



N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

MATTILSYNET

TILSYNSPROGRAMMET FOR SKJELL SOM HØSTES OG
OMSETTES KOMMERSIELT
FREMMEDESTOFFER (TUNGMETALLER OG ORGANISKE
MILJØGIFTER I SKJELL OG TUNGMETALLER I SNEGLER OG
KRABBER)

ÅRSRAPPORT 2006

Kåre Julshamn, Arne Duinker, Sylvia Frantzen og Amund Måge

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning,

Postboks 2029 Nordnes, 5817 Bergen

e-post: kju@nifes.no

www.nifes.no

Oppdragsrapport, arbeid utført på oppdrag av Mattilsynet, Nasjonalt
senter for fisk og sjømat

FORORD

Det norske overvåkningsprogrammet for skjell startet i regi av Fiskeridirektoratet i 1999 som en oppfølging av EUs rådsdirektiver 91/492 EEC og 79/923 EEC. Ved etablering av Mattilsynet i 2004 ble programmet videreført, men skiftet navn til "Tilsynsprogrammet for skjell som høstes og omsettes kommersielt". Formålet med programmet er å kontrollere og overvåke produksjonsområder for skjell og kvaliteten på skjell som produseres for human konsum i EU/EØS-medlemslandene. Skjellene kontrolleres for innhold av fekale bakterier, algegifter og metaller samt pesticider, PCB₇, dioksiner, polibromerte flammehemmere og PAH. Det blir skrevet en separat rapport for den mikrobiologiske overvåkingen. Disse to programmene ble i 2006 slått sammen til ett program som kalles Nasjonalt tilsynsprogram for skjellproduksjon 2006. Dette programmet overvåker også ville blåskjell for at publikum skal kunne høste skjell i sine nærområder. I dette programmet blir vannprøver undersøkt med hensyn til forekomst av toksinproduserende alger i sjøen der skjellene blir prøvetatt. I 2006 ble undersøkelser av skjell med hensyn til marine algetoksiner utført ved Norges veterinærhøgskole (kjemiske metoder for PSP, DSP, YTX, PTX, AZA og ASP). Resultatene fra analyser av marine biotoksiner er ikke rapportert her og heller ikke resultatene fra de mikrobiologiske testene (egen rapport). Algetelling og artsbestemmelse i vannprøver ble gjort ved Fiskerikontoret i Fredrikstad, OCEANOR, Trondheim, NIVA Vest, Bergen og Havforskningsinstituttet, Flødevigen.

Denne rapporten beskriver: Fremmedstoffer (tungmetaller og organiske miljøgifter) i skjell og tungmetaller i snegler. Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES har i 2006 vært Eva Torgilstveit, som har stått for registrering, prøvepreparering og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene.

Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Karstein Heggstad, John Nielsen, Tadesse T. Negash, Per Erik Hagen og Kari Breistein Sele har vært ansvarlige for analyser knyttet til pesticider, dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB og polibromerte flammehemmere, mens Berit Solli, Siri Bargård, Jorun Haugsnes, Tonja Lill Eidsvik, Edel Erdal og Laila Sedal har stått for metallbestemmelsene samt bestemmelsene av metallspecier.

Eurofins har vært benyttet som underleverandør for bestemmelser av PAH.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, september 2007.

INNHOOLD

1.	SAMMENDRAG	5
2.	INNLEDNING	7
3.	EKSPERIMENTELT	9
3.1.	Lokaliteter.....	9
3.2.	Prøvetaking og prøvepreparering	10
3.3.	Bestemmelse av metaller med ICP-MS.....	11
3.4.	Bestemmelse av uorganisk arsen.....	12
3.5.	Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS.....	13
3.6.	Bestemmelse av PCB, dioksiner/furaner, non-orto og mono-orto PCB	14
3.7.	Bestemmelse av polibromerte flammehemmere (PBF).....	15
3.8.	Bestemmelse av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).....	16
4.	RESULTATER OG KOMMENTARER	17
4.1	Analyser av metaller	17
4.1.1	Kamskjell (<i>Pecten maximus</i>).....	17
4.1.2	Kongsnegl (<i>Buccinum undatum</i>)	18
4.1.3	Oskjell (<i>Modiolus modiolus</i>)	20
4.1.4	Østers (<i>Ostrea edulis</i>).....	23
4.1.5	Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>).....	24
4.2	Analyser av organiske miljøgifter i skjell	32
5.	KONKLUSJONER	38
5	ANBEFALINGER FOR 2007/8	40

1. SAMMENDRAG

I 2006 ble det i dette programmet tatt ut til sammen ca. 199 prøver av skjell hvorav 187 var blåskjellprøver, en var en prøve av kamskjell, fem prøver av østers, seks prøver av kongsnegl og seks oskjell. Prøvetakningen av blåskjell fordelte seg på 46 lokaliteter våren 2006 og 43 lokaliteter høsten 2006. Det ble videre tatt prøver av kamskjell fra en lokalitet, av kongsnegl fra tre lokaliteter, østers fra fire lokaliteter og oskjell fra en lokalitet. Prøvene ble sendt til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i henhold til instruks utarbeidet av Mattilsynet, Nasjonalt senter for fisk og sjømat.

Skjellprøvene ble analysert for metallene kobber, sink, arsen, selen, sølv, kadmium, tinn, kvikksølv og bly. I tillegg ble uorganisk arsen og tributyltinn (TBT) bestemt. Uorganisk arsen ble bestemt i alle prøvene hvor total arsen ble bestemt, mens innholdet av TBT kun ble bestemt i prøver tatt i august. Metallanalysene ble utført på frysetørket skjellmat med induktiv koplet plasma-massespektrometri (ICP-MS) etter at de frysetørkede prøvene var dekomponert med syre i mikrobølgeovn. Uorganisk arsen ble bestemt med bruk av HPLC-ICP-MS og TBT bestemt med bruk av GC-ICP-MS. PCB₇, PAH og polibromerte flammehemmere ble bestemt med GC/MS, mens dioksiner og dioksinlignende PCB ble bestemt med høyoppløsende GC/MS. Analysene er utført ved NIFES, unntatt PAH, og med metoder som er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025. Dette gjelder for alle metoder som er brukt i dette prosjektet unntatt TBT.

EU har satt øvre grenseverdier for metallene kadmium, kvikksølv og bly i skjell. Resultatene for metaller i blåskjell viste at ingen prøver oversteg disse verdiene, men to prøver for kadmium i østers oversteg EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt, nemlig en prøve fra Vågstrandpollen i Vestnes kommune i Møre og Romsdal (2,3 mg/kg våt vekt) og en prøve fra vill bestand ved Tønsberg (1,7 mg/kg våt vekt). Når det gjelder bly har EU satt en øvre grenseverdi på 1,5 mg/kg våt vekt. Det var en prøve av blåskjell som oversteg denne verdien og den var fra Norddyrøy i Møre og Romsdal (1,7 mg/kg våt vekt).

Metallinnholdet i muskel/gonader av kamskjell var forholdsvis lave og tilsvarende de verdier som ble funnet for prøver som var høstet i tidligere år.

Oskjell ble nøye studert dette året på grunn av at oskjell har vist seg å ha konsentrasjoner av kadmium og bly som kan overstige EUs øvre grenseverdier. Resultatene viste at det er en sammenheng mellom lengde av skjellene og konsentrasjonene av kadmium og bly i bløtdelen. Videre viste resultatene at nærmere 60% av kadmiuminnholdet var lokalisert i nyrene, mens mer enn 90% av blyinnholdet var lokalisert til dette organet. Nyrene hadde innhold av kadmium og bly på henholdsvis 7,2 mg/kg og 41,5 mg/kg våt vekt.

De høye arsenkonsentrasjonene som ble funnet i blåskjell fra indre Sognefjorden i mars 1999, 2000 og 2005 ble ikke gjenfunnet dette året. Den høyeste verdien av total arsen ble funnet i en prøve fra Norddyrøy i Møre og Romsdal (4,4 mg/kg våt vekt), med en konsentrasjon av uorganisk arsen på 0,035 mg/kg våt vekt. Den høyeste verdien av uorganisk arsen dette året ble funnet i en prøve fra Torheim i Sogn og Fjordane på 0,74 mg/kg våt vekt og med et innhold av total arsen på 3,6 mg/kg våt vekt. I 2005 ble det funnet et innhold av total arsen på 13,8 mg/kg våt vekt og uorganisk arsen på hele 5,8 mg/kg som er den høyeste målte verdien av uorganisk arsen i blåskjell som er rapportert noen sinne. Marsprøvene viste også dette året høyere arsenverdier sammenlignet med augustprøvene. Gjennomsnittlig arseninnhold for alle marsprøvene var 2,6 mg/kg våt vekt, mens det gjennomsnittlige arseninnholdet i augustprøvene var 1,9 mg/kg våt vekt

Nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB₇ og bromerte flammehemmere var lave, men datagrunnlaget er foreløpig tynt.

Med bakgrunn i årets resultater er det gitt en rekke anbefalinger for prøvetakingen for 2007/2008.

2. INNLEDNING

Produksjon av skjell synes å ha et potensial som vekstnæring langs norskekysten. Hvorvidt dette skal lykkes avhenger i tillegg til de tekniske- økonomiske utfordringer også av den matkvalitet skjellene oppnår. Dette siste avhenger i hovedsak av vannmiljøet som skjellene skal vokse i. På grunn av at de henter sin næring gjennom filtrering av vann, er skjell spesielt følsomme organismer for akkumulering av algetoksiner, som for eksempel PSP og DSP, samt for kjemiske forbindelser og mikroorganismer. Blant de kjemiske stoffene er det spesielt spormetaller som EU har fokusert på når det gjelder krav til kvalitetsdokumentasjon (kobber, sølv, sink, arsen, kadmium, kvikksølv og bly), mens for mikroorganismene er det blant annet termotolerante koliforme bakterier (*E. coli*), enterokokker, *Salmonella* - og *Vibrio* -bakterier samt virus som er viet oppmerksomhet.

Skjell har en spesiell evne til å ta opp spormetaller fra det vannet som skjellene lever i, noe som har både positive og negative konsekvenser. Skjell er gode kilder for en rekke essensielle spormetaller som for eksempel sink, kobber og selen. På den annen side er skjellene også følsomme for påvirkning av uønskede metaller som for eksempel arsen, kadmium og bly. Kadmium og bly er uønskede stoffer i vårt kosthold og i skjell er det etablert grenseverdier som må overholdes for å begrense inntaket. Overvåkningsprogrammet for skjell i regi av Mattilsynet har derfor til hensikt å kontrollere vannmiljøet for forurensende stoffer, slik at skjell dyrking kan finne sted i et vannmiljø med lavt innhold av uønskede spormetaller.

Overvåkningsprogrammet fokuserer på blåskjell som den tradisjonelt mest brukte skjellarten. Denne arten har normalt verdier av uønskede spormetaller som ligger langt under EUs øvre grenseverdier, men kan i påvirkede områder akkumulere kontaminanter slik at de overstiger grenseverdiene. Blåskjell er mye studert over lang tid, de finnes over store områder og egner seg derfor også som indikatororganisme, på den måte at spormetallinnhold utover det normale indikerer en påvirket lokalitet, sannsynligvis på grunn av lokal forurensning. SFT har etablert et sett av klassifiseringsverdier i forhold til antatt normalverdier i upåvirkede områder. Disse blir i noen grad brukt i denne rapporten også selv om disse verdiene ikke har noe med de toksikologiske verdier som gjelder humant konsum og som for Norges del blir fastsatt av EU og/eller Mattilsynet.

Vi har i Norge også skjellarter som naturlig inneholder konsentrasjoner av uønskede spormetaller (dvs. kadmium og bly) som er høyere enn anbefalte øvre grenseverdier, selv fra lokaliteter der blåskjell har verdier som ligger i normalområdet for disse stoffene. Dette gjelder skjell av kamskjellfamilien (stort kamskjell, haneskjell, harpeskjell og urskjell), der høyt innhold av for eksempel kadmium i enkelte organer kan medføre verdier i hel skjellmat som overstiger EUs grenseverdi. Dette gjelder også for oskjell og i noen grad østers, hvor innholdet av kadmium og bly kan overstige EUs grenseverdier. Oskjell (*Modiolus modiolus*) har blitt spesielt studert dette året i dette programmet, men se også Årsrapport 2001.

Arsen (As) kan ha mange forskjellige kjemiske former og oksidasjonstrinn, og disse forskjellige kjemiske formene har forskjellig toksisitet. Uorganisk arsen er mer toksisk enn organisk arsen, og treverdig arsen As(III) er mer toksisk enn femverdig arsen As (V). Det er den kjemiske formen av arsen som derfor er avgjørende for matvarens trygghet. I sjømatprøver som fiskefilet kan mer enn 99% av arsenet være til stede i organiske former hvor arsenobetain, $(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$, er den mest dominerende. Normalt sett er også arsenobetain den dominerende kjemiske formen i blåskjell, men når arsenkonsentrasjonen i blåskjell øker viser det seg at konsentrasjonen av uorganisk arsen øker. Grunnen til dette er foreløpig ukjent.

Formålet med overvåkningsprogrammet for skjell for 2006 var således å:

- a) kontrollere om resultater fra rutinemessige egenkontroller – undersøkelser gjennomført av høstere/dyrkere samsvarer med resultater fra offentlige undersøkelser,
- b) etablere historiske data for kjemiske stoffer i blåskjell fra forskjellige høstingsområder langs norskekysten,
- c) etablere data av uønskede kjemiske stoffer i kongesnegl,
- d) bedømme om skjellene er trygg mat i henhold til EUs øvre grenseverdier for metaller i skjell (i. e. kadmium, kvikksølv og bly) og
- e) fremskaffe data for andre fremmedstoffer som er viktige for konsumentene som for eksempel uorganisk arsen, TBT, PCB, dioksiner, dioksinlignende PCB og polibromerte flammehemmere, der det ennå ikke er etablert grenseverdier.

3. EKSPERIMENTELT

3.1. Lokalteter

Planen bestod i å samle inn skjellprøver fra 50 forskjellige lokaliteter langs kysten fra Finnmark i nord til Østfold i sydøst i 2006. De utvalgte lokaliteter ble basert på oversikter fra Mattilsynets regionkontorer over aktuelle høstingsområder. Tabell 1 viser at det ble samlet inn prøver fra 45 lokaliteter for analyser av tungmetaller i mars 2006 og at det ble samlet inn prøver fra 43 lokaliteter i august 2006. I tillegg ble det samlet inn en prøve av kamskjell i august fra Frøya. Det ble samlet inn tre prøver av kongsnegl, fire prøver av østers og seks prøver av oskjell.

Tabell 1. Antall prøvetakingsområder av skjell og kongsegl fra de forskjellige regionene i mars og august 2006.

Region	Art	Mars 2006	August 2006
Troms	Blåskjell	1	4
Nordland	Blåskjell	9	9
Trøndelag	Blåskjell	12	10
Møre & Romsdal	Blåskjell	5	3
Sogn og Fjordane	Blåskjell	5	4
Hordaland	Blåskjell	7	5
Rogaland	Blåskjell	3	1
Agder	Blåskjell	3	6
Skagerrakkysten	Blåskjell	0	1
Sum blåskjell	Blåskjell	45	43
Trøndelag	Kamskjell	1	
Nordland	Kongsnegl		1
Trøndelag	Kongsnegl		2
Hordaland	Oskjell		6
Møre og Romsdal	Østers		1
Hordaland	Østers		1
Agder	Østers		2
Totalt		46	56

3.2. Prøvetaking og prøvepreparering

Blåskjell

Prøvene av blåskjell som ble samlet inn baserte seg kun på dyrkede skjell i 2006, mens prøver av kamskjell, kongsnegl, oskjell og østers i 2006 baserte seg på ville bestander med unntak av to østersbestander. Prøvetakingen har vært utført etter instruks fra Mattilsynet og prøvene skulle tas i mars og august. Grunnen til at det første høstingstidspunktet skulle være mars var at skjellene skulle høstes før gyting. I følge instruksjonen skulle det tas prøver av skjell før gyting og helst fra to tidspunkt etter gyting for å fange opp forskjeller i metallinnholdet i blåskjellenes bløtdel i forhold til oppbygging av gonadevev. Det ble samlet inn prøver av blåskjell fra totalt 60 forskjellige lokaliteter og kamskjell, kongsnegl, oskjell og østers fra ni forskjellige lokaliteter i 2006. At tallet på prøvelokaliteter er høyere enn det totale antallet i tabell 1 skyldes at man ikke prøvetar de samme lokaliteter vår og høst.

På hver lokalitet ble det samlet inn minst 50 skjell. Disse skal være av spisekvalitet og blåskjellene skulle ha en størrelse mellom 40 og 60 mm. Kamskjellene hadde en størrelse av god spisekvalitet. Skjellene som ble tatt ut for kjemiske analyser ble sendt frosne til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) i egnet emballasje.

Skjellene ble tint og 25 skjell ble tatt ut til analyse. Fyllingsgrad (uten kappevann) i prosent, samt størrelse i mm ble registrert for hvert av de 25 blåskjellene. Det ble laget en prøve av bløtdelen fra 25 skjell som ble homogenisert. Det meste av prøvematerialet ble frysetørket, prøven ble veid før og etter frysetørking, tørrstoffinnholdet ble beregnet og det tørre materialet ble homogenisert til fint pulver. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass til analyse. Det våte prøvehomogenatet ble brukt til PAH bestemmelser, mens det tørre frysetørkede prøvematerialet ble brukt til bestemmelse av metaller og metallspecier, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere og PCB₇.

Kamskjell

Skjellene ble tint og 15 skjell ble tatt ut til analyse. Disse ble målt og veiet. Det ble laget en samleprøve av muskel og gonader (spiselig del) fra skjellene som ble homogenisert. Prøvematerialet ble frysetørket, prøven ble veid før og etter frysetørking, tørrstoffinnholdet ble beregnet og det tørre materialet ble homogenisert til fint pulver. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass til analyse. Det tørre frysetørkede prøvematerialet ble brukt til bestemmelse av metaller.

Oskjell

Oskjell ble hentet fra kommersiell høsting i området rundt Bergen i januar 2007. Det ble tatt fem individprøver samt en samleprøve bestående av fem individer, der de følgende organene ble dissekert ut: nyrer, gjeller, fordøyelseskjertel, gonadevev (den orange vevsmassen inkludert lagringsvev) og muskler (lukkemuskler og musklene til foten). Skjellene som ble brukt hadde mellom 11 og 15 cm skall-lengde. Prøvene ble homogenisert, frysetørket og analysert for metaller.

Østers

Skjellene ble tint og 30-40 skjell ble tatt ut til analyse. lengde i mm ble registrert for hvert skjell. Det ble laget en samleprøve av bløtdelen fra skjellene fra hver av fire lokaliteter. Prøvene ble homogenisert og det meste av prøvematerialet ble frysetørket, tørrstoffinnholdet beregnet og det tørre materialet ble homogenisert til fint pulver. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass før analyse. Det tørre frysetørkede prøvematerialet ble brukt til bestemmelse av metaller og metallspecier, dioksiner og dioksinlignende PCB, bromerte flammehemmere og PCB₇.

3.3. Bestemmelse av metaller med ICP-MS

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 microwave oven). Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c Induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICP-MS) med HP-datamaskin. Det ble anvendt kvantitativ ICP-MS til bestemmelse av metallene: kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly (metaller som EU har prioritert), og rodium ble anvendt som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet. Riktighet og presisjon for spormetallbestemmelsene ble utført ved å analysere et sertifisert referanse materialer (SRM) fra National Research Council, NRC (Ottawa, Canada), nemlig Tort-2 (hepatopankreas av hummer). Dette er det standard referansematerialet som er kommersielt tilgjengelige og som ligner mest på skjell i sammensetning og metallinnhold.

Gjennomsnitt av analyserte verdier (n=6) og relativ standardavvik, samt de sertifiserte referanseverdiene for hummer hepatopankreas (Tort-2) er viste i tabell 2. Alle de analyserte

stoffene ga god overensstemmelse mellom analyserte verdier og sertifiserte verdier for Tort-2 (tabell 2). De systematiske feil og tilfeldige feil synes å være under kontroll.

Tabell 2. Konsentrasjonen av krom, kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly (gjennomsnitt \pm standardavvik) i sertifisert standardreferansemateriale (Tort-2, NRC Canada)

Spormetall	Antall analyser	Gjennomsnitt (mg/kg)	Standardavvik (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} (mg/kg)
Kobber	6	96	2	2,1	106 \pm 10
Sink	6	174	6	2,5	180 \pm 6
Arsen	6	24,1	0,6	2,5	21,6 \pm 1,8
Sølv	6	5,6	0,2	3,6	
Kadmium	6	27,4	0,8	2,9	26,7 \pm 0,6
Kvikksølv	6	0,30	0,02	6,7	0,27 \pm 0,06
Bly	6	0,31	0,01	3,2	0,35 \pm 0,13

^{a)} Gjennomsnitt og 95% konfidensintervall

3.4. Bestemmelse av uorganisk arsen

Homogen og frysetørket prøve av blåskjell ble veid inn og tilsatt en løsning bestående av 0,9 mol/l NaOH i 50% (V/V) etanol og varmet til 90 °C i mikrobølgeovn i 20 minutter (CEM MARS5 Microwave Accelerated Reaction System, GreenChem Plus Teflonbomber, QXP Plus kvartsbomber). Prøvene ble avkjølt, filtrert og fortynnet og var klare til analyse. Disse prøveløsningene ble holdt borte fra kontakt med glass da arsen fra glass kan kontaminere prøvene. De uorganiske arsenspeciene ble separert på en anion-bytte kolonne (ICSep ION-120) og bestemt som ⁷⁵As⁺ med bruk av induktiv koplet plasma massespektrometri (ICP-MS) (Agilent kvadropol ICPMS 7500c instrument; Yokogawa Analytical Systems Inc., Tokyo, Japan). ICP-MS instrumentet var koblet til en HPLC, pumpe, degasser og autosampler. Instrumentinnstillingene var tilsvarende disse som var foreslått av produsenten. Dataene ble samlet og prosessert ved å bruke programvare fra Agilent. I forbindelse med at den tørre blåskjellprøven kokes i en lut-alkohol-løsning vil treverdi arsen oksideres til femverdi arsen. Derfor bestemmes uorganisk arsen som As (V). Stabiliteten til de organiske arsen speciene har vært studert og ingen degradering/omdannelse til uorganisk arsenspecier ble oppdaget. Ingen standard referansematerialer for uorganisk arsen er foreløpig kommersielt tilgjengelig og derfor er de systematiske feil beregnet ved bruk av gjenvinningsforsøk (tabell 3). Resultatene fra gjenvinningsforsøkene viste at gjenvinningen var god og ikke signifikant forskjellig fra 100%.

Tabell 3. Resultater fra gjenvinningsforsøk med tilsetning av As (III) eller As (V) (begge tilsatt 50 ng som As) til utvalgte marine prøver (dataene er hentet fra metodens valideringsrapport).

Prøve	Gjenvinning (ng)		Gjenvinning (%)	
	As(III)	As(V)	As(III)	As(V)
Tort-2 (Hummer hepatopankreas)	48	51	96	102
Dorm-2 (pigghåmuskel)	46	46	91	92
Blåskjell	46	50	91	100
Krabbekjøtt	56	53	112	107
Hummerkjøtt	47	54	94	108
Torskefilet	51	50	102	100
Sildefilet	45	55	90	110
Makrellfilet	48	52	95	104
Gjennomsnitt ± St.avvik	48 ± 7	51 ± 6	97 ± 15	103 ± 12

3.5. Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS

Metoden til bestemmelse av tributyltinn med basisk ekstraksjon og sluttbestemmelse med bruk av gasskromatografi og induktivkopleet plasma og massespektrometri (ICP-MS) har blitt innkjørt og valideres for akkreditering. Instrumentbetingelsene er vist i tabell 4. Ekstraksjonen foregår i mikrobølgeovn. Bestemmelsesgrensen til TBT som tinn er beregnet på bakgrunn av blindprøver (>10) som er kjørt gjennom hele prosedyren. Den er beregnet til 1 ng/g våt vekt.

Tabell 4. Betingelser som anvendes for GC og ICP-MS.

Parametre	
GC-parametre:	
Injeksjonsvolum	2 µl
Bæregass (He)	22 ml/min
Injektortemperatur	180 °C
Ovnstemperatur	Fra romtemperatur til 280 °C i løpet av 10 min med forskjellige ramp og hold tider
ICP-MS parametre:	
ICP RF effekt	1200 W
Plasma argon gassfløde	15 l/min
Nebulizer argon gassfløde	1,0 L/min
Auxiliary argon gassfløde	0,9 L/min
Auxiliary oksigen gassfløde	3 ml/min
Skimmer kon	Platina

3.6. Bestemmelse av PCB, dioksiner/furaner, non-orto og mono-orto PCB

PCB₇

De våte prøvene ble først ekstrahert med aceton og dernest med en blanding av aceton og heksan. Heksanfasen taes vare på, den behandles med svovelsyre for fjerning av fett. Etter vasking og tørring, fjernes heksan og erstattes med iso-oktan. Prøven konsentreres og er klar for analyse på koblet gasskromatograf/massespektrometer (GC/MS). I gasskromatografen skjer den analytiske atskillelsen av de enkelte stoffene i prøven, mens massespektrometret sørger for identifisering og mengdebestemmelse av de enkelte komponentene. PCB₇ består av følgende kongener: PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.

Kvalitetssikring av analysemetoden ble gjort ved å analysere sertifiserte referansematerialer sammen med prøvene. I tillegg ble blindprøver inkludert for å kontrollere at bakgrunnen for de forskjellige kongenerene var tilfredsstillende. Alle analysene gav akseptable resultater vedrørende riktighet og presisjon, samt at blindprøvene var under kontroll. Metoden for klorerte hydrokarboner ble prøvd i en europeisk ringtest med godt resultat.

Dioksiner (PCDD/PCDF), non-ortoPCB og mono-orto-PCB.

Metoden er en tilpasning av US-EPA (Environmental Protection Agency) metoder nr 1613 og 1668. Prøven homogeniseres og fettinnholdet bestemmes. En mengde tilsvarende ca. 3 g fett veies inn, og en blanding av ^{13}C merkete kongenere blandes i som internstandarder før prøven frysetørkes. Porøsitetsmiddel (hydromatrix) tilsettes før ekstraksjon med heksan under hevet trykk og temperatur i en ASE 300. I opprensingen på en Power-Prep (FMS-USA) fjernes først fett ved nedbryting på svovelsur silica. Deretter skjer det en suksessiv kromatografisk opprensing ved inn- og utkopling av tre kolonner: "Multi layered silica", basisk alumina og aktivt kull. Mobilfasen skiftes suksessivt: Heksan, 2% DCM i heksan, 50% DCM i heksan, etylacetat og til slutt backflush med toluen. PCDD/PCDF og non-orto PCB (NO-PCB) eluerer i toluenfraksjonen. Mono-orto PCB (MO-PCB) elueres i en DCM/heksan fraksjon. Etter inndamping av aktuell fraksjon til 10 μl tilsettes to ^{13}C merkete kongenere som "recovery standards" før analyse på høyopløselig GC/MS (HRGC/HRMS). Metoden kvantifiserer til sammen 17 kongenere av PCDD/PCDF, fire kongenere NO-PCB -77, 81, 126 og 169 og åtte kongenere MO-PCB -105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189.

3.7. Bestemmelse av polibromerte flammehemmere (PBF)

Før ekstraksjon med heksan og diklormetan tilsettes intern standard (PCB-207) til prøven. Prøven ekstraheres i en ASE 300 (accelerated solvent extractor). Ekstraktet renses for fett ved at det nedbrytes med konsentrert svovelsyre på silica gel. Renset ekstrakt analyseres på Thermo Quest Trace GC 200/Trace DSQ massespektrometer. Prøveløsningene ble injisert i kolonnen ved hjelp av prøveveksler (Thermo Quest CE Instruments AS 3000). Analysen på GC/MS skjer i SIM mode ved negativ kjemisk ionisering. Kvantifiseringen av de seks PBDE kongenerne samt HBCD skjer ved bruk av internstandard og en seks punkts eksterm kalibreringskurve. Følgende polibromerte difenyletere (PBDE) ble bestemt: PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 186. Riktighet er bestemt ved gjenvinningsforsøk for de seks kongenerne og HBCD, og resultatene ligger mellom 80 og 110%. Foreløpig har gjenvinningsforsøk vært eneste måte å bestemme systematiske feil da det verken finnes sertifiserte standard materialer og heller ikke organiserte ringtester (prestasjonsprøvinger). Presisjonen som intern reproduserbarhet har vært bestemt til fra 10 til 25% for de forskjellige kongenerne avhengig av konsentrasjonen.

3.8. Bestemmelse av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH bestemmelsene ble utført av Eurofins og deres metode er akkreditert. Prinsippet for metoden baserer seg først på en forsåpning, dernest på GPC opprensning (dvs. en molekylstørrelses kromatografi) og til slutt bestemmes de forskjellige PAH forbindelsene med GC/MS analyse. Følgende PAH forbindelser er bestemt: antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h)perylene, benzo-(k)-fluoranten, krysen/trifenylen, dibenzo(a,h)antracen, fluoranten, fluoren, indeno (1,2,3-cd)pyren, fenantren og pyren. Alle disse PAH forbindelsene hadde en bestemmelsesgrense (LOQ) på 0,5 µg/kg prøve.

4. RESULTATER OG KOMMENTARER

4.1 Analyser av metaller

4.1.1 Kamskjell (*Pecten maximus*)

Ved konsum blir kamskjell vanligvis rensert slik at kun muskel og rognsekk (gonade) spises. Analysene viser at de spiselige delene inneholder helt akseptable nivåer av uønskede spormetaller. Den sorte fordøyelseskjertelen derimot, har et svært høyt innhold av spesielt kadmium, med så høye kadmiumverdier at innholdet i hele skjellet kommer langt over grenseverdien på 1 mg/kg våt vekt. Dette er kjent fra litteraturen, men har ikke blitt spesifisert i kostholdsråd så langt. Selv om mange renser kamskjell, så er det likevel eksempler på at noen spiser dem hele, og spesielt for de mindre artene, som for eksempel harpeskjell fra Storbritannia, er det ofte tradisjoner for å spise alle delene av bløtdelen. I tillegg er det vanlig å koke saus på innmaten, noe som kan bidra til økt kadmium- og bly inntak.

I august ble ville kamskjell høstet i Mausund i Frøya kommune. Gonader/muskel ble analysert for de åtte metallene spesifisert i EU-direktiv (tabell 5).

Tabell 5. Metallinnhold (mg/kg våt vekt) i gonader/muskel av kamskjell høstet i perioden 2001-2006.

Organ	År	Cr	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Hg	Pb
Gonade/muskel ^{a)}	2006	i.b.	0,51	17	2,8	0,01	0,12	0,01	0,08
Gonade/muskel ^{b)}	2005	0,10	1,03	23	4,6	0,03	0,23	0,01	0,06
Gonade/muskel ^{c)}	2005	0,06	0,94	23	4,2	0,04	0,17	0,01	0,04
Gonade/muskel ^{d)}	2005	0,04	1,01	21	4,0	0,02	0,14	0,01	0,03
Gonade/muskel ^{e)}	2005	0,04	0,46	17	2,4	0,01	0,12	0,01	0,06
Gonade/muskel ^{f)}	2005	0,05	0,41	15	4,2	0,01	0,11	0,01	0,02
Gonade/muskel ^{g)}	2004	0,21	0,69	19	2,7	0,02	0,35	<0,03	0,02
Gonade/muskel ^{h)}	2004	0,15	1,10	27	5,5	0,03	0,24	<0,03	0,05
Gonade/muskel ⁱ⁾	2002	< 0,7	0,85	24	2,6	0,06	0,60	0,01	0,06
Gonade/muskel ^{j)}	2002	< 0,7	0,77	25	2,4	0,03	0,75	0,01	0,07
Gonade/muskel ^{k)}	2001	0,13	1,25	23	2,8	0,04	0,20	0,01	0,02
Gonade/muskel ^{l)}	2001	0,10	0,90	14	2,0	0,01	0,30	0,02	0,04

^{a)} Skjell fra Mausund, Frøya, Sør Trøndelag

^{b)} Skjell fra Bogøya, Frøya, Sør Trøndelag

^{c)} Skjell fra Vågøya, Frøya, Sør Trøndelag

^{d)} Skjell fra Vågøya, Frøya, Sør Trøndelag

- e) Skjell fra Mausund, Frøya, Sør Trøndelag
- f) Skjell fra Torsøy, Hitra-Frøya, Sør Trøndelag
- g) Skjell fra Lyngvær, Feøya, Nord-Trøndelag
- h) Skjell fra Gjæssingen, Feøya, Nord-Trøndelag
- i) Skjell fra Grogna i Frøya kommune, Sør Trøndelag
- j) Skjell fra Mausund i Frøya kommune, Sør Trøndelag
- k) Skjell fra Feøya i Nord-Trøndelag
- l) Skjell fra Kvæfjord i Troms

Resultatene for 2006 viste lave konsentrasjoner for kvikksølv og bly i gonade/muskel fra kamskjell høstet fra ville bestander i Frøya kommune med verdier på henholdsvis 0,01 mg/kg våt vekt og 0,08 mg/kg våt vekt (tabell 5). Kamskjell fra Mausund dette året viste en kadmiumkonsentrasjon på 0,12 mg/kg våt vekt, mens konsentrasjonen fra samme lokaliteten i 2002 viste en konsentrasjon på 0,75 mg/kg våt vekt. De høye kadmiumverdiene fra 2002 kan blant annet skyldes at prøvene i 2002 ble frosset før analyse (mot instruksjonen), og på den måten ble prøvene av gonader/muskel kontaminert med væske fra fordøyelseskjertelen under tining av de frosne prøvene. Konsentrasjonene av kobber, sink og sølv i gonader/muskel i kamskjell høstet i 2006 (krom ikke bestemt i 2006) stemte godt overens med resultatene funnet i kamskjell fra tidligere år (tabell 5).

Ved salg og eksport av kamskjell har man ingen garanti for at kundene renses bort fordøyelseskjertelen. Her bør en vurdere en strategi for kundeopplysning, og siden verdiene i hele skjell overstiger grenseverdiene kan en i fremtiden risikere problemer med eksport og uønsket høyt inntak av Cd hos høykonsumenter.

4.1.2 Kongsnegl (*Buccinum undatum*)

Tabell 6 viser metallinnholdet i hel kongsnegl. Konsentrasjonene for sink, arsen, sølv og kadmium viser verdier som er betydelig lavere enn de som ble rapportert for kongsnegl i 2005. Arseninnholdet i kongsnegl dette året varierte mellom 7,0 mg/kg og 11,2 mg/kg våt vekt, mens i 2005 ble det funnet verdier som varierte fra 18 mg/kg våt vekt til 150 mg/kg våt vekt. Konsentrasjonen av uorganisk arsen var lav <0,01 mg/kg våt vekt for de prøver av kongsnegl som ble analysert både dette året og i 2005. Dette utgjør en andel mindre enn 0,1%.

Kadmiuminnholdet i kongsnegl dette året varierte fra 0,16 mg/kg til 0,33 mg/kg våt vekt, mens resultatene for 2005 viste verdier som varierte fra 1,1 mg/kg våt vekt til 2,0 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt på 1,4 mg/kg våt vekt. Den høyeste kadmiumkonsentrasjonen på 2,0 mg/kg våt vekt ble funnet i en prøve fra Alstenfjorden i Nordland. Hvis de fem prøvene ble

ansett som en prøve ved eksport med middelvei på 1,4 mg/kg våt vekt ville prøven ha oversteget EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt, selv når det ble tatt hensyn til metodens usikkerhet på 15%.

Resultatene for 2006 og 2005 viser at metallinnholdet i kongesnegl varierer betydelig og at vi trenger mer data for å kunne avgjøre om kongesnegl er et trygt sjømatprodukt.

Tabell 6. Metallinnhold (mg/kg våt vekt) i hel kongesnegl høstet i Frøya kommune i 2006.

Art	Lokalitet	Cu	Zn	As	Uorg. As	Ag	Cd	Hg	Pb
Kongsnegl	Rognsund	7,2	17,3	8,1	0,005	0,035	0,24	0,017	0,035
Kongsnegl	Kvalsund	6,0	16,9	7,0	0,003	0,032	0,33	0,015	0,12
Kongssnegl	Hakkstein	4,7	17,1	11,2	0,005	0,023	0,16	0,025	0,02

4.1.3 Oskjell (*Modiolus modiolus*)

Metallinnholdet i forskjellige organer av oskjell er gitt i tabell 7. Metallkonsentrasjonene forholder seg stort sett slik i de forskjellige organene: nyrene > fordøyelseskjertel > gjeller > gonader > muskel. Metallkonsentrasjonene i nyrene for store oskjell var relativt høye for sink (2417 mg/kg våt vekt), kadmium (7,2 mg/kg våt vekt) og bly (41,5 mg/kg våt vekt), men også relativt høy for selen med en konsentrasjon på 3,2 mg/kg våt vekt. Høye selenkonsentrasjoner i nyrene kan være knyttet til en avgiftningsmekanisme i forbindelse med høye bly-, kadmium- og kvikksølvkonsentrasjoner (dannelse av metallselenider).

Tabell 7. Metallinnhold (mg/kg våt vekt) i organer av oskjell høstet i 2006.

Organ	Parameter	Cu	Zn	As	Se	Cd	Hg	Pb
Nyrene	Middelverdi	5,9	2417	6,0	3,2	7,2	0,32	41,5
	Min-maks	2,2-8,7	1400-3200	4,3-8,4	1,7-4,2	2,5-12,0	0,16-0,52	16,0-85,0
Fordøyelseskjertel	Middelverdi	6,5	44	3,8	0,7	0,6	0,07	0,88
	Min-maks	4,0-11,0	20-100	2,1-8,9	0,5-1,0	0,2-1,3	0,03-0,18	0,16-2,20
Gjeller	Middelverdi	1,0	19	2,1	0,4	0,9	0,02	0,23
	Min-maks	0,5-1,5	12-34	1,7-2,8	0,3-0,4	0,5-1,7	0,01-0,03	0,05-0,49
Gonader	Middelverdi	1,4	14	2,0	0,4	0,33	0,02	0,15
	Min-maks	1,0-2,1	9-22	1,5-2,6	0,3-0,5	0,12-0,56	0,01-0,06	0,05-0,29
Muskel	Middelverdi	0,33	15	1,1	0,2	0,15	< LOQ	0,12
	Min-maks	0,19-0,54	10-28	1,0-1,3	0,2-0,3	0,06-0,23	< LOQ-0,013	0,04-0,32
Total	Middelverdi					0,86		3,3
	Min-maks					0,34-1,5		1,4-6,6

Et av de seks oskjellene som inngår i denne studien hadde kadmiumverdier i hel skjell på 1,5 mg/kg våt vekt, som oversteg EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt. Blykonsentrasjonen i hele oskjell varierte fra 1,4 mg/kg til 6,6 mg/kg, og fire av verdiene var høyere enn EUs øvre grenseverdi på 1,5 mg/kg våt vekt.

Tabell 8. Innhold av kadmium og bly (mg/kg våt vekt) i organer av oskjell og den prosentvis fordeling av kadmium og bly i organene høstet i 2006.

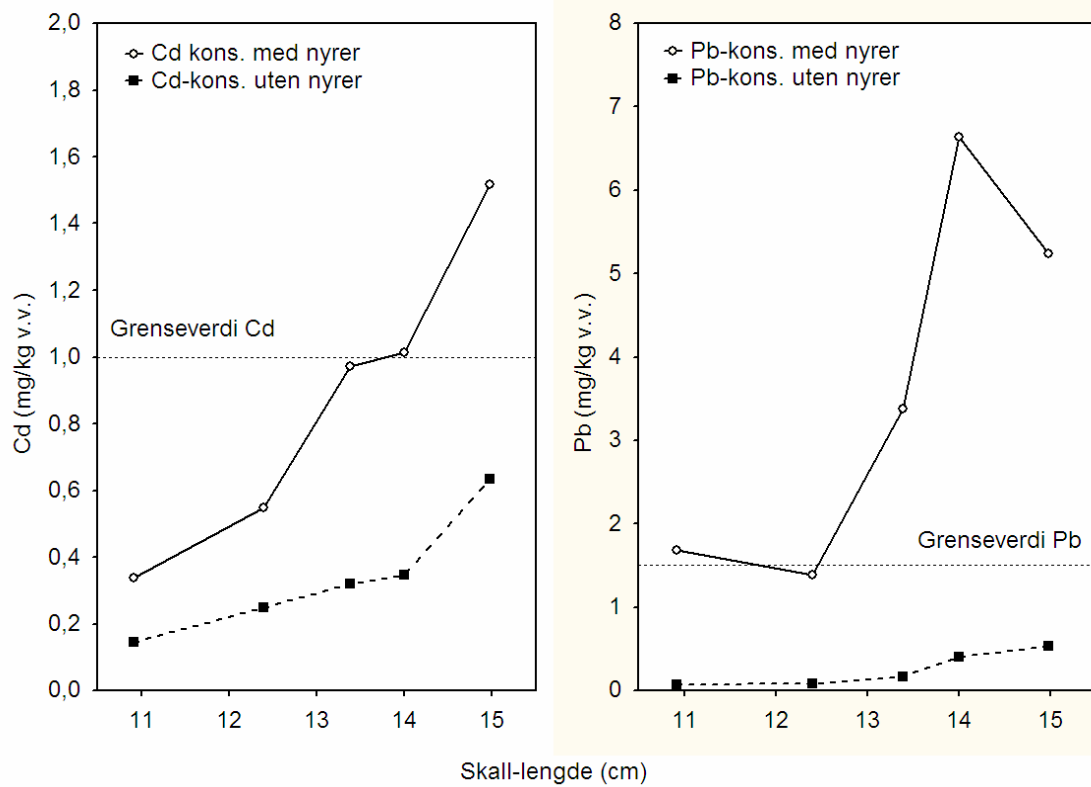
Organ	Organ (%)	Cd (mg/kg)	Cd (%)	Pb (mg/kg)	Pb (%)
Nyre	7,6	7,2	61,8	41,5	93,9
Fordøyelseskjertel	11,8	0,6	8,0	0,9	2,6
Gjeller	9,9	0,9	10,9	0,2	0,6
Gonade	32	0,3	12,5	0,2	1,4
Muskler	39	0,1	6,9	0,1	1,5
Total	100	0,9	100	3,3	100

Tabell 8 viser det gjennomsnittlige innholdet av kadmium og bly i nyre, fordøyelseskjertel, gjeller, gonader og muskel hos oskjell samt den prosentvis andelen av disse metallene i de respektive organene. Resultatene viser at mer enn 90% av bly og 60% av kadmium er lokalisert til nyrene.

Oskjellene som ble valgt ut for denne studien varierte i lengde og vekt. Figur 1 viser hvordan konsentrasjonen av kadmium og bly i spiselige deler av oskjell varierte med lengden til skjellene. Figuren viser at det er en høy korrelasjon mellom metallkonsentrasjon og lengde som sannsynligvis er knyttet til alder.

Beregninger på konsentrasjoner av bly og kadmium i bløte deler etter at nyrene er fjernet viser at konsentrasjonene i alle skjellene kommer under grenseverdiene (figur 1).

Oskjell, *Modiolus modiolus*



Figur 1. Sammenheng mellom skallengde og kadmiumkonsentrasjon (venstre) og blykonsentrasjon (høyre) i bløtdelen av oskjell med og uten nyrer. EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg for kadmium og 1,5 mg/kg for bly per våt vekt i skalldyr er vist.

4.1.4 Østers (*Ostrea edulis*)

Dette året ble det tatt prøver av dyrkede østers fra Vågstranda og Bømlo og ville bestander fra Kilsund og Tønsberg. Resultatene er vist i tabell 9. Kadmiuminnholdet i skjellene fra Vågstranda og Tønsberg oversteg EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt. Det kreves flere prøver undersøkt for kadmium for å kunne gi noen forklaring på den forholdsvis høye konsentrasjonen av kadmium i prøver fra Vågstranda og Tønsberg. Men funnene dette året peker på at problemet med kadmium i østers i forhold til gjeldene grenseverdi er mer utbredt enn tidligere antatt. Vi er kjent med at et østeranlegg på Sørlandet også har fått innhøstningsforbud på grunn av kadmiumverdier mellom 1 mg/kg og 2 mg/kg. EU har her lagt seg på en grenseverdi som er strengere enn de som er i de fleste andre land og som ikke er i samsvar med CODEX som har en generell grense på 2 mg Cd/kg i skjell og ingen grense for østers.

Innholdet av bly og kvikksølv var lave i forhold til EUs øvre grenseverdi for disse to metallene. Villfanget østers fra Tønsberg viste de høyeste konsentrasjonene av kobber, sink, sølv, tinn og bly, mens det høyeste innholdet av arsen, selen, kadmium og kvikksølv ble funnet i dyrkede skjell fra Vågstranda. Konsentrasjonen av sink i østers fra Tønsberg på 1600 mg/kg våt vekt er det høyeste som er rapportert så langt vi kjenner til i spiselig sjømat. Konsentrasjonen av kobber på 80 mg/kg våt vekt er også svært høyt. Østers er velkjent for sine naturlige høye konsentrasjoner av sink, kobber og kadmium sammenlignet med blåskjell, mens forskjellen i sølv er mindre kjent (ca. 50 ganger høyere enn i blåskjell). Høye sølvkonsentrasjoner i østers er rapportert også i tidligere årsrapporter.

Tabell 9. Metallkonsentrasjonen i dyrket østers (*Ostrea edulis*) fra Vågstranda og Bømlo og fra ville bestander fra Kilsund og Tønsberg tatt i 2006.

Lokalitet	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	uorg.As (µg/kg)	Se (mg/kg)	Ag (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Vågstranda	16,9	218	11,2	8,1	4,46	1,9	2,28	0,055	0,125
Tønsberg	80,2	1600	5,1	2,0	2,70	2,8	1,77	0,044	0,213
Bømlo	30,0	570	1,7	1,8	0,71	0,64	0,89	0,012	0,026
Kilsund	40,1	470	1,7	5,2	0,86	0,74	0,38	0,016	0,076

4.1.5 Blåskjell (*Mytilus edulis*)

Tabell 10 viser gjennomsnitt og standardavvik for de syv metallene (kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly) i blåskjellprøver fra alle de lokalitetene som ble inkludert i overvåkningsprogrammet i 2006. Resultatene for årene 2001 til 2005 er tatt med for sammenligning. Tabell 11 viser gjennomsnittsinholdet av metallene, inkludert selen, i blåskjell høstet våren 2006 og høsten 2006, samt minimum og maksimum konsentrasjonene for de forskjellige metallene, mens tabell 12 viser konsentrasjonene av kobber, sink, kadmium og bly i blåskjell fra de forskjellige regionene høstet i mars (vår) og august (høst) 2006.

Tabell 10. Metallinnhold (gjennomsnitt og standardavvik, mg/kg våt vekt) i blåskjell fra alle lokalitetene som ble prøvetatt i årene 2001-2006.

År		Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Ag (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
2006	Gj. snitt	1,15	14,7	2,23	0,04	0,19	0,02	0,17
	St.avvik	0,25	3,8	0,70	0,21	0,25	0,01	0,22
2005	Gj.snitt	1,03	15,6	3,17	0,01	0,15	0,01	0,20
	St.avvik	0,28	4,4	2,42	0,01	0,07	0,01	0,11
2004	Gj.snitt	1,00	14,6	2,2	<0,01-0,02	0,13	<0,03	0,14
	St.avvik	0,22	3,5	0,8		0,05		0,09
2003	Gj.snitt	1,12	16,2	2,1	0,01	0,14	0,015	0,22
	St. avvik	0,26	3,8	0,8	0,01	0,07	0,012	0,22
2002	Gj.snitt	1,10	17,0	2,1	0,02	0,18	0,015	0,18
	St. avvik	0,22	4,5	0,6	0,01	0,10	0,011	0,13
2001	Gj.snitt	1,08	16,1	2,2	0,10	0,18	0,014	0,20
	St. avvik	0,20	4,4	1,0	0,01	0,08	0,013	0,13

Kobber

Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i alle prøvene høstet i 2006 viste et tilsvarende nivå som tidligere år (tabell 10). Resultatene i tabell 11 viser at det ikke er noen årstidsvariasjon for kobber i blåskjell høstet på våren og på høsten. Dette er forskjellig fra hva som ble rapportert i Årsrapporten for 2005 hvor det ble funnet høyere kobberverdier i blåskjell tatt på høsten sammenlignet med blåskjell tatt på våren. Kobberkonsentrasjonen i blåskjell høstet om våren 2006 var i gjennomsnitt 1,1 mg/kg og med variasjon fra 0,6 til 1,6 mg/kg våt vekt, mens

konsentrasjonen av kobber i skjellprøver tatt om høsten hadde et gjennomsnitt på 1,2 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,51 mg/kg til 1,7 mg/kg våt vekt.

Den laveste verdien som ble funnet i prøver tatt i mars 2006 var 0,60 mg/kg våt vekt (Hellersgrova, Brekke i Gulen, Sogn og Fjordane) og den høyeste verdien som ble funnet var 1,6 mg/kg våt vekt (Leirbukta, Troms). Den laveste verdien som ble funnet i prøver høstet i august 2006 var 0,68 mg/kg våt vekt (Torheim, Sogn og Fjordane) og den høyeste verdien var 1,9 mg/kg våt vekt (Valberbeme, Nordland).

Kobberinnholdet varierte svært lite fra en region til en annen i 2006 (tabell 12). Det høyeste gjennomsnittlige kobberinnholdet i blåskjell fra regionene ble funnet i Østfold med en verdi på 1,5 mg/kg våt vekt og den laveste gjennomsnittlige kobberkonsentrasjonen ble funnet i Sogn og Fjordane med 0,9 mg/kg våt vekt (høst).

Kobberinnhold i blåskjell lavere enn 1,5 mg/kg våt vekt eller 10 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Blåskjell er en relativt god kobberkilde som kan bidra positivt i norsk kosthold. Det var følgende lokaliteter som hadde kobbernivåer som oversteg 1,5 mg/kg våt vekt: Lyngskjellan, Valbergene og Årsand i Nordland, Leirbukta i Troms, Langholmen, i Agder og Høkeliholmen i Østfold.

Tabell 11. Metallinnhold (gjennomsnitt og min. maks (mg/kg våt vekt) i blåskjell fra alle lokaliteter høstet våren 2006 og høsten 2006.

Tid	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Hg	Pb	Se
Vår	1,1 0,6-1,6	15,1 (8,1-30,2)	2,6 1,7-4,4	0,05 0,01-0,08	0,17 0,08-0,45	0,012 (0,007- 0,026)	0,19 (0,04-1,7)	0,46 (0,26- 0,69)
Høst	1,2 (0,75-1,7)	14,4 (8,8-25,6)	1,9 (1,3-3,8)	0,01 (0,01- 0,04)	0,22 (0,08- 0,31)	0,013 (0,006- 0,019)	0,14 (0,03- 0,66)	0,62 (0,44- 0,97)

Sink

Det gjennomsnittlige sinkinnholdet i alle prøvene ($14,7 \pm 3,8$ mg/kg våt vekt) høstet i 2006 viste et tilsvarende nivå som tidligere år (tabell 10). Resultatene i tabell 11 viser at det ikke er noen årstidsvariasjon for sink i blåskjell høstet på våren og på høsten. Sinkkonsentrasjonen i

blåskjell høstet om våren 2006 var i gjennomsnitt 15,1 mg/kg og med variasjon fra 8,1 til 30,2 mg/kg våt vekt, mens konsentrasjonen av sink i skjellprøver tatt om høsten hadde et gjennomsnitt på 14,4 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 8,8 mg/kg til 25,6 mg/kg våt vekt.

Den laveste verdien som ble funnet i prøver tatt i mars 2006 var 8,1 mg/kg våt vekt (Kvithyll, Rissa kommune, Trøndelag) og den høyeste verdien som ble funnet var 30,2 mg/kg våt vekt (Buken, Hordaland). Den laveste verdien som ble funnet i prøver høstet i august 2006 var 8,8 mg/kg våt vekt (Lennavika, Trøndelag) og den høyeste verdien var 25,6 mg/kg våt vekt (Varaneset, Hordaland).

Sinkinnholdet varierte betydelig fra en region til en annen i 2006 (tabell 12). Det høyeste gjennomsnittlige sinkinnholdet i blåskjell fra regionene ble funnet i blåskjell fra Hordaland og Østfold med verdier på henholdsvis 21,2 og 19,1 mg/kg våt vekt og den laveste gjennomsnittlige sinkkonsentrasjonen ble funnet i Trøndelag med 9,6 mg/kg våt vekt (høst).

Sinkinnhold i blåskjell lavere enn 30 mg/kg frisk vekt eller 200 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Alle lokaliteter som ble inkludert i overvåkningsprogrammet for 2006 var i denne kategorien, unntatt en prøve fra Buken i Hordaland som viste en sinkkonsentrasjon på 30,2 mg/kg våt vekt.

Tabell 12. Spormetallinnhold i blåskjell (mg/kg våt vekt) høstet i regionene fra Finmark til Skagerrak i mars og august 2005.

Region	Høstingstids punkt	Kobber (mg/kg v.v.)	Sink (mg/kg v.v.)	Kadmium (mg/kg v.v.)	Bly (mg/kg v.v.)
Troms	Mars	1,5	15,9	0,24	0,072
	Ausust	1,5	13,9	0,15	0,14
Nordland	Mars	1,3	13,4	0,17	0,094
	August	1,4	13,2	0,19	0,14
Trøndelag	Mars	1,1	12,3	0,14	0,11
	August	1,2	9,6	0,11	0,07
Møre og	Mars	1,1	13,2	0,14	0,19
Romsdal	August	1,1	17,0	0,29	0,11
Sogn og	Mars	1,0	17,7	0,23	0,16
Fjordane	August	0,9	16,2	0,17	0,26

Region	Høstingstids punkt	Kobber (mg/kg v.v.)	Sink (mg/kg v.v.)	Kadmium (mg/kg v.v.)	Bly (mg/kg v.v.)
Hordaland	Mars	0,91	19,1	0,23	0,36
	August	1,1	18,4	0,15	0,15
Rogaland	Mars	1,0	17,2	0,13	0,21
	August	1,1	15,1	0,09	0,11
Agder	Mars	1,1	14,5	0,11	0,16
	August	1,2	17,0	0,14	0,22
Skagerrak/ Østfold	Mars August	 1,6	 21,2		

Sølv

Sølvinnholdet i blåskjell varierte fra 0,01 til 0,08 mg/kg våt vekt (tabell 11), med et gjennomsnittsinhold på 0,03 mg/kg og et standardavvik på 0,03 mg/kg våt vekt. Verdiene for sølv i blåskjell er svært lave sammenlignet med østers (tabell 9). Sølvinnholdet i østers kan være mer enn 50 ganger høyere enn det som er den naturlige konsentrasjonen i blåskjell.

Kadmium

Det gjennomsnittlige kadmiuminnholdet i alle prøvene ($0,19 \pm 0,25$ mg/kg våt vekt) høstet i 2006 viste den høyeste gjennomsnittsverdien som er funnet (tabell 10), men forskjellene er ikke store. Den laveste verdien ble funnet i 2004 med 0,13 mg/kg våt vekt. Resultatene i tabell 11 viser at det ikke er noen årstidsvariasjon for kadmium i blåskjell høstet på våren og på høsten. Kadmiumkonsentrasjonen i blåskjell høstet om våren 2006 var i gjennomsnitt 0,17 mg/kg våt vekt og med variasjon fra 0,08 til 0,45 mg/kg våt vekt, mens konsentrasjonen av kadmium i skjellprøver tatt om høsten hadde et gjennomsnitt på 0,22 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,08 mg/kg til 0,31 mg/kg våt vekt.

Den laveste verdien som ble funnet i prøver tatt i mars 2006 var 0,08 mg/kg våt vekt (Rundhaugen, Trøndelag) og den høyeste verdien som ble funnet var 0,45 mg/kg våt vekt (Kvamen, Hordaland). Den laveste verdien som ble funnet i prøver høstet i august 2006 var 0,08 mg/kg våt vekt (Lennavika, Trøndelag) og den høyeste verdien var 0,31 mg/kg våt vekt (Varaneset og Nateneset, Hordaland).

Kadmiuminnholdet varierte betydelig region til region i 2006 (tabell 12). Det høyeste gjennomsnittlige kadmiuminnholdet ble funnet i blåskjell fra Møre og Romsdal med en verdi på 0,29 mg/kg våt vekt og det laveste ble funnet i Rogaland med 0,09 mg/kg våt vekt (høst).

Alle de blåskjellprøvene som ble analysert i 2006 hadde et kadmiuminnhold som tilfredstilte EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt.

Kvikksølv

Kvikksølvinnholdet i blåskjell var lavere enn 0,03 mg/kg våt vekt for alle prøver av blåskjell som ble analysert i 2006 (tabell 11). Kvikksølv akkumuleres i mindre grad i blåskjell enn andre tungmetaller som bly og kadmium. Verdiene er også lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i EU og Norge på 0,5 mg/kg våt vekt.

Bly

Det gjennomsnittlige blyinnholdet i alle prøvene ($0,17 \pm 0,22$ mg/kg våt vekt) høstet i 2006 viste et tilsvarende nivå som tidligere år (tabell 10). Resultatene i tabell 11 viser at det ikke er noen årstidsvariasjon for bly i blåskjell høstet på våren og på høsten. Blykonsentrasjonen i blåskjell høstet om våren 2006 var i gjennomsnitt 0,19 mg/kg våt vekt og med variasjon fra 0,04 til 1,7 mg/kg våt vekt, mens konsentrasjonen av kadmium i skjellprøver tatt om høsten hadde et gjennomsnitt på 0,14 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,03 mg/kg til 0,66 mg/kg våt vekt.

Den laveste blyverdien som ble funnet i prøver tatt i mars 2006 var 0,04 mg/kg våt vekt (Rundhaugen, Trøndelag) og den høyeste som ble funnet var 1,7 mg/kg våt vekt (Norddyrøy, Møre og Romsdal). Den laveste blyverdien som ble funnet i prøver høstet i august 2006 var 0,03 mg/kg våt vekt (Lennavika, Trøndelag) og den høyeste verdien var 0,66 mg/kg våt vekt (Varaneset, Hordaland).

Blyinnholdet varierte betydelig fra en region til en annen i 2006 (tabell 12). Det høyeste gjennomsnittlige blyinnholdet ble funnet i blåskjell fra Hordaland med en gjennomsnittsverdi på 0,36 mg/kg våt vekt (vår) og det laveste ble funnet i Trøndelag med 0,07 mg/kg våt vekt (høst).

Et blyinnhold i blåskjell lavere enn 0,45 mg/kg våt vekt eller 3 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Resultater for 2006 viste to lokaliteter fra Hardangerfjorden med blykonsentrasjoner høyere enn 0,45 mg/kg våt vekt. Det var blåskjell fra Varaneset og Buken. Blyinnholdet i blåskjell fra Varaneset hadde en konsentrasjon på 0,51 mg/kg våt vekt i mars og 0,66 mg/kg våt vekt i august. Blåskjell fra Norddyrøy, Møre og Romsdal høstet i mars viste en blykonsentrasjon på 1,7 mg/kg våt vekt og var som eneste prøve over grenseverdien på 1,5 mg/kg.

Arsen

Arseninnholdet i blåskjell høstet i 2006 varierte fra 1,3 mg/kg til 4,4 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt for hele året på 2,2 mg/kg våt vekt (tabell 10) og et standardavvik på 0,7 mg/kg våt vekt. Dette er betydelig lavere enn det som ble funnet for total arsen i blåskjell for 2005, men tilsvarende de gjennomsnittskonsentrasjonene av arsen i blåskjell som ble rapportert i dette overvåkningsprogrammet for årene 1999 til 2004. Arseninnholdet i marsprøvene var i gjennomsnitt 2,6 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 1,7 mg/kg til 4,4 mg/kg våt vekt, mens gjennomsnittskonsentrasjonen for augustprøvene var på 1,9 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 1,3 mg/kg til 3,8 mg/kg våt vekt (tabell 11). Det høyeste gjennomsnittet av arsen fra en region ble funnet i blåskjell høstet i mars 2006 fra Hordaland på 3,0 mg/kg våt vekt, mens arseninnholdet i blåskjell fra den samme regionen høstet i august var 1,9 mg/kg våt vekt (tabell 13). Marsprøvene dette året viste høyere arsenverdier enn blåskjell høstet i august. Dette er i overensstemmelse med de resultatene som ble rapportert i dette programmet for perioden 1999 til 2004. Prøver tatt i Sognefjorden i mars har vist de høyeste arsenkonsentrasjonene i hele perioden fra 2000 til 2004, men i de to siste årene har prøver tatt i Hardanger vist høyere verdier enn prøver tatt i Sognefjorden. Den høyeste arsenverdien som er funnet noensinne ble funnet i blåskjell høstet i Arnafjorden i Sogn og Fjordane i mars 1999 på 18,5 mg/kg våt vekt. Det er foreløpig vanskelig å forklare at blåskjell høstet i lokaliteter i Sognefjorden og Hardangerfjorden har et høyere arseninnhold enn blåskjell høstet andre steder langs kysten. Dette krever spesiell fokus på arsenets kjemi i disse fjordsystemene. Dette kan henge sammen med næringsinntaket til skjellene enten i form av mat med ulike arsenkonsentrasjoner eller ulike former av arsen og begge de sistnevnte faktorer kan også være å finne i ulike algesammensetninger. Her er det åpenbart et et forskningsbehov.

SFT har for øvrig en klassifisering for arsen i blåskjell på 1,5 mg/kg våtvekt som moderat forurenset og 4,5 til 15 for markert forurenset og sterkt forurenset over 15 mg/kg. Det kan virke som disse grensene for arsen ikke tar hensyn til naturlige variasjoner i arseninnholdet. De fleste prøvene høstet i 2006 viste arsenverdier over 1,5 mg/kg våt vekt.

Tabell 13. Innholdet av total arsen og uorganisk arsen blåskjell (mg/kg våt vekt) høstet i regionene fra Finmark til Østfold/Skagerrak i mars og august 2006. Andel uorganisk arsen er også gitt.

Region	Høstingstidspunkt	Antall prøver (N)	Total arsen (mg/kg våt vekt)	Uorganisk arsen (mg/kg våt vekt)	Andel uorganisk arsen (%)
Troms	mars	1	2,7 (0,007	0,3
	august	4	1,9 (1,6-2,0)	(<0,0003-0,011)	<0,1-0,5
Nordland	mars	9	2,4 (1,7-3,1)	0,011 (0,001-0,046)	<0,1-
	august	5	2,0 (1,4-3,5)	(<0,0003-0,009)	<0,1
Trøndelag	mars	12	2,4 (1,8-3,1)	0,015 (0,005-0,050)	0,2-2,7
	august	10	1,4 (1,2-1,8)	<0,0003-0,040)	<0,1-3,1
Møre og Romsdal	mars	5	2,5 (1,6-4,4)	0,021 (0,011-0,075)	0,4-2,9
Sogn og Fjordane	august	3	2,6 (1,6-3,8)	0,21 (0,007-0,53)	0,4-14
Hordaland	mars	5	2,8 (1,9-3,5)	0,061 (0,003-0,098)	0,1-3,8
	august	4	2,2 (1,4-3,6)	0,19 (0,002-0,74)	0,1-21
Rogaland	mars	7	3,0 (2,0-3,7)	0,17 (0,014-0,57)	0,4-19
	august	5	1,9 (1,6-2,3)	0,025 (0,003-0,073)	0,2-3,3
Agder	mars	3	2,8 (2,5-3,5)	0,009 (0,001-0,025)	<0,1-0,8
	august	1	1,8	<0,3	<0,1
Skagerrak/Østfold	mars	3	2,1 (1,9-2,5)	0,008 (0,008-0,013)	0,2-0,6
	august	6	1,7 (1,3-2,5)	0,005 (0,002-0,008)	0,1-0,5
Østfold	august	1	2,3	0,001	0,1

Som et resultat av naturlige metabolske prosesser i akvatisk miljø, forekommer arsen med et stort antall kjemiske former, både uorganiske og organiske former. I dag er det identifisert og karakterisert mer enn 40 forskjellige arsenformer /arsenspecier i det marine miljø.

Spesieringsdata for arsen er av stor betydning på grunn av store forskjeller i toksisitet mellom de forskjellige kjemiske formene av arsen. Dette synliggjøres klart ved å se på LD₅₀ verdiene for de forskjellige arsenspeciene. Retensjonen av arsen hos mennesker er forskjellig fra den hos fisk. Mens uorganisk arsen utskilles forholdsvis hurtig hos fisk er utskillelsen av uorganisk arsen langsommere enn organisk arsen hos mennesker.

Tabell 13 viser konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell fra høstingen fra de forskjellige regionene i mars og i august. Resultatene av uorganisk arsen fra marsuttaket viser at de høyeste konsentrasjonene ble funnet i blåskjell høstet i Hordaland med et gjennomsnittsinhold på 0,17 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,014 mg/kg til 0,57 mg/kg våt vekt (Torheim i Hardangerfjorden), mens gjennomsnittsinholdet i blåskjell høstet i Sogn og Fjordane var 0,06 mg/kg våt vekt. Resultatene av uorganisk arsen i blåskjell høstet i august fra Sogn og Fjordane viste et gjennomsnitt på 0,19 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,002 til 0,74 mg/kg våt vekt (Hellersgrova, Brekke i Sogn og Fjordane). Arsenverdiene funnet i blåskjell fra Sognefjorden og Hardangerfjorden i 2006 var bare 1/10 part av det som ble funnet i blåskjell fra disse to fjordene i 2005. Andelen uorganisk arsen av total innholdet av arsen varierte fra <0,1% til 21%. Den høyeste andelen ble funnet i blåskjell fra Hellersgrova.

FAO/WHO har en foreløpig akseptabel øvre grenseverdi (PTWI) for inntak av uorganisk arsen på 15 µg/kg kroppsvekt/uke. Regnet om til inntaket for en person som veier 60 kg blir det 0,9 mg eller 900 µg uorganisk arsen pr uke. Et måltid blåskjell på 100 gram med et innhold av uorganisk arsen på 0,74 µg/g (tabell 13) vil gi et inntak av uorganisk arsen på 74 µg, mindre enn 10% av det akseptable ukentlige inntaket som er foreslått av JECFA.

Tributyltinn (TBT)

TBT er en aktiv antibegroingsingrediens og av de mer toksiske forbindelsene som tilføres det marine miljø. Ved konsentrasjoner på 1 ng TBT/l sjøvann kan skalldyr og muslinger utvikle misdannelser av forskjellig slag. Imposex hos gastropoden *Nucella lapillus* er blant de mest kjente effektene. Hovedkilden til TBT i det marine miljø er utlekking av TBT fra skip som har vært malt med dette stoffet for å hindre begroing på skroget. Bakgrunnen for å tilsette TBT til maling er altså som antibegroingsmiddel. Andre kilder til TBT har vært konservering av trevirke, industrielle vannkjølingstårn, fiskegarn, kar til oppdrettsorganismer, i papirproduksjonen og i tekstilproduksjonen, samt tap av TBT fra skip som ligger i tørrdokk.

Resultatene gitt i tabell 14 viser konsentrasjoner av TBT i blåskjell høstet i august 2006. Resultatene fra de skjellene som ble inkludert varierte fra <1,0 µg/kg til 18 µg/kg våt vekt. Dette året ble det målt konsentrasjonen av total tinn i blåskjell og de resultatene viste at tinn foreligger hovedsakelig som tinnorganiske forbindelser. Andelen TBT av total tinn er tilnærmet 100%. TBT-konsentrasjonen i blåskjell høstet i august 2004 varierte fra 11 µg/kg til

48 µg/kg våt vekt. TBT i blåskjell lavere enn 90 µg/kg våt vekt eller 600 µg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset.

Tabell 14. Innhold (min. – maks.) av tributyltinn (TBT) i blåskjell fra forskjellige lokaliteter langs norskekysten høstet i august 2006. TBT gitt som µg Sn/kg våt vekt.

Art	Antall (n)	TBT-høst (µg/kg v.v.)
Blåskjell	43	< 1,0 – 18

4.2 Analyser av organiske miljøgifter i skjell

PCB

Det ble i 2006 analysert PCB i 43 prøver av blåskjell fra regionene Troms, Nordland, Trøndelag, Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland og Agderfylkene, en prøve av kamskjell (muskel/gonader) og tre prøver av kongesnegl. PCB₇ inkluderer følgende kongener PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 og PCB-180.

Resultatene av de forskjellige kongenerne, samt sum av PCB₇ er gitt i tabell 15. Når sum PCB₇ beregnes settes kongenerne som har konsentrasjoner <LOQ lik null ("lower bound").

Kongenerprofilen viser at kongenerne PCB-138 og PCB-153 har høyest konsentrasjon i blåskjell. Disse to kongenerne har til sammen en andel nærmere 70% av sum PCB₇. De fleste konsentrasjonene av PCB var lave i blåskjell og for alle prøvene som ble analysert i 2006 var konsentrasjonen av sum PCB₇ mindre enn 1 µg/kg våt vekt, unntatt blåskjell fra fire lokaliteter. Den høyeste konsentrasjonen av sum PCB₇ ble funnet i en prøve fra Buken i Sunnhordland på 4,7 µg/kg våt vekt, mens en prøve fra Inderhavn, Ytre Helgeland viste 3,9 µg/kg. Konsentrasjonene som ble funnet dette året tilsvare det som ble funnet i blåskjell i 2003 og 2004 (tabell 14). PCB konsentrasjonene i blåskjell har samme størrelsesorden som PCB konsentrasjonen i mager fisk.

Sum PCB₇ innhold i blåskjell lavere enn 4 µg/kg våt vekt er karakterisert av SFT for å være høstet fra lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Det betyr at alle prøver som er undersøkt for PCB₇ i 2006 Hordaland hadde et innhold som var betydelig lavere enn 4 µg/kg våt vekt., unntatt for prøven fra Buken i Hordaland.

Tabell 15. Gjennomsnittsinhold og min. – maks i parentes av kongenerne PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153 og PCB-180, samt sum PCB₇ i blåskjell, kamskjell og kongesnegl tatt høsten 2006. Resultatene er gitt som µg/kg våt vekt. Resultatene fra 2003-2005 er gitt for sammenligning.

Art	År	PCB-28 (µg/kg)	PCB-52 (µg/kg)	PCB-101 (µg/kg)	PCB-118 ^{a)} (µg/kg)	PCB-138 ^{b)} (µg/kg)	PCB-153 (µg/kg)	PCB-180 (µg/kg)	Sum PCB ₇ (µg/kg)
Blåskjell (N=43)	2006	<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
Blåskjell (n=35)	2005	<0,06	<0,09	<0,09- 0,20	<0,09- 0,18	<0,12- 0,36	<0,09- 0,33	<0,15	
Blåskjell (n=32)	2004	0,03 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,09 ± 0,05	0,05 ± 0,03	0,18 ± 0,11	0,20 ± 0,13	<LOQ	0,56 ± 0,34
Blåskjell	2003	0,02	0,05	0,13	0,10	0,17	0,17	<LOQ	0,65
Kamskjell (1)	2006	<0,06	<0,09	<0,09	<0,09	0,12	0,09	<0,15	
Kamskjell (gonader/muskel) (n=2)	2004	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
Kamskjell (gonader/muskel)	2003	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	<LOQ	0,13
Kongesnegl	2006	<0,06	<0,09	<0,09	<0,09	<0,12	0,15	<0,15	

Tabell 15 viser videre innholdet av PCB kongener i en prøve av gonader og muskel av kamskjell høstet i Mausund i Trøndelag i 2006. Konsentrasjonene av de enkelte PCB kongenerne var mindre enn kvantifiseringsgrensen for alle kongener unntatt for kongenerne PCB-138 og PCB-153 (tabell 15). Tabell 15 viser også innholdet av PCB₇ i muskel og gonader av kamskjell høstet i Trøndelag i 2003 og 2004. Konsentrasjonen av PCB₇ i kamskjell funnet i 2003 og 2004 er tilsvarende det som ble funnet dette året.

Tre prøver av kongesnegl ble analysert for PCB og resultatene er vist i tabell 15. PCB kongenerne var mindre enn LOQ for alle prøvene, unntatt en prøve for PCB-153 som viste en verdi lik LOQ på 0,15 µg/kg våt vekt.

Dioksiner (PCDD/PCDF), non-orto PCB og mono-orto PCB (dlPCB)

Tabell 16 viser konsentrasjonene av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB, mono-orto PCB (pg TE/g våt vekt) og sum dioksiner og dlPCB (pg TE/g våt vekt) i blåskjell fra 2006, samt resultater funnet for årene 2003 til 2005. Resultatene viser et gjennomsnitt av sum dioksiner og dlPCB på 0,17 pg TE/g våt prøve og med en variasjon fra 0,08 til 0,34 pg TE/g våt prøve. Den høyeste verdien ble dette året funnet i en blåskjellprøve fra Kvalvågen i Nordland. Resultatene viser videre at PCDD og non-orto PCB bidrar mest til sum dioksiner

og dlPCB, dernest PCDF og mono-orto PCB. Dette er forskjellig fra det en kjenner fra andre sjømatprodukter, fisk og marine pattedyr.

Tabell 16. Middelverdi og konsentrasjonsområde for dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (non-orto og mono-orto PCB) (pg WHO-TE/g v. v. ”upper bound-LOQ”) i prøver av blåskjell tatt fra lokaliteter i forskjellige regioner langs norske kysten høsten 2006. Tilsvarende verdier er også gitt for blåskjell høstet i 2003 og 2004.

Prøve	År	PCDD (pg TE/g v.v.)	PCDF (pg TE/g v.v.)	Non-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Mono-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Sum TE (pg TE/g v.v.)
Gjennomsnitt (n=43)	2006	0,06	0,03	0,07	0,01	0,17
Min. – maks.		0,01-0,15	0,01 – 0,09	0,01 – 0,11	0,01 – 0,08	0,08 – 0,34
Gjennomsnitt (n=30)	2005	0,07	0,04	0,08	0,01	0,20
Min. – maks.		0,02-0,19	0,01-0,11	0,01-0,15	0,01-0,04	0,05-0,49
Gjennomsnitt (n=33)	2004	0,03	0,05	0,09	0,02	0,17
Min – maks.		0,01 - 0,10	0,02 – 0,10	0,04 – 0,16	0,01 – 0,04	0,06 – 0,32
Gjennomsnitt (n=16)	2003	0,02	0,05	0,08	0,03	0,15
Min. – maks.		0,01 - 0,04	0,01 - 0,11	0,01 - 0,15	0,01 - 0,05	0,04 - 0,35

De analyserte prøvene har et lavt innhold av dioksiner i forhold til EUs øvre grenseverdi for sum dioksiner og dioksinlignende PCB i sjømat på 8,0 pg TE/g v.v.. Sum PCDD og PCDF i blåskjell lavere enn 0,2 pg TE/g v.v. er karakterisert av SFT som å være høstet fra lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset, mens blåskjell med TE mellom 0,2 og 0,5 pg/g v.v. er høstet i moderat forurenset område og TE mellom 0,5 og 1,5 pg/g v.v. er høstet i markert forurenset område. Det betyr at samtlige prøver dette året er høstet i områder som er ubetydelig eller moderat forurenset. Dioksinverdiene funnet i blåskjell i 2003 til 2006 var betydelig lavere enn tilsvarende resultater som ble funnet i blåskjell fra Skagerrakkysten høstet i 2002 (Årsrapport 2002). Det er vanskelig å se noen grunn for dette forholdet med det svake datagrunnlaget som finnes for dioksiner i blåskjell. Det er således viktig at overvåkningsprogrammet for skjell også i 2007 inkluderer et antall prøver for dioksinanalyser tilsvarende antallet for 2006.

Tabell 17 viser konsentrasjonene av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB, mono-orto PCB (pg TE/g våt vekt) og sum dioksiner og dl PCB (pg TE/g våt vekt) i kamskjell fra 2006. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i kamskjell fra

Mauset var 0,05 pg TE/g våt vekt og er blant de laveste som er funnet i sjømat, og det skyldes at for kamskjell er det kun muskel og gonadene som analyseres.

Tabell 17. Gjennomsnittskonsentrasjon for dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (non-orto og mono-orto PCB) (pg WHO-TE/g v. v. "upper bound-LOD") i en prøve av kamskjell (muskel og gonader) tatt fra Mausund i Sør Trøndelag i 2005 og 2006.

Prøve	År	PCDD (pg TE/g v.v.)	PCDF (pg TE/g v.v.)	Non-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Mono-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Sum TE (pg TE/g v.v.)
Kamskjell	2006	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05
Kamskjell	2005	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05

Tabell 18 viser konsentrasjonene av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB, mono-orto PCB (pg TE/g våt vekt) og sum dioksiner og dl PCB (pg TE/g våt vekt) i kongesnegl fra 2006. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i kongesnegl fra Hitra/Frøya i Sør Trøndelag var 0,05 – 0,06 pg TE/g våt vekt, og dette er blant de laveste verdiene som er funnet i sjømat.

Tabell 18. Gjennomsnittskonsentrasjon for dioksiner og furaner (PCDD/F) og dioksinlignende PCB (non-orto og mono-orto PCB) (pg WHO-TE/g v. v. "upper bound-LOD") i tre prøver av kongesnegl tatt fra Hitra/Frøya i Sør Trøndelag høsten 2006.

Prøve	År	PCDD (pg TE/g v.v.)	PCDF (pg TE/g v.v.)	Non-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Mono-orto PCB (pg TE/g v.v.)	Sum TE (pg TE/g v.v.)
Kongesnegl	2006	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05
Kongesnegl	2006	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05
Kongesnegl	2006	0,02	0,01	0,02	0,01	0,06

Polibromerte flammehemmere PBDE og sum HBCD

Tabell 19 viser konsentrasjonsområdet for PBDE kongenere (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 180) og sum HBCD i blåskjell høstet i august 2006 fra området fra Troms i nord til Skagerrak i syd.

Tabell 19. Innhold (min. – maks.) av PBDE kongenere og sum PBDE (ng/g våt vekt) samt sum HBCD i 43 prøver av blåskjell høstet langs norskekysten i august 2006 samt to prøver av kamskjell høstet i Torsøy og Mausund i Sør Trøndelag i august 2005.

Art	PBDE-28 (ng/g v.v.)	PBDE-47 (ng/g v.v.)	PBDE-99 (ng/g v.v.)	PBDE-100 (ng/g v.v.)	PBDE-153 (ng/g v.v.)	PBDE-154 (ng/g v.v.)	PBDE-183 (ng/g v.v.)	Sum PBDE (ng/g v.v.) ^{a)}	HBCD (ng/g v.v.)
2006	<0,001- 0,18	0,01-0,091	<0,001- 0,11	<0,001- 0,044	<0,001- 0,15	<0,001- 0,005	<0,001- 0,031	0,01- 0,22	<0,20- 0,26
2005	<0,001-	0,014-	<0,001-	<0,001-	<0,001-	0,012-	<0,001	0,069 –	<0,20 –

Art	PBDE-28 (ng/g v.v.)	PBDE-47 (ng/g v.v.)	PBDE-99 (ng/g v.v.)	PBDE-100 (ng/g v.v.)	PBDE-153 (ng/g v.v.)	PBDE-154 (ng/g v.v.)	PBDE-183 (ng/g v.v.)	Sum PBDE (ng/g v.v.) ^{a)}	HBCD (ng/g v.v.)
	0,073	0,068	0,056	0,068	0,014	0,130		0,31	0,32

^{a)} Verdier lavere enn LOQ er ikke summert.

Resultatene for sum PBDE varierte fra 0,01 ng/g våt vekt til 0,22 ng/g våt vekt.

Kongenerprofilen viste at PBDE-47 var den dominerende kongeneren. Det som var noe overraskende for blåskjell analysert for PBDE var at de høyeste verdiene for de forskjellige kongenerne varierte fra lokalitet til lokalitet, tilsvarende som for 2005. For fiskefilet er andelen PBDE-47 høyere, med noen få unntak. Konsentrasjonen av HBCD var lav og varierte fra <0,20 ng/g til 0,26 ng/g våt vekt.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

I stoffgruppen PAH er det flere mutagene forbindelser, slik som benzo(a)pyren, BaP. BaP kan brukes som indikatorsubstans for mulige helseskade ved PAH-eksponering. Siden BaP er gentoksisk er det ikke mulig å identifisere noen terskelverdi, det vil si at enhver dose kan medføre risiko for helseskade. 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.

Tabell 20. Konsentrasjon av PAH i 43 prøver av blåskjell høstet langs norskekysten i august 2006

Forbindelse	Konsentrasjonsområde (µg/kg våt vekt)
Fluoren	<0,5 – 5,5
Fenantren	<0,5 – 10
Antracen	<0,5 – 2,5
Fluoranten	<0,5 – 6,4
Pyren	<0,5 – 3,4
Benzo(a)antracen	<0,5 – 0,7
Krysen/Trifenylen	<0,5 – 1,4
Benzo(b)fluoranten	<0,5 – 0,8
Benzo-(k)-fluoranten	<0,5 – 0,7
Benzo(a)pyren	<0,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,5 – 0,5
Dibenzo(a,h)antracen	<0,5
Benzo(g,h,i)perylene	<0,5

LOQ for alle PAH forbindelsene var mindre enn 0,5 µg/kg våt vekt.

Konsentrasjonene av de forskjellige PAH forbindelsene, inkludert BaP er gitt i tabell 20. Konsentrasjonene som er funnet for BaP i skjell fra de 43 forskjellige lokalitetene langs norskekysten som ble inkludert i skjellprogrammet dette året var <0,5 µg/kg våt vekt for alle prøvene. Bakgrunnsnivået av BaP i skjell i Norge er funnet å være opp til 1 µg/kg våt vekt. Resultatene funnet for BaP i denne undersøkelsen viser at alle prøvene hadde et innhold som var innenfor og under øvre grense for normalområdet for BaP i blåskjell.

De høyeste verdiene av fluoren, antracen, fluoranten, pyren og benzo(a)antren er funnet i en prøve fra Kvithyll i Fosen, men konsentrasjonene er lave.

5. KONKLUSJONER

Resultatene fra skjellovervåkingen i 2006 viser at blåskjellene gjennomgående ikke har problemer i forhold til de miljøgifter som ble analysert i programmet, med unntak av bly i blåskjell fra Norddøy, Møre og Romsdal som ble høstet i mars og som viste en blykonsentrasjon på 1,7 mg/kg våt vekt (EUs øvre grenseverdi er satt til 1,5 mg/kg våt vekt). Dette året er resultatene av de mikrobiologiske bestemmelsene rapportert i egen rapport. I 2006 ble uorganisk arsen målt i samtlige blåskjellprøver. De høyeste verdiene ble funnet i prøver fra Sognefjorden (høst) og Hardangerfjorden (vår). Datagrunnlaget for arsen og uorganisk arsen må fortsatt styrkes. Ingen av lokalitetene hadde et kadmiuminnhold på mer enn 0,3 mg/kg våt vekt, mens to lokaliteter hadde blykonsentrasjoner over 0,45 mg/kg våt vekt. Resultatene for PCB₇, dioksiner/furaner, dioksinlignende PCBer og bromerte flammehemmere viser ikke urovekkende høye konsentrasjoner, men datagrunnlaget må fortsatt styrkes. Konsentrasjonen av PAH ble inkludert også dette året og nivåene i skjellene var lave.

Kadmiuminnholdet i østers fra to lokaliteter oversteg EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt.

Kongesnegl ble undersøkt dette året for metaller og resultatene var lave sammenlignet med resultatene for 2005. Det betyr at for kongesnegl er det nødvendig med en "baseline" for å skaffe til veie mer grunnleggende kunnskap om arten.

Kadmium- og bly innholdet i organer av oskjell ble undersøkt dette året, og mange av skjellene oversteg EUs øvre grenseverdi for kadmium og bly. Resultatene viste at over 60% av kadmium og 90% av bly var lokalisert til nyrene, og når nyrene blir fjernet kommer konsentrasjonen av kadmium og bly under EUs øvre grenseverdi. Når det gjelder oskjell er det nødvendig med en større "baselineundersøkelse" for å skaffe til veie mer grunnleggende kunnskap om arten (dette bør være spesielt knyttet til lokaliteter).

Ved salg og eksport av kamskjell har man ingen garanti for at kundene renser bort fordøyelseskjertelen. Her bør en vurdere en strategi for kundeopplysning, og siden verdiene i hele skjell overstiger EUs grenseverdier for kadmium og bly har Norge møtt problemer med eksport til Spania og Tyskland. Tilsvarende forhold eksisterer for oskjell, men her er det nyrene som skaper problemet.

5 ANBEFALINGER FOR 2008

- Arsen i blåskjell følges opp, spesielt med å se på forskjellen i arsenspecier mellom prøver tatt vinter og høst.
- PAH-bestemmelse, og da spesielt benz(a)pyren inkluderes også i programmet for 2008.
- Prøver fra lokalitetene i Skagerrak analyseres for dioksin og dioksinlignende PCB.
- Blåskjell skal tas prøver av også der det tas prøver fra andre skjellarter (blåskjell som referanseorganisme).
- Blåskjell som høstes for analyse skal ha spisestørrelse.
- Blåskjell som høstes fra kultur må ha stått minst ett år i sjøen før høsting.
- Haneskjell, harpeskjell, oskjell og østers tas prøver fra en og samme lokalitet for analyse av metaller for å etablere bedre bakgrunnsdata.
- Mer data for metallinnholdet i kongsnegl bør prioriteres i 2008.
- En av de viktigste konklusjonene i denne rapporten er at nyrene til oskjellene bør fjernes før skjellmaten spises. Det bør dessuten innhentes prøver av oskjell fra forskjellige steder langs kysten dvs. ("baseline-studium").
- Kadmium i østers fra kommersielle lokaliteter må kartlegges nøyere og sammenholdes med data fra ville bestander på tilsvarende lokaliteter.