NASJONALT TILSYNSPROGRAM FOR PRODUKSJON AV SKJELL OG ANDRE BLØTDYR – PRØVER ANALYSERT I 2022 FOR KJEMISKE FORURENSENDE STOFFER OG MIKROORGANISMER

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

RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2023-37

Tittel (norsk og engelsk):

Nasjonalt tilsynsprogram for produksjon av skjell og andre bløtdyr – prøver analysert i 2022 for kjemiske forurensende stoffer og mikroorganismer

National monitoring program for bivalves and other molluscs – samples analysed in 2022 for chemical contaminants and micro organisms

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2023-37	25.08.2023

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

Oppdragsgiver(e):

Mattilsynet

Oppdragsgivers referanse:

10708

Program:

Trygg og sunn sjømat

Forskningsgruppe(r):

Fremmed- og smittestoff (FRES)

Antall sider:

22

Sammendrag (norsk):

Mikrobiologi

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, tok Mattilsynet i 2022 ut i alt 187 prøver fordelt gjennom året. Av disse var 128 blåskjell (*Mytilus edulis*), 20 kamskjell (*Pecten maximus*), 18 flatøsters (*Ostrea edulis*), seks stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*), fire av teppeskjell (*Politapes rhomboides*), en av kongsnegl (*Buccinum undatum*), fire av oskjell (*Modiolus modiolus*), tre av knivskjell (*Ensis arcuatus*) og to av Drøbak kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*). Prøvene ble sendt til Havforskningsinstituttet (HI) etter instruks utarbeidet av Mattilsynet. Ved HIs laboratorier ble antall *E. coli* bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EUs referansemetode (Donovans metode, ISO 16649-3) og undersøkt med hensyn på forekomst av *Salmonella* ved hjelp av ISO 6579-1:2017 metoden.

186 av prøvene ble undersøkt for antall *E. coli*, mens et utvalg på 42 prøver ble analysert for *Salmonella* spp. I 21 (6,6 %) av 186 analyserte prøver var innholdet av *E. coli* > 230/100 g. Av disse prøvene var 19 blåskjell, en Stillehavsøsters og en flatøsters. Den høyeste målte verdien av *E. coli* i blåskjell var på 5400/100g. Av prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli* var 28 sluttprodukter. Ingen av disse prøvene hadde *E. coli* konsentrasjoner over 230/100 g. Bakterier i slekten *Salmonella* ble ikke påvist i noen av de undersøkte prøvene.

I tillegg til prøvene innsendt av Mattilsynet ble det også gjennomført mikrobiologisk analyse på 279 prøver sendt inn av næringen. Av disse var 271 prøver av blåskjell, 6 var flatøsters, og to av Drøbak kråkebolle. Av disse var innholdet av *E. coli* ≤ 230/100 g i 241 av prøvene (86,4 %). De øvrige 38 prøvene (16,6 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav alle var blåskjell. Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var 160 000/100 g.

Kjemiske fremmedstoffer

Prøvetakingen av skjell og andre bløtdyr utført av Mattilsynets inspektører i 2022 for bestemmelse av fremmedstoffer omfattet 30 prøver av blåskjell, 11 prøver av kamskjell, fire prøver av flatøsters, fire prøver av teppeskjell, én prøve av kongsnegl (muskel), en prøve av teppeskjell, én prøve av drøbakkråkebolle samt to prøver av oskjell. I tillegg tok næringen ut 23 prøver av blåskjell. Prøvene ble sendt til Havforskningsinstituttet i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet.

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 (PCB_6), 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 PCB_6 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 2022 stort sett funnet lave nivåer av metaller i prøvene og svært lave verdier av organiske miljøgifter. Dette året ble det kun funnet to overskridelser med prøver av flatøsters som oversteg grenseverdien for kadmium på 1,0 mg/kg våtvekt med 1,1 og 1,4 mg/kg våtvekt.

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 187 shellfish samples were collected by the Norwegian Food Safety Authority (NSFA) throughout the year. Of these samples, 128 were blue mussels (*Mytilus edulis*), 20 samples were scallops (*Pecten maximus*), 18 were flat oysters (*Ostrea edulis*), six were pacific oyster (*Crassostrea gigas*), four were banded carpet shells (*Polititapes rhomboides*), one was common whelk (*Buccinum undatum*), four were northern horse mussel (*Modiolus modiolus*), three were razor clams and two were green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) . The sampling was performed by inspectors from the District Offices of NFSA, according to instructions made by the Head Office of the NSFA. 186 of the samples were analyzed for *E. coli* and 42 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 ISO 6579-1:2017 method.

In total, 186 samples were examined, and 88.7 % had a content of *E. coli* ≤ 230/100 g which is the limit for classifying a locality to a so-called A-area, thus allowing harvest for direct consumption. In 21 (11.3 %) of 186 samples the content of *E. coli* > 230/100 g. Of these, 19 were blue mussels, one was Pacific oyster, and one was European flat oyster. The highest value of *E. coli* measured was 5 400/100g. The 42 samples analysed for the presence of *Salmonella* spp.

were all negative.

In addition to the samples submitted by the NFSA, 279 samples were sent to IMR directly by the farmers. Of these, 271 were blue mussels, 6 were flat oysters, and two were green sea urchin. Of these, the *E. coli* content was ≤ 230/100 g in 241 samples (86.4 %). The remaining 38 samples (16.6 %) with an *E. coli* content ≥ 230/100 g were all samples of blue mussels. The highest observed concentration of *E. coli* in blue mussels was 160 000/100 g.

Undesirable substances

Samples of bivalves and other molluscs taken during 2022 by the Norwegian Food Safety Authority District Offices (NFSA) for the analysis of undesirable substances included 30 samples of mussels, 11 samples of great scallops, four samples of European flat oysters, one sample of banded carpet shells, one sample of common whelk, one sample of green sea urchins and one sample of horse mussels. 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 2022 for the metal analyses were generally low and the results on dioxins and dioxin-like PCBs, PCB6 and PBDEs very low. This year only one sample exceeded EU and Norway's maximum levels, with two samples of European flat oyster with cadmium concentrations above the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight with 1.1 and 1.4 mg/kg wet weight.

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 *Prøvetaking til mikrobiologisk analyse* 10

3.1.2 *Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer* 10

3.2 Prøveopparbeiding og analyse 10

3.2.1 *Prøveopparbeiding og analyse av mikroorganismer* 10

3.2.2 *Prøveopparbeiding og bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer* 11

4 Resultater og kommentarer 14

4.1 Mikroorganismer i skjell 14

4.2 Kjemiske fremmedstoffer i skjell og andre bløtdyr 14

4.2.1 *Metaller* 14

4.2.2 *Organiske miljøgifter (POPs)* 16

4.2.3 *Prøver innsendt av næringen* 18

5 Litteraturliste/Literature 19

6 Vedlegg/ Annex 20

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 som senere ble erstattet med Europaparlaments- og rådsforordning (EU) 2019/627 av 15.mars 2019 om *fastsettelse av ensartede praktiske ordninger for gjennomføringen av offentlig kontroll av produkter av animalsk opprinnelse beregnet til konsum*. 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 2022 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 2022 var Manfred Torsvik, som sammen med Siren Hatland og Rebeca Garcia Perez sto for prøveregistrering, måling og veiing av skjell, prøveopparbeiding og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Jannicke Alling Bakkejord, Dagmar-Betty Nordgård, Kjersti Kolås, Lene Hop Johannessen, Franziska Randers og Andreas Linge Tomren har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse knyttet til PAH, PCB, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Nawaraj Gautam, Kjersti Eirin Vaksdal, Ana Isabel Gomez Delgado og Johanne Øyro har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier. Analysene av skjell for mikrobiologiske parametere er utført av Betty Irgens, Kim Cherie Grøndal, Lisbeth Sælemyr, Elin Annie Danielsen og Sarah Marie Stoppel.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

Havforskningsinstituttet, mai 2023

2 - Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en etablert næring i Norge. I 2020 ble det solgt 2 071tonn skjell fra akvakulturlokalitetene, og av dette var 2 033 tonn brutto salg fra dyrkerne av blåskjell, *Mytilus edulis* (Fiskeridirektoratet 2021). 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 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.

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** [3]	**Treatment after harvesting**
A [4]	Samples of live bivalve molluscs from Class A areas shall not exceed, in 80 % of samples collected during the review period, 230 E. coli per 100 g of flesh and intravalvular liquid. The remaining 20 % of samples shall not exceed 700 E. coli per 100 g of flesh and intravalvular liquid.	None
B [5]	Live bivalve molluscs from Class B areas shall not exceed, in 90 % of the samples, 4 600 E. coli per 100 g of flesh and intravalvular liquid. The remaining 10 % of samples shall not exceed 46 000 E. coli per 100 g of flesh and intravalvular liquid	Treatment in a purification centre or after relaying in an A-area
C [6]	Live bivalve molluscs from Class C areas shall not exceed 46 000 E. coli per 100 g of flesh and intravalvular liquid	Relaying in A-area for a long period of time or after heat treatment by approved procedure .
Harvesting prohibited [2]	> 46 000 MPN *E. coli* per 100 g flesh and intravalvular liquid	

[1] The competent authorities shall classify production and relaying areas in accordance with Article 18(6) of Regulation (EU) 2017/625 jf. Regulation 2019/627 article 52 from which they authorise the harvesting of live bivalve molluscs as Class A, Class B and Class C areas according to the level of faecal contamination

[2] The competent authority has the power to prohibit any production and harvesting of bivalve molluscs in areas considered unsuitable for health reasons with reference to Regulation (EU) 2019/627 article 62

[3] The reference method is given as ISO 16649-3 with reference to Regulation (EU) 2019/627 annex IV

[4] With reference to Regulation (EU) No 2019/627 article 53,

[5] With reference to Regulation (EU) No 2019/627 article 54

[6] With reference to Regulation (EU) No 2019/627 article 55

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 toskallede 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 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). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåkning av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skjellarter 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 og østers. Hos kamskjell akkumuleres kadmium i fordøyelseskjertelen, hos oskjell akkumuleres kadmium og bly i nyrene, 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. Snegler er ikke omfattet i EUs regelverk, men siden kongsnegl har høyt innhold av kadmium i fordøyelseskjertel anbefaler Mattilsynet at det kun spises muskel av kongsnegl. Mattilsynet har også en egen grenseverdi for muskel av kongsnegl. Fangst og omsetning av kongsnegl kan skje så lenge konsentrasjonen av kadmium i dyrets spiselige deler (muskel) ikke overstiger 1,0

mg/kg. Se lenke: Kadmium i kongsnegl | Mattilsynet .

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 og andre bløtdyr for 2022 var:

Mattilsynet skal klassifisere og føre tilsyn med produksjonsområder for muslinger, samt gjennomføre sluttproduktkontroller i henhold til kravene i forskrift 9. mars 2022 nr. 720 om fastsettelse av ensartede praktiske ordninger for gjennomføringen av offentlig kontroll av produkter av animalsk opprinnelse beregnet til konsum §2 jf. forordning (EU) 2019/627 avdeling V Særlige krav til offentlig kontroll av levende muslinger fra klassifiserte produksjons- og gjenutleggingsområder

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 for å verifisere at driftsansvarlige for næringsmiddelforetak oppfyller kravene til sluttproduktet, herunder levende muslinger og andre produkter som kommer fra dem, i alle ledd i produksjon, bearbeiding og distribusjon. (jf. Forordning (EU) 2019/627 -avdeling V artikkel 64).

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

Totalt 187 prøver til analyse (inkludert sluttproduktkontroll) for mikroorganismer ble tatt ut av Mattilsynet i løpet av hele 2022. Tabell 2 viser fordeling av arter og antall analyser av *E. coli* og *Salmonella*.

Sluttproduktkontroll

Totalt 28 prøver ble tatt ut som prøver fra pakkeri eller som sluttproduktkontroll. 7 blåskjell, 14 kamskjell, en stillehavsøsters, to teppeskjell, to oskjell, en med knivskjell og en prøve av kongsnegl.

Prøver sendt inn av næringen.

Totalt 279 prøver ble sendt inn av næringen i 2022. Av disse var 271 blåskjell, 6 flatøsters og to var Drøbakkråkebolle.

Tabell 2. Number of samples submitted by NFSA per species for microbiological analyses for the shellfish monitoring programme in 2022. A marking with a "+" indicates number of samples taken at processing plant.

Species	*E. coli*	*Salmonella*	Note
Blue mussel	128/7+	11/7+	7 end-product
Great scallop	20/14+	14/14+	14 end-product
Northern horse mussel	4/2+	3/2+	2 end-product
Pacific Oyster	6/1+	4/1+	1 end-product
European flat oyster	18	3	
Banded carpet shell	4/2+	3/2+	2 end-product
Common whelk	1/1+	1/1+	1 end-product
Razor clams	3/1+	2/1+	1 end-product
Green sea urchin	2	1	
Total	186/28+	42/28+	28 end-product

3.1.2 - Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2022 ble det både tatt ut prøver om våren og om høsten 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 465 prøver analysert med hensyn på *E. coli*, og 42 prøver ble 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 og kappevann. 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. HI er Nasjonalt Referanselaboratorium for *E. coli* i toskallede bløtdyr, 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 (Salmonella kvalitativ, HI metode nr. 422)

Til analysen for påvisning av salmonellabakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale fra en samleprøve av minst 10 skjell. Metoden er basert på ISO 6579-1:2017 standarden, som inkluderer oppformering i to selektive buljonger etterfulgt av utplating på to selektive agarskåler. Vekst av typiske Salmonella-kolonier på en eller flere skåler indikerer at den originale prøven inneholdt *Salmonella*. HI er Nasjonalt Referanselaboratorium for *Salmonella* i toskallede bløtdyr, metoden er akkreditert, og 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 PCB_6, 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 PCB_6) 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 on amount of sample)
non-dl PCB (PCB_6)	GC-MSMS (EI)	Yes	0.012-0.3 ng/g (depending on 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	0.075-0.4 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.

[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 PCB_6 er grenseverdien på 75 µg/kg våtvekt og måleusikkerheten for verdier over 5 µg/kg våtvekt er på 25 %. For PAH har sum lowerbound PAH_4 måleusikkerhet på 30 % mens benzo(a)pyren har en måleusikkerhet på 15 % for verdier under 5 µg/kg og 14 % for verdier mellom 5 og 25 µg/kg.

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 % 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 (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 induksjonskobletkoplet 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, dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (HI 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). 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) (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 ≤ 230/100 g i 165 (88,7 %) av de 186 prøvene som ble undersøkt, og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 21 prøvene (11,3 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* var på 5400/100 g i to separate prøver av blåskjell.

Blant prøvene som ble undersøkt med tanke på *E. coli* var 28 sluttprodukter. Ingen av disse prøvene hadde *E. coli* konsentrasjoner over 230/100 g. Det ble ikke påvist salmonellabakterier i noen av de 42 prøvene undersøkt i dette tilsynsprogrammet.

Tabell 4 . Number of shellfish samples from NFSA analysed for E. coli , and Salmonella , broken into species, and the number of samples exceeding the limits for the parameters included in the monitoring programme.

Species	*E. coli*	*Salmonella*
	(# >230/CFU/g/#samples)	(detected/examined)
Blue mussel	19/128	0/11
Great scallop	0/20	0/14
Northern horse mussel	0/4	0/3
Pacific Oyster	1/6	0/4
European flat oyster	1/18	0/3
Banded carpet shell	0/4	0/3
Common whelk	0/1	0/1
Razor clams	0/3	0/2
Green sea urchin	0/2	0/1
Total	21/186	0/42

Til sammen 279 prøver ble sendt inn av næringen. Av disse var innholdet av *E. coli* ≤ 230/100 g i 241 av prøvene (86,4 %). De øvrige 38 prøvene (16,6 %) hadde et innhold av *E. coli* over 230/100 g, hvorav alle var blåskjell. Høyeste avleste konsentrasjon av *E. coli* for blåskjell var 160 000/100 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 2022 av Mattilsynets inspektører. Se 4.3 for prøver innsendt av næringen.

Som for tidligere år ble det i 2022 stort sett funnet lave nivåer av metaller i skjellprøvene. Dette året ble det funnet to overskridelser med prøver av flatøsters som oversteg grenseverdien for kadmium på 1,0 mg/kg våtvekt med 1,1 og 1,4 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).

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. Mattilsynet har også en egen grenseverdi for muskel av kongsnegl. Fangst og omsetning av kongsnegl kan skje så lenge konsentrasjonen av kadmium i dyrets spiselige deler (muskel) ikke overstiger 1,0 mg/kg. Se lenke: Kadmium i kongsnegl | Mattilsynet . Én prøve av kongsnegl muskel ble analysert i 2022 og hadde lav verdi av kadmium.

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.

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), banded carpet shells (Polititapes rhomboides), common whelk (Buccinum undatum), green sea urchins (Strongylocentrotus droebachiensis) and horse mussels (Modiolus modiolus) sampled along the coast of Norway in 2022. Means, minima and maxima of all samples are shown. Means are based on upper bound LOQ. Values above maximum level are indicated in red.

Element		**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Ag**	**Hg**	**Pb**	**tAs**	**iAs**	**% iAs**
(mg/kg ww)										
EU's maximum level [2)]				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	**0.99**	**12**	**0.12**	**0.0076**	**0.013**	**0.082**	**2**	**0.042**	**1.8**
(N=30)	(min-max)	(0.67-1.7)	(8.3-17)	(0.069-0.21)	(0.001-0.025)	(0.006-0.023)	(0.018-0.23)	(1.1-3.2)	(0.001-0.49)	(0.053-18)
Scallops	Mean	**0.62**	**17**	**0.19**	**0.011**	**0.01**	**0.010**	**2.7**	**0.002**	**0.094**
(N=11)	(min-max)	(0.3-0.96)	(11-23)	(0.12-0.27)	(0.004-0.018)	(0.007-0.014)	(0.005-0.022)	(1.7-3.8)	(0.001-0.009)	(0.032-0.33)
Oysters	Mean	**18**	**390**	**0.77**	**0.4**	**0.013**	**0.039**	**2.6**	**0.026**	**0.89**
(N=4)	(min-max)	(3.8-43)	(270-500)	(0.27-1.4)	(0.24-0.52)	(0.01-0.016)	(0.02-0.066)	(2.2-3.2)	(0.0023-0.076)	(0.082-2.4)
Banded carpet shells	Mean	**2.2**	**6.5**	**0.33**	**0.36**	**0.011**	**0.033**	**3.7**	**0.041**	**1.1**
(N=1)										
Common whelks	Mean	**3.9**	**21**	**0.2**	**0.056**	**0.042**	**0.027**	**18**	**0.003**	**0.018**
(N=1)										
Green sea urchin	Mean	**0.35**	**20**	**0.013**	**0.002**	**0.003**	**0.005**	**2**	**0.002**	**0.09**
(N=1)										
Horse mussels	Mean	**3.2**	**100**	**0.93**	**0.18**	**0.03**	**1.1**	**4.5**	**0.13**	**2.4**
(N=2)		(3.2-3.2)	(87-120)	(0.87-0.99)	(0.11-0.25)	(0.026-0.033)	(1-1.1)	(3.5-5.5)	(0.014-0.24)	(0.4-4.4)

[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".

[2)] Applicable for bivalve molluscs only. For common whelk muscle the Norwegian Food Safety Authority has set a maximum level for cadmium of 1.0 mg/kg wet weight.

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 2022.

Tabell 6 . Concentrations (min-max) of tributyltin (TBT) in blue mussels (Mytilus edulis), scallops (Pecten maximus), European flat oysters (Ostrea edulis), banded carpet shells (Polititapes rhomboides), common whelk (Buccinum undatum), green sea urchins (Strongylocentrotus droebachiensis) and horse mussels (Modiolus modiolus) sampled along the coast of Norway in 2022. TBT concentrations are given as µg Sn/kg wet weight.

	TBT (mg/kg ww)	
Mussels	Mean	**0.12**
(N=16)	(min-max)	(0.04-0.9)
Scallops	Mean	**0.74**
(N=5)	(min-max)	(0.3-1.4)
Flat oysters	Mean	**0.32**
(N=2)	(min-max)	(0.04-0.6)
Banded carpet shells	Mean	**0.1**
(N=1)		
Common whelk	Mean	**0.05**
(N=1)		
Green sea urchins	Mean	**0.04**
(N=1)		
Horse mussels	Mean	**0.3**
(N=1)		

4.2.2 - Organiske miljøgifter (POPs)

I 2022 ble det som tidligere år funnet lave verdier av dioksiner og dioksinliknende PCB, PCB_6 og bromerte flammehemmere (Tabell 7). Verdiene for dioksiner og PCB er langt under grenseverdiene angitt i tabellen.

Miljødirektoratet klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av PCB_7 over 4 µg/kg våtvekt som moderat forurensing (Molvær et al. 1997). PCB_6 som er gitt i tabellen vil ligge noe lavere enn PCB_7, 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 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.

PCB_6 er summen av seks ikke-dioksinlignende PCB-kongenere (PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180), og PCB_7 inneholder i tillegg den dioksinliknende PCB 118. 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).

Havforskningsinstituttet beregner sum bromerte flammehemmerne (PBDE) som summen av syv ulike PBDE-kongenere, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet ved " upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). 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 (ng $TEQ_{WHO-2005}$/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 PCB6 and PBDE7 in blue mussels (Mytilus edulis), scallops (Pecten maximus), European flat oysters (Ostrea edulis), banded carpet shells (Polititapes rhomboides), common whelk (Buccinum undatum), green sea urchins (Strongylocentrotus droebachiensis) and horse mussels (Modiolus modiolus) sampled in 2022. Concentrations are given as upper bound LOQ.

Element		**PCDD/F+ dl-PCB**	**PCB_6**	**$PBDE_7$**
(mg/kg ww)		(2005 TEQ)	(ng/g)	(ng/g)
EU's upper limit		6.5	75	
Environmental quality limit ww (for mussels)[1)]			4	
Mussels	Mean	**0.2**	**0.3**	**0.036**
(N=16)	(min-max)	(0.11-0.31)	(0.18-1.1)	(0.018-0.065)
Scallops	Mean	**0.075**	**0.12**	**0.017**
(N=5)	(min-max)	(0.028-0.12)	(0.045-0.23)	(0.015-0.02)
Oysters	Mean	**0.5**	**1.9**	**0.041**
(N=3)	(min-max)	(0.35-0.75)	(0.34-4.7)	(0.034-0.048)
Banded carpet shells	Mean	**0.051**	**0.12**	**0.019**
(N=1)				
Whelks	Mean	**0.043**	**0.11**	**0.021**
(N=1)				
Green sea urchins	Mean	**0.11**	**1**	**0.11**
(N=1)				
Horse mussels	Mean	**0.19**	**0.91**	**0.053**
(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".

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)

I 2022 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 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).

Resultatene for BaP og sum PAH_4 er vist i Tabell 8. Ingen av verdiene for BaP eller sum PAH_4 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 2022 og heller ikke de tidligere årene.

Tabell 8. Range of the benzo(a)pyrene (µg/kg wet weight), and lower bound sum PAH4 in in blue mussels (Mytilus edulis), scallops (Pecten maximus), European flat oysters (Ostrea edulis), banded carpet shells (Polititapes rhomboides), common whelk (Buccinum undatum), green sea urchins (Strongylocentrotus droebachiensis) and horse mussels (Modiolus modiolus) sampled along the coast of Norway in 2022.

	Benzo(a)pyrene	**Sum PAH_4[1)]**
Mussels	0.018-0.08	0.1-1
(N=16)		
Scallops	0.028-0.2	0.1-3.4
(N=5)		
Flat oysters	0.02-0.06	0.6-4
(N=3)		
Banded carpet shells	0.02	0.1
(N=1)		
Whelks	0.029	0.07
(N=1)		
Green sea urchins	0.021	0.6
(N=1)		
Horse mussels	0.02	0.1
(N=1)		

[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 2022 of mussels (Mytilus edulis).

Element (mg/kg ww)		**N**	**Cd**	**Hg**	**Pb**	**As**
EU's upper limt			**1**	**0.5**	**1.5**	
Species						
Mussels	Mean	**23**	**0.11**	**0.015**	**0.073**	**1.9**
	min		0.056	0.010	0.037	1.3
	max		0.16	0.020	0.21	3.3

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, 2021. Statistikk for akvakultur: Bløtdyr, krepsdyr og pigghuder (skalldyr). Salg 1999-2020. 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. 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.

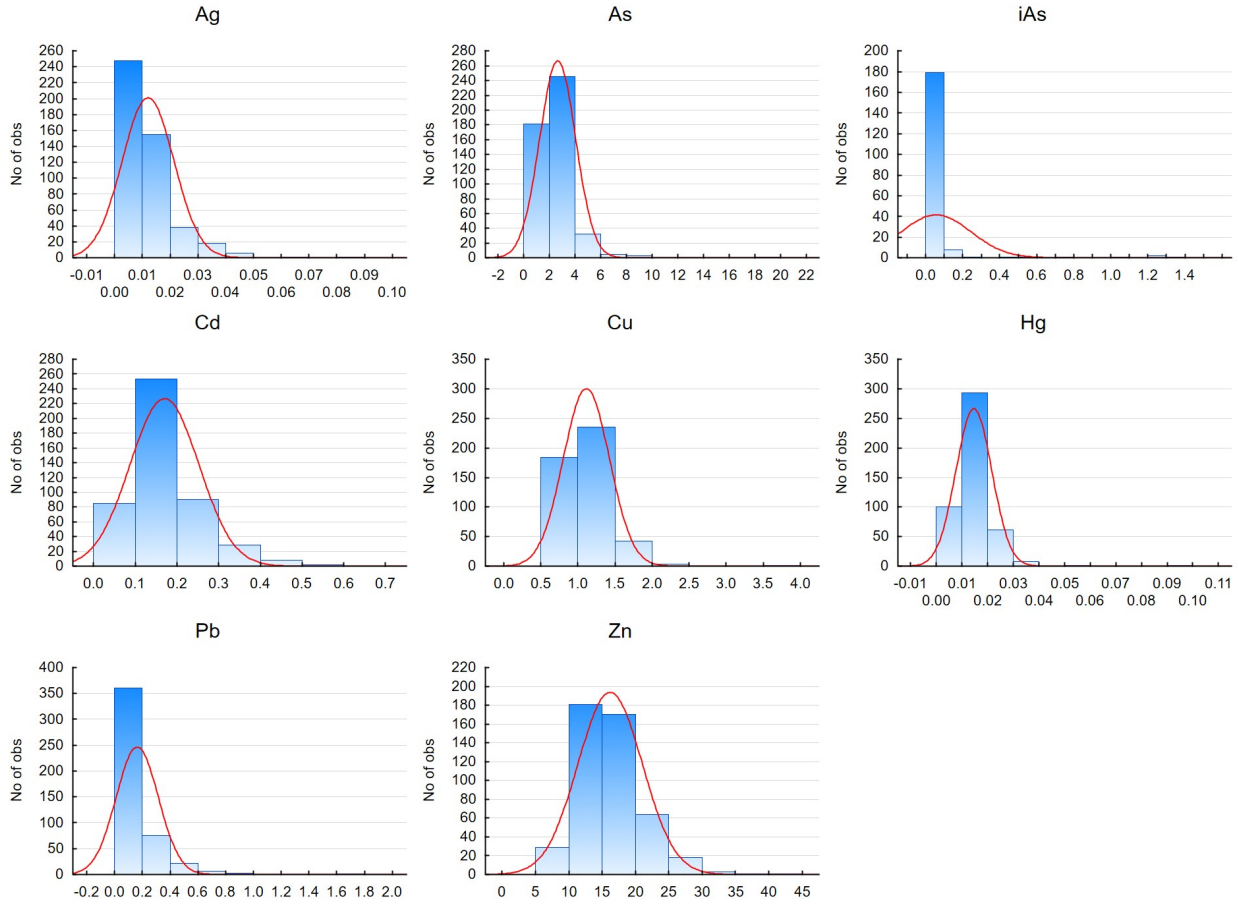
Julshamn, K., A. Duinker, M. Berntssen, B. M. Nilsen, S. Frantzen, K. Nedreaas & A. Maage. 2013. A baseline study on levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, non-ortho and mono-ortho PCBs, non-dioxin-like PCBs and polybrominated diphenyl ethers in Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) from different parts of the Barents Sea. Mar. Pollut. Bull. 75:250-258.

Julshamn, K., A. 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.

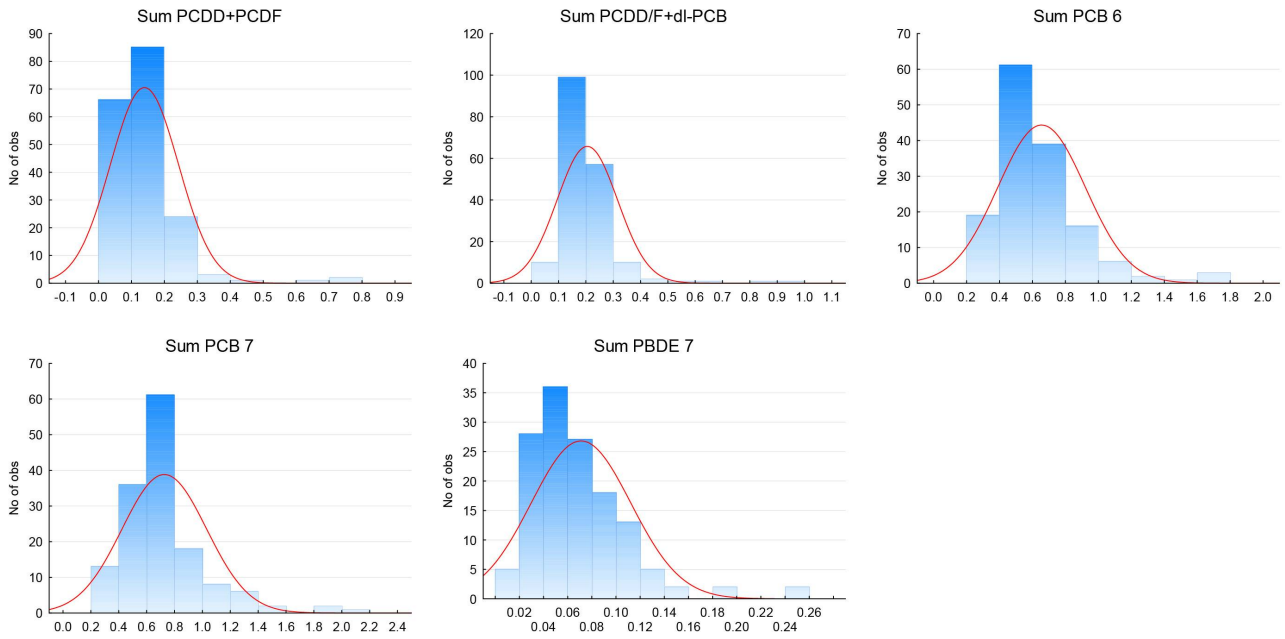
Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03, Statens Forurensningstilsyn (SFT).

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 metal concentrations in mussels (Mytilus edulis) from the shellfish monitoring program between 2005 and 2014. All 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 PCB6, PCB7 and PBDE7 in mussels (Mytilus edulis) from the shellfish monitoring program between 2005 and 2014.

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

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