



OVERVÅKNINGSPROGRAM FOR SKJELL

ÅRSRAPPORT 2004

Kåre Julshamn og Amund Måge
Nasjonalt institutt for ernærings-og
sjømatforskning,
Postboks 2029 Nordnes,
5817 Bergen
e-mail: kju@nifes.no
www.nifes.no

Bergen, juni 2005

N I F E S

NASJONALT INSTITUTT
FOR ERNÆRINGS- OG
SJØMATFORSKNING

FORORD

Overvåkningsprogrammet for skjell startet i regi av Fiskeridirektoratet i 1999 som en oppfølging av Rådsdirektivene 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 sjekke 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 2004 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 vært Nina Wollertsen frem til mai 2003 og etter dette tidspunktet har Annette Bjordal vært teknisk ansvarlig. I tillegg har Deborah Victor deltatt i organisering av prøvebehandling. Tonja L. Eidsvik har utført metallanalysene og har hatt ansvar for homogenisering og prøvefordeling til organiske og uorganiske analyser. Annette Bjordal, Dagmar Nordgård, Kjersti Kolås, Karstein Heggstad, John Nielsen og Claudette Bethune har vært ansvarlige for analyser knyttet til pesticider, dioksin og dioksinlignende PCB og polibromerte flammehemmere (PBDE).

Alle som har deltatt i dette overvåkningsprogrammet takkes for innsatsen.

NIFES, 10. juni 2005

INNHOLD

1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	5
3. EKSPERIMENTELT	7
3.1. Lokalteter.....	7
3.2. Prøvetaking og prøvepreparering	7
3.3. Bestemmelse av metaller med ICPMS	8
3.4. Bestemmelse av uorganisk arsen.....	10
3.5. Bestemmelse av tributyltinn (TBT) med GC-ICPMS.....	11
3.6. Bestemmelse av PCB, dioksiner/furaner, non-orto og mono-orto PCB	11
3.7. Bestemmelse av polibrommerte flammehemmere (PBF).....	12
4. RESULTATER OG KOMMENTARER	13
4.1. Analyser av metaller i skjell.....	13
4.2. Analyser av organiske miljøgifter i skjell	21
5. KONKLUSJONER	26
6. ANBEFALINGER FOR OVERVÅKNINGSPROGRAMMET FOR 2005	27

1. SAMMENDRAG

I 2004 ble det høstet til sammen 160 skjellprøver fra 50 lokaliteter for mikrobiologisk analyse, hvorav 151 var blåskjell, fem var kamskjell og fire var østers. For metallanalyser ble det tatt prøver av blåskjell fra 53 områder og det var 29 av disse som høstet skjell både før og etter gyting. Det ble tatt prøver av kamskjell fra to stasjoner. Etter prøvetaking ble skjellprøvene 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 termotolerante koliforme bakterier, enterokokker og *Salmonella*-bakterier, samt for metallene krom, kobber, sink, arsen, sølv, kadmium, kvikksølv og bly. Metallanalysene ble utført på frysetørket skjellmat med induktiv koplet plasma-massespektrometri etter at de frysetørkede prøvene var dekomponert med syre i mikrobølgeovn. Analysene er utført ved NIFES med metoder som er akkreditert i henhold til ISO standard EN-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. Metallinnholdet i muskel/gonader av kamskjell var også forholdsvis lave og tilsvarende de verdier som ble funnet for prøver høstet i 2001 og 2002. De høye arseninnholdene som ble funnet i blåskjell fra indre Sognefjorden i mars 1999 og 2000 ble heller ikke funnet i 2004. Marsprøvene viste også dette året de høyeste arsenverdiene. De høyeste verdiene av uorganisk arsen ble funnet i blåskjell med det høyeste innholdet av total arsen. Den høyeste verdien av uorganisk arsen (1,3 mg/kg våt vekt) ble funnet i en prøve som hadde en konsentrasjon av total arsen på 5,4 mg/kg våt vekt. Andelen uorganisk arsen utgjorde 24%. De høyeste nivåene av tributyltinn (TBT) ble funnet i blåskjellprøver høstet i mars. Den høyeste verdien av TBT beregnet som tinn var 100 µg/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 i 2005.

2. INNLEDNING

Produksjon av skjell synes å ha potensiale som vekstnæring langs norskekysten. Hvorvidt dette skal lykkes avhenger spesielt av vannmiljøet som skjellene skal vokse i. På grunn av sin filtreringsaktivitet 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 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 skjelldyrking kan finne sted i et vannmiljø med lavt innhold av uønskede spormetaller.

Programmet 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. Blåskjell er en art som er godt studert og som derfor egner seg 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.

På den annen side har vi skjellarter som naturlig inneholder konsentrasjoner av uønskede spormetaller som er høyere enn anbefalte øvre grenseverdier, selv på 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 oskjell hvor innholdet av kadmium og bly kan overstige EUs grenseverdier (se årsrapport 2001). For 2001 ble det foretatt en serie analyser av ulike organer i stort kamskjell (*Pecten maximus*) og oskjell (*Modiolus modiolus*).

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 er nærmere 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 2004 var således å:

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

3. EKSPERIMENTELT

3.1. Lokalteter

Planen var å samle inn skjellprøver fra 50 forskjellige lokaliteter langs kysten fra Finnmark i nord til Skagerrakkysten i syd i 2004. De utvalgte lokaliteter ble basert på oversikter fra Fiskeridirektoratets regionkontorer over aktuelle høstingsområder. Tabell 1 viser dog at det ble samlet inn prøver fra 23 lokaliteter for analyser av tungmetaller i mars 2004 og at det ble samlet inn prøver fra 35 lokaliteter i august 2004.

Tabell 1. Antall høstingsområder fra de forskjellige regionene i mars og august 2004.

Region	Mars 2004	August 2004
Nordland	7	7
Trøndelag	2	8
Møre og Romsdal	0	1
Sogn og Fjordane	6	10
Hordaland	0	5
Rogaland	3	1
Skagerrakkysten	5	3
Sum	23	35

3.2. Prøvetaking og prøvepreparering

Prøvene som er samlet inn baserer seg kun på dyrkede skjell i 2004, unntatt to prøver av kamskjell som ble høstet i Lyngvær og Gjæssingen i Feøya kommune i Trøndelag.

Prøvetakingen har vært utført etter en spesiell instruks fra Mattilsynet og prøvene skulle taes i mars og august 2004. Grunnen til at blåskjellprøvene skulle høstes i 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 35 lokaliteter og kamskjell fra to lokalitet. Det ble samlet inn minst 50 blåskjell fra hver lokalitet. Blåskjell som ble samlet inn 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 cm ble registrert for hvert av de 25 skjellene. Det ble laget en prøve av bløtdelen fra 25 skjell som ble homogenisert, frysetørket og det tørre materialet ble homogenisert til fint pulver. Pulveret ble oppbevart på tette prøveglass til analyse.

3.3. Bestemmelse av metaller med ICPMS

Det ble veiet inn to paralleller fra hvert prøvemateriale til bestemmelse av metaller. Alle målingene ble utført med bruk av Agilent 7500c Induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICP-MS) med HP-datamaskin. Før sluttbestemmelsen ble prøvene dekomponert i ekstra ren salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarmet i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200 microwave oven). 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 (Ottawa, Canada), nemlig Tort-2 (hepatopankreas av hummer) og Dorm-2 (muskel av pigghå). Dette er de standard referansesematerialene som er kommersielt tilgjengelig på markedet 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) 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 verdiene 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 standardmateriale (Tort-2, National Council of 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 standardmateriale (Dorm-2, National Council of Canada)

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 veiet inn og tilsatt en løsning bestående av 0,9 mol/l NaOH i 50% 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. Prøveløsningen er klar til analyse. Det var viktig at prøveløsningen ikke var i kontakt med glass da arsen fra glass kan kontaminere prøvene. Arsenspeciene ble separert på en anion-bytte kolonne (ICSep ION-120) og bestemt som $^{75}\text{As}^+$ 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).

Tabell 4. Resultatene fra gjenvinningsforsøkene med tilsetning av As (III) eller As (V) (begge tilsatt 50 ng som As) til utvalgte marine prøver

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 induktivkople plasma og massespektrometri har blitt innkjørt og valideres for akkreditering. Ekstraksjonen er alkalisk og 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
Bære gass (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 isooktan. Prøven konsentreres og er klar for analyse på koblet gaskromatograf/massespektrometer (GC/MS). I gaskromatografen skjer den analytiske adskillelsen 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 (repeterbarhet), 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 ¹³C merkete kongener blandes i som internstandarder før prøven frysetørkes. Porøsitetsmiddel (hydromatrix) tilsettes før ekstraksjon med hexan 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 hexan, 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 ¹³C merkete kongener som "recovery standards" før analyse på høyopløselig GC/MS (HRGC/HRMS). Metoden kvantifiserer til sammen 17 kongener av PCDD/PCDF, fire kongener NO-PCB -77, 81, 126 og 169 og åtte kongener MO-PCB -105, 114, 118, 123, 156, 157, 167 og 189.

3.7. Bestemmelse av polibromerte flammehemmere (PBF)

De homogeniserte skjellprøvene frysetørkes, males opp til fint pulver og lagres på tette flasker til analyse. 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 og 154. 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 15 til 25% for de forskjellige kongenerne.

4. RESULTATER OG KOMMENTARER

4.1. Analyser av metaller i skjell

4.1.1. Kamskjell

Kamskjell blir vanligvis rensert 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 verdier at innholdet i hele skjell kommer langt over grenseverdien på 1 mg/kg våt vekt. Dette er velkjent i litteraturen, men har ikke blitt anvendt 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 i 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 2004 ble ville kamskjell fra Lyngvær og Gjæssingen i Feøya kommune i Trøndelag høstet, og gonader/muskel ble analysert for de åtte metallene (tabell 5).

Resultatene viser lave konsentrasjoner for kvikksølv og bly i gonader/muskel fra kamskjell høstet fra ville bestander i Feøya kommune med verdier på henholdsvis 0,01 mg/kg våt vekt og 0,02-0,05 mg/kg våt vekt (tabell 6). Kadmiuminnholdet i skjell fra Lyngvær viste en konsentrasjon på 0,35 mg/kg våt vekt og skjell fra Gjæssingen viste en konsentrasjon på 0,24 mg/kg våt vekt. Kadmiumkonsentrasjonene i kamskjell for 2004 var lavere enn de som ble funnet i gonader/muskel fra kamskjell høstet fra Grogna og Mausund i Frøya kommune i 2002, men svært like de nivåene av kadmium som ble funnet i kamskjell høstet i Feøya kommune, Sør Trøndelag og Kvæfjord, Troms i 2001. Dette kan blant annet skyldes at prøvene i 2002 ble frosset før analyse, mot instruksene, 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 2004 stemte godt overens med resultatene funnet i 2002 og 2001.

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

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

^{a)} Skjell fra Lyngvær, Feøya kommune, Trøndelag

^{b)} Skjell fra Gjæssingen, Feøya, Trøndelag

^{c)} Skjell fra Grogna i Frøya kommune, Sør Trøndelag

^{d)} Skjell fra Mausund i Frøya kommune, Sør Trøndelag

^{e)} Skjell fra Feøya i Trøndelag

^{f)} Skjell fra Kvæfjord i Troms

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.

4.1.2. Blåskjell (*Mytilus edulis*)

Tabell 7 viser gjennomsnitt og standardavvik for de åtte metallene i blåskjellprøver fra de lokalitetene som ble inkludert i overvåkningsprogrammet i perioden fra 2001 til 2004. Det gjennomsnittlige innholdet av de forskjellige spormetallene i blåskjell høstet fra Finnmark i nord til Skagerrak i sør viser små forskjeller for disse årene.

Krom

Analysemetoden ble optimalisert i løpet av 2002 slik at en nå er i stand til å analysere prøver med konsentrasjoner lavere enn 0,1 mg/kg våt vekt. Gjennomsnittsinholdet for krom i blåskjell høstet i 2004 var for hele landet 0,14 mg/kg våt vekt og spredningen gitt som standardavvik var 0,09 mg/kg våt vekt (tabell 7). Konsentrasjoner av krom i blåskjell under 0,45 mg/kg våtvekt (3 mg/kg tørrvekt) regnes som ubetydelig/lite forurensing av prøven, mens prøver under 1,5 mg regnes som moderat forurenset i henhold til SFT. Den høyeste

verdien av krom ble funnet i en prøve fra Rekevika i Selje kommune på 0,56 mg/kg våt vekt. 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 7. Metallinnhold (gjennomsnitt og standardavvik (mg/kg våt vekt) i blåskjell fra alle lokalitetene som ble prøvetatt i 2001, 2002, 2003 og 2004.

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)
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	< 0,7	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 2004. Den laveste verdien som ble analysert i prøver høstet i mars 2004 var 0,69 mg/kg våt vekt (Sandvik, Stadlandet i Sogn og Fjordane) og den høyeste verdien var 1,22 mg/kg våt vekt (Leirfjord kommune i Nordland). Det gjennomsnittlige kopperinnholdet i blåskjell høstet i 2004 var 1,0 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 0,2 mg/kg våt vekt (tabell 7). Dette er i overensstemmelse med hva som er funnet av kobber i blåskjell i tidligere undersøkelser (2001-2003), med gjennomsnitt varierende fra 1,08 til 1,12 mg/kg våt vekt (tabell 7), 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 8. Spormetallinnhold i blåskjell (mg/kg våt vekt) høstet i regionene fra Nordland til Skagerrak i mars og august 2004.

Region	Parameter	Sink (mg/kg v.v.)	Arsen (mg/kg v.v.)	Kadmium (mg/kg v.v.)	Bly (mg/kg v.v.)
Nordland	Mars	13,5 ± 1,8	2,1 ± 0,3	0,12 ± 0,02	0,11 ± 0,03
	August	11,1 ± 2,2	1,8 ± 0,5	0,14 ± 0,05	0,11 ± 0,03
Trøndelag	Mars	11,7 ± 0,2	2,2 ± 0,5	0,10 ± 0,02	0,08 ± 0,01
	August	10,8 ± 1,2	1,8 ± 0,4	0,10 ± 0,02	0,07 ± 0,02
Møre og Romsdal	Mars				
	August	16,5	1,9	0,12	0,06
Sogn og Fjordane	Mars	16,8 ± 2,7	3,7 ± 1,3	0,14 ± 0,03	0,10 ± 0,03
	August	16,1 ± 3,4	2,3 ± 0,7	0,15 ± 0,07	0,13 ± 0,05
Hordaland	Mars				
	August	20,4 ± 1,0	2,6 ± 0,2	0,21 ± 0,03	0,28 ± 0,13
Rogaland	Mars	13,2 ± 2,0	1,5 ± 0,3	0,10 ± 0,03	0,19 ± 0,10
	August	13,9	1,4	0,13	0,26
Skagerrak	Mars	16,3 ± 2,4	1,9 ± 0,4	0,13 ± 0,06	0,21 ± 0,15
	August	15,7 ± 3,8	1,6 ± 0,6	0,15 ± 0,08	0,20 ± 0,18

Ingen lokaliteter dette året hadde et kobberinnhold i blåskjell som oversteg 1,5 mg/kg våt vekt.

Blåskjell høstet i 2004 viste en svak trend til høyere kobberinnhold i august ($1,08 \pm 0,16$ mg/kg våt vekt) sammenlignet med blåskjell som ble høstet i mars ($0,97 \pm 0,15$ mg/kg våt vekt). Forskjellen har vært større tidligere år, for eksempel i 2003 var kobberkonsentrasjonen i august $1,30 \pm 0,25$ mg/kg våt vekt, mens i mars var den $0,95 \pm 0,11$ mg/kg våt vekt, men denne forskjellen var ikke signifikant. Tilsvarende forskjell har blitt registrert og rapportert også i tidligere årsrapporter for skjell. I årsrapporten for 2002 ble det antydnet at et noe høyere tørrstoffinnhold i skjell høstet i august kunne tilskrives forskjellen i kobberinnhold, men det var ikke tilfellet i 2003 og 2004. Forklaringen må finnes i at skjellene har et større behov for kobber i denne delen av livssyklusen.

Sink

Sinkinnholdet i blåskjell varierte fra ca. 7,8 mg/kg våt vekt (Leirfjord i Leirfjord kommune i Nordland) til 22 mg/kg frisk vekt (fra Eide på Stord i Hordaland) med et gjennomsnitt for hele landet på 14,6 mg/kg og et standardavvik på 3,5 mg/kg våt vekt (tabell 7). De laveste

sinknivåene i blåskjell ble funnet i skjell fra Nordland og Trøndelag (tabell 8), mens de høyeste sinkverdiene ble funnet i blåskjell høstet i Hordaland. Det konsentrasjonsområdet som ble funnet for sink i 2004 var i overensstemmelse med de resultatene som har blitt funnet for overvåkningsprogrammet i de tidligere årene (tabell 7). 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 2004 var i denne kategori.

Arsen

Arseninneholdet i blåskjell høstet i 2004 varierte fra 1,25 mg/kg til 5,4 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt for hele året på 2,2 mg/kg våt vekt (tabell 7). Arseninnholdet i marsprøvene var i gjennomsnitt 2,4 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 1,1 mg/kg våt vekt, mens gjennomsnittet for augustprøvene var på 2,1 mg/kg våt vekt og med et standardavvik på 0,6 mg/kg våt vekt. Det høyeste gjennomsnittet av arsen fra en region ble funnet i blåskjell høstet i mars fra Sogn og Fjordane på 3,7 mg/kg våt vekt og arseninnholdet i blåskjell fra det samme området høstet i august var 2,3 mg/kg våt vekt (tabell 8). Denne trenden, med høyest arsenkonsentrasjoner i blåskjell fra Sognefjorden, er funnet hvert år som dette programmet har pågått (1999-2004). Dataene indikerer at arseninnholdet er høyest på vinteren før gyting uavhengig av den totale arsenkonsentrasjonen i blåskjellene. Prøver tatt i Sognefjorden i mars har vist de høyeste arsenkonsentrasjonene i hele perioden fra 2000 til 2004. I 2004 ble det høyeste arseninnholdet funnet i blåskjell fra Hundeide i Eid med en konsentrasjon på 5,4 mg/kg våt vekt. Den høyeste arsenverdien ble funnet i blåskjell høstet i Arnafjorden i Sogn og Fjordane i 1999 på 18,5 mg/kg våt vekt. Det er foreløpig vanskelig å forklare at blåskjell høstet i lokaliteter i Sognefjorden har et høyere arseninnhold enn blåskjell høstet andre steder langs kysten. Dette krever nye undersøkelser.

Som et resultat av naturlige metabolske prosesser i akvatisk miljø, forekommer arsen som et stort antall kjemiske former, både uorganiske og organiske former. I dag er det identifisert og karakterisert mer enn 25 forskjellige arsenspesier i miljøet. Spesieringsdata for arsen er av stor betydning på grunn av stor forskjell i toksisitet mellom de forskjellige kjemiske former av arsen. Dette synliggjøres klart ved å se på LD₅₀ verdiene for de forskjellige arsenspesiene. 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. Organisk arsen som for eksempel arsenobetain akkumuleres i

marine organismer. Dette er i motsetning til varmblodige dyr som skiller arsenobetain fra sjømat raskt ut gjennom urinen.

NIFES arbeider gjennom et strategisk instituttprogram finansiert av Norges forskningsråd innen trygg sjømat med analysemetodikk for ulike arsenformer og biologiske forsøk med fisk og skalldyr. Noen utvalgte blåskjellprøver ble analysert for uorganisk arsen i 2004 (tabell 9). Tabellen viser konsentrasjoner av uorganisk arsen helt opp til 1,3 mg/kg våt vekt. Dette er den høyeste konsentrasjonen av uorganisk arsen i sjømat som er rapportert overhode og tilsvarer en andel uorganisk arsen på 24%.

Tabell 9. Andel uorganisk arsen i blåskjell fra utvalgte lokaliteter høstet i 2004.

Prøvenr.	Totalarsen (µg/kg våt vekt)	Uorganisk arsen (µg/kg våt vekt)	Andel uorganisk arsen (%)
1	2300	13	0,6
2	1650	6,4	0,4
3	1790	7,2	0,4
4	2700	241	8,9
5	5400	1320	24
6	4600	324	7,0
7	2360	0,8	0,1
8	2280	2,4	0,1
9	3760	636	17
10	2520	2,5	0,1
11	1780	7,4	0,4
12	2000	7,1	0,4
13	4070	733	18
14	1870	6,1	0,3
15	1750	5,0	0,3
16	1380	1,5	0,1
17	2260	77	3,4
18	1180	1,8	0,15

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 150 gram med et

innhold av uorganisk arsen på 1,3 µg/g (tabell 9) vil gi et inntak av uorganisk arsen på 195 µg, tilsvarende 20% av det akseptable ukentlige inntaket som er foreslått av JECFA. SFT har for øvrig en grenseverdi for arsen i blåskjell på 1,5 mg/kg våtvekt for moderat forurenset og 4,5 til 15 for markert forurenset og sterkt forurenset over 15 mg/kg. Det er mulig at disse grensene for arsen ikke helt tar hensyn til naturlig variasjon.

Sølv

Sølvinnholdet i blåskjell varierte fra <0,01 til 0,03 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 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.

Kadmium

Kadmiuminnholdet i blåskjell varierte fra 0,07 til 0,30 mg/kg våt vekt med et gjennomsnitt på 0,13 mg/kg våt vekt og et standardavvik på 0,05 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 2004 viste at to lokaliteter har kadmiumverdier som er 0,30 mg/kg våt vekt. Disse verdiene ble funnet i blåskjell høstet i august fra Fedjane i Vik kommune, Sogn og Fjordane og Buken i Stord kommune i Hordaland.

Resultatene i tabell 7 viser at det ikke er noen forskjell i kadmiuminnhold i prøver tatt i mars og prøver tatt i august 2004. 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 2005 i stedet for august 2005 eller i tillegg til fra de lokalitetene som har et kadmiuminnhold over 0,30 mg/kg våt vekt i mars 2005. Dette for å verifisere et eventuelt høyt innhold. Alle blåskjellprøvene som ble analysert i 2004 har imidlertid et kadmiuminnhold som tilfredsstillende EU's 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 2004. Verdiene er lave i forhold til den øvre grenseverdien som gjelder for sjømat i EU og Codex på 0,5 mg/kg spiselig vare.

Bly

Blyinnholdet i blåskjell varierte fra 0,07 mg/kg våt vekt til 0,47 mg/kg våt vekt (Buken i Stord kommune i Hordaland). Den gjennomsnittlige blykonsentrasjonen i blåskjell høstet i 2004 var 0,14 mg/kg våt vekt og med standardavvik på 0,09 mg/kg våt vekt (tabell 7). Dette er den laveste gjennomsnittsverdien som er registrert i de årene overvåkningsprogrammet har gått. 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 2004 viste ingen lokaliteter med blyinnhold over 0,5 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. Resultatene i tabell 8 viser at det ikke er noen forskjell i blyinnhold i prøver tatt i mars og prøver tatt i august 2004.

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 10 viser høyere verdier av TBT i blåskjell høstet i mars sammenlignet med blåskjell høstet i august. Tilsvarende trend er beskrevet for arsen. Det er dessverre ikke målt totalkonsentrasjonen av tinn, av den grunn er det ingen mål for andel TBT i forhold til totalinnholdet av tinn i blåskjell, men det vil bli gjort fra 2005. TBT-konsentrasjonen i blåskjell høstet i mars varierte fra 18 µg/kg våt vekt til 100 µg/kg våt vekt, mens TBT konsentrasjonen i blåskjell høstet i august varierte fra 11 µg/kg våt vekt til 48. Den høyeste TBT konsentrasjonen ble funnet i blåskjell høstet i Rudsvik ved Sogndal i mars 2004 på 100 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 10. Innhold av tributyltinn (TBT) i blåskjell fra forskjellige lokaliteter langs norskekysten høstet i mars og august 2004. TBT gitt som µg Sn/kg våt vekt.

Lokalitet	Kommune	Fylke	TBT-vår (µg/kg v.v.)	TBT-høst. (µg/kg v.v.)
Sortvika	Vevelstad	Nordland	30	13
Kobbeskjæret	Brønnøy	Nordland	18	16
Tvillingholm	Herøy	Nordland	50	11
Naustvika	Sørfold	Nordland	38	11
Strømmen	Rissa	Trøndelag	25	15
Sundsetskjæra	Bjugn	Trøndelag	47	15
Rudsviki	Sogndal	Sogn & Fjordane	100	
Arnafjorden	Vik	Sogn & Fjordane	58	18
Kongsnes	Balestrand	Sogn & Fjordane	69	42
Hundeide	Eid	Sogn & Fjordane	37	20
Røssvika	Gloppen	Sogn & Fjordane	28	17
Tverrfjellet	Suldal	Rogaland	57	

4.2. Analyser av organiske miljøgifter i skjell

PCB

Det ble i 2004 analysert PCB i 32 prøver av blåskjell fra regionene Nordland, Trøndelag, Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland og Skagerrakkysten. 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 11. Resultatene av kongenprofilen viser at kongenerne PCB-138 og PCB-153 har høyest konsentrasjon i blåskjell. Disse to kongenerne har til sammen en andel tilsvarende 67% av sum PCB₇. Den høyeste konsentrasjonen av disse to kongenerne ble funnet i en blåskjellprøve fra Breivika i Namdalseid kommune i Nord Trøndelag med 0,6 µg/kg våt vekt. PCB₇ nivåene i blåskjell er forholdsvis lave og av samme størrelsesorden som det som er funnet 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 2004, også prøvene fra Skagerrakkysten, hadde et innhold som var betydelig lavere enn 4 µg/kg våt vekt. Resultatene funnet i 2004 er i overensstemmelse med de resultatene som ble funnet i 2003 (tabell 11). Tabell 11 viser også innholdet av PCB kongener samt sum PCB₇ i to prøver av gonader og muskel av kamskjell høstet i Trøndelag i 2004. Konsentrasjonene av sum PCB₇ i gonader og muskel av kamskjell er 0,16 µg/kg og

lavere enn de nivåene som er funnet i blåskjell. Dette kan skyldes at de analyserte prøvene av kamskjell kun består av muskel og gonader, mens for blåskjell analyseres hele bløtdelen.

Tabell 11 viser også innholdet av PCB₇ i muskel og gonader av kamskjell høstet i Trøndelag i 2003. Konsentrasjonen av PCB₇ i kamskjell funnet i 2003 er tilsvarende det som ble funnet dette året.

Tabell 11. 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 2004 og 2003. 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=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

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

Tabell 12 viser konsentrasjonene av dioksiner (PCDD), furaner (PCDF), non-orto PCB, mono-orto PCB (pg TE/g våt vekt) og sum TE (pg TE/g våt vekt) i blåskjell fra 2004 og 2003. Resultatene viser et gjennomsnitt av sum TE på 0,17 pg TE/g våt prøve og med en variasjon i sum TE på 0,06 til 0,32 pg TE/g våt prøve. De høyeste verdiene ble dette året funnet i blåskjellprøver fra Nordfjorden i Aust Agder og fra Breivika i Namdalseid kommune i Nord Trøndelag. Resultatene viser videre at PCDF og non-orto PCB bidrar mest til sum TE, dernest PCDD og mono-orto PCB. 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 dioksiner i sjømat på 4,0 pg TE/g v.v.. TE for 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 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 2005 inkluderer et antall prøver tilsvarende antallet for 2004.

Tabell 12. Middelerverdi 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 blåskjell tatt fra lokaliteter i forskjellige regioner langs norske kysten i 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=33)	2004	0,03	0,05	0,09	0,02	0,17
Min – maks.	2004	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.	2003	0,01 - 0,04	0,01 - 0,11	0,01 - 0,15	0,01 - 0,05	0,04 - 0,35

Polibromerte flammehemmere PBDE og HBCD

Tabell 13 viser innholdet av PBDE kongenerer (PBDE-28, 47, 99, 100, 153 og 154) og HBCD i blåskjell fra Nordland, Trøndelag, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland og Skagerrak.

Tabell 13. Innhold av PBDE kongenerer og sum PBDE (pg/g våt vekt) samt HBCD i 34 prøver av blåskjell høstet langs norskekysten i 2004.

Region	PBDE-28 (ng/g v.v.)	PBDE-47 (ng/g v.v.)	PBDE-100 (ng/g v.v.)	PBDE-99 (ng/g v.v.)	PBDE-154 (ng/g v.v.)	PBDE-153 (ng/g v.v.)	PBDE-183 (ng/g v.v.)	Sum PBDE (ng/g v.v.) ^{a)}	HBCD (ng/g v.v.)
Nordland	<0,001	0,09	0,07	0,06	0,02	<0,001	<0,001	0,24	0,3
Nordland	1,3	0,09	0,11	0,04	0,01	<0,001	0,01	1,6	<0,3
Nordland	0,19	0,03	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,28	0,3
Region	PBDE-28 (ng/g v.v.)	PBDE-47 (ng/g v.v.)	PBDE-100 (ng/g v.v.)	PBDE-99 (ng/g v.v.)	PBDE-154 (ng/g v.v.)	PBDE-153 (ng/g v.v.)	PBDE-183 (ng/g v.v.)	Sum PBDE (ng/g v.v.) ^{a)}	HBCD (ng/g v.v.)
Nordland	0,10	0,06	0,04	0,06	0,01	0,02	<0,001	0,30	<0,2
Nordland	0,006	0,06	0,01	0,01	0,02	<0,001	<0,001	0,12	<0,2
Nordland	0,11	0,04	0,03	0,03	0,02	<0,001	<0,001	0,24	<0,2

Region	PBDE-28 (ng/g v.v.)	PBDE-47 (ng/g v.v.)	PBDE-100 (ng/g v.v.)	PBDE-99 (ng/g v.v.)	PBDE-154 (ng/g v.v.)	PBDE-153 (ng/g v.v.)	PBDE-183 (ng/g v.v.)	Sum PBDE (ng/g v.v.) ^{a)}	HBCD (ng/g v.v.)
Nordland	0,05	0,33	0,04	0,04	0,04	<0,001	<0,001	0,50	<0,2
Nordland	0,02	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	<0,2
Trønderlag	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	<0,001	0,12	<0,18
Trønderlag	0,01	0,04	0,02	0,04	0,01	0,005	<0,001	0,12	<0,22
Trønderlag	<0,003	0,07	0,04	0,04	0,01	<0,003	<0,001	0,16	<0,40
Trønderlag	<0,001	0,10	0,04	0,06	0,02	0,003	<0,01	0,22	0,40
Trønderlag	<0,001	0,09	0,04	0,02	0,02	<0,001	<0,001	0,17	<0,21
Trønderlag	0,14	0,16	0,04	0,02	0,10	<0,001	<0,001	0,45	0,32
Trønderlag	0,18	0,20	0,09	0,09	0,03	0,03	<0,01	0,62	0,33
Trønderlag	0,08	0,05	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	<0,001	0,16	<0,17
Trønderlag	0,09	0,10	0,09	0,02	0,01	<0,001	<0,001	0,31	0,43
Sogn & Fjordane	<0,001	0,13	0,04	0,02	0,008	<0,001	<0,001	0,20	<0,23
Sogn & Fjordane	0,05	0,13	0,06	0,07	0,02	<0,001	<0,001	0,32	0,30
Sogn & Fjordane	<0,001	0,02	0,02	0,008	0,02	<0,001	<0,001	0,06	<0,20
Sogn & Fjordane	<0,002	0,16	0,10	0,05	0,03	<0,001	<0,001	0,34	<0,30
Sogn & Fjordane	0,24	0,05	0,02	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	0,33	0,30
Sogn & Fjordane	0,17	0,07	0,02	0,04	0,01	<0,001	<0,001	0,30	0,20
Sogn & Fjordane	0,94	0,16	0,08	0,02	0,03	0,006	<0,001	1,2	0,60
Sogn & Fjordane	0,70	0,21	0,08	0,11	0,02	<0,001	<0,001	1,1	0,47
Sogn & Fjordane	0,27	0,06	0,06	0,02	0,02	<0,001	<0,001	0,43	0,41
Hordaland	0,68	0,06	0,04	0,08	<0,001	0,01	<0,001	0,86	0,41
Hordaland	0,05	0,06	0,02	0,003	0,01	<0,001	<0,001	0,14	<0,17
Hordaland	<0,002	0,06	0,05	0,04	0,01	0,002	0,003	0,16	0,60
Hordaland	0,01	0,07	0,04	0,03	0,03	<0,002	<0,002	0,18	0,40
Rogaland	0,13	0,04	0,03	0,04	0,02	<0,001	<0,001	0,25	<0,19
Rogaland	0,70	0,10	0,06	0,04	0,01	<0,001	<0,001	0,91	0,60
Skagerrak	0,53	0,11	0,07	0,02	0,01	<0,001	<0,001	0,73	0,87
Skagerrak	0,20	0,26	0,04	0,01	0,01	<0,001	<0,001	0,52	0,37

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

Resultatene for sum PBDE varierte fra 0,06 ng/g våt vekt i skjell høstet i Sogn og Fjordane til 1,6 ng/g våt vekt i skjell høstet i Nordland. Her må det tilføyes at PBDE-28 for den siste prøven viste en konsentrasjon på 1,3 ng/g våt vekt. Det var kun denne ene prøven som viste

en slik kongener-profil. Kongenerprofilen viste for de andre blåskjellprøvene at PBDE-47 var den dominerende kongeneren. Andel PBDE-47 i forhold til sum PBDE variererte fra 25 og 60 %. For fiskefilet er andelen PBDE-47 høyere med noen få unntak. 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 0,02 og 0,03 ng/g våt vekt (tabell 14).

Tabell 14. Innhold av PBDE kongenere og sum PBDE (pg/g våt vekt) samt HBCD i 2 prøver av kamskjell høstet i Trønderlag i 2004.

Region	PBDE-28 (ng/g v.v.)	PBDE-47 (ng/g v.v.)	PBDE-100 (ng/g v.v.)	PBDE-99 (ng/g v.v.)	PBDE-154 (ng/g v.v.)	PBDE-153 (ng/g v.v.)	PBDE-183 (ng/g v.v.)	Sum PBDE (ng/g v.v.) ^{a)}	HBCD (ng/g v.v.)
Trønderlag	<0,002	0,01	0,003	<0,001	0,005	<0,002	<0,002	0,02	<0,3
Trønderlag	<0,001	0,02	<0,001	0,009	0,004	<0,001	<0,001	0,03	0,02

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

Konsentrasjonen av HBCD var lavere enn 1 µg/kg våt vekt for alle skjellprøvene som ble analysert (tabell 14).

5. KONKLUSJONER

Resultatene fra denne overvåkningen i 2004 viser at blåskjellene gjennomgående ikke har problemer i forhold til de miljøgifter som ble analysert i programmet. 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 også dette året at de høyeste verdiene ble funnet i prøver høstet i Sognefjorden i mars. Dette året ble uorganisk arsen målt i et utvalg skjellprøver. Den høyeste konsentrasjonen av uorganisk arsen ble funnet i en prøve fra Hundeide i Eid kommune i Sogn og Fjordane (1,3 mg/kg våt vekt). Dette er blant de høyeste verdiene av uorganisk arsen som noen sinne er funnet i sjømatprodukter. Datagrunnlaget for arsen og uorganisk arsen må styrkes. Kun en lokalitet hadde et kadmiuminnhold på 0.3 mg/kg våt vekt. Preliminære resultat for PCB₇, dioksiner/furaner og dioksinlignende PCBer viser ikke urovekkende høye konsentrasjoner, men datagrunnlaget må styrkes betydelig. Dokumentasjon knyttet til PAH og DDT i skjell må etableres.

Ved salg og eksport av kamskjell har man ingen garanti for at kundene renser bort nyrene. 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 fordøyelseskjertelen som skaper problemet.

6. ANBEFALINGER FOR OVERVÅKNINGSPROGRAMMET FOR 2005

- Arsen i blåskjell følges opp i 2005, 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
- Metoden til bestemmelse av PAH er nå akkreditert og PAH bestemmelsen, og da spesielt benz(a)pyren må inkluderes i programmet for 2005
- 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. Det analyseres prøver fra den enkelte lokalitet og ikke samleprøver fra flere lokaliteter
- Blåskjell skal høstes også der det høstets andre skjellarter (blåskjell som referanseorganisme)
- Blåskjell som høstes for analyse skal ha spisetørrelse
- Blåskjell som høstes fra kultur må ha stått minst ett år i sjøen før høsting
- Haneskjell, harpeskjell, oskjell og østers høstes fra flere lokaliteter for analyse av metall for å etablere bedre bakgrunnsdata