



OVERVÅKNINGSPROGRAM FOR SKJELL

ÅRSRAPPORT 2005

Kåre Julshamn og Amund Måge
NIFES, Postboks 2029 Nordnes,
5817 Bergen

e-mail: 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 EU sine rådsdirektiver 91/492 EEC og 79/923 EEC. Ved etablering av Mattilsynet i 2004 ble programmet videreført, men skiftet navn til OK-programmet 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 humant konsum i EU/EØS-medlemslandene. Skjellene kontrolleres for innhold av fekale bakterier, algegifter og metaller samt pesticider, PCB₇ dioksiner og polibromerte flammehemmere.

I tillegg blir vannprøver undersøkt med hensyn til forekomst av toksinproduserende alger i sjøen der skjellene blir prøvetatt. I 2005 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. Algetelling og artsbestemmelse i vannprøver ble gjort ved Fiskerikontoret i Fredrikstad, OCEANOR, Trondheim, NIVA Vest, Bergen og Havforskningsinstituttet, Flødevigen.

Teknisk ansvarlig for programmet ved NIFES har i 2005 vært Annette Bjordal. Edel Erdal, May Britt Iversen og Tonja L. Eidsvik har stått for registrering, prøvepreparering og fordeling av prøvene til de forskjellige laboratoriene. Jorunn Haugsnes og Siri Bargård har utført metallbestemmelsene inkludert uorganisk arsen. Anders Bjørnerem har utført TBT bestemmelsene. Dagmar Nordgård, Kjersti Kolås, Karstein Heggstad, John Nielsen og Claudette Bethune har vært ansvarlige for analyser knyttet til pesticider, dioksiner og dioksinlignende PCB og polibromerte flammehemmere (PBDE og HBCD). Eurofins har vært benyttet som underleverandør for bestemmelser av PAH.

Vi takker alle som har deltatt i gjennomføringen av prosjektet.

NIFES, mai 2006.

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	10
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) ...	15
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	Blåskjell (<i>Mytilus edulis</i>).....	19
4.2	Analyser av organiske miljøgifter i skjell	28
5.	KONKLUSJONER	33
6.	ANBEFALINGER FOR 2006	34
7.	APPENDIKSTABELLER	35

1. SAMMENDRAG

I 2005 ble det tatt ut til sammen 160 skjellprøver fra 50 lokaliteter, hvorav 151 var blåskjell, fem var kamskjell og fire var østers. I tillegg ble det i 2005 også prøvetatt snegl i regi av programmet. For metallanalyser ble det tatt prøver av blåskjell fra 47 områder og av disse ble det for 23 høstet skjell både før og etter gyting. Det ble videre tatt prøver av kamskjell fra fem lokaliteter og av kongsnegl fra fem lokaliteter. 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 med hensyn på *E. coli*, enterokokker og *Salmonella*- bakterier, samt for metallene krom, kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly. De mikrobiologiske bestemmelsene ble utført ved andre laboratorier i henhold til avtale med Mattilsynet. Metallanalysene ble utført på frysetørket skjellmat med induktiv koplet plasma-massespektrometri (ICP-MS) etter at de frysetørkede prøvene var dekomponert med syre i mikrobølgeovn. Analysene er utført ved NIFES med metoder som er akkreditert i henhold til NS-EN-ISO 17025.

EU har satt øvre grenseverdier for metallene kadmium, kvikksølv og bly i skjell. Resultatene for metaller viste at ingen av blåskjellprøvene hadde et innhold som oversteg EUs øvre grenseverdier, mens kadmium i kongsnegl fra lokalitene ved Frøya i Sør Trøndelag og fra Alstenfjorden i Nordland viste alle verdier som oversteg 1,0 mg/kg våt vekt som er EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjellmat. Metallinnholdet i muskel/gonader av kamskjell var forholdsvis lave og tilsvarende de verdier som ble funnet for prøver som var høstet i tidligere år. De høye arsenkonsentrasjonene som ble funnet i blåskjell fra indre Sognefjorden i mars 1999 og 2000 ble også funnet dette året i en prøve fra Frønningen, men nå i august. Arsenkonsentrasjonen fra denne lokaliteten var 13,8 mg/kg våt vekt og uorganisk arsen var på hele 5,8 mg/kg som var den høyeste målte verdien av uorganisk arsen i blåskjell. Marsprøvene viste også dette året høyere arsenverdier sammenlignet med augustprøvene, men uheldigvis var det ingen av lokaliteten fra Sogn og Fjordane som ble inkludert i prøvetakingen både i mars og august. De høyeste verdiene av uorganisk arsen ble funnet i blåskjell med de høyeste verdiene for total arsen. Prøvetakingen i mars viste fire lokaliteter fra Hordaland med uorganisk arsen høyere enn 1 mg/kg våt vekt, mens det var ingen lokaliteter fra Sogn &

Fjordane som hadde så høye konsentrasjoner. Den høyeste konsentrasjonen av uorganisk arsen som ble funnet i blåskjell fra prøvetakingen i mars var fra Kaland i Hardangerfjorden på 3,9 mg/kg våt vekt (total arsen innholdet var 10 mg/kg våt vekt). Prøvetakingen i august fra Kaland viste at konsentrasjon av uorganisk arsen var sunket til 0,9 mg/kg våt vekt og total arseninnholdet var sunket til 4,7 mg/kg våt vekt. Andelen uorganisk arsen utgjorde 24%.

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 i 2007.

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 (krom, 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 skalldyr 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. Denne arten har normalt verdier av uønskede spormetaller som ligger langt under EUs øvre grenseverdier, men kan i påvirkede områder overstige grenseverdiene. Arten er mye studert over lang tid 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 eller Mattilsynet.

Vi har i Norge også skjellarter som naturlig inneholder konsentrasjoner av uønskede spormetaller som er høyere enn anbefalte øvre grenseverdier, selv fra lokaliteter der blåskjell har helt normale og lave verdier. 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 o-skjell hvor innholdet av kadmium og bly kan overstige EUs grenseverdier (se bl.a. årsrapport 2001). I 2001 ble det i dette programmet foretatt en serie analyser av ulike organer i stort kamskjell (*Pecten maximus*) og o-skjell (*Modiolus modiolus*) i dette programmet.

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 til stede i organisk form som arsenobetain, $(\text{CH}_3)_3\text{As}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$. 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 2005 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,
- c) etablere data av uønskede kjemiske stoffer i kongsnegl,
- 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 var å samle inn skjellprøver fra 50 forskjellige lokaliteter langs kysten fra Finnmark i nord til Østfold i sydøst i 2005. De utvalgte lokaliteter ble basert på oversikter fra Mattilsynets regionkontorer over aktuelle høstingsområder. Tabell 1 viser at det ble samlet inn prøver fra 33 lokaliteter for analyser av tungmetaller i mars 2005 og at det ble samlet inn prøver fra 35 lokaliteter i august 2005. I tillegg ble det samlet inn 2 prøver av kamskjell i mars og 3 prøver i august, alle var fra området rundt Frøya. Fra dette området ble det også samlet inn fire prøver av kongsnegl. Kongsnegl ble også samlet inn fra Alstenfjorden i Nordland.

Tabell 1. Antall høstingsområder av blåskjell fra de forskjellige regionene i mars og august 2005.

Region	Art	Mars 2005	August 2005
Finmark	Blåskjell	2	1
Nordland	Blåskjell	5	7
Trøndelag/Møre & Romsdal	Blåskjell	10	10
Sogn og Fjordane	Blåskjell	3	7
Hordaland	Blåskjell	8	7
Rogaland/Agder	Blåskjell	3	6
Skagerrakkysten	Blåskjell	2	
Sum blåskjell	Blåskjell	33	38
Trøndelag/Møre & Romsdal	Kamskjell	3	2
Nordland	Kongsnegler		1
Trøndelag/Møre & Romsdal	Kongsnegler		4
Rogaland/Agder	Krabbe		1
Totalt		36	46

3.2 Prøvetaking og prøvepreparering

Prøvene av blåskjell som ble samlet inn baserte seg kun på dyrkede skjell i 2005, mens prøver av kamskjell og kongsnegl i 2005 baserte seg på ville bestander. 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 47 forskjellige lokaliteter og kamskjell og kongsnegl fra fem forskjellige lokaliteter i 2005.

På hver lokalitet ble det samlet inn minst 50 skjell fra hver lokalitet. Disse skulle være av spisekvalitet og skulle ha en størrelse mellom 40 og 60 mm. Kamskjellene hadde en størrelse av god spisekvalitet. Skjellene som ble tatt ut for metallanalyser ble sendt frosne til Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning 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 skjellene. 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 frysetørring, 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.

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: krom, 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 to sertifiserte referanse materialer (SRM) fra National Research Council, NRC (Ottawa, Canada), nemlig

Tort-2 (hepatopankreas av hummer) og Dorm-2 (muskel av pigghå). Dette er de standard referansematerialene som er kommersielt tilgjengelige og som ligner mest på blåskjell i sammensetning og metallinnhold.

Gjennomsnitt av analyserte verdier (n=5) og relativ standardavvik, samt de sertifiserte referanseverdiene for hummer hepatopankreas (Tort-2) er viste i tabell 2 og tilsvarende verdier for pigghå muskel (Dorm-2) er gitt i tabell 3.

Krom ga god overensstemmelse for analysen av Tort-2 (tabell 2), men ikke for analysen av Dorm-2 (tabell 3). For de andre spormetallene lå analyserte verdier innenfor akseptabelt konsentrasjonsområde. Det er kun den ene verdien for krom som kan bedømmes å være systematisk lavere enn sertifisert referanseverdi i Dorm-2. Blåskjellenes konsentrasjon er dog mye nærmere verdien i Tort-2. For de andre spormetallene synes både systematiske feil og tilfeldige feil å være under kontroll.

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

Spormetall	Antall analyser	Gjennomsnitt (mg/kg)	Standardavvik (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} (mg/kg)
Krom	5	0,7	0,2	23	0,77 \pm 0,15
Kobber	5	112	3	2,8	106 \pm 10
Sink	5	209	6	2,8	180 \pm 6
Arsen	5	24,1	0,8	3,3	21,6 \pm 1,8
Sølv	5	5,3	0,5	9,0	
Kadmium	5	27,6	0,8	2,7	26,7 \pm 0,6
Kvikksølv	5	0,29	0,02	7,4	0,27 \pm 0,06
Bly	5	0,33	0,02	4,6	0,35 \pm 0,13

^{a)} Gjennomsnitt og 95% konfidens intervall

Tabell 3. Konsentrasjonen av krom, kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly (gjennomsnitt \pm standardavvik) i sertifisert standard referansemateriale (Dorm-2, National Council of Canada). Verdiene er gitt som mg/kg tørt materiale.

Spormetall	Antall	Gjennomsnitt (mg/kg)	Standardavvik (mg/kg)	RSD (%)	Sertifisert verdi ^{a)} (mg/kg)
Krom	4	25	3	12	34,7 \pm 5,5
Kobber	4	2,1	0,09	4,2	2,34 \pm 0,16
Sink	4	26	2	6,6	25,6 \pm 2,3
Arsen	4	20,0	0,8	4,0	18,1 \pm 1,1
Sølv	4	0,037	0,002	5,9	0,041 \pm 0,013
Kadmium	4	0,05	0,01	23	0,043 \pm 0,008
Kvikksølv	4	4,4	0,3	5,8	4,64 \pm 0,26
Bly	4	0,050	0,001	2,8	0,065 \pm 0,007

^{a)} Gjennomsnitt og 95% konfidens intervall

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 autosamler. 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).

Tabell 4. 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

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 4). Resultatene fra gjenvinningsforsøkene viste at gjenvinningen var god og ikke signifikant forskjellig fra 100%.

3.5 Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS

Metoden til bestemmelse av tributyltinn med basisk ekstraksjon og sluttbestemmelse med bruk av gaskromatografi og induktivkopleet plasma og massespektrometri (ICP-MS) har blitt innkjørt og valideres for akkreditering. Instrumentbetingelsene er vist i tabell 5. 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 5. 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 massespektrometeret 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 kongenerne 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 eksternt 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)flurantren, benzo(g,h)perylene, benzo-(k)-fluoranten, krysén/trifénylen, dibenzo(a,h)antracén, fluoranten, fluoren, indeno (1,2,3-cd)pyren, fenantren og pyren. Alle disse PAH forbindelsene hadde en LOQ på 0,5 µg/kg prøve.

4. RESULTATER OG KOMMENTARER

4.1 Analyser av metaller

4.1.1 Kamskjell (*Pecten maximus*)

Kamskjell blir vanligvis renses slik at kun muskel og rognsekk (gonade) spises. 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 velkjent i litteraturen, men har ikke blitt spesifisert i kostholdsråd så langt. Selv om mange renser kamskjell, så er det likevel eksempler på at noen spiser de 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 et økt kadmium- og bly inntak.

I mars 2005 ble det høstet ville kamskjell fra Bogøya og Vågøya i Frøya kommune i Sør Trøndelag og i august ble ville kamskjell høstet i Mausund og Torsøy også i Frøya kommune. Gonader/muskel fra de fem lokalitetene ble analysert for de åtte metallene spesifisert i EU-direktiv (tabell 6).

Tabell 6. Metallinnhold (mg/kg våt vekt) i gonader/muskel av kamskjell høstet i 2001, 2002, 2004 og 2005

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

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

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

Resultatene viste lave konsentrasjoner for kvikksølv og bly i gonader/muskel fra kamskjell høstet fra ville bestander i Frøya kommune med verdier på henholdsvis 0,01 mg/kg våt vekt og 0,02-0,06 mg/kg våt vekt (tabell 6). Kadmiuminnholdet i skjell fra disse fem lokaliteten varierte fra 0,11 mg/kg våt vekt til 0,23 mg/kg våt vekt. 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 krom, kobber, sink og sølv i gonader/muskel i kamskjell høstet i 2005 stemte godt overens med resultatene funnet i kamskjell fra tidligere år (tabell 6).

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 grenseverdiene kan en i fremtiden risikere problemer med eksport og uønsket høyt inntak av Cd hos høykonsumenter.

4.1.2 Kongsnegl (*Buccinum undatum*)

Metallinnholdet i kongsnegl skiller seg fra de skjellartene som er undersøkt i dette overvåkningsprogrammet ved at kongsnegl har høyt innhold av spesielt grunnstoffene arsen og kadmium. Tabell 7 viser at arseninnholdet i kongsnegl varierer fra 18 mg/kg våt vekt til 150 mg/kg våt vekt. Arsenkonsentrasjon høyere enn 100 mg/kg våt vekt er tidligere bare funnet i reker. Tilsvarende som for reker foreligger arsen i kongsnegl trolig i en ikke-toksisk organisk form. Konsentrasjonen av uorganisk arsen var 0,01 mg/kg våt vekt for de prøver av kongesnegl som ble analysert. Dette utgjør en andel mindre enn 0,1%. Bestemmelsen av uorganisk arsen i kongsnegl var imidlertid vanskelig sammenlignet med alle de marine

biologiske prøver som er analysert for uorganisk arsen med denne metoden til nå.

Kromatogrammet gav brede topper og høy baselinje noe som aldri før har forekommet med separasjon på en anionbytte kolonne av fem-verdig arsen.

Kadmiuminnholdet i kongsnegl varierer fra 1,1 mg/kg våt vekt til 2,0 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt på 1,4 mg/kg våt vekt for de fem prøvene som ble undersøkt i 2005 (tabell 7). 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 middelverdi 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 20%. EUs øvre grenseverdi skal ikke overskrides når måleusikkerheten til analysemetoden trekkes i fra middelverdien. I vårt tilfelle blir det 1,4 mg/kg våt vekt minus 0,28 mg/kg som gir 1,12 mg/kg og som overskrider EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt.

Sammenlignet med blåskjell er konsentrasjonen av både kobber og sink ca 10 ganger høyere i kongsnegl enn i blåskjell og kvikksølvinnholdet er om lag dobbelt så høyt (tabell 7).

Sølvkonsentrasjonen i kongsnegl er cirka 50 ganger høyere enn i blåskjell, mens konsentrasjonen av bly er noe lavere enn i blåskjell.

Tabell 7. Metallinnhold (mg/kg våt vekt) i hel kongsnegl høstet i Frøya kommune samt Alstenfjorden i Nordland i 2005.

Art	Lokalitet	Cr	Cu	Zn	As	Ag	Cd	Hg	Pb
Kongsnegl	Værøysund	0,11	5,4	126	47	0,26	1,2	0,051	0,036
Kongsnegl	Agdenes	0,22	6,0	136	150	0,51	1,4	0,043	0,021
Kongssnegl	Kjønnøysund	0,14	3,2	89	40	0,31	1,1	0,051	0,024
Kongsnegl	Inntian	0,13	4,3	128	105	0,33	1,5	0,044	0,039
Gj.snitt		0,15	4,7	120	86	0,35	1,3	0,047	0,030
St.avvik		0,05	1,3	21	52	0,11	0,2	0,010	0,009
Kongsnegl	Alstenfjorden, Nordland	0,19	9,7	139	17,9	0,65	2,0	0,020	0,045

4.1.3 Blåskjell (*Mytilus edulis*)

Tabell 8 viser gjennomsnitt og standardavvik for de åtte metallene i blåskjellprøver fra de lokalitetene som ble inkludert i overvåkningsprogrammet i perioden fra 2001 til 2005. Det gjennomsnittlige innholdet av de forskjellige spormetallene i blåskjell høstet fra Finnmark i nord til Østfold i sørøst viser små forskjeller for disse årene.

Krom

Analysemetoden ble optimalisert i løpet av 2002 slik at en ble i stand til å analysere prøver med konsentrasjoner lavere enn 0,1 mg/kg våt vekt. Gjennomsnittsinholdet for krom i blåskjell høstet i 2005 var for hele landet 0,21 mg/kg våt vekt og spredningen gitt som standardavvik var 0,54 mg/kg våt vekt (tabell 8). Det høye standardavviket skyldes en prøve fra Buken i Sunnhordland som viste hele 4,7 mg/kg våt vekt. Konsentrasjoner av krom i blåskjell under 0,45 mg/kg våt vekt (3 mg/kg tørrvekt) regnes som ubetydelig/lite forurensset, mens prøver under 1,5 mg Cr/kg våt vekt regnes som moderat forurensset i henhold til SFT. Ingen av prøvene som var høstet om våren viste verdier av krom som var høyere enn 0,45 mg/kg våt vekt, mens for august-prøvene var det 4 prøver som oversteg denne verdien (dvs. to prøver fra Trøndelag og to prøver fra Hordaland). Det er svært få rapporterte verdier for krom i blåskjell, men krominnholdet i blåskjell skulle imidlertid ikke gi noen betenkeligheter med hensyn til blåskjell som mat.

Tabell 8. Metallinnhold (gjennomsnitt og standardavvik (mg/kg våt vekt) i blåskjell fra alle lokalitetene som ble prøvetatt i 2001, 2002, 2003, 2004 og 2005.

År		Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Ag (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)
2005	Gj.snitt	0,21	1,03	15,6	3,17	0,01	0,15	0,01	0,20
	St.avvik	0,54	0,28	4,4	2,42	0,01	0,07	0,01	0,11
2004	Gj.snitt	0,14	1,00	14,6	2,2	<0,01-0,02	0,13	<0,03	0,14
	St.avvik	0,09	0,22	3,5	0,8		0,05		0,09
2003	Gj.snitt	0,15	1,12	16,2	2,1	0,01	0,14	0,015	0,22
	St. avvik	0,17	0,26	3,8	0,8	0,01	0,07	0,012	0,22
2002	Gj.snitt	< 0,10	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	0,16	1,08	16,1	2,2	0,10	0,18	0,014	0,20
	St. avvik	0,13	0,20	4,4	1,0	0,01	0,08	0,013	0,13

Kobber

Kobberinnholdet varierte svært lite fra en lokalitet til en annen i 2005. Den laveste verdien som ble funnet i prøver høstet i mars 2005 var 0,73 mg/kg våt vekt (Dybvik, Hordaland) og den høyeste verdien var 1,32 mg/kg våt vekt (Naustholmen, Salten i Nordland). Det gjennomsnittlige kopperinnholdet i blåskjell høstet i 2005 var 1,03 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 0,28 mg/kg våt vekt (tabell 8). Dette er i overensstemmelse med hva som er

funnet av kobber i blåskjell i tidligere undersøkelser (2001-2004), med gjennomsnitt varierende fra 1,0 til 1,12 mg/kg våt vekt (tabell 8), samt tidligere funnet som normalverdier for kobber i blåskjell. 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.

Tabell 9. 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.)
Finmark/	Mars	1,10	15,4	0,23	0,08
Troms	Ausust	2,30	17,0	0,17	0,06
Nordland	Mars	0,94	13,7	0,16	0,12
	August	1,16	13,0	0,11	0,08
Trøndelag/	Mars	0,85	13,7	0,16	0,12
Møre og Romsdal	August	1,35	13,4	0,13	0,07
Sogn og Fjordane	Mars	0,72	13,6	0,12	0,12
Hordaland	August	1,11	18,5	0,17	0,12
	Mars	0,86	20,1	0,22	0,60
Rogaland/	August	0,93	22,5	0,21	0,45
	Mars	0,88	12,7	0,11	0,18
Agder	August	0,99	17,2	0,11	0,21
Skagerrak/	Mars	1,04	11,5	0,10	0,08
Østfold	August				

Det var to lokaliteter som hadde kobbernivåer som oversteg 1,5 mg/kg våt vekt og det var Farsetøyen V på Ytre Helgeland og Svinøya i Namdal kommune i Nord Trøndelag.

Blåskjell høstet i 2005 viste en trend til høyere kobberinnhold i august ($1,4 \pm 0,2$ mg/kg våt vekt) sammenlignet med blåskjell som ble høstet i mars ($0,9 \pm 0,2$ mg/kg våt vekt).

Forskjellen var tilsvarende den som ble funnet i 2003 hvor kobberkonsentrasjonen i august var $1,3 \pm 0,3$ mg/kg våt vekt, mens konsentrasjonen i mars var $0,95 \pm 0,11$ mg/kg våt vekt, men denne forskjellen var ikke signifikant. Tilsvarende forskjell har blitt registrert og rapportert også i tidligere årsrapporter for blåskjell. I årsrapporten for 2002 ble det antydnet at et noe høyere tørrstoffinnhold i skjell høstet i august kunne tilskrives forskjellen i

kobberinnholdet, men det var ikke tilfellet i årene 2003, 2004 og 2005. Forklaringen kan finnes i at skjellene har et større behov for kobber i denne delen av livssyklusen. Kobber inngår i skjellenes haemocyanin som transporterer oksygen, mens denne funksjonen har jern i høyere dyrs haemoglobin.

Sink

Sinkinnholdet i blåskjell varierte fra ca. 8,9 mg/kg våt vekt (Hommelvik, Åfjord kommune i Sør Trøndelag) til 26,3 mg/kg frisk vekt (fra Kaland i Hordaland) med et gjennomsnitt for hele landet på 15,6 mg/kg og et standardavvik på 4,4 mg/kg våt vekt (tabell 8). De laveste sinknivåene i blåskjell ble funnet i skjell fra Skagerrak og Rogaland (tabell 9), mens de høyeste sinkverdiene ble funnet i blåskjell høstet i Hordaland. Grunnen til at blåskjell fra Hardangerfjorden har et sinkinnhold som er høyere enn det som finnes i skjell fra andre områder er at Norges eneste sinkverk (Boliden i Odda) slapp ut sinkholdig jarosittavfall i Sjørfjorden i 60 år fram til 1986. På 1970-tallet var Sjørfjorden blant verdens mest forurensede fjorder med hensyn på sink, men også sterkt forurenset av kadmium og bly. Den miljømessige forbedringen som har skjedd med Sjørfjorden og Hardangerfjorden etter 1990 tallet er ikke mindre enn et mirakel, men noe overkonsentrasjon vil fremdeles merkes ut fra at det tar lang tid å tilføre renere sedimenter over de forurensede.

Det konsentrasjonsområdet som ble funnet for sink i 2005 var i overensstemmelse med de resultatene som har blitt rapportert fra overvåkningsprogrammet i de tidligere årene (tabell 8). 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 2005 var i denne kategori.

Sølv

Sølvinnholdet i blåskjell varierte fra <0,01 til 0,04 mg/kg våt vekt, med et gjennomsnittsinhold på 0,01 mg/kg og et standardavvik på 0,01 mg/kg våt vekt. Verdiene for sølv i blåskjell er svært lave sammenlignet med kongsnegl (tabell 7), men også sammenlignet med skjellartene kamskjell, oskjell og østers (se tidligere årsrapporter). Sølvinnholdet i østers for 2003 (se årsrapport for skjell, 2003) var ca. 50 ganger høyere enn det som er den naturlige konsentrasjonen i blåskjell, noe tilsvarende det som ble funnet for kongsnegl.

Kadmium

Kadmiuminnholdet i blåskjell varierte fra 0,07 til 0,37 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt på 0,15 mg/kg våt vekt og et standardavvik på 0,07 mg/kg våt vekt (tabell 7). Kadmiuminnhold i blåskjell lavere enn 0,30 mg/kg våt vekt eller 2 mg/kg tørrvekt er karakterisert av SFT som å være høstet fra lokaliteter som er ubetydelig eller lite forurenset. Resultater for 2005 viste at fire lokaliteter fra Hordaland har kadmiumverdier som er 0,30 mg/kg våt vekt og høyere. Verdier høyere enn 0,30 mg/kg våt vekt ble funnet i blåskjell høstet i mars fra Kaland og Rondestveit i Hordaland og høstet i mars og august fra Varaneset i Hordaland.

Det er vanskelig å sammenligne kadmiuminnholdet i skjell høstet i mars og i august når ikke prøvetakingen skjedde fra de samme lokalitetene. Gjennomsnittsinholdet av kadmium i blåskjell fra mars og august 2005 var henholdsvis 0,15 mg/kg våt vekt og 0,14 mg/kg våt vekt. I 2000 ble det funnet høyere kadmiuminnhold i blåskjell høstet i november enn i mars og juni. Det vil være viktig at det tas blåskjellprøver i november i stedet for august eller i tillegg til august fra de lokaliteter som har et kadmiuminnhold over 0,30 mg/kg våt vekt i prøver som er tatt i mars. Dette for å verifisere et eventuelt høyt innhold. Alle de blåskjellprøvene som ble analysert i 2005 hadde et kadmiuminnhold som tilfredsstillende EUs øvre grenseverdi på 1,0 mg/kg våt vekt.

Kvikksølv

Kvikksølvinnholdet i blåskjell var lavere enn 0,02 mg/kg våt vekt for alle prøver av blåskjell som ble analysert i 2005. Verdiene er lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i EU og Norge på 0,5 mg/kg våt vekt.

Bly

Blyinnholdet i blåskjell varierte fra 0,03 mg/kg våt vekt til 1,4 mg/kg våt vekt (Kaland i Hardanger i Hordaland). Den gjennomsnittlige blykonsentrasjonen i blåskjell høstet i 2005 var 0,20 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 0,11 mg/kg våt vekt (tabell 8).

Gjennomsnittsinholdet av bly i skjell fra mars og august 2005 var henholdsvis 0,24 mg/kg og 0,20 mg/kg våt vekt.

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 2005 viste tre lokaliteter fra Hardangerfjorden med blykonsentrasjoner høyere enn 0,45 mg/kg våt vekt. Det

var spesielt blåskjell fra Kaland i Hardanger høstet i mars som viste hele 1,4 mg/kg våt vekt. Blyinnholdet fra denne samme lokaliteten i august var sunket til 1,0 mg/kg våt vekt. Tilsvarende trend viste også blåskjell fra Varaneset, som hadde en blykonsentrasjon i mars på 1,1 mg/kg våt vekt og i august 0,69 mg/kg våt vekt. Blåskjell fra Ulvik skjell, Rondestveit høstet i mars viste en blykonsentrasjon på 0,86 mg/kg våt vekt. Ingen av prøvene hadde et blyinnhold som oversteg EUs øvre grenseverdi for bly i skalldyr på 1,5 mg/kg våt vekt.

Arsen

Arseninnholdet i blåskjell høstet i 2005 varierte fra 1,4 mg/kg til 13,8 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt for hele året på 3,2 mg/kg våt vekt (tabell 8) og et standardavvik på 2,4 mg/kg våt vekt. Dette er den høyeste gjennomsnittskonsentrasjonen av arsen i blåskjell som er funnet i de årene overvåkningsprogrammet har pågått (1999-2005). Arseninnholdet i marsprøvene var i gjennomsnitt 3,0 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 1,8 mg/kg våt vekt, mens gjennomsnittskonsentrasjonen for augustprøvene var på 3,3 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 2,9 mg/kg våt vekt (Appendixtabellene 1 og 2). Det høyeste gjennomsnittet av arsen fra en region ble funnet i blåskjell høstet i august 2005 fra Sogn og Fjordane på 7,6 mg/kg våt vekt, mens arseninnholdet i blåskjell fra den samme regionen høstet i mars var 5,4 mg/kg våt vekt (tabell 10). Årets resultater avviker fra tidligere år på to punkter. For det første ble det funnet høyere arseninnhold i blåskjell høstet i Sogn og Fjordane i august sammenlignet med mars og for det andre ble det funnet høyere arsenkonsentrasjoner i skjell høstet i Hordaland for mars sammenlignet med Sogn og Fjordane. Den første forskjellen kan tilskrives at de lokalitetene fra Sogn og Fjordane som viste et høyt arseninnhold i blåskjell i august ikke var inkludert i programmet i mars, som for eksempel skjell fra Frønningen, Indre Sogn og Steiehalsen i Sunnfjord. Unntaket var lokaliteten Torheim i Eid kommune som viste et arseninnhold i mars på 2,6 mg/kg våt vekt og i august 9,5 mg/kg våt vekt. Fra 1999 til 2004 har det konsekvent blitt målt høyere arsenkonsentrasjoner i skjell høstet i mars sammenlignet med skjell høstet i august. Prøver tatt i Sognefjorden i mars har vist de høyeste arsenkonsentrasjonene i hele perioden fra 2000 til 2004. 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.

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. De fleste prøvene høstet i 2005 viste arsenverdier over 1,5 mg/kg våt vekt.

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 25 forskjellige arsenformer /arsenspecier i det marine miljø.

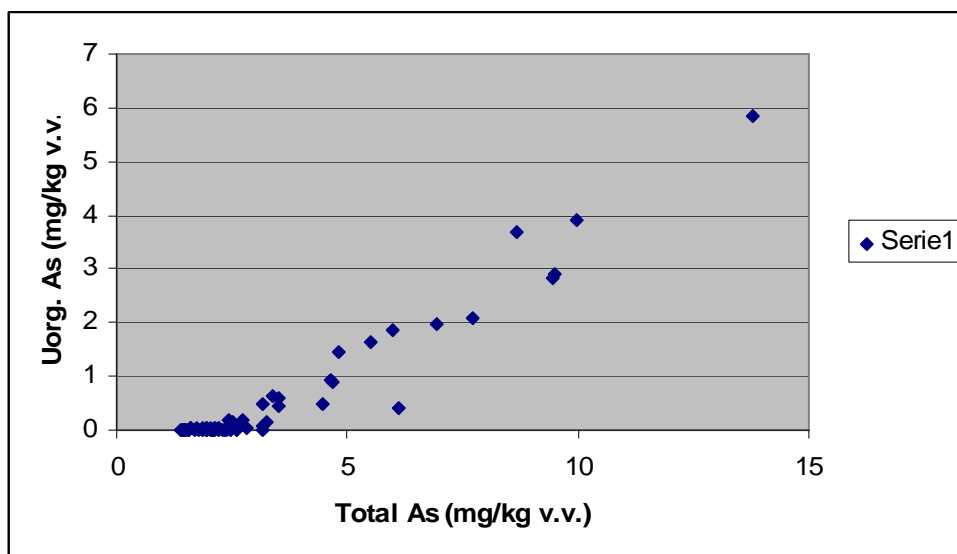
Spesieringsdata for arsen er av stor betydning på grunn av store forskjeller i toksisitet mellom de forskjellige kjemiske formene av arsen. Dette synliggjøres klart ved å se på LD₅₀ verdiene for de forskjellige arsenspeciene. Retensjonen av arsen hos mennesker er forskjellig fra den hos fisk. Mens uorganisk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

Tabell 10. Innholdet av total arsen og uorganisk arsen blåskjell (mg/kg våt vekt) høstet i regionene fra Finmark til Skagerrak i mars og august 2005. 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 (%)
Finmark/ Troms	Mars august	2	2,1 (2,3-1,9)	0,01	0,5
Nordland	Mars	5	2,4 (2,0-3,2)	0,01 (0,01-0,02)	0,7 (0,3-1,0)
	august	7	1,6 (1,4-2,0)	0,02 (0,01-0,08)	1,0 (0,5-1,3)
Trøndelag	Mars	7	2,0 (1,8-2,5)	0,02 (0,01-0,05)	1,0 (0,4-2,6)
	august	8	1,8 (1,5-2,4)	0,02 (0,01-0,08)	1,0 (0,5-3,3)
Møre og Romsdal	Mars august	3 2	2,5 (2,2-2,8) 4,1 (2,1-6,1)	0,07 (0,02-0,16) 0,22 (0,01-0,42)	3,0 (1,0-6,5) 3,7 (0,5-6,9)
Sogn og Fjordane	Mars	3	2,5 (2,2-2,7)	0,09 (0,03-0,17)	3,4 (1,4-6,2)
	august	7	7,6 (2,1-13,8)	2,5 (0,02-5,8)	25 (1-42)
Hordaland	Mars	8	5,4 (3,4-10,0)	1,4 (0,4-3,9)	23 (10-39)
	august	7	3,8 (2,5-6,0)	0,66 (0,15-1,9)	15 (5-31)
Rogaland/ Agder	Mars	3	2,7 (2,4-3,2)	0,03 (0,01-0,06)	0,9 (0,4-1,9)
	august	6	1,7 (1,4-2,1)	0,01 (0,01-0,02)	0,7 (0,5-1,2)
Skagerrak/ Østfold	Mars august	2	2,0 (2,0-2,1)	0,03 (0,02-0,04)	1,5 (1,0-2,0)

Tabell 10, samt appendixtabellene 1 og 2, viser konsentrasjonen av uorganisk arsen i blåskjell fra høstingen 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 1,4 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,4 mg/kg til 3,9 mg/kg våt vekt, mens gjennomsnittsinholdet i blåskjell høstet i Sogn og Fjordane var 0,09 mg/kg våt vekt. Resultatene av uorganisk arsen i blåskjell høstet i august fra Sogn og Fjordane viste et gjennomsnitt på hele 2,5 mg/kg våt vekt og med en variasjon fra 0,02 til 5,8 mg/kg våt vekt. Den høye verdien av uorganisk arsen på 5,8 mg/kg våt vekt ble funnet i blåskjell høstet i Frønningen i Indre Sogn. Dette er den høyeste konsentrasjonen som er funnet av uorganisk arsen i blåskjell og andre sjømat produkter, unntatt i Hijiki tang fra Japan hvor det er funnet konsentrasjoner av uorganisk arsen høyere enn 50 mg/kg våt vekt. Figur 1 viser at det er en sterk korrelasjon mellom total arsen og uorganisk arsen i prøvene som er høstet i 2006 (R=0,965).

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 70 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 5,8 µg/g (tabell 9) vil gi et inntak av uorganisk arsen på 580 µg, nær 2/3 av det akseptable ukentlige inntaket som er foreslått av JECFA.



Figur 1. Sammenhengen mellom total arsen (mg/kg v.v.) og uorganisk arsen (mg/kg v.v.) i skjell høstet i 2005.

Tributyltinn (TBT)

TBT er en 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 tørrdøkk.

Resultatene gitt i tabell 11 viser konsentrasjoner av TBT i blåskjell høstet i august 2005. Resultatene varierte fra <1,0 µg/kg til 32 µg/kg våt vekt. Det ble ikke analysert blåskjell høstet i mars 2005 for TBT. Det ble heller ikke målt totalkonsentrasjonen av tinn og av den grunn er det ingen mål for andel TBT i forhold til totalinnholdet av tinn i blåskjell. Det vil imidlertid bli gjort for 2006. 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.

De høyeste konsentrasjonene av TBT ble funnet i muskel og gonader av to prøver av kamskjell med verdier på henholdsvis 58 og 133 µg/kg våt vekt.

Innholdet av TBT i kongsnegl var tilsvarende det som ble funnet i blåskjell.

Tabell 11. Innhold (min. – maks.) av tributyltinn (TBT) i blåskjell fra forskjellige lokaliteter langs norskekysten høstet i august 2005. TBT gitt som µg Sn/kg våt vekt.

Art	Antall (n)	TBT-høst (µg/kg v.v.)
Blåskjell	34	< 1,0 – 32
Kamskjell	2	58 133
Kongsnegl	4	7 – 30

4.2 Analyser av organiske miljøgifter i skjell

PCB

Det ble i 2005 analysert PCB i 35 prøver av blåskjell fra regionene Nordland, Trøndelag, Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland og Agderfylkene. 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 12. Kongenerprofilen viser at kongenerne PCB-138 og PCB-153 har høyest konsentrasjon i blåskjell. Disse to kongenerne har til sammen en andel tilsvarende nærmere 70% av sum PCB₇. Som det videre fremgår av tabell 12, er konsentrasjonen av PCB lave i blåskjell og for alle prøvene som er analysert i 2005 var konsentrasjonen av sum PCB₇ mindre enn 1 µg/kg våt vekt. Konsentrasjonene som ble funnet dette året tilsvarer det som ble funnet i blåskjell i 2003 og 2004 (tabell 12). 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 2005, også prøvene fra Skagerrakkysten, hadde et innhold som var betydelig lavere enn 4 µg/kg våt vekt.

Tabell 12. 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 og kamskjell høstet i perioden 2003 til 2005. Resultatene er gitt som µg/kg våt vekt.

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=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 (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 (0,19- 0,02)	<LOQ	0,16
Kamskjell (gonader/muskel)	2003	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	<LOQ	0,13

Tabell 12 viser videre innholdet av PCB kongener i to prøver av gonader og muskel av kamskjell høstet i Torsøy og Mausund i Trøndelag i 2005. Konsentrasjonene av de enkelte PCB kongenerne var mindre enn kvantifiseringsgrensen for alle kongenerne.

Tabell 12 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.

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

Tabell 13 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 2005, samt resultater funnet for årene 2003 og 2004. Resultatene viser et gjennomsnitt av sum dioksiner og dl PCB på 0,20 pg TE/g våt prøve og med en variasjon fra 0,05 til 0,49 pg TE/g våt prøve. Den høyeste verdien ble dette året funnet i en blåskjellprøve fra Kalvika i Nordland. Resultatene viser videre at PCDD og non-orto PCB bidrar mest til sum dioksiner og dl PCB, dernest PCDF og mono-orto PCB.

Tabell 13. 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 i 2005. 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=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

Dette er forskjellig fra det en kjenner fra andre sjømatprodukter, fisk og marine pattedyr. 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 2005, 2004 og 2003 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 Overvåknings-programmet for skjell også i 2006 inkluderer et antall prøver tilsvarende antallet for 2005.

Tabell 14 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 2005. Innholdet av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i kamskjell fra Mausund var 0,05 pg TE/g våt vekt er blant de laveste som er funnet i sjømat, og det skyldes at for kamskjell er det kun muskel og gonadene som analyseres.

Tabell 14. 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-LOD") i prøver av kamskjell (muskel og gonader) tatt fra en Mausund i Sør Trøndelag i 2005.

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	2005	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05

Polibromerte flammehemmere PBDE og sum HBCD

Tabell 15 viser konsentrasjonsområdet for PBDE kongenere (PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154 og 180) og sum HBCD i blåskjell høstet i august 2005 fra området fra Nordland i nord til Skagerrak i syd.

Tabell 15. Innhold (min. – maks.) av PBDE kongenere og sum PBDE (ng/g våt vekt) samt HBCD i 37 prøver av blåskjell høstet langs norskekysten i august 2005 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.)
Blåskjell	<0,001- 0,073	0,014- 0,068	<0,001- 0,056	<0,001- 0,068	<0,001- 0,014	0,012- 0,130	<0,001	0,069 – 0,31	<0,20 – 0,32
Kamskjell	<0,001- 0,002	0,003- 0,005	0,003- 0,003	0,001- 0,004	<0,001	0,006- 0,009	<0,001	0,014- 0,024	<0,20

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

Resultatene for sum PBDE varierte fra 0,069 ng/g våt vekt til 0,31 ng/g våt vekt.

Kongeneprofilen viste at PBDE-47 og PBDE-154 var de to dominerende kongenerene. Det

som var noe overraskende for blåskjell analysert for PBDE dette året var at de høyeste verdiene for de forskjellige kongenerne varierte fra lokalitet til lokalitet. For fiskefilet er andelen PBDE-47 høyere, med noen få unntak. Konsentrasjonen av HBCD var lav og varierte fra <0,20 ng/g til 0,32 ng/g våt vekt. To prøver av muskel og gonader av kamskjell fra Trøndelag ble analysert for PBDE og resultatene var lavere enn de som ble funnet for blåskjell med sum PBDE på henholdsvis 0,014 og 0,024 ng/g våt vekt (tabell 15). Disse resultatene var i overensstemmelse med det som ble funnet for sum PBDE i muskel/gonader av kamskjell i 2004. Konsentrasjonen av sum HBCD var lavere enn 1 ng/g våt vekt for alle skjellprøvene som ble analysert (tabell 15).

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.

Konsentrasjonene av de forskjellige PAH forbindelsene, inkludert BaP er gitt i tabell 16. Konsentrasjonene som er funnet for BaP i skjell fra de 38 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.

Tabell 16. Konsentrasjon av PAH i 38 prøver av blåskjell høstet langs norskekysten i august 2005

Forbindelse	Konsentrasjonsområde (µg/kg våt vekt)
Fluoren	<0,5 – 10
Fenantren	<0,5 – 21
Antracen	<0,5 – 5,0
Fluoranten	<0,5 – 26
Pyren	<0,5 – 5,9
Benzo(a)antracen	<0,5 – 1,9

Krysen/Trifenylen	<0,5 – 8,4
Benzo(b)fluoranten	<0,5 – 6,7
Benzo-(k)-fluoranten	<0,5 – 1,4
Benzo(a)pyren	<0,5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,5 – 1,2
Dibenzo(a,h)antracen	<0,5
Benzo(g,h,i)perylen	<0,5 – 1,3

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

5. KONKLUSJONER

Resultatene fra skjellovervåkningen i 2005 viser at blåskjellene gjennomgående ikke har problemer i forhold til de miljøgifter som ble analysert i programmet, unntatt kanskje for uorganisk arsen. Dette året var ikke resultatene av de mikrobiologiske bestemmelsene gjort tilgjengelig for NIFES og derfor er ikke disse resultatene inkludert i denne rapporten.

Arseninnholdet i blåskjell viste at for dette året ble de høyeste verdiene funnet i prøver høstet i Hardangerfjorden (marsprøver) og Sognefjorden (augustprøver). Dette året ble uorganisk arsen målt i samtlige blåskjellprøver. Den høyeste konsentrasjonen av uorganisk arsen ble funnet i en prøve fra Frønningen fra Indre Sogn (5,8 mg/kg våt vekt). Dette er den høyeste verdien av uorganisk arsen som noen sinne er funnet i sjømatprodukter, unntatt for Hijiki tang. Datagrunnlaget for arsen og uorganisk arsen må fortsatt styrkes. Tre av lokalitetene hadde et kadmiuminnhold på mer enn 0,3 mg/kg våt vekt og 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 dette året og nivåene i skjellene var lave. Dokumentasjon knyttet til DDT i skjell bør etableres.

Kadmiuminnholdet i kongsnegl var overraskende høyt. Snegl fra de undersøkte lokaliteter viste nivåer som var høyere enn 1 mg/kg våt vekt som er EUs øvre grenseverdi for kadmium i skjell.

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 grenseverdiene for kadmium og bly kan en i fremtiden risikere problemer med eksport. Tilsvarende forhold eksisterer for oskjell, men her er det nyrene som skaper problemet.

6. ANBEFALINGER FOR 2006

- Arsen i blåskjell følges opp i 2006, spesielt med å se på forskjellen i arsenspecier mellom prøver tatt vinter og høst
- Blåskjell samles inn fra Arnafjorden i Sogn og Fjordane for analyse av arsen
- Total tinn inngår som en ny analytt for å kunne beregne andelen TBT av total tinn i organismen
- PAH-bestemmelse, og da spesielt benz(a)pyren inkluderes også i programmet for 2006
- Kadmium i blåskjell følges opp ved å ta prøver i november fra lokaliteter som viser kadmiumnivåer høyere enn 0,30 mg/kg frisk vekt i prøver tatt i mars
- Kadmium i østers fra kommersielle lokaliteter må kartlegges
- Prøver fra lokalitetene i Skagerrak analyseres for dioksin og dioksinlignende PCB.
- Blåskjell skal høstes også der det høstets 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
- Mer data for kadmiuminnholdet i kongsnegl bør prioriteres i 2006.
- Haneskjell, harpeskjell, oskjell og østers høstes fra flere lokaliteter for analyse av metaller for å etablere bedre bakgrunnsdata.

7. APPENDIKSTABELLER

Tabell 1. Innholdet av totalarsen og uorganisk arsen samt andel uorganisk arsen i blåskjell fra utvalgte lokaliteter høstet mars 2005.

Prøvenr.	Totalarsen (mg/kg våt vekt)	Uorganisk arsen (mg/kg våt vekt)	Andel uorganisk arsen (%)
Finmark	2,28	0,01	0,5
Finmark	1,94	0,01	0,5
Inderhavn, Leirfjord, Nordland	2,06	0,01	0,5
Fersetøyen, Vega sjømat, Nordland	2,23	0,02	1,0
Kalvika, Leirfjord, Nordland	1,96	0,02	1,0
Mauren, Salten, Nordland	2,34	0,01	0,5
Naustholmen Salten, Nordland	3,18	0,01	0,3
Hommelvi, Åfjor, Trøndelag	2,23	0,01	0,4
Skråfjord, Åfjord, Trøndelag	1,77	0,01	0,6
Landfallvika, Namsos, Trøndelag	1,74	0,02	1,2
Askerholmen, Åfjord, Trøndelag	2,07	0,01	0,5
Rundhaugen, Verran, Trøndelag	1,86	0,02	1,1
Kalvneset, Nærøy, Trøndelag	1,93	0,05	2,6
Svinøya øst, Vikna, Trøndelag	2,45	0,01	0,4
Averøy, M&R	2,83	0,04	1,4
Galtevika, Stranda, M&R	2,45	0,16	6,5
Skavikøya, Flatanger, M&R	2,19	0,02	1,0
Rekeviks, Selje, S&F	2,73	0,17	6,2
Torheim, Eid, S&F	2,56	0,07	2,7
Frøholm, Stryn, S&F	2,14	0,03	1,4
Hardanger skjell, Kaland, Hordaland	9,95	3,91	39
Saffjord skjell, Varaneset, Hordaland	7,73	2,08	27
Ulvik skjell Rondestveit, Hordaland	4,46	0,49	10
Dybvik, Hordaland	4,83	1,46	30
Eide, Hordaland	5,51	1,63	30
Nordhusvågen, Hordaland	3,40	0,63	19
Buken, Hordaland	3,49	0,43	12
Dyrøy, Hordaland	3,50	0,60	17
Karmøy skjell, Røyksund, Rogaland	3,15	0,06	1,9
Halsholmene, Tvedestrand, Aust Agder	2,62	0,01	0,4
Kjerringa, Lyngdal, Vest Agder	2,37	0,01	0,4
Korshavn, Hvaler, Østfold	1,97	0,02	1,0
Skagerrak, Risø, Vollsforden, Østfold	2,05	0,04	2,0

Tabell 2. Innholdet av totalarsen og uorganisk arsen samt andel uorganisk arsen i blåskjell høstet i august 2005.

Prøvenr.		Totalarsen (mg/kg våt vekt)	Uorganisk arsen (mg/kg våt vekt)	Andel uorganisk arsen (%)
Mauren, Salten, Nordland	Nordland	1,62	0,02	1,2
Elvefjord /Salten	Nordland	1,51	0,01	0,7
Inderhavn / Ytre Helgeland	Nordland	1,44	0,01	0,7
Kalvika / Ytre Helgeland	Nordland	1,60	0,02	1,3
Farsetøyen V / Sør Helgeland	Nordland	1,97	0,01	0,5
Vesterålen	Nordland	1,70	0,01	0,6
Vesterålen	Nordland	1,41	0,01	0,7
Landfallvika / Namdal	Trøndelag	2,41	0,08	3,3
Askerholmen / Åfjord	Trøndelag	1,54	0,01	0,7
Rundhaugen / Verran	Trøndelag	1,47	0,01	0,7
Skavikøya / Namdal	Trøndelag	1,95	0,01	0,5
Hommelvik / Åfjord	Trøndelag	1,44	0,01	0,7
Skråfjord / Åfjord	Trøndelag	1,49	0,01	0,7
Kalvneset / Namdal	Trøndelag	2,02	0,01	0,5
Svinøya / Namdal	Trøndelag	2,08	0,01	0,5
Galtevika / Stranda	Møre og Romsdal	6,12	0,42	6,9
Averøy	Møre og Romsdal	2,09	0,01	0,5
Kaland / Hardanger	Hordaland	4,65	0,92	19,8
Varaneset / Hardanger	Hordaland	4,69	0,88	18,8
Eide / Sunnhordland	Hordaland	2,44	0,19	7,8
Dyrøy / Sunnhordland	Hordaland	3,18	0,49	15,4
Buken / Sunnhordland	Hordaland	3,26	0,15	4,6
Dybvik / Sunnhordland	Hordaland	5,98	1,85	30,9
Nordhusvågen / Sunnhordland	Hordaland	2,50	0,15	6,0
Vanberg / Nordfjord	Sogn og Fjordane	2,13	0,02	0,9
Frøholm / Nordfjord	Sogn og Fjordane	2,46	0,05	2,0
Frønningen / Indre Sogn	Sogn og Fjordane	13,79	5,83	42,3
Langeneset / Sunnfjord-Ytre Sogn	Sogn og Fjordane	8,69	3,68	42,3
Stivika / Sunnfjord-Ytre Sogn	Sogn og Fjordane	6,92	1,98	28,6
Steiehalsen / Sunnfjord -Ytre Sogn	Sogn og Fjordane	9,46	2,83	29,9
Torheim / Nordfjord	Sogn og Fjordane	9,49	2,89	30,4
Halsholmene / Aust Agder	Agder og Rogaland	1,55	0,01	0,6
Kjerringa S / Lyngdal / Vest Agder	Agder og Rogaland	1,60	0,02	1,2
Prestholmen / Midt Rogaland	Agder og Rogaland	1,48	0,01	0,7
Nessa / Midt Rogaland	Agder og Rogaland	1,39	0,01	0,7
Østhus / Karmøy / Haugaland	Agder og Rogaland	2,11	0,01	0,5
Vollesfjord / Sirdal- Flekkefjord	Agder og Rogaland	1,86	0,01	0,5