



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

Rapport
2012

Nasjonalt tilsynsprogram for
produksjon av skjell og andre bløtdyr 2012
Kjemiske forurensende stoffer og
mikroorganismer

Arne Duinker, Bjørn Tore
Lunestad, Irja Sunde Roiha og Kåre
Julshamn

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

16.09.2013



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"). Før dette har NIFES bidratt i skjellovervåkning siden 1999.

Formålet med Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon er å dokumentere forekomst av kjemiske forurensende stoffer og indikatorbakterien *E. coli* i områder der muslinger produseres for kommersiell omsetning. Resultater fra slike undersøkelser gis i denne rapporten. Gjennom programmet skal det også innhentes dokumentasjon om forekomst av toksinproduserende alger i sjøen og marine biotoksiner i muslinger, men dette er ikke en del av denne rapporten.

I tillegg har Mattilsynet gjennomført stikkprøvebasert prøvetaking av sluttproduktet for å undersøke om skjell som omsettes oppfyller regelverkskravene spesielt med hensyn på mikroorganismer og algegifter. Innholdet av mikroorganismer i sluttprodukter er del av denne rapporten.

Ved NIFES har det på vegne av Mattilsynet i 2012 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.

I denne rapporten beskrives resultater fra tilsynsprogrammene i 2012 for mikroorganismer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers, oskjell og teppeskjell) og fremmedstoffer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers og oskjell).

En todeling av prøvetaking

- Prøvetaking gjennomført av inspektører ved Mattilsynets distriktskontorer.
- Prøvetaking gjennomført av produsenter

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2012 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.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, september 2013

INNHold

Forord	2
Sammendrag	6
Summary	9
1. Innledning	11
1.1 Mikrobiologi.....	12
1.2 Fremmedstoffer.....	14
1.3 Målsetting.....	15
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 kjemiske fremmedstoffer.....	23
3. Resultater og kommentarer	28
3.1 Mikroorganismer i skjell.....	28
3.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell.....	29
3.2.1 Metaller.....	29
3.2.2 POPs.....	36
3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	38
3.3 Kamskjell.....	39
3.3.1 Metaller.....	39
3.3.2 POPs.....	41
3.3.3 PAH.....	42
3.4 Østers.....	42
3.4.1 Metaller.....	42
3.4.2 POPs.....	44
3.4.3 PAH.....	44

3.5	Oskjell	44
3.5.1	Metaller	44
3.5.2	POPs	45
3.5.3	PAH	45
Konklusjoner	46	
Mikroorganismer	46	
Kjemiske stoffer	46	
Blåskjell.....	46	
Kamskjell.....	47	
Østers.....	47	
Oskjell	47	
Anbefalinger for 2013	48	
Litteraturliste.....	48	

SAMMENDRAG

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, tok Mattilsynet i 2012 ut i alt 382 prøver fordelt gjennom hele året. Av disse var 307 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 37 av kamskjell (*Pecten maximus*), 34 av østers (*Ostrea edulis*) og fire av oskjell (*Modiolus modiolus*). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) etter instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. Ved NIFES ble alle prøvene analysert for *E. coli* og til sammen 13 av prøvene ble også analysert for enterokokker. Videre ble 48 av prøvene undersøkt med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EUs referansemetode (Donovans metode, ISO 16649-3), mens enterokokker ble bestemt ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 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 $\leq 230/100$ g i 325 (85 %) av de 382 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 57 prøvene (15 %) 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 1 300/100 g, for østers 16 000/100 g og for oskjell 130/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 39 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 24 av kamskjell, 13 av blåskjell og to av oskjell. Av disse hadde fem prøver *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av blåskjell tatt ut i Nord-Trøndelag, der påvist mengde var 790/100 g. Fire prøver av kamskjell ble tatt ut, hvorav en ble tatt ut i Nord-Trøndelag, der påvist mengde var 490/100 g, og tre ble tatt ut i Sør-Trøndelag, der påvist mengde var 310/100 g for den ene prøven og 790/100 g for to av prøvene.

Enterokokker kunne påvises i to av de 13 undersøkte prøvene. Konsentrasjonene av de positive prøvene var lik påvisningsgrensen, som er 100 enterokokker/g skjellmat. Begge prøvene var av blåskjell.

Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 48 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 36 prøver innsendt av næringen. Av disse var 34 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), en av kamskjell (*Pecten maximus*) og en av teppeskjell (*Venerupis pullastra*). Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 31 av disse prøvene (86 %). De øvrige 5 prøvene (14 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 2 400/100 g og $< 20/100$ g for kamskjell og teppeskjell.

Kjemiske fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell (*Mytilus edulis*) for bestemmelse av fremmedstoffer fordelte seg på i alt 19 lokaliteter, og til sammen ble det tatt 34 prøver. I tillegg ble det tatt ut i alt 5 prøver fra 3 lokaliteter av østers (*Ostrea edulis*), åtte prøver fra syv lokaliteter av kamskjell (*Pecten maximus*) og to prøver fra én lokalitet av oskjell (*Modiolus modiolus*). Prøvene ble tatt ut av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer, med unntak av oskjellprøvene som ble sendt inn av næringen, og sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. I alt 34 prøver av blåskjell, åtte prøver av kamskjell, fem prøver av østers og to prøver av oskjell og ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen, til sammen 53 prøver analysert for metaller. Det ble analysert 22 blåskjellprøver for metaller høstet om våren og 12 blåskjellprøver høstet om høsten. Det ble analysert 13 blåskjellprøver for TBT. I tillegg ble 14 blåskjellprøver, tre kamskjellprøver, to østersprøver, og to prøver av oskjell analysert for dioksiner/furaner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆) og PBDE. Prøvene ble tatt ut om høsten. Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) ble bestemt i 14 av blåskjellprøvene, tre av kamskjellprøvene, to av østersprøvene samt begge prøvene av oskjell. Med unntak av PAH ble alle fremmedstoffanalysene gjort på frysetørket materiale. Metallbestemmelsene ble utført med ICPMS, uorganisk arsen med HPLC-ICPMS, mens PCB₆, 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 bestemmelser 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. Med hensyn til kadmium var konsentrasjonene på linje med det som ble funnet tidligere år. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium i blåskjell var 0,31 mg/kg våtvekt, som er godt under maksimumsgrensen på 1,0 mg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av totalarsen og uorganisk arsen var også i samme område som tidligere år, med høyeste konsentrasjon av totalarsen på 7,9 mg/kg våtvekt og høyeste andel av uorganisk arsen på 28 %.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, PBDE var forholdsvis lave i de 14 blåskjellprøvene som ble analysert. Alle prøvene viste konsentrasjoner langt under EUs maksimums grense for sum dioksiner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB. Ingen av blåskjellprøvene viste konsentrasjoner av lowerbound sum dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 0,2 ng TE/kg våtvekt som er angitt som moderat forurenset i klassifiseringssystemet til KLIF.

De åtte prøvene av kamskjell muskel og gonade viste metallkonsentrasjoner på samme nivå som i 2011. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium var på 0,26 mg/kg våtvekt, noe som er langt under maksimumsverdien på 1,0 mg/kg våtvekt i skjellmat til human konsum. De tre prøvene som ble

analysert for PCB₇, dioksiner og dioksinliknende PCB, PBDE og PAH hadde lave konsentrasjoner av disse miljøgiftene.

Ingen av de fem prøvene av østers som ble analysert for metaller hadde konsentrasjoner av kadmium over grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, men en prøve hadde konsentrasjonen 1,0 mg Cd/kg våtvekt. Innholdet av de organiske miljøgiftene i de to prøvene som ble analysert var lave.

Innholdet av kadmium og bly i de to prøvene av hel oskjell var på henholdsvis 1,3 og 1,5 mg/kg våtvekt og 2,1 og 2,2 mg/kg våtvekt. Innholdet av både kadmium og bly i hel oskjell var betydelig høyere enn maksimumsverdiene på henholdsvis 1 mg Cd/kg våtvekt og 1,5 mg Pb/kg våtvekt satt av EU. De høye verdiene av kadmium og bly er hovedsakelig lokalisert til nyrene. Lave verdier av de organiske miljøgiftene ble funnet i oskjell.

SUMMARY

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish monitoring programme, a total of 382 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples 307 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 37 samples were scallops (*Pecten maximus*), 34 were oysters (*Ostrea edulis*), and four were horse mussels (*Modiolus modiolus*). 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*, 13 samples were analysed for enterococci and 48 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, 325 of the 382 examined samples (85 %) had a content of *E. coli* \leq 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 57 (15 %) 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 1300 /100 g, in oyster 16 000/100 g, and in horse mussel 130/100 g.

Two out of thirteen samples had a concentration of enterococci at the limit of detection (100 enterococci/g), and all positive samples were blue mussels.

Salmonella was not detected in any of the 48 samples analysed in the shellfish monitoring programme.

In addition to the samples submitted by the NFSA, 36 samples were sent to NIFES directly by the shellfish farmers. Of these samples, 34 were blue mussels (*Mytilus edulis*) and one sample each from great scallop (*Pecten maximus*) and pullet carpet shell (*Venerupis pullastra*).

The concentration of *E. coli* was \leq than 230/100 g in 31 of these samples (86 %). The remaining 5 samples (14 %) had a concentration of *E. coli* above 230/100g, and the highest detected number in blue mussel were 2 400/100 g, whereas the highest numbers in great scallop and pullet carpet shell were $<$ 20/100 g.

Undesirable substances

Samples of blue mussels for the analysis of undesirable substances were taken from 19 localities in spring and autumn 2012, and a total of 34 samples were taken. In addition a total of eight samples of scallops, five samples of oysters, four samples of common whelk and two samples of horse mussel. The sampling was done by inspectors from the Norwegian Food Safety Authority District Offices, except for horse mussel samples submitted by the industry, according to instructions made by the Head Office of the Norwegian Food Safety Authority, and sent to NIFES for analyses.

Thirty-four of the blue mussel samples and eight samples of scallop, five samples of oyster, two samples of horse mussel and four samples of common whelk were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, lead, mercury and tin. Inorganic arsenic was determined in all samples analysed for metals. The 14 blue mussel samples, three scallop samples, two oyster samples and two horse mussel sample taken in the autumn were analysed for the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB₆ and PCB₇), dioxins and dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers (PBDE)). Polyaromatic hydrocarbons (PAH) were determined in 14 samples of blue mussel, three samples of scallop, two samples of oyster, and two samples of horse mussel. 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 2012 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 maximum level. 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 7.9 mg/kg wet weight and the highest percentage of inorganic arsenic of total arsenic was 28 %. The levels of cadmium were the same as previous years. The highest concentration of cadmium in mussels was 0.31 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 14 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_{WHO-2005} /kg wet weight, and for the sum of dioxins and dioxin-like PCBs, of 6.5 ng TE_{WHO-2005} /kg wet weight.

Eight samples of adductor muscle and gonad of scallops showed concentrations of metals generally at the same low level as previous years. Cadmium concentrations were on the same level as reported for 2011. 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 PCB₆, 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 1.0 mg/kg wet weight in 2012.

The cadmium and lead levels in two samples of horse mussel were determined to 1.4 and 2.1 mg/kg wet weight, respectively whereas the cadmium levels in whole common whelk were well above the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. The highest value recorded in the whole soft tissue was 2.56 mg/kg wet weight. The cadmium content in foot of common whelk was low (<0.1 mg/kg wet weight).

PAH showed low concentrations in all mussel samples.

1. INNLEDNING

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med et stort uutnyttet potensial langs norskekysten. I 2012 ble det solgt 2005 tonn skjell fra akvakultur, og av dette var 1967 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Fiskeridirektoratet, 2013). I tillegg høstes det kamskjell fra ville bestander. Blåskjellnæringen er nå sentrert rundt pakkerier i Trøndelag med produksjon i Trøndelag og på Helgelandskysten. Denne næringen er nå kommer over i en kommersiell fase etter mange år med prøving og feiling langs hele kysten.

Mattilsynet klassifiserer produksjonsområder for muslinger. Produksjonsområder som er klassifisert skal overvåkes og føres tilsyn med for å vurdere om forekomsten av uønskede stoffer (kjemiske forurensende stoffer) og mikroorganismer endres over tid. I tillegg gjennomføres stikkprøvebasert prøvetaking av sluttprodukter spesielt med hensyn på innholdet av mikroorganismer. 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 i skjell 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*. Analyser med hensyn på *E. coli* og enterokokker brukes i denne sammenhengen for å indikere fekal forurensning og dermed mulig helsefare. Mikroorganismer som skal benyttes som indikatorer for fekal forurensning må oppfylle flest mulig av følgende kriterier:

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

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

Mengde *E. coli* gir 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 46 000 *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. Gjeldende regelverk gir ikke grenseverdier for enterokokker, men analysen har likevel vært inkludert i tilsynsprogrammet de siste årene i tillegg til *E. coli*. I overvåkningsprogrammet for 2013 inkluderes ikke denne parameteren.

Blant salmonellabakteriene finnes det over 2 500 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 symptomløshet til alvorlig tarminfeksjon med feber og blodig diaré, eller i alvorlige tilfeller systemisk infeksjon. I Norge hadde vi i 2012 til sammen 1 371 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 71 % av tilfellene var ervervet utenlands, 19 % var smittet i Norge og for 10 % av tilfellene var smittested ukjent (www.fhi.no). I tillegg hadde vi dette året 20 registrerte tilfeller av infeksjon med de tyfoide salmonellavariantene (*S. typhi* og *S. paratyphi*), hvorav 15 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 salmonellabakterier 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 og metallformer som 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 for fisk.

Blåskjell er den av skjellartene det produseres mest av i Norge. 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 de organiske arsenformene, som har lav giftighet, og av de uorganiske formene 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 overvåkning 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 og kongsnegl. 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 derimot vist seg å kunne 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.

1.3 Målsetting

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2012 var:

Mattilsynet skal klassifisere og føre tilsyn med produksjonsområder for muslinger samt gjennomføre sluttproduktkontroller i henhold til kravene i forskrift 22. desember 2008 nr. 1622 om særlige regler for gjennomføringen av offentlig kontroll av produkter av animalsk opprinnelse beregnet på konsum § 1 jf. forordning 854/2004 artikkel 6 jf. vedlegg II.

Klassifisering og tilsyn krever prøvetaking for laboratorieanalyser. Hovedformål med nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon (tilsynsprogrammet) er derfor å koordinere prøvetaking i

produksjonsområder for muslinger for å oppfylle kravene i gjeldende regelverk slik at distriktskontorene kan:

- Klassifisere produksjonsområder med hensyn til forekomst av fekal forurensning. Omfatter å fremskaffe data for forekomst av indikatororganismer for fekal forurensning (*E. coli*) som grunnlag for klassifisering, og *Salmonella* i skjell.
- Føre tilsyn med klassifiserte produksjonsområder med hensyn til forekomst av toksinproduserende alger, marine biotoksiner, mikroorganismer og forurensende kjemiske stoffer, og på bakgrunn av dette åpne og lukke produksjonsområder samt omklassifisere hvis nødvendig.
- Sluttproduktkontroller i ekspedisjonssentraler. Slik kontroll skal verifisere at muslinger mv. oppfyller helsestandarder (innhold av mikroorganismer og marine biotoksiner) gitt i forskrift 22. desember 2008 nr. 1624 om særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse § 1 jf. forordning (EF) nr. 853/2004 artikkel 3 jf. vedlegg III avsnitt VII kapittel V.
- Føre tilsyn med høsting av muslinger som går i bulk til annet EØS-land (høstkontroll) med hensyn til helsestandarder. Muslinger som omsettes i bulk til annet EØS-land blir ikke kontrollert på ekspedisjonssentral i Norge. Mattilsynet skal gjennomføre sluttproduktkontroll i alle ledd av produksjonen (jf. forordning 854/2004 artikkel 6 jf. vedlegg II kapittel II bokstav D. nr 2), og muslinger som blir sendt ut av Norge i bulk må derfor kontrolleres under høsting.

2. MATERIALE OG METODER

2.1. Prøvetaking

Utvalget av lokaliteter for prøvetaking ble gjort av Mattilsynet, og selve prøvetakingen 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

Produksjonsområder

Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut av Mattilsynet i løpet av hele 2012, og månedlig ved hver lokalitet som inngikk programmet. I praksis ble 24 av lokalitetene (20 blåskjell, 1 kamskjell, 3 østers) prøvetatt ti ganger eller mer, mens 7 av lokalitetene kun ble prøvetatt én gang for mikrobiologisk analyse. Til sammen ble det tatt 382 prøver til mikrobiologiske analyse. Dette var 307 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 37 prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*), 34 prøver av europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*) og fire prøver av oskjell (*Modiolus modiolus*) (Tabell 2). Mens de fleste

blåskjellprøvene, fem av kamskjellprøvene og alle østersprøvene var av dyrkede skjell, var de resterende prøvene av kamskjell, samt alle prøver av oskjell høstet fra ville populasjoner.

Sluttproduktkontroll

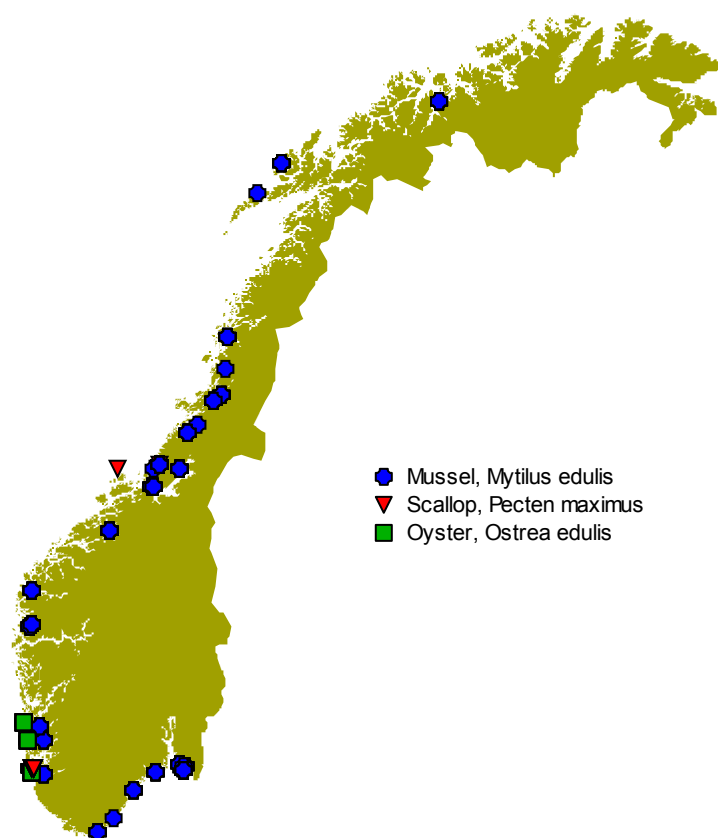
Totalt 39 prøver ble tatt ut som prøve fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll, og var derfor ikke knyttet til lokalitet. Av disse var 13 prøver blåskjell, 24 prøver kamskjell og to prøver oskjell.

Prøver sendt inn av næringen.

Totalt 36 prøver ble sendt inn av næringen. Av disse var det 34 prøver av blåskjell, én prøve av kamskjell, og én prøve av teppeskjell.

Tabell 2. Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish monitoring programme in 2012, 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	Troms	10/1	0	0	
	Nordland	34/6+	1/1	3/1+	3 samples, end product
	Nord-Trøndelag	88/8+	6/6	13/4+	8 samples, end product
	Møre og Romsdal	10/1	1/1	1/1	
	Sogn og Fjordane	33/3	0	0	
	Hordaland	17/2+	0	0	
	Rogaland	37/4	1/1	3/1+	
	Agder	17/3	0	0	
	Skagerrak-coast	61/8+	3/3	3/2+	2 samples, end product
	Total	307/36+	12/10	21/9+	13 samples, end product
Scallop	Nordland	1/0+	0	1/0+	1 sample, end product
	Nord-Trøndelag	4/0+	0	4/0+	4 samples, end product
	Sør-Trøndelag	18/2+	0	18/2+	18 samples, end product
	Hordaland	1/0+	0	0	1 sample, end product
	Rogaland	13/2	0	0	
	Total	37/4+	0	22/2+	24 samples, end product
Oyster	Hordaland	11/1	0	0	
	Rogaland	23/2	1/1	0	
	Total	34/3	1/1	0	
Horse mussel	Hordaland	4/0+	0	4/0+	2 samples, end product
Total		382/43+	13/11	48/11	39 samples, end product



Figur 1. Map of Norway indicating where different shellfish species were sampled for microbiological determinations for the monitoring programme in 2012. The different symbols indicate species. Samples of final products are not included.

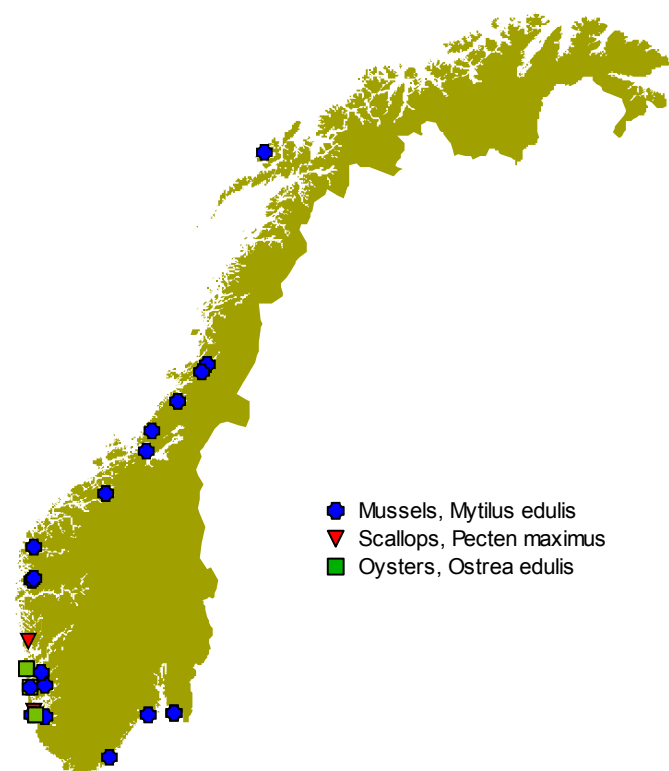
2.1.2 Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2012 ble det tatt ut prøver om våren (februar - juli) og om høsten (august - september) til bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer (Tabell 3), som regel samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. Det ble til sammen tatt ut 34 prøver av blåskjell, åtte prøver av kamskjell, fem prøver av østers og to prøver av oskjell tatt ut, og i tillegg ble én prøve av blåskjell innsendt av næringen. Prøvene som ble tatt ut om høsten ble analysert for både metaller og organiske fremmedstoffer.

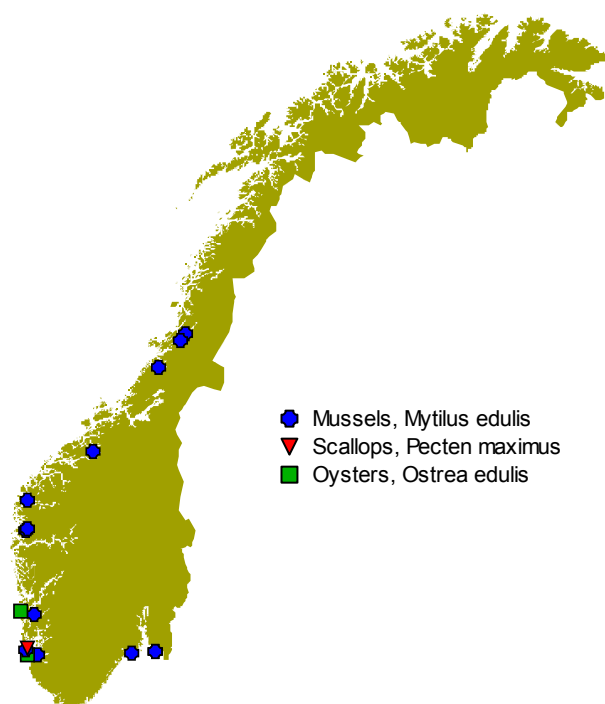
Tabell 3. Number of samples/localities for analyses of chemical substances for the shellfish monitoring programme in 2012. When number of localities and samples differ, samples are shown before and localities are shown after /. Element concentrations were determined in samples from both spring and autumn 2012, while organic contaminants (POPs) were only determined in samples from autumn 2012.

Species	Region	Spring	Autumn		Note
		(metals)	(metals)	(metals + POPs)	
		2012	2012	2012	
Blue mussel	Troms	0	0	0	
	Nordland	2	1	3/2	
	Nord-Trøndelag	4	2	6/5	
	Sør-Trøndelag	0	0	0	
	Møre og Romsdal	0	0	0	
	Sogn og Fjordane	3	3	6/3	
	Hordaland	2	1	3/2	
	Rogaland	3	2	5/3	
	Agder	1		1/1	
	Skagerrak-coast	3	1	4/3	
	Total	20	14	34/21	
Scallop	Nord-Trøndelag	0	1	1/1	End product
	Sør-Trøndelag	2	2	4/4	End product
	Rogaland	1	1	2/1	
	Total	3	4	7/6	
Oyster	Hordaland	1	1	2/1	
	Rogaland	2	1	3/2	
	Total	3	2	5/3	
Horse mussel		0	2	2/1	
Common Whelk*	Lofoten		4	4/2	
Total		24	22	47/ 32	

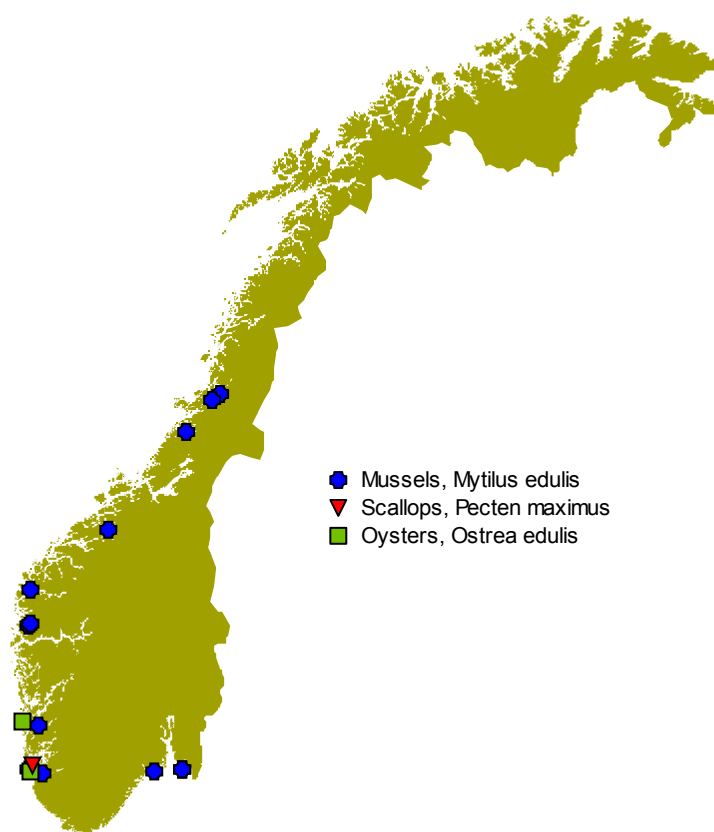
* Submitted by the industry.



Figur 2. Map of Norway showing sampling of shellfish for determination of metals in 2012. Samples of final products are not included.



Figur 3. Map of Norway showing sampling of shellfish for determination of organic contaminants in August-September 2012. Samples of final products and horse mussels are not included.



Figur 4. Map of Norway indicating where shellfish were sampled in 2012 for determination of PAH. Samples of scallop final products and horse mussels are not indicated.

Prøvene som ble tatt om våren ble analysert kun for metaller. Blåskjellene ble samlet inn fra i alt 19 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 382 prøver som skulle undersøkes for mikroorganismer ble analysert med hensyn på *E. coli*. For 13 av prøvene ble også analyse for enterokokker inkludert. Til sammen 48 av de i alt 382 innkomne prøvene ble i tillegg til *E. coli* og enterokokker også undersøkt for *Salmonella*.

Bløtdeler med kappeveske ble 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 oskjell. 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 økende fortynning av prøven (MPN, Most Probable Number). MPN-metoden er basert på avlesning av kombinasjoner av rør med vekst og rør uten vekst. Prinsippet for metoden 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 referansemethodikk ved mikrobiologisk vurdering av skjell og ved klassifisering av dyrkningsområder. Metoden gir erfaringsmessig høyere tall på *E. coli* enn tidligere brukte NMKL-basert metodikk. Dette skyldes økt sensitivitet siden det brukes større prøvevolum (50 g) og inokulering fra kombinasjoner av lavere fortynninger (1:1, 1:10 og 1:100).

2.2.1.2 *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.

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

Til analyse av skjell for påvisning av salmonellabakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale fra en samleprøve av 10 skjell. Påvisningen ble gjennomført i flere trinn: pre-anrikning, anrikning, enzyumbundet fluorescens immunoassay ved miniVidas (ELFA), selektiv platespredning for eventuelle positive prøver, biokjemisk bekreftelse og eventuell verifisering ved nasjonalt referanselaboratorium.

Vidas *Salmonella* er et enzymatisk immunoassay for detektering av *Salmonella* antigener ved bruk av ELFA metoden (Enzyme Linked Fluorescence Assay). Dette utføres automatisk i Vidas systemet. Metoden er akkreditert og er i henhold til standardene NMKL nr. 71, 5. utgave 1999 og AFNOR Bio-12/16-09/05.

2.2.2. Prøveopparbeiding og bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer

Til opparbeiding av blåskjell for analyse av 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 25 skjell som ble homogenisert. Når organiske fremmedstoffer også skulle bestemmes, i tillegg til metaller, ble det brukt minimum 200 g skjellmat før homogenisering. Oskjellene ble målt og veid på samme måte som for blåskjell. For kamskjell ble rogn og muskel rensset ut for analyse.

Innholdet i skjellene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble slått sammen til samleprøver. For blåskjell, østers og oskjell ble hele innmaten tatt med i samleprøvene, mens samleprøver av rogn og muskel ble brukt fra kamskjell. Fra prøver som skulle ha PAH-bestemmelse ble det tatt av minimum 20 g vått materiale som ble sendt til underleverandør. 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.

Prøvene som ble tatt ut vår og høst ble analysert for metaller og uorganisk arsen, mens prøvene som ble tatt ut om høsten også 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) og bromerte flammehemmere (PBDE), kobber, sink, kadmium, sølv, kvikksølv, bly, arsen og uorganisk arsen samt fettinnhold. Hver av analysemetodenes prinsipp, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i Tabell 4. Analysemetodene som anvendes er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025, for alle de rapporterte metallene unntatt sølv.

Tabell 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)}
Copper	ICP-Ms	Ja/Yes	0.1 mg/kg
Zinc	ICP-MS	Ja/Yes	0.5 mg/kg
Arsenic	ICP-MS	Ja/Yes	0.01 mg/kg
Inorganic arsenic	HPLC-ICPMS	Ja/Yes	0.01 mg/kg
Cadmium	ICP-MS	Ja/Yes	0.005mg/kg
Mercury	ICP-MS	Ja/Yes	0.005 mg/kg
Lead	ICP-MS	Ja/Yes	0.03 mg/kg
Silver	ICP-MS	Nei/No	0.05 mg/kg
TBT	GC-ICPMS	Ja/Yes	0.002 mg/kg
PCDD/PCDF	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0.008-0.4 pg/g (depending on matrix)
DL-PCB	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0.01-0.5 pg/g
PBDE	GC-MS	Ja/Yes	30 pg/g

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

NIFES beregner måleusikkerhet for alle disse analysene basert på kontrollmateriale for ulike nivåer av analyttene. For analytter som har grenseverdi er måleusikkerheten i konsentrasjonsområdet rundt grenseverdi av betydning for Mattilsynets tolking av analyseresultat. For kadmium er grenseverdi for skjell 1,0 mg/kg og måleusikkerheten i dette området er på 20 %. Pb har grenseverdi 1,5 mg/kg og måleusikkerhet 20 %. Hg har grenseverdi 0,5 og måleusikkerhet 20 %. Sum PCDD/F og Sum PCDD/F + dl-PCB har grenseverdi på henholdsvis 3,5 og 6,5 og måleusikkerhet for begge summene ligger på 20 %. For sum PCB₆ er grenseverdien på 75 µg/kg våtvekt og måleusikkerheten for verdier over 5 µg/kg våtvekt er på 25 %.

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 koblet 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 kobber, sink, arsen, uorganisk arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Kvantifiseringsgrensen beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene.

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

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 rensert kromatografisk på kolonner pakket med henholdsvis multilayer silica, alumina og karbon på en Power Prep. Det samlet seg to fraksjoner. Fraksjon 1 inneholdt PBDE, PCB₇ og mono-orto PCB, mens fraksjon 2 inneholdt dioksiner, furaner og non-orto PCB.

PBDE 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: 5-Methylchrysen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranthen, benzo(c)fluoren, benzo(ghi)perylene, benzo(j)fluoranthen, benzo(k)fluoranthen, chrysen, cyclopenta(c,d)pyren, dibenzo(a,e)pyren, dibenzo(a,h)antracen, dibenzo(a,h)pyren, dibenzo(a,i)pyren, dibenzo(a,l)pyrene og indeno(1,2,3-cd)pyren. Kvantifiseringsgrensene for alle PAH-forbindelsene var 0,5 eller 1,0 µg/kg prøve avhengig av forbindelsen. Metoden er akkreditert.

3. RESULTATER OG KOMMENTARER

3.1 Mikroorganismer i skjell

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 325 (85 %) av de 382 prøvene som ble undersøkt (Tabell 6), og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 57 prøvene (15 %) 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 1 300/100 g, for østers 16 000/100 g og for oskjell 130/100 g.

Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 48 undersøkte prøvene.

Av prøvene i Tabell 6 var 39 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 24 av kamskjell, 13 av blåskjell og to av oskjell. Av disse hadde fem prøver *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av blåskjell tatt ut i Nord-Trøndelag, der påvist mengde var 790/100g. Fire prøver av kamskjell hadde *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve tatt ut i Nord-Trøndelag, der den påviste mengden var 490/100 g, og tre prøver tatt ut i Sør-Trøndelag, der den påviste mengden var 310/100 g i en prøve og 790/100 g i to prøver.

Tabell 6. 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 monitoring programme.

Art	Region	# <i>E. coli</i> > 230/100g /# samples	# Enterococci \geq 100 /g/# samples	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blue mussel	Troms	0/10		
	Nordland	2/34	0/1	0/3
	Nord-Trøndelag	15/88	1/6	0/11
	Sør-Trøndelag	0/1		0/1
	Møre og Romsdal	0/10	0/1	0/1
	Sogn og Fjordane	4/33		
	Hordaland	0/17		
	Rogaland	9/37	0/1	0/3
	Agder	0/17		
	Skagerrak	15/61	1/3	0/3
Scallop	Nordland	0/1		0/1
	Nord-Trøndelag	1/4		0/4
	Sør-Trøndelag	3/17		0/17
	Hordaland	0/1		
	Rogaland	2/13		
Oyster	Hordaland	0/11		
	Rogaland	6/23	0/1	
Horse mussel	Hordaland	0/4		0/4
Total		57/382	2/13	0/48

I tillegg til prøver som ble innsendt av Mattilsynet ble det også gjennomført analyse av prøver innsendt av næringen. Mattilsynet dekker deler av kostnadene for disse analysene. I 2012 ble det sendt inn 36 prøver fra næringen. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 31 av disse prøvene (86 %) (Tabell 7), og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til A-område. De øvrige 5 prøvene (14 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 2 400/100 g og <20 for kamskjell og teppeskjell.

Tabell 7. Number of samples submitted by shellfish producers analysed for *E. coli*, 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
Blue mussel	Nordland	2/7
	Nord-Trøndelag	1/17
	Sogn og Fjordane	0/1
	Hordaland	2/6
	Rogaland	0/1
	Agder	0/2
Great scallop	Hordaland	0/1
Pullet carpet shell	Hordaland	0/1
Total		5/36

3.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen og TBT, samt dioksiner, PCB, PBDE og PAH, ble i 2012 bestemt i blåskjell, stort kamskjell, europeisk flatøsters og oskjell.

3.2.1 Metaller

Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2012 er vist i Tabell 8, og resultatene er gitt som gjennomsnitt og standardavvik av alle prøver fra alle de lokalitetene som er inkludert i overvåkningsprogrammet disse årene. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2012 som tidligere år. Tabell 9 viser de gjennomsnittlige metallkonsentrasjonene samt største og minste verdi av alle blåskjellprøvene som ble tatt henholdsvis om våren og høsten 2012, og Tabell 10 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av metallene i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene våren og høsten 2012.

Tabell 8. Metal concentrations (mg/kg wet weight, ww) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the coast of Norway from 2001 to 2012. 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								
2012 (N = 34)	Mean	1.00	15.5	0.13	0.007	0.015	0.12	2.3
	SD	0.24	4.2	0.04	0.005	0.004	0.07	1.1
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

Tabell 9. Metal concentrations (mg/kg wet weight; mean and range) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled during spring and autumn 2012.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5	
<hr/>								
Season								
Spring	Mean	0.93	15	0.12	0.006	0.016	0.13	2.3
(N=22)	min	0.70	9.0	0.08	0.001	0.007	0.029	1.6
	max	1.2	21	0.17	0.018	0.025	0.30	3.8
Autumn	Mean	1.1	15.8	0.14	0.008	0.013	0.11	2.2
(N=12)	min	0.61	9.0	0.09	0.003	0.009	0.038	1.4
	max	1.6	25.0	0.31	0.023	0.016	0.30	7.9

3.2.1.1 Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2012 var 1,0 mg/kg våtvekt, noe som tilsvarer tidligere års resultater (Tabell 8). I motsetning til i 2009 (se Frantzen m.fl., 2010) var gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon noe høyere om høsten enn om våren (Tabell 9), med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 1,1 og 0,93 mg/kg våtvekt. Forskjellene mellom vår og høst varierer fra år til år, og kan skyldes en positiv sammenheng mellom kobberkonsentrasjon og matinnhold i skjellene. Kobberinnholdet i blåskjell varierte lite mellom områdene (Tabell 10), med de høyeste konsentrasjonene ved lokaliteter i Nord-Trøndelag. 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 (Kålåstranda, Nord-Trøndelag og Kalvøysundet, Rogaland). Ettersom 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 10. Mean metal concentrations in blue mussels (*Mytilus edulis*) (mg/kg wet weight) sampled in each region from Nordland to Skagerrak during spring (February – July) and autumn (August – September) 2012, respectively.

Element (mg/kg ww)		N	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As
EU's upper limit					1.0		0.5	1.5	
Region	Season								
Nordland	Spring	3	1.0	13.1	0.14	0.009	0.013	0.11	2.3
Nordland	Autumn	0							
Nord-Trøndelag	Spring	4	0.92	11.1	0.10	0.004	0.017	0.07	1.9
Nord-Trøndelag	Autumn	2	1.5	10.0	0.13	0.014	0.013	0.05	1.8
Sør-Trøndelag	Autumn	0							
Sør-Trøndelag	Spring								
Møre og Romsdal	Spring	2	1.1	13.4	0.13	0.007	0.012	0.07	2.8
Møre og Romsdal	Autumn	0							
Sogn og Fjordane	Spring	3	0.83	16.5	0.12	0.004	0.018	0.12	2.5
Sogn og Fjordane	Autumn	3	1.2	13.3	0.17	0.010	0.013	0.09	3.7
Hordaland	Spring	2	0.87	18.7	0.12	0.007	0.022	0.26	3.3
Hordaland	Autumn	1	1.1	20.0	0.12	0.005	0.010	0.13	2.2
Rogaland	Spring	4	0.87	18.8	0.11	0.008	0.017	0.21	2.4
Rogaland	Autumn	2	1.1	20.5	0.11	0.007	0.014	0.21	1.8
Agder	Spring	1	0.76	15.0	0.08	0.001	0.007	0.18	1.7
Agder	Autumn	0							
Skagerrak	Spring	3	1.0	16.9	0.14	0.009	0.013	0.09	2.0
Skagerrak	Autumn	4	0.92	17.3	0.16	0.005	0.013	0.09	1.6
All Groups		34	1.00	15.5	0.13	0.007	0.015	0.12	2.3

3.2.1.3 Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2012 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (Tabell 9). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var i samme område som tidligere år, med $0,13 \pm 0,04$ mg/kg våtvekt (Tabell 8). Dette er den laveste årlige gjennomsnittskonsentrasjonen som er registrert (Tabell 8) siden 2001, og den høyeste gjennomsnittsverdien ble registrert i 2008 med 0,22 mg/kg våtvekt (Tabell 8).

I 2012 var det liten forskjell i kadmiuminnhold i blåskjell fra enkelte områder prøvetatt om høsten sammenlignet med de som ble prøvetatt om våren. Gjennomsnittlig (min-maks) kadmiumkonsentrasjon om våren og høsten var henholdsvis 0,12 (0,08-0,17) og 0,14 (0,09-0,31) mg/kg våtvekt (Tabell 9).

Det var ikke tydelige regionale forskjeller i kadmiuminnhold i blåskjell i 2012 (Tabell 10). Den høyeste gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble i funnet i blåskjell prøvetatt om høsten fra Busta, Sogn og Fjordane, med en verdi på 0,31 mg/kg våtvekt, mens Agder hadde de laveste verdiene, med 0,08 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. Et slikt mønster var det vanskelig å se dette året. (Tabell 10).

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 2012 varierte fra 0,001 til 0,023 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt \pm standardavvik på $0,007 \pm 0,005$ mg/kg våtvekt (Tabell 8 og Tabell 9). Det var ikke betydelig forskjell mellom vår og høst i 2012 (Tabell 10). Innholdet av sølv i blåskjellprøvene i 2012 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 dette året.

3.2.1.5 Kvikksølv

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i blåskjell analysert for tilsynsprogrammet i 2012 var $0,015 \pm 0,004$ mg/kg våtvekt, som er i det samme konsentrasjonsområdet som tidligere år (Tabell 8) Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt var på 0,025 mg/kg våtvekt (vår, Trettøy, Rogaland) (Tabell 9 og Tabell 10), 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 0,016 mg/kg våtvekt og 0,010 mg/kg våtvekt.

3.2.1.6 Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene i 2012 var på $0,12 \pm 0,07$ mg/kg våtvekt. Verdiene som ble funnet dette året var tilsvarende de verdiene som ble rapportert for 2011, men noe lavere enn det

som har blitt rapportert tidligere (Tabell 8). 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 9). Det var ingen vesentlig forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet våren og høsten 2012 selv om gjennomsnittet var noe høyere om våren enn om høsten, med gjennomsnitt vår og høst på henholdsvis 0,13 og 0,10 mg/kg våtvekt (Tabell 9).

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i blåskjell varierte betydelig fra en region til en annen i 2012 (Tabell 10), på samme måte som tidligere (Frantzen m.fl., 2011, 2010). Det høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Hordaland, Rogaland og Agder med henholdsvis 0,26, 0,21 og 0,18 mg/kg våtvekt (vår) og de laveste gjennomsnittlige blyinnholdene ble målt i blåskjell tatt om høsten fra Nord-Trøndelag med 0,05 mg/kg våtvekt og om våren fra Møre og Romsdal med 0,07 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.

3.2.1.7 Arsen

I tilsynsprogrammet for skjell analyseres det både for total arsen og uorganisk arsen, ettersom blåskjell kan forekomme med relativt høye konsentrasjoner av den mest giftige formen, uorganisk arsen, sammenlignet med annen sjømat. I 2012 varierte total arsen konsentrasjonen fra 1,4 til 7,9 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 2,3 mg/kg våtvekt (Tabell 11).

Tabell 11. Annual concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (tAs) and inorganic arsenic (iAs) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Norway during 2005-2012. 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
2012	34	2.3	1.4-7.9	0.085	<0.002-1.2	1.9	0.10-28
2011	44	2.8	1.4-6.5	0.043	<0.002-1.3	1.6	<0.07-20
2010	61	2.9	1.2 - 7.7	0.031	<0.002 - 0.27	1.09	<0.06 - 11
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 11 (Frantzen m. fl. 2009, 2010, 2011). Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell varierte fra 0,002 til 1,0 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,056 mg/kg våtvekt. Den desidert høyeste verdien av uorganisk arsen ble funnet i skjell tatt ved Sydnessund i Hordaland, med en konsentrasjon på 1,0 mg/kg våtvekt, mens den prøven med nest høyest uorganisk arsen var tatt ved Trettøy i Rogaland, med et gjennomsnitt på 0,034 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittet viser at de fleste prøvene hadde et lavt innhold av uorganisk arsen (Tabell 11).

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 EFSA's 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 12 viser konsentrasjoner av TBT i 13 prøver av blåskjell prøvetatt i august-september 2012. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT ($\mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell i 2012 varierte fra $<0,2$ til $1,2 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt med seks av prøvene over kvantifiseringsgrensen på ca. $0,2 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt (Tabell 12). TBT-konsentrasjoner i blåskjell lavere enn $100 \mu\text{g TBT/kg}$ tørrvekt eller rundt $16 \mu\text{g TBT/kg}$ våtvekt er karakterisert av Klif som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Omregnet til TBT-tinn blir denne grensen $40 \mu\text{g Sn/kg}$ tørrvekt eller $6,7 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt. Ifølge denne klassifiseringen hadde ingen av lokalitetene TBT verdier over denne grensen i 2012.

Tabell 12. Concentrations mean (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast during 2006-2012. TBT concentrations are given as $\mu\text{g Sn/kg}$ wet weight.

Year	TBT ($\mu\text{g Sn/kg}$ wet weight)	
	N	Mean (min-max)
2012	13	$<0,2-1,2$
2011	24	$<0,2-67$
2010	24	$<0,2-2,8$
2009	26	$<0,2 - 11$
2008	9	$< 0,3 - 2,2$
2007	31	$< 1,0 - 7,4$
2006	43	$< 1,0 - 18$

I tillegg til prøvetakingen i regi av Mattilsynet ble det sendt inn én prøve av blåskjell fra næringen til analyse av metaller. Konsentrasjonene av metaller i denne prøven lå alle innenfor normalområdet.

3.2.2 POPs

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

I 2012 ble det analysert dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB i 11 prøver av blåskjell, tre prøver av kamskjell, to prøver av østers og to prøver av oskjell. Gruppen "dioksiner" omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire kongener av non-orto PCB og åtte kongener 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 13 har vi gitt innholdet for dioksiner/furaner og dl-PCB med både de gamle og de nye TEF verdiene. Blåskjell prøvetatt i 2012 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) på 0,15 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,07 til 0,23 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt (Tabell 13). Konsentrasjonene var langt under EUs og Norges øvre grenseverdi for PCDD/F på 3,5 ng TE/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F+dl-PCB varierte fra 0,11 til 0,28 ng TE_{WHO-2005}, med et gjennomsnitt på 0,20 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt (Tabell 13). Konsentrasjonene var langt lavere enn 6,5 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).

Klif klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av sum PCDD/F i blåskjell under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset av dioksiner men bruker “lower bound LOQ”. De fleste dioksinene og furanene i blåskjell ligger under LOQ slik at “lower bound” summen kommer langt under 0,2. Ut fra denne vurderingen var det ingen prøver som kom i kategorien moderat forurenset verken dette eller tidligere år (Tabell 13).

Tabell 13. Concentrations (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 horse mussels (*Modiolus modiolus*) sampled in 2012. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Species		N	PCDD/F (2005 TEQ)	PCDD/F +dl-PCB (2005 TEQ)	PCB ₆ (ng/g)	PCB ₇ (ng/g)	PBDE ₇ (ng/g)
Mussels	Mean	11	0.15	0.20	0.46	0.52	0.05
	min		0.07	0.11	0.29	0.33	0.02
	max		0.23	0.28	0.77	0.87	0.07
Scallops	Mean	3	0.05	0.05	0.06	0.06	0.01
	min		0.04	0.04	0.04	0.05	0.01
	max		0.06	0.06	0.07	0.08	0.02
Oysters	Mean	2	0.40	0.47	0.44	0.49	0.04
	min		0.31	0.37	0.41	0.45	0.04
	max		0.50	0.56	0.47	0.53	0.04
Horse mussels	Mean	2	0.26	0.49	2.88	3.38	0.49
	min		0.21	0.38	2.29	2.68	0.33
	max		0.32	0.59	3.47	4.08	0.64

3.2.2.2 PCB

I tilsynsprogrammet for skjell 2012 ble innholdet av både PCB₇ og PCB₆ bestemt i til sammen 11 blåskjellprøver prøvetatt høsten 2012. 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 13.

I blåskjell varierte summen av PCB₇ fra 0,33 til 0,87 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,52 µg/kg våtvekt, mens konsentrasjonene av PCB₆ varierte fra 0,29 til 0,77 µg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,46 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB₇ som ble funnet i denne undersøkelsen var på nivå med det som er funnet tidligere (Duinker m. fl. 2012, Frantzen m. fl., 2011). Fra og med 2010 var kvantifiseringsgrensene (LOQ) for analysemetoden lavere enn tidligere, som betyr at flere ulike kongener viste kvantifiserbart resultat. For blåskjell var det kun PCB-180 der en prøve viste konsentrasjoner under LOQ. Fordi mange prøver tidligere har vist konsentrasjoner under LOQ, er det vanskelig å sammenligne med resultater fra tidligere år.

3.2.2.3 Polybromerte flammehemmere (PBDE)

Av de bromerte flammehemmerne ble det i 2012 analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 11 prøver av blåskjell. Sum PBDE er summen av syv ulike PBDE-kongener, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved ”upper bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2012 varierte fra 0,02 til 0,07 ng/g våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,05 ng/g våtvekt (Tabell 13), som er noe lavere enn det som er funnet i blåskjell tidligere (Duinker m. fl. 2012, 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 2012 ble det som tidligere analysert for 13 ulike PAH-forbindelser i 11 prøver av blåskjell. 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 kun 2 µg/kg våtvekt. Resultatene er vist i Tabell 14. Resultatene av alle kongenerne var lavere enn LOQ. Sum PAH-13 ble beregnet til 11,5 µg/kg våtvekt basert på ”upper-bound LOQ” og 0 µg/kg våtvekt hvor beregningene ble basert på ”lower bound- LOQ”.

Konsentrasjonen av B(a)P i blåskjell var <0,5 µg/kg våtvekt (Tabell 14). Ingen av prøvene viste således konsentrasjoner av BaP over den øvre grenseverdien på 10 µg/kg våtvekt. I forhold til ny grenseverdi satt av EU fra 1. september 2012 (og implementert i Norge fra samme dato) på 30 for sum PAH₄ kom selvsagt heller ingen av kongenerne over LOQ.

Tabell 14. 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 2012. Results are also shown for 2006-2011.

Blue mussel	EU limit	2012	2011	2010 autumn	2010 spring	2009	2008	2007	2006
PAH (µg/kg wet weight)		N=11	N=47	N=24	N= 23	N=26	N=28	N=31	N=43
Benzo(a)pyrene	10	<0.5	<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-13 ¹⁾		0	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-13 ²⁾		11.5 (11.5- 11.5)		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”. Resultatene viste at det ikke ble funnet noen detekterbare konsentrasjoner av PAH-forbindelser i denne undersøkelsen.

3.3 Kamskjell

3.3.1 Metaller

Konsentrasjonene av metaller i åtte prøver av kamskjell prøvetatt i 2012 i området rundt Frøya i Sør-Trøndelag og Namdalen i Nord-Trøndelag samt bunnkultur i Rogaland og Hordaland er vist i Tabell 15. Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var generelt lave og innen samme område som tidligere år (Tabell 15). Kvikksølv og bly viste maksimumskonsentrasjoner på henholdsvis 0,016 og 0,10 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 0,16 til 0,26 mg/kg våtvekt (Tabell 15). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2012 var på samme nivå som i 2011, men noe lavere sammenlignet med resultatene for årene 2009 til 2010. (Tabell 15). Kamskjell prøvetatt i 2002 hadde gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon på hele 0,68 mg/kg våtvekt,

noe som trolig skyldes at skjellene da ble frosset hele før analyse, slik at muskel og rogn ble kontaminert med væske fra fordøyelseskjertelen. Fordøyelseskjertelen hos kamskjell har vist seg å kunne akkumulere relativt høye nivåer av kadmium (Julshamn m.fl., 2008), noe som har ført til kostholdsråd om å spise kun muskel og rogn av kamskjell (Mattilsynet, kostholdsråd juni 2008: <http://matportalen.no>). Også i 2009 ble hele kamskjell ved en feiltakelse frosset ned og tint før lukkemuskel og rogn ble tatt ut, og de relativt høye konsentrasjonene av kadmium som ble funnet dette året kan også 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 2012 varierte fra 1,6 til 3,8 mg/kg våtvekt. Dette er på nivå med tidligere resultater (Tabell 15). For uorganisk arsen lå alle prøvene av kamskjell under bestemmelsesgrensen.

Konsentrasjonen av TBT i muskel og rogn av kamskjell (n=3) målt som tinn varierte fra 1,1 til 6,0 µg/kg våtvekt (Tabell 15). Dette er konsentrasjoner som er noe høyere enn de som ble målt i blåskjell, hvor den høyeste konsentrasjonen var 1,2 µg/kg våtvekt (Tabell 12).

Tabell 15. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled during 2001-2012. Means, minima and maxima are shown for each year. "n.d." denotes "not determined". For 2010 and 2012, 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)
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5			
Year (N)										
2012 (8)	mean	0.45	17.9	0.21	0.013	0.013	0.030	2.5	n.d.	2.8*
	min	0.32	13.0	0.16	0.007	0.011	0.010	1.6		1.1
	max	0.68	23.0	0.26	0.021	0.016	0.100	3.8		6.0
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*
	min	0.32	14	0.21	0.013	0.006	0.014	1.5		1.7
	max	0.96	24	0.52	0.038	0.015	0.073	2.8		2.7
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 (samleprøver av muskel og rogn) som ble analysert for PCDD/F, dl-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE i 2012 viste alle svært lave konsentrasjoner av de forbindelsene av organiske fremmedstoffene som ble bestemt (Tabell 13). Kamskjellprøvene hadde desidert lavere konsentrasjoner av disse stoffene enn de andre skjellartene i denne undersøkelsen. Dette skyldes hovedsakelig at for

kamskjell analyseres kun muskel og rogn, som er magre prøver, mens for de andre skjellartene analyseres hel skjellmat.

3.3.3 PAH

Resultatene av sum PAH-13 i de tre samleprøvene av muskel og gonade av kamskjell, beregnet som ”lower bound-LOQ”, var null, det vil si at alle PAH kongenerne hadde konsentrasjoner lavere enn LOQ, også benzo(a)pyren (Tabell 16). Innholdet av B(a)P i kamskjell er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 10 µg/kg wet weight.

Tabell 16. 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 Horse mussels (*Modiolus modiolus*) sampled along the Norwegian coast in 2012.

	Benzo(a)pyrene	Sum PAH-13 ¹⁾
Scallops (N=3)	<0.5	0
Oysters (N=2)	<0.5	4.2-5
Horse mussels (N=2)	<0.5	3.2-4.7

1) Lower bound LOQ

3.4 Østers

3.4.1 Metaller

Tabell 17 viser resultatene av metallanalysene for østersprøvene høstet i 2012. Fem prøver ble analysert dette året, med to prøver fra Buøyflættet, Rogaland, en prøve fra våren og en fra høsten, en prøve fra Trettøy i Hordaland tatt om våren og to prøver fra Rogøysund i Hordaland en tatt om våren og en tatt om høsten. Det var ingen østersprøver analysert i 2012 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. Én prøve fra Rogøysund tatt ut om høsten hadde en kadmium konsentrasjon på 1,0 mg/kg våtvekt, mens prøven tatt om våren fra Rogøysund viste en kadmiumkonsentrasjon på 0,89 mg/kg våtvekt.

Tabell 17. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in various localities in 2006-2012. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic. Mean and range (min-max) are shown for each year.

Element	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se	
(mg/kg ww)										
EU's upper limit			1.0		0.5	1.5				
Year (n)										
2012	mean	8.6	365	0.73	0.40	0.013	0.035	2.2	0.009	0.76
(5)	min-max	4.1-17.1	303-470	0.25-1.00	0.33-0.48	0.012-0.016	0.032-0.037	1.8-2.6	0.004-0.016	0.45-0.99
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 2012 fra 1,8 til 2,6 mg/kg våtvekt, mens konsentrasjonen av uorganisk arsen varierte fra 0,006 til 0,016 mg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,011 mg/kg våtvekt (Tabell 17). Dette gav en andel uorganisk arsen av total arsen i gjennomsnitt på 0,8 %.

Arsenkonsentrasjonene i 2012 var i samme område som tidligere år. Det kan også nevnes at innholdet av sølv i bløtdelen av østers er høyere enn i de andre skjellartene som inngår i dette programmet.

3.4.2 POPs

I 2012 ble det analysert to østersprøver for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE og resultatene er vist i Tabell 13. Konsentrasjonene av PCDD/F varierte fra 0,31 til 0,50 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,40 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F + dl-PCB varierte fra 0,37 til 0,56 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,47 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCB₇ varierte fra 0,45 til 0,53 ng/g våtvekt med et gjennomsnitt på 0,49 ng/g våtvekt og sum PBDE₇ ble bestemt til 0,04 ng/g våtvekt for begge prøvene. Innholdet av POPs i østers var på samme nivå som det som ble funnet i blåskjell (Tabell 13).

3.4.3 PAH

Resultatene av sum PAH-13, beregnet som "lower bound-LOQ", var henholdsvis 4,2 og 5,0 µg/kg våtvekt for de to prøvene, mens benzo(a)pyren viste nivåer lavere enn 0,5 µg/kg våtvekt for begge 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 Oskjell

3.5.1 Metaller

I denne undersøkelsen ble hele oskjell fra Hordaland analysert for fremmedstoffer. Resultatene viste verdier for kadmium og bly som oversteg EUs maksimums verdier som er satt til henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiuminnholdet i de to prøvene var henholdsvis 1,3 og 1,5 mg/kg våtvekt, mens innholdet av bly var på henholdsvis 2,1 og 2,2 mg/kg våtvekt (Tabell 18). Skjellene var fra samme prøve og ble inndelt i store og små skjell. De små skjellene lå lavere på både bly og kadmium, men altså ikke lav nok til at verdiene kom under grenseverdiene. Det høye innholdet av kadmium og bly er hovedsakelig lokalisert til nyrene hos oskjell (Julshamn et al., 2008).

Tabell 18. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in horse mussels (*Modiolus modiolus*) sampled in 2012. Mean and range (min-max) are shown, N=2.

	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se
Mean	5.5	200	1.40	0.38	0.053	2.15	3.5	0.53
min	5.3	190	1.30	0.37	0.051	2.10	3.3	0.52
max	5.6	210	1.50	0.39	0.054	2.20	3.6	0.54

3.5.2 POPs

De to oskjellprøvene ble analysert for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE og resultatene er vist i Tabell 13. Konsentrasjonene av PCDD/F var henholdsvis 0,21 og 0,32 ng TE_{who-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F + dl-PCB var henholdsvis 0,38 og 0,59 ng TE_{who-2005}/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksiner og dl-PCB i hel oskjell var på samme nivå som det som ble funnet i østers (Tabell 13). Konsentrasjonene av sum PCB₇ ble bestemt til henholdsvis 2,7 og 4,1 ng/g våtvekt og sum PBDE₇ til 0,33 og 0,64 ng/g våtvekt. Innholdet av sum PCB₇ og PBDE₇ i hel oskjell var betydelig høyere enn det som er funnet i de andre skjellartene i denne undersøkelsen (Tabell 13).

3.5.3 PAH

Resultatene av sum PAH-13, beregnet som "lower bound-LOQ", var henholdsvis 3,2 og 4,7 µg/kg våtvekt for de to prøvene, mens benzo(a)pyren viste nivåer lavere enn 0,5 µg/kg våtvekt for begge prøvene som ble analysert. Innholdet av B(a)P i oskjell er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt.

KONKLUSJONER

Mikroorganismer

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 325 (85 %) av de 382 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 57 prøvene (15 %) 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 1 300 /100 g, for østers 16 000/100 g og for oskjell 130/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 39 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 24 av kamskjell, 13 av blåskjell og to av oskjell. Av disse hadde fem prøver *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av blåskjell tatt ut i Nord-Trøndelag, der påvist mengde var 790/100g. Fire prøver av kamskjell hadde *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve tatt ut i Nord-Trøndelag, der den påviste mengden var 490/100 g, samt tre prøver tatt ut i Sør-Trøndelag, der den påviste mengden var 310/100 g i en prøve og 790/100 g i to prøver.

Enterokokker kunne påvises i to av 13 undersøkte prøver, og konsentrasjonene for de positive prøvene var lik påvisningsgrensen, som for denne parameteren er 100 enterokokker/g skjellmat. Prøvene som var positive for enterokokker var av blåskjell. Erfaring fra tidligere års undersøkelser har vist at det ikke er noen god samvariasjon mellom påvisning av *E. coli* og enterokokker. Derfor er enterokokkene tatt ut av analysespekteret for fremtidige undersøkelser i dette programmet.

Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 48 undersøkte prøvene.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, som en del av dette overvåkingsprogrammet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 36 prøver innsendt av næringen. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 31 av disse prøvene (86 %). De øvrige 5 prøvene (14 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 2 400/100 g og < 20 for kamskjell og teppeskjell.

Kjemiske stoffer

Blåskjell

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. Den høyeste verdien av uorganisk arsen ble funnet i en høstprøve fra Sydnessund i Hordaland med en konsentrasjon på 1,0 mg/kg våtvekt. Innholdet av uorganisk arsen i denne prøven utgjorde 28 % av total arsen. De øvrige prøvene hadde forholdsvis lave konsentrasjoner av uorganisk arsen. Av 14 analyserte blåskjellprøver hadde de fleste lave konsentrasjoner av PCB₇, PCB₆, dioksiner og dioksinlignende PCB

og bromerte flammehemmere. Ingen av prøvene viste konsentrasjoner av lowerbound sum dioksiner over 0,2 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt ("moderat forurenset"). PAH resultatene viste lave resultater.

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, men en prøve hadde en konsentrasjon på akkurat 1,0 mg/kg våtvekt. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i østers.

Oskjell

Bløtdelen av hel oskjell hadde både kadmium- og bly verdier som oversteg EUs maksimums verdier på henholdsvis 1,0 mg/kg våtvekt og 1,5 mg/kg våtvekt. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i oskjell.

ANBEFALINGER FOR 2013

- Enterokokker tas ikke med i analysespekteret for 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 2013 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 inkluderes videre.

LITTERATURLISTE

Duinker, A., Lunestad, B. T., Svanevik Smith C., Julshamn, K. (2012). *Årsrapport 2011. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2011. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler) og mikroorganismer.* www.nifes.no, 51 sider.

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 (2013). *Statistikk for akvakultur, skalldyr: Salg 1999-2012*. 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
