjell var makskonsentrasjonen i 2010 høyere enn de fleste tidligere år, med unntak av 2006, da makskonsentrasjonen av PCB₇ var på hele 4,7 µg/kg våtvekt (Frantzen m. fl., 2011).

3.2.2.3 Polybromerte flammehemmere (PBDE)

Av de bromerte flammehemmerne ble det i 2011 analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 24 prøver av blåskjell. Sum PBDE er summen av syv ulike PBDE-kongenere, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved "upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2011 varierte fra 0,02 til 0,26 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,08 µg/kg våtvekt (tabell 14), som er på nivå med det som ble funnet i 2010 (Frantzen m. fl., 2011). Dette er relativt lave nivåer. 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 men lavere enn filet av fet fisk som makrell og sild (www.nifes.no/sjomatdata).

3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

I 2011 ble det som tidligere analysert for 13 ulike PAH-forbindelser i 47 prøver av blåskjell. Av disse prøvene ble det tatt ut blåskjellprøver som ble analysert for PAH som en oppfølging etter "Godafoss"-forliset ved Hvaler i 2011. De ulike forbindelsene har ulik giftighet, og benzo(a)pyren (BaP) er en kreftfremkallende PAH-forbindelse som brukes som en indikator på PAH-belastning. EU og Norge har satt en øvre grenseverdi for BaP i skjell på 10 µg/kg våtvekt, mens grenseverdien som gjelder for fiskefilet er på bare 2 µg/kg våtvekt. Resultatene er vist i tabell 15. Resultatene av sum PAH varierte fra 0 til 56 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 3 µg/kg våtvekt. Beregningene ble basert på "lower bound- LOQ), som betyr at verdier lavere enn LOQ ble satt lik 0.

Konsentrasjonen av B(a)P i blåskjell varierte fra <0,5 til 0,63 µg/kg våtvekt. Ingen av prøvene viste konsentrasjoner av BaP over den øvre grenseverdien på 10 µg/kg våtvekt.

Tabell 15. Mean concentration and 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 2011. Results are also shown for 2006-2010.

Blue mussel	EU limit	2011	2010 autumn	2010 spring	2009	2008	2007	2006
PAH (µg/kg wet weight)		N=47	N=24	N= 23	N=26	N=28	N=31	N=43
Benzo(a)pyrene	10	<0.5-0.63	<0.5	<0.5-2.7	<0.5-0.8	<0.5-0.6	<0.5-1.3	<0.5
Sum PAH ¹⁾		3.0 (0-56)	2.6 (0.83-6.3)	24 (<0.5-99)	<0.5-49	<0.5-19	<0.5-268	
Sum PAH ²⁾			7.9 (6.8-11)	27 (<6.5-99)	<6.5-51	<6.5-23		

1) Lower bound LOQ

2) Upper bound LOQ

BaP-konsentrasjoner lavere enn 1 µg/kg våtvekt tilsvarer Klifs klasse I ”ubetydelig til lite forurenset”, og høyeste verdi i 2011 var 0,63. Resultatene viste at det ikke ble funnet noen detekterbare konsentrasjoner av PAH-forbindelser ved de undersøkte kostholdsradlokalitetene og at det ikke var noen effekt av oljeutslippene fra ”Godafoss” med hensyn på mattrygghet i blåskjell.

3.3 Kamskjell

3.3.1 Metaller

Konsentrasjonene av metaller i fire prøver av kamskjell prøvetatt i 2011 i området rundt Frøya i Sør-Trøndelag og Namdalen i Nord-Trøndelag samt bunnkultur i Rogaland er vist i tabell 16.

Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var generelt lave og innen samme område som tidligere år (tabell 16). Kvikksølv og bly viste maksimumskonsentrasjoner på henholdsvis 0,011 og 0,014 mg/kg våtvekt, og var dermed langt under EUs øvre grenseverdier for skjell for henholdsvis kvikksølv og bly på 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonene i muskel og rogn av kamskjell var alle under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, med konsentrasjoner fra 0,20 til 0,22 mg/kg våtvekt (tabell 16). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2011 var noe lavere sammenlignet med resultatene for årene 2009 til 2010, men på same nivå som årene 2005-2008 (tabell 16). 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 kostholdsrad om å spise kun muskel og rogn av kamskjell (Mattilsynet, kostholdsrad 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. Det er ikke kjent at dette også skjedde i 2010.

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2011 varierte fra 1,9 til 4,0 mg/kg våtvekt. Dette er på nivå med tidligere resultater (tabell 16).

Tabell 16. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled during 2001-2011. Means, minima and maxima are shown for each year. "n.d." denotes "not determined". For 2010, results are also given for tributyltin in three samples (TBT).

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Cr	TBT (µg Sn/kg)	TBT (% of Sn)
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5				
Year (N)											
2011 (4)	mean	0.47	15.7	0.21	0.011	0.011	0.014	2.6	n.d.		
	min	0.33	14.5	0.20	0.008	0.010	0.009	1.9			
	max	0.60	18.1	0.22	0.018	0.014	0.025	4.0			
2010 (5)	mean	0.56	19.6	0.38	0.021	0.011	0.029	2.1	n.d.	2.23*	72.4*
	min	0.32	14	0.21	0.013	0.006	0.014	1.5		1.7	51
	max	0.96	24	0.52	0.038	0.015	0.073	2.8		2.7	93
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		

*N = 3

3.3.2 POPs

De tre kamskjellprøvene (muskel og rogn) som ble analysert for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE i 2011 viste alle svært lave konsentrasjoner av de forbindelsene av POPs som ble bestemt (tabell 16). Kamskjellprøvene hadde desidert lavere konsentrasjoner av POPs enn de andre skjellartene i denne undersøkelsen.

3.3.3 PAH

Resultatene av sum PAH, beregnet som "lower bound-LOQ", varierte fra 0 til 0,7 µg/kg våtvekt, mens benzo(a)pyren viste nivåer lavere enn 0,5 µg/kg våtvekt for alle tre prøvene som ble analysert. Innholdet av B(a)P i kamskjell er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 10 µg/kg wet weight.

Tabell 17. Range (µg/kg wet weight) of the sum of PAH compounds and benzo(a)pyrene in Great scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and Common periwinkles (*Littorina littorea*) sampled along the Norwegian coast in 2011.

	Benzo(a)pyrene (µg/kg wet weight)	Sum PAH ¹⁾ (µg/kg wet weight)
Scallops (N=3)	<0.5	0-0.7
Oysters (N=2)	<0.5	0-7
Periwinkles (N=1)	<0.5	0

1) Lower bound LOQ

3.4 Østers

3.4.1 Metaller

Tabell 18 viser resultatene av metallanalysene for østersprøvene analysert i 2011. Kun tre prøver ble analysert dette året, med to prøver fra Buøyflåtet, Rogaland, en prøve fra våren og en fra høsten, og en prøve fra Trettøy i Hordaland. Det var ingen østersprøver analysert i 2011 som hadde konsentrasjoner av kvikksølv, bly eller kadmium over EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 0,5, 1,5 og 1,0 mg/kg våtvekt. For kadmium var den høyeste konsentrasjonen 0,73 mg/kg våtvekt som er lavere enn den øvre grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt som er satt av EU og Norge.

Tabell 18. Metalconcentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in various localities in 2006-2011. 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)										
2011	mean	6.8	325	0.48	0.45	0.017	0.037	2.5	0.048	0.58
(3)	min-max	3.3- 11.2	253-430	0.35- 0.73	0.32- 0.61	0.010- 0.023	0.029- 0.051	1.9-3.3	0.006-0.079	0.52-0.62
2010	mean	10.4	318	0.72	0.54	0.020	0.048	3.3		0.84
(4)	min-max	7.1-16	200-370	0.23- 0.93	0.34- 0.69	0.011- 0.031	0.037- 0.062	1.5-5.1	< 0.002 - 0.007	0.43-1.0
2009	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

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. Se rapporten for 2009 for en mer inngående diskusjon om kadmium i østers (Frantzen m.fl., 2010).

Når det gjelder arsen varierte konsentrasjonene av totalarsen i østers i 2011 fra 1,9 til 3,3 mg/kg våtvekt, mens konsentrasjonen av uorganisk arsen varierte fra 0,006 til 0,079 mg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,048 mg/kg våtvekt (tabell 18). Arsenkonsentrasjonene i 2011 var i samme område som tidligere år.

3.4.2 POPs

I 2011 ble det analysert to østersprøver for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE og resultatene er vist i tabell 14. Konsentrasjonene av PCDD/F varierte fra 0,24 til 0,38 ng TE_{who-1998}/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,31 ng TE_{who-1998}/kg våtvekt. Konsentrasjonene avsum PCDD/F + DL_PCB varierte fra 0,34 til 0,52 ng TE_{who-1998}/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,43 ng TE_{who-1998}/kg våtvekt.

Konsentrasjonene av sum PCB₇ varierte fra 0,45 til 0,65 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,55

µg/kg våtvekt og sum PBDE₇ varierte fra 0,04 til 0,06 µg/kg våtvekt. Innholdet av POPs i østers var lavere enn de tilsvarende forbindelsene som ble funnet i blåskjell (tabell 14).

3.4.3 PAH

Resultatene av sum PAH, beregnet som "lower bound-LOQ", varierte fra 0 til 7µg/kg våtvekt, mens benzo(a)pyren viste nivåer lavere enn 0,5 µg/kg wet weight for de to prøvene som ble analysert. Innholdet av B(a)P i østers er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt.

3.5 Strandsnegl

3.5.1 Metaller

En prøve av strandsnegl tatt i Lofoten i august ble analysert for metaller (tabell 19). Konsentrasjonene av kadmium, bly og kvikksølv var godt under EUs øvre grenseverdier for skjell. Resultatene er sammenlignet med to prøver av strandsnegl prøvetatt i henholdsvis september og oktober i 2008 fra Lofoten. Nivåene var i samme størrelsesorden for alle grunnstoffene, unntatt for kadmium og arsen. Kadmiuminnholde var noe høyere i 2008 prøvene, mens arseninnholdet var høyere i 2011 prøvene (tabell 19).

Tabell 19. Metal concentrations (mg/kg wet weight) measured in one pooled sample of Common periwinkles (*Littorina littorea*) sampled in Nordland in 2011. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic. Data for 2008 are included.

Year	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs
2011	12	19	0.18	0.02	0.04	0.03	32	
2008	17	18	0.39	0.12	0.02	0.09	11	<0.002

3.5.2 POPs

I 2011 ble det analysert en prøve av strandsnegl for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE og resultatene er vist i tabell 14. Konsentrasjonen av PCDD/F var 0,11 ng TE_{who-1998}/kg våtvekt, mens konsentrasjonen avsum PCDD/F + DL-PCB var 0,19 ng TE_{who-1998}/kg våtvekt. Konsentrasjonen av sum PCB₇ var 1,1 µg/kg våtvekt og sum PBDE₇ var 0,10 µg/kg våtvekt. Innholdet av POPs i strandsnegl var høyest blant de analyserte skjellartene for sum PCB₇ og sum PBDE, men nivåene var gjennomgående lave for POPs i skjell som tilskrives lavt fettinnhold (tabell 14).

3.5.3 PAH

Resultatene av sum PAH, beregnet som "lower bound-LOQ", var 0 µg/kg våtvekt, mens benzo(a)pyren viste et nivå lavere enn 0,5 µg/kg våtvekt for den ene prøven som ble analysert. Innholdet av B(a)P i strandsnegl er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 10 µg/kg wet weight.

3.6 Kongsnegl

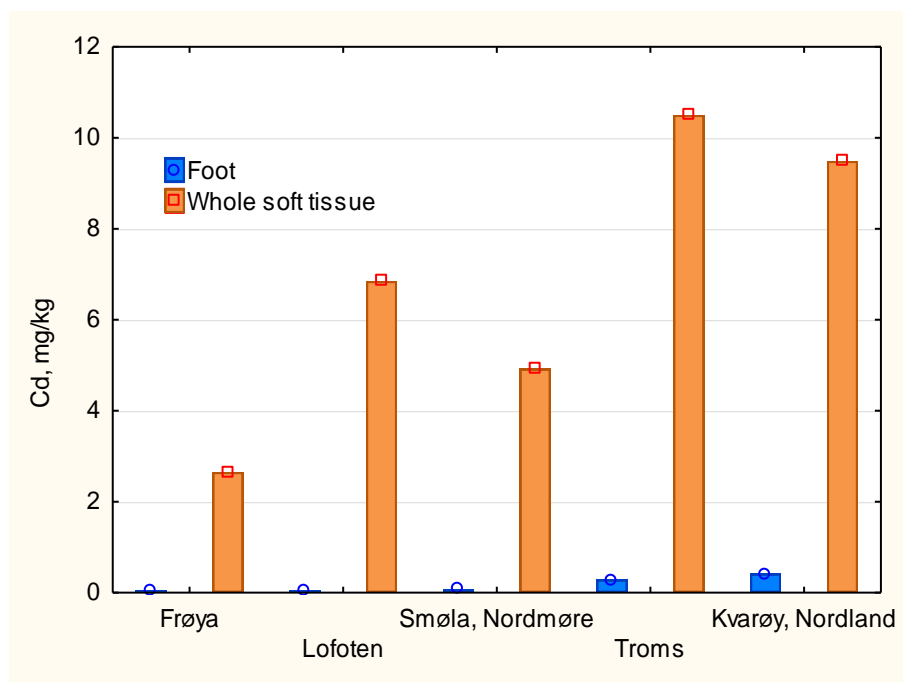
3.6.1 Metaller

Konsentrasjoner av metaller er målt i fem prøver av kongsnegl. Det ble analysert prøver av hel kongsnegl bløtvev og prøver av muskel (fot). Prøvene ble tatt ved Smøla (Nordmøre), Frøya (Sør-Trøndelag), Lofoten og Kvarøy i Nordland samt en lokalitet i Troms. Innholdet av kvikksølv og bly var lave og betydelig lavere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for disse grunnstoffene på henholdsvis 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiuminnholdet i hel bløtvev varierte fra 2,7 til 10,5 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 6,9 mg/kg våtvekt, mens kadmiuminnholdet i fot varierte fra 0,05 til 0,41 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,18 mg/kg våtvekt (tabell 20, figure 5). Alle prøvene som ble analysert hadde kadmiuminnhold i hel kongsnegl som var høyere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt, mens kadmiuminnholdet i muskel var betydelig lavere enn den øvre grenseverdien. I en undersøkelse av metaller i kongsnegl fra 2005 varierte kadmiuminnholdet fra 1,1 til 2,0 i hel innmat (Julshamn m. fl. 2005).

Sammenlignet med blåskjell er konsentrasjonene av både kobber og sink ca 10 ganger høyere i kongsnegl enn i blåskjell, kvikksølvinnholdet er om lag dobbelt så høyt, sølvkonsentrasjonen i kongsnegl er cirka 50 ganger høyere enn i blåskjell, mens konsentrasjonen av bly er noe lavere i kongsnegl enn i blåskjell.

Tabell 20. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in muscle and whole soft tissue of Common whelk (*Buccinum undatum*) sampled in various localities in 2011. Mean and range (min-max) are shown.

		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se	Sn
Muscle (foot) (n=5)	Mean	6.1	18.8	0.18	0.02	0.04	0.03	32.3	0.39	0.004
	min	4.4	9.6	0.05	0.01	0.01	0.01	15.3	0.18	0.003
	max	9.2	32.8	0.41	0.03	0.07	0.08	46.0	0.67	0.006
Whole soft tissue (n=5)	Mean	9.9	212	6.9	0.70	0.06	0.12	24.6	0.63	0.011
	min	2.9	160	2.7	0.37	0.03	0.05	17.9	0.48	0.003
	max	20.0	283	10.5	0.99	0.11	0.31	36.4	0.79	0.023



Figur 5. Cadmium koncentrationer i muskel (foot) og hele bløtvev av Common whelk (*Buccinum undatum*) samlet fra ulike lokaliteter i 2011.

KONKLUSJONER

Mikroorganismer

Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 324 (84 %) av de 384 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 61 prøvene (16 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på over 18 000/100 g, for kamskjell 750 /100 g, for østers 3 500/100 g, for oskjell 20 /100 g og for strandsnegl 2 400/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 49 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 31 av kamskjell, 12 av blåskjell, fire av oskjell og to fra strandsnegl. Av disse hadde en prøve *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av blåskjell tatt ut i Sogn og Fjordane, der påvist mengde var 1 300 /100g.

Enterokokker kunne påvises i fem av de 369 undersøkte prøvene, og konsentrasjonene for fire av de positive prøvene var lik påvisningsgrensen som for denne parameteren er 100 enterokokker/g skjellmat, mens en prøve hadde 200 enterokokker/g skjellmat. Alle prøver som var positive for enterokokker var av blåskjell.

Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 38 undersøkte prøvene.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, som en del av dette overvåkingsprogrammet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 96 prøver innsendt av næringen. Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 80 av disse prøvene (83 %). De øvrige 16 prøvene (17 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 16 000/100 g og for hjerteskjell 9 100/100 g. Enterokokker kunne påvises i en av 18 undersøkte prøver. Prøven var av blåskjell og konsentrasjonen var lik påvisningsgrensen på 100 enterokokker/g skjellmat.

Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de fem undersøkte prøvene innsendt av næringen.

Kjemiske stoffer

Blåskjell

Den høyeste verdien av uorganisk arsen ble funnet i en høstprøve fra Hellesgrova i Sogn og Fjordane med en konsentrasjon på 1,3 mg/kg våtvekt. Innholdet av uorganisk arsen i denne prøven utgjorde ca. 20% av total arsen. De øvrige prøvene hadde forholdsvis lave konsentrasjoner av uorganisk arsen. Ingen blåskjellprøver hadde konsentrasjoner av kadmium og bly som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. Det var heller ingen blåskjellprøver som

hadde konsentrasjoner som kom i Klifs klassifisering, "moderat forurensing" for kadmium, bly og kvikksølv. Av 24 analyserte blåskjellprøver hadde de fleste lave konsentrasjoner av PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere. To prøver viste konsentrasjoner av sum dioksiner over 0,2 ng TE/kg våtvekt ("moderat forurenset"). PAH resultatene viste lave resultater også fra området der "Godafoss" havarete.

Kamskjell

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

Østers

Ingen østersprøver hadde konsentrasjoner av kadmium over 1,0 mg/kg våtvekt slik det ofte har blitt observert tidligere år.

Strandsnegl

Den ene prøven som ble analysert hadde lave konsentrasjoner av både metaller og POPs.

Kongsnegl

Det ble analysert fem prøver av hel innmat av kongsnegl og fem prøver av fot. Alle prøvene som ble analysert hadde kadmiuminnhold i hel innmat som var høyere enn EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt, mens kadmiuminnholdet i fot var betydelig lavere enn den øvre grenseverdien. Det betyr at kun fot bør spises.

ANBEFALINGER FOR 2012/2013

- Arsen i blåskjell følges opp videre, spesielt med å se på forskjellen i arsenspecier mellom prøver tatt i ulike områder.
- PAH-bestemmelse, og da med spesiell fokus på benzo(a)pyren, benz(a)anthracen, benzo(b)fluoranthren og chrysen. Summen av disse forbindelsene bør vies spesiell fokus i programmet for 2012 etter at EU har satt en øvre grenseverdi på 35 µg/kg våtvekt for summen av disse.
- Blåskjell bør brukes som referanseorganisme der det tas prøver av andre skjellarter, ved at det tas prøver av blåskjell fra samme lokalitet.
- Dersom ”nye” skjell- og sneglearter høstes og produseres for omsetning bør disse inkluderes. Strandsnegl, hjerteskjell og kongsnegl bør også inkluderes videre.
- Med bakgrunn i Mattilsynets kostholdsråd for oskjell bør nyrene fjernes før prøvene analyseres
- Siden det ikke er vist en god samvariasjon mellom påvisning av *E. coli* og enterokokker gjennom lange serier utført av NIFES, anbefales det at enterokokker ikke blir tatt med i overvåkningsprogrammet for 2012.

LITTERATURLISTE

Boitsov, S. and J. Klungsoyr (2009). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City"*. www.imr.no.

Boitsov, S. and J. Klungsoyr (2010). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City"*. www.imr.no.

EFSA (2009). EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); Scientific opinion on arsenic in food. *EFSA Journal* 2009. 7(10): 1351. 1354 pp.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, et al. (2010). *Årsrapport 2009. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2009. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer*. www.nifes.no.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, et al. (2011). *Årsrapport 2010. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2010. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer*. www.nifes.no.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, et al. (2008). *Tilsynsprogrammet for skjell 2007 - fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer*. Årsrapport til Mattilsynet. www.nifes.no.

Fiskeridirektoratet (2012). *Foreløpig statistikk for akvakultur 2011*. www.fiskeridir.no.

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

Julshamn, K. and A. Måge (2006). *Overvåkningsprogram for skjell*. Årsrapport 2005.

Molvær, J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT-veiledning.

Neff, J. M. (1997). Ecotoxicology of arsenic in the marine environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16(5): 917-927.

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

WHO (1989). *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants*. WHO Food Additives Series.

WHO (2011). *Evaluation of certain contaminants in food. Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. WHO Technical Report Series. No. 959. http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf