



NASJONALT TILSYNSPROGRAM FOR PRODUKSJON AV SKJELL OG ANDRE BLØTDYR

– prøver analysert i 2019 for kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer

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



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 2019 for kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer
– samples analysed in 2019 for chemical contaminants and micro organisms

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2020-37

Dato:

20.10.2020

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

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Oppdragsgivers referanse:

10708

Program:

Trygg og sunn sjømat

Forskningsgruppe(r):

Fremmed- og smittestoff (FRES)

Antall sider:

25

Sammendrag (norsk):

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, tok Mattilsynet i 2019 ut i alt 207 prøver fordelt gjennom året. Av disse var 151 blåskjell (*Mytilus edulis*), 24 kamskjell (*Pecten maximus*), 19 flatøsters (*Ostrea edulis*), fem stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*), to av strandsnegl (*Littorina littorea*), to av teppeskjell (*Politapes rhomboides*), og en hver av kuskjell (*Arctica islandica*), oskjell (*Modiolus modiolus*), Drøbakkråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og kongsnegl (*Buccinum undatum*). 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 26 av prøvene ble også undersøkt med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetode (MPN) i henhold til EUs referansem metode (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 $\leq 230/100$ g i 187 (89,9 %) av de 207 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 21 prøvene (10,1 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* var på 16 000/100 i en prøve av blåskjell. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli* var 25 fra sluttprodukter. Ingen av disse prøvene hadde *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100 g. Det ble ikke funnet salmonellabakterier i noen av de 26 undersøkte prøvene fra tilsynsprogrammet.

I tillegg til prøver innsendt av Mattilsynet, ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse av 246 prøver innsendt av næringen. Av disse var 223 prøver blåskjell, 17 flatøsters og seks prøver av kråkebolle. Innholdet av *E. coli* var $\leq 230/100$ g i 221 av prøvene (89,8 %). De øvrige 25 prøvene (10,2 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 24 var blåskjell og en var flatøsters (490/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var 16 000/100 g.

Kjemiske fremmedstoffer

Prøvetakingen av skjell og andre bløtdyr utført av Mattilsynets inspektører i 2019 for bestemmelse av fremmedstoffer omfattet 28 prøver av blåskjell, 7 prøver av kamskjell, fire prøver av flatøsters, én prøve av oskjell samt én prøve av kongsnegl. I tillegg tok næringen 14 prøver av blåskjell og én prøve av kamskjell. Prøvene ble sendt til Havforskningsinstituttet i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat.

Prøvene ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly, samt uorganisk arsen. I tillegg ble prøver tatt ut om høsten analysert for dioksiner/furaner, dioksinlignende PCB, ikke-dioksinlignende PCB (PCB6), PBDE, polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og TBT. 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.

Som for tidligere år ble det i 2019 stort sett funnet lave nivåer av metaller i prøvene og svært lave verdier av organiske miljøgifter. Av overskridelser ble det funnet to prøver av flatøsters som oversteg grenseverdien for kadmium på 1,0 mg/kg våtvekt med henholdsvis 1,0 og 1,3 mg/kg våtvekt. Én prøve av oskjell oversteg grenseverdien med en kadmium-verdi på 1,2 mg/kg, og tilsvarende hadde prøven av hel innmat av kongsnegl en verdi på 3,2 mg/kg våtvekt. For oskjell og kongsnegl anbefaler Mattilsynet fjerning av deler med høyt innhold av kadmium og bly slik at spiselige deler kommer godt under grenseverdi. Mattilsynet har bestemt at det for ettertiden kun skal analyseres tungmetaller i muskelen for kongsnegl.

Resultatene fra prøvene innsendt av næringen er på nivå med prøvene sendt inn i regi av Mattilsynet.

Sammendrag (engelsk):

Microbiology

In the microbiological part of the shellfish-monitoring programme, a total of 207 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples, 151 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 24 samples were scallops (*Pecten maximus*), 19 were flat oysters (*Ostrea edulis*), five were pacific oyster (*Crassostrea gigas*), two were periwinkles (*Littorina littorea*), two were banded carpet shells (*Politapes rhomboides*), and one each of Green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), Common whelk (*Buccinum undatum*), Northern Horse mussel (*Modiolus modiolus*) and Ocean quahog (*Arctica islandica*). 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 26 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 187 of 207 examined samples (89.9 %) 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 21 (10.1 %) had a concentration of *E. coli* above 230/100 g. The highest number found was from a sample of blue mussel where the number of *E. coli* was 16 000/100 g sample. *Salmonella* was not detected in any of the 26 samples analysed in the shellfish monitoring programme.

In addition to the samples submitted by the NFSA, 246 samples were sent to IMR directly by the farmers. Of these, 223 were blue mussels, 17 were European flat oyster, and three were green sea urchin. The concentration of *E. coli* was \leq than 230/100 g in 221 of these samples (89.8 %). The remaining 25 samples (10.2 %), had a concentration of *E. coli* above 230/100 g, of which 24 were blue mussels and one was European flat oyster.

Undesirable substances

Samples of bivalves and other molluscs taken during 2019 by the Norwegian Food Safety Authority District Offices (NFSA) for the analysis of undesirable substances included 28 samples of mussels, 7 samples of great scallops, four samples of European flat oysters, one sample of horse mussels and one sample of common whelks. In addition to this, the industry submitted 14 samples of mussels and one sample of great scallops. Sampling and shipment to IMR was done according to instructions made by the Head Office of the NFSA.

The samples were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, lead, mercury and inorganic arsenic. Additionally, samples taken during fall were analysed for TBT and the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB6), 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.

As for previous years the results from 2019 for the metal analyses were generally low and the results on dioxins and dioxin-like PCBs, PCB6 and PBDEs very low. Some samples exceeded EU and Norway's maximum levels, including two samples of European flat oyster with cadmium concentrations above the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight with 1.0 and 1.3 mg/kg wet weight. One sample of horse mussels exceeded this upper limit with a cadmium concentration of 1.2 mg/kg wet weight, and one sample of common whelk exceeded the limit with a cadmium concentration of 3.2 mg/kg wet weight. For horse mussels and common whelks, the Food Safety Authorities recommends removal of the organs with high concentration of cadmium and lead so that edible parts are well below the maximum levels. The Food Safety Authorities has decided that only muscle tissue will be analysed in future samples of common whelks.

None of the samples submitted by the industry exceeded any maximum levels for metals and the results were in accordance with the results from the samples taken by the Food Safety Authorities with generally low levels.

Innhold

1	Forord	6
2	Innledning	7
2.1	Mikrobiologi	7
2.2	Fremmedstoffer	8
2.3	Målsetting	9
3	Materiale og metoder	10
3.1	Prøvetaking	10
3.1.1	<i>Prøvetaking til mikrobiologisk analyse</i>	10
3.1.2	<i>Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer</i>	11
3.2	Prøveopparbeiding og analyse	11
3.2.1	<i>Prøveopparbeiding og analyse av mikroorganismer</i>	11
3.2.2	<i>Prøveopparbeiding og bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer</i>	12
4	Resultater og kommentarer	15
4.1	Mikroorganismer i skjell	15
4.2	Kjemiske fremmedstoffer i skjell og andre bløtdyr	16
4.2.1	<i>Metaller</i>	16
4.2.2	<i>Organiske miljøgifter (POPs)</i>	19
4.2.3	<i>Prøver innsendt av næringen</i>	21
5	Litteraturliste/Literature	22
6	Vedlegg/ Annex	23

1 - Forord

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 2019 gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *E. coli* og *Salmonella* samt kjemiske analyser for fremmedstoffer (metaller, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH) i skjell og andre bløtdyr.

To typer prøvetaking er gjennomført:

- Prøvetaking gjennomført av inspektører ved Mattilsynets avdelingskontorer.
- Prøvetaking gjennomført av produsenter (næringen).

Teknisk ansvarlig for programmet ved Havforskningsinstituttet i 2019 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, 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 Berit solli, Nawaraj Gautam, Nina Margrethe Steinsvik, Snorri Gunnarsson og Vivian Krakeli har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier. Analysene av skjell for mikrobiologiske parametre er utført av Tone Galluzzi, Betty Irgens og Leikny Fjeldstad.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

Havforskningsinstituttet, mai 2020

2 - Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en etablert næring i Norge. I 2019 ble det solgt 2134 tonn blåskjell (Fiskeridirektoratet 2020). 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

På lokaliteter som er eksponert for fekal forurensning 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.

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 from¹

Class ²	Microbiological standard ³	Treatment after harvesting
A	80 % of live bivalve molluscs must not contain more than 230 MPN ⁴ <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid and no live bivalve molluscs must not contain more than 700 <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid. The remaining 20% of samples must not exceed 700 <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid ⁵	None
B	Live bivalve molluscs must not contain more than 4 600 MPN ⁴ <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid ⁶	Purification, relaying in A-area or boiling by approved procedure
C	Live bivalve molluscs must not contain more than 46 000 MPN ⁴ <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid ⁷	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 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 MPN: Most Probable Number, a multiple tube dilution method to enumerate microorganisms.

⁵ From Regulation (EC) No 854/2004, as amended by regulation 2015/2285.

⁶ From Regulation (EC) No 854/2004 as amended by Regulation (EC) 1021/2008.

⁷ 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 smitekilden 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 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 kvikksølv, kadmium og bly er uønskede stoffer i kostholdet og man ønsker 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 flatøsters, 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 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 treverdige arsen [As(III)] mer toksisk enn femverdige 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 [$(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$]. 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 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 PAH₄).

2.3 - Målsetting

Målene med tilsynsprogrammet for skjell og andre bløtdyr for 2019 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 eksprespost 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 2019. Tabell 2 viser fordeling av arter, lokaliteter og antall analyser av *E. coli* og *Salmonella*.

Sluttproduktkontroll

Totalt 30 prøver ble tatt ut som prøver fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll, og var derfor ikke knyttet til lokalitet. Åtte blåskjell, åtte kamskjell, fem stillehavsøsters, to teppeskjell, to strandsnegl og en hver av oskjell, flatøsters, kråkebolle, kongsnegl og kuskjell.

Prøver sendt inn av næringen.

Totalt 246 prøver ble sendt inn av næringen i 2019. Av disse var 223 prøver blåskjell, 17 flatøsters, og seks prøver av kråkebolle.

Tabell 2 . Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish monitoring programme in 2019, 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, as the sample was taken at processing plant.

Species	Region	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	Note
Blue mussel	Vestland	19/2+	1/0+	1 sample end product
	Nordland	87/10+	2/0+	2 samples end product
	Troms og Finnmark	8/1	0/0	
	Trøndelag	37/4+	3/0+	5 samples end product
	Total	151/15+	6/0+	8 samples end product
Great scallop	Vestland	10/1+	4/0+	4 samples end product
	Rogaland	10/1	0/0	
	Trøndelag	4/0+	4/0+	4 samples end product
	Total	24/2+	8/0+	8 samples end product
Pacific oyster	Agder	2/1+	1/0+	2 samples end product
	Vestfold og Telemark	3/0+	3/0+	3 samples end product
	Total	5/1+	4/0+	5 samples end product
Northern horsemussel	Vestland	1/0+	1/0+	1 sample end product
Ocean quahog	Nordland	1/0+	0/0	1 sample end product
Banded carpet shell	Vestland	2/0+	2/0+	2 samples end product
Green sea urchin	Trøndelag	1/0+	1/0+	1 sample end product
European flat oyster	Vestland	19/2+	1/0+	1 sample end product
Common whelk	Trøndelag	1/0+	1/0+	1 sample end product
Periwinkles	Trøndelag	2/0+	2/0+	2 samples end product
Total		207/30+	26/0+	30 samples end product

3.1.2 - Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2019 ble det både tatt ut prøver om våren (januar - juli) og om høsten (august - november) til bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer, som regel samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. 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 prøver som ble analysert for metaller.

3.2 - Prøveopparbeiding og analyse

3.2.1 - Prøveopparbeiding og analyse av mikroorganismer

Til sammen 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* (HI 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 fortytning. 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 fortytning 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 fortytning 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 fortytning 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 fortytninger (1:1, 1:10 og 1:100).

3.2.1.2 - Påvisning av *Salmonella* (RAPID *Salmonella*, HI 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.

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 PCB₆, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere (kun PBDE) og PAH.

Følgende analytter ble inkludert i de kjemiske undersøkelsene som inngikk i prosjektet: PCDD, PCDF og dl-PCB (non-orto og mono-orto PCB), non-dl-PCB (sum PCB₆ og PCB₇) og bromerte flammehemmere (PBDE: PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183), kobber, sink, kadmium, sølv, kvikksølv, bly, arsen, uorganisk arsen, polyaromatiske hydrokarboner (PAH) 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.

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)}	0.03-0.1 ng/g (depending on amount of sample)
Dibenzo(a,x ^{c)})pyrene	GC-MSMS	Yes	0.075-0.4ng/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.

c) Dibenzo(a,e)pyrene, dibenzo(a,h)pyrene, dibenzo(a,i)pyrene and dibenzo(a,l)pyrene

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 PCB₆ 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 (HI 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). 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 (HI metode nr. 261)

Frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 10 ml 0,07 mol/l HNO₃ i 3 % H₂O₂ 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 As⁵⁺ 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 (HI 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 indukobletpolet plasma massespektrometer (GC-ICPMS). Resultatene ble beregnet ved bruk av isotopfortynningsformelen. Sertifiserte referansmaterialer 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, PCB₆, dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (HI metode nr. 292)

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

Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener 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 PCB₆ (PCB 28, 52, 101, 138, 153 og 180). Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt PCB₆-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 kongenersummen 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 deltagelse i ringtester og ved analyse av sertifiserte prøver.

3.2.2.5 - Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (HI 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, dibenzo(a,h)pyrene, dibenzo(a,i)pyrene og dibenzo(a,l)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 $\leq 230/100$ g i 187 (89,9 %) av de 207 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 21 prøvene (10,2 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* var på 16 000/100 i en prøve av blåskjell.

Analysene av sluttprodukt viste at ingen av disse prøvene hadde *E. coli* i konsentrasjoner over 230/100 g.

Det ble ikke detektert salmonellabakterier i noen av de 26 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	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>
		(# > 230/100g /# samples)	(detected/examined)
Blue mussel	Vestland	1/19	0/1
	Nordland	12/87	0/2
	Troms og Finnmark	0/8	
	Trøndelag	6/37	0/4
Great scallop	Vestland	0/19	0/3
	Rogaland	1/10	
	Trøndelag	0/4	0/4
Pacific oyster	Agder	0/2	0/1
	Vestfold og Telemark	0/3	0/3
Northern horsemussel	Vestland	0/1	0/1
Ocean quahog	Nordland	0/1	
Banded carpet shell	Vestland	0/2	0/2
Green sea urchin	Trøndelag	0/1	0/1
European flat oyster	Vestland	1/19	0/1
Common whelk	Trøndelag	0/1	0/1
Periwinkles	Trøndelag	0/2	0/2
Total		21/207	0/26

Av prøvene innsendt av næringen var innholdet av *E. coli* $\leq 230/100$ g i 221 av prøvene (89,8 %). De øvrige 25 prøvene (10,1 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav 24 var blåskjell og en var flatøsters (490/100 g). Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var 16 000/100 g.

4.2 - Kjemiske fremmedstoffer i skjell og andre bløtdyr

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 2019 av Mattilsynets inspektører. Se 4.3 for prøver innsendt av næringen.

Som for tidligere år ble det i 2019 stort sett funnet lave nivåer av metaller i skjellprøvene. Av overskridelser ble det funnet 2 prøver av flatøsters som oversteg grenseverdien for kadmium på 1,0 mg/kg våtvekt med henholdsvis 1,0 og 1,3 mg/kg våtvekt. En prøve av oskjell oversteg grenseverdien for kadmium med en verdi på 1,2 mg/kg, og tilsvarende hadde prøven av hel innmat av kongsnegl en verdi på 3,2 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 flatøsters som må til for å overstige tolerabelt ukentlig inntak ([Duinker et al. 2016](#)).

Tidligere har det også blitt funnet høyt innhold av kadmium og bly som er hovedsakelig lokalisert til nyrene hos oskjell og fordøyelseskjertel hos kamskjell (Julshamn et al. 2008). Mattilsynet anbefaler derfor at nyrene bør fjernes ved bruk av oskjell og fordøyelseskjertel ved bruk av kamskjell (http://www.matportalen.no/matvaregrupper/tema/fisk_og_skalldyr/advarsel_mot_fordoyelseskjertelen_i_kamskjell_og_n_skjell). Grenseverdien for kadmium i stort kamskjell gjelder fra 2014 for muskel og gonade (EU 2006).

Hos kongsnegl er det fordøyelseskjertel som inneholder de høye konsentrasjonene av kadmium, og det er tidligere vist at nivåer av kadmium i muskel av kongsnegl er langt under grenseverdi selv om konsentrasjoner i hel snegl er høye ([Duinker et al. 2012](#)). Mattilsynet anbefaler derfor at kun muskel bør spises.

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 fire av prøvene var akkurat på grensen med 1,5 mg/kg våtvekt. Etersom kobberkonsentrasjonen i blåskjell er korrelert med matinnholdet i skjellene er det mulig at det er biologiske forhold som gjør at kobberinnholdet er relativt høyt på noen lokaliteter, heller enn forurensing ([Frantzen m. fl., 2011](#)), og tang regnes som en bedre indikator for kobberpåvirkning enn blåskjell (Molvær et al. 1997).

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

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	% iAs
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	12	0.12	0.007	0.012	0.092	2	0.027	1.3
(N=28)	min-max	(0.67-1.5)	(8.8-23)	(0.067-0.25)	(0.001-0.019)	(0.007-0.019)	(0.035-0.2)	(1.4-3.3)	(0.0042-0.21)	(0.23-11)
Scallops	Mean	0.51	16	0.29	0.010	0.013	0.010	2.3	0.002	0.087
(N=7)	min-max	(0.37-0.68)	(13-21)	(0.15-0.49)	(0.002-0.025)	(0.01-0.026)	(0.006-0.019)	(1.6-2.8)	(0.001-0.0027)	(0.036-0.13)
Oysters	Mean	17	450	0.74	0.35	0.012	0.033	2	0.010	0.54
(N=4)	min-max	(5.4-25)	(230-740)	(0.22-1.3)	(0.18-0.46)	(0.011-0.013)	(0.029-0.036)	(1.4-2.8)	(0.0057-0.012)	(0.2-0.79)
Horse mussels	Mean	4.1	130	1.2	0.24	0.036	1.3	2.7	0.18	6.7
(N=1)										
Common whelk	Mean	7.9	240	3.2	0.71	0.048	0.14	15	0.024	0.16
(N=1)										

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".

Resultatene gitt i Tabell 6 viser konsentrasjoner av TBT i prøvene. 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 2019.

Tabell 6. Concentrations (min-max) of tributyltin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and horse mussels (*Modiolus modiolus*) sampled in 2019. TBT concentrations are given as µg Sn/kg wet weight.

	TBT (µg Sn/kg wet weight)	
Mussels	Mean	0.07
(N=14)	(min-max)	(<0.04-0.2)
Scallops	Mean	1.7
(N=4)	(min-max)	(0.5-4.8)
Flat oysters	Mean	0.1
(N=2)	(min-max)	<0.04-0.2
Horse mussels	Mean	0.1
(N=1)		

4.2.2 - Organiske miljøgifter (POPs)

I 2019 ble det som tidligere år funnet lave verdier av dioksiner og dioksinliknende PCB, PCB7 og bromerte flammehemmere (Tabell 7). Verdiene for dioksiner og PCB er langt under grenseverdiene angitt i tabellen.

Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av PCB₇ over 4 µg/kg våtvekt som moderat forurensing (Molvær et al. 1997). PCB₆ som er gitt i tabellen vil ligge noe lavere enn PCB₇, men verdiene er uansett langt under grensen på 4 µg/kg våtvekt. Videre klassifiserer Miljødirektoratet konsentrasjoner 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.

Gruppen " dioksiner" omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinliknende PCB (di-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.

PCB₆ er summen av seks ikke-dioksinliknende PCB-kongener (PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180), og PCB₇ inneholder i tillegg den dioksinliknende PCB 118. PCB₇ og PCB₆ 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 PCB₆ i blåskjell er gitt i Tabell 7 .

Havforskningsinstituttet beregner sum bromerte flammehemmerne (PBDE) som summen av syv ulike PBDE-kongener, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved " upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). 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>).

Tabell 7. Concentrations (ngTE_{WHO-2005}/kg wet weight) of sum dioxins/furans (PCDD/F) + sum non-ortho PCB and mono-ortho PCB (PCDD/F+dl-PCB), and concentrations (µg/kg) of PCB 6 and PBDE 7 in blue mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and common whelk (*Buccinum undatum*) sampled in 2019. Concentrations are given as upper bound LOQ.

		PCDD/F +dl-PCB (2005 TEQ)	PCB 6 (µg/kg)	PBDE 7 (µg/kg)
EU's upper limit		6.5	75	
Environmental quality limit ww (for mussels)			4	
Mussels	Mean	0.24	0.27	0.041
(N=13)	(min-max)	(0.15-0.34)	(0.19-0.57)	(0.024-0.086)
Scallops	Mean	0.11	0.12	0.016
(N=4)	(min-max)	(0.069-0.16)	(0.049-0.29)	(0.011-0.026)
Oysters	Mean	0.43	0.47	0.045
(N=2)	(min-max)	(0.32-0.54)	(0.26-0.69)	(0.038-0.052)
Common whelk	Mean	0.3	0.72	0.033
(N=1)				

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)

I 2019 ble det som tidligere analysert for 16 ulike PAH-forbindelser. 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 PAH₄ som er summen av forbindelsene benzo(a)pyren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten og krysene, beregnet med " lower bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik null).

Resultatene for BaP og sum PAH₄ er vist i Tabell 8 . I 2019 var det kun to prøver av kamskjell der BaP kom over kvantifiseringsgrensen (LOQ). For blåskjell, flatøsters og kongsnegl var verdiene under LOQ. Ingen av verdiene for BaP eller sum PAH₄ var over grenseverdiene.

Det har tidligere blitt funnet høyere verdier av PAH i blåskjell, men dette har vært i forbindelse med oljeforurensning fra skipsforlis ([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 2019 og heller ikke de tidligere årene.

Tabell 8. Range of the benzo(a)pyrene (µg/kg wet weight), and lower bound sum PAH 4 in in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*), European flat oysters (*Ostrea edulis*) and common whelk (*Buccinum undatum*) sampled along the Norwegian coast in 2019.

	Benzo(a)pyrene	Sum PAH ₄ ¹⁾
Mussels (N=14)	<0.05	0-0.5
Scallops (N=4)	<0.05-0.8	0.1-0.7
Flat oysters (N=2)	<0.05	0.6-0.9
Common whelk (N=1)	<0.1	0

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

4.2.3 - Prøver innsendt av næringen

I tillegg til prøvetakingen i regi av Mattilsynet sendte næringen inn prøver som vist i Tabell 9 . Ingen av disse konsentrasjonene lå over grenseverdiene. Resultatene er på nivå med prøvene sendt inn i regi av Mattilsynet.

Tabell 9 . Concentrations of metals in samples submitted by the industry in 2019 of mussels (*Mytilus edulis*) and great scallops (*Pecten maximus*).

Element (mg/kg ww)		Cd	Hg	Pb	As
EU's upper limit		1	0.5	1.5	
Mussels	Mean	0.1	0.013	0.078	2.3
(N=14)	(min-max)	(0.054-0.14)	(0.008-0.018)	(0.039-0.3)	(1.7-3.8)
Great scallops	Mean	0.59	0.014	0.031	1.7
(N=1)					

5 - Litteraturliste/Literature

[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. 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. 54 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, 2020. Statistikk for akvakultur: Bløtdyr, krepsdyr og pigghuder (skalldyr). Salg 1999-2019.

[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. 46 pp.](#)

[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. 54 pp.](#)

[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. Årsrapport til Mattilsynet, 51 pp.](#)

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

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.

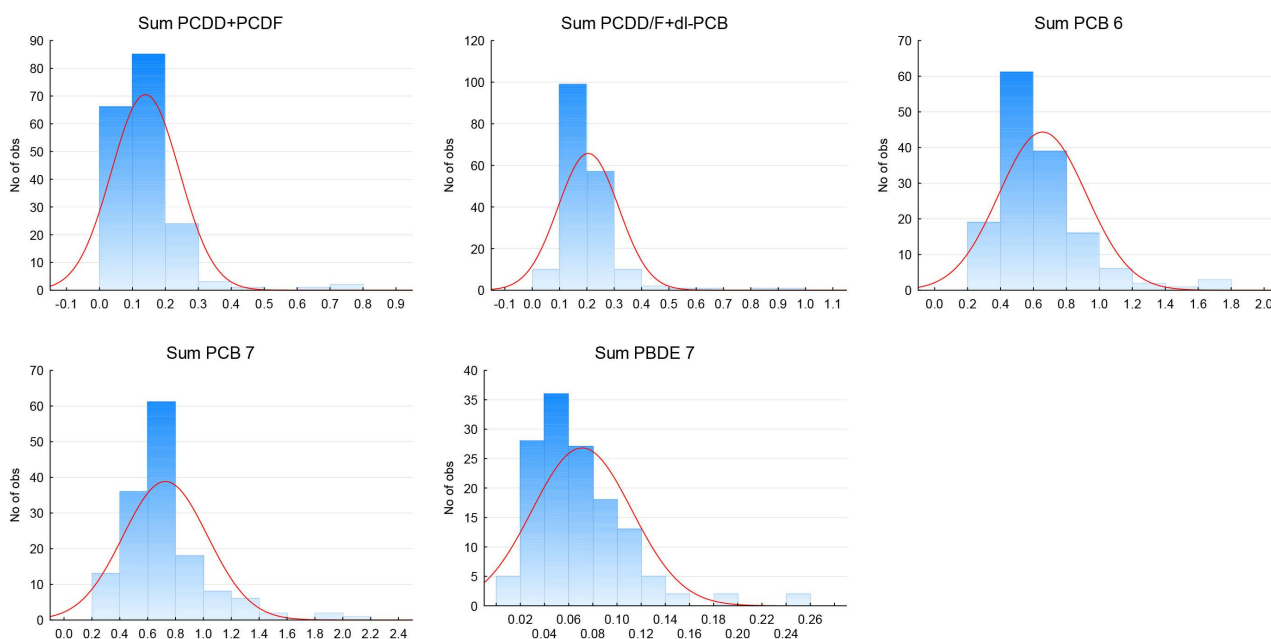
Julshamn, K., A. Duinker, S. Frantzen, L. Torkildsen & A. Maage. 2008. Organ distribution and food safety aspects of cadmium and lead in great scallops, *Pecten maximus* L., and horse mussels, *Modiolus modiolus* L., from Norwegian waters. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 80:385-389.

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.

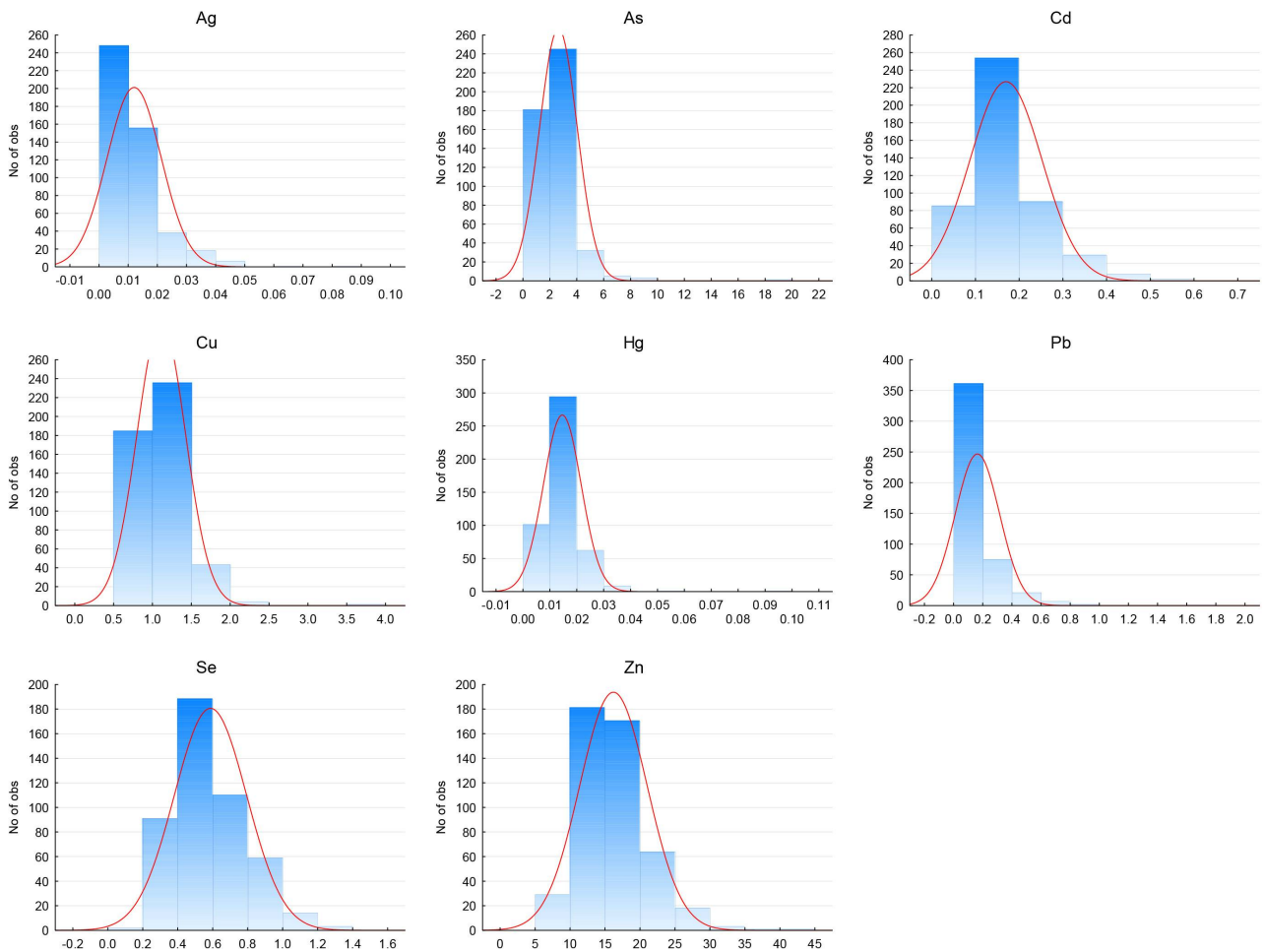
Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03, statens forurensningstilsyn (SFT).

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.

6 - Vedlegg/ Annex



Figur 1 . 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 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) of PCB 6 , PCB 7 and PBDE 7 in mussels (*Mytilus edulis*) from the shellfish monitoring program between 2005 and 2014.



Figur 2 . Histograms showing the distribution of metal concentrations in mussels (*Mytilus edulis*) from the shellfish monitoring program between 2005 and 2014. Concentrations in mg/kg wet weight.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no