



# Årsrapport 2010

Mattilsynet

Tilsynsprogrammet for skjell 2010

- Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i snegler og krabbe)
- Mikroorganismer

Sylvia Frantzen, Bjørn Tore Lunestad, Arne Duinker, Kåre Julshamm

05.07.2011

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning  
Adresse: Postboks 2029 Nordnes, 5817 Bergen, Norway  
Telefon: +47 55 90 51 00 Faks: +47 55 90 52 99  
E-post: [postmottak@nifes.no](mailto:postmottak@nifes.no)



## Forord

Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon ble startet av Mattilsynet i 2006 på bakgrunn av krav i Europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 854/2004 av 29. april 2004 om fastsettelse av særlige regler for gjennomføringen av offentlig tilsyn med produkter av animalsk opprinnelse beregnet på human konsum (H3) ("Hygienepakken").

Tilsynsprogrammet for skjell erstattet fra 2006 de tidligere overvåkings- og kontrollprogrammene "Skjell som høstes og omsettes kommersielt" og "Algegifter i skjell – Kostholdsråd til publikum". Disse programmene var igjen en videreføring av "Overvåkingsprogrammet for skjell" som ble initiert av Fiskeridirektoratet i 1999.

Formålet med Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon er å dokumentere at skjell til konsum ikke høstes i områder som er forurenset av patogene mikroorganismer eller fremmedstoffer, og at skjellene ikke inneholder fekale indikatorbakterier, algegifter eller fremmedstoffer i konsentrasjoner som overstiger fastsatte grenseverdier. For at publikum skal kunne høste skjell i sine nærområder inngår også overvåking av ville organismer i programmet.

Ved NIFES har det på vegne av Mattilsynet i 2010 blitt gjennomført mikrobiologiske undersøkelser for *Escherichia coli*, enterokokker og *Salmonella* i skjell, samt kjemiske analyser for fremmedstoffer (metaller, DDT, PCB, dioksiner, bromerte flammehemmere og PAH) i skjell og krabbe. Identifisering og telling av potensielt giftige alger i vannprøver og håvtrekk har blitt utført ved Fiskerikontoret i Fredrikstad, OCEANOR i Trondheim, NIVA Vest i Bergen og Havforskningsinstituttets avdeling i Flødevigen. Kjemisk bestemmelse av algegifter i skjell (DSP, PSP, ASP, AZP, YTX, PTX) har blitt gjort ved Norges veterinærhøgskole. Resultatene fra algetelling og algegiftanalyse blir ikke rapportert her.

I denne rapporten beskrives resultater fra tilsynsprogrammene i 2010 for mikroorganismer i skjell (blåskjell, kamskjell, østers, hjerteskjell og strandsnegl) og fremmedstoffer i skjell (blåskjell, kamskjell og østers) og krabbe.

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES i 2010 var Elin Kronstad. Prøvemottak ved Elin Kronstad, Manfred Torsvik, Anne Margrethe Aase og Vidar Fauskanger sto for prøveregistrering, måling og veiing av skjell, prøveopparbeiding og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Karstein Heggstad, Tadesse T. Negash, Jannicke A. Berntsen, Pablo Cortez, Kari Breistein Sele, Kjersti Pisani, Per-Ola Rasmussen, Vivian Mui, Edel Erdal og Sissel Nygård har vært ansvarlige for analyser og opparbeidelse knyttet til PCB, dioksiner og bromerte flammehemmere, mens Berit Solli, Siri Bargård, Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik og Laila Sedal har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier. Analysene av skjell for mikrobiologiske parametre er utført av Anette Kausland, Tone Galluzzi, Betty Irgens og Leikny Fjeldstad.

PAH-bestemmelsene har vært utført av Eurofins.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, 05.07.2011

## Innhold

<b>Forord</b> .....	3
<b>Sammendrag</b> .....	5
<b>Summary</b> .....	7
<b>Innledning</b> .....	9
<b>Materiale og metoder</b> .....	14
<b>Lokaliteter og prøvetaking</b> .....	14
Prøveuttak til mikrobiologisk analyse .....	14
Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer .....	15
<b>Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer</b> .....	18
Donovans metode for bestemmelse av <i>Escherichia coli</i> (NIFES metode nr. 296) .....	18
Bestemmelse av enterokokker (NIFES metode nr. 116).....	19
Påvisning av <i>Salmonella</i> ved MiniVidas (NIFES metode nr. 291) .....	19
<b>Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer</b> .....	19
Bestemmelse av metaller med ICPMS (NIFES metode nr. 197) .....	20
Bestemmelse av uorganisk arsen ved HPLC-ICPMS (NIFES metode nr. 261) .....	20
Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS (NIFES metode nr. 286) .....	21
Bestemmelse av PBDE, PCB <sub>7</sub> , og dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292).....	21
Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) .....	22
<b>Resultater og kommentarer</b> .....	23
<b>Mikroorganismer i skjell</b> .....	23
<b>Metaller</b> .....	26
Metaller i blåskjell.....	26
Metaller i kamskjell.....	36
Metaller i østers.....	36
Metaller i taskekrabbe.....	39
<b>PCB<sub>7</sub></b> .....	42
PCB <sub>7</sub> i blåskjell, kamskjell og østers.....	42
<b>Dioksiner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (dl-PCB)</b> .....	42
PCDD/PCDF og dl-PCB i blåskjell og kamskjell.....	43
<b>Polybromerte flammehemmere PBDE</b> .....	45
PBDE i blåskjell, kamskjell og østers .....	45
<b>Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)</b> .....	46
PAH i blåskjell, kamskjell og østers .....	47
<b>Konklusjoner</b> .....	52
<b>Mikroorganismer</b> .....	52
<b>Fremmedstoffer</b> .....	52
Blåskjell .....	52
Kamskjell.....	53
Østers.....	53
Krabbe.....	53
<b>Anbefalinger for 2011</b> .....	53
<b>Litteraturliste</b> .....	53

## Sammendrag

### *Mikrobiologi*

I den mikrobiologiske delen av tilsynsprogrammet for skjell, ble det i 2010 tatt ut i alt 436 prøver fordelt gjennom hele året. Av disse var 391 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), fire av kamskjell (*Pecten maximus*), 34 av østers (*Ostrea edulis*), tre av hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og fire av strandsnegl (*Littorina littorea*). Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. Ved NIFES ble alle prøvene analysert for *E. coli* og til sammen 420 av prøvene ble analysert for enterokokker. Til sammen 94 av prøvene ble også analysert med hensyn på *Salmonella*.

Antall *E. coli* ble bestemt ved en flerrørs fortynningsmetodikk (MPN) i henhold til EUs referansemetode (Donovans metode, ISO 16649-3), mens enterokokker ble bestemt ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 4. utgave 2004: "Enterococcus, bestemmelse i næringsmidler". Prøvene ble analysert med hensyn på forekomst av *Salmonella* ved hjelp av en automatisert immunologisk metodikk (ELFA, Vidas *Salmonella*), kombinert med konvensjonell dyrkning og verifikasjon for eventuelle positive prøver.

I alt 400 av 436 undersøkte prøver (92 %) hadde et innhold av *E. coli* under 230/100 g, som er grensen for å klassifisere en lokalitet som et såkalt A-område, det vil si at skjellene kan gå direkte til konsum. Det høyeste antall *E. coli* i en prøve var 5400/100 g. Enterokokker i konsentrasjoner på eller over påvisningsgrensen på 100 /g, ble påvist i syv av 420 undersøkte prøver. Ingen av de 94 prøvene som ble analysert for *Salmonella* ble funnet positive.

### *Fremmedstoffer*

Prøvetakingen av blåskjell for bestemmelse av fremmedstoffer fordelte seg på i alt 44 lokaliteter våren 2010 og 23 lokaliteter høsten 2010, og til sammen ble det tatt 69 prøver. I tillegg ble det tatt ut i alt fem prøver av stort kamskjell, tre prøver av østers og 19 prøver av krabbe (*Cancer pagurus*) klokjøtt og brunmat. Prøvene ble tatt ut av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer og sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Seksjon for fisk og sjømat. Resultater for prøver av østers tatt av Veterinærinstituttet (syv sommeren 2009 og én sommeren 2010) er også rapportert her.

I alt 61 prøver av blåskjell og alle prøvene av kamskjell, østers og krabbe ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly samt uorganisk arsen. I tillegg ble 24 blåskjellprøver, tre kamskjellprøver og en østersprøve tatt ut om høsten analysert for tributyltinn (TBT) samt de organiske miljøgiftene polyklorerte bifenyl (PCB<sub>7</sub>), dioksiner og dioksinlignende PCB, polybromerte flammehemmere (PBDE) og polyaromatiske hydrokarboner (PAH). Av prøvene tatt ut om våren ble 25 analysert for PAH som en oppfølging etter "Full City"-ulykken.

Med unntak av PAH ble alle fremmedstoffanalysene gjort på frysetørket materiale. Metallbestemmelsene ble utført med ICPMS, uorganisk arsen med HPLC-ICPMS og TBT ved bruk av GC-ICPMS. PCB<sub>7</sub>, PAH og PBDE ble bestemt med GC-MS, og dioksiner og dioksinlignende PCB med høyopløsende GC-MS. Det ble benyttet en felles opparbeidelsesmetode for bestemmelse av dioksiner, PCB og PBDE.

Med unntak av bestemmelser av PAH er alle andre analyser utført ved NIFES, og akkrediteringer er i henhold til NS-EN-ISO 17025.

Konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme område som tidligere år, og ingen av tungmetallene kadmium, kvikksølv eller bly oversteg EUs øvre grenseverdier for disse. Konsentrasjonene av totalarsen og uorganisk arsen var også i samme område som tidligere år, da den høyeste konsentrasjonen av totalarsen i blåskjell var 7,7 mg/kg våtvekt og den høyeste andelen uorganisk arsen av totalarsen var 11 %.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB<sub>7</sub>, PBDE var forholdsvis lave i de 24 blåskjellprøvene som ble analysert for dette. Alle prøvene viste konsentrasjoner langt under EUs øvre grenseverdier for sum dioksiner og summen av dioksiner og dioksinlignende PCB. Dioksiner, i form av 2,3,7,8-TCDD og 1,2,3,7,8-PeCDD, utgjorde en relativt høy andel av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB, i likhet med 2009 og ulikt tidligere år. Seks blåskjellprøver viste konsentrasjoner av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB høyere enn 0,2 ng TE/kg våtvekt ("moderat forurenset").

Fem prøver av muskel og gonade av kamskjell viste konsentrasjoner av metaller stort sett på samme lave nivå som i tidligere år. Med hensyn til kadmium var konsentrasjonene noe høyere i 2010 og 2009 enn de fleste år. Den høyeste konsentrasjonen var imidlertid 0,52 mg/kg våtvekt, som er godt under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt. De tre prøvene av kamskjell som ble analysert for de organiske miljøgiftene PCB<sub>7</sub>, dioksiner og dioksinlignende PCB, PBDE og PAH hadde alle svært lave konsentrasjoner av disse.

Blant de i alt elleve østersprøvene (inkludert prøver tatt ut av VI) som ble analysert for metaller var det ingen prøver med konsentrasjoner av kadmium over EU og Norges øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt, slik det har vært tidligere år. Den høyeste konsentrasjonen var lik grenseverdien.

Blant 14 prøver av krabbe tatt ut i Salten sommeren 2010 hadde tre kadmiumkonsentrasjoner i klokjøtt som var høyere enn EU og Norges øvre grenseverdi for kadmium i krepsdyr på 0,5 mg/kg våtvekt, med høyeste konsentrasjon på 1,1 mg/kg våtvekt. Brunmat av krabbe hadde også relativt høye konsentrasjoner med opp til 19 mg/kg våtvekt, men grenseverdiene gjelder ikke for brunmat, og Mattilsynet har gitt kostholdsrad til kvinner i fruktbar alder og barn om å unngå brunmat av krabbe. Krabbe tatt ut på Vestlandet i oktober-november (N = 5) viste mye lavere konsentrasjoner av kadmium, med opp til 0,15 mg/kg våtvekt i klokjøtt og 6,6 mg/kg våtvekt i brunmat.

Blåskjell analysert for PAH om våren som en oppfølging etter "Full City"-ulykken viste forhøyede konsentrasjoner i Aust-Agder, sørvest ("nedstrøms") fra ulykkesstedet, sammenlignet med andre områder, noe som antyder at det fortsatt var rester av oljestoffer igjen i skjellene etter oljeutslippet. Innholdet var høyere i ville enn i dyrkede skjell tatt ut i samme område. Blåskjell som ble tatt ut om høsten og analysert for PAH hadde generelt lavere konsentrasjoner enn de som ble tatt ut om våren, og blåskjell fra lokaliteter som ble analysert både vår og høst viste en klar nedgang i konsentrasjon av sum PAH.

## Summary

### *Microbiology*

In the microbiological part of the shellfish monitoring programme, a total of 436 shellfish samples were collected throughout the year. Of these samples 391 were blue mussels (*Mytilus edulis*), four samples were scallops (*Pecten maximus*), 34 were oysters (*Ostrea edulis*), three were cockles (*Cerastoderma edule*) and four were periwinkles (*Littorina littorea*). The sampling was done by inspectors from the Norwegian Food Safety Authority District Offices, according to instructions made by the Head Office of the Norwegian Food Safety Authority, and sent to NIFES. All samples were analysed for *E. coli*, 420 samples were analysed for enterococci and 94 of the samples were also analysed for *Salmonella*.

The number of *E. coli* was determined by a multiple tube dilution method (MPN) according to the EU's reference method (Donovan's method, ISO 16649-3), while enterococci were determined using NMKL method no. 68, 4<sup>th</sup> edition, 2004: "Enterococcus, determination in foods". The samples were analysed for the presence of *Salmonella* using an automated immunological method (ELFA, Vidas *Salmonella*), combined with conventional cultivation and verification for any positive sample.

In total 400 of the 436 examined samples (92 %) had a content of *E. coli* less than 230/100 g, which is the limit for classifying a locality to a so called A area, thus allowing the shellfish for direct consumption. The highest number of *E. coli* in a sample was 5400/100 g. Enterococci in concentrations at or above the limit of detection (100/ g) were detected in seven of the 420 examined samples. *Salmonella* was not detected in any of the 94 samples analysed.

### *Chemical contaminants*

Samples of blue mussels for the analysis of chemical substances were taken from 44 localities in spring and 23 localities in autumn 2010, and a total of 69 samples were taken. In addition a total of five samples of scallops, three samples of oysters and 19 samples of crab (*Cancer pagurus*) were taken. The sampling was done by inspectors from the Norwegian Food Safety Authority District Offices according to instructions made by the Head Office of the Norwegian Food Safety Authority, and sent to NIFES for analyses.

61 of the blue mussel samples and all the samples of scallop, oyster and crab were analysed for the elements copper, zinc, arsenic, selenium, silver, cadmium, tin and mercury. Inorganic arsenic was determined in all samples analysed for metals, except the crab samples. The 24 blue mussel samples, three scallop samples and one oyster sample taken in the autumn were additionally analysed for tributyl tin (TBT) as well as the persistent organic pollutants (POPs) polychlorinated biphenyls (PCB<sub>7</sub>), dioxins and dioxin-like PCBs, polybrominated flame retardants (polybrominated diphenyl ethers; PBDE) and polyaromatic hydrocarbons (PAH). Also, 25 of the samples taken in spring were analysed for PAH, as a follow-up of the "Full City" oil spill.

With the exception of PAH all analyses were made at NIFES, and accreditations are according to NS-EN-ISO 17025.

The element concentrations in mussels found in the programme for 2010 were within the same range as previous years, and none of the concentrations of the heavy metals cadmium, mercury or lead exceeded the EU's upper limits. The concentrations of total and inorganic arsenic were also within the same range as previous years, as the highest concentration of total arsenic in blue mussels was 7,7 mg/kg wet weight and the highest percentage of inorganic arsenic of total arsenic was 11%.



The concentrations of dioxins and dioxin-like PCBs, PCB<sub>7</sub> and PBDEs were relatively low in all the 24 blue mussel samples analysed for these substances. All the samples showed concentrations far below the EU and Norway's upper limits for sum dioxins, of 4 ng TE/kg wet weight, and for the sum of dioxins and dioxin-like PCBs, of 8 ng TE/kg wet weight. Dioxins, in the form of 2,3,7,8-TCDD and 1,2,3,7,8-PeCDD, made up a relatively large part of the sum of dioxins and dioxin-like PCBs, as in 2008 and unlike previous years. Six samples of blue mussel showed concentrations of sum dioxins (dioxins and furans) higher than 0,2 ng TE/kg wet weight ("moderately polluted").

Five samples of adductor muscle and gonad of scallops showed concentrations of metals generally at the same low level as previous years. Cadmium showed somewhat higher concentrations in 2010 and 2009 than most years. The highest concentration of cadmium was, however, 0.52 mg/kg wet weight, which is well below the upper limit of 1.0 mg/kg wet weight. The three scallop samples analysed for PCB<sub>7</sub>, dioxins and dioxin-like PCBs, PBDEs and PAHs all had very low concentrations of these POPs.

Among the eleven oyster samples analysed for metals (including eight samples taken by the Veterinary Institute (VI)) none had concentrations of cadmium exceeding EU and Norway's upper limit of 1.0 mg/kg wet weight, unlike previous years when usually a few of the samples just exceeded the limit. The highest cadmium concentration was equal to the upper limit.

Among 14 samples of crab sampled in Salten during the summer of 2010, three had concentrations of cadmium in claw meat exceeding the EU and Norway's upper limit for cadmium in crustaceans of 0.5 mg/kg wet weight, with the highest concentration of 1.1 mg/kg wet weight. Brown meat of crab also had relatively high concentrations, with up to 19 mg/kg wet weight, but the upper limits do not apply to brown meat of crab, and the Norwegian Food Safety Authority has given dietary advice to women of child-bearing age and children to avoid brown meat of crab. Crab sampled in on the west coast of southern Norway (Vestlandet; N = 5) in October-November showed much lower concentrations of cadmium, with up to 0.15 mg/kg wet weight in claw meat and 6,6 mg/kg wet weight in brown meat.

Blue mussels analysed for PAH in spring following the "Full City" oil spill showed elevated concentrations in Aust-Agder, south-west ("downstream") from the site of the accident, compared with other areas, suggesting that there were still remains of oil components in mussels. The PAH content was higher in wild than in cultured mussels sampled in the same area. Blue mussels sampled in autumn and analysed for PAH generally showed lower concentrations than those sampled in spring, and blue mussels from localities analysed both in spring and autumn showed a distinct decrease in concentration of sum PAH.



## Innledning

Dyrking av skjell og andre skalldyr er en næring med et stort utnyttet potensial langs norskekysten. I 2009 ble det solgt 1659 tonn blåskjell, kamskjell og østers, og av dette var 1649 tonn blåskjell, *Mytilus edulis* (Sandberg, 2010). Det har vært særlig vanskelig for den norske skjellnæringen å etablere seg i det europeiske markedet, og det å holde høy kvalitet på det som blir solgt er av stor betydning for videre utvikling. Det omsettes også villfanget skalldyr, og i 2010 ble det fanget over 8400 tonn skalldyr, inkludert krabbe, hummer, snegler og skjell (ikke reker) (Sandberg, 2011).

For å sikre at skalldyrene som blir solgt er trygg mat for forbrukerne, og for å kunne dokumentere overfor kjøpere at de kommer fra "rent vann" og holder høy kvalitet, er det viktig å overvåke innholdet av uønskede stoffer og mikroorganismer i skalldyr som skal høstes til konsum. Ettersom skalldyrnæringen er en relativt ung næring har det offentlige satt inn betydelige ressurser i slik overvåkning for å støtte næringen. I tillegg til aktiviteten på dyrkede skjell er det viktig at folk gjennom overvåkingsdata trygt skal kunne spise skalldyr som de høster selv fra naturen.

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 inkluderer algetoksiner som kan gi akutte forgiftninger med oppkast og diaré (DSP) og lammelser (PSP), mikroorganismer, samt fremmedstoffer som metaller og organiske miljøgifter. Fremmedstoffer kan tas opp enten rett fra vannet over gjellene eller via fødeopptaket. Krabber er på sin side rovdyr eller åtseletere og kan derfor akkumulere relativt høye nivåer av miljøgifter.

### Mikrobiologi

Ved lokaliteter som ligger nær kloakkutslipp eller på annen måte er eksponert for fekal forurensing fra varmblodige dyr, kan skjell ta opp tarmbakterier som *Escherichia coli*, enterokokker og *Salmonella*. Analyser med hensyn på *E. coli* og enterokokker brukes i denne sammenhengen for å indikere fekal forurensing og dermed mulig helsefare.

Mikroorganismer som skal benyttes som indikatorer for fekal forurensing må oppfylle flest mulig av følgende kriterier:

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

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

Mengde *E. coli* gir derfor 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 rensesprosesser før de kan selges (tabell 1). Mer enn 46000 *E. coli* per 100 g skjellmat kan medføre høsteforbud.

**Tabell 1. Classification of shellfish localities based on the concentration of *E. coli* in soft parts and mantle water.**

Class <sup>1</sup>	Microbiological standard <sup>2</sup>	Treatment after harvesting
A	Levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 230 MPN <i>E. coli</i> per 100 g muslingkjøtt og kappevann <sup>3</sup> Live bivalve molluscs must not contain more than 230 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid <sup>3</sup>	Ingen None
B	Levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 4600 MPN <i>E. coli</i> per 100 g muslingkjøtt og kappevann <sup>4</sup> Live bivalve molluscs must not contain more than 4600 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid <sup>4</sup>	Rensing, gjenutlegging i A område eller koking etter godkjent metode Purification, relaying in A area or boiling by approved procedure
C	Levende muslinger m.m. må ikke inneholde mer enn 46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100g muslingkjøtt og kappevann <sup>5</sup> Live bivalve molluscs must not contain more than 46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g of flesh and intravalvular liquid <sup>5</sup>	Gjenutlegging i en lang periode eller koking etter godkjent metode Relaying in A area for a long period of time or boiling by approved procedure
Høsting forbudt	>46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g muslingkjøtt og kappevann	
Harvesting prohibited	>46 000 MPN <i>E. coli</i> per 100 g flesh and intravalvular liquid	

1. "The competent authority has the power to prohibit any production and harvesting of bivalve molluscs in areas considered unsuitable for health reasons."
2. "The reference method is given as ISO 16649-3."
3. "By cross-reference from Regulation (EC) No 854/2004, via Regulation (EC) No 853/2004, to Regulation (EC) No 2073/2005."
4. "From Regulation (EC) No 1666/2006."
5. "From Regulation (EC) No 854/2004."

Enterokokker blir også ofte kalt fekale streptokokker. Disse bakteriene er grampositive, katalase-negative, kuleformet og danner kjeder. Enterokokker finnes normalt i tarminnhold hos varmblodige dyr, men i mindre antall enn *E. coli*. Enterokokker finnes bare i vann som er tilført fekal forurensing, det vil si forurensning med tarmmateriale fra varmblodige dyr. De er relativt motstandsdyktige mot uttørking og frysing, og overlever lengre enn koliforme bakterier i vann. Enterokokker blir derfor regnet som en bedre indikator for tilstedeværelse av virus enn termotolerante eller fekale koliforme bakterier, som også ofte brukes som indikator for fekal forurensing.

Blant *Salmonella* – bakteriene finnes det over 2500 varianter (serovarianter). Avhengig av hvilken serovariant som er involvert, kan bakterier i slekten *Salmonella* gi infeksjon hos mennesker (salmonellose) med varierende styrke, fra nær symptomløs til alvorlig tarminfeksjon med feber og blodig diaré, eller i alvorlige tilfeller systemisk infeksjon. I Norge hadde vi i 2010 til sammen 1367 registrerte tilfeller av salmonellose. Omlag 70 % av tilfellene var ervervet utenlands, og for 13 % av tilfellene var smittested ukjent ([www.fhi.no](http://www.fhi.no)). I tillegg hadde vi dette året 16 registrerte tilfeller av infeksjon med de tyfoide *Salmonella*-

variantene (*S. Typhi* og *S. Paratyphi*), hvorav alle var smittet utenfor Norge ([www.fhi.no](http://www.fhi.no)). Ingen kjente tilfeller av salmonellose har vært knyttet til konsum av norske skjell.

Siden matvarer er den viktigste smittekilden for salmonellose, kan varer som inneholder *Salmonella*-bakterier ikke omsettes.

### *Fremmedstoffer*

EU har stilt spesielle krav til dokumentasjon av metaller i skjell (kobber, sølv, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly) fordi skjell har en spesiell evne til å akkumulere slike metaller. Skjell er dermed en god kilde til en rekke essensielle metaller som for eksempel sink, kobber og selen. På den annen side kan skjell inneholde relativt høye konsentrasjoner av uønskede metaller som for eksempel uorganisk arsen, kadmium og bly. Siden kadmium og bly er uønskede stoffer i kostholdet, har EU etablert grenseverdier for hvor høy konsentrasjon det kan være av disse stoffene i sjømat. Både bløtdyr og krepsdyr har egne grenseverdier for bly og kadmium som er betydelig høyere enn tilsvarende grenseverdier i fisk.

Blåskjell er den av skjellartene det produseres mest av i Norge, og tilsynsprogrammet fokuserer derfor mest på denne. Sammenlignet med andre skjell, som for eksempel oskjell og østers, har blåskjell et naturlig lavt nivå av de fleste fremmedstoffer. Et innhold av fremmedstoffer over bakgrunnsnivået reflekterer forhøyet nivå i miljøet som skyldes menneskeskapt eller naturlig tilførsel av stoffene. Dette gjør at blåskjell er vanlig å benytte som en forurensningsindikator. Blåskjell er dessuten mye studert over lang tid og finnes over store områder, og egner seg også derfor som indikatororganisme. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif; tidligere SFT) har etablert et sett av klassifiseringsverdier i forhold til antatte normalverdier i upåvirkede områder. Selv om blåskjell fra en lokalitet har en konsentrasjon av et fremmedstoff som er godt under EUs grenseverdi for mattrygghet, kan skjellene likevel ha høy nok konsentrasjon til å indikere at en lokalitet er forurenset ut fra Klifs klassifisering. Det er også etablert grenseverdier for såkalte miljøkvalitetsstandarder i forbindelse med EUs vannrammedirektiv.

Blåskjell kan ha svært varierende konsentrasjon av arsen (As). Arsen kan forekomme i ulike kjemiske former med ulik toksisitet. Uorganisk arsen er mye mer toksisk enn organisk arsen, som har lav giftighet, og av uorganiske former er treverdige arsen [As(III)] mer toksisk enn femverdige arsen [As(V)]. I fiskefilet kan mer enn 99 % av det totale innholdet av arsen foreligge i organiske former, dominert av det ikke-giftige arsenobetain [(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>As<sup>+</sup>CH<sub>2</sub>COO<sup>-</sup>]. Normalt sett er arsenobetain den dominerende arsenformen også i blåskjell, men når konsentrasjonen av arsen i blåskjell øker over et visst nivå viser det seg at konsentrasjonen og andelen av uorganisk arsen også kan øke (Frantzen m.fl., 2008, 2009; Sloth og Julshamn, 2008). Grunnen til dette er foreløpig ukjent, men fortsatt overvåkning av uorganisk arsen i blåskjell er viktig for å øke kunnskapen om dette.

Noen skalldyr kan ha et naturlig innhold av uønskede metaller, spesielt kadmium og bly, som er høyere enn anbefalte øvre grenseverdier, selv på lokaliteter som ut fra innholdet i blåskjell klassifiseres av SFT som lite forurenset. Dette gjelder blant annet kamskjell, oskjell, østers, kongsnegl og taskekrabbe. Bly og kadmium akkumuleres gjerne i spesielle organer som fordøyelseskjertelen hos kamskjell og nyrene hos oskjell, noe som fører til at konsentrasjoner i hel skjellmat overstiger EU og Norges øvre grenseverdier for henholdsvis bly og kadmium på 1,5 og 1,0 mg/kg våtvekt (Julshamn m.fl., 2008). I Norge spiser vi som oftest bare lukkemuskel og rogn av kamskjell, og disse organene har generelt lave konsentrasjoner av metaller. I oskjell kommer man som oftest under grenseverdiene dersom den svarte nyren fjernes. 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.

Brunmat av taskekrabbe (*Cancer pagurus*) spises av mange, og her kan det ofte være relativt høye konsentrasjoner av kadmium, og i noen områder høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB. Brunmat av krabbe er unntatt for Norges og EUs øvre grenseverdier for mattrygghet, men Mattilsynet har gitt råd til kvinner i fruktbar alder og barn om å unngå å spise brunmat av krabbe. Klokjøtt, derimot, inneholder generelt lave nivåer av alle slags fremmedstoffer, men egentlig finnes det lite dokumentasjon på dette. I februar 2010 ble det imidlertid funnet kadmium over grenseverdien i klokjøtt av taskekrabbe fangstet i Saltenområdet. Som en del av tilsynsprogrammet for skjell i 2010 ble det derfor gjennomført ytterligere prøvetaking av krabbe fra Saltenområdet samt flere deler av Norges kyst for å undersøke kadmiuminnholdet i brunmat og klokjøtt.

De organiske fremmedstoffene PCB, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere og DDT og dets metabolitter 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 imidlertid vist seg å akkumulere polyaromatiske hydrokarboner (PAH), noe som gjør at arten kan benyttes som indikator for forurensning blant annet fra oljeutslipp. I stoffgruppen PAH er det flere mutagene forbindelser, blant andre benzo(a)pyren (BaP) som det er fastsatt en grenseverdi for på 10 µg/kg våtvekt i skjell. BaP kan brukes som indikatorsubstans for mulig helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk kan enhver dose medføre risiko for helseskade, slik at det ikke er mulig å identifisere noen terskelverdi. Det er et førende prinsipp innen risikovurdering at inntaket av slike stoffer bør være så lavt som mulig, men grenseverdier er fastsatt for å kunne gi trygghet for konsumentene.

Den 31. juli 2009 gikk lasteskipet "Full City" på grunn ved Såstein utenfor Langesund, og det ble beregnet at rundt 300 tonn bunkersolje ble sluppet ut. Etter hendelsen ble det gjennomført flere miljøundersøkelser, i august 2009 (Boitsov og Klungsoyr, 2009) og i november-desember 2010 (Boitsov og Klungsoyr, 2010). Disse viste at PAH-nivået i blåskjell i området nær hendelsen var forhøyet, men avtakende. Likevel var det i november-desember 2010 fremdeles BaP-konsentrasjoner over EU og Norges øvre grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt en rekke steder, og Mattilsynet ga kostholdsrad om å unngå å spise skjell fra Sørlandskysten. Det var også høsteforbud for dyrkede skjell. For å følge opp dette, besluttet Mattilsynet å ta ut ekstra prøver av blåskjell våren 2010 for bestemmelse av PAH, særlig i det påvirkede området på Sørlandet, men noen prøver ble også tatt ut andre steder langs kysten.

Tributyltinn (TBT) er blant de mest toksiske forbindelsene som tilføres det marine miljø. Ved TBT-konsentrasjoner på 1 ng/l sjøvann kan noen bløtdyr utvikle misdannelser som skyldes hormonhermende effekt. TBT er en aktiv antibegroingsingrediens som tidligere ble mye brukt blant annet på skrog på båter, og selv om TBT ikke er tillatt i bruk i dag, er fremdeles store mengder av stoffet lagret i sedimentene i mange havner.

#### *Tilsynsprogrammet for skjell for 2010*

Målene med tilsynsprogrammet for skjell for 2010 var å:

- fremskaffe data for forekomst av indikatororganismer for fekal forurensning (*E. coli* og enterokokker) som grunnlag for klassifisering, og *Salmonella* i skjell,
- gi grunnlag for å bedømme om skjellene er trygg mat i henhold til EUs og Norges øvre grenseverdier for metaller,

- gi Mattilsynet grunnlag for å kunne kontrollere om resultater fra rutinemessige egenkontroller gjennomført av høstere/dyrkere samsvarer med resultater fra offentlige undersøkelser,
- etablere tidsserier for kjemiske stoffer i blåskjell fra forskjellige høstingsområder langs norskekysten,
- fremskaffe data for andre fremmedstoffer der vi har lite data per i dag og der det ikke finnes grenseverdier, men som har betydning for mattrygghet, som for eksempel uorganisk arsen, tributyltinn (TBT), dioksiner, polyklorerte bifenyler (PCB), polybromerte flammehemmere og polyaromatiske hydrokarboner (PAH),
- følge opp innholdet av PAH i skjell etter ”Full City”-ulykken og
- kartlegge innholdet av metaller i krabbe, spesielt fra Salten men også fra andre områder.

## Materiale og metoder

### Lokaliteter og prøvetaking

Utvalget av lokaliteter ble gjort av Mattilsynet, og prøvetaking og innsending av prøver ble utført av inspektører fra Mattilsynets distriktskontorer. Prøvene ble pakket i egnet emballasje og sendt med ekspresstpost til NIFES. Det ble analysert på samleprøver, og antall individer i samleprøvene varierte avhengig av art og analysetype.

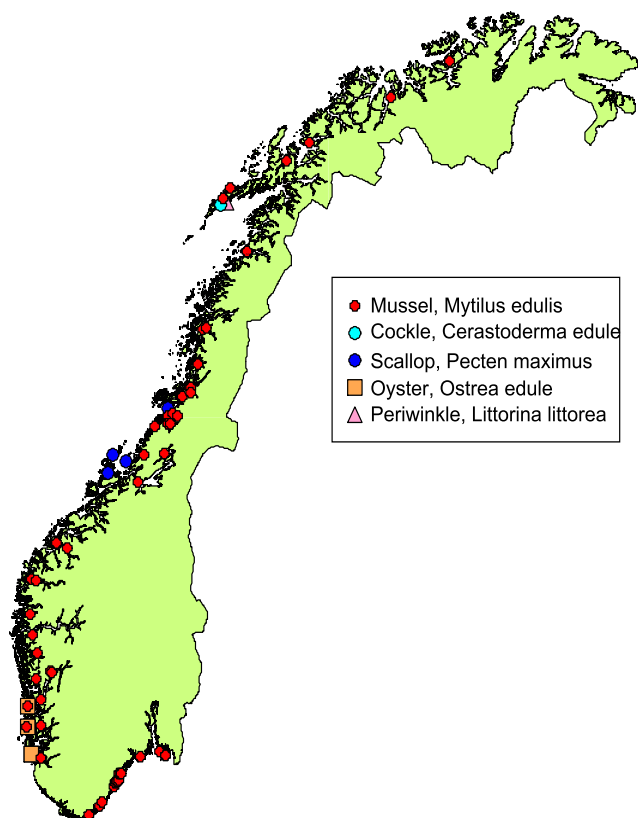
### Prøveuttak til mikrobiologisk analyse

Prøver til analyse for mikroorganismer skulle tas ut i løpet av hele 2010, månedlig ved hver lokalitet. Til sammen ble det tatt 436 prøver til mikrobiologiske analyser, fra minst 67 ulike lokaliteter (tabell 2; figur 2). I praksis ble 24 av lokalitetene (22 blåskjell, 2 østers) prøvetatt ti ganger eller mer, mens 26 av lokalitetene kun ble prøvetatt én gang for mikrobiologisk analyse (*E. coli* og enterokokker). Totalt 14 prøver ble tatt ut ved pakkeri og var derfor ikke merket med lokalitetsnavn. Av disse var ni prøver av blåskjell, kamskjell og østers tatt ut ved sluttproduktkontroll, mens fem prøver av hjerteskjell og strandsnegl var tilsynsprøver tatt ut ved pakkeri etter høsting.

Til mikrobiologisk analyse ble det totalt samlet inn 391 prøver av blåskjell (*Mytilus edulis*), fire prøver av stort kamskjell (*Pecten maximus*), 34 prøver av europeisk flatøsters (*Ostrea*

**Tabell 2. Number of samples/number of localities for microbiological analyses for the shellfish surveillance programme in 2010, given for each species and region. The number of localities is mainly based on localities where name of locality was given. A marking with a “+” indicates that for some samples locality was not given because sample was taken at processing plant.**

Species	Region	<i>E. coli</i>	Entero-coccus	<i>Salmonella</i>	Note
Blue mussel	Finmark	5/1	5/1	0	
	Troms	40/3	40/3	1	
	Nordland	41/10+	38/10	8/4	1 pr. sluttproduktkontroll
	Nord-Trøndelag	70/11	66/11	55/11	Stort antall <i>Salmonella</i> -analyser
	Sør-Trøndelag	37/2+	37/2	5/2+	4 pr. sluttprod. kontr.
	Møre og Romsdal	21/3	21/3	0	
	Sogn og Fjordane	41/4	41/4	1	
	Hordaland	68/7+	66/7	2/+	2 pr. sluttprod. kontr.
	Rogaland	10/2	10/2	0	
	Agder	20/11	20/11	0	10 lokaliteter kun én prøve, i mai
	Skagerrak-coast	38/5	38/5	16/3	
Total		391/59+	379/59+	88/22+	7 pr. sluttprod. kontr.,
Scallop	Nord-Trøndelag	1/1	1/1	1/1	1 pr sluttprod. kontr.
	Sør-Trøndelag	3/3	3/3	3/3	
	Total	4/4	4/4	4/4	
Oyster	Hordaland	21/2+	21/2+	2/1+	1 pr. sluttprod. kontr.
	Rogaland	13/1	13/1	0	
	Total	34/3+	34/3+	2/1+	
Cockle	Nordland	3/+	3/+	0	3 tilsynsprøver tatt ut på pakkeri
Periwinkle	Nordland	4/1+	4/1+	0	2 pr. tilsynsprøver tatt ut på pakkeri
Total		436/67+	420/67+	94/31+	



**Figur 1** Map of Norway indicating where different shellfish species were sampled for microbiological determinations for the surveillance programme in 2010. The different symbols indicate species.

*edulis*), tre prøver av vanlig hjerteskjell (*Cerastoderma edule*) og fire prøver av strandsnegl (*Littorina littorea*, tabell 2). Mens de fleste blåskjellprøvene og alle østersprøvene var av dyrkede skjell, var hjerteskjellene og strandsneglene høstet fra ville populasjoner.

### Prøveuttak til analyse for kjemiske fremmedstoffer

Til analyse for fremmedstoffer var det i 2010 tre ulike ”prosjekter” inkludert i tilsynsprogrammet, 1) Ordinære tilsynsprøver med uttak vår og høst, 2) et større antall krabber til analyse for metaller og 3) ekstrauttak av prøver til PAH-analyse om våren, som en oppfølging etter ”Full City”-forliset.

Til det ordinære tilsynsprogrammet i 2010 ble 61 prøver av blåskjell, fem prøver av kamskjell og fire prøver av østers tatt ut henholdsvis om våren (februar - mai) og om høsten (august - september) til bestemmelse av kjemiske fremmedstoffer (tabell 3), i hovedsak samtidig som det ble tatt prøver til analyse for mikroorganismer. For østers rapporterer vi i tillegg resultat fra metallanalyse gjort på syv østersprøver tatt ut av Veterinærinstituttet (VI) i 2009 og 2010 i forbindelse med deres kartlegging for bonamiose og marteillose. Disse var tatt ut ved ulike lokaliteter sommer og høst. Prøvene som ble tatt ut om høsten ble analysert for både metaller og organiske fremmedstoffer. Prøvene som ble tatt om våren ble kun analysert for metaller, med unntak av de prøvene som skulle inngå i ”Full City”-oppfølgingen, som også ble analysert for PAH.

Blåskjellene ble samlet inn fra i alt 39 ulike lokaliteter langs hele kysten fra Vest-Finnmark til Østfold (tabell 3; figur 2; figur 3), og de fleste blåskjellprøvene var av dyrkede skjell. Kamskjellprøver ble hentet fra ville bestander i Sør- og Nord-Trøndelag. Østersprøvene tatt ut



av Mattilsynets inspektører ble tatt ved dyrkingsanlegg i Hordaland og Rogaland, mens østersprøvene tatt ut av VI var noen ville og noen dyrkede.

Av krabbe ble det tatt ut 14 prøver i Salten-området om sommeren (juni-august), to prøver i Hordaland i oktober og tre prøver i Sogn og Fjordane i november (tabell 4). Alle krabbep prøvene ble analysert for metaller i samleprøver både av klokjøtt og brunmat.

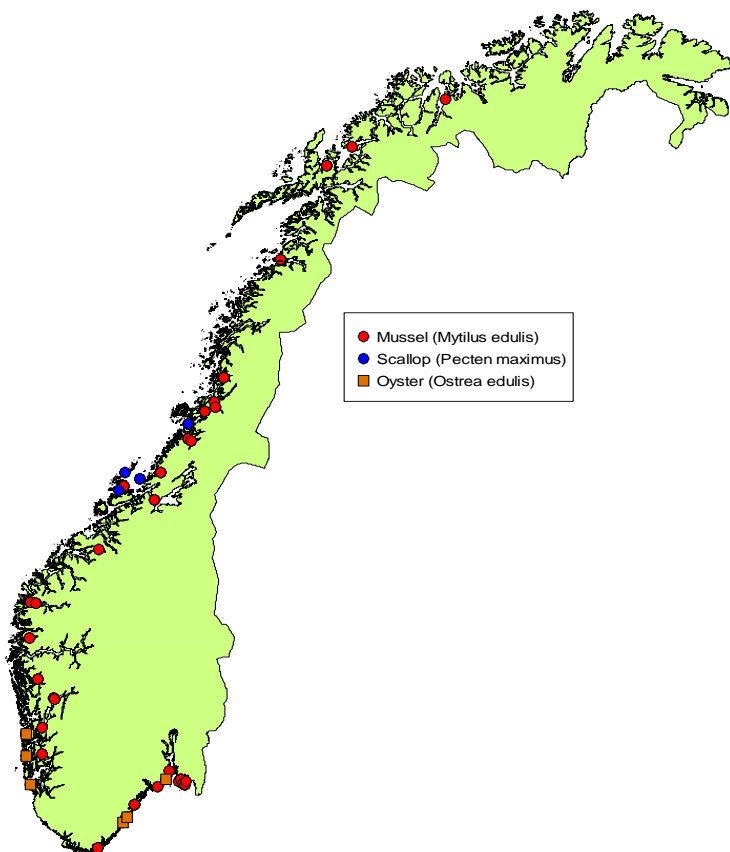
I perioden mars - mai 2010 ble det tatt ut i alt 23 prøver av blåskjell og en prøve av oskjell (Vadsø) til analyse for PAH-forbindelser som en oppfølging etter "Full City"-forliset. De aller fleste av disse prøvene ble tatt ut ved lokaliteter langs Sørlandskysten, men også noen spredt utover kysten til og med Finnmark (tabell 5). Noen av disse prøvene ble også analysert for metaller og mikroorganismer. En lokalitet (ved Hvaler) ble prøvetatt to ganger. I to av områdene nærmest Langesund, hvor "Full City" gikk på grunn, ble det tatt prøver både av dyrkede og ville skjell.

**Tabell 3. Number of samples/localities for analyses of chemical substances for the shellfish surveillance programme in 2010. When number of localities and samples differ, samples are shown before and localities are shown after /. Element concentrations were determined in samples from both spring and autumn 2010, while organic contaminants were only determined in samples from autumn 2010.**

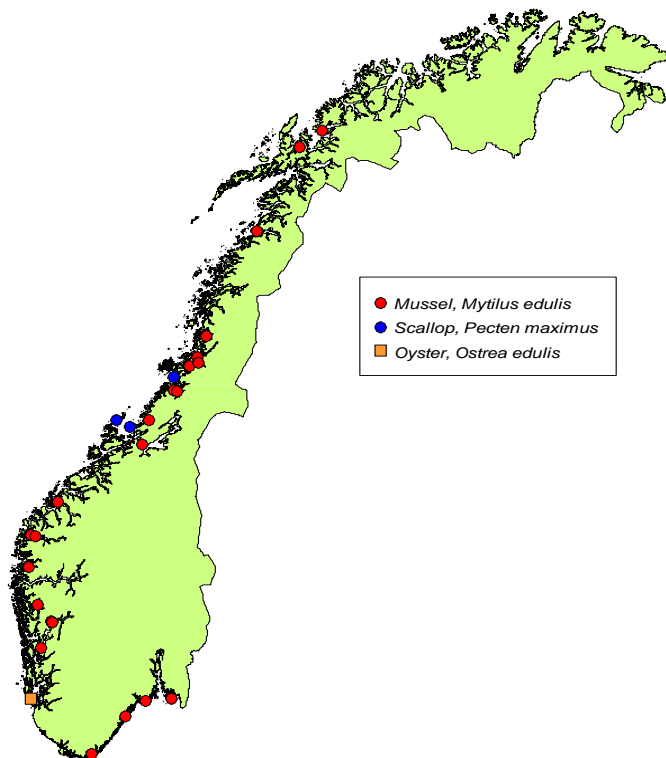
Species	Region	Spring	Autumn	2010	Note
		(metals)	(metals + POPs)		
Blue mussel	Troms	3	2	5/3	
	Nordland	2	3	5/4	
	Nord-Trøndelag	4	4	8/4	
	Sør-Trøndelag	3	2	5/3	
	Møre og Romsdal	3	1	4/3	
	Sogn og Fjordane	3	3	6/3	
	Hordaland	5	4	9/5	
	Rogaland	1	0	1/1	
	Agder	4*	1	5/4	Ville og dyrkede fra samme 2 omr. *+PAH (Full City)
	Skagerrak-coast	9/8*	4/3	13/9	*+PAH (Full City) En lokalitet: 2 pr. vår og 2 pr. høst
Total		37/36	24/23	61/39	
Scallop	Nord-Trøndelag		1	1	Sluttproduktkontroll pakkeri
	Sør-Trøndelag	2	2	4/3	
	Total	2	3	5/4	
Oyster	Hordaland	1		1	
	Rogaland	1	1	2/1	
	Total	3	1	4/3	
Total		42/41	28/27	74/42	

**Tabell 4. Number of pooled samples of edible crab (*Cancer pagurus*) sampled in different regions during 2010. Alle samples were analysed for metals in both claw meat and brown meat.**

Region	Sampling season	Number of samples	Number of sampling sites
Nordland	June-August	14	14
Hordaland	October	2	2
Sogn og Fjordane	November	3	3



Figur 2. Map of Norway indicating where shellfish were sampled in 2010 for determination of metals.



Figur 3. Map of Norway indicating where shellfish were sampled in august-september 2010 for determination of organic contaminants.

**Tabell 5. Blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in spring 2010 for determinations of PAH following up the “Full City” oil spill of 31 July 2009.**

County	Sampling dates	Number of samples	Number of sampling sites	Comment
Østfold	15 Mar – 18 May	7	6	2 prøver fra samme lokalitet
Vestfold	15-22 Mar	3	3	
Telemark	12 Apr	1	1	
Aust-Agder	6-13 Apr	4	4 (2)	Cultured and wild mussels from same two areas
Rogaland	15 Mar – 6 Apr	2	2	
Hordaland	6 Apr	1	1	
Møre og Romsdal	23 Mar	1	1	
Sør-Trøndelag	22 Mar	1	1	
Nordland	22 Mar – 26 Apr	2	2	
Finmark	2 May	2	2	1 horse mussel sample (Vadsø)
All	15 Mar – 18 May	24	23	

### **Prøveopparbeiding og analyse for mikroorganismer**

Alle 436 prøver som skulle undersøkes for mikroorganismer ble analysert med hensyn på *E. coli*. For 420 av prøvene ble også analyse for enterokokker inkludert. Begge grupper er tatt med som indikatororganismer for fekal forurensing, og dermed mulig helsefare. Til sammen 94 av de i alt 436 innkomne prøvene ble i tillegg til *E. coli* og enterokokker også undersøkt for *Salmonella*.

Alle mikrobiologiske analyser ble påbegynt senest 24 timer etter prøveuttak. Innmaten ble da tatt ut og homogenisert før umiddelbar analyse. Til sammen 85 g skjellmat inkludert kappevann ble benyttet til mikrobiologiske bestemmelser. Av disse gikk 50 g til bestemmelse av *E. coli* ved Donovans metode, 10 g til analyse for enterokokker og 25 g til analyse for *Salmonella*.

### **Donovans metode for bestemmelse av *Escherichia coli* (NIFES metode nr. 296)**

Donovans metode for analyse for *E. coli* ble benyttet til kvantitative undersøkelser av levende skjell. En prøve til analyse for *E. coli* besto av til sammen 50 g skjellmateriale, inkludert kappevannet. Det ble hentet materiale fra minst 10 østers eller kamskjell, 15 blåskjell eller 30 hjerteskjell. 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 ulik fortynning av prøven (MPN, Most Probable Number). MPN-metoden er basert på avlesning av kombinasjoner av rør med vekst og rør uten vekst, i en økende fortynning av prøven. Prinsippet for røretoden 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  $\beta$ -

glucuronidaseaktivitet, ble registrert som vekst av blågrønne kolonier på disse skålene. Antall positive rør i hver fortykning ble registrert på bakgrunn av dette, og det mest sannsynlige antall bakterier pr. vekt/volumenhet ble lest ut fra en tilhørende MPN-tabell. Metoden er akkreditert og basert på standardene Nordisk metodikkommitté för livsmedel (NMKL), metode nr. 96, 4. utg. 2009. Mikrobiologiske undersøkelser i fersk og fryst sjømat, ISO/TS 16649-3:2005 og ISO 6887-3:2003. Denne metoden er i henhold til EUs Direktiv 91/492/EEC, og er referansemetodikk ved mikrobiologisk vurdering av skjell og ved klassifisering av dyrkningsområder. Metoden gir erfaringsmessig høyere tall på *E. coli* enn tidligere brukte NMKL-basert metodikk. Dette skyldes økt sensitivitet siden det brukes større prøvevolum (50 g) og inokulering fra kombinasjoner av lavere fortyninger (1:1, 1:10 og 1:100).

### **Bestemmelse av enterokokker (NIFES metode nr. 116)**

I dette prosjektet ble skjell undersøkt med tanke på enterokokker ved hjelp av NMKL metode nr. 68, 4. utgave 2004. "Enterococcus, bestemmelse i næringsmidler". I metoden ble det benyttet platespredning av passende fortyninger av prøven på en selektiv og differensierende agar (Slanetz and Bartleys medium) og inkubering ved 44 °C i 48 timer. Metoden er akkreditert.

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

Til analyse av skjell for påvisning av *Salmonella*-bakterier ble det benyttet 25 g prøvemateriale. Påvisningen ble gjennomført i flere trinn: pre-anrikning, anrikning, post-anrikning, enzymbundet fluorescens immunoassay ved miniVidas (ELFA), selektiv platespredning for eventuelle positive prøver, biokjemisk bekreftelse og eventuell verifisering ved nasjonalt referanselaboratorium. Vidas *Salmonella* er et enzymatisk immunoassay for detektering av *Salmonella* antigener ved bruk av ELFA metoden (Enzyme Linked Fluorescence Assay). Dette utføres automatisk i Vidas systemet. Metoden er akkreditert og er i henhold til standardene NMKL nr. 71, 5. utgave 1999 og AFNOR Bio-12/16-09/05.

### **Prøveopparbeiding og bestemmelse av fremmedstoffer**

Innholdet i skjellene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble slått sammen til samleprøver. For blåskjell og østers ble hele innmaten tatt med i samleprøvene, mens for kamskjell ble lukkemuskel og rogn slått sammen. For krabbe ble det laget en samleprøve av klokjøtt og en samleprøve av brunmat, og krabbene var kokt og plukket på forhånd.

Fra prøver som skulle ha PAH-bestemmelse ble det tatt av minimum 20 g vått materiale som ble sendt til underleverandør for PAH-bestemmelse. Resten av materialet ble frysetørket og homogenisert til et fint pulver, og tørrstoffinnholdet (g/100 g) ble beregnet. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass frem til bestemmelse av metaller og eventuelt organiske fremmedstoffer.

Av blåskjellprøvene som skulle analyseres for fremmedstoffer ble 25 skjell målt og veid, og gjennomsnittslengde, vekt av hele skjell, skallvekt, samt våtvekt av de bløte delene ble bestemt. Når bare metaller skulle bestemmes ble det laget en samleprøve av de 25 skjellene som ble homogenisert. Når organiske fremmedstoffer også skulle bestemmes ble det tilsatt skjellinnmat til minimum 200 g før homogenisering.

Matinnhold (kondisjon, %) i hver prøve ble beregnet ved hjelp av følgende formel:

$$\text{Matinnhold} = (tv/L^2) \times 100,$$

der tv er gjennomsnittlig tørrvekt bløte deler (g) og L er gjennomsnittlig skall-lengde (cm).

Oskjellene ble målt og veid og matinnhold bestemt på samme måte som for blåskjell.

Prøver tatt ut vår og høst ble analysert for metaller og uorganisk arsen. Prøver tatt ut om høsten ble analysert for de organiske fremmedstoffene PCB<sub>7</sub>, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere (PBDE), PAH og TBT.

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

Det ble veid inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500 induktiv koplet plasmamassespektrometer (ICPMS) med HP-datamaskin. Det ble anvendt kvantitativ ICPMS med ekstern kalibrering til bestemmelse av kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly. Rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet, og gull ble tilsatt for å stabilisere kvikksølvsignalene. Riktighet og presisjon for metallbestemmelsene ble utført ved å analysere det sertifiserte referansematerialet Tort-2 (hepatopankreas av hummer; National Research Council, Canada). Metoden er akkreditert for arsen, kadmium, kobber, sink, kvikksølv og selen. Kvantifiseringsgrensen beregnet på tørr prøve for hvert av disse grunnstoffene er vist i tabell 6.

**Tabell 6. Limits of quantification (LOQ; mg/kg dry weight, dw) for elements determined with NIFES' method no. 197: Arsenic (As), cadmium (Cd), copper (Cu), zinc (Zn), mercury (Hg), selenium (Se) and lead (Pb).**

Element	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb	As	Se
LOQ (mg/kg dw)	0,1	0,5	0,005	0,005	0,03	0,01	0,01

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

For prøver tatt ut om våren ble det benyttet basisk ekstraksjon, der frysetørket prøve ble veid inn og tilsatt 0,9 mol/l NaOH i 50 % (v/v) etanol og ekstrahert i mikrobølgeovn i 20 minutter ved 90 °C (CEM MARS5 Microwave Accelerated Reaction System, GreenChem Plus Teflonbomber). For prøver tatt ut om høsten ble det benyttet sur ekstraksjon, der innveid prøve ble tilsatt 0,07 mol/l HCl i 3 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Ekstraksjonen ble ellers utført på samme måte som før. Før analyse ble prøven avkjølt, sentrifugert og filtrert. Uorganisk arsen ble separert på en polymerbasert sterk anionbytter-kolonne, (ICSep ION-120) og bestemt som <sup>75</sup>As<sup>+</sup> ved bruk av HPLC-ICPMS.

Uorganisk arsen kan finnes både som As(III) og As(V), men i mikrobølgeovnen blir As(III) oksidert til As(V). Uorganisk arsen bestemmes derfor som As(V). Stabiliteten til de organiske arsenspeciene har vært studert og ingen degradering/omdannelse til uorganiske arsenspecier ble oppdaget. Det brukes aldri glass ved ekstraksjon av uorganisk arsen, da glass kan inneholde arsen og dermed kontaminere prøven.

Ingen standard referansematerialer for uorganisk arsen er foreløpig kommersielt tilgjengelig og derfor er de systematiske feilene beregnet ved gjenvinningsforsøk. Resultater viser at gjenvinningen er god og ikke signifikant forskjellig fra 100 % (tabell 7).

Kvantifiseringsgrensen har blitt beregnet til 10 µg/kg tørr prøve. Metoden er akkreditert.

**Tabell 7. Method for the determination of inorganic arsenic. Results from recovery experiments using selected marine samples spiked with As(III) and As(V) (50 ng of each). (Data from the validation report).**

Sample	Recovery (ng)		Recovery (%)	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
Tort-2 (Lobster hepatopancreas)	48	51	96	102
Dorm-2 (muscle of dogfish)	46	46	91	92
Blue mussel	46	50	91	100
Crab meat	56	53	112	107
Lobster meat	47	54	94	108
Cod fillet	51	50	102	100
Herring fillet	45	55	90	110
Mackerel fillet	48	52	95	104
Mean $\pm$ standard deviation	48 $\pm$ 7	51 $\pm$ 6	97 $\pm$ 15	103 $\pm$ 12

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

Frysetørket prøve ble veid inn og ekstrahert med syre/metanol. Ekstraktet ble derivatisert med natriumtetraetylborat og ekstrahert over i heksan før måling med gasskromatograf koblet til induktivt koplet plasma massespektrometer (GC-ICPMS). Sertifiserte referansematerialer som ble brukt var NIES no.11 (muskelvev fra havabbor; National Institute for Environmental Studies (NIES), Japan) og CRM 477 (skjell; Institute for Reference Material and Measurement (IRMM), Belgia). Resultatene var tilfredsstillende. Kvantifiseringsgrensen for metoden har blitt beregnet til 2 ng/g tørr prøve. Metoden er ikke akkreditert.

### Bestemmelse av PBDE, PCB<sub>7</sub>, og dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB med felles opparbeidelsesmetode (NIFES metode nr. 292)

Frysetørket prøve ble blandet med hydromatriks og tilsatt internstandard for dioksiner og furaner, PCB og PBDE. Prøvene ble ekstrahert med heksan ved hjelp av Accelerated Solvent Extractor-300 (ASE) eller Pressurized Liquid Extraction (PLE). Fettet ble nedbrutt on-line med svovelsyreimpregnert kiselgel i cellene. Ekstraktet ble videre rensert kromatografisk på kolonner pakket med henholdsvis multilayer silica, alumina og karbon på en Power Prep. Det samlet seg to fraksjoner. Fraksjon 1 inneholdt PBDE, PCB<sub>7</sub> og mono-orto PCB, mens fraksjon 2 inneholdt dioksiner, furaner og non-orto PCB.

PBDE ble analysert på GC-MS NCI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og en fempunkts kalibreringskurve. Metoden kvantifiserer ti ulike kongener av PBDE, inkludert syv kongener som summeres til en "standard sum PBDE" (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183). I tillegg kvantifiseres PBDE-66, 119, og 138. Kvantifiseringsgrensene er henholdsvis 0,005 og 0,01  $\mu\text{g}/\text{kg}$  for de ulike PBDE-kongenerne.

PCB<sub>7</sub> ble analysert på GC-MS EI og kvantifisert ved hjelp av intern standard og ettpunkts kalibreringskurve gjennom origo. Metoden kvantifiserer PCB<sub>7</sub> (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180). Kvantifiseringsgrensen for hver enkelt PCB<sub>7</sub>-kongener var 0,03  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt.

Dioksiner, furaner og dioksinlignende PCB ble analysert på høyoppløsende GC-MS (HRGC-HRMS) og kvantifisert ved hjelp av isotopfortynning /intern standard. Toksiske ekvivalent verdier (TEQ), ble beregnet ved å multiplisere konsentrasjonene med kongenernes toksiske ekvivalent faktorer (TEF). Kvantifiseringsgrensen for de ulike kongenerne av dioksiner, furaner, non-orto og mono-orto PCB varierer mellom 0,5-8,0  $\text{pg}/\text{g}$ .

Metoden ble prøvd ved ringtestdeltakelse våren 2009 med sild som prøvemateriale og Folkehelseinstituttet som ringtestarrangør. Av de 29 kongenerne viste alle en tilfredsstillende Z-score ( $-2 < Z < 2$ ), unntatt PCB-189, som hadde en Z-score på 2,2.

**Bestemmelse av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)**

PAH-bestemmelsene ble utført av Eurofins. Prinsippet for metoden baserer seg først på en forsåpning, dernest på GPC-opprensing (dvs. en molekylstørrelses kromatografi), og til slutt bestemmes de forskjellige PAH forbindelsene med GC-MS. Følgende 13 PAH forbindelser ble bestemt: Antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, benzo(k)fluoranten, kysen/trifenylen, dibenzo(a,h)antracen, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3-cd)pyren, fenantren og pyren. Kvantifiseringsgrensene for alle PAH-forbindelsene var 0,5 µg/kg prøve. Metoden er akkreditert.



## Resultater og kommentarer

### *Mikroorganismer i skjell*

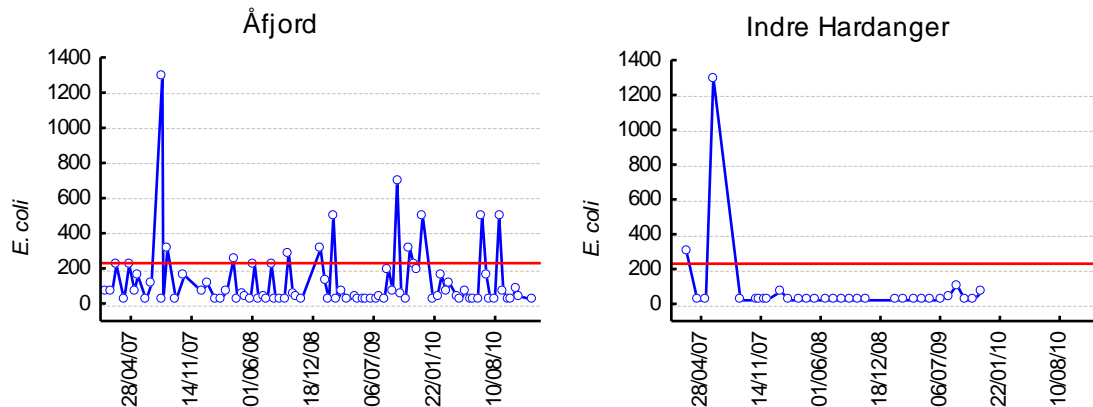
Innholdet av *E. coli* var under 230/100 g i 400 (92 %) av de 436 prøvene som ble undersøkt (tabell 8) og kom dermed under EUs grenseverdi for klassifisering av dyrkingslokaliteter til såkalte A-områder. De øvrige 36 prøvene (8 %) hadde innhold av *E. coli* over 230/100 g. Av disse hadde en prøve av hjerteskjell et innhold over 4600/100 g, der avlest konsentrasjon var 5400 *E. coli* /100 g.

Enterokokker kunne påvises i syv av de 420 undersøkte prøvene (tabell 8), og konsentrasjonene for positive prøver var lik påvisningsgrensen som for denne parameteren er 100 enterokokker/g skjellmat. Det ble ikke funnet *Salmonella*-bakterier i noen av de 94 undersøkte prøvene.

Data for konsentrasjon av *E. coli* i blåskjell fra til sammen 18 stasjoner med lange serier av prøvetakning i perioden fra 2007 til 2010, er sammenstilt for å avdekke eventuelle systematiske variasjoner i forhold til årstid eller nedbørsmengde. Disse 18 stasjonene viste ulike mønstre for forekomst av *E. coli*, og to eksempler er vist i Figur 4. Disse eksemplene viser to hovedmønstre, ett med gjentatte påvisninger med lave konsentrasjoner og enkelte høye verdier (Åfjord i Trøndelag), og et annet mønster med enkeltverdier som var høye mot en bakgrunn av lange serier uten noen påvisning (indre Hardanger, Hordaland).

**Tabell 8. Number of shellfish samples analysed for *E. coli*, enterococci and *Salmonella*, broken into species and region, and the number of samples exceeding the limits for the parameters included in the surveillance programme.**

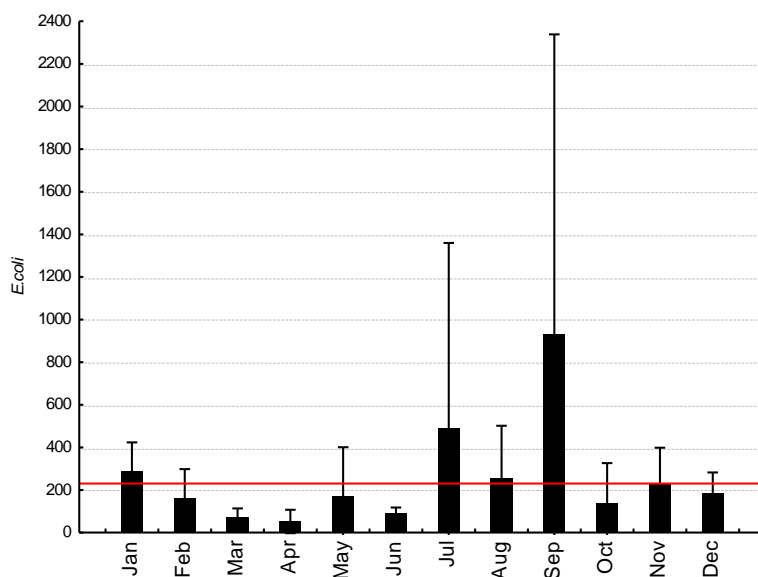
Art	Region	# <i>E. coli</i> >230/100g /# samples	# Enterococci ≥100 /g/# samples	<i>Salmonella</i> (detected/examined)
Blue mussel	Finnmark	0/5	0/5	0/0
	Troms	3/40	0/40	0/1
	Nordland	5/40	1/37	0/8
	Nord-Trøndelag	7/73	3/68	0/56
	Sør-Trøndelag	2/35	0/33	0/4
	Møre og Romsdal	1/22	0/22	0/0
	Sogn og Fjordane	0/40	1/40	0/1
	Hordaland	4/68	0/66	0/2
	Rogaland	1/10	0/10	0/0
	Agder	1/20	1/20	0/0
Skagerrak	7/38	0/38	0/16	
Scallop	Nord-Trøndelag	0/1	0/0	0/1
	Sør-Trøndelag	1/3	0/0	0/3
Oyster	Hordaland	2/21	0/20	0/2
	Rogaland	0/13	0/13	0/0
Cockle	Nordland	2/3	1/3	0/0
Periwinkle	Nordland	0/4	0/4	0/0
Total		36/436	7/420	0/94



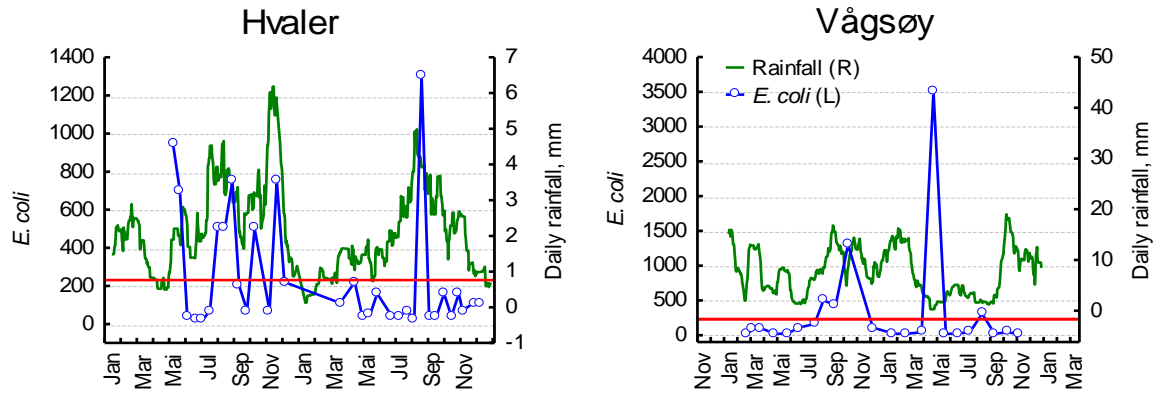
**Figur 4.** Number of *E. coli* detected in blue mussels (*Mytilus edulis*) collected at two localities in Åfjord and Inner Hardanger, respectively, in the period from 2007 to 2010. Red line indicates 230 *E. coli*/100 g as the limit for an A locality.

En sammenstilling av data fra de 18 stasjonene og årene 2007 til og med 2010, fordelt på måned for prøvetakning, viser gjennomgående høyere forekomst av *E. coli* i prøver innhentet i september måned (Figur 5).

En mulig forklaring på sesongmessig høye konsentrasjoner av *E. coli* i skjell kan være at en i perioder med stor nedbørsaktivitet kan få avrenning fra land med innhold av fekalt materiale fra dyr, eller at det blir en overbelastning av kloakksystemet med overrenning som resultat. Figur 6 viser sammenhengen mellom nedbørsaktivitet og påvisning av *E. coli* på to undersøkte stasjoner (en i Hvaler, Østfold og en i Vågsøy, Sogn og Fjordane). Det kan sees en samvariasjon mellom *E. coli*-påvisning og økt nedbørsmengde. Hva som var årsakene til påvisningsmønsteret for disse to stasjonene er ikke kjent. Informasjon om nedbørsaktivitet er hentet fra Meteorologisk institutt.



**Figur 5.** Number of *E. coli* (per 100 g) detected in blue mussels (*Mytilus edulis*) according to season, during the shellfish monitoring programme 2007-2010.



**Figur 6.** Detektering av *E. coli* (nummer per 100 g) i prøver av muslinger (*Mytilus edulis*) fra Hvaler (durig 2009 og 2010) og Vågsøy (durig 2008 og 2009), og daglig regnfall i millimeter (sliding average over 30 dager).

## Metaller

Konsentrasjoner av metaller, inkludert uorganisk arsen, ble i 2010 bestemt i blåskjell, stort kamskjell og europeisk flatøsters. Taskekrabbene ble kun analysert for metaller, ikke uorganisk arsen. Tributyltinn (TBT) ble bestemt i 24 prøver av blåskjell, tre prøver av kamskjell og en prøve av østers.

### Metaller i blåskjell

Metallkonsentrasjoner målt i blåskjell hvert år fra 2001 til 2010 er vist i tabell 9, gitt som gjennomsnitt og standardavvik av alle prøver fra alle de lokalitetene som var inkludert i overvåkningsprogrammet disse årene. Tabellen viser at konsentrasjonene av metaller i blåskjell var i samme konsentrasjonsområde i 2010 som tidligere år. Tabell 10 viser gjennomsnittlig metallkonsentrasjon samt største og minste verdi av alle blåskjellprøver tatt henholdsvis om våren og høsten 2010, og tabell 11 viser gjennomsnittskonsentrasjonene av metaller i blåskjell prøvetatt i de forskjellige regionene våren og høsten 2010.

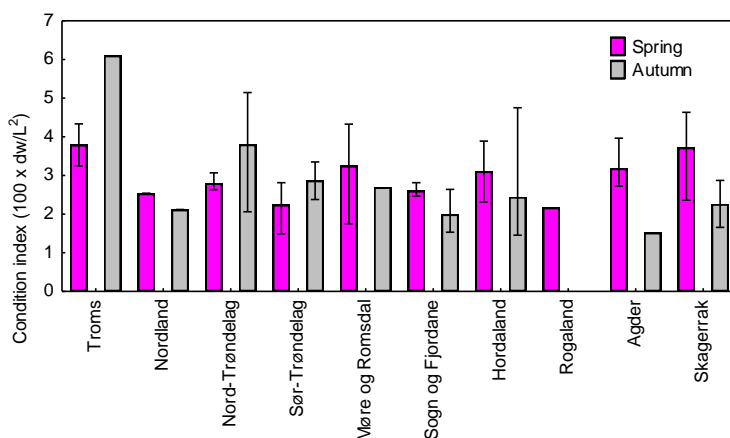
I 2010 hadde blåskjellene noe høyere gjennomsnittlig matinnhold om våren enn om høsten, men forskjellen varierte fra region til region (figur 7). Sør for Trøndelag var det generelt høyere matinnhold om våren enn om høsten, men det var ikke tilfelle lenger nord.

Gjennomsnittlig skall-lengde på skjellene i samleprøvene som ble analysert varierte fra 4,2 til 8,2 cm, og lengden var noe større i de sørligste regionene enn lenger nord.

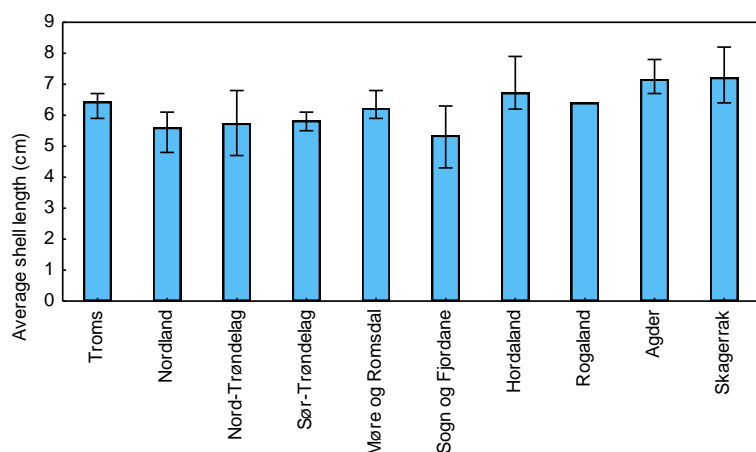
### Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2010 var 1,1 mg/kg våtvekt, noe som tilsvarer tidligere års resultater (tabell 9). I motsetning til i 2009 (se Frantzen m.fl., 2010) var gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon noe høyere om våren enn om høsten (tabell 10, tabell 11), med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 1,2 og 1,0 mg/kg våtvekt vår og høst. Forskjellene mellom vår og høst varierer fra år til år, og kan skyldes en positiv sammenheng mellom kobberkonsentrasjon og matinnhold i skjellene ( $r = 0,55$ ,  $p < 0,001$ ).

Kobberinnholdet i blåskjell varierte mellom områder (figur 9; tabell 11), med de høyeste konsentrasjonene ved lokaliteter i Troms og Sør-Trøndelag, begge med 1,3 mg/kg våtvekt i gjennomsnitt. Lavest gjennomsnittlig kobberinnhold var det i Sogn og Fjordane, med 0,94 mg/kg våtvekt, men forskjellene mellom regionene var ikke betydelige. Variasjonene mellom regionene kan også til dels henge sammen med variasjon i matinnhold.



Figur 7. Condition index in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the Norwegian coast during spring and autumn 2010, for analysis of metals. Condition index is calculated as (dry weight/shell length<sup>2</sup>) x 100. Mean, minimum and maximum values are shown.



**Figur 8.** Shell length (cm) of blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the Norwegian coast spring and autumn 2010, for analysis of metals. Mean, minimum and maximum values are shown.

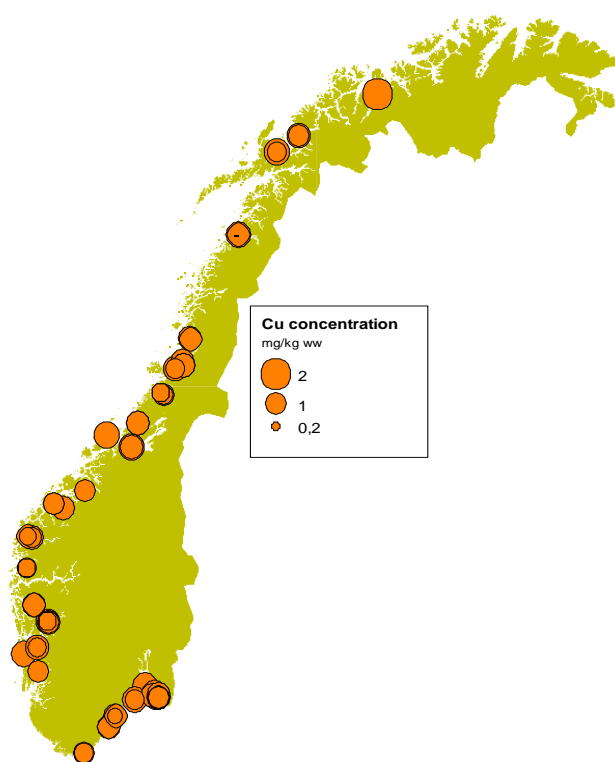
**Tabell 9.** Metal concentrations (mg/kg wet weight, ww) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the coast of Norway from 2001 to 2009. Means and standard deviations (SD) of all samples are shown for each element and year.

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As
Year								
2010 (N = 61)	Mean	1.13	16.0	0.17	0.011	0.015	0.18	2.9
	SD	0.24	4.3	0.08	0.005	0.008	0.18	1.4
2009 (N = 56)	Mean	1.00	15.3	0.15	0.02	0.01	0.14	2.1
	SD	0.30	3.3	0.07	0.02	0.01	0.10	0.7
2008 (N = 62)	Mean	1.24	20.8	0.22	0.01	0.02	0.22	3.2
	SD	0.36	5.9	0.10	0.01	0.01	0.15	1.4
2007 (N = 65)	Mean	1.12	16.6	0.20	0.02	0.02	0.19	3.2
	SD	0.26	4.3	0.10	0.01	0.01	0.14	2.4
2006	Mean	1.15	14.7	0.19	0.04	0.02	0.17	2.2
	SD	0.25	3.8	0.25	0.21	0.01	0.22	0.7
2005	Mean	1.03	15.6	0.15	0.01	0.01	0.20	3.2
	SD	0.28	4.4	0.07	0.01	0.01	0.11	2.4
2004	Mean	1.00	14.6	0.13	< 0.01	< 0.03	0.14	2.2
	SD	0.22	3.5	0.05	0.02		0.09	0.8
2003	Mean	1.12	16.2	0.14	0.01	0.015	0.22	2.1
	SD	0.26	3.8	0.07	0.01	0.012	0.22	0.8
2002	Mean	1.10	17.0	0.18	0.02	0.015	0.18	2.1
	SD	0.22	4.5	0.10	0.01	0.011	0.13	0.6
2001	Mean	1.08	16.1	0.18	0.10	0.014	0.20	2.2
	SD	0.20	4.4	0.08	0.01	0.013	0.13	1.0

**Tabell 10. Metal concentrations (mg/kg wet weight; mean and range) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled during spring 2010 and autumn 2010, respectively.**

Element (mg/kg ww)	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se	Sn	
EU's upper limit			1.0		0.5	1.5				
Season										
Spring (N=37)	Mean	1.2	17.4	0.20	0.012	0.018	0.19	3.7	0.77	
	min-max	0.77-2.0	10-32	0.10-0.44	0.004-0.026	0.007-0.040	0.066-0.84	1.9-7.7	0.41-1.1	<0.006-0.055*
Autumn (N=24)	Mean	1.0	13.8	0.12	0.010	0.010	0.15	1.8	0.35	0.003
	min-max	0.61-1.5	9.6-20	0.050-0.23	0.004-0.020	0.005-0.019	0.043-0.73	1.2-3.3	0.26-0.45	<0.002-0.008**

\*27 &lt; LOQ, \*\*7 &lt; LOQ

**Figur 9. Concentrations of copper (mg/kg wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different regions along the coast of Norway in March-April and August-September 2009. Means, minima and maxima are shown.**

Den laveste kobberkonsentrasjonen som ble funnet i blåskjell i 2010 var 0,61 mg/kg våtvekt målt i en prøve fra Aust-Agder prøvetatt i august. Om våren var den laveste kobberkonsentrasjonen i blåskjell fra Sogn og Fjordane, med 0,77 mg/kg våtvekt. De høyeste kobberkonsentrasjonen om våren ble målt i januar i blåskjell fra Troms, med 2,0 mg/kg våtvekt. Om høsten var den høyeste konsentrasjonen 1,5 mg/kg våtvekt, målt ved to ulike lokaliteter i Troms og Sør-Trøndelag.

Kobber er et essensielt sporelement, og blåskjell er en relativt god kobberkilde som kan bidra positivt i norsk kosthold. Kobber er likevel giftig for akvatiske organismer ved høye konsentrasjoner, en egenskap som gjør den egnet som antibegroingsmiddel under båter og på annet utstyr som står i sjøen, som fiskeoppdrettsmerder. Lokaliteter med kobberinnhold i

blåskjell lavere enn 1,5 mg/kg våtvekt eller 10 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Klif som ubetydelig til lite forurenset (klasse I), mens lokaliteter med konsentrasjoner fra 1,5 til 4,5 mg/kg våtvekt karakteriseres som moderat forurenset (klasse II). Tre ulike lokaliteter hadde konsentrasjoner mellom 1,5 og 2,0 mg/kg våtvekt og tilsvarte dermed klasse II, moderat forurenset, men ingen regioner hadde gjennomsnittlig konsentrasjon over 1,5 mg/kg våtvekt i 2010 eller 2009. I 2008 hadde Troms og Finnmark gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon over 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 i Troms, heller enn at det er mer forurenset der i forhold til andre områder.

### Sink

Det gjennomsnittlige sinkinnholdet i alle blåskjellprøvene i 2010 var  $16,0 \pm 4,3$  mg/kg våtvekt, som i samme område som tidligere år (tabell 9). Tabell 10 og tabell 11 viser at det var høyere konsentrasjon av sink om våren enn om høsten i 2010, som i 2009.

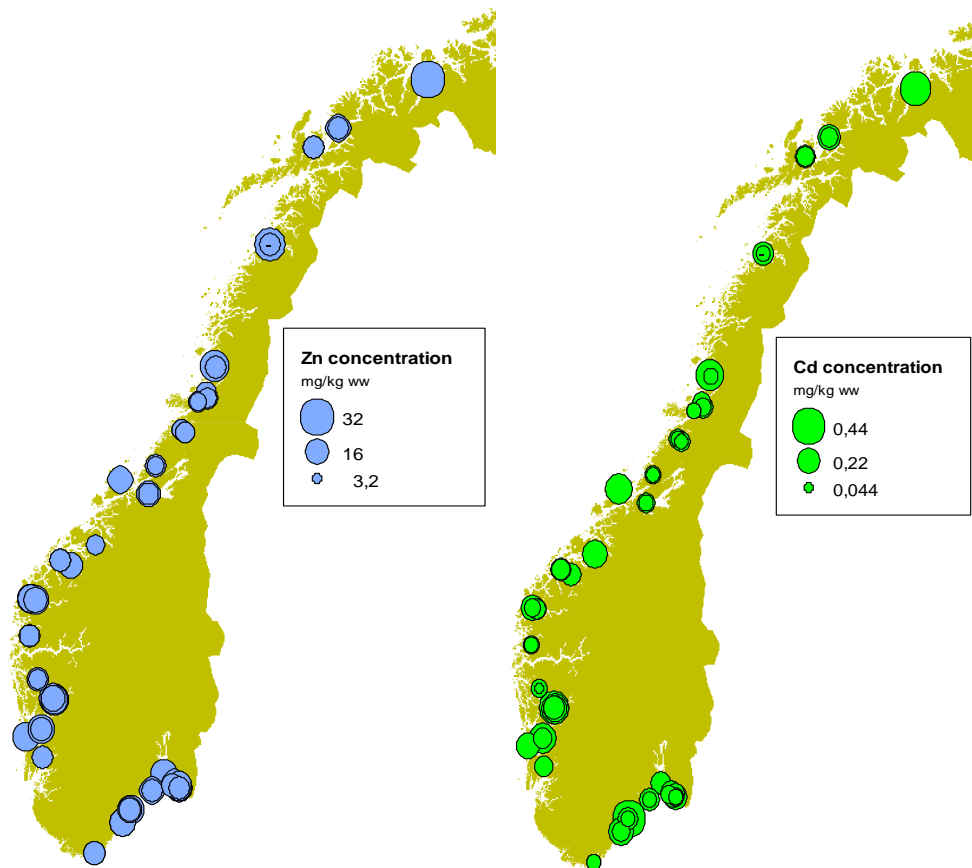
Gjennomsnittlig sinkkonsentrasjon (min - maks) i blåskjell høstet om våren og høsten 2010 var henholdsvis 17 (10-32) og 14 (9,6-20) mg/kg våtvekt.

Sinkkonsentrasjonen i blåskjell i 2010 varierte også mellom regionene (tabell 11; figur 10). De høyeste gjennomsnittskonsentrasjonene av sink ble funnet i blåskjell fra Hordaland, Troms og Agder med verdier på henholdsvis 18,1, 18,0 og 17,8 mg/kg våtvekt (ikke vist). Den

**Tabell 11. Mean metal concentrations in blue mussels (*Mytilus edulis*) (mg/kg wet weight) sampled in each region from Troms to Skagerrak during spring (March – April) and autumn (August – September) 2009, respectively.**

Element (mg/kg ww)	N	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Se	
<b>EU's upper limit</b>				<b>1.0</b>		<b>0.5</b>	<b>1.5</b>			
Region	Season									
Troms	Spring	3	1.4	21.0	0.24	0.010	0.010	0.11	3.0	0.75
Troms	Autumn	2	1.3	13.0	0.16	0.017	0.007	0.072	1.5	0.40
Nordland	Spring	2	1.3	24.5	0.27	0.016	0.014	0.18	3.9	0.84
Nordland	Autumn	3	1.1	13.0	0.12	0.011	0.009	0.093	1.5	0.36
Nord-Trøndelag	Spring	4	0.94	11.5	0.15	0.006	0.014	0.084	3.0	0.56
Nord-Trøndelag	Autumn	4	1.1	10.4	0.10	0.010	0.011	0.055	1.6	0.37
Sør-Trøndelag	Spring	3	1.3	16.3	0.19	0.012	0.024	0.17	3.8	0.78
Sør-Trøndelag	Autumn	2	1.4	10.8	0.10	0.012	0.010	0.051	1.7	0.37
Møre og Romsdal	Spring	3	1.1	13.7	0.22	0.014	0.019	0.097	5.2	0.65
Møre og Romsdal	Autumn	1	0.98	14.0	0.16	0.014	0.017	0.17	3.3	0.45
Sogn og Fjordane	Spring	3	1.0	17.7	0.16	0.009	0.014	0.11	4.2	0.74
Sogn og Fjordane	Autumn	3	0.85	15.7	0.13	0.010	0.008	0.081	2.2	0.34
Hordaland	Spring	5	1.3	20.2	0.27	0.015	0.025	0.51	4.7	0.88
Hordaland	Autumn	4	0.94	15.5	0.16	0.010	0.014	0.43	1.9	0.31
Rogaland	Spring	1	0.95	14.0	0.16	0.007	0.020	0.15	2.8	0.74
Agder	Spring	4	1.2	18.8	0.26	0.010	0.029	0.26	3.5	0.75
Agder	Autumn	1	0.61	15.0	0.10	0.004	0.011	0.13	1.2	0.29
Skagerrak	Spring	9	1.3	17.0	0.16	0.012	0.013	0.14	3.2	0.84
Skagerrak	Autumn	4	0.97	16.3	0.11	0.007	0.010	0.13	1.6	0.34
All Grps		61	1.1	16.0	0.17	0.011	0.015	0.18	2.9	0.60





**Figur 10. Concentrations (mg/kg wet weight) of zinc (left map) and cadmium (right map) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different localities along the coast of Norway in 2010.**

laveste gjennomsnittlige sinkkonsentrasjonen ble funnet i skjell fra Nord-Trøndelag med 11,0 mg/kg våtvekt.

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av sink som ble målt i blåskjell i 2010 var 32 mg/kg våtvekt, målt i januar i Troms. Den laveste enkeltkonsentrasjonen av sink i blåskjell i 2010 var 9,6 mg/kg, målt i skjell prøvetatt i august ved en lokalitet i Nord-Trøndelag og en lokalitet i Sør-Trøndelag. Sinkinnhold i blåskjell høyere enn 30 mg/kg våtvekt eller 200 mg/kg tørrvekt er karakterisert av Klif som lokaliteter som er moderat forurenset Molvær, 1997, og kun en prøve tatt i 2010 hadde konsentrasjon av sink over denne grensen. Dette har uansett ikke betydning for mattrygghet, da sink er et essensielt grunnstoff.

### *Kadmium*

Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2010 hadde kadmiumkonsentrasjoner under EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell på 1,0 mg/kg våtvekt (tabell 10). Gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon i blåskjell fra alle lokalitetene var i samme område som tidligere år, med  $0,17 \pm 0,08$  mg/kg våtvekt (tabell 9). Den laveste årlige gjennomsnittskonsentrasjonen ble registrert i 2004 med 0,13 mg/kg våtvekt, og den høyeste i 2008 med 0,22 mg/kg våtvekt.

I 2010 var det betydelig høyere kadmiuminnhold i blåskjell prøvetatt om våren sammenlignet med de som ble prøvetatt om høsten, tilsvarende som for kobber og sink. Gjennomsnittlig (min-maks) kadmiumkonsentrasjon om våren og høsten var henholdsvis 0,20 (0,10-0,44) og 0,12 (0,050-0,23) mg/kg våtvekt.

Det var ikke tydelige regionale forskjeller i kadmiuminnhold i blåskjell i 2010 som tidligere (tabell 11; figur 10), selv om det var store forskjeller mellom lokaliteter. Den høyeste

gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen ble i funnet i blåskjell fra Agder, med en verdi på 0,23 mg/kg våtvekt, mens Nord-Trøndelag hadde det laveste årsgjennomsnittet, med 0,12 mg/kg våtvekt. Tidligere har vi sett at kadmiumkonsentrasjonen så ut til å avta sørover fra Finnmark til Sør-Trøndelag, for så å øke til Sogn og Fjordane og Hordaland og deretter avta igjen. I 2010 var det ikke et slikt mønster i det hele tatt.

Den høyeste enkeltkonsentrasjonen av kadmium målt i blåskjell i 2010 var 0,44 mg/kg våtvekt, målt i ville skjell fra Aust-Agder prøvetatt i april. Den laveste enkeltkonsentrasjonen av kadmium ble målt i en blåskjellprøve tatt ved en lokalitet i Hordaland i august, med 0,050 mg/kg våtvekt.

Klif klassifiserer lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner i blåskjell under 0,4 mg/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med kadmiumkonsentrasjoner fra 0,4 til 1,0 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra denne klassifiseringen var det kun én blåskjellprøve i 2010, fra Aust-Agder, som viste konsentrasjon av kadmium tilsvarende klasse II, moderat forurenset, med 0,44 mg/kg våtvekt i april (figur 10).

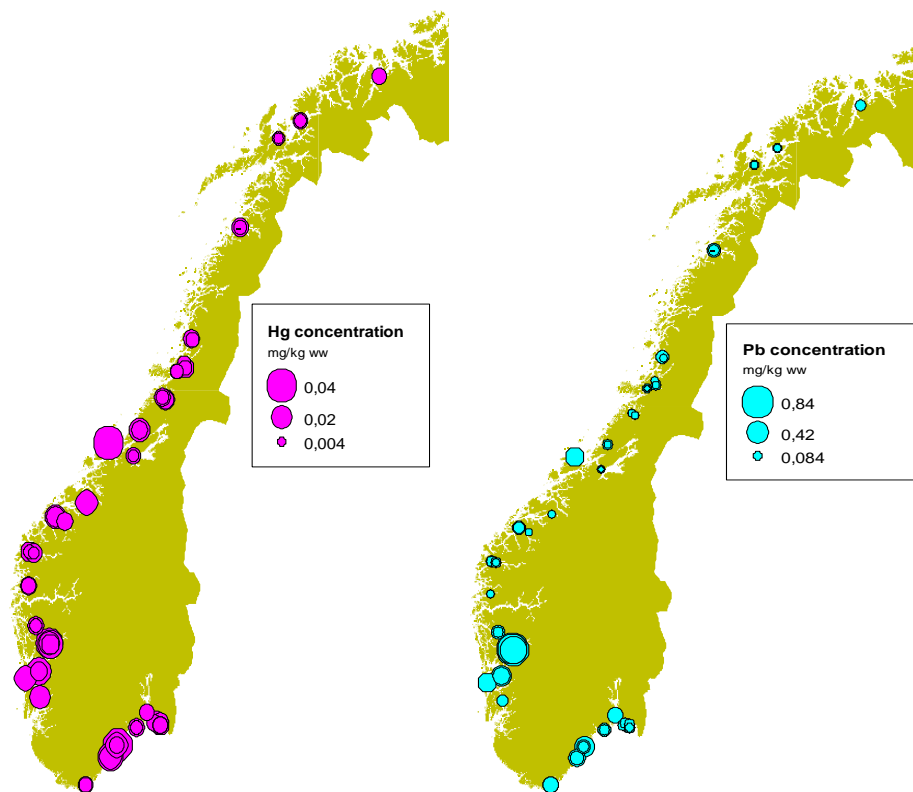
### *Sølv*

Sølvkonsentrasjonen i blåskjell i 2010 varierte fra 0,004 til 0,026 mg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik på  $0,011 \pm 0,005$  mg/kg våtvekt (tabell 9; tabell 10). Det var ikke betydelig forskjell mellom vår og høst i 2010 (tabell 11). Verdiene for sølv i blåskjell er lave sammenlignet med østers, der sølvkonsentrasjonen i perioden 2006 til 2010 har variert fra 0,27 til 2,9 mg/kg våtvekt (tabell 17). Sølvinnholdet i østers kan være mer enn 50 ganger høyere enn det som er den naturlige konsentrasjonen i blåskjell.

I henhold til Klifs klassifisering av forurensningstilstand er lokaliteter med sølvkonsentrasjon i blåskjell under 0,05 mg/kg våtvekt ubetydelig eller lite forurenset, mens lokaliteter med konsentrasjoner mellom 0,05 og 0,15 mg/kg våtvekt regnes for å være moderat forurenset. Alle blåskjellprøvene hadde konsentrasjoner av sølv langt under 0,05 mg/kg våtvekt.

### *Kvikksølv*

Gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon i blåskjell analysert for tilsynsprogrammet i 2010 var  $0,015 \pm 0,008$  mg/kg våtvekt, som er i samme område som tidligere år (tabell 9). Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen som ble målt var på 0,019 mg/kg våtvekt, så kvikksølvkonsentrasjonene var svært lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i Norge og EU på 0,5 mg/kg våtvekt. Kvikksølv akkumuleres i mindre grad i skjell enn andre tungmetaller som bly og kadmium. Kvikksølvkonsentrasjonen var høyere om våren med et gjennomsnitt på 0,018 mg/kg våtvekt enn om høsten da gjennomsnittskonsentrasjonen var 0,010 mg/kg våtvekt. Det var større forskjell mellom vår og høst i 2010 enn tidligere år (Frantzen m.fl., 2010). Den høyeste kvikksølvkonsentrasjonen ble målt ved lokaliteten Sistranda i Sør-Trøndelag (figur 11). Ville skjell fra to lokaliteter i Aust-Agder, Kranfjorden, Finnøy og Flostafjorden, hadde også relativt høye konsentrasjoner av kvikksølv (0,038 og 0,031 mg/kg våtvekt). Dette var de lokalitetene som var mest utsatt for oljeforurensning etter "Full City"-ulykken (Se avsnittet om PAH i blåskjell).



Figur 11. Concentrations (mg/kg wet weight) of mercury (left map) and lead (right map) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different localities along the Norwegian coast during 2010.

### Bly

Gjennomsnittlig blykonsentrasjon i blåskjellene prøvetatt for tilsynsprogrammet i 2010 var på  $0,18 \pm 0,18$  mg/kg våtvekt, noe som er i samme område som tidligere år (tabell 9). Med høyeste konsentrasjon på 0,84 mg/kg våtvekt var det ingen prøver som oversteg Norges og EUs øvre grenseverdi for bly i skjell på 1,5 mg/kg våtvekt (tabell 10). Det var ingen vesentlig forskjell i blyinnhold mellom blåskjell høstet våren og høsten 2010, selv om gjennomsnittet var noe høyere om våren enn om høsten, med gjennomsnitt vår og høst på henholdsvis 0,18 og 0,10 mg/kg våtvekt (tabell 10).

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i blåskjell varierte betydelig fra en region til en annen i 2010 (tabell 11; figur 11), på samme måte som tidligere (Frantzen m.fl., 2010, 2009, 2008). Det høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Hordaland med  $0,48 \pm 0,28$  mg/kg våtvekt og det laveste gjennomsnittlige blyinnholdet ble målt i blåskjell fra Nord-Trøndelag, med  $0,069 \pm 0,018$  mg/kg våtvekt.

De to høyeste enkeltkonsentrasjonene av bly som ble målt i blåskjell i 2010 ble målt i dyrkede skjell fra to lokaliteter i Hordaland, med konsentrasjoner på henholdsvis 0,84 og 0,81 mg/kg våtvekt, prøvetatt i mars. Også i august var det blåskjell fra de samme to lokalitetene som hadde høyest blykonsentrasjon, da med henholdsvis 0,73 og 0,61 mg/kg våtvekt. Lokaliteter med et blyinnhold i blåskjell lavere enn 3 mg/kg tørrvekt eller 0,45 mg/kg våtvekt er karakterisert av Klif som ubetydelig til lite forurenset, mens lokaliteter med fra 0,45 til 2,3 mg/kg våtvekt klassifiseres som moderat forurenset. Ut fra Klifs klassifiseringssystem hadde de to lokalitetene med de høyeste konsentrasjonene et nivå tilsvarende moderat blyforurensning. De to lokalitetene ligger nokså nær hverandre i Hardangerfjorden, om lag 20 km fra utløpet av Sørfjorden, som tidligere var svært blyforurenset på grunn av industri. Året før var det en annen lokalitet i Kvam kommune som

hadde høyest blykonsentrasjon i blåskjellene. Blykonsentrasjonen i blåskjell synes å være direkte påvirket av lokal forurensning, og det ser ut til at lokaliteter i Hardangerfjorden fortsatt er noe påvirket av tidligere forurensning i Sør fjorden, selv om nivået av bly i blåskjell er godt under de øvre grenseverdiene som gjelder for sjømattrygghet.

### Arsen

I tilsynsprogrammet for skjell analyseres det både for totalarsen og uorganisk arsen, ettersom blåskjell kan forekomme med relativt stor andel av den mest giftige formen, uorganisk arsen, sammenlignet med annen sjømat. Tabell 9 viser resultater for både totalarsen og uorganisk arsen siden analysene for uorganisk arsen startet i 2005. Figur 12 viser hvordan konsentrasjonen av totalarsen og uorganisk arsen varierte mellom lokalitetene i 2010.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av totalarsen i blåskjell prøvetatt i 2010 var  $2,9 \pm 1,4$  mg/kg våtvekt (tabell 9). Dette var på nivå med eller litt lavere enn det som ble målt i 2008, 2007 og 2005 men noe høyere enn i 2001-2004, 2006 og 2009. Variasjonen i arsenkonsentrasjon i 2010 var fra 1,2 til 7,7 mg/kg våtvekt, og den høyeste konsentrasjonen ble målt i en prøve tatt ved en lokalitet på Sunnmøre i april. Maksimumskonsentrasjoner av totalarsen på opp mot 20 mg/kg våtvekt har vært målt tidligere, for eksempel i 1999 og 2007, og i 2008 var den høyeste konsentrasjonen på 9,0 mg/kg våtvekt.

I henhold til Klifs klassifiseringssystem for forurensning, er lokaliteter med konsentrasjoner av totalarsen i blåskjell mellom 1,5 og 4,5 mg/kg våtvekt moderat forurenset, og lokaliteter med konsentrasjoner mellom 4,5 og 15 mg/kg våtvekt regnes å være markert forurenset av arsen. Av totalt 61 blåskjellprøver analysert i 2010 hadde seks konsentrasjoner av totalarsen som tilsvarer markert forurenset, og 50 prøver hadde konsentrasjoner som tilsvarer moderat forurenset. Prøvene ble tatt ut ved 39 ulike lokaliteter langs hele kysten. Trolig er klassifiseringssystemet ikke tilpasset det naturlige nivået av totalarsen i blåskjell, og det tar ikke hensyn til hvilke kjemiske former arsenet foreligger i.

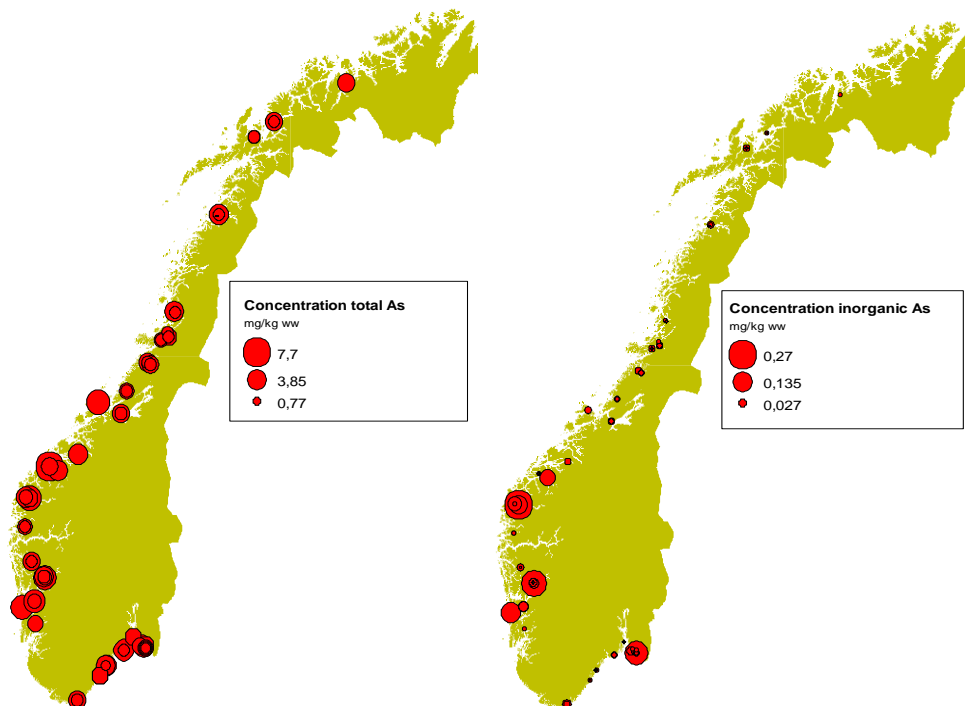
Ved vurdering av mattrygghet er hvilke kjemiske former arsenet foreligger i av vesentlig betydning, ettersom den uorganiske formen av arsen er mye giftigere enn de organiske formene. I 2010 varierte konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell fra <0,002 til 0,27 mg/kg våtvekt, og andelen uorganisk arsen av totalarsen varierte fra <0,06 til 11 % (tabell 12). Dette er høyere enn i 2009, men relativt lavt sammenlignet med tidligere år (2005-2008; tabell 12). De høyeste konsentrasjonene av uorganisk arsen som ble målt i 2010 var i blåskjell fra Sogn og Fjordane, Hordaland, Møre og Romsdal, samt en prøve fra Østfold

**Tabell 12. Annual concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (tAs) and inorganic arsenic (iAs) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in Norway during 2005-2010. Inorganic arsenic as percentage of total arsenic (% of tAs) is also shown. Means, minima and maxima are shown.**

Year	N	tAs (mg/kg ww)		iAs (mg/kg ww)		iAs (% of tAs)	
		mean	min - max	mean*	min - max	mean*	min - max
2010	61	2.94	1.2 - 7.7	0.031	<0.002 - 0.27	1.09	<0.06 - 11
2009	56	2,1	1.1 - 4,2	0.009	<0.002 - 0.046	0.44	<0.18 - 2,2
2008	61	3.2	1.0 - 9.0	0.071	<0.002 - 1.3	1.3	<0.07 - 17
2007	66 (65 <sup>†</sup> )	3.2	1.1 - 19	0.12	<0.002 - 3.8	1.5	<0.07 - 28
2006	87	2.2	1.3 - 4.4	0.043	<0.002 - 0.74	1.5	<0.07 - 21
2005	70	3.2	1.4 - 14	0.50	<0.002 - 5.8	7.5	<0.06 - 42

\*Means are based on upper bound LOQ.

<sup>†</sup>Number of analyses for inorganic arsenic.



**Figur 12. Concentrations (mg/kg wet weight) of total arsenic (left) and inorganic arsenic (right) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different localities along the Norwegian coast during 2010.**

(figur 12). De fleste av de høyeste konsentrasjonene av uorganisk arsen var i prøver av blåskjell tatt inne i fjorder på Vestlandet, bortsett fra den fra Østfold og en prøve fra kysten av Hordaland, og de opptrådte både vår og høst.

Uvanlig høye konsentrasjoner av uorganisk arsen har tidligere forekommet i enkeltprøver av blåskjell fra fjorder på Vestlandet, særlig i 2005 og 2007 (Sloth og Julshamn, 2008; Frantzen m.fl., 2008; Julshamn og Måge, 2006). Hva dette skyldes er ukjent, men det som går igjen er at de høye konsentrasjonene av uorganisk arsen kun har forekommet i blåskjell prøvetatt ved ulike lokaliteter inne i fjorder på Vestlandet, og forekomstene ser ut til å opptre uregelmessig og ved ulike årstider. Forekomst av uorganisk arsen i blåskjell er trolig knyttet til periodevis forekomst av uorganisk arsen i vannet som tas opp av planteplankton og andre organiske partikler som blåskjellene lever av (Neff, 1997). I perioder med mye avrenning fra land kan det i enkelte områder være mer uorganisk arsen i vannet enn ellers, og den sporadiske forekomsten i blåskjell kan skyldes at uorganisk arsen ikke akkumuleres i skjellene, men skilles raskt ut igjen. Det er viktig å fortsette å analysere uorganisk arsen i blåskjell for å øke kunnskapen om forekomsten av uorganisk arsen i norske blåskjell.

EU har ikke satt noen øvre grenseverdi verken for total arsen eller for uorganisk arsen. JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) foreslo i 1989 en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for inntak av uorganisk arsen på 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$  kroppsvekt/uke (WHO, 1989). Denne mengden uorganisk arsen ble antatt å kunne inntas hver uke gjennom hele livet uten negative konsekvenser for helsen. JECFA har nå trukket tilbake denne PTWI-verdien fordi det er vist at uorganisk arsen er mer kreftfremkallende enn tidligere antatt (WHO, 2011), men noen ny PTWI-verdi har ikke blitt foreslått. CONTAM-panelet, som er European Food Safety Authoritys (EFSA) ekspertgruppe på kontaminanter i mat, har også anbefalt at PTWI-verdien senkes, men vil vente med å gjøre en ny risikovurdering til det finnes mer data på innhold av uorganisk arsen i mat (EFSA, 2009). Likevel, resultat fra blåskjell for 2010 viser konsentrasjoner av uorganisk arsen som ikke bør gi grunn til bekymring: Den høyeste konsentrasjonen av uorganisk arsen i 2010 (0,27 mg/kg) ville ha gitt et ukentlig inntak av uorganisk arsen på kun 5,1 % av den tidligere PTWI-

verdien, hvis en person på 70 kg spiste ett måltid på 200 g blåskjell per uke. Det er liten grunn til å tro at en ny PTWI ville bli senket så mye at det vil endre risikobildet betydelig.

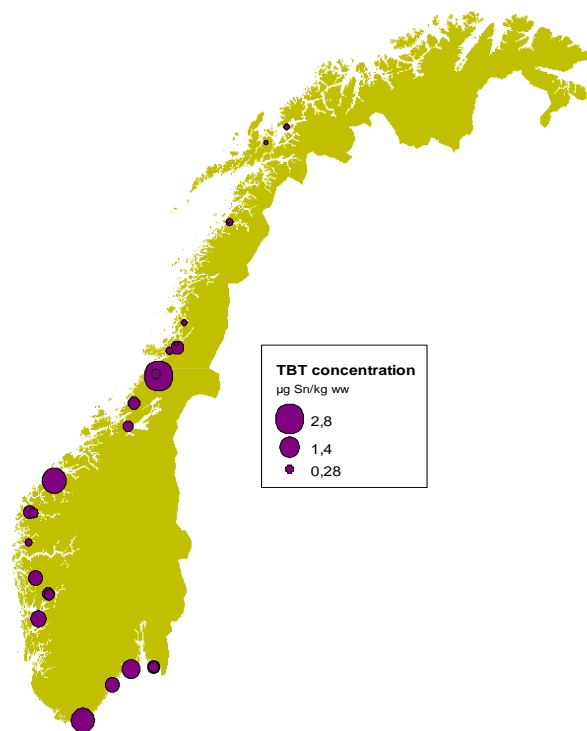
### *Tributyltinn (TBT)*

Resultatene gitt i tabell 13 og figur 13 viser konsentrasjoner av TBT i 24 prøver av blåskjell prøvetatt i august-september 2010. TBT er målt som konsentrasjonen av tinn bundet som TBT (mg Sn/kg våtvekt). Konsentrasjonen av TBT i blåskjell i 2010 varierte fra 0,10 til 2,8 µg Sn/kg våtvekt, som var relativt lavt og omtrent i samme område som i 2008 (tabell 13).

Den høyeste TBT-konsentrasjonen i 2010 ble målt ved en lokalitet i Nord-Trøndelag, etterfulgt av en lokalitet i Møre og Romsdal og en i Vest-Agder. TBT-konsentrasjoner i blåskjell lavere enn 100 µg TBT/kg tørrvekt eller rundt 16 µg TBT/kg våtvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Omregnet til TBT-tinn blir denne grensen 40 µg Sn/kg tørrvekt eller 6,7 µg Sn/kg våtvekt. Ifølge denne klassifiseringen var alle lokalitetene prøvetatt i 2010 ubetydelig eller lite forurenset av TBT. Det ble også målt konsentrasjoner av totaltinn, og andelen TBT-bundet tinn varierte fra 5,0 til 39 % (tabell 13).

**Tabell 13. Concentrations mean (min-max) of tributyl tin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast during 2006-2010. TBT concentrations are given as µg Sn/kg wet weight, and as percentage TBT-Sn of total tin (% of tSn) in samples where both TBT and tSn were >LOQ.**

Year	TBT (µg Sn/kg wet weight)		TBT-Sn (% of tSn)	
	N	Min-max	N	Min-max
2010	24	0.70 (0.10-2.8)	24	21 (5.0-39)
2009	26	0.25 - 11	6	0.28 - 50
2008	9	< 0.3 - 2.2	3	12 - 31
2007	31	< 1.0 - 7.4	6	14 - 67
2006	43	< 1.0 - 18		



**Figur 13. Concentration (µg Sn/kg wet weight) of tributyltin (TBT) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in different localities along the Norwegian coast during autumn 2010.**



## Metaller i kamskjell

Konsentrasjonene av metaller i kamskjell prøvetatt i 2010 i området rundt Frøya i Sør-Trøndelag og fra Namdal i Nord-Trøndelag er vist i tabell 14. Konsentrasjonene av metaller i samleprøver av muskel og rogn var generelt lave og innen samme område som tidligere år (tabell 14, tabell 15). Kvikksølv og bly viste maksimumskonsentrasjoner på henholdsvis 0,015 og 0,073 mg/kg våtvekt, og var dermed langt under EUs øvre grenseverdier for skjell i henholdsvis kvikksølv og bly på 0,5 og 1,5 mg/kg våtvekt. Kadmiumkonsentrasjonene i muskel og rogn av kamskjell var alle under grenseverdien på 1,0 mg/kg våtvekt, med konsentrasjoner fra 0,21 til 0,52 mg/kg våtvekt (tabell 14). Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell prøvetatt i 2010 var imidlertid på nivå med 2009 og noe høy sammenlignet med resultatene for perioden 2004 til 2008, med en middsverdi på 0,38 mg/kg våtvekt begge årene, og største middsverdi i perioden 2004 til 2008 på 0,30 mg/kg våtvekt, i 2004. Kamskjell prøvetatt i 2002 hadde gjennomsnittlig kadmiumkonsentrasjon på hele 0,68 mg/kg våtvekt, noe som trolig skyldes at skjellene da ble frosset hele før analyse, slik at muskel og rogn ble kontaminert med væske fra fordøyelseskjertelen. Fordøyelseskjertelen hos kamskjell har vist seg å kunne akkumulere relativt høye nivåer av kadmium (Julshamn m.fl., 2008), noe som har ført til kostholdsråd om å spise kun muskel og rogn av kamskjell (Mattilsynet, kostholdsråd juni 2008: <http://matportalen.no>). Også i 2009 ble hele kamskjell ved en feiltakelse frosset ned og tint før lukkemuskel og rogn ble tatt ut, og de relativt høye konsentrasjonene av kadmium som ble funnet dette året kan derfor skyldes en viss kontaminering fra fordøyelseskjertelen og må ikke tolkes som at det har skjedd en økning i kadmiuminnholdet i kamskjell. Det er ikke kjent at dette også skjedde i 2010.

Den totale arsenkonsentrasjonen i kamskjell i 2010 varierte fra 1,5 til 2,8 mg/kg våtvekt, og uorganisk arsen var under kvantifiseringsgrensen på 0,002 mg/kg våtvekt i alle prøvene (tabell 14). Tre kamskjellprøver prøvetatt høsten 2010 hadde konsentrasjoner av TBT fra 1,7 til 2,7 µg Sn/kg våtvekt (tabell 15).

## Metaller i østers

Tabell 16 viser resultat av metallanalyser for alle østersprøvene analysert i 2010. Syv av prøvene, seks tatt ut i 2009 og en tatt ut i 2010, ble tatt av Veterinærinstituttet (VI) i forbindelse med overvåkningsprogrammet for Bonamia og Marteiliose i østers, mens tre ble tatt ut i 2010 som en del av det ordinære tilsynsprogrammet. Det var ingen østersprøver analysert i 2010 som hadde konsentrasjoner av kvikksølv, bly eller kadmium over EUs og Norges øvre grenseverdier på henholdsvis 0,5, 1,5 og 1,0 mg/kg våtvekt. For kadmium var den høyeste konsentrasjonen 1,0 mg/kg våtvekt som er lik grenseverdien, og dette var en prøve tatt av VI ved en lokalitet i Hordaland i august 2009.

**Tabell 14 Element concentrations (mg/kg wet weight) in pooled samples of adductor muscle and gonad of great scallops (*Pecten maximus*) sampled at different localities during 2010. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic.**

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	iAs%
<b>EU's upper limit</b>				<b>1.0</b>		<b>0.5</b>	<b>1.5</b>			
<b>Sampling area</b>	<b>Month</b>									
Pakkeri i Namdal	Aug	0.34	14	0.43	0.013	0.010	0.018	1.9	<0.002	<0.11
Frøyfjorden	Apr	0.77	21	0.21	0.014	0.015	0.017	2.8	<0.002	<0.071
Gjæsingen-Grogna	Aug	0.39	21	0.44	0.024	0.012	0.073	1.8	<0.002	<0.11
Tarva, Hitra/Frøya	Aug	0.32	18	0.52	0.017	0.006	0.021	1.5	<0.002	<0.13
	Apr	0.96	24	0.30	0.038	0.011	0.014	2.6	<0.002	<0.077



Det har historisk vært registrert en del østersprøver med konsentrasjoner av kadmium noe over grenseverdien, og noen østersdyrkere har opplevd perioder med høsteforbud på grunn av kadmium. I figur 14 har vi sammenstilt resultater for kadmium i østers fra ulike lokaliteter undersøkt for Tilsynsprogrammet for skjell i perioden 2000 til 2010. Der ser vi at østers fra enkelte lokaliteter generelt ser ut til å ha høyere kadmiumkonsentrasjoner enn østers fra andre lokaliteter, og at de overskridelsene av grenseverdiene vi har sett har vært stort sett fra de samme lokalitetene. En lokalitet i Rauma, Møre og Romsdal skiller seg ut med store variasjoner i kadmiumkonsentrasjon, der tre av syv østersprøver har vært over grenseverdien mens resten har vært under. Se rapporten for 2009 for en mer inngående diskusjon om kadmium i østers (Frantzen m.fl., 2010).

Når det gjelder arsen varierte konsentrasjonene av totalarsen i østers i 2009-2010 fra 1,5 til 5,1 mg/kg våtvekt, og av dette var fra <0,002 til 0,030 mg/kg våtvekt uorganisk arsen (tabell 17). Arsenkonsentrasjonene i 2009-2010 var i samme område som tidligere år.

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

Element (mg/kg ww)		Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	As	Cr	TBT (µg Sn/kg)	TBT (% of Sn)
<b>EU's upper limit</b>				<b>1.0</b>		<b>0.5</b>	<b>1.5</b>				
<b>Year (N)</b>											
2010 (5)	mean	0.56	19.6	0.38	0.021	0.011	0.029	2.1	n.d.	2.23*	72.4*
	min	0.32	14	0.21	0.013	0.006	0.014	1.5		1.7	51
	max	0.96	24	0.52	0.038	0.015	0.073	2.8		2.7	93
2009 (6)	mean	0.62	21	0.38	0.047	0.01	0.02	2.8	n.d.		
	min	0.24	13	0.24	0.004	0.01	<0.01	2.0			
	max	0.84	28	0.50	0.10	0.01	0.04	4.4			
2008 (6)	mean	0.71	22	0.19	0.03	0.02	0.03	2.8	n.d.		
	min	0.37	15	0.14	0.01	0.01	0.01	1.6			
	max	1.2	32	0.27	0.05	0.02	0.05	3.8			
2007(6)	mean	0.72	19	0.15	0.027	0.01	0.04	3.43	n.d.		
	min	0.43	15	0.13	0.02	0.01	0.02	1.2			
	max	1.1	24	0.21	0.04	0.02	0.13	4.8			
2006 (1)		0.51	17	0.12	0.01	0.01	0.08	2.8	n.d.		
2005 (5)	mean	0.77	20	0.15	0.022	0.01	0.04	3.88	0.06		
	min	0.41	15	0.11	0.01	0.01	0.02	2.4	0.04		
	max	1.0	23	0.23	0.04	0.01	0.06	4.6	0.1		
2004 (2)	mean	0.90	23	0.30	0.025		0.04	4.1	0.18		
	min	0.69	19	0.24	0.02	<0.03	0.02	2.7	0.15		
	max	1.1	27	0.35	0.03		0.05	5.5	0.21		
2002 (2)	mean	0.81	25	0.68	0.045	0.01	0.07	2.5			
	min	0.77	24	0.60	0.03	0.01	0.06	2.4	<0.7		
	max	0.85	25	0.75	0.06	0.01	0.07	2.6			
2001 (2)	mean	1.08	19	0.25	0.025	0.02	0.03	2.40	0.12		
	min	0.90	14	0.20	0.01	0.01	0.02	2.0	0.10		
	max	1.3	23	0.30	0.04	0.02	0.04	2.8	0.13		

\*N = 3

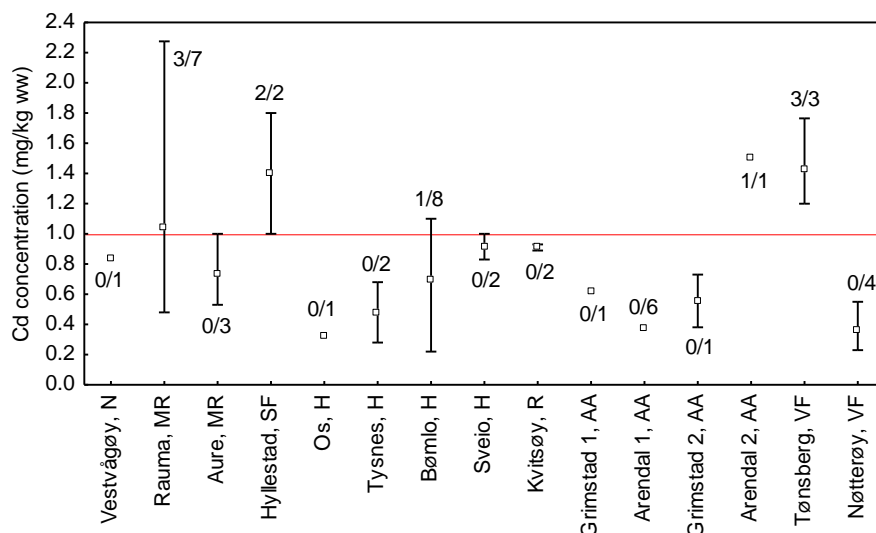
Det er spesielt mye sink, sølv og til dels kobber i østers sammenlignet med de andre artene som analyseres på hel innmat (blåskjell, oskjell), noe som gjør østers til en spesielt god kilde for de essensielle grunnstoffene kobber og sink.

**Tabell 16. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2009-2010. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic. Remarks: VI: Samples taken by the Veterinary institute in connection with the Bonamia and Martelliose programme. FSA: Samples taken by the Food Safety Authority for the ordinary monitoring programme.**

Element (mg/kg ww)	Remark	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se	
EU's upper limit				1.0		0.5	1.5				
Locality	Month-year										
Arendal	Oct-09	VI	42	390	0.39	0.87	0.019	0.053	2.7	0.010	0.80
Langestrand	Jun-09	VI	30	450	0.37	0.95	0.015	0.066	1.6	0.005	0.62
Veierland (ville)	Jun-09	VI	17	260	0.32	0.29	0.017	0.050	1.5	0.03	0.39
	Oct-09	VI	18	370	0.34	0.51	0.013	0.086	2.7	0.011	0.76
	Apr-10	VI	16	200	0.23	0.34	0.011	0.041	1.5	0.007	0.43
Agapollen	Jun-09	VI	25	770	0.70	0.74	0.008	0.041	2.0	0.010	0.66
	Nov-09	VI	23	330	0.22	0.27	0.010	0.028	2.3	0.024	0.46
Trettøy	Aug-09	VI	11	580	1.0	0.76	0.013	0.034	2.5	0.006	0.95
	Feb-10	FSA	7.1	370	0.83	0.69	0.031	0.062	4.5	0.007	1.0
Kvitsøy	Apr-10	FSA	9.6	350	0.93	0.59	0.023	0.050	5.1	<0.002	1.0
	Aug-10	FSA	8.9	350	0.89	0.53	0.014	0.037	1.9	0.003	0.91

**Tabell 17. Element concentrations (mg/kg wet weight) measured in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled in various localities in 2006-2008. tAs denotes total arsenic, while iAs denotes inorganic arsenic. Mean and range (min-max) are shown for each year.**

Element (mg/kg ww)	Cu	Zn	Cd	Ag	Hg	Pb	tAs	iAs	Se	
EU's upper limit			1.0		0.5	1.5				
Year (n)										
2010	mean	10.4	318	0.72	0.54	0.020	0.048	3.3	0.84	
(4)	min-max	7.1-16	200-370	0.23-0.93	0.34-0.69	0.011-0.031	0.037-0.062	1.5-5.1	<0.002 - 0.007	0.43-1.0
2009	mean	24	450	0.48	0.63	0.013	0.051	2.2	0.014	0.66
(7)	min-max	11-42	260-770	0.22-1.0	0.27-0.95	0.008-0.019	0.028-0.086	1.5-2.7	0.005-0.030	0.39-0.95
2008	mean	38	984	0.75	1.9	0.014	0.07	1.9	0.009	0.52
(7)	min-max	13-58	400-1500	0.32-1.3	0.92-2.9	0.1-0.02	0.04-0.11	1.3-2.8	0.006-0.017	0.28-0.83
2008 (1)		11	370	1.0	0.78	0.020	0.05	3.3	0.008	0.63
2007	mean	19.8	585	0.89	1.0	0.019	0.07	2.7		0.81
(14)	min-max	2.5-44	320-1200	0.53-1.5	0.45-1.4	0.01-0.03	0.02-0.17	1.5-5.4	<0.002-0.071	0.39-1.5
2006	mean	41.8	715	1.34	1.5	0.033	0.11	4.9	0.004	2.2
(4)	min-max	17- 80	220-1600	0.38-2.3	0.64-2.8	0.01-0.06	0.03- 0.21	1.7-11	0.002-0.008	0.71-4.5



**Figur 14. Concentrations of cadmium in European flat oysters (*Ostrea edulis*) sampled during the years 2000-2010 at different localities in Norway. Mean, minimum and maximum values are given for each locality, as well as the number of samples exceeding the EU's upper limit for bivalves/ the total number of samples analysed. The red line indicates EU's upper limit for cadmium in bivalves.**

## Metaller i taskekrabbe

I 2010 ble det tatt ut 14 samleprøver av villfanget taskekrabbe fra Saltenområdet og fem samleprøver fra kysten av Vestlandet som ble analysert for metaller i både brunmat og klokjøtt. Resultatene er oppsummert i tabell 18, mens konsentrasjonene av kadmium for hver enkelt lokalitet hvor det ble tatt prøver er vist i figur 15 og figur 16.

Blant krabbeprovne tatt ut i 2010 var det tre prøver av krabbeklokjøtt som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdi som gjelder kadmium i krepsdyr på 0,5 mg/kg våtvekt, og disse hadde konsentrasjoner på henholdsvis 0,57, 0,69 og 1,1 mg/kg våtvekt. Alle disse tre prøvene ble tatt ut i Saltenområdet i juni (figur 16). Av prøvene tatt ut i Hordaland og Sogn og Fjordane i oktober-november var det ingen som oversteg den ovennevnte grenseverdien, og her var den høyeste konsentrasjonen av kadmium i klokjøtt kun 0,15 mg/kg våtvekt (figur 15). Gjennomsnitt  $\pm$  SD av kadmiumkonsentrasjon i klokjøtt for Salten og Vestlandet var henholdsvis  $0,33 \pm 0,29$  og  $0,067 \pm 0,067$  mg/kg våtvekt.

Konsentrasjonen av kadmium i brunmat av taskekrabbe var betydelig høyere enn i klokjøtt og varierte fra 0,97 til 19 mg/kg våtvekt. Også for brunmat var det betydelig høyere konsentrasjon av kadmium i krabbe fra Salten sammenlignet med krabbe fanget på Vestlandet, med gjennomsnittlige konsentrasjoner  $\pm$  SD på henholdsvis  $11,3 \pm 4,9$  og  $3,9 \pm 2,3$  mg/kg våtvekt. Brunmat av krabbe akkumulerer generelt relativt mye kadmium og er derfor unntatt for EUs og Norges øvre grenseverdi som gjelder for kadmium i krepsdyr. Mattilsynet fraråder imidlertid kvinner i fruktbar alder og barn å spise brunmat av krabbe på bakgrunn av at brunmat av krabbe også kan akkumulere relativt mye dioksiner og dioksinlignende PCB.

Også tidligere i Tilsynsprogrammet for skjell har det blitt registrert relativt høye konsentrasjoner av kadmium i brunmat av taskekrabbe, men konsentrasjonene som ble målt i Salten i 2010 var spesielt høye, og det gjaldt også klokjøttprøvene. Prøvene som ble tatt ut på Vestlandet viste konsentrasjoner mer i samme område som det som har blitt målt tidligere. På bakgrunn av disse kadmiumresultatene har Mattilsynet gitt kostholdsrad for alle mot å spise

brunmat av taskekrabbe fanget i området mellom Saltenfjorden og Folda, og om å begrense inntaket av krabbeklokkjøtt fra det samme området (<http://www.matportalen.no>).

Konsentrasjonen av tungmetallene bly og kvikksølv i krabbeprovne var godt under EUs øvre grenseverdier (0,5 mg/kg våtvekt for både bly og kvikksølv) og befant seg for det meste i samme område som det som ble funnet i 2009 og 2007 (tabell 18). To prøver av brunmat hadde blykonsentrasjoner som var relativt høye sammenlignet med andre prøver. Det var krabbeprovner fra lokalitetene Helligvær og Fugløya i Salten som hadde blykonsentrasjoner på henholdsvis 0,19 og 0,23 mg/kg våtvekt. Helligvær var en av de lokalitetene som også hadde høy konsentrasjon av kadmium.

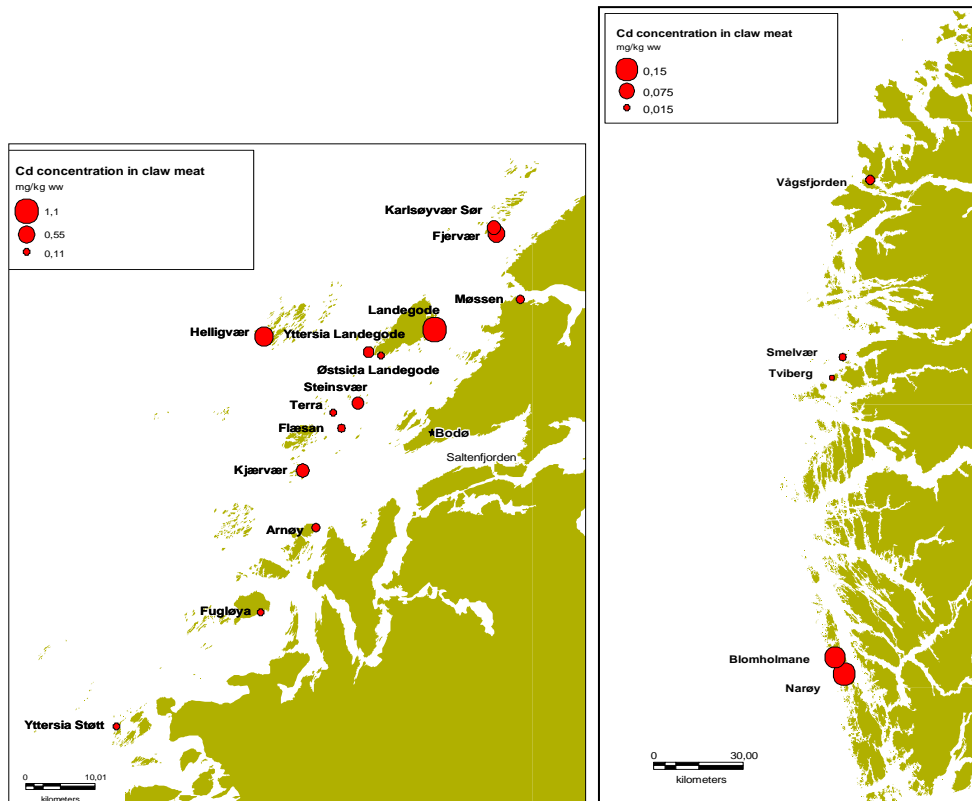
Konsentrasjonene av totalarsen i både klokkjøtt og brunmat av krabbe var som tidligere år høye, med gjennomsnittskonsentrasjoner (min-maks) på henholdsvis 20 (9,0-36) og 15 (5,0-30) mg/kg våtvekt (tabell 18). Det ble ikke målt uorganisk arsen i krabbe i 2010, men tidligere har det vært vist at praktisk talt alt arsen i krabbe er organisk bundet og altså ikke et problem i forhold til mattrygghet.

Det er mange ubesvarte spørsmål om fremmedstoffer i krabbe, og da spesielt kadmium og dioksiner og dioksinlignende PCB. I 2011 vil det bli gjennomført en større undersøkelse av både metaller og organiske fremmedstoffer i taskekrabbe, med 475 prøver av individuelle krabber som skal prøvetas ved 48 ulike posisjoner fra Svenskegrensa til Vesterålen.

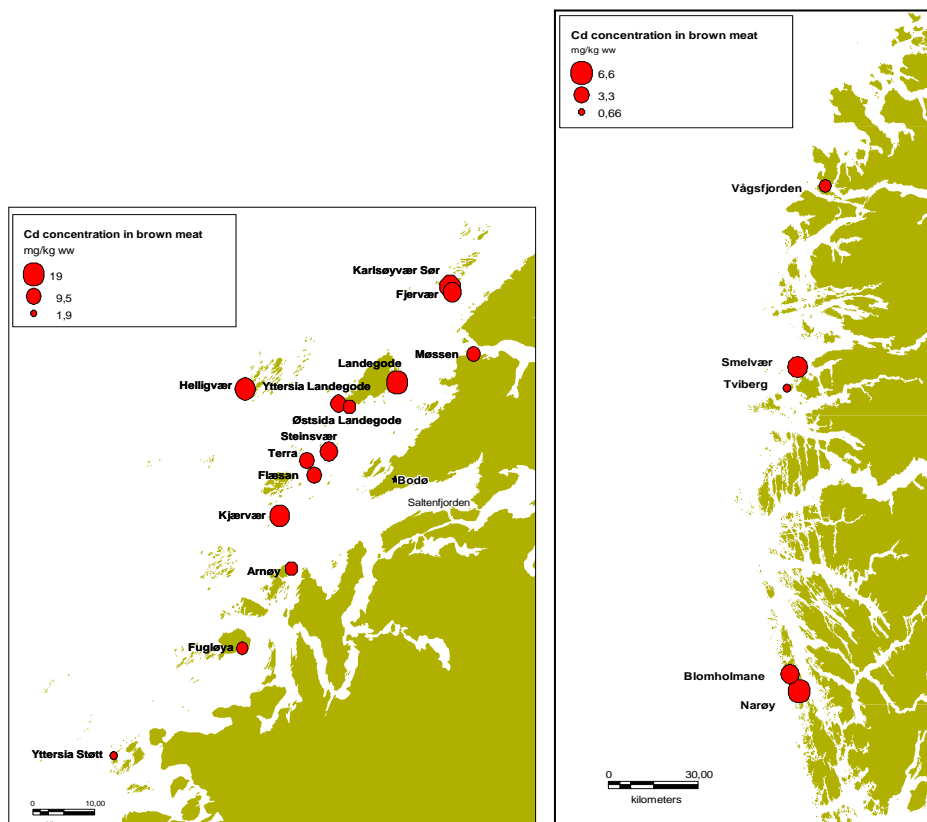
**Tabell 18. Concentrations (mg/kg wet weight) of metals in wild caught edible crab (*Cancer pagurus*) sampled in 2010, 2009 and 2007. Means, minima and maxima are given for pooled samples of claw meat and brown meat, respectively. tAs = total arsenic, iAs = inorganic arsenic.**

Year	Element		Cu	Zn	Se	Ag	Cd	Hg	Pb	Sn	tAs	iAs
			EUs øvre grenseverdi*				0.5	0.5	0.5			
2010	Brunmat (n=19)	snitt	23	34	1.4	0.75	9.4	0.058	0.056		14.8	-
		min	9.6	17	0.73	0.31	0.97	0.018	0.022	<0.01	5.0	-
		maks	48	51	2.2	1.8	19	0.23	0.13	0.016	30	-
2010	Klo (n=19)	snitt	7.1	72	1.0	0.29	0.26		0.078		19.7	-
		min	3.0	45	0.68	0.18	0.010	<0.01	0.043	<0.01	9.0	-
		maks	12	102	1.6	0.43	1.1	0.022	0.14		36	-
2009	Brunmat (n=2)	snitt	22	33	1.3	0.48	5.6	0.04	0.04		15.5	0.042
		min	21	28	1.2	0.46	5.2	0.03	0.04	<0.01	15	0.018
		maks	24	38	1.4	0.50	6.1	0.05	0.04	0.02	16	0.066
2009	Klo (n=2)	snitt	8.8	37	0.93	0.25	0.14	0.01	0.05		22	
		min	7.8	61	0.86	0.24	0.05-	0.01	0.03	<0.01	18	<0.002
		maks	10	73	1.0	0.25	0.22	0.01	0.06	0.01	26	
2007	Brunmat (n = 5)	snitt	14	58	2.7	0.72	1.1	0.041	0.049		19	0.041
		min	13	41	2.2	0.48	0.38	0.026	0.033	<0.01	14	0.009
		maks	18	65	3.1	1.3	2.5	0.087	0.094		24	0.13
2007	Klo (n = 7)	snitt	6.1	69	1.2	0.34	0.016	0.025	0.11		16	0.008
		min	1.9	66	0.81	0.15	0.008	0.011	0.080	<0.01	10	0.003
		maks	11	72	1.5	0.67	0.023	0.088	0.17		22	0.023

\*Grenseverdien omfatter ikke brunmat av krabbe



Figur 15. Concentrations of cadmium (mg/kg ww) in claw meat of the edible crab, *Cancer pagurus*, in the Salten area in June-August 2010 (left map) and on the west coast of Norway (Hordaland and Sogn og Fjordane) in October - November 2010 (right map).



Figur 16. Concentrations of cadmium (mg/kg ww) in brown meat of the edible crab, *Cancer pagurus*, sampled in left: the Salten area in June-August 2010 and right: The west coast of Norway.

**PCB<sub>7</sub>**

I tilsynsprogrammet for skjell 2010 ble det analysert for PCB<sub>7</sub> i til sammen 24 blåskjellprøver, tre kamskjellprøver og en østersprøve prøvetatt om høsten. PCB<sub>7</sub> er summen av seks kongener av ikke-dioksinlignende PCB (PCB-28, 52, 101, 138, 153, 180) og en kongener av dioksinlignende PCB (PCB-118). PCB<sub>7</sub> benyttes ofte som indikator for total PCB-belastning. Summen PCB<sub>7</sub> beregnes her både ved ”lower bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik null) og ”upper bound LOQ” (verdier under LOQ settes lik LOQ).

**PCB<sub>7</sub> i blåskjell, kamskjell og østers**

Konsentrasjonene av de ulike PCB-kongenerne og PCB<sub>7</sub> i blåskjell, kamskjell og østers prøvetatt i 2010 er oppsummert i tabell 19, og resultatene for hver av de 28 lokalitetene er vist i figur 17. I blåskjell varierte summen av PCB<sub>7</sub> fra 0,33 til 2,1 µg/kg våtvekt med et gjennomsnitt på 0,70 µg/kg våtvekt. Det var kongenerne PCB-153 og PCB-138 som dominerte, med gjennomsnittskonsentrasjoner på henholdsvis 0,20 og 0,23 µg/kg våtvekt (tabell 19).

I 2010 var kvantifiseringsgrensene (LOQ) for analysemetoden lavere enn tidligere, som betyr at flere ulike kongener viste kvantifiserbart resultat. For blåskjell var det kun PCB-28 og PCB-180 der noen få prøver viste konsentrasjoner under LOQ. Fordi mange prøver tidligere har vist konsentrasjoner under LOQ, er det vanskelig å sammenligne med resultater fra tidligere år. Men for blåskjell var maks-konsentrasjonen i 2010 høyere enn de fleste tidligere år, med unntak av 2006, da maks-konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> var på hele 4,7 µg/kg våtvekt (tabell 19). PCB-konsentrasjoner i blåskjell er generelt lave og i samme størrelsesorden som hos mager fisk ([www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)).

Den høyeste konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> som ble målt i blåskjell i 2010 på 2,1 µg/kg våtvekt ble målt i en prøve fra Mellesdalsundet i Hordaland, og den nest høyeste på 1,3 µg/kg våtvekt ble målt i en prøve fra Børrestadbukta i Vestfold, tett fulgt av to andre prøver fra Skagerrakkysten (figur 17). De laveste konsentrasjonene av PCB<sub>7</sub> i blåskjell ble målt i prøver fra Hordaland (Bukken), Troms og Nordland. Lokaliteter der blåskjell har PCB<sub>7</sub>-konsentrasjon under 4 µg/kg våtvekt klassifiseres av Klif som ubetydelig til lite forurenset (Molvær, 1997). I henhold til Klifs klassifisering er altså alle lokaliteter undersøkt for PCB<sub>7</sub> i blåskjell i 2010 ubetydelig eller lite forurenset av PCB<sub>7</sub>.

De tre kamskjellprøvene (muskel og rogn) som ble analysert for PCB<sub>7</sub> i 2010 hadde alle svært lave konsentrasjoner av PCB<sub>7</sub> (tabell 19), med 0,05 µg/kg våtvekt som den høyeste konsentrasjonen.

Østersprøven som ble analysert for PCB<sub>7</sub> i 2010 hadde en konsentrasjon av PCB<sub>7</sub> på 0,77 µg/kg våtvekt. Prøven ble tatt ut i Rogaland i august.

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

I 2010 ble det analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB i 24 prøver av blåskjell, tre prøver av kamskjell og en prøve av østers tatt ut om høsten. Gruppen ”dioksiner” omfatter syv ulike dioksiner (PCDD) og ti ulike furaner (PCDF), mens dioksinlignende PCB (dl-PCB) omfatter fire kongener av non-orto PCB og åtte kongener av mono-orto PCB. Siden disse stoffgruppene består av mange forbindelser med ulik giftighet blir konsentrasjonene av hver forbindelse regnet om til toksiske ekvivalenter (WHO-1998-TE) før de kan summeres. Summene er beregnet med ”upper bound LOQ”, det vil si at verdier under kvantifiseringsgrensen er satt lik kvantifiseringsgrensen.

**Tabell 19. Concentration range ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight; mean (min-max)) of the PCB-congeners PCB-28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180, as well as sum PCB<sub>7</sub> in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2010 and earlier. Results for previous years for horse mussels (*Modiolus modiolus*), cockles (*Cerastoderma edule*) and the common whelk (*Buccinum undatum*) are also shown.**

Compound ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww)			PCB-28	PCB-52	PCB-101	PCB-118	PCB-138	PCB-153	PCB-180	Sum PCB <sub>7</sub> <sup>1)</sup>	Sum PCB <sub>7</sub> <sup>2)</sup>
Species	Year	N									
Blue mussel	2010	24	<0.01-0.08	0.04 (0.01-0.18)	0.10 (0.04-0.38)	0.086 (0.04-0.30)	0.20 (0.10-0.54)	0.23 (0.11-0.60)	<0.01-0.03	0.70 (0.33-2.1)	0.70 (0.34-2.1)
	2009	27	<0.06-0.07	<0.09-0.10	<0.09-0.17	<0.09-0.17	<0.12-0.35	<0.09-0.35	<0.15	<LOQ-1.1	<0.69-1.3
	2008	9	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12-0.30	<0.09-0.43	<0.15	<LOQ-0.74	<0.69-1.2
	2007	32	<0.06	<0.09	<0.09-0.14	<0.09-0.13	<0.12-0.20	<0.09-0.21	<0.15	<LOQ-0.64	
	2006	43	<0.06-0.63	<0.09-0.29	<0.09-0.62	<0.09-0.55	<0.12-1.7	<0.09-1.7	<0.15	<0.10-4.7	
	2005	35	<0.06	<0.09	<0.09-0.20	<0.09-0.18	<0.12-0.36	<0.09-0.33	<0.15		
	2004	32	0.03 $\pm$ 0.02	0.02 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.05	0.05 $\pm$ 0.03	0.18 $\pm$ 0.11	0.20 $\pm$ 0.13	<LOQ	0.56 $\pm$ 0.34	
	2003		0.02	0.05	0.13	0.10	0.17	0.17	<LOQ	0.65	
Oyster	2010	1	0.01	0.02	0.08	0.08	0.25	0.33	0.01	0.77	0.77
	2008	1	<0.06	<0.09	0.18	0.20	0.18	0.15	<0.15	0.72	0.86
	2007	1	<0.06	<0.09	0.22	<0.09	0.33	0.48	<0.15	1.0	
Scallop	2010	3	<0.01-0.01	<0.01-0.01	0.01-0.01	0.01-0.01	0.01-0.02	0.01-0.02	<0.01-0.01	0.04-0.05	0.07-0.09
	2009	3	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	<0.09	<0.15	<LOQ	<0.69
	2007	4	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	<0.09	<0.15	<LOQ	<0.69
	2006	1	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	0.12	0.09	<0.15	0.21	0.69
	2004	2	0.01 (<0.01-0.01)	0.01 (<0.01-0.02)	0.01	0.01	0.02 (0.02-0.03)	0.10 (0.02-0.19)	<LOQ	0.16	
2003		0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.04	<LOQ	0.13		
Horse mussel	2007	2	<0.06	<0.09-0.21	<0.09-0.32	<0.09-0.30	<0.12-0.52	<0.09-0.49	<0.15	0.12-1.9	
Cockle	2007	1	<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	<0.09	<0.15	<LOQ	<0.69
Common whelk	2006		<0.06	<0.09	<0.09	<0.09	<0.12	0.15	<0.15		

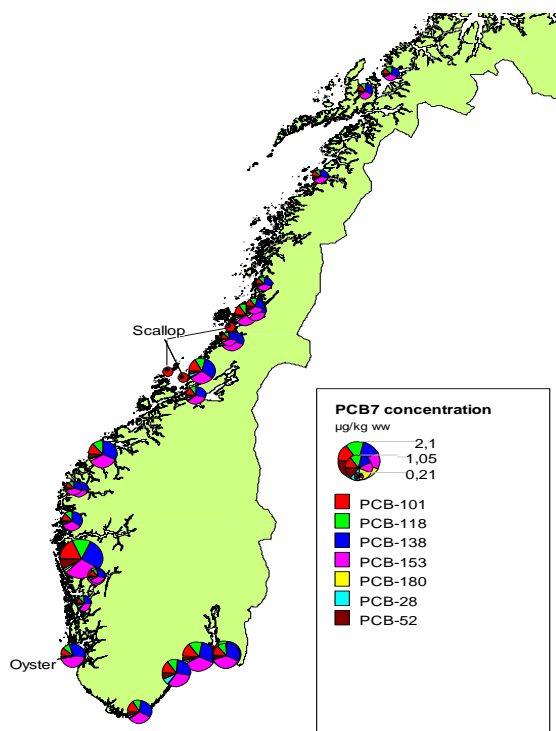
1) Lower bound LOQ

2) Upper bound LOQ

## PCDD/PCDF og dl-PCB i blåskjell og kamskjell

Blåskjell prøvetatt i 2010 hadde gjennomsnittlig konsentrasjon av sum dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F + dl-PCB) på 0,26 ng TE/kg våtvekt, med konsentrasjonsområde fra 0,16 til 0,44 ng TE/kg våtvekt (tabell 20). Nivået var i samme område som i 2009 og noe høyere enn prøver analysert fra 2003 til 2008. Konsentrasjonene var godt under EUs og Norges øvre grenseverdier for PCDD/F på 4 ng TE/kg våtvekt og PCDD/F+dl-PCB på 8 ng TE/kg våtvekt.





**Figur 17. Concentrations of PCB<sub>7</sub> (µg/kg wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled at different sites in 2010. The pie size indicate the total PCB<sub>7</sub> concentration, while the pie slices of different colours indicate the relative contribution of the different PCB congeners, where only concentrations ≥ LOQ are included.**

Figur 18 viser hvordan konsentrasjonen av ulike kongener av PCDD/F og dl-PCB varierte mellom de 24 blåskjell-lokalitetene prøvetatt høsten 2010. Den høyeste konsentrasjonen av PCDD/F+dl-PCB i blåskjell ble funnet i en prøve fra Nord-Trøndelag, tett fulgt av en prøve fra Vest-Agder, mens den laveste konsentrasjonen ble målt i en prøve fra Nordland. Av de fire hovedgruppene av dioksiner og dioksinlignende PCB var det dioksiner (PCDD) som bidro mest til summen av PCDD/F og dl-PCB i blåskjell (tabell 20), og av disse var det 2,3,7,8-TCDD og 1,2,3,7,8-PeCDD som dominerte (figur 18). PCB-126 utgjorde også en betydelig andel av totalsummen. Det forholdsvis høye innslaget av PCDD i blåskjell ble også observert i 2009, men ikke tidligere (tabell 20).

Konsentrasjonene av PCDD/F og dl-PCB i kamskjell var svært lave, med høyeste sum PCDD/F+dl-PCB på 0,11 ng TE/kg våtvekt (tabell 20). Østersprøven analysert i 2010 hadde den høyeste konsentrasjonen av PCDD/F+dl-PCB av alle prøvene, med 0,76 ng TE/kg våtvekt. Også i østers var det PCDD som dominerte, med størst konsentrasjon av 1,2,3,7,8-PeCDD fulgt av 2,3,7,8-TCDD (figur 18).

Klif klassifiserer lokaliteter med konsentrasjon av sum PCDD/F i blåskjell under 0,2 ng TE/kg våtvekt som ubetydelig til lite forurenset og fra 0,2 til 0,5 ng TE/kg våtvekt som moderat forurenset av dioksiner. Ut fra denne klassifiseringen var det seks ulike lokaliteter som kom i kategorien moderat forurenset: Tre lokaliteter i Nord-Trøndelag, en i Nordland, en i Hordaland, samt en i Vest-Agder.

**Tabell 20. Concentrations (ng WHO-1998-TEQ/kg wet weight) of dioxins (PCDD), furans (PCDF), non-ortho PCB and mono-ortho PCB and the total sum (PCDD/F+dl-PCB) in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2010 and previous years. Concentrations are given as upper bound LOQ.**

Compound (ng TEQ/kg ww)			PCDD	PCDF	Non-ortho PCB	Mono-ortho PCB	PCDD/F + dl-PCB	
Species	Year	N	-----ng TEQ/kg wet weight-----					
Blue mussels	2010	24	Mean	0.13	0.047	0.058	0.019	0.26
			Min-max	0.07-0.31	0.02-0.12	0.03-0.11	0.01-0.05	0.16-0.44
	2009	27	Mean	0,14	0,037	0,053	0,015	0,24
			Min-max	0,06-0,63	0,02-0,10	0,03-0,09	0,01-0,03	0,15-0,71
	2008	9	Mean	0.02	0.03	0.06	0.02	0.12
			Min-max	0.01-0.03	0.02-0.07	0.04-0.09	0.01-0.03	0.08-0.20
	2007	30	Mean	0.06	0.03	0.06	0.02	0.16
			Min-max	0.02-0.16	0.01-0.08	0.03-0.14	0.01-0.03	0.08-0.26
	2006	43	Mean	0.06	0.03	0.07	0.01	0.17
			Min-max	0.01-0.15	0.01-0.09	0.01-0.11	0.01-0.08	0.08-0.34
	2005	30	Mean	0.07	0.04	0.08	0.01	0.20
			Min-max	0.02-0.19	0.01-0.11	0.01-0.15	0.01-0.04	0.05-0.49
	2004	33	Mean	0.03	0.05	0.09	0.02	0.17
			Min-max	0.01-0.10	0.02-0.10	0.04-0.16	0.01-0.04	0.06-0.32
2003	16	Mean	0.02	0.05	0.08	0.03	0.15	
		Min-max	0.01-0.04	0.01-0.11	0.01-0.15	0.01-0.05	0.04-0.35	
Scallops	2010	3	Mean					
			Min-max					
	2009	3	Mean	0,07	0,02	0,01	0,005	0,10
			Min-max	0,06-0,09	0,01-0,02	0,003-0,01	0,001-0,01	0,08-0,12
Oysters	2010	1	0.52	0.13	0.09	0.02	0.76	
	2008	1	0.19	0.07	0.07	0.02	0.35	
	2007	1	0.12	0.10	0.07	0.03	0.32	

### ***Polybromerte flammehemmere PBDE***

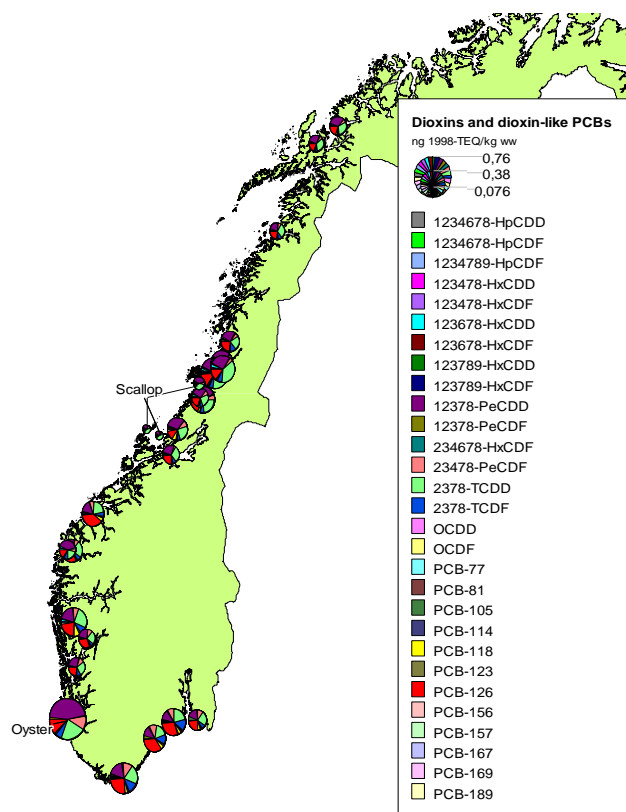
Av de bromerte flammehemmerne ble det i 2010 analysert for PBDE (polybromerte difenyletere) i 24 prøver av blåskjell, tre prøver av kamskjell og en prøve av østers.

Sum PBDE er summen av syv ulike PBDE-kongenere, PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 183. Sum PBDE er i denne rapporten beregnet både ved "lower bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik null) og "upper bound LOQ" (verdier under LOQ settes lik LOQ). I teksten er alle verdier gitt som "lower bound LOQ".

### **PBDE i blåskjell, kamskjell og østers**

Konsentrasjonen av sum PBDE i blåskjell i 2010 varierte fra 0,01 til 0,27 µg/kg våtvekt, med et gjennomsnitt på 0,083 µg/kg våtvekt, som er noe høyere enn i tidligere år (tabell 21). 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, og noe lavere enn filet av fet fisk som makrell og sild ([www.nifes.no/sjømadata](http://www.nifes.no/sjømadata)). Dette er relativt lave nivåer.



**Figur 18. Concentrations (ng WHO-1998-TEQ/kg wet weight) of different congeners of dioxins (PCDD/F) and dioxin-like PCBs (dl-PCB) in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled at different localities in Norway in 2010. Pie size represents the total concentration of PCDD/F+dl-PCB, while the pie slices of different colours represent each congener as shown.**

Figur 19 viser hvordan konsentrasjonen av PBDE i blåskjell varierte mellom de 24 lokalitetene som ble prøvetatt høsten 2010. Den høyeste konsentrasjonen ble målt i blåskjell fra en lokalitet i Hordaland hvor også PCB<sub>7</sub> var høyest og PCDD/F+dl-PCB var nesthøyest. Den laveste konsentrasjonen av sum PBDE ble målt i blåskjell fra Sogn og Fjordane.

Det var generelt PBDE-47 som var den dominerende PBDE-kongeneren i blåskjell, med opp til 60 % av sum PBDE ("lower bound"), etterfulgt av PBDE-99 og 100 (tabell 21; figur 19). Også i fiskefilet er det som regel PBDE-47 som dominerer, men her er generelt andelen PBDE-47 høyere, med noen få unntak.

Konsentrasjonene av PBDE i tre prøver av kamskjell prøvetatt i 2010 er også vist i tabell 21. De fleste kongenerne var under LOQ i de tre prøvene, og største konsentrasjon av sum PBDE var 0.002 µg/kg våtvekt. Østersprøven hadde konsentrasjon av sum PBDE på 0.054 µg/kg våtvekt, dominert av PBDE-47 med 0.02 µg/kg våtvekt.

### **Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)**

I 2010 ble det som tidligere analysert for 13 ulike PAH-forbindelser i 24 prøver av blåskjell, tre prøver av kamskjell og en prøve av østers prøvetatt om høsten. Dessuten ble det våren 2010 tatt ut prøver av blåskjell som ble analysert for PAH som en oppfølging etter "Full City"-forliset ved Langesund. De ulike forbindelsene har ulik giftighet, og benzo(a)pyren (BaP) er en kreftfremkallende PAH-forbindelse som brukes som en indikator på PAH-belastning. EU og Norge har satt en øvre grenseverdi for BaP i skjell på 10 µg/kg våtvekt, mens grenseverdien gjelder for fiskefilet er på bare 2 µg/kg våtvekt.

**Tabell 21. Mean concentration and range ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) for each PBDE congener, sum of all seven PBDEs (sum PBDE) and total HBCD in mussels (*Mytilus edulis*, *M.e.*), scallops (*Pecten maximus*, *P.e.*) and oysters (*Ostrea edulis*, *O.e.*) sampled in 2006-2010. Number of samples is shown in brackets.**

Compound ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ww)		PBDE							sum PBDE <sup>a)</sup>	sum PBDE <sup>b)</sup>	HBCD
Species	Year (n)	28	47	99	100	153	154	183			
<i>M.e.</i>	2010 (24)	<0.004- 0.005	0.046 0.16	0.019 0.05	0.013 0.04	<0.001- 0.004	0.001- 0.01	<0.002- 0.003	0.083 0.26	0.087 0.27	
	2009 (27)	<0.001- 0.007	<0.001- 0.066	<0.001- 0.020	<0.001- 0.004	<0.001- 0.037	<0.001- 0.004	<0.001- 0.023	0.021- 0.14	0.024- 0.14	
	2008 (9)	0.006- 0.026	0.014- 0.067	0.002- 0.042	0.001- 0.022	<0.001- 0.007	0.001- 0.008	0.001- 0.046	0.038- 0.14	0.039- 0.14	<0.20
	2007 (32)	<0.001- 0.036	0.008- 0.079	<0.001- 0.077	<0.001- 0.029	<0.001- 0.068	<0.001- 0.019	<0.001- 0.023	0.014- 0.19		<0.20- 0.34
	2006 (43)	<0.001- 0.18	0.010- 0.091	<0.001- 0.11	<0.001- 0.044	<0.001- 0.15	<0.001- 0.005	<0.001- 0.031	0.010- 0.22		<0.20- 0.26
<i>P.m.</i>	2010 (3)	<0.001	<0.001- 0.002	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	<LOQ- 0.002	0.01- 0.01	
	2009 (3)	<0.001- 0.001	<0.001- 0.006	<0.001- 0.002	<0.001- 0.003	<0.001- 0.003	<0.001- 0.001	<0.001- 0.003	0.009- 0.010	0.012- 0.013	
<i>O.e.</i>	2010	0.003	0.02	0.01	0.01	0.001	0.002	<0.002	0.054	0.056	
	2008 (1)	0.008	0.034	0.011	0.007	<0.001	0.005	0.005	0.070	0.071	<0.20
	2007 (1)	0.014	0.010	<0.001	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	0.032	0.036	<0.20

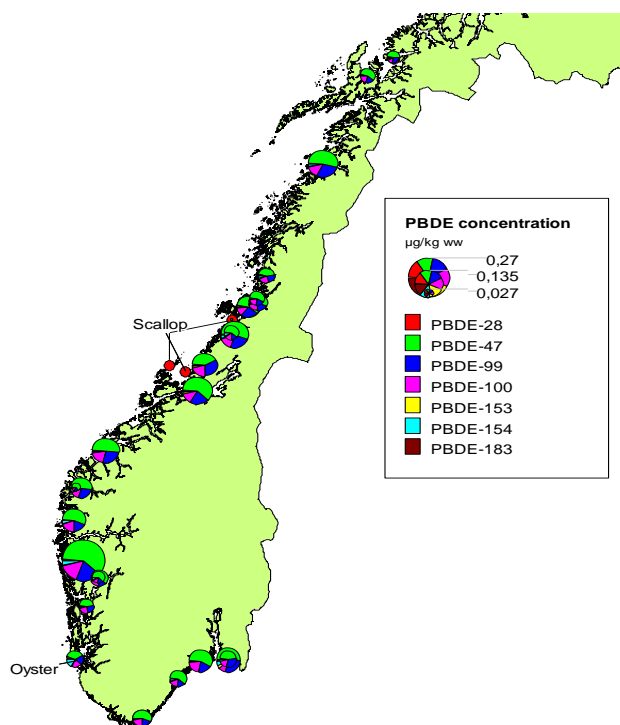
a) Lower bound LOQ: Konsentrasjoner < LOQ er satt lik null.

b) Upper bound LOQ: Konsentrasjoner < LOQ er satt lik LOQ.

## PAH i blåskjell, kamskjell og østers

Resultat av PAH-analyse av blåskjell tatt ut våren 2010 som en oppfølging etter ”Full City”-forliset i august 2009, samt høsten 2010 i forbindelse med det ordinære tilsynsprogrammet, er vist i tabell 22, figur 20 og figur 21. I prøvene tatt ut om våren varierte konsentrasjonen av sum PAH (”lower bound”) fra <0,5 til 99  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, mens i prøvene tatt ut om høsten varierte konsentrasjonen fra 0.83 til 6.3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt (tabell 22).

Konsentrasjonen av BaP i blåskjell prøvetatt om våren varierte fra <0,5 til 2,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, og fire prøver viste konsentrasjoner over LOQ. Blant høstprøvene var det ingen med kvantifiserbare konsentrasjoner av BaP. Ingen prøver viste konsentrasjoner av BaP over den



**Figur 19.** Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) of seven PBDE congeners in mussels (*Mytilus edulis*), scallops (*Pecten maximus*) and oysters (*Ostrea edulis*) sampled in 2010 at 28 different localities. The pie size indicates the concentration of the sum of seven PBDEs (lower bound LOQ), and the pie slices of different colours indicate the relative concentration of each PBDE as shown.

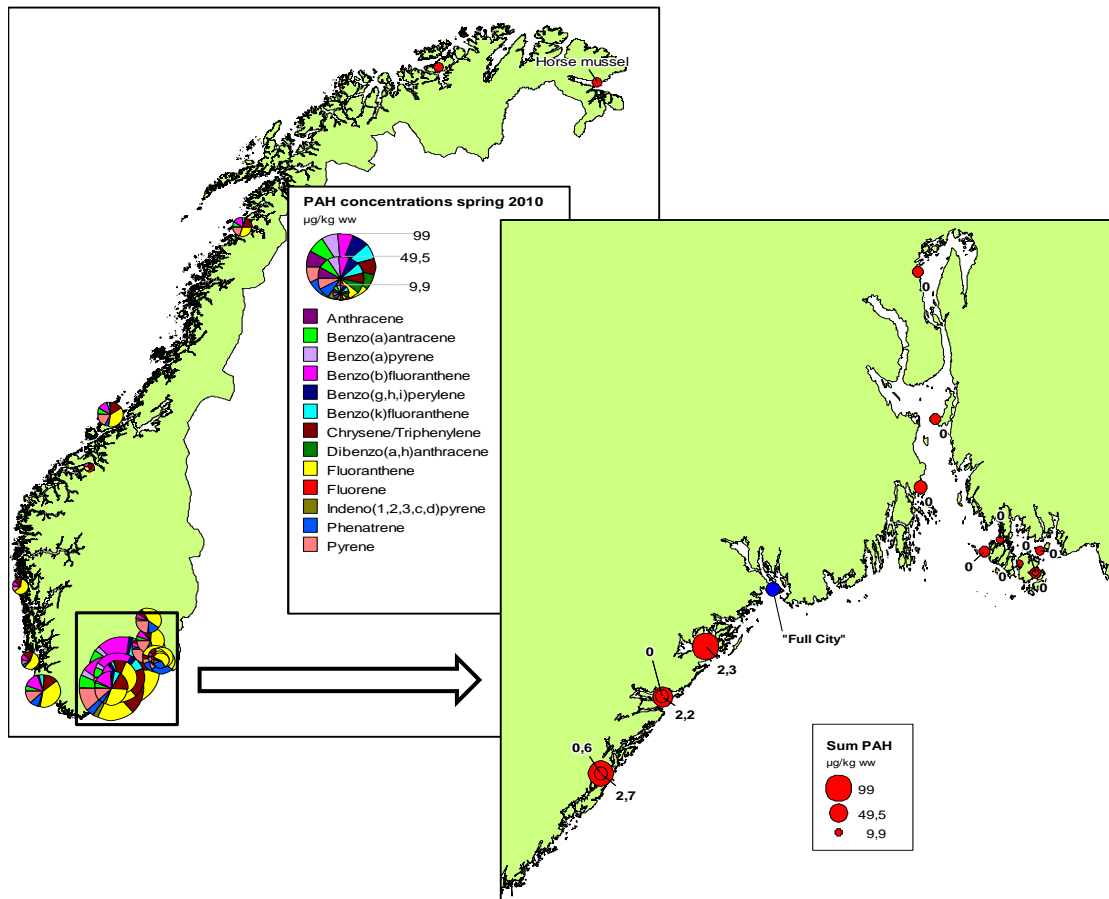
**Tabell 22.** Mean concentration and range ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) of the sum of PAH compounds and benzo(a)pyrene in mussels (*Mytilus edulis*) sampled along the Norwegian coast in autumn (August-September) and spring (March-May) 2010. Results are also shown for 2006-2009.

	EU limit	2010 autumn	2010 spring	2009	2008	2007	2006
Blue mussel		N=24	N= 23	N=26	N=28	N=31	N=43
PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ wet weight)							
Benzo(a)pyrene	10	<0.5	<0.5-2.7	<0.5-0.8	<0.5-0.6	<0.5-1.3	<0.5
Sum PAH <sup>1)</sup>		2.6 (0.83-6.3)	24 (<0.5-99)	<0.5-49	<0.5-19	<0.5-268	
Sum PAH <sup>2)</sup>		7.9 (6.8-11)	27 (<6.5-99)	<6.5-51	<6.5-23		

1) Lower bound LOQ

2) Upper bound LOQ

øvre grenseverdien på  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. BaP-konsentrasjoner mellom 1 og 3 tilsvarer imidlertid Klifs klasse II "moderat forurenset", og tre av prøvene viste konsentrasjoner fra 2,2 til  $2,7 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. Det var ville skjell fra lokalitetene Saltneven ved Kragerø, Kranfjorden ved Finnøy og Flostafjorden som viste de høyeste konsentrasjonene både av BaP og sum PAH. Disse tre lokalitetene ligger sørvest for Langesund der "Full City" gikk på grunn (figur 20), og er således "nedstrøms" fra ulykkesstedet da den norske kyststrømmen går på langs av kysten i den retningen. Det at konsentrasjonene av sum PAH og BaP var høyest her indikerer en fortsatt påvirkning etter oljeutslippet. Konsentrasjonene hadde imidlertid avtatt etter miljøundersøkelsen som ble utført i november-desember (Boitsov og Klungsoyr, 2010), da BaP-konsentrasjonen i ville skjell fra dette området varierte mellom  $4,7$  og  $14 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt,



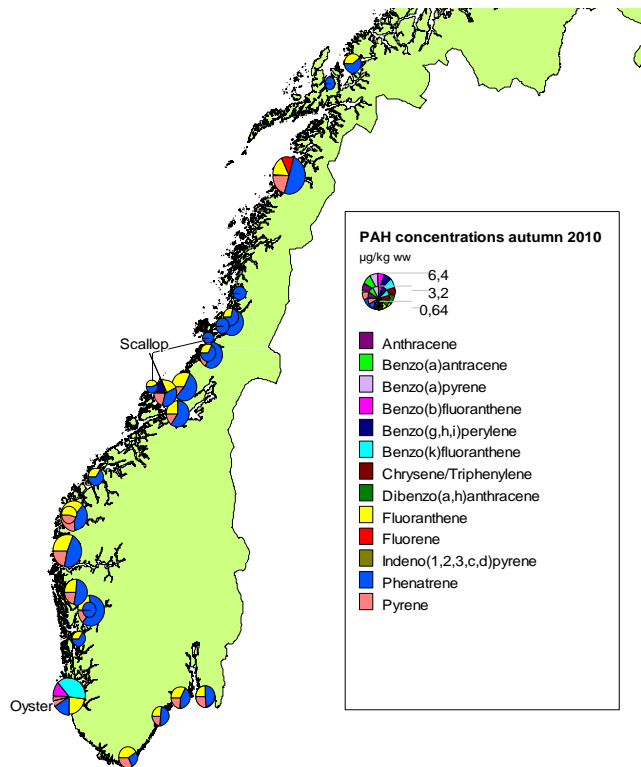
**Figur 20.** Concentrations of PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled at 26 localities along the Norwegian coast in March - May 2010. Left: Pie sizes indicate the total concentration of the measured PAHs (sum PAH, lower bound LOQ). Pie slices of different colours indicate the relative contribution of the different PAH compounds measured. A red circle indicates that none of the PAH compounds were present in quantifiable concentrations. Lower right: Concentrations of the sum of PAHs is given as red circles, and the numbers indicate the concentrations of benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ww). The blue spot indicates where "Full City" ran aground in July 2009.

med et gjennomsnitt på  $9,2 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. En annen undersøkelse av ville skjell gjennomført av Havforskningsinstituttet våren 2010 viste også to lokaliteter i Aust-Agder med mye høyere BaP konsentrasjoner enn det vi fant her ( $6,0$  og  $10 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt), men det mente man måtte skyldtes andre kilder enn "Full City".

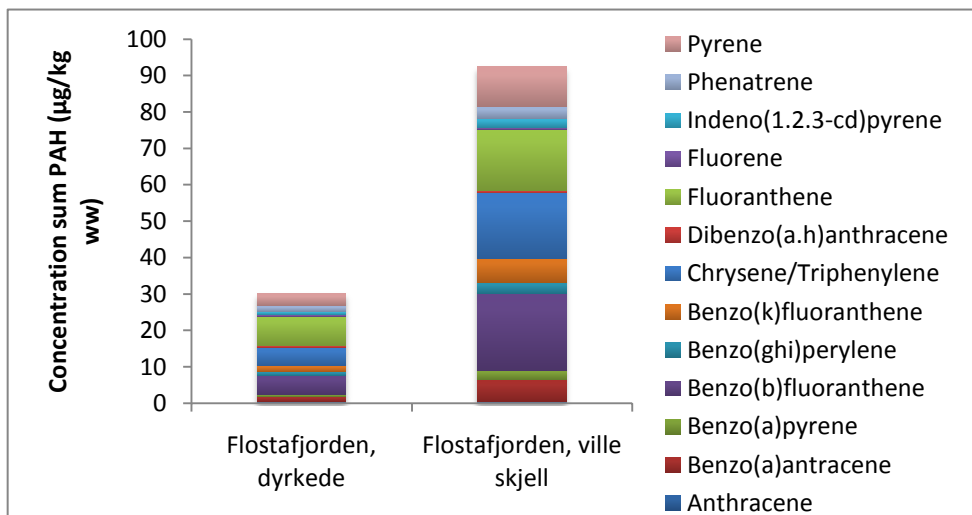
Dyrkede skjell fra Finnøysundet og fra Flostafjorden viste mye lavere konsentrasjoner både av BaP og sum PAH enn ville skjell prøvetatt i samme område (figur 22; figur 23), men sammensetningen av PAH-forbindelser var den samme.

Høyere konsentrasjoner av sum PAH om våren enn om høsten skyldes delvis at det om våren 2010 ble tatt mange prøver i området langs sørlandskysten nær der "Full City" forliste (figur 20), mens det om høsten ble tatt prøver langs hele kysten (figur 21). Reduksjonen skyldes nok imidlertid også en reell nedgang i PAH-innhold fra vår til høst. At det var en nedgang i PAH-innhold i løpet av sommeren er tydelig når vi ser på resultatene for fire ulike lokaliteter som ble prøvetatt for PAH-analyse både vår og høst (figur 24). Det var tilsynelatende nedgang i PAH-innholdet i blåskjell så langt nord som Helgelandskysten.

Sammensetningen av PAH-forbindelser i blåskjellene var forskjellig vår og høst. Om høsten var det stort sett fenatren, fluoranten og pyren som dominerte, mens det om våren var en

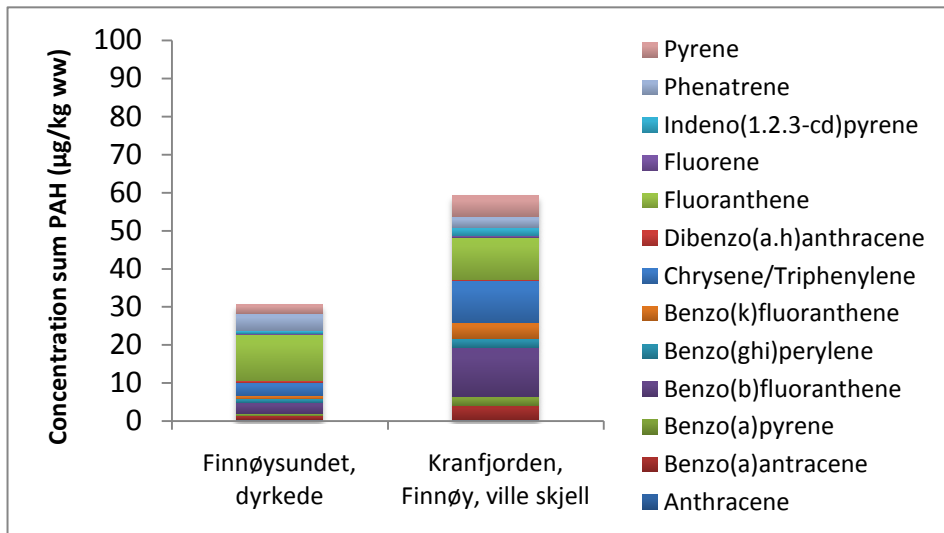


**Figur 21.** Concentrations of PAH (Sum PAH,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) in blue mussels (*Mytilus edulis*), oysters (*Ostrea edulis*) and scallops (*Pecten maximus*) sampled at 28 localities along the Norwegian coast in August-September 2010. Pie sizes indicate the total concentration of the 13 measured PAHs (lower bound LOQ). Pie slices of different colours indicate the relative contribution of the different PAH compounds measured. A small red star indicates that none of the PAH compounds were present in quantifiable concentrations.



**Figur 22.** Concentration of PAHs ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in April 2010 in Flostafjorden. Comparison of wild and farmed mussels from the same area.

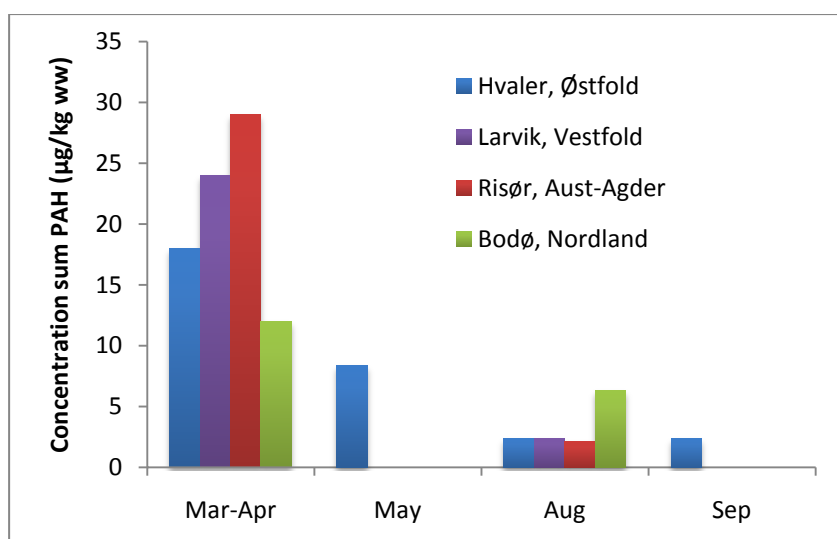




Figur 23. Concentration of PAHs ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in April 2010 near Finnøy. Comparison of wild and farmed mussels from the same area.

rekke ulike forbindelser dominert av fluoranten, krysen/trifenylene, pyren og benzo(k)fluoranten. Sammensetningen både vår og høst var omtrent den samme fra Hvaler til Helgelandskysten, noe som indikerer at olje fra "Full City" satte sine spor langs store deler av kysten. Lengst nord, i Finnmark, var det ingen kvantifiserbare konsentrasjoner av PAH-forbindelser i blåskjell og oskjell (figur 20).

Av tre kamskjellprøver prøvetatt høsten 2010 til analyse for PAH, varierte konsentrasjonen av sum PAH fra 0,78 til 3,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt ("lower bound LOQ") (figur 21). Den høyeste konsentrasjonen ble målt i kamskjell fra Tarva ved Hitra/Frøya. Østersprøven fra Rogaland som ble analysert for PAH hadde en konsentrasjon av sum PAH på 5,9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, og sammensetningen av PAH-forbindelser var en litt annen enn i blåskjell, med relativt stor andel benzo(k)fluoranten og benzo(b)fluoranten (figur 21). Ingen av prøvene verken av kamskjell eller østers viste kvantifiserbare konsentrasjoner av BaP.



Figur 24. Concentrations of sum PAH ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  wet weight) in mussels (*Mytilus edulis*) sampled in four different localities during March-April and August 2010. For Høkeliholmen, results are shown for April, May, August and September.

## Konklusjoner

### *Mikroorganismer*

Av i alt 436 prøver undersøkt for *E. coli* hadde 400 prøver (92 %) konsentrasjoner under grensen for klassifisering til A-område, 35 prøver (8 %) hadde konsentrasjoner av *E. coli* som svarer til B-område og en prøve av hjerteskjell hadde en konsentrasjon på 5400 *E. coli*/100g, og kom dermed fra et C-område.

Enterokokker ble påvist i syv av de 420 undersøkte prøvene, og for alle disse prøvene var konsentrasjonen 100/g skjellmateriale.

Bakterier i slekten *Salmonella* ble ikke påvist i noen av de 94 undersøkte prøvene.

Data for konsentrasjon av *E. coli* i blåskjell fra stasjoner med lange serier av prøvetaking viste to hovedmønstre, ett med gjentatte påvisninger med lave konsentrasjoner og enkelte høye verdier, og et annet mønster med høye enkeltverdier mot en bakgrunn av lange serier uten noen påvisning.

En sammenstilling av data for konsentrasjon av *E. coli* i blåskjell fordelt på måned for prøvetaking, viste gjennomgående ingen dramatiske tendenser, men det kan se ut til at det er noe høyere forekomst av *E. coli* i prøver innhentet i september måned. Det kunne imidlertid sees en klarere sammenheng mellom *E. coli*-påvisning og økt nedbørsmengde.

En overordnet konklusjon er at det ser ut til å være en gjennomgående bedre mikrobiologisk status for skjell undersøkt i 2010, sammenlignet med tilsvarende funn i 2009.

### *Fremmedstoffer*

I 2010 var det ingen prøver av skjell som oversteg EUs og Norges øvre grenseverdier for fremmedstoffer i skjell til humant konsum. Tre av 14 prøver av krabbe tatt ut i Nordland viste imidlertid konsentrasjoner av kadmium i klokjøtt over grenseverdien på 0,5 mg/kg våtvekt. Nivået av de organiske miljøgiftene var forholdsvis lavt i alle prøver som ble analysert for dette, men om våren var det fremdeles en tydelig påvirkning av oljeforurensning 8-9 måneder etter "Full City"-havariet.

### **Blåskjell**

Konsentrasjonen av uorganisk arsen var høyere i 2010 enn i 2009, men lavere enn enkelte tidligere år, med høyeste verdi på 0,27 mg/kg våtvekt og 11 % av totalarsen.

To blåskjell-lokaliteter i Hardangerfjorden hadde blykonsentrasjon over 0,45 mg/kg våtvekt ("moderat forurenset"), og en lokalitet i Agder hadde kadmiumkonsentrasjon i blåskjell over 0,40 mg/kg våtvekt ("moderat forurenset"). Av 24 analyserte blåskjellprøver hadde de fleste lave konsentrasjoner av PCB<sub>7</sub>, dioksiner og dioksinlignende PCB og bromerte flammehemmere. Seks prøver viste konsentrasjoner av sum dioksiner over 0,2 ng TE/kg våtvekt ("moderat forurenset").

Våren 2010 viste resultat av PAH-analyse at det var tydelig forhøyet innhold av oljestoffer i blåskjell, der blåskjell prøvetatt i Aust-Agder, "nedstrøms" for stedet der "Full City" havarerte, hadde de høyeste konsentrasjonene av PAH. Det var også en tydelig nedgang i PAH-innhold fra vår til høst. Blåskjell plukket fra ville bestander hadde høyere konsentrasjon av PAH enn dyrkede blåskjell prøvetatt i samme område. Ingen prøver hadde konsentrasjon av benzo(a)pyren over EUs og Norges øvre grenseverdi på 10 µg/kg våtvekt.

## Kamskjell

Muskel og rogn av kamskjell hadde generelt lave konsentrasjoner av både metaller og organiske miljøgifter, med mulig unntak av PAH ved en lokalitet.

## Østers

Ingen østersprøver hadde konsentrasjoner av kadmium over 1,0 mg/kg våtvekt slik det ofte har blitt observert tidligere år.

## Krabbe

Tre prøver av krabbe fra Salten hadde konsentrasjoner av kadmium i klokjøtt over EUs og Norges øvre grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt, med konsentrasjoner på 0,57, 0,61 og 1,1 mg/kg våtvekt. Krabbe fra Salten hadde relativt høyt innhold av kadmium også i brunmat, med opp til 19 mg/kg våtvekt. Det var vesentlig høyere innhold av kadmium i krabbe prøvetatt i Salten i juni-august sammenlignet med krabbe prøvetatt på Vestlandet i oktober-november.

## Anbefalinger for 2011

- Arsen i blåskjell følges opp videre, spesielt med å se på forskjellen i arsenspecier mellom prøver tatt i ulike områder.
- PAH-bestemmelse, og da spesielt benzo(a)pyren, bør inkluderes også i programmet for 2012.
- Blåskjell bør brukes som referanseorganisme der det tas prøver av andre skjellarter, ved at det tas prøver av blåskjell fra samme lokalitet.
- Dersom ”nye” skjell- og sneglearter høstes og produseres for omsetning bør disse inkluderes. Strandsnegl og hjerteskjell bør også inkluderes videre.
- Med bakgrunn i Mattilsynets kostholdsrad for oskjell bør nyrene fjernes før prøvene analyseres
- For de stasjonene som er med i tilsynsprogrammet, bør det bør tilstrebes en jevnere geografisk fordeling av prøver til analyse for *Salmonella*.

## Litteraturliste

Boitsov, S. and J. Klungsoyr (2009). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City"*. [www.imr.no](http://www.imr.no).

Boitsov, S. and J. Klungsoyr (2010). *Undersøkelse av oljeforurensning i marint miljø etter havariet av lasteskipet "Full City"*. [www.imr.no](http://www.imr.no).

EFSA (2009). EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); Scientific opinion on arsenic in food. *EFSA Journal* 2009. 7(10): 1351. 1354 pp.

Frantzen, S., B. T. Lunestad, et al. (2010). *Årsrapport 2009. Mattilsynet. Tilsynsprogrammet for skjell 2009. Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer*. [www.nifes.no](http://www.nifes.no).

Frantzen, S., B. T. Lunestad, et al. (2008). *Tilsynsprogrammet for skjell 2007 - fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter i skjell og tungmetaller i krabbe) og mikroorganismer*. Årsrapport til Mattilsynet. [www.nifes.no](http://www.nifes.no).

Julshamn, K., A. Duinker, et al. (2008). Organ distribution and food safety aspects of cadmium and lead in great scallops, *Pecten maximus* L., and horse mussels, *Modiolus modiolus* L., from Norwegian waters. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 80(4): 385-389.

Julshamn, K. and A. Måge (2006). *Overvåkningsprogram for skjell*. Årsrapport 2005.

Molvær, J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT-veiledning.

Neff, J. M. (1997). Ecotoxicology of arsenic in the marine environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16(5): 917-927.

Sandberg, P. (2010). *Økonomiske og biologiske nøkkeltall frå dei norske fiskeria 2009*. [www.fiskeridir.no](http://www.fiskeridir.no).

Sandberg, P. (2011). *Nøkkeltall for de norske fiskeriene 2010*. [www.fiskeridir.no](http://www.fiskeridir.no).

Sloth, J. J. and K. Julshamn (2008). Survey of total and inorganic arsenic content in blue mussels (*Mytilus edulis* L.) from Norwegian fiords: Revelation of unusual high levels of inorganic arsenic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(4): 1269-1273.

WHO (1989). *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants*. WHO Food Additives Series.

WHO (2011). *Evaluation of certain contaminants in food. Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. WHO Technical Report Series. No. 959. [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_959\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf)