



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

Rapport
2013

Nasjonalt tilsynsprogram for
produksjon av skjell og andre bløtdyr 2013:
Kjemiske forurensende stoffer og
mikroorganismer

Arne Duinker, Bjørn Tore Lunestad,
Irja Sunde Roiha og Amund Måge

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

01.07.2014



På oppdrag fra **Mattilsynet**

Statens tilsyn for fisk, dyr og næringsmidler

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. 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 sluttprodukter 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 2013 blitt gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *Escherichia coli* og *Salmonella* i skjell, samt kjemiske analyser for fremmedstoffer (metaller, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH).

I denne rapporten beskrives resultater fra tilsynsprogrammene i 2013 for mikroorganismer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers og teppeskjell og) og fremmedstoffer i skjell (blåskjell, kamskjell, oskjell, teppeskjell og østers).

En todeling av prøvetaking

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

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2013 var Anne Margrethe Aase. Prøvemottak ved Anne Margrethe Aase og Manfred Torsvik sto for prøveregistrering, måling og veiing av skjell, prøveopparbeiding og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Jannicke A. Berntsen, Kari Breistein Sele, Vivian Mui, Teclu Habtemariam Weldegebriel og Kjersti Kolås har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse knyttet til PCB, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Tonja Lill Eidsvik, Laila Sedal, Vivian Mui, Siri Bargård, Edel Erdal, Berit Solli og Georg Olsen 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, juni 2014

INNHold

Forord	2
Sammendrag	7
Summary	10
1. Innledning	12
1.1 Mikrobiologi.....	13
1.2 Fremmedstoffer.....	14
1.3 Målsetting.....	16
2. Materiale og metoder	17
2.1. Prøvetaking.....	17
2.1.1. Prøveuttak til mikrobiologisk analyse.....	17
2.1.2. Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer.....	19
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	27
3.1 Mikroorganismer i skjell.....	27
3.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell.....	28
3.2.1 Metaller.....	28
3.2.2 POPs.....	35
3.2.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	37
3.3 Kamskjell.....	39
3.3.1 Metaller.....	39
3.3.2 POPs.....	41
3.3.3 PAH.....	41
3.4 Østers.....	41
3.4.1 Metaller.....	41
3.4.2 POPs.....	43
3.4.3 PAH.....	43

3.5	Oskjell (<i>Modiolus barbatus</i>).....	44
3.5.1	Metaller	44
3.5.2	POPs	44
3.5.3	PAH.....	44
Konklusjoner	45	
Mikroorganismer	45	
Kjemiske stoffer	45	
Blåskjell.....	45	
Kamskjell.....	45	
Østers.....	46	
Oskjell (<i>Modiolus barbatus</i>).....	46	
Anbefalinger for 2014	46	
Litteraturliste.....	47	

SAMMENDRAG

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, tok Mattilsynet i 2013 ut i alt 305 prøver fordelt gjennom hele året. Av disse var 245 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 33 av kamskjell (*Pecten maximus*) og 27 av østers (*Ostrea edulis*). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) etter instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. Ved NIFES ble prøvene analysert for *E. coli* og 48 av prøvene ble også 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). Prøvene ble analysert med hensyn på forekomst av *Salmonella* ved hjelp av en automatisert immunologisk metodikk (ELFA, Vidas *Salmonella*).

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 270 (88 %) av de 305 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 35 prøvene (12 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 16 000/100 g, for kamskjell 490/100 g og for østers 790/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 49 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 25 av kamskjell, 19 av blåskjell og fem av østers. Av disse hadde en prøve *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var kamskjell tatt ut i Sør-Trøndelag, der påvist mengde var 330/100 g.

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 106 prøver innsendt av næringen. Av disse var 93 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), seks av kamskjell (*Pecten maximus*), en av østers (*Ostrea edulis*) og seks av teppekskjell (*Tapes rhomboides*). Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 82 av disse prøvene (77 %). De øvrige 24 prøvene (23 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 9 200/100 g, 20/100 g for kamskjell, 790/100 g for østers og $<20/100$ g for teppekskjell.

Kjemiske fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell (*Mytilus edulis*) utført av Mattilsynets inspektører for bestemmelse av fremmedstoffer fordelte seg på i alt 15 lokaliteter, og til sammen ble det tatt 26 prøver. I tillegg tok Mattilsynet ut i alt seks prøver fra tre lokaliteter av østers (*Ostrea edulis*), seks prøver fra fem lokaliteter av kamskjell (*Pecten maximus*) og én prøve av «skjegget» oskjell (*Modiolus barbatus*). Prøvene ble tatt og sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. I alt 20 prøver av blåskjell, seks prøver av kamskjell, fem prøver av østers og én prøve av oskjell og ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen, til sammen 32 prøver analysert for metaller. Det ble analysert 10 blåskjellprøver for metaller høstet om våren og 10 blåskjellprøver høstet om høsten. I tillegg ble 10 blåskjellprøver, to kamskjellprøver, to østersprøver, og én prøve av oskjell analysert for dioksiner/furaner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB₆), PBDE, Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og TBT fra prøvene som ble tatt ut om høsten. 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. I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn ni prøver av blåskjell samt én prøve av østers og én prøve av teppeskjell som ble analysert for metaller.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme område som tidligere år, og ingen av tungmetallene kadmium, kvikksølv eller bly oversteg EUs øvre grenseverdier eller Miljødirektoratets klassifiseringsgrenser for "ubetydelig til lite forurenset" for disse. Med hensyn til kadmium var den høyeste konsentrasjonen i blåskjell på 0,27 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 5,0 mg/kg våtvekt og høyeste andel av uorganisk arsen på 26 %.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇, PBDE var forholdsvis lave i de fleste av blåskjellprøvene som ble analysert. Alle prøvene viste konsentrasjoner langt under EUs maksimums grense for sum dioksiner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB. PAH var lavt i alle blåskjellprøvene.

De seks prøvene av kamskjell muskel og gonade viste metallkonsentrasjoner på samme nivå som i 2012. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium var på 0,46 mg/kg våtvekt, noe som er langt under maksimumsverdien på 1,0 mg/kg våtvekt i skjellmat til humant konsum. De to prøvene som ble analysert

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

Tre av fem østersprøver hadde konsentrasjoner av kadmium over 1,0 mg/kg våtvekt dette året. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i østers.

En blåskjellprøve hadde innslag av oskjellarten *Modiolus barbatus* som ble sortert ut og analysert for fremmedstoffer. Disse oskjellene hadde ingen overskridelser av grenseverdiene for bly eller kadmium, og langt lavere verdier enn det som vanligvis finnes hos vanlig oskjell (*Modiolus modiolus*). Det ble også funnet tave verdier av de organiske miljøgiftene.

Ni prøver av blåskjell, én prøve av østers og én prøve av teppeskjell fra næringen til analyse av metaller. Ingen av disse prøvene hadde konsentrasjonene som lå over grenseverdiene for bly, kadmium eller kvikksølv.

SUMMARY

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish monitoring programme, a total of 305 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples 245 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 33 samples were scallops (*Pecten maximus*), and 27 were oysters (*Ostrea edulis*). The sampling was performed 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 except one sample was analysed for *E. coli* 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). 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, 270 of the 305 examined samples (88 %) 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 35 (12 %) had a concentration of *E. coli* above 230/100g. In blue mussel, the highest number of *E. coli* was 16 000/100g sample, in scallop 490/100 g, and in oyster, the highest count of *E. coli* was 790/100 g. *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, 106 samples were sent to NIFES directly by the shellfish farmers. Of these samples, 93 were blue mussels (*Mytilus edulis*), six samples great scallop (*Pecten maximus*), one sample oyster (*Ostrea edulis*), and six samples of carpet shell (*Mya arenaria*).

The concentration of *E. coli* was \leq than 230/100 g in 82 of these samples (77 %). The remaining 24 samples (23 %) had a concentration of *E. coli* above 230/100g, and the highest detected number in blue mussel were 9 200/100 g and 790/100 g in oyster, whereas the numbers of *E. coli* in great scallop and carpet shell were \leq 20/100 g sample.

Undesirable substances

Samples of mussels taken by the Norwegian Food Safety Authority District Offices for the analysis of undesirable substances were taken from 15 localities in spring and autumn 2013, and a total of 26 samples were taken. In addition, a total of six samples of oysters, seven samples of scallops and one sample of bearded horse mussels were taken. Sampling and shipment to NIFES was done according to instructions made by the Head Office of the Norwegian Food Safety Authority.

Twenty samples of mussels, six samples of scallops, five samples of oyster and one sample of bearded horse mussels 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. Additionally, ten samples of mussels, two scallop samples, two oyster samples and one sample of bearded horse mussels taken in the autumn were analysed for TBT and the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB₆ and PCB₇), dioxins and dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers (PBDE)) and Polyaromatic hydrocarbons (PAH). With the exception of PAH all analyses were made at NIFES, and accreditations are according to NS-EN-ISO 17025.

The element concentrations in mussels found in the programme for 2013 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 levels of cadmium were the same as previous years. The highest concentration of cadmium in mussels was 0.27 mg/kg wet weight, which is well below the regulatory limit of 1.0 mg/kg wet weight. 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 5,0 mg/kg wet weight and the highest percentage of inorganic arsenic of total arsenic was 26 %.

The concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs, PCB₇ and PBDEs were relatively low in all the 10 mussel samples analysed for these substances, although the levels were higher than previous years. 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. PAH showed low concentrations in all mussel samples.

Six 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 0.46 mg/kg wet weight, which is well below the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. The two scallop samples analysed for PCB₆, dioxins and dioxin-like PCBs, PBDEs and PAHs all had very low concentrations of these POPs.

Three out of five oyster samples had concentrations of cadmium exceeding EU and Norway's upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. Low levels of POPs and PAH were found in oysters.

One of the mussel samples was containing bearded horse mussels (*Modiolus barbatus*) that were analysed separately. This sample did not have concentrations of cadmium or lead above the upper limits of 1.0 and 1.5 mg/kg wet weight, respectively, unlike the normal horse mussels (*Modiolus modiolus*). POPs were also low in this sample.

Nine samples of mussels, one oyster sample and one carpet shell sample were submitted by the industry for analysis of metals. None of these samples had concentrations above the regulatory limits for lead, cadmium or mercury.

1. INNLEDNING

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med et stort uutnyttet potensial langs norskekysten. I 2013 ble det solgt 2363 tonn skjell fra akvakultur, og av dette var 2328 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Fiskeridirektoratet, 2014). 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.

1.1 Mikrobiologi

Ved lokaliteter som ligger nær kloakkutslipp, eller på annen måte er eksponert for fekal forurensing fra varmblodige dyr, kan skjell ta opp tarmbakterier som *Escherichia coli* og *Salmonella*. Analyser med hensyn på *E. coli* 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. *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	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	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	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
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."

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 2013 til sammen 1 364 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 72 % av tilfellene var ervervet utenlands, 17 % var smittet i Norge og for 11 % av tilfellene var smittested ukjent (www.fhi.no/www.msis.no). I tillegg hadde vi dette året 26 registrerte tilfeller av infeksjon med de tyfoide salmonellavariantene (*S. typhi* og *S. paratyphi*), hvorav 25 oppgav å ha vært smittet utenfor Norge (www.fhi.no/www.msis.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. Dette henger sammen med at skjell kan 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. Skjell inneholder imidlertid også en rekke essensielle grunnstoffer som for eksempel sink, kobber og selen.

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. Miljødirektoratet (tidligere Klima- og forurensningsdirektoratet, KLIF, og SFT før det igjen) 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 Miljødirektoratets 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 et al., 2008; Sloth and Julshamn, 2008). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåking av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skalldyr kan ha et naturlig høyt innhold av uønskede metaller, spesielt kadmium og bly, som kan være høyere enn de øvre grenseverdiene som er gitt av EU og Norge for disse to metallene i skalldyr på henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt. Dette gjelder blant annet kamskjell, oskjell, østers 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 5 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. Nylig er det også innført en grenseverdi for summen av fire kongenere av PAH (sum PAH₄). 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 2013 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 (høstekontroll) 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 ekspresspost 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 2013, og månedlig ved hver lokalitet som inngikk i programmet. I praksis ble 13 av lokalitetene (12 blåskjell, 1 østers) prøvetatt ti ganger eller mer, mens 11 av lokalitetene (5 blåskjell, 3 kamskjell, 3 østers) kun ble prøvetatt én gang for mikrobiologisk analyse. Til sammen ble det tatt 305 prøver til mikrobiologiske analyse. Dette var 245 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), 33 prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*) og 27 prøver av europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*) (Tabell 2).

Sluttproduktkontroll

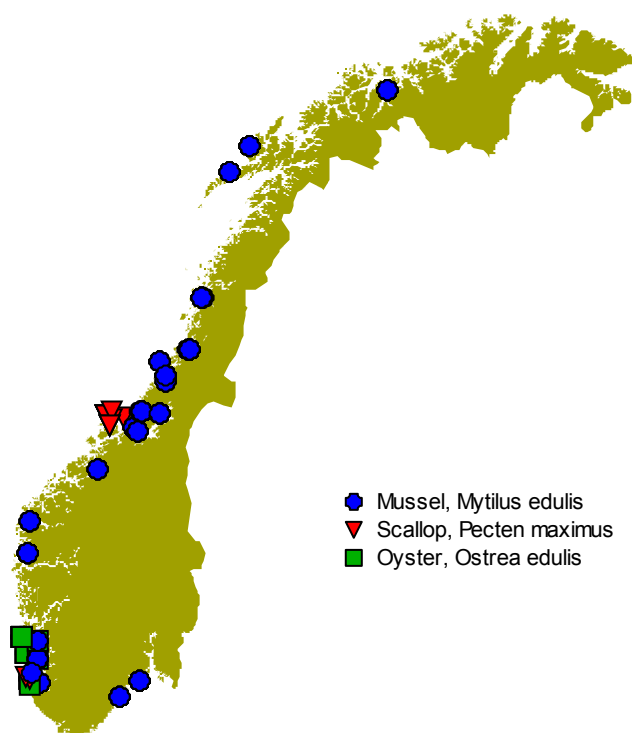
Totalt 49 prøver ble tatt ut som prøve fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll, og var derfor ikke knyttet til lokalitet. Av disse var 19 prøver blåskjell, 25 prøver kamskjell og fem prøver østers.

Prøver sendt inn av næringen.

Totalt 106 prøver ble sendt inn av næringen. Av disse var det 93 prøver av blåskjell, seks prøver av kamskjell, én prøve av østers og seks prøver av teppeskjell.

Tabell 2. Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish monitoring programme in 2013, 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>	<i>Salmonella</i>	Note
Blue mussel	Troms	11/1	0	
	Nordland	42/4	5/1	5 samples end product
	Nord-Trøndelag	106/14	16/9	13 samples end product
	Møre og Romsdal	6/2	0	
	Sogn og Fjordane	20/3	1/1	
	Hordaland	15/2	0	
	Rogaland	25/4	1/1	1 sample end product
	Agder	8/1	0	
	Skagerrak	12/1	0	
	Total	245/32	23/14	19 samples end product
Scallop	Nord-Trøndelag	8/+	8/+	8 samples end product
	Sør-Trøndelag	16/6	16/6	16 samples end product
	Hordaland	1/0+	0	1 sample end product
	Rogaland	8/1	0	
	Total	33/10+	24/7+	25 samples end product
Oyster	Hordaland	12/2	0	
	Rogaland	15/3	1/1	5 samples end product
	Total	27/5	1/1	5 sample end product
Total		305/42+	48/22+	49 samples end product



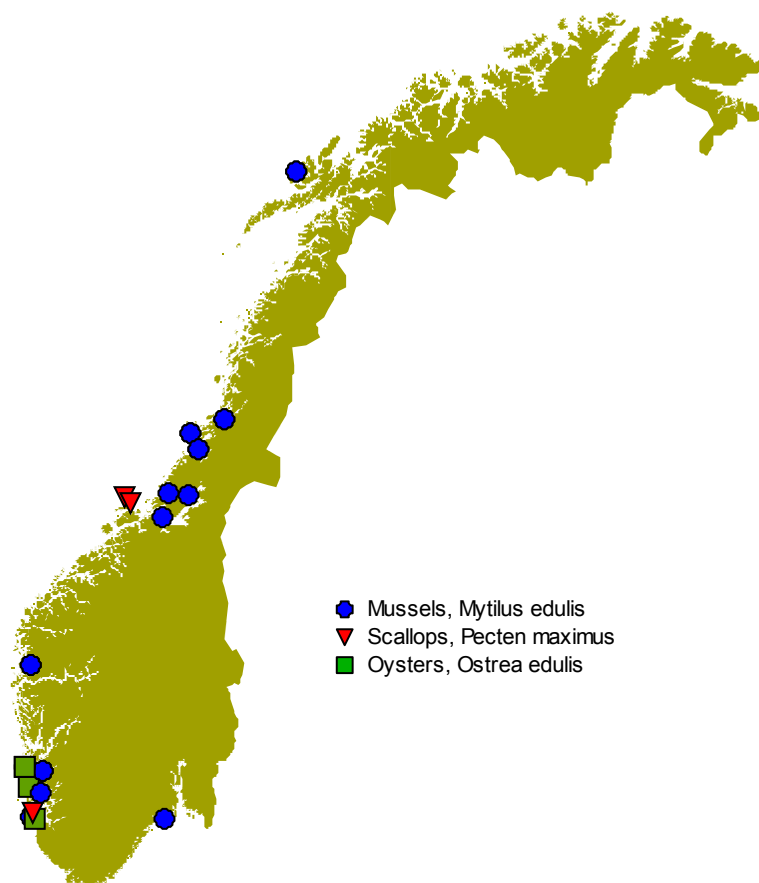
Figur 1. Map of Norway indicating where different shellfish species were sampled for microbiological determinations for the monitoring programme in 2013. The different symbols indicate species. Samples of final products are not included except scallop samples from Trøndelag.

2.1.2 Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2013 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 26 prøver av blåskjell, seks prøver av kamskjell, fem prøver av østers og én prøve av «skjeggete» oskjell (*Modiolus barbatus*) tatt ut. Prøvene som ble tatt ut om høsten ble analysert for både metaller og organiske fremmedstoffer.

Tabell 3. Number of samples/localities sampled by the NFSA for analyses of chemical substances for the shellfish monitoring programme in 2013. Element concentrations were determined in samples from both spring and autumn 2013, while organic contaminants (POPs) were only determined in samples from autumn 2013.

Species	Region	Spring (metals) 2013	Autumn (metals+ POPs) 2013	Number of samples/ localities 2013	Note
Blue mussel	Nordland	3	1	4/3	
	Nord-Trøndelag	3	4	7/6	
	Sør-Trøndelag	0	0	0	
	Møre og Romsdal	0	0	0	
	Sogn og Fjordane	1	1	2/1	
	Hordaland	1	2	3/2	
	Rogaland	2	1	3/2	
	Agder	0	0	0	
	Skagerrak-coast	0	1	1	
Total		10	10	20/14	
Scallop	Nord-Trøndelag	1	0	1	End product
	Sør-Trøndelag	2	1	3	End product
	Rogaland	1	1	2/1	
	Total		3	4	6/5
Oyster	Hordaland	1	1	2/1	
	Rogaland	2	1	3/2	
	Total		3	2	5/3
Horse mussel		0	1	1	
Total		17	15	32/ 18	



Figur 2. Map of Norway showing sampling of shellfish for determination of metals in 2013, and half of these were also analysed for organic contaminants. Samples of final products are not included except scallop samples from Trøndelag.

Prøvene som ble tatt om våren ble analysert kun for metaller. Blåskjellene ble samlet inn fra i alt 14 ulike lokaliteter langs hele kysten fra Nordland til Skagerrak (Tabell 3; figur 2), og de fleste blåskjellprøvene var av dyrkede skjell. Østersprøvene, tatt ut av Mattilsynets inspektører, ble tatt ved dyrkingsanlegg i Hordaland og Rogaland. I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn ni prøver av blåskjell samt én prøve av østers og én prøve av teppeskjell som ble analysert for metaller.

2.2 Prøveopparbeiding og analyse

2.2.1 Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer

Tilsammen ble 305 prøver analysert med hensyn på *E. coli*, og 48 av prøvene ble 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 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, eller 15 blåskjell. 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 for livsmedel (NMKL), metode nr. 96, 4. utg. 2009. Mikrobiologiske undersøkelser i fersk og fryst sjømat, ISO/TS 16649-3:2005 og ISO 6887-3:2003. Denne metoden er i henhold til EUs Direktiv 91/492/EEC, og er referansemetodikk ved mikrobiologisk vurdering av skjell og ved klassifisering av dyrkningsområder. Metoden gir erfaringsmessig høyere tall på *E. coli* enn tidligere brukte NMKL-basert metodikk. Dette skyldes økt sensitivitet siden det brukes større prøvevolum (50 g) og inokulering fra kombinasjoner av lavere fortynninger (1:1, 1:10 og 1:100).

2.1.1.3 *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, enzytbundet fluorescens immunoassay ved miniVidas (ELFA), selektiv platespredning for eventuelle positive prøver, biokjemisk bekreftelse og eventuell verifisering ved nasjonalt referanselaboratorium. Vidas *Salmonella* er et enzymatisk immunoassay for detektering av *Salmonella* antigener ved bruk av ELFA metoden (Enzyme Linked Fluorescence Assay). Dette utføres automatisk i Vidas systemet. Metoden er akkreditert og er i henhold til standardene NMKL nr. 71, 5. utgave 1999 og AFNOR Bio-12/16-09/05.

2.2.2. Prøveopparbeiding og bestemmelse av 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. Oskjell og østers ble målt og veid på samme måte som for blåskjell. For kamskjell ble rogn og muskel renset 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 undersøkelserne som inngikk i prosjektet: PCDD, PCDF og dl-PCB (non-orto og mono-orto PCB) non-dl-PCB (sum PCB₆) 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	0.01 mg/kg
TBT	GC-ICPMS	Nei/No	0.001 mg/kg
PCDD/PCDF + non-orto PCB	HRGC/HRMS	Ja/Yes	0.008-0.4 pg/g (depending on matrix)
Mono-orto PCB	MSMS	Ja/Yes	4-150 pg/g
PBDE	GC-MS	Ja/Yes	0.001-0.1 ng/g
non-dl PCB (PCB ₆)	GC-MSMS (EI)	Ja/Yes	0.012-0.3 ng/g

a) Based on dry sample for metals and TBT and on wet sample for the halogenated organic compounds. LOQ is matrix dependent for the halogenated organic compounds.

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)

Frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 0,07 mol/l HCl i 3 % H₂O₂ og ekstrahert i mikrobølgeovn i 20 minutter ved 90 °C (CEM MARS5 Microwave Accelerated Reaction System, GreenChem Plus Teflonbomber). Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble separert på en polymerbasert sterk anionbytter-kolonne, (ICSep ION-120) og bestemt som 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 var kommersielt tilgjengelig i 2013 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).

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, PCB₆, PCB₇, og dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)

Frysetørket prøve ble blandet med hydromatriks og tilsatt internstandard for dioksiner og furaner, PCB og PBDE. Prøvene ble ekstrahert med heksan ved hjelp av Accelerated Solvent Extractor-300 (ASE)

eller Pressurized Liquid Extraction (PLE). Fettet ble nedbrutt on-line med svovelsyreimpregnert kiselgel i cellene. Ekstraktet ble videre rensset kromatografisk på kolonner pakket med henholdsvis multilayer silica, alumina og karbon på en Power Prep. Det samlet seg to fraksjoner. Fraksjon 1 inneholdt PBDE, PCB₇ og mono-orto PCB, mens fraksjon 2 inneholdt dioksiner, furaner og non-orto PCB.

PBDE ble analysert på GC-MS NCI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og en fempunkts kalibreringskurve. Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener som summeres til en lowerbound "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 PCB₆ (PCB 28, 52, 101, 138, 153 og 180) samt PCB₇ som i tillegg inneholder PCB 118. Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt PCB₇-kongener var 0,03 µg/kg våtvekt.

Dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble analysert på høyoppløsende 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 polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH-bestemmelsene ble utført av Eurofins. Prinsippet for metoden baserer seg først på en forsåpning, dernest på GPC-opprensing (dvs. en molekylstørrelses kromatografi), og til slutt bestemmes de forskjellige PAH forbindelsene med GC-MS. Følgende 16 PAH forbindelser ble bestemt: 5-Methylchrysene, Benzo(a)antracene, Benzo(a)pyrene, Benzo(b)fluoranthene, Benzo(c)fluorene, Benzo(ghi)perylene, Benzo(j)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Chrysene, Cyclopenta(c,d)pyrene, Dibenzo(a,e)pyrene, Dibenzo(a,h)anthracene, Dibenzo(a,h)pyrene, Dibenzo(a,i)pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene og Indeno(1,2,3-cd)pyrene. Kvantifiseringsgrensene for alle PAH-forbindelsene var 0,08 eller 0,2 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 270 (88 %) av de 305 prøvene som ble undersøkt (Tabell 5), og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 35 prøvene (12 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 16 000/100 g, for kamskjell 490/100 g og for østers 790/100 g.

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

Av prøvene i Tabell 5, var 49 fra sluttprodukter som fordelte seg med 25 kamskjell, 19 blåskjell og fem østers. Av sluttproduktene hadde en prøve *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av kamskjell tatt ut i Sør-Trøndelag, der påvist mengde var 330/100 g. I tillegg hadde en prøve av kamskjell tatt ut i Rogaland *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100 g. I denne prøven var den påviste mengden 490/100 g.

Tabell 5. Number of shellfish samples analysed for *E. coli*, and *Salmonella*, broken into species and region, and the number of samples exceeding the limits for the parameters included in the monitoring programme.

Species	Region	# <i>E. coli</i> > 230/100g /# samples	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Mussels	Troms	0/11	
	Nordland	3/42	0/5
	Nord-Trøndelag	18/106	0/16
	Møre og Romsdal	3/6	
	Sogn og Fjordane	3/20	0/1
	Hordaland	1/15	
	Rogaland	1/25	0/1
	Agder	0/8	
	Skagerrak	2/12	
Scallops	Nord-Trøndelag	0/8	0/8
	Sør-Trøndelag	1/16	0/16
	Hordaland	0/1	
	Rogaland	1/8	
Oysters	Hordaland	0/12	
	Rogaland	2/15	0/1
Total		35/305	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 2013 ble det sendt inn 106 prøver fra næringen. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 82 av disse prøvene (77 %) (Tabell 6), og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til A-område. De øvrige 24 prøvene (23 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var på 9 200/100 g, for kamskjell 20/100 g, for østers 790/100 g og for teppeskjell <20/100 g.

Tabell 6. 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.

Species	Region	# <i>E. coli</i> > 230/100g/# samples
Mussels	Nord-Trøndelag	23/93
Scallops	Hordaland	0/6
Oysters	Rogaland	1/1
Carpet shell	Hordaland	0/6
Total		24/106

3.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen og TBT, samt dioksiner, PCB, PBDE og PAH, ble i 2013 bestemt i blåskjell, stort kamskjell, europeisk flatøsters, teppeskjell og oskjell.

3.2.1 Metaller

Tabell 7 viser de gjennomsnittlige metallkonsentrasjonene samt største og minste verdi av alle blåskjellprøvene som ble tatt henholdsvis om våren og høsten 2013. Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2013 er vist i Tabell 8. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2013 som tidligere år. Tabell 9 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av metallene i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene våren og høsten 2013, men antallet prøver i hver region er redusert de siste årene slik at det ikke lenger er forsvarlig å tolke forskjeller mellom regionene.

Tabell 7. Metal concentrations (mg/kg wet weight; mean and range) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled during spring and autumn 2013.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5	
Environmental quality limit ww		1.5		0.4	0.05	0.2	0.45	1.7
Spring	Mean	0.90	13	0.13	0.010	0.013	0.10	2.3
(N=10)	min	0.68	10	0.07	0.004	0.008	0.030	1.6
	max	1.2	18	0.27	0.025	0.021	0.20	5.0
Autumn	Mean	1.0	15	0.15	0.008	0.016	0.16	1.9
(N=10)	min	0.68	8	0.09	0.002	0.009	0.044	1.6
	max	1.6	21	0.19	0.025	0.026	0.44	2.3

Tabell 8. Metal concentrations (mg/kg wet weight, ww) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the coast of Norway from 1999 to 2013. 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								
2013 (N = 20)	Mean	0.97	14	0.14	0.009	0.015	0.13	2.1
	SD	0.24	3.7	0.05	0.007	0.005	0.09	0.73
2012 (N = 34)	Mean	1.00	16	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	17	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	0.17	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	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	21	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	17	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 (N = 88)	Mean	1.15	15	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 (N = 71)	Mean	1.03	16	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 (N = 58)	Mean	1.00	14	0.13	< 0.01	< 0.03	0.14	2.2
	SD	0.22	3.5	0.05	0.02		0.09	0.8
2003 (N = 82)	Mean	1.12	16	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 (N = 96)	Mean	1.10	17	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 (N = 83)	Mean	1.08	16	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
2000 (N = 89)	Mean	1.2	19	0.17	0.02	0.018	0.32	2.8
	SD	0.7	9	0.10	0.01	0.008	0.29	1.9
1999 (N = 33)	Mean	1.2	15	0.15	0.01	0.018	0.20	2.9
	SD	0.4	4	0.08	0.01	0.017	0.18	3.7

3.2.1.1 Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2013 var 0,97 mg/kg våtvekt, noe som tilsvarer tidligere års resultater (Tabell 8). Kobberinnholdet var noe lavere om våren sammenliknet med høsten (Tabell 7). Kobberinnholdet i blåskjell varierte lite mellom områdene (Tabell 9), og med det lave antallet prøver per region kan disse forskjellene skyldes tilfeldigheter. Kobber er et essensielt sporelement, og blåskjell er en relativt god kobberkilde som kan bidra positivt i norsk kosthold. Kobber

er likevel giftig for akvatiske organismer ved høye konsentrasjoner, en egenskap som gjør den egnet som antibegroingsmiddel under båter og på annet utstyr som står i sjøen, som fiskeoppdrettsmerder. Lokalteter med kobberinnhold i blåskjell lavere enn 1,5 mg/kg våtvekt eller 10 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Miljødirektoratet 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) (Molvær et al., 1997). Kun én lokalitet i Nordland hadde over 1,5 mg/kg og tilsvarte dermed klasse II, moderat forurenset. 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), og tang regnes om en bedre indikator for kobberpåvirkning enn blåskjell (Molvær et al., 1997).

Tabell 9. Mean metal concentrations in blue mussels (*Mytilus edulis*) (mg/kg wet weight) sampled in each region from Nordland to Skagerrak during spring (January – July) and autumn (August – September) 2013, 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	0.12	0.007	0.012	0.11	1.8
Nordland	Autumn	1	1.6	16	0.18	0.008	0.009	0.12	2.0
Nord-Trøndelag	Spring	3	0.83	12	0.10	0.006	0.011	0.05	2.0
Nord-Trøndelag	Autumn	4	1.1	11	0.13	0.009	0.020	0.10	2.0
Sogn og Fjordane	Spring	1	0.79	13	0.14	0.005	0.017	0.11	2.6
Sogn og Fjordane	Autumn	1	1.2	13	0.13	0.004	0.015	0.10	1.9
Hordaland	Spring	1	1.1	18	0.27	0.025	0.012	0.12	5.0
Hordaland	Autumn	2	0.82	19	0.18	0.007	0.017	0.24	1.9
Rogaland	Spring	2	0.79	14	0.13	0.015	0.018	0.16	1.9
Rogaland	Autumn	1	0.68	21	0.13	0.011	0.018	0.44	1.6
Skagerrak	Spring	0							
Skagerrak	Autumn	1	0.83	15	0.16	0.012	0.010	0.10	1.6
All Groups		20	0.97	14	0.14	0.009	0.015	0.13	2.1

3.2.1.3 Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2013 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (Tabell 7). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var i samme område som tidligere år, med $0,14 \pm$

0,05 mg/kg våtvekt (Tabell 8). Det var liten forskjell i kadmiumkonsentrasjon mellom prøvene tatt vår og høst (Tabell 7).

Eksempler på variasjon i kadmiumkonsentrasjoner i ulike regioner i 2013 er vist i Tabell 9. Den høyeste gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble i funnet i blåskjell fra en lokalitet i Hordaland tatt om våren, med en verdi på 0,27 mg/kg våtvekt, og denne lokaliteten hadde 0,19 mg/kg i høstprøven. De laveste verdiene finner vi i Nord-Trøndelag og Nordland der vi har de aktive konsesjonene for tiden. 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 9) på grunn av lavere antall prøver (Tabell 8).

Miljødirektoratet 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 var moderat forurenset.

3.2.1.4 Sølv

Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2013 varierte fra 0,002 til 0,025 mg/kg våtvekt (Tabell 7). Det var ingen betydelig forskjell mellom vår og høst i 2013 (Tabell 9). Innholdet av sølv i blåskjellprøvene i 2013 er på samme lave nivå som tidligere år. I henhold til Miljødirektoratets 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 2013 var $0,015 \pm 0,005$ mg/kg våtvekt, som er i det samme konsentrasjonsområdet som tidligere år (Tabell 8) Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt var på 0,026 mg/kg våtvekt i en prøver fra ville blåskjell i Nord-Trøndelag (Tabell 7), 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 0,013 mg/kg våtvekt og 0,016 mg/kg våtvekt. Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med kvikksølvkonsentrasjoner i blåskjell under 0,2 mg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, og alle årets resultater kommer dermed innunder denne klassifiseringen for kvikksølv.

3.2.1.6 Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene i 2013 var på $0,13 \pm 0,09$ mg/kg våtvekt. Blyverdiene de tre siste årene har vært lavere enn de foregående årene (Tabell 8). Med høyeste konsentrasjon på 0,44 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 7). Det var ingen vesentlig forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet våren og høsten 2013 selv om gjennomsnittet var noe høyere om høsten enn om våren (Tabell 7).

Det høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Rogaland og Hordaland med henholdsvis 0,44 og 0,24 mg/kg våtvekt og de tre laveste gjennomsnittlige blyinnholdene ble målt i blåskjell fra Nord-Trøndelag med 0,07 mg/kg til 0,09 mg/kg våtvekt.

Lokaliteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 3 mg/kg tørrvekt eller 0,45 mg/kg våtvekt er karakterisert av Miljødirektoratet som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med fra 0,45 til 2,3 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra Miljødirektoratets klassifiseringssystem hadde ingen lokaliteter moderat forurensing 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 2013 varierte total arsen konsentrasjonen fra 1,6 til 5,0 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 2,1 mg/kg våtvekt (Tabell 10).

Dette er tilsvarende størrelsesorden som er rapportert tidligere og som er vist i Tabell 10 (Frantzen et al., 2011; Frantzen et al., 2008). Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell varierte fra under 0,003 til 1,3 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,099 mg/kg våtvekt. Den desidert høyeste verdien av uorganisk arsen ble på samme måte som i 2012 funnet i skjell tatt ved Sydnessund i Hordaland, med en konsentrasjon på 1,3 mg/kg våtvekt, mens den prøven med nest høyest uorganisk arsen var tatt ved Torskavika i Rogaland, med et gjennomsnitt på 0,019 mg/kg våtvekt. Gjennomsnittet viser at de fleste prøvene hadde et lavt innhold av uorganisk arsen (Tabell 10).

Uvanlig høye konsentrasjoner av uorganisk arsen har tidligere forekommet i enkeltprøver av blåskjell fra fjorder på Vestlandet, særlig i 2005 og 2007 (Frantzen et al., 2008; Julshamn and Måge, 2006; Sloth and Julshamn, 2008). 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).

Tabell 10. Annual concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (tAs) and inorganic arsenic (iAs) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Norway during 2005-2013. 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
2013	20	2.1	1.6-5.0	0.099	<0.003-1.3	3.0	0.18-26
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.

3.2.1.8 Tributyltinn (TBT)

Resultatene gitt i Tabell 11 viser konsentrasjoner av TBT i 13 prøver av blåskjell prøvetatt i august-september 2013. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT ($\mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell i 2013 varierte fra $<0,2$ til $1,7 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt med 8 av 11 prøver over kvantifiseringsgrensen på ca. $0,2 \mu\text{g Sn/kg}$ våtvekt (Tabell 11). 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 Miljødirektoratet 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 2013.

Tabell 11. Concentrations (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast during 2006-2013. TBT concentrations are given as $\mu\text{g Sn/kg}$ wet weight.

Year	TBT ($\mu\text{g Sn/kg}$ wet weight)	
	N	min-max
2013	11	$<0.2-1.7$
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	$< 1.0 - 18$

3.2.1.9 Prøver innsendt av næringen

I tillegg til prøvetakingen i regi av Mattilsynet ble det sendt inn ni prøver av blåskjell, én prøve av østers og én prøve av teppeskjell fra næringen til analyse av metaller. Resultatene er vist i Tabell 12. Ingen av disse konsentrasjonene lå over grenseverdiene. Resultatene for blåskjell er lave, trolig siden det er snakk om dyrkede blåskjell fra aktive konsesjoner. Konsentrasjonene av kadmium for både østers og teppeskjell lå under grenseverdien. Begge disse artene har tidligere vist konsentrasjoner over grenseverdi for kadmium.

Tabell 12. Concentrations of metals in samples submitted by the industry in 2013 of mussels (*Mytilus edulis*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and Carpet shells (*Tapes rhomboides*).

Element (mg/kg ww)		N	Cd	Hg	Pb	As
EU's upper limit			1	0.5	1.5	
Species						
Mussels	Mean	9	0.075	0.011	0.045	1.6
	min		0.069	0.010	0.039	1.4
	max		0.081	0.015	0.058	1.9
Oysters		1	0.67	0.018	0.057	2.6
Carpet shells		1	0.12	0.008	0.054	2.6

3.2.2 POPs

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

I 2013 ble det analysert dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB i 10 prøver av blåskjell, to prøver av kamskjell, to prøver av østers og én prøve 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). 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. Blåskjell prøvetatt i 2013 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og furaner (PCDD/F) på 0,34 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,08 til 0,79 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt). 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 0,12 til 0,98 ng TE_{WHO-2005}, med et gjennomsnitt på 0,42 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt (). 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 er likevel høyere enn det som er rapportert for tidligere år (Duinker et al., 2013; Duinker et al., 2012; Frantzen et al., 2010, 2011). Spesielt to lokaliteter, én fra Nord-Trøndelag og én fra Nordland, trekker opp gjennomsnittet med sum PCDD/F+dl-PCB på 0,98 og 0,85 ng TE_{WHO-2005}.

Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av sum PCDD/F i blåskjell under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset 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. 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 2013. 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	10	0.34	0.42	0.79	0.88	0.056
	min		0.08	0.12	0.44	0.49	0.020
	max		0.79	0.98	1.74	1.98	0.10
Scallops	Mean	2	0.10	0.11	0.11	0.12	0.006
	min		0.05	0.05	0.07	0.07	0.004
	max		0.14	0.16	0.15	0.17	0.007
Oysters	Mean	2	0.61	0.71	0.73	0.82	0.050
	min		0.48	0.57	0.67	0.74	0.040
	max		0.73	0.85	0.79	0.89	0.060
Bearded horse mussels		1	0.036	0.044	0.46	0.52	0.040

3.2.2.2 PCB

I tilsynsprogrammet for skjell 2013 ble innholdet av både PCB₇ og PCB₆ bestemt i til sammen 10 blåskjellprøver prøvetatt høsten 2013. 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), mens PCB₆ er summen av kun de ikke-dioksinlignende PCB-kongenerne. 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 0,49 til 2,0 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,88 µg/kg våtvekt, mens konsentrasjonene av PCB₆ varierte fra 0,44 til 0,1,7 µg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,79 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB₇ som ble funnet i denne undersøkelsen var høyere enn det som ble funnet i 2012 men innenfor normal variasjon årene før det (Duinker et al., 2013; Frantzen et al., 2011), under grensen på 4 µg/kg våtvekt for moderat forurensing (Molvær et al., 1997) og langt under EUs grenseverdi på 75 µg/kg våtvekt.

3.2.2.3 Polybromerte flammehemmere (PBDE)

Av de bromerte flammehemmerne ble det i 2013 analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 10 prøver av blåskjell. Sum PBDE er summen av syv ulike PBDE-kongenere, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved "upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2013 varierte fra 0,02 til 0,10 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,06 µg/kg våtvekt (Tabell 13), som er på linje med det som ble funnet i 2012 men noe lavere enn tidligere år (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 2013 ble det som tidligere analysert for 16 ulike PAH-forbindelser i 10 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 5 µg/kg våtvekt. Fra september 2012 gjelder også grenseverdien på 30 µg/kg våtvekt for sum PAH₄ som er summen av kongenerne benzo(a)pyren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten og krysen, beregnet med "lower bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik null).

For de fleste prøvene lå konsentrasjonen av B(a)P i blåskjell i 2013 under deteksjonsgrensen på 0,07 µg/kg våtvekt mens én av prøvene hadde en verdi på 0,18 µg/kg våtvekt (Tabell 14). Ingen av prøvene viste således konsentrasjoner av BaP over den øvre grenseverdien på 5 µg/kg våtvekt. Sum PAH₄ varierte mellom 0 og 1,2 µg/kg våtvekt og lå dermed langt unna grenseverdien på 30. I forhold til 2012 hadde analysene i 2013 lavere deteksjonsgrenser og dermed flere verdier over deteksjonsgrensene, mens lowerbound sum PAH₄ var høyere i 2013 enn i 2012 av samme grunn. For årene før det hadde mange av prøvene påvirkning fra skipsuhell og dermed høyere verdier (Duinker et al., 2012; Frantzen et al., 2011).

BaP-konsentrasjoner lavere enn 1 µg/kg våtvekt tilsvarer Miljødirektoratets klasse I "ubetydelig til lite forurenset". Ingen av prøvene kom over denne verdien i 2013 og heller ikke de tidligere årene.

Tabell 14. Range of the PAH compounds ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight), number of real values (real/total) and upper bound sum PAH₄ in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast in 2013. Results are also shown for 2010-2012.

Component	2013		2012		2011		2010	
	Variation $\mu\text{g}/\text{kg}$	Real values	Variation $\mu\text{g}/\text{kg}$	Real values	Variation $\mu\text{g}/\text{kg}$	Real values	Variation $\mu\text{g}/\text{kg}$	Real values
Benzo(a)anthracene	<0.09-0.63	5/10	<0.5	0/14	<0.5-3	10/46	5.9	12/47
Benzo(a)pyrene	<0.07-0.18	1/10	<0.5	0/14	<0.5-0.63	1/46	2.7	4/47
Benzo(b)fluoranthene	<0.07-0.32	7/10	<0.5	0/14	<0.5-2	14/46	21	18/47
Benzo(ghi)perylene	<0.07-0.17	3/10	<0.5	0/14	<0.5-1	8/46	3.1	6/47
Benzo(k)fluoranthene	<0.07-0.12	1/10	<0.5	0/14	<0.5-0.59	3/46	6.6	10/47
Chrysene/Triphenylene	-	-	-	-	-	-	18	21/47
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.8	0/10	<0.5	0/14	<0.5	0/46	0	0/47
Fluoranthene	-	-	-	-	<0.5-40	28/46	22	41/47
Fluorene	-	-	-	-	<0.5-14	21/46	2.3	2/47
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08-0.22	4/10	<0.5	0/14	<0.5	0/46	2.4	6/47
Phenatrene	-	-	-	-	<0.5-14	36/46	13	41/47
Pyrene	-	-	-	-	<0.5-16	20/46	11	35/47
5-Methylchrysene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1	0/46	-	-
Anthranthrene	-	-	-	-	<0.5	0/46	-	-
Benzo(b)naphto(2,1-d)thiophene	-	-	-	-	<0.5-2.8	2/46	-	-
Benzo(c)fluorene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1-1.1	1/46	-	-
Benzo(e)pyrene	-	-	<1	0/14	<1-4.7	4/46	-	-
Benzo(j)fluoranthene	<0.08-0.15	3/10	<0.5	0/14	<0.5-0.82	3/46	-	-
Chrysene	<0.09-0.45	9/10	<0.5	0/14	<0.5-7.9	10/46	-	-
Coronene	-	-	-	-	<1	0/46	-	-
Cyclopenta(c,d)pyrene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1	0/46	-	-
Dibenzo(a,e)pyrene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1	0/46	-	-
Dibenzo(a,h)pyrene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1	0/46	-	-
Dibenzo(a,i)pyrene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1	0/46	-	-
Dibenzo(a,l)pyrene	<0.2	0/10	<1	0/14	<1	0/46	-	-
Perylene	-	-	-	-	<1	0/46	-	-
Σ PAH₄¹⁾	0.46		0,0		0,88		-	
(min-max)	0-1.2				0-13.1			

¹⁾Lower bound LOQ sum of benzo(a)pyrene, benzo(a)anthracene, benzo(b)fluorantene og chrysene

3.3 Kamskjell

3.3.1 Metaller

Konsentrasjonene av metaller i seks prøver av kamskjell prøvetatt i 2013 ved sluttproduktkontroller i Trøndelag samt bunnkultur i Rogaland 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 0,017 og 0,02 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 0,19 til 0,46 mg/kg våtvekt (Tabell 15). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2013 var innenfor variasjonen de siste 10 årene (Tabell 15). Prøvene fra bunnkultur ligger høyere enn de ville skjellene. 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 et al., 2008), noe som har ført til kostholdsrad om å spise kun muskel og rogn av kamskjell (Mattilsynet, kostholdsrad juni 2008: <http://matportalen.no>). Også i 2009 ble hele kamskjell ved en feiltakelse frosset ned og tint før lukkemuskel og rogn ble tatt ut, og de relativt høye konsentrasjonene av kadmium som ble funnet dette året kan 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 årene etter dette.

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2013 varierte fra 1,4 til 3,4 mg/kg våtvekt. Dette er på nivå med tidligere resultater (Tabell 15). For uorganisk arsen lå alle prøvene av kamskjell under bestemmelsesgrensen bortsett fra én prøve fra bunnkultur i Rogaland med uorganisk arsen på 0,018 mg/kg. Denne lokaliteten hadde en verdi under bestemmelsesgrensen i 2012.

Konsentrasjonen av TBT i muskel og rogn av kamskjell (n=2) målt som tinn var på 1,0 og 1,7 µg/kg våtvekt (Tabell 15). Dette er konsentrasjoner som er høyere enn de fleste verdiene målt i blåskjell, selv om det også for blåskjell ble målt en verdi på 1,7 µg/kg våtvekt (Tabell 11).

Tabell 15. Metal concentrations (mg/kg wet weight) in adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled during 2001-2013. Means, minima and maxima are shown for each year. "n.d." denotes "not determined". For 2010 and 2013, results are also given for tributyltin in three samples (TBT).

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	TBT (µg Sn/kg)
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5		
Year (N)									
2013 (6)	mean	0.57	16	0.30	0.019	0.013	0.02	2.2	1.4 ¹
	min	0.29	11	0.19	0.007	0.009	0.01	1.4	1.0
	max	0.79	20	0.46	0.042	0.017	0.02	3.4	1.7
2012 (8)	mean	0.45	17.9	0.21	0.013	0.013	0.030	2.5	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	
	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	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	
	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	
	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	
	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	
2005 (5)	mean	0.77	20	0.15	0.022	0.01	0.04	3.88	
	min	0.41	15	0.11	0.01	0.01	0.02	2.4	
	max	1.0	23	0.23	0.04	0.01	0.06	4.6	
2004 (2)	mean	0.90	23	0.30	0.025		0.04	4.1	
	min	0.69	19	0.24	0.02	<0.03	0.02	2.7	
	max	1.1	27	0.35	0.03		0.05	5.5	
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	
	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	
	min	0.90	14	0.20	0.01	0.01	0.02	2.0	
	max	1.3	23	0.30	0.04	0.02	0.04	2.8	

*N = 3, ¹N=2

3.3.2 POPs

De to kamskjellprøvene (samleprøver av muskel og rogn) som ble analysert for PCDD/F, dl-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE i 2013 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 PAH₄ i de to samleprøvene av muskel og gonade av kamskjell, beregnet som ”lower bound-LOQ”, var på 0,58 og 1,2 µg/kg våtvekt (Tabell 16) og altså langt under grenseverdien på 30. For benzo(a)pyren lå den ene prøven over bestemmelsesgrensen med en verdi på 0,7, noe som fortsatt er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 5 µg/kg våtvekt.

Tabell 16. Range (µg/kg wet weight) of benzo(a)pyrene and the sum of PAH₄ in Great scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and Horse mussels (*Modiolus barbatus*) sampled along the Norwegian coast in 2013.

	Benzo(a)pyrene	Sum PAH ₄ ¹⁾
Scallops (N=2)	<0.09-0.7	0.58-1.2
Oysters (N=2)	<0.1	1.3-1.7
Horse mussels (N=1)	<0.1	0.15

¹⁾ Upper bound LOQ sum of benzo(a)pyrene, benz(a)anthracene, benzo(b)fluorantene og chrysene

3.4 Østers

3.4.1 Metaller

Tabell 17 viser resultatene av metallanalysene for østersprøvene høstet i 2013. 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 2013 som hadde konsentrasjoner av kvikksølv eller bly over EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Tre av prøvene hadde imidlertid konsentrasjoner av kadmium over grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, og høyest var Trettøy med 1,8 mg/kg våtvekt. De siste to prøvene lå tett oppunder grenseverdien.

Tabell 17. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in various localities in 2006-2013. 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)										
2013	mean	13	410	1.2	0.32	0.015	0.035	2.4	0.017	0.90
(5)	min-max	5,1-38	310-570	0.86-1.8	0.24-0.39	0.012-0.018	0.022-0.053	1.7-4.6	0.003-0.05	0.70-1.1
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 et al., 2010).

Når det gjelder arsen varierte konsentrasjonene av totalarsen i østers i 2013 fra 1,7 til 4,6 med et gjennomsnitt på 2,4 mg/kg våtvekt, mens konsentrasjonen av uorganisk arsen varierte fra 0,003 til 0,05

mg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,017 mg/kg våtvekt (Tabell 17). Dette gav en andel uorganisk arsen av total arsen i gjennomsnitt på 0,6 %.

Arsenkonsentrasjonene i 2013 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 2013 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 0,48 til 0,73 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,61 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCDD/F + dl-PCB varierte fra 0,57 til 0,85 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,71 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCB₇ varierte fra 0,74 til 0,89 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,82 µg/kg våtvekt og sum PBDE₇ ble bestemt til 0,040 og 0,060 ng/g våtvekt. 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 PAH₄, beregnet som "lower bound-LOQ", var henholdsvis 1,3 og 1,7 µg/kg våtvekt for de to prøvene, mens benzo(a)pyren viste nivåer under bestemmelsesgrensen for begge prøvene som ble analysert. Innholdet av B(a)P i østers er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 5 µg/kg våtvekt.

3.5 Oskjell (*Modiolus barbatus*)

3.5.1 Metaller

Høstprøven fra Lille Sandholm i Nord-Trøndelag hadde i tillegg til blåskjell et innslag av oskjellet *Modiolus barbatus*. Disse ble sortert ut og analysert for tungmetaller og organiske miljøgifter, spesielt med tanke på de høye verdiene av bly og kadmium vi ofte ser hos vanlige oskjell (*Modiolus modiolus*). Denne prøven hadde verdier både for kadmium og bly som lå under EUs maksimums verdier som er satt til henholdsvis 1,0 og 1,5 mg/kg våtvekt (Tabell 18). Disse skjellene hadde en gjennomsnittlig skallengde på 6 cm mot 11 cm for de vanlige oskjellene fra 2012, og det er mulig disse mindre skjellene også er yngre enn de vanlige oskjellene som ble analysert i 2012.

Tabell 18. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in horse mussels (*Modiolus barbatus*) sampled in 2013. N=1.

Element	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se
(mg/kg ww)	5.0	56	0.49	0.10	0.025	0.23	2.2	0.72

3.5.2 POPs

Prøven av oskjellarten *Modiolus barbatus* ble analysert for PCDD/F, DL-PCB, PCB₇, PCB₆ og PBDE og resultatene er vist i Tabell 13. Konsentrasjonen av PCDD/F og sum PCDD/F + dl-PCB var henholdsvis 0,036 og 0,044 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt. Innholdet av sum dioksiner og dl-PCB i hel oskjell var på samme nivå som den laveste kamskjellprøven og lavere enn det som ble funnet i både blåskjell og østers (Tabell 13) og også betydelig lavere enn det som ble funnet i vanlige oskjell fra 2012 (Duinker m.fl., 2013). Konsentrasjonen av sum PCB₇ ble bestemt til henholdsvis 0,52 µg/kg våtvekt og sum PBDE₇ til 0,004 µg/kg våtvekt som begge er lave verdier i forhold til det som ble funnet i vanlige oskjell i 2012 men på høyde med østers og blåskjell i denne undersøkelsen (Tabell 13).

3.5.3 PAH

Resultatet for sum PAH₄, beregnet som "lower bound-LOQ", var 0,15 µg/kg våtvekt, mens benzo(a)pyren var lavere enn 0,1 µg/kg våtvekt. Innholdet av B(a)P og sum PAH₄ i disse oskjellene er lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på henholdsvis 5 og 30 µg/kg våtvekt.

KONKLUSJONER

Mikroorganismer

Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 270 (88 %) av de 305 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 35 prøvene (12 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 16 000/100 g, for kamskjell 490/100 g og for østers 790/100 g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 49 fra sluttprodukter, og fordelte seg med 25 av kamskjell, 19 av blåskjell og fem av østers. Av disse hadde en prøve *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100g. Dette var en prøve av kamskjell tatt ut i Sør-Trøndelag, der påvist mengde var 330/100 g. 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 106 prøver innsendt av næringen. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 82 av disse prøvene (77 %). De øvrige 24 prøvene (23 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 9 200/100 g, for østers 790/100 g og for kamskjell og teppekjell ≤ 20 .

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 Miljødirektoratets klassifisering, "moderat forurensing" for kadmium, bly eller kvikksølv. Den høyeste verdien av uorganisk arsen ble funnet i en fra Sydnnessund 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 10 analyserte blåskjellprøvene hadde de fleste lave konsentrasjoner av PCB₇, PCB₆, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere. Ingen av prøvene viste konsentrasjoner av "lower bound LOQ" sum dioksiner og furaner over 0,2 ng TE_{WHO-2005}/kg våtvekt ("lite til ubetydelig forurenset"). For PAH er alle resultatene under grenseverdier og viste lave verdier.

Kamskjell

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

Østers

Tre av fem østersprøver hadde konsentrasjoner av kadmium over 1,0 mg/kg våtvekt dette året. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i østers.

Oskjell (*Modiolus barbatus*)

Bløtdelen av disse «skjeggete» oskjellene som hadde kommet med i en blåskjellprøve hadde verken kadmium- og bly verdier som oversteg EUs maksimums verdier dette året, i motsetning til prøver av vanlige oskjell som stort sett har vist høye verdier. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i disse oskjellene.

ANBEFALINGER FOR 2014

- Analyseomfang og metodespekter for mikrobiologiske undersøkelser, bør økes i neste års overvåkning.
- 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 2014 etter at EU har satt en øvre grenseverdi på 30 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., Roiha, I.S., Julshamn, K., 2013. Årsrapport 2012. Mattilsynet. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2012. Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer., 49 pp.
- Duinker, A., Lunestad, B.T., Svanevik, C.S., Julshamn, K., 2012. Årsrapport 2011. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2011. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler) og mikroorganismer. 54 pp.
- EFSA, 2009. EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); Scientific opinion on arsenic in food. EFSA Journal 2009 7 (10): 1351, 199 pp.
- Fiskeridirektoratet, 2014. Statistikk for akvakultur: Bløtdyr, krepsdyr og pigghuder (skjell, skalldyr etc.). Salg 1999-2013. www.fiskdir.no.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Duinker, A., Julshamn, K., 2010. Årsrapport 2009. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2009. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. 46 pp.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Duinker, A., Julshamn, K., 2011. Årsrapport 2010. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2010. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. 54 pp.
- Frantzen, S., Lunestad, B.T., Måge, A., Nilsen, B.M., Julshamn, K., 2008. Tilsynsprogrammet for skjell 2007 - fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. Årsrapport til Mattilsynet, 51 pp.
- Julshamn, K., Duinker, A., Frantzen, S., Torkildsen, L., Maage, A., 2008. Organ distribution and food safety aspects of cadmium and lead in great scallops, *Pecten maximus* L., and horse mussels, *Modiolus modiolus* L., from Norwegian waters. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 80, 385-389.
- Julshamn, K., Måge, A., 2006. Overvåkningsprogram for skjell. Årsrapport 2005, 38 pp.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03.
- Neff, J.M., 1997. Ecotoxicology of arsenic in the marine environment. Environmental Toxicology and Chemistry 16, 917-927.
- Sloth, J.J., Julshamn, K., 2008. Survey of total and inorganic arsenic content in blue mussels (*Mytilus edulis* L.) from Norwegian fiords: Revelation of unusual high levels of inorganic arsenic. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 1269-1273.
- 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, 106 pp.