NASJONALT TILSYNSPROGRAM FOR PRODUKSJON AV SKJELL OG ANDRE BLØTDYR

– prøver analysert i 2018 for kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer

Arne Duinker, Julia Storesund, Bjørn Tore Lunestad og Monica Sanden
(HI)



RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2019-45

Tittel (norsk og engelsk):

Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr

National monitoring program for bivalves and other molluscs

Undertittel (norsk og engelsk):

– prøver analysert i 2018 for kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer

– samples analysed in 2018 for chemical contaminants and micro organisms

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2019-45	19.11.2019
ISSN:1893-4536		

Forfatter(e):

Arne Duinker, Julia Storesund, Bjørn Tore Lunestad og Monica Sanden (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Monica Sanden (Fremmed- og smittestoff (FRES)) Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Gro-Ingunn Hemre Programleder(e): Livar Frøyland

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15222 og 15227

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Oppdragsgivers referanse:

10708

Program:

Trygg og sunn sjømat

Forskningsgruppe(r):

Fremmed- og smittestoff (FRES)

Antall sider:

33

Sammendrag (norsk):

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, tok Mattilsynet i 2018 ut i alt 195 prøver fordelt gjennom året. Av disse var 133 blåskjell (*Mytilus edulis*), 25 kamskjell (*Pecten maximus*), 29 østers (*Ostrea edulis*), tre prøver av stillehavsøster (*Crassostrea gigas*), en av kuskjell (*Arctica islandica*), tre av oskjell (*Modiolus modiolus*) og en av teppeskjell (*Politapes rhomboides*). Prøvene ble sendt til Havforskningsinstituttet etter instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. Ved Havforskningsinstituttet ble alle prøvene analysert for E. coli og 21 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 Bio-Rad Rapid`Salmonella metoden med kort protokoll.

Innholdet av E. coli var ≤ 230/100 g i 167 (86 %) av de 195 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 28 prøvene (14 %) hadde innhold av E. coli over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjoner av E. coli for blåskjell var på 9 200/100 og 2 200/100 g for østers. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på E. coli var 25 fra sluttprodukter, og fordelte seg med fem blåskjell, ti kamskjell, tre av oskjell, tre stillehavsøsters, to av flatøsters, og en av hver av artene kuskjell og teppeskjell. Av disse hadde en prøve av blåskjell fra Trøndelag E. coli i konsentrasjoner over 230/100 g, der påvist mengde var 310/100 g.

Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 21 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 346 prøver innsendt av næringen. Av disse var 320 prøver blåskjell, 13 flatøsters, tre oskjell, tre kamskjell, en hver av teppeskjell og kuskjell, samt fem prøver av kråkebolle.

Innholdet av E. coli var ≤ 230/100 g i 292 av disse prøvene (84 %). De øvrige 54 prøvene (16 %) hadde et innhold av E. coli over 230/100 g, hvorav 53 var blåskjell og en var flatøsters (5 400/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av E. coli for blåskjell var 24 000/100 g.

Kjemiske fremmedstoffer

Prøvetakingen av blåskjell utført av Mattilsynets inspektører for bestemmelse av fremmedstoffer ble tatt fra 16 lokaliteter om våren og 18 lokaliteter om høsten i 2018, med totalt 35 prøver fra 19 lokaliteter. I tillegg tok næringen ut i fem prøver av kamskjell, åtte prøver av flatøsters, tre prøver av oskjell og én prøve av kongsnegl. Prøvene ble sendt til Havforskningsinstituttet i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat.

I alt 26 prøver av blåskjell, fem prøver av kamskjell, åtte prøver av flatøsters, tre prøver av oskjell og én prøve av kongsnegl ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly, samt uorganisk arsen. I tillegg ble 13 blåskjellprøver, to kamskjellprøver, fire prøver av flatøsters og to prøver av oskjell analysert for dioksiner/furaner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB6 og PCB7), PBDE, Polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og TBT fra prøvene som ble tatt ut om høsten. Alle fremmedstoffanalysene ble gjort på frysetørket materiale. Metallbestemmelsene ble utført med ICPMS, uorganisk arsen med HPLC-ICPMS, TBT med GC-ICPMS, dioksiner, furaner og non-orto PCB med høyoppløsende GC-MS, mono-orto PCB og PCB6 med GC-MSMS, PBDE med GC-MSMS (EI) og PAH med GC-MSMS. Alle bestemmelser ble utført ved Havforskningsinstituttet, og akkrediteringer er i henhold til NS-EN-ISO 17025. I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn 18 prøver av blåskjell og én prøve av kamskjell til analyse av metaller.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde som tidligere år, og ingen av tungmetallene kadmium, kvikksølv eller bly oversteg EUs og Norges øvre grenseverdier. Med hensyn til kadmium var den høyeste konsentrasjonen i blåskjell på 0,32 mg/kg våtvekt, som er godt under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt. Alle prøvene lå under Miljødirektoratets grenser for ubetydelig til lite forurensing for kadmium, sølv, kvikksølv, bly og TBT.
Konsentrasjonene av totalarsen og uorganisk arsen var også i samme område som tidligere år, med høyeste konsentrasjon av uorganisk arsen på 0,10 mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB6, PCB7 og PBDE var lave i de 13 blåskjellprøvene som ble analysert. Alle prøvene viste konsentrasjoner langt under EUs og Norges øvre grenseverdi for sum dioksiner og sum dioksiner og dioksinlignende PCB, og alle prøvene var også langt under Miljødirektoratets grense for «ubetydelig til lite forurenset». PAH var lavt i alle blåskjellprøvene.

De fem prøvene av muskel og gonade fra kamskjell viste metallkonsentrasjoner på samme nivå som tidligere år. Den høyeste konsentrasjonen av kadmium var på 0,38 mg/kg våtvekt, noe som er under øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt i skjellmat til humant konsum. Det ble funnet lave konsentrasjoner av TBT i kamskjell. De to prøvene som ble analysert for dioksiner og dioksinliknende PCB, PCB6, PCB7, PBDE og PAH hadde lave konsentrasjoner av disse miljøgiftene.

Én av åtte prøver av flatøsters hadde konsentrasjon av kadmium over EUs og Norges øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt dette året. Det ble funnet lave nivåer av TBT, organiske miljøgifter og PAH i østers.

To av tre prøver av oskjell oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium og én av prøvene oversteg grenseverdien for bly dette året.

Én prøve av kongsnegl ble analysert for metaller og viste innhold av kadmium over grenseverdi og høyere total arsen enn de andre artene men ellers lave verdier av de andre metallene.

I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn 18 prøver av blåskjell og én prøve av kamskjell som ble analysert for metaller. Ingen av disse konsentrasjonene lå over grenseverdiene. Resultatene er på nivå med prøvene sendt inn i regi av Mattilsynet og stort sett lave.

Sammendrag (engelsk):

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish-monitoring programme, a total of 195 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples, 133 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 25 samples were scallops (*Pecten maximus*), 29 were oysters (*Ostrea edulis*), three were Pacific oyster (*Crassostrea gigas*), one was Ocean quahog (*Arctica islandica*), three were Northern Horsemussel (*Modiolus modiolus*), and one was banded carpet shells (*Politapes rhomboides*). 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 IMR. All samples were analysed for E. coli and 21 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 the Bio-Rad Rapid`Salmonella method, short protocol.

In total 167 of 195 examined samples (86 %) had a content of E. coli ≤ 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 28 (14 %) had a concentration of E. coli above 230/100 g. In blue mussel, the highest number of E. coli was 9 200/100 g sample, and in oyster, the highest count of E. coli was 2 200/100 g. Salmonella was not detected in any of the 35 samples analysed in the shellfish monitoring programme.

In addition to the samples submitted by the NFSA, 346 samples were sent to IMR directly by the farmers. Of these, 320 were blue mussels, 13 were European oyster, three were Northern horse mussel, three were Great scallops, and one of each were banded carpet shells and ocean quahog. In addition, five samples of green sea urchin were submitted.

The concentration of E. coli was ≤ than 230/100 g in 292 of these samples (84 %). The remaining 54 samples (16 %), had a concentration of E. coli above 230/100 g, of which 53 were blue mussels and one was pacific oyster (5 400/100 g). The highest detected number of E. coli in blue mussels was 24 000/100 g.

Undesirable substances

Samples of mussels taken by the Norwegian Food Safety Authority District Offices for the analysis of undesirable substances were collected from 16 localities in spring and 18 localities in autumn 2018, with in total 35 samples from 19 localities. In addition, five samples of scallops eight samples of European flat oysters, three samples of horse mussels, and one sample of common whelk were collected. Sampling and shipment to IMR was done according to instructions made by the Head Office of the NSFA.

In total 26 samples of mussels, five samples of scallops, eight samples of European flat oysters, three samples of horse mussels and one sample of common whelks were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, lead, mercury and inorganic arsenic. Additionally, 13 samples of mussels, two scallop samples, four samples of flat oysters and two samples of 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). All analyses were made at IMR, and accreditations are according to NS-EN-ISO 17025.

The element concentrations in mussels found in the programme for 2018, 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 highest concentration of cadmium in mussels was 0.32 mg/kg wet weight, which is well below the maximum level 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 inorganic arsenic was 0.10 mg/kg wet weight.The concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs, PCB7 and PBDEs were low in all the 13 mussel samples analysed for these substances. All the samples showed

concentrations far below the EU and Norway's maximum level for sum dioxins and for the sum of dioxins and dioxin-like PCBs. PAH showed low concentrations in all mussel samples.

Five samples of adductor muscle and gonad of scallops were analysed for metals and showed concentrations of metals generally at the same low level as previous years. The highest concentration of cadmium was 0.38 mg/kg wet weight, which is 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 had very low concentrations of these POPs.

One of the eight flat oyster samples had concentrations of cadmium exceeding EU and Norway's upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. Low levels of TBT, POPs and PAH were found in flat oysters.

Two out of three samples of horse mussels analysed for metals exceeded the maximum level for cadmium of 1.0 mg/kg wet weight, and one of the samples exceeded the maximum level for lead of 1.5 mg/kg wet weight.

One sample of common whelk (Buccinum undatum) was analysed for metals and showed cadmium content above the maximum level, higher total arsenic concentration but otherwise low levels of the other metals.

In addition to the sampling performed by the Food Safety Authorities, the industry submitted 18 samples of mussels and one sample of scallops for analysis of metals. None of these results exceeded the maximum levels. The concentrations were in the same range as in the samples from the NFSA and were generally low.

Innhold

1 Forord/Preface 7

2 Innledning 8

2.1 Mikrobiologi 8

2.2 Fremmedstoffer 9

2.3 Målsetting 10

3 Materiale og metoder 12

3.1 Prøvetaking 12

3.1.1 *Prøvetaking til mikrobiologisk analyse* 12

3.1.2 *Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer* 13

3.2 Prøveopparbeiding og analyse 14

3.2.1 *Prøveopparbeiding og analyse av mikroorganismer* 14

3.2.2 *Prøveopparbeiding og bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer* 14

4 Resultater og kommentarer 17

4.1 Mikroorganismer i skjell 17

4.2 Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell 18

4.2.1 *Metaller* 18

4.2.2 *Organiske miljøgifter (POPs)* 22

4.2.3 *Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)* 23

4.3 Kamskjell 24

4.3.1 *Metaller* 24

4.3.2 *Organiske miljøgifter (POPs)* 25

4.3.3 *PAH* 25

4.4 Flatøsters 25

4.4.1 *Metaller* 25

4.4.2 *Organiske miljøgifter (POPs)* 26

4.4.3 *PAH* 26

4.5 Oskjell 26

4.6 Kongsnegl 26

4.7 Prøver innsendt av næringen 26

5 Konklusjoner 27

5.1 Mikroorganismer 27

5.2 Kjemiske stoffer 27

6 Litteraturliste/Literature 29

7 Vedlegg/ Annex 31

1 - Forord/Preface

Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 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 humant konsum (H3) ("Hygienepakken"). Før dette har NIFES/Havforskningsinstituttet bidratt i skjellovervåkning siden 1999.

Formålet med Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr er å dokumentere forekomst av kjemiske forurensende stoffer og indikatorbakterien *Escherichia 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.

Havforskningsinstituttet har på vegne av Mattilsynet i 2018 gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *E. coli* og *Salmonella* i skjell (blåskjell, europeisk flatøsters, kamskjell, oskjell, stillehavsøsters, kuskjell og teppeskjell, samt pigghuden kråkebolle), samt kjemiske analyser for fremmedstoffer (metaller, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH) i skjell (blåskjell, kamskjell, flatøsters, oskjell og kongsnegl).

To ulike typer prøvetaking er gjennomført:

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

Teknisk ansvarlig for programmet ved Havforskningsinstituttet i 2018 var Manfred Torsvik, som sammen med Anne Margrethe Aase sto for prøveregistrering, måling og veiing av skjell, prøveopparbeiding og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Jannicke A. Bakkejord, Agnethe Hertzberg, Kari Breistein Sæle, Kjersti Kolås, Dagmar Nordgård, Franziska Randers, Per-Ola Rasmussen, Amarjargal Sengee, Andreas L. Tomren, Lene Hop Johannessen, Amarjargal Sengee og Teclu H. Weldegebriel har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse knyttet til PAH, PCB, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Tonja Lill Eidsvik, Laila Sedal, Vivian Krakeli, Edel Erdal, Berit Solli, Nina Margrethe Steinsvik, Snorri Gunnarsson, Joanna Maciag 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 og Leikny Fjeldstad.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

Havforskningsinstituttet, juni 2019

2 - Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en etablert næring i Norge. I 2017 ble det solgt 2420 tonn skjell fra akvakulturlokalitetene, og av dette var 2353 tonn brutto salg fra dyrkerne av blåskjell, *Mytilus edulis* (Fiskeridirektoratet 2018). I tillegg høstes det kamskjell fra ville bestander. Blåskjellnæringen er nå sentrert rundt to pakkerier i Trøndelag, med produksjon i Trøndelag og på Helgelandskysten. Næringen er nå kommet over i en liten men stabil kommersiell fase etter mange år med prøving og feiling langs hele kysten.

Mattilsynet klassifiserer produksjonsområder for muslinger (skjell). Produksjonsområder som er klassifisert skal overvåkes og føres tilsyn med for å vurdere om forekomsten av uønskede stoffer (kjemiske forurensende stoffer) og mikroorganismer er på akseptable nivåer og om de 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 direkte fra vannet over gjellene eller via fødeopptaket.

2.1 – Mikrobiologi

Ved lokaliteter som ligger nær kloakkutslipp, eller på annen måte er eksponert for fekal forurensing fra varmblodige dyr via avrenning fra land, eller tilført fra fugl eller marine pattedyr, vil skjell ta opp tarmbakterier som *Escherichia coli* og *Salmonella* . Analyser for *E. coli* brukes i denne sammenhengen for å indikere fekal forurensning.

Ved undersøkelse av matvaretrygghet for skjell er en særlig opptatt av om disse kan inneholde matvarebårne virus. *E. coli* indikerer fekal forurensing 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. Mer enn 46 000 *E. coli* per 100 g skjellmat og kappevann medfører høsteforbud (Tabell 1).

Tabell 1 . Classification of shellfish localities based on the concentration of E. coli in soft parts and mantle liquid. Table adapted from [1]

Class [2]	**Microbiological standard [2]**	**Treatment after harvesting**
A	80 % of l ive bivalve molluscs must not contain more than 230 MPN *E. coli* per 100 g of flesh and intravalvular liquid and no live bivalve molluscs must not contain more than 700 *E. coli* per 100 g of flesh and intravalvular liquid. The remaining 20% of samples must not exceed 700 E. coli per 100 g of flesh and intravalvular liquid [4]	None
B	Live bivalve molluscs must not contain more than 4 600 MPN *E. coli* per 100 g of flesh and intravalvular liquid [5]	Purification, relaying in A-area or boiling by approved procedure
C	Live bivalve molluscs must not contain more than 46 000 MPN *E. coli* per 100 g of flesh and intravalvular liquid [6]	Relaying in A-area for a long period of time or boiling by approved procedure
Harvesting prohibited	> 46 000 MPN *E. coli* per 100 g flesh and intravalvular liquid	

[1] Community Guide to the Principles of Good Practice for the Microbiological Classification and Monitoring of Bivalve Mollusc Production and Relaying Areas with regard to Regulation 854/2004 issue 4 May 2018
[2] The competent authority has the power to prohibit any production and harvesting of bivalve molluscs in areas considered unsuitable for health reasons.
[3] The reference method is given as ISO 16649-3.
[4] From Regulation (EC) No 854/2004, as amended by regulation 2015/2285.
[5] From Regulation (EC) No 854/2004 as amended by Regulation (EC) 1021/2008.
[6] 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. Siden matvarer er den viktigste smittekilden for salmonellose, kan varer som inneholder salmonellabakterier ikke omsettes. Ingen kjente tilfeller av salmonellose har vært knyttet til konsum av norske skjell.

2.2 - Fremmedstoffer

Skjell har vist en spesiell evne til å akkumulere enkelte metaller fra miljøet, og EU har foreslått at følgende metaller skal inngå i overvåkningen 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 kvikksølv, kadmium og bly er uønskede stoffer i kostholdet og man ønske å begrense inntaket, har EU etablert grenseverdier for 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 videre ha svært varierende konsentrasjon av grunnstoffet 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 treverdig arsen [As(III)] mer toksisk enn femverdig arsen [As(V)]. I mager fiskefilet kan mer enn 99 % av det totale innholdet av arsen foreligge i organiske former, dominert av det ikke-giftige arsenobetain [$(CH_3)_3As^+CH_2COO^-$]. 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)Sloth and Julshamn 2008. Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåkning av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skalldyrarter 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 skjell 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. I 2012 ble det også innført en grenseverdi for summen av fire PAH-forbindelser (sum PAH_4).

2.3 - Målsetting

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2018 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. Hovedformålet med nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr (tilsynsprogrammet) er derfor å koordinere prøvetaking i produksjonsområder for muslinger for å oppfylle kravene i gjeldende regelverk slik at avdelingskontorene kan:

- Klassifisere produksjonsområder med hensyn til forekomst av fekal forurensning. Dette 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

3 - Materiale og metoder

3.1 - Prøvetaking

Utvalget av lokaliteter for prøvetaking ble gjort av Mattilsynet, og selve prøvetakingen og innsending av prøver ble utført av inspektører fra Mattilsynets avdelingskontorer. Prøvene ble pakket i egnet emballasje og sendt med ekspresspost til Havforskningsinstituttet der de ble opparbeidet på laboratoriet. Det ble analysert på samleprøver, og antall individer i samleprøvene varierte avhengig av art og analysetype.

3.1.1 - Prøvetaking til mikrobiologisk analyse

Produksjonsområder

Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut av Mattilsynet i løpet av hele 2018. Tabell 2 viser fordeling av arter, lokaliteter og antall analyser av *E. coli* og *Salmonella*.

Sluttproduktkontroll

Totalt 25 prøver ble tatt ut som prøver fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll, og var derfor ikke knyttet til lokalitet. Fem blåskjell, ti kamskjell, tre av oskjell, tre stillehavsøsters, to av flatøsters, og en av hver av artene kuskjell og teppeskjell.

Prøver sendt inn av næringen.

Totalt 346 prøver ble sendt inn av næringen i 2018. Av disse var 320 prøver blåskjell, 13 flatøsters, tre oskjell, tre kamskjell, en hver av teppeskjell og kuskjell, samt fem prøver av kråkebolle.

Tabell 2 . Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish monitoring programme in 2018, given for each species and region. The number of localities are mainly based on localities where name of locality was given. A marking with a "+" indicates that for some samples locality was not given, as the sample was taken at processing plant.

Species	Region	*E. coli*	*Salmonella*	Note
Blue mussel	Agder	1/0+	1/0+	1 sample end product
	Hordaland	16/2+	0	
	Nordland	65/8	0	
	Rogaland	1/1	0	
	Sogn og Fjordane	18/2	0	
	Troms	8/1	0	
	Trøndelag	24/2+	3/0+	4 samples end product
	Total	133/16+	4/0+	5 samples end product
Great scallop	Hordaland	8/2+	1/0+	1 sample end product
	Møre og Romsdal	2/0+	2/0+	2 samples end product
	Nordland	3/0+	2/0+	3 samples end product
	Rogaland	8/1	0	
	Trøndelag	4/1+	4/0+	4 samples end product
	Total	25/4+	9/0+	10 samples end product
Northern horsemussel	Hordaland	3/1+	2/0+	3 samples end product
Ocean quahog	Nordland	1/1+	1/0+	1 sample end product
Banded carpet shell	Trøndelag	1/1+	0	1 sample end product
European flat oyster	Hordaland	20/2+	2/0+	2 samples end product
	Rogaland	9/1	0	
	Total	29/3+	2/0+	2 samples end product
Pacific oyster	Vestfold	3/0+	3/0+	3 samples end product
Total		195/	21/0+	25 samples end product

3.1.2 - Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2018 ble det både tatt ut prøver om våren (januar - juli) og om høsten (august - oktober) til bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer, som regel samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. Det ble til sammen tatt ut 26 prøver av blåskjell, fem prøver av kamskjell, åtte prøver av flatøsters, tre prøver av oskjell og én prøve av kongsnegl. Prøvene som ble tatt ut om våren ble analysert for metaller, mens prøvene tatt ut om høsten ble analysert for både metaller, TBT og organiske fremmedstoffer.

I tillegg til Mattilsynets prøver sendte næringen inn fem prøver av kamskjell, åtte prøver av flatøsters, tre prøver av oskjell og én prøve av kongsnegl som ble analysert for metaller.

3.2 - Prøveopparbeiding og analyse

3.2.1 - Prøveopparbeiding og analyse av mikroorganismer

Tilsammen ble 541 prøver analysert med hensyn på *E. coli*, og 21 av prøvene ble også undersøkt for *Salmonella.*

Bløtdeler med kappeveske ble tatt ut og homogenisert før umiddelbart påfølgende analyse. Til sammen 75 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*.

3.2.1.1 - Donovans metode for bestemmelse av Escherichia coli (IMR 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 ISO/TS 16649-3:2005 og ISO 6887-3:2003. Metodikken er i henhold til EUs Direktiv 91/492/EEC. 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).

3.2.1.2 - Påvisning av Salmonella (RAPID Salmonella, IMR metode nr. 422)

Til analysen for påvisning av salmonellabakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale fra en samleprøve av minst 10 skjell. Metoden var basert på Bio-Rad Rapid`*Salmonella* kort protokoll, som inkluderer selektiv oppformering etterfulgt et selektivt kromogent agarmedie som viser om prøven inneholdt *Salmonella* med en analysetid på 38 timer. Metodikken er i samsvar med metodestandarden AFNOR BRD 07/11-12/05.

3.2.2 - 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. 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. Bløtvevet 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. Fra prøver som skulle ha PAH-bestemmelse ble det tatt av 10 g tørt materiale som ble sendt til underleverandør.

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 TBT samt de organiske fremmedstoffene PCB_6, PCB_7, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere (kun PBDE) og PAH (underleveranse).

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: PCDD, PCDF og dl-PCB (non-orto og mono-orto PCB), non-dl-PCB (sum PCB_6 og PCB_7) og bromerte flammehemmere (PBDE: PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183), kobber, sink, kadmium, sølv, kvikksølv, bly, arsen, uorganisk arsen og TBT. Hver av analysemetodenes prinsipper, status og kvantifiseringsgrense (LOQ) er gitt i Tabell 3. Analysemetodene som anvendes

er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025 både for de organiske miljøgiftene og for de rapporterte metallene med unntak av sølv og TBT.

Tabell 3 . Undesirable substances analysed, analytical methods used, status of the methods in terms of accreditation, and limits of quantification (LOQ) given on dry matter at IMR.

Analyte	Method	Accreditation	LOQ [a)]
Copper	ICP-Ms	Yes	0.1 mg/kg
Zinc	ICP-MS	Yes	0.5 mg/kg
Selenium	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg
Arsenic	ICP-MS	Yes	0.01 mg/kg
Inorganic arsenic	HPLC-ICPMS	Yes	0.01 mg/kg
Cadmium	ICP-MS	Yes	0.005mg/kg
Mercury	ICP-MS	Yes	0.005 mg/kg
Lead	ICP-MS	Yes	0.03 mg/kg
Silver	ICP-MS	No	0.01 mg/kg
TBT	GC-ICPMS	Yes	0. 2 µg/kg
PCDD/PCDF + non-orto PCB	HRGC/HRMS	Yes	0.008-0.4 pg/g (depending on matrix)
Mono-orto PCB	GC-MSMS	Yes	4-150 pg/g (depending om amount of sample)
PBDE	GC-MSMS (EI)	Yes	0.0006-0.1 ng/g (depending om amount of sample)
non-dl PCB (PCB $_6$)	GC-MSMS (EI)	Yes	0.012-0.3 ng/g (depending om amount of sample)
PAH	GC-MSMS	Yes [b)]	0.075-0.015ng/g (depending on amount of sample)
Dibenzo(a,e)pyrene	GC-MSMS	Yes	0.075-0.4 ng/g (depending on amount of sample)

a) Based on dry sample for metals and TBT and on wet sample for the halogenated organic compounds and PAH.

b) Except four PAHs, see method description.

Havforskningsinstituttet 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 PCB_6 er grenseverdien på 75 µg/kg våtvekt og måleusikkerheten for verdier over 5 µg/kg våtvekt er på 25 %.

3.2.2.1 - Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197)

Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Metaller ble bestemt ved hjelp av plasmamassespektrometer (ICPMS) etter dekomponering i mikrobølgeovn som beskrevet av Julshamn m.fl. (2007) {Julshamn, 2007 #37;, 2007 #37}. Metoden er akkreditert for kobber, sink, selen, arsen, kadmium, kvikksølv og bly. Kvantifiseringsgrensen er beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene.

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

Frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 10 ml 0,07 mol/l HNO3 i 3 % H_2O_2 og ekstrahert i mikrobølgeovn i 20 minutter ved 90 °C. Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble selektivt separert fra andre arsenforbindelser ved å benytte anionbytte HPLC og bestemt som As^{5+} ved bruk av 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). Metoden er akkreditert (Tabell 3).

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

Frysetørket prøve ble veid inn, tilsatt internstandard, og ekstrahert med syre/metanol. Ekstraktet ble derivatisert med natriumtetraetylborat og ekstrahert over i heksan før analyse med gasskromatograf koblet til indukobletkoplet plasma massespektrometer (GC-ICPMS). Resultatene ble beregnet ved bruk av isotopfortynningsformelen. Sertifiserte referansematerialer som ble brukt var NIES-15 (scallop, National Institute for Environmental Studies (NIES) Japan) og CRM 477 (skjell; Institute for Reference Material and Measurement (IRMM), Belgia). Resultatene var tilfredsstillende. Metoden inkluderer også jevnlig deltagelse i ringtester. Kvantifiseringsgrensen for metoden har blitt beregnet til 0,2 ng/g tørr prøve. Metoden er akkreditert.

3.2.2.4 - Bestemmelse av PBDE, PCB_6, PCB_7, dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)

Frysetørkede prøver ble ekstrahert, renset og analysert for dioksiner og furaner, PCB og PBDE som beskrevet av Julshamn m.fl. (2013).

Metoden kvantifiserer ti ulike kongenere av PBDE, inkludert syv kongenere som summeres til en upperbound “standard sum PBDE” (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183). I tillegg kvantifiseres PBDE-66, 119, og 138. Kvantifiseringsgrensene varierer mellom 0,001 og 0,1 µg/kg for de ulike PBDE-kongenerne. Metoden kvantifiserer PCB_6 (PCB 28, 52, 101, 138, 153 og 180) samt PCB_7 som i tillegg inneholder PCB 118. Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt PCB_6-kongener varierer mellom 0,012 og 0,3 µg/kg våtvekt. For dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble toksiske ekvivalent verdier (TEQ), ble beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalent faktorer (TEF). Kvantifiseringsgrensen for de ulike kongenerne av dioksiner, furaner og non-orto PCB varierer mellom 0,008 og 0,4 pg/g mens mono-orto PCB varierer mellom 4-150 pg/g. Beregningen av kongenersummer blir utført etter en "upper bound" prosedyre, som beskrevet i EU (2006). Metoden er akkreditert i henhold til ISO 17025, og analysekvaliteten kontrolleres jevnlig ved deltakelse i ringtester og ved analyse av sertifiserte prøver.

3.2.2.5 - Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (NIFES metode 262)

Ekstraksjon gjøres ved «pressurised liquid extraction» (PLE) og opprensing ved hjelp av fast fase ekstraksjon (SPE). Prøvene analyseres på GC-MS/MS og kvantifiseres ved hjelp av intern standard metode. 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)antracene, Dibenzo(a,h)pyrene, Dibenzo(a,i)pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene og Indeno(1,2,3-cd)pyrene. Kvantifiseringsgrensene for PAH-forbindelsene var 0,075-0,015 ng/g prøve avhengig av innveid mengde for alle forbindelsene unntatt Dibenzo(a,e)pyrene som har kvantifiseringsgrense i området 0,075-0,4 ng/g. Metoden er akkreditert med unntak av analyttene dibenzo(a,e)pyrene, dibenzo(a,h)pyrene, dibenzo(a,i)pyrene og dibenzo(a,l)pyrene.

4 - Resultater og kommentarer

4.1 – Mikroorganismer i skjell

Innholdet av *E. coli* var ≤ 230/100 g i 167 (86 %) av de 195 prøvene fra ulike lokaliteter som ble undersøkt, og de tilfredsstilte dermed EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 28 prøvene (14 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g (Tabell 4). Høyeste målte konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 9 200/100 g og 2 200/100 g for østers.

Analysene av sluttprodukter viste at en prøve av blåskjell fra Trøndelag hadde *E. coli* konsentrasjon på 310/100 g. De resterende prøvene hadde alle *E. coli* konsentrasjoner under 230/100 g.

Det ble ikke detektert salmonellabakterier i noen av de 21 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

Tabell 4 . 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**	***E. coli***	***Salmonella***
		(# > 230/100g /# samples)	**(detected/examined)**
Blue mussel	Agder	0/1	0/1
	Hordaland	0/16	
	Nordland	12/65	
	Rogaland	0/1	
	Sogn og Fjordane	4/18	
	Troms	0/8	
	Trøndelag	11/24	0/3
Great scallop	Hordaland	0/8	0/1
	Møre og Romsdal	0/2	0/2
	Nordland	0/3	0/2
	Rogaland	0/8	
	Trøndelag	0/4	0/4
Northern horsemussel	Hordaland	0/3	0/2
Ocean quahog	Nordland	0/1	0/1
Banded carpet shell	Trøndelag	0/1	
European flat oyster	Hordaland	0/20	0/2
	Rogaland	1/9	
Pacific oyster	Vestfold	0/3	0/3
Total		28/195	0/21

Av prøvene innsendt av næringen var innholdet av *E. coli* ≤ 230/100 g i 292 av prøvene (84 %). De øvrige 54 prøvene (16 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 53 var blåskjell og en var flatøsters (5 400/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var 24 000/100 g.

4.2 - Kjemiske fremmedstoffer i blåskjell

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen og TBT, samt dioksiner, PCB, PBDE og PAH, ble i 2018 analyser i blåskjell, stort kamskjell, europeisk flatøsters, oskjell, og kongsnegl.

Blåskjellprøver til kjemisk analyse ble tatt fra 16 lokaliteter om våren og 18 lokaliteter om høsten i 2018, med totalt 35 prøver fra 19 lokaliteter. I tillegg ble det tatt 9 sluttproduktkontroller. Histogrammer for konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter fra Mattilsynets overvåkning av blåskjell mellom 2005 og 2014 er gitt i vedlegg i Figur 1 og Figur 2 til vurdering av normalnivåer.

4.2.1 - Metaller

Tabell 5 viser de gjennomsnittlige metallkonsentrasjonene samt største og minste verdi av alle skjellprøvene som ble tatt i 2018 av Mattilsynets inspektører. Se 4.11 for prøver innsendt av næringen.

4.2.1.1 - Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2018 var 1,1 mg/kg våtvekt (Tabell 5), noe som tilsvarer tidligere års resultater (se Figur 1 i vedlegg). 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 fiskeoppdrettsmerder. Lokaliteter 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). De fleste prøvene dette året var under 1,5, mens én av prøvene av ville blåskjell hadde 1,7 mg/kg våtvekt. 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 forurensing (Frantzen m. fl., 2011), og tang regnes om en bedre indikator for kobberpåvirkning enn blåskjell (Molvær et al. 1997).

4.2.1.2 - Kadmium

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2018 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var i samme område som tidligere år, med 0,12 mg/kg våtvekt, og høyeste verdi på 0,32 mg/kg våtvekt, og det har ikke blitt funnet overskridelser for noen av tungmetallene i blåskjell i løpet av perioden 2006 til i år (se Figur 1 i vedlegg).

Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell under 0,4 mg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset. Ingen av prøvene dette året med store skjell fra nord hadde verdi over 0,4.

Tabell 5 . Metal concentrations (mg/kg wet weight, ww), including total arsenic (tAs), inorganic arsenic (iAs) and inorganic arsenic percentage as percentage of total arsenic (% iAs), in blue mussels (Mytilus edulis), scallops (Pecten maximus), European flat oysters (Ostrea edulis), horse mussels (Modiolus modiolus), and common whelk (Buccinum undatum) sampled along the coast of Norway in 2018. Means, minima and maxima of all samples are shown.

Element		**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Ag**	**Hg**	**Pb**	**tAs**	**iAs***	**% iAs**
(mg/kg ww)										
EU's upper limit				**1**		**0.5**	**1.5**			
Environmental quality limit ww (for mussels) [1)]		**1.5**		**0.4**	**0.05**	**0.2**	**0.45**		**1.7**	
Mussels	Mean	**1.1**	**14**	**0.12**	**0.007**	**0.011**	**0.076**	**2.2**	**0.021**	**0.97**
(N=26)	min	0.75	9	0.073	0.003	0.006	0.033	1.5	0.004	0.17
	max	1.7	24	0.32	0.016	0.023	0.16	3.4	0.10	4.8
Scallops	Mean	**0.46**	**16**	**0.24**	**0.009**	**0.016**	**0.011**	**2.9**	**0.002**	**0.08**
(N=5)	min	0.31	12	0.17	0.002	0.010	0.007	2.2	<0.002	0.04
	max	0.64	21	0.38	0.021	0.023	0.014	5	0.004	0.16
Oysters	Mean	**19**	**450**	**0.52**	**0.36**	**0.013**	**0.036**	**1.8**	**0.009**	**0.58**
(N=8)	min	8.0	280	0.22	0.087	0.011	0.017	1.1	0.003	0.13
	max	28	760	1.1	0.64	0.015	0.061	2.8	0.014	1.27
Horse mussels	Mean	**5.6**	**133**	**1.0**	**0.091**	**0.035**	**1.3**	**3.5**	**0.007**	**0.19**
(N=3)	min	4.4	120	0.8	0.053	0.029	0.96	2.8	0.005	0.14
	max	6.6	150	1.2	0.11	0.040	1.6	4	0.008	0.26
Common whelk	Mean	**9**	**140**	**1.60**	**0.580**	**0.036**	**0.064**	**17**	**0.032**	**0.19**
(N=1)										

*Means are based on upper bound LOQ.

[1)] Converted from dry weight basis (Molvær et al. 1997) using a dry weight percentage of 15 %. Upper limit for the category "insignificantly to little polluted".

4.2.1.3 - Sølv

Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2018 varierte fra 0,003 til 0,016 mg/kg våtvekt (Tabell 5) og lå dermed på samme lave nivå som tidligere år (se Figur 1 i vedlegg). I henhold til Miljødirektoratets klassifisering av forurensningstilstand er lokaliteter med sølvkonsentrasjon i blåskjell under 0,05 mg/kg våtvekt ubetydelig eller lite forurenset. Alle blåskjellprøvene hadde konsentrasjoner av sølv langt under 0,05 mg/kg våtvekt dette året.

4.2.1.4 - Kvikksølv

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i blåskjell i 2018 var 0,011 mg/kg våtvekt (Tabell 5), som er i det samme konsentrasjonsområdet som tidligere år (se Figur 1 i vedlegg). Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt var på 0,023 mg/kg våtvekt, 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. 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.

4.2.1.5 - Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene i 2018 var på 0,08 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Med høyeste konsentrasjon på 0,16 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 5).

Lokaliteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 3 mg/kg tørrvekt eller ca. 0,45 mg/kg våtvekt er karakterisert av Miljødirektoratet som ubetydelig til lite forurenset. Ingen av prøvene dette året kom over denne grensen.

4.2.1.6 - Arsen

I tilsynsprogrammet for skjell analyseres det både for total arsen og uorganisk arsen, ettersom blåskjell kan ha relativt høye konsentrasjoner av den mest giftige formen, uorganisk arsen, sammenlignet med annen sjømat. I 2018 varierte konsentrasjonen av total arsen fra 1,5 til 3,4 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 2,2 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Dette er på samme nivå som tidligere år (se Figur 1 i vedlegg).

Konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell varierte fra under 0,004 til 0,10 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,021 mg/kg våtvekt, og høyeste prosentandel uorganisk arsen var 4,8 % (Tabell 5). Dette året ble det ikke funnet høye nivåer (over 1 mg/kg våtvekt) slik det ble funnet i 2013 og 2012.

Uvanlig høye konsentrasjoner av uorganisk arsen har tidligere forekommet i enkeltprøver av blåskjell fra fjorder på Vestlandet, særlig i 2005 og 2007 (Julshamn and Måge 2006; Frantzen et al. 2008; Sloth and Julshamn 2008). Forekomst av uorganisk arsen i blåskjell er trolig knyttet til periodevis forekomst av uorganisk arsen i vannet som kan 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 i sjømat. Det har tidligere blitt foreslått en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for ukentlig inntak av uorganisk arsen som siden ble trukket tilbake (WHO 2011), og noen ny PTWI-verdi har ikke blitt foreslått. EFSAs ekspertgruppe på kontaminanter i mat har også vurdert en PTWI-verdi, men vil vente med å gjøre en ny risikovurdering til det finnes mer data på innhold av uorganisk arsen i mat (EFSA 2009).

4.2.1.7 - Tributyltinn (TBT)

Resultatene gitt i Tabell 6 viser konsentrasjoner av TBT i 13 prøver av blåskjell prøvetatt i august-oktober 2018. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT (µ g Sn/kg våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell i 2018 varierte fra 0,04 til 0,20 µg Sn/kg våtvekt (Tabell 6) med alle prøver over kvantifiseringsgrensen på ca. 0,03 µg Sn/kg våtvekt. Grunnet nytt instrument er LOQ forbedret fra 2017. Ellers er dette er samme nivå som i 2014 til 2016 men lavere enn tidligere år. TBT-konsentrasjoner i blåskjell lavere enn 100 µg TBT/kg tørrvekt eller rundt 16 µg TBT/kg våtvekt er karakterisert av Miljødirektoratet som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Omregnet til TBT-tinn blir denne grensen 40 µg Sn/kg på tørrvekt eller 6,7 µg Sn/kg på våtvektsbasis. Ifølge denne klassifiseringen hadde ingen av lokalitetene TBT verdier over denne grensen i 2018.

Tabell 6 . Concentrations (min-max) of tributyltin (TBT) in mussels (Mytilus edulis) sampled along the Norwegian coast during 2006-2018. TBT concentrations are given as µg Sn/kg wet weight.

	TBT (µg Sn/kg wet weight)	
Year	**N**	**min-max**
2018	13	0.04-0.2
2017	14	<0.03-0.46
2016	13	<0.2-0.24
2015	16	<0.2-0.23
2014	9	<0.2-0.5
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

4.2.2 - Organiske miljøgifter (POPs)

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

I 2018 ble det analysert dioksiner/furaner og dioksinlignende PCB i 13 prøver av blåskjell, to prøver av kamskjell, fire prøver av flatøsters og én prøve av kongsnegl (Tabell 7). Gruppen " dioksiner" omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire kongenere av non-orto PCB og åtte kongenere av mono-orto PCB. Siden disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet blir konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til toksiske ekvivalenter 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.

Blåskjell prøvetatt i 2018 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum PCDD/F+dl-PCB på 0,21 ng$TE_{WHO-2005}$/kg våtvekt og varierte fra 0,11 til 0,31 ng $TE_{WHO-2005}$. 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 på linje med det som ble funnet i tidligere år (Frantzen et al. 2010; Frantzen et al. 2011; Duinker et al. 2012; Duinker et al. 2013; Duinker et al. 2015; Duinker et al. 2016; Duinker et al. 2017) (Figur 2 i vedlegg), men lavere enn det som ble rapportert for 2013 (Duinker et al. 2014).

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" der verdier under kvantifiseringsgrensen settes lik null. 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 7 . Concentrations (ng$TE_{WHO-2005}$/kg wet weight) of sum dioxins/furans (PCDD/F), sum PCDD/F + sum non-ortho PCB and mono-ortho PCB (PCDD/F+dl-PCB), and concentrations (µg/kg) of PCB_6, PCB_7 and $PBDE_7$ in blue mussels (Mytilus edulis), scallops (Pecten maximus), European flat oysters (Ostrea edulis) and horse mussels (Modiolus modiolus) sampled in 2018. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Species		N	PCDD/F +dl-PCB (2005 TEQ)	PCB_6 (ng/g)	PCB_7 (ng/g)	$PBDE_7$ (ng/g)
Mussels	Mean	13	0.21	0.27	0.31	0.04
	min		0.11	0.18	0.20	0.02
	max		0.31	0.5	0.6	0.10
Scallops	Mean	2	0.05	0.05	0.06	0.01
	min		0.05	0.05	0.06	0.01
	max		0.06	0.05	0.06	0.01
Flat oysters	Mean	4	0.69	1.07	1.24	0.07
	min		0.42	0.38	0.42	0.05
	max		0.96	1.62	1.89	0.10
Horse mussels	Mean	2	0.48	2.5	2.9	0.25

4.2.2.2 - PCB

I tilsynsprogrammet for skjell 2018 ble innholdet av både PCB_7 og PCB_6 bestemt i til sammen 14 blåskjellprøver prøvetatt høsten 2018. PCB_7 er summen av syv PCB-kongenere der seks er ikke-dioksinlignende PCB (PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180) og én kongener er dioksinlignende PCB (PCB-118). Summen PCB_6 inkluderer kun de samme ikke-dioksinlignende PCB-kongenerne. PCB_7 og PCB_6 benyttes ofte som indikator for total PCB-belastning i henholdsvis miljø og mat. Summen PCB beregnes her ved " upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonene av PCB_7 og PCB_6 i blåskjell er gitt i Tabell 7.

I blåskjell varierte summen av PCB_7 fra 0,20 til 0,6 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,31 µg/kg våtvekt, mens konsentrasjonene av PCB_6 varierte fra 0,18 til 0,5 µg/kg våtvekt, med gjennomsnitt på 0,27 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av PCB_7 som ble funnet i denne undersøkelsen var noe lavere enn det som ble funnet i 2013 (Duinker et al. 2014) men innenfor normal variasjon fra tidligere år (Frantzen et al. 2011; Duinker et al. 2013; Duinker et al. 2015; Duinker et al. 2016; Duinker et al. 2017). Verdiene var under grensen på 4 µg/kg våtvekt for moderat forurensing (Molvær et al. 1997) og langt under EUs grenseverdi på 75 µg/kg våtvekt.

4.2.2.3 - Polybromerte flammehemmere (PBDE)

Av de bromerte flammehemmerne, ble det i 2018 analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 14 prøver av blåskjell. Havforskningsinstituttet beregner sum PBDE som summen av syv ulike PBDE-kongenere, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. EU anbefaler for øvrig nå ytterligere 3 PBDE-er inkludert i overvåkingen. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved “ upper bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik LOQ). Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2018 varierte fra 0,02 til 0,10 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,04 µg/kg våtvekt (Tabell 7), som er på linje med det som ble funnet tidligere (se figur 2 i vedlegg). Dette er 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 (https://sjomatdata.hi.no).

4.2.3 - Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

I 2018 ble det som tidligere analysert for 16 ulike PAH-forbindelser, i totalt 13 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 karsinogen 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 PAH_4 som er summen av forbindelsene 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 2018 under deteksjonsgrensen på ca. 0,03 µg/kg våtvekt (omregnet fra tørrvekt) (Tabell 8). Nytt fra 2017 var ny analysemetode med lavere LOQ. Høyeste verdi i 2018 var noe høyere enn tidligere men fortsatt i samme størrelsesområde. Ingen av prøvene viste konsentrasjoner av BaP over den øvre grenseverdien på 5 µg/kg våtvekt. Lower bound sum PAH_4 varierte mellom 004 og 2,0 µg/kg våtvekt og lå dermed langt unna grenseverdien på 30. I forhold til 2014-2016 hadde analysene i de senere årene lavere deteksjonsgrenser og dermed flere verdier over deteksjonsgrensene. For årene før det hadde en del av prøvene påvirkning fra skipsuhell med oljeforurensning og dermed høyere verdier (Frantzen et al. 2011; Duinker et al. 2012).

BaP-konsentrasjoner lavere enn 1 µg/kg våtvekt tilsvarer Miljødirektoratets klasse I "ubetydelig til lite forurenset". Ingen av prøvene kom over denne verdien i 2018 og heller ikke de tidligere årene.

Tabell 8. Range of the PAH compounds (µg/kg wet weight), number of real values (real/total) and lower bound sum PAH $_4$ in mussels (Mytilus edulis) sampled along the Norwegian coast in 2018. Results are also shown for 2015-2017.

	2018		2017		2016		2015	
	Range	Real	Range	Real	Range	Real	Range	Real
Komponent	**µg/kg**	**values**	**µg/kg**	**values**	**µg/kg**	**values**	**µg/kg**	**values**
5-Methylchrysene	<0.03	0/13	<0.02	0/14	<0.2	0/13	<0.2	0/15
Benzo(a)antracene	**<0.03-0.40**	**7/13**	**<0.02-0.18**	**9/14**	**<0.1-0.15**	**1/13**	**<0.1-0.18**	**3/15**
Benzo(a)pyrene	**<0.03-0.30**	**3/13**	**<0.02-0.13**	**5/14**	**<0.1**	**0/13**	**<0.1-0.11**	**1/14**
Benzo(b)fluoranthene	**<0.04-1.3**	**12/13**	**0.02-0.79**	**14/14**	**<0.1-0.24**	**4/13**	**<0.1-0.47**	**7/14**
Benzo(c)fluorene	<0.03-0.04	3/13	<0.02-0.08	6/14	<0.2	0/13	<0.2-0.36	1/15
Benzo(ghi)perylene	0.05-0.40	13/13	<0.02-0.55	9/14	<0.1-0.12	1/13	<0.1-0.29	2/15
Benzo(j)fluoranthene	<0.03-0.30	7/13	<0.02-0.31	7/14	<0.1-0.12	1/13	<0.1-0.24	3/15
Benzo(k)fluoranthene	<0.03-0.40	5/13	<0.02-0.19	5/14	<0.08	0/13	<0.09-0.15	1/15
Chrysene	**0.02-1.2**	**13/13**	**0.02-0.90**	**14/14**	**<0.1-0.19**	**3/13**	**<0.1-0.42**	**12/15**
Cyclopenta(c,d)pyrene	<0.03	0/13	<0.02-0.078	1/14	<0.2	0/13	<0.19-1.25	1/15
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.03-0.04	1/13	<0.02-0.078	2/14	<0.1	0/13	<0.09	0/15
Dibenzo(a,e)pyrene	<0.15	0/13	0.07-0.39	0/14	<0.2	0/13	<0.19	0/15
Dibenzo(a,h)pyrene	<0.15	0/13	<0.07	0/14	<0.2	0/13	<0.19	0/15
Dibenzo(a,i)pyrene	<0.15	0/13	<0.2	1/14	0.2	0/13	<0.19	0/15
Dibenzo(a,l)pyrene	<0.15	0/13	<0.07	0/14	0.2	0/13	<0.19	0/15
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.03-0.20	7/13	<0.02-0.17	8/14	<0.08-0.12	1/13	<0.1-0.31	3/15
Σ PAH4 [1)]	**0.60**		**0.47**		**0.10**		**0.30**	
(min-maks)	**0.06-3.2**		**0.04-2.0**		**0-0.47**		**0-1.2**	

[1)] Lower bound LOQ sum of benzo(a)pyrene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene and chrysene (in bold).

4.3 - Kamskjell

4.3.1 - Metaller

Konsentrasjonene av metaller i fem prøver av kamskjell prøvetatt i 2018 ved sluttproduktkontroller i Trøndelag og Hordaland samt bunnkultur i Rogaland og Hordaland er vist i Tabell 5. Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var generelt lave og innen samme område som tidligere år. Kvikksølv og bly viste maksimumskonsentrasjoner på henholdsvis 0,023 og 0,014 mg/kg våtvekt, og var dermed langt under EUs øvre grenseverdier for skjell for henholdsvis kvikksølv og bly på 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonene i muskel og rogn av kamskjell var alle under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, med konsentrasjoner fra 0,17 til 0,38 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2018 var innenfor variasjonen de siste 10 årene. Grenseverdien for kadmium i stort kamskjell gjelder fra 2014 for muskel og gonade (EU 2006).

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2018 varierte fra 2,2 til 5,1 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Dette er på nivå med tidligere resultater. For uorganisk arsen lå de fleste prøvene av kamskjell under bestemmelsesgrensen, mens én av prøvene hadde en verdi like over bestemmelsesgrensen.

Konsentrasjonen av TBT i muskel og rogn av kamskjell (n=2) målt som tinn var begge 0,8 µg/kg våtvekt.

4.3.2 - Organiske miljøgifter (POPs)

De to kamskjellprøvene (samleprøver av muskel og rogn) som ble analysert for PCDD/F, dl-PCB, PCB_7, PCB_6 og PBDE i 2018 viste alle svært lave konsentrasjoner av de forbindelsene av organiske fremmedstoffene som ble bestemt (Tabell 7). Kamskjellprøvene hadde langt lavere konsentrasjoner av disse stoffene enn de andre skjellartene i denne undersøkelsen. Dette skyldes hovedsakelig at for kamskjell analyseres kun muskel og rogn, mens for de andre skjellartene analyseres hel skjellmat inklusiv fordøyelsessystemet der mesteparten av fremmedstoffene finnes.

4.3.3 - PAH

Resultatene av sum PAH_4 i de to samleprøvene av muskel og gonade av kamskjell, beregnet som " lower bound-LOQ", varierte mellom 0,4 og 0,5 µg/kg våtvekt (Tabell 9) og altså langt under grenseverdien på 30. For benzo(a)pyren var begge verdiene lave med 0,04 og 0,06 µg/kg våtvekt .

Tabell 9 . R ange (µg/kg wet weight) of benzo(a)pyrene and the sum of PAH $_4$ in great scallops (Pecten maximus), European flat oysters (Ostrea edulis) and horse mussels (Modiolus modiolus) sampled along the Norwegian coast in 2018.

	Benzo(a)pyrene	**Sum PAH $_4$ [1)]**
Scallops	0.04-0.06	0.4-0.5
(N=2)		
Flat oysters	<0.03-0.4	0.9-3.9
(N=4)		
Horse mussels	0.08-0.1	1.1-1.5
(N=2)		

[1)] Lower bound LOQ sum of benzo(a)pyrene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene and chrysene

4.4 - Flatøsters

4.4.1 - Metaller

Tabell 5 viser resultatene av metallanalysene for åtte prøver av Europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*) høstet i 2018. Det var ingen prøver av flatøsters analysert i 2018 som hadde konsentrasjoner av kvikksølv eller bly over EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Én av prøvene hadde imidlertid konsentrasjon av kadmium over grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt med 1,1 mg/kg våtvekt.

Det har historisk vært registrert en del prøver av flatøsters 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 flatøsters (Frantzen et al. 2010). Kadmiumkonsentrasjon i flatøsters har en viss sammenheng med alder, men også veksthastighet har innvirkning ved at raskere vekst kan gi lavere konsentrasjoner (Julshamn 1981; Johansen 2010). Se rapporten for 2015 for en diskusjon av hvor mye østers som må til for å overstige tolerabelt ukentlig inntak (Duinker et al. 2016).

Konsentrasjonene av totalarsen i flatøsters i 2018 varierte fra 1,8 til 3,1 mg/kg våtvekt, mens konsentrasjonen av uorganisk arsen varierte fra 0,006 til 0,019 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Dette gav en andel uorganisk arsen av total arsen i gjennomsnitt på 0,4 %. Arsenkonsentrasjonene i 2018 var i samme område som tidligere år. Det kan også nevnes at innholdet av sølv og sink i bløtdelen av flatøsters er høyere enn i de andre skjellartene som inngår i dette programmet, med unntak av stillehavsøsters som også inneholder mye sink.

Tre prøver av flatøsters tatt om høsten ble analysert for TBT og viste lave verdier fra 0,075 til 0,1 µg/kg våtvekt.

4.4.2 - Organiske miljøgifter (POPs)

I 2018 ble det analysert tre prøver av flatøsters for PCDD/F, DL-PCB, PCB_7, PCB_6 og PBDE og resultatene er vist i Tabell 7. Konsentrasjonene av sum PCDD/F + dl-PCB varierte fra 0,36 til 0,53 ng $TE_{WHO-2005}$/kg våtvekt. Konsentrasjonene av sum PCB_7 varierte fra 0,27 til 0,67 µ g/kg våtvekt og sum $PBDE_7$ var i gjennomsnitt 0,05 ng/g våtvekt. Innholdet av POPs i østers var dermed på samme nivå som det som ble funnet i blåskjell (Tabell 7).

4.4.3 - PAH

To prøver av flatøsters ble analysert for PAH (Tabell 9). Resultatet av sum PAH_4, beregnet som " lower bound-LOQ", var 0,89 og 1,4 µg/kg våtvekt, samme nivå som blåskjell. Benzo(a)pyren varierte fra under bestemmelsesgrensen til 0,14 mg/kg våtvekt. Innholdet av B(a)P i østers er altså lavt i forhold til EUs øvre grenseverdi på 5 µg/kg våtvekt.

4.5 - Oskjell

I denne undersøkelsen ble tre prøver av hel innmat av oskjell (*Modiolus modiolus*) analysert for metaller. For to av disse prøvene oversteg kadmium EUs maksimums grense på 1,0 mg/kg våtvekt med 1,1 og 1,2 mg/kg våtvekt. Én av prøvene oversteg grenseverdien for bly som er satt til 1,5 mg/kg våtvekt med 1,6 mg/kg våtvekt (Tabell 5). Tidligere har det også blitt funnet høyt innhold av kadmium og bly som er hovedsakelig lokalisert til nyrene hos oskjell (Julshamn et al. 2008). Mattilsynet anbefaler derfor at nyrene bør fjernes ved bruk av oskjell (http://www.matportalen.no/matvaregrupper/tema/fisk_og_skalldyr/advarsel_mot_fordoyelseskjertelen_i_kamskjell_og_ny skjell). Innholdet av TBT i de to prøvene som ble analysert var høyere enn de andre skjellartene. Oskjellene hadde nivå av PAH på linje med blåskjell og flatøsters. Innholdet av de andre organiske miljøgifter var høyere enn for de andre skjellartene men langt under gjeldende grenseverdier.

4.6 - Kongsnegl

I 2018 ble det analysert én prøve av kongsnegl (*Buccinum undatum*) for metaller. Konsentrasjonene av bly og kvikksølv var godt under EUs øvre grenseverdier for skjell mens konsentrasjonen av kadmium var over grenseverdien på 1,0 mg/kg med en verdi på 1,6 (Tabell 5).

4.7 - Prøver innsendt av næringen

I tillegg til prøvetakingen i regi av Mattilsynet sendte næringen inn 18 prøver av blåskjell og én prøve av kamskjell til analyse av metaller. Resultatene er vist i Tabell 10. Ingen av disse konsentrasjonene lå over grenseverdiene. Resultatene er på nivå med prøvene sendt inn i regi av Mattilsynet og stort sett lave.

Tabell 10 . Concentrations of metals in samples submitted by the industry in 2018 of mussels (Mytilus edulis) and great scallops (Pecten maximus).

Element (mg/kg ww)		**N**	**Cd**	**Hg**	**Pb**	**As**
EU's upper limt			**1**	**0.5**	**1.5**	
Species						
Mussels	Mean	18	0.09	0.011	0.082	2.0
	min		0.065	0.009	0.040	1.4
	max		0.15	0.014	0.29	2.4
Great scallops		1	0.22	0.010	0.005	3.5

5 - Konklusjoner

5.1 - Mikroorganismer

Det ble ikke påvist salmonellabakterier i noen undersøkte prøver i 2018.

Innholdet av *E. coli* var ≤ 230/100 g i 167 (86 %) av de 195 prøvene innsendt av Mattilsynet, og tilfredsstilte dermed EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 28 prøvene (14 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste målte konsentrasjoner av *E. coli* for blåskjell var på 9 200/100 g og 2 200/100 g for østers. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli*, var 25 fra sluttprodukter, og fordelte seg med fem blåskjell, ti kamskjell, tre av oskjell, tre stillehavsøsters, to av flatøsters, og en av hver av artene kuskjell og teppeskjell. Av disse hadde en prøve av Blåskjell fra Trøndelag *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100 g, der påvist mengde var 310/100 g.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 346 prøver innsendt av næringen. Av disse var 320 prøver blåskjell, 13 flatøsters, tre oskjell, tre kamskjell, en hver av teppeskjell og kuskjell, samt fem prøver av kråkebolle.

Innholdet av *E. coli* var ≤ 230/100 g i 292 av disse prøvene (84 %). De øvrige 54 prøvene (16 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 53 var blåskjell og en var flatøsters (5 400/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var 24 000/100 g.

5.2 - 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. I forhold til Miljødirektoratets klassifisering for kadmium, bly, kvikksølv og TBT var det ingen lokaliteter som kom innunder klassifiseringen “moderat forurensing dette året.

Alle blåskjellprøvene hadde lave konsentrasjoner av PCB_7, PCB_6, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere som var langt under grenseverdiene. Ingen av prøvene viste konsentrasjoner av “ lower bound LOQ” sum dioksiner og furaner over 0,2 ng $TE_{WHO\text{-}2005}$/kg våtvekt ("lite til ubetydelig forurenset"). For PAH er alle resultatene under grenseverdier og viste lave verdier, og ingen av prøvene hadde en konsentrasjoner av benzo(a)pyren som oversteg Miljødirektoratets klassifisering "lite til ubetydelig forurenset".

Kamskjell

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

Flatøsters

Én av åtte prøver av flatøsters hadde konsentrasjoner av kadmium over EUs og Norges øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våtvekt dette året. Lave nivåer av organiske miljøgifter og PAH ble funnet i flatøsters.

Oskjell

To av tre prøver av oskjell oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi for kadmium og én av prøvene oversteg grenseverdien for bly dette året.

Kongsnegl

Én prøve av kongsnegl (*Buccinum undatum*) ble analysert for metaller og viste innhold av kadmium over grenseverdi og høyere total arsen enn de andre artene men ellers lave verdier av de andre metallene.

Prøver innsendt av næringen

Prøver av blåskjell og kamskjell viste alle nivåer av tungmetaller på linje med prøvene som var samlet inn i regi av Mattilsynet og ingen overskridelser av grenseverdier.

6 - Litteraturliste/Literature

Duinker, A., B. T. Lunestad, I. S. Roiha & K. Julshamn. 2013. Årsrapport 2012. Mattilsynet. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2012. Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. In. Bergen: NIFES. p. 49.

Duinker, A., B. T. Lunestad, I. S. Roiha & A. Måge. 2014. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2013: Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. In: NIFES-rapport.

Duinker, A., B. T. Lunestad, I. S. Roiha & A. Måge. 2015. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr 2014: Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. In: NIFES-rapport.

Duinker, A., B. T. Lunestad, I. S. Roiha & A. Måge. 2016. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr – prøver analysert i 2015: Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. In: NIFES-rapport.

Duinker, A., B. T. Lunestad, I. S. Roiha & M. Sanden. 2017. Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr – prøver analysert i 2016: Kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer. In: NIFES-rapport.

Duinker, A., B. T. Lunestad, C. S. Svanevik & K. Julshamn. 2012. Årsrapport 2011. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2011. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler) og mikroorganismer. In. Bergen: NIFES. p. 54.

EFSA. EFSA. Efsa panel on contaminants in the food chain (contam); scientific opinion on arsenic in food. EFSA Journal 2009 7 (10): 1351:199 pp.

EU. 2006. Commission regulation (ec) no 1881/2006, of 19 december 2006, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. The Official Journal of the European union 49.

Fiskeridirektoratet. 2018. Statistikk for akvakultur: Bløtdyr, krepsdyr og pigghuder (skalldyr). Salg 1999-2017. In: www.fiskeridir.no .

Frantzen, S., B. T. Lunestad, A. Duinker & K. Julshamn. 2010. Årsrapport 2009. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2009. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. In. Bergen: NIFES. p. 46.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, A. Duinker & K. Julshamn. 2011. Årsrapport 2010. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2010. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. In. Bergen: NIFES. p. 54.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, A. Måge, B. M. Nilsen & K. Julshamn. 2008. Tilsynsprogrammet for skjell 2007 - fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer. In: Årsrapport til Mattilsynet: NIFES. p. 51.

Johansen, P. 2010. Variasjon i kadmiumkonsentrasjon hos østers - en undersøkelse av flatøsters (*Ostrea edulis*) langs dens utbredelsesområde i norge. In: Masteroppgave, Kjemisk institutt: Universitetet i Bergen. p. 120.

Julshamn, K. 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in western norway. Iii. Effects of size and age on the content of 10 elements in oyster (*Ostrea edulis*), taken from unpolluted waters. Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring 1:199-214.

Julshamn, K., A. Duinker, M. Berntssen, B. M. Nilsen, S. Frantzen, K. Nedreaas & A. Maage. 2013. A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho

pcbs, non-dioxin-like pcbs and polybrominated diphenyl ethers in northeast arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the barents sea. Mar Pollut Bull 75:250-258.

Julshamn, K., A. Duinker, S. Frantzen, L. Torkildsen & A. Maage. 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., A. Maage, H. S. Norli, K. H. Grobecker, L. Jorhem & P. Fecher. 2007. Determination of arsenic, cadmium, mercury, and lead by inductively coupled plasma/mass spectrometry in foods after pressure digestion: Nmkl1 interlaboratory study. J Aoac Int 90:844-856.

Julshamn, K. & A. Måge. 2006. Overvåkningsprogram for skjell. In: Årsrapport 2005. Bergen: NIFES. p. 38.

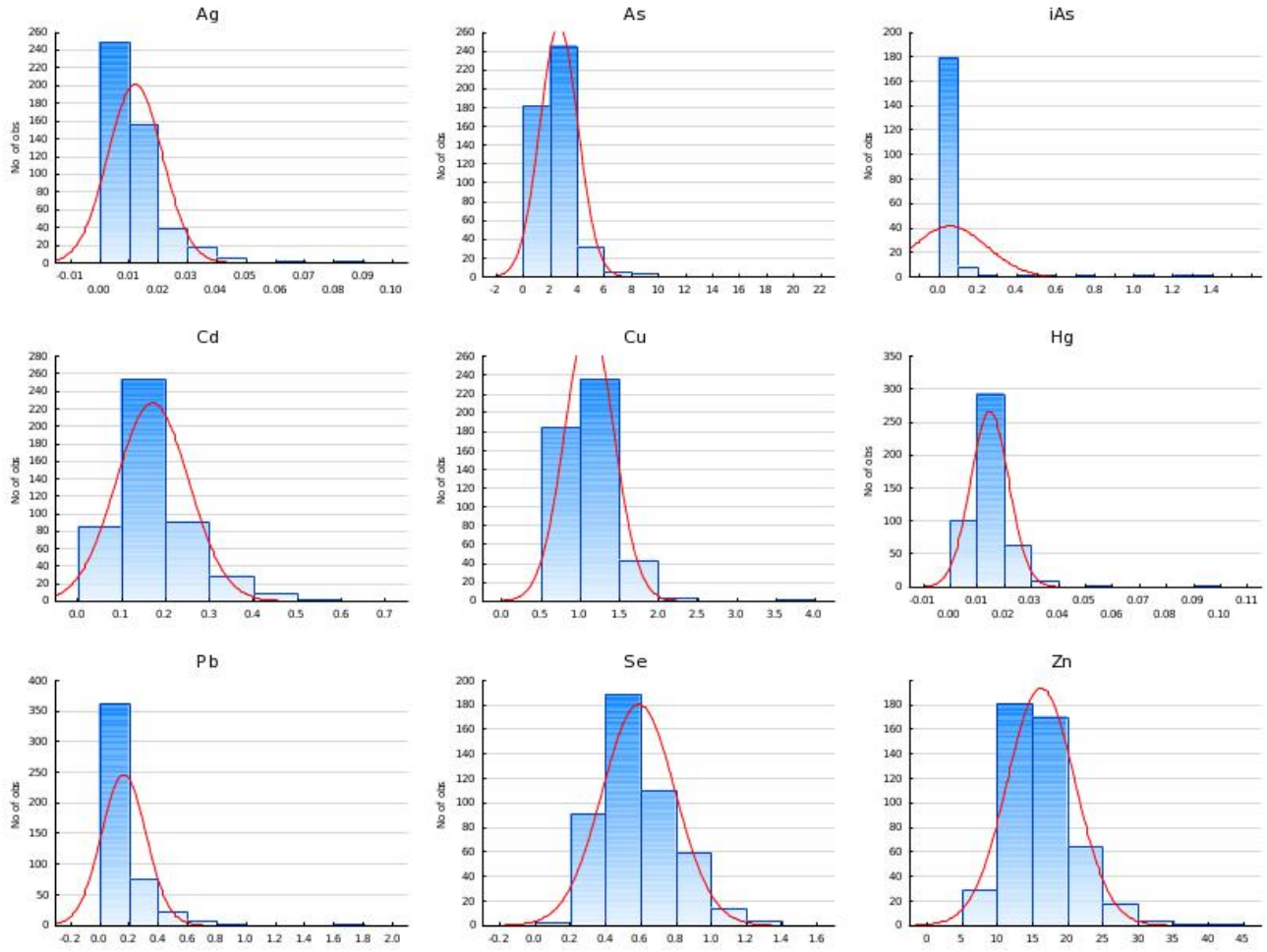
Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 9Statens forurensningstilsyntilsyn (sft). In.

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

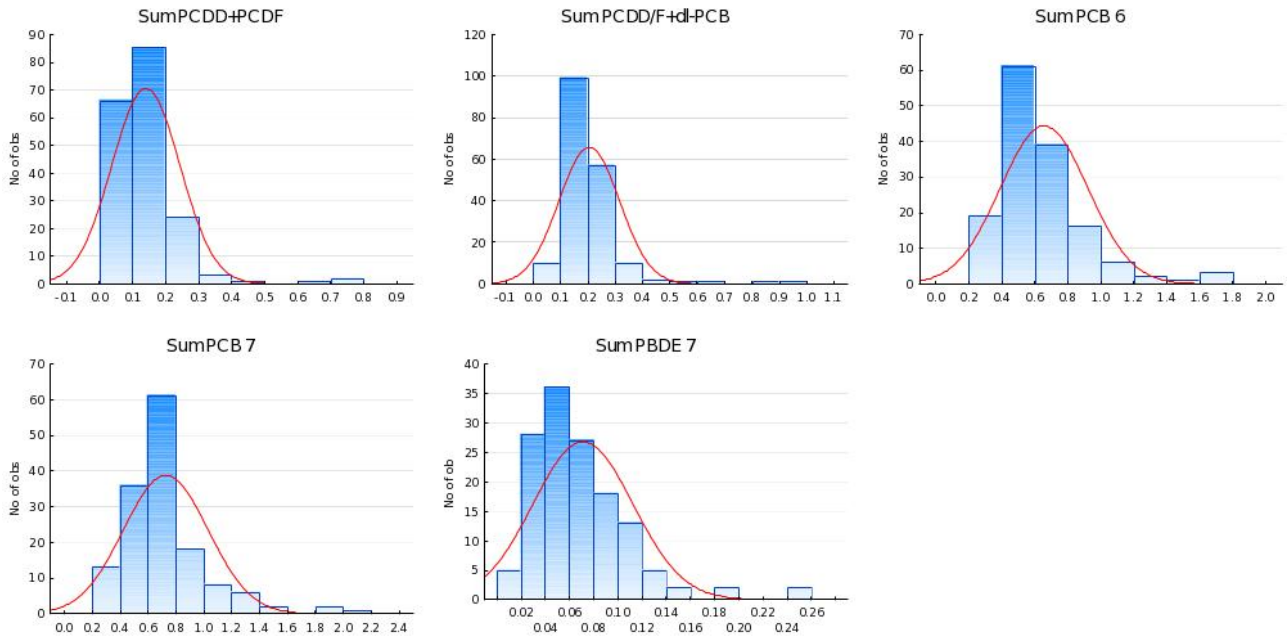
Sloth, J. J. & K. Julshamn. 2008. Survey of total and inorganic arsenic content in blue mussels (*Mytilus edulis* l.) from norwegian fiords: Revelation of unusual high levels of inorganic arsenic. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56:1269-1273.

WHO. 2011. Evaluation of certain contaminants in food. Seventy-second report of the joint fao/who ecommitteeitttee on food additives. In: WHO Technical Report Series. p. 106.

7 - Vedlegg/ Annex



Figur 1 . Histograms showing the distribution of metal concentrations in mussels (Mytilus edulis) from the monitoring programme between 2005 and 2014. Concentrations are given as mg/kg wet weight.



Figur 2 . Histograms showing the distribution of 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), and concentrations (µg/kg) of PCB 6 , PCB 7 and PBDE 7 in mussels (Mytilus edulis) from the shellfish monitoring programme between 2005 and 2014.

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no