



Uttalelse fra Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinrester i matkjeden

29. mars 2007

Risikovurdering av organiske tinnforbindelser i sjømat

SAMMENDRAG

Organiske tinnforbindelser (OTC eller organotin compounds) er en gruppe forbindelser som blant annet omfatter tributyltinn (TBT), trifenylyltinn (TPT) og dibutyltinn (DBT). TBT og TPT har siden 60-tallet blitt brukt i begroingshindrende maling til skip og som treimpregneringsmiddel, konserveringsmiddel og bindemiddel. Som følge av at TBT og TPT tidligere ble brukt som bunnstoff til skip opptrer både disse forbindelsene og deres nedbrytningsprodukter i forhøyede konsentrasjoner i sedimenter nær skipsverft, marinaer, trafikkerte havner og skipsleier.

Eksposering for tinnorganiske forbindelser fra sjømat er ikke et generelt problem selv for høykonsumenter av sjømat i Norge.

Basert på kjente forekomster i Norge og Europa kan selvfangst av sjømat fra forurensede områder kombinert med høyt sjømatkonsum medføre overskridelse av tolerabelt inntak for tinnorganiske forbindelser.

Fisk kan inneholde ca 75 µg tinnorganiske forbindelser/kg fisk, uttrykt som massen til tinn, uten at høykonsumenter av fisk overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser. Det er avdekket langt høyere nivåer av tinnorganiske forbindelser i enkelte fiskeslag fra forurensede havner og fjorder i Norge. Prøvematerialet er imidlertid sparsomt med hensyn på antall prøver og hvilke arter som er undersøkt. Alle prøvene er hentet fra områder med kjente kilder til forurensing og det mangler derfor data fra bakgrunnseksponerte områder. Det er også få data om forekomster og spredning av disse forbindelsene i det marine miljøet.

Basert på norske data om sjømatkonsum kan skjell inneholde opp til ca 2 mg tinnorganiske forbindelser (sum TBT, DBT og TPT)/kg skjellmat, basert på massen til tinn, uten at høykonsumenter av skjell og annen sjømat overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser.

Fiskelever kan inneholde opp til ca 2 mg tinnorganiske forbindelser (sum TBT, DBT og TPT)/kg fiskelever, basert på massen til tinn, uten at høykonsumenter av fiskelever og annen sjømat overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser.

Det er knyttet høy usikkerhet til beregningene av veiledende maksimalinnhold av tinnorganiske forbindelser i sjømat, fordi det er liten kunnskap om bakgrunnsnivå i kosten og hva slags sjømat som bidrar mest til eksponeringen. Videre er det knyttet usikkerhet til sjømatkonsum.

Det er behov for ytterligere analyser av fisk og annen sjømat fra områder uten kjent punktkilde for å kunne gjøre en mer nøyaktig eksponeringskarakterisering.

INNLEDNING

Organiske tinnforbindelser har tidligere i omfattende grad blitt brukt som biocider i treimpregneringsprodukter, antibegroingsmiddel i bunnstoff på båter og som pesticid. Betegnelsen OTC (organotin compounds eller organiske tinnforbindelser) brukes om forbindelser som har en binding mellom karbon og tinn, og har den generelle formelen $RxSn(L)(4-x)$ hvor R er en alkyl eller arylgruppe og L er en organisk (eller i noen tilfeller uorganisk) komponent.

Tributyltinn (TBT) og trifenylyltinn (TPT) har blitt brukt siden 60-tallet i begroingshindrende maling til skip og som treimpregneringsmiddel, konserveringsmiddel og bindemiddel. TBT-utslippet i Norge var i 2003 ca 8 tonn fra bruk av bunnstoff til skip. TBT ble forbudt for båter under 25 meter og i not-impregneringsmidler i 1990. Fra 1. januar 2003 ble det forbudt også på båter som var over 25 meter. Statens forurensningstilsyn har beregnet at det nasjonale utslippet av TBT i perioden 1995-2003 ble redusert med ca 72 %, og at utslippet innen 2010 skal være redusert med 90 %. Fra 2008 blir tilstedeværelse av tinnorganiske forbindelser i bunnstoffer på båter forbudt.

I tillegg til at TBT brytes ned til dibutyltinn (DBT) etter absorpsjon i organismer, brukes DBT i seg selv som stabilisator i PVC-plastprodukter. Mengden av tinnorganiske forbindelser i PVC-produkter i Norge er ikke kjent, men det antas at mengdene er små sammenliknet med mengdene fra bunnstoff (SFT, 2005).

Som følge av at TBT og TPT tidligere ble brukt som bunnstoff til skip opptrer både disse forbindelsene og deres nedbrytningsprodukter i forhøyede konsentrasjoner i sedimenter nær skipsverft, marinaer, trafikkerte havner og skipsleier.

Organiske tinnforbindelser er tungt nedbrytbare og kan bioakkumuleres.

Organiske tinnforbindelser absorberes i mage-tarmkanalen, og tri-organotinnforbindelser kan brytes ned til di- og monotinnforbindelser både i dyr og mennesker. Konsentrasjonen av organiske tinnforbindelser er svært forskjellig i ulike arter. Dette skyldes blant annet forskjeller i eksponering og metabolisme.

Risikovurdering av eksponering for organiske tinnforbindelser via mat er utført av EFSA og publisert i 2004 (EFSA, 2004). EFSA fokuserte på de mest toksiske organiske tinnforbindelsene: TBT, DBT, og TPT som finnes primært i fisk og fiskeprodukter og som det

fantest tilstrekkelig datagrunnlag for. I tillegg inkluderte de DOT (dioktyltinn), som så ut til å ha samme virkningsmåte selv om den ikke finnes i sjømat. VKMs vurdering bygger på denne risikovurderingen.

Tidligere SNTs underarbeidsgruppe for miljøgifter har tidligere vurdert risiko forbundet med eksponering for tinnorganiske forbindelser i Norge. Den gang ble TBT og DBT vurdert samlet, men TPT var ikke inkludert i tolerabelt inntak.

VURDERING

Fareidentifisering og farekarakterisering

Sammen med TBT regnes DBT og TPT som de mest toksiske av de organiske tinnforbindelsene. TBT og TPT er svært giftige for akvatiske organismer og for gnagere. Den mest kjente effekten av organiske tinnforbindelser er utvikling av hannlige kjønnskarakteristikker hos hunnsnegl (imposex). Dette skjer ved lave konsentrasjoner som finnes i sjøvann (fra 1 ng/L) (WHO-IPCS, 1999a; WHO-IPCS, 1999b), noe som indikerer at disse forbindelsene påvirker det endokrine systemet. Det er også vist at relativt lave konsentrasjoner (1 mg/kg kroppsvekt/dag) kan påvirke reproduksjon og utvikling hos gnagere, noe som også indikerer at disse stoffene har endokrine effekter. Kritiske effekter av tinnorganiske forbindelser målt i pattedyr er imidlertid immuntoksisitet.

TDI

Akutte toksiske effekter av tinnorganiske forbindelser er ikke aktuelt i forbindelse med eksponering via mat. EFSA (EFSA, 2004) har i sin risikovurdering av organiske tinnforbindelser angitt immuntoksiske effekter som det kritiske endepunktet. TBT, DBT, TPT og DOT forårsaket tymus atrofi med færre lymfocytter i tymus, milt og perifere lymfoide organer, lavere immunglobulinkonsentrasjon og redusert antall hvite blodceller i gnagere. Disse effektene forårsaket redusert tymus-avhengig immunitet. Fellestrekk ved alle organiske tinnforbindelser som påvirket tymus var at alle ga økt apoptose, noe som sannsynligvis var knyttet til uttrykk av "death receptor" i immunsystemet. Basert på holdepunkter for at stoffene har samme virkningsmåte, ble effekter av TBT, DBT, TPT og DOT regnet som additive.

NOAEL for immuntoksisitet ble fastsatt til 0,025 mg/kg kroppsvekt/dag basert på kroniske foringsstudier med TBT-oxid (TBTO, Bis (tri-n-butylin)oxide). Denne dosen ga ingen reduksjon av funksjonell immunrespons. Basert på dose-respons kurver i korttidseksperimenter antas det at DOT, TPT, DBT og MBT har liknende potens. Monobutyltinn (MBT), difenyltinn (DPT), monofenyltinn (MPT) og mono-oktyltinn (MOT) var mindre potente og ble ikke fulgt opp videre fordi disse forbindelsene ikke ble regnet å være av toksikologisk betydning ved de nivåer som finnes i mat.

Ved å bruke en sikkerhetsfaktor på 100 for å ta hensyn til variasjon mellom arter og individer satt EFSA en gruppe-TDI på 0,25 µg/kg kroppsvekt for summen av de organiske tinnforbindelsene TBT, dibutyltinn (DBT), trifenyltinn (TFT) og di-n-oktyltinn (DOT). Dette tilsvarer 17,5 µg/dag for en person på 70 kg. Gruppe-TDI er basert på molekylvekten til TBTO. Det kommer imidlertid ikke klart frem i EFSA rapporten om de har regnet med at TBTO som er brukt i grunnlagsstudiene er et *bis*-molekyl med to tinnatomer. EFSA har også oppgitt gruppe-TDI for massen til tinn på 0,1 µg/kg kroppsvekt/dag, og uttrykt som TBTCI angis gruppe-TDI til 0,27 µg/kg kroppsvekt.

Studiene som angir NOAEL for immuntoksisitet til 0,025 mg TBTO/kg kroppsvekt/dag (Wester *et al.*, 1990; Vos *et al.*, 1990) er også grunnlag for tidligere risikovurderinger av TBTO i regi av EPA og tidligere SNTs underarbeidsgruppe for miljøgifter. Det som skiller EFSAAs vurdering fra 2004 fra tidligere risikovurderinger er at EFSA angir en gruppe-TDI som inkluderer flere tinnorganiske forbindelser. Faggruppe 5 anbefaler at EFSAAs gruppe-TDI benyttes i vurdering av tinnorganiske forbindelser i sjømat.

Analyseresultater av tinnorganiske forbindelser i mat oppgis ofte i µg/kg for hver av forbindelsene TBT, DBT og TPT som anioner, uten at verken Cl eller O er tilknyttet. Resultatene er ofte tibakeregnet fra opprinnelig tinnkonsentrasjon i analysene (Sn-basis). Omregningsfaktorer for de forskjellige tinnorganiske forbindelsene finnes i vedlegg 2. Faggruppe 5 anbefaler at EFSAAs gruppe-TDI for massen til tinn på 0,1 µg/kg kroppsvekt/dag benyttes.

Eksponeringskarakterisering og risikokarakterisering

Inntak av tinnorganiske forbindelser i Norge

Mat, spesielt fisk og annen sjømat, er den viktigste eksponeringsveien for tinnorganiske forbindelser i den generelle befolkningen. I Norge finnes få analyser av tinnorganiske forbindelser i sjømat, med unntak av blåskjell. I forbindelse med SCOOP task 3.2.13 "Assessment of Dietary Exposure to Organotin Compounds of the Population of the EU Member States" ble det bygget opp en database med innhold av organisk tinn i sjømat. Måleverdier ble sendt inn av deltakerlandene Belgia, Danmark, Frankrike, Tyskland, Hellas, Italia, Norge og Nederland (SCOOP, 2003). Målingene er fra perioden 1995-2002, og innbefatter både antatt åpne kystområder med lavt innhold i sjømat og svært kontaminerte områder. Mange av analysene stammet fra overvåkningsprogrammer som ikke var utført primært med tanke på eksponeringsberegning. Tysklands bidrag utgjorde 86 % av datasettet. Nivåene av organiske tinnforbindelser viste stor spredning og dekket flere størrelsesordner. Videre var forekomstdata skjevfordelt i retning høye verdier. Dette resulterte i store forskjeller mellom median og gjennomsnittsnivå.

Forekomst av tinnorganiske forbindelser i norsk sjømat som ble rapportert inn i forbindelse med SCOOP-prosjektet finnes i vedlegg 1. De norske resultatene er i hovedsak hentet fra NIVA-rapport: "Orienterende observasjoner av tinnorganiske forbindelser i fisk og krabbe - relasjon til spiselighet" (Knutzen, 2002). Det er ikke nok norske data til å utføre inntaksberegninger. Prøvematerialet er i hovedsak også hentet fra havner og fjorder med kjente kilder til forurensning, slik som Fredrikstad havn, Mossesundet, Vrengensundet, Sandefjordsfjorden og Frierfjorden. Det høyeste nivået av TPT som ble innrapportert i SCOOP-prosjektet var en norsk prøve av ål (denne prøven er fra Frognerkilen, innerst i Oslofjorden).

Norske data for konsum av fisk og sjømat fra Fisk- og viltundersøkelsen del A (Meltzer *et al.*, 2002) ble innrapportert i SCOOP-prosjektet. I EFSAAs risikovurdering ble norske inntaksdata for fiskekonsum brukt til å beregne høy eksponering siden norsk sjømatkonsum (spesielt fisk) viser seg å være blant de høyeste i Europa. Eksponering ble beregnet både ved gjennomsnittlig og høyt sjømatkonsum og ved mediant, gjennomsnittlig og høyt (95-persentil) innhold av organiske tinnforbindelser. Resultatene er presentert i tabell 1 og er sammenliknet med TDI for organiske tinnforbindelser. Siden en høy andel av sjømat i databasen som ligger til grunn for beregningene kommer fra kontaminerte områder, må selv

den beregnede eksponeringen ved mediant nivå i fisk og fiskeprodukter betegnes som et overestimat av eksponering i Norge.

Tabell 1. Inntak av TBT, DBT og TPT fra fisk og annen sjømat vist som summen av tinn for disse forbindelsene og som prosentandel av tolerabelt daglig inntak (0,1 µg/kg kroppsvekt/dag, basert på massen til tinn). Prosentandelen vises både for gjennomsnittskonsumenter og høykonsumenter av fisk og annen sjømat i Norge basert på tall fra EFSA 2004 (EFSA, 2004). Mer informasjon om beregningene finnes i vedlegg 2.

	Mediant nivå i fisk og fiskeprodukter	Gjennomsnittlig nivå i fisk og fiskeprodukter	Høyt nivå i fisk og fiskeprodukter
Gjennomsnittlig sjømatkonsum	0,007 µg/kg kroppsvekt/dag 7 % av TDI	0,03 µg/kg kroppsvekt/dag 30 % av TDI	
Høyt sjømatkonsum (95-persentil)	0,02 µg/kg kroppsvekt/dag 20 % av TDI	0,07 µg/kg kroppsvekt/dag 70 % av TDI	0,23 µg/kg kroppsvekt/dag 230 % av TDI

Som det fremkommer av tabell 1 vil ikke høyt konsum av sjømat ved median eller gjennomsnittlig konsentrasjon av tinnorganiske forbindelser medføre overskridelse av TDI. Likevel kan inntak av fisk og annen sjømat fra svært forurensede områder, som for eksempel havneområder eller svært trafikkerte skipsruter, medføre at inntaket av OTC overskrider TDI for høykonsumenter av slik mat.

En ny (2006) finsk market basket undersøkelse av tinnorganiske forbindelser har kommet frem til et daglig inntak på 2,47 ng/kg/dag av DBT, TBT, DPT, TPT og DOT (de har summert kationene). Fisk utgjorde 2,5 % av TDI og var hovedkilden til eksponeringen (81 %) (Rantakokko *et al.*, 2006). Fordelingen mellom de organiske tinnforbindelsene var 23 % TPT 52 % TBT og 24 % DBT. Finnene har vesentlig lavere gjennomsnittlig fiskekonsum enn nordmenn. Når dette tas med i betraktning er inntak av tinnorganiske forbindelser beregnet ved europeisk mediant nivå i fisk kombinert med norsk inntak (tabell 1) i samme størrelsesorden som beregnet finsk eksponering. Eksponering fra andre kilder er ukjent.

Inntak av tinnorganiske forbindelser fra fisk

Tabell 2 viser gjennomsnittskonsentrasjonen og høyeste og laveste verdi av tre ulike organiske tinnforbindelser basert på massen til tinn i torsk og ål, som ble rapportert inn fra Norge i forbindelse med inntaksberegningen i regi av SCOOP. Totalt er det analysert 8 prøver av torsk og 3 prøver av ål for hver av de tre tinnorganiske forbindelsene (vedlegg 1).

Tabell 2. Konsentrasjoner av TBT, DBT og TPT per kilo fisk uttrykt som massen til tinn, basert på (SCOOP, 2003).

Fiskeslag	Forbindelse	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/kg)	Målte minimums- og maksimumsverdier (µg/kg)	Antall prøver
Torsk	TBT	14	<2-62	8
Torsk	DBT	3,4	2,0-16	8
Torsk	TPT	39	11-140	8
Ål	TBT	81	6,6-207	3
Ål	DBT	20	5,7-39	3
Ål	TPT	294	11-790	3

Beregning av maksimalt innhold av tinnorganiske forbindelser i fisk uten at TDI overskrides
Det finnes ikke internasjonale øvre grenser for innhold av organiske tinnforbindelser i fisk. Som en veiledning kan det beregnes hvor mye organisk tinn fisk kan inneholde før storkonsumenter vil få høyere eksponering enn daglig tolerabelt inntak.

Fra del A av Fisk- og viltundersøkelsen ble det funnet at høykonsumenter av fisk inntok 95 g/dag (Personlig meddelelse Helle M Meltzer). Tallet omfatter alle typer ren fisk (mager og fet), men inkluderer ikke fisk som inngår i bearbejdede fiskeprodukter, fiskepålegg og annen sjømat. Fisk brukt i slike produkter inkluderes ikke i eksponeringsberegningene fordi det antas at de ikke er fanget i et kontaminert område.

Antagelse: Høykonsumenter kan spise 95 g selvfanger fisk per dag.

Regnestykkene blir som følger:

$$X \text{ } \mu\text{g tinnorganiske forbindelser/kg fisk} = 0,1 \text{ } \mu\text{g/kg kroppsvekt (gruppe-TDI basert på Sn)}^* 70 \text{ kg (kroppsvekt voksen person)}/0,095 \text{ kg fisk.}$$

Fisk kan da inneholde opp til 74 μg tinnorganiske forbindelser/kg fisk, uttrykt som massen til tinn, uten at høykonsumenter av fisk overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser og det regnes at all eksponering kommer fra fisk.

Dersom man summerer maksimalnivå av TBT, DBT og TPT i tabell 3 blir innholdet henholdsvis 218 $\mu\text{g/kg}$ og 1036 $\mu\text{g/kg}$ for torsk og ål, noe som er langt høyere enn hva regnestykkene over viser som maksimalt innhold i fisk. Summen av gjennomsnittsnivåene for torsk blir ca 56 $\mu\text{g/kg}$, om lag 75 % av den beregnede maksimalverdien. Gjennomsnittsnivået for ål er fortsatt langt høyere (395 $\mu\text{g/kg}$) enn den beregnede verdiene. TPT er den organiske tinnforbindelsen som er bidrar mest til totalkonsentrasjonen.

Basert på de få norske analyseresultatene innrapportert i forbindelse med SCOOP-prosjektet kan storkonsumenter av slik fisk overskride tolerabelt daglig inntak av tinnorganiske forbindelser. Spesielt enkelte prøver av ål kan inneholde svært høye nivåer av TBT og TPT. Disse fiskeprøvene er tatt fra havner og fjorder med kjente kilder til forurensning (Knutzen, 2002). Det mangler kunnskap om bakgrunnsnivå av tinnorganiske forbindelser fra fisk i ikke-kontaminerte områder.

Inntak av tinnorganiske forbindelser fra skjell

Fra del B av Fisk- og viltundersøkelsen ble det funnet at medianinntaket av skjellmat var 1g skjellmat/dag blant konsumentene (ca 30 %) mens høykonsumenter inntok mer enn ca 2,5 g/dag (Bergsten, 2004).

Overvåkningsprogrammer har avdekket stor variasjon i nivå av tinnorganiske forbindelser i skjell langs Norskekysten. Tabell 3 viser gjennomsnitt-, minimums- og maksimumskonsentrasjon av tre ulike organiske tinnforbindelser i norske blåskjell som ble rapportert inn i forbindelse med inntaksberegningen i regi av SCOOP. Totalt er 15 prøver analysert for hver av de tre tinnorganiske forbindelsene (SCOOP, 2003).

Tabell 3. Konsentrasjoner av TBT, DBT og TPT per kilo blåskjell uttrykt som massen til tinn (SCOOP, 2003).

	Gjennomsnittskonsentrasjon ($\mu\text{g/kg}$)	Målte minimums- og maksimumsverdier ($\mu\text{g/kg}$)	Antall prøver
TBT	47	17 – 109	15
DBT	17	5 – 38	15
TPT	6,7	3,6-16	15

Beregning av maksimalt innhold av tinnorganiske forbindelser i skjell uten at TDI overskrides
 Det finnes ikke internasjonale øvre grenser for innhold av organiske tinnforbindelser i sjømat generelt eller i skjell spesielt. Som en veiledning kan det beregnes hvor mye organisk tinn skjell kan inneholde før storkonsumenter vil få høyere eksponering enn daglig tolerabelt inntak.

Antagelse: Storkonsumenter spiser 2,5 g skjellmat pr. dag.

Man blir eksponert for tinnorganiske forbindelser via annen sjømat enn skjell. I henhold til tabell 1 kan dette i Norge utgjøre 20 % av TDI (0,02 µg/kg/dag) for en høykonsument av sjømat med mediant innhold av tinnorganiske forbindelser. Denne verdien benyttes i videre beregninger, selv om konsum av skjell er inkludert i 20 % eksponering fra sjømat. Regnestykket blir som følger:

$X \text{ µg tinnorganiske forbindelser/kg skjell} = 0,1 \text{ µg/kg kroppsvekt (gruppe-TDI basert på Sn)} - 0,02 \text{ µg/kg/dag (inntak ved høyt sjømatkonsum)} * 70 \text{ kg (kroppsvekt voksen person)}/0,0025 \text{ kg skjellmat.}$

Skjell kan da inneholde opp til 2240 µg tinnorganiske forbindelser/kg skjellmat eller 2,2 mg tinnorganiske forbindelser/kg skjellmat, uttrykt som massen til tinn, uten at høykonsumenter av skjell og annen sjømat overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser.

Dersom man summerer maksimalnivå av TBT, DBT og TPT i tabell 2 utgjør dette ca 7 % av 2,2 mg/kg. Basert på nivå av tinnorganiske forbindelser i skjell rapportert inn i forbindelse med SCOOP-prosjektet utgjør derfor ikke tinnorganiske forbindelser noe generelt problem for mattrygghet i Norge.

Inntak av tinnorganiske forbindelser fra fiskelever

Fra del A av Fisk- og viltundersøkelsen ble det funnet at høykonsumenter av fiskelever (blant de som spiser slik mat) spiste 3 g fiskelever/dag (Meltzer *et al.*, 2002).

Tabell 4 viser gjennomsnittskonsentrasjonen og høyeste og laveste verdi av tre ulike organiske tinnforbindelser i torskelerver som ble rapportert inn i forbindelse med inntaksberegningen i regi av SCOOP. Totalt er det analysert 15 prøver (SCOOP, 2003).

Tabell 4. Konsentrasjoner av TBT, DBT og TPT per kilo torskelerver uttrykt som massen til tinn (SCOOP, 2003).

	Gjennomsnittskonsentrasjon (µg/kg)	Målte minimums- og maksimumsverdier (µg/kg)	Antall prøver
TBT	40	4-221	15
DBT	25	3,1-105	15
TPT	149	16-658	15

Beregning av maksimalt innhold av tinnorganiske forbindelser i fiskelever uten at TDI overskrides

Det finnes ikke internasjonale øvre grenser for innhold av organiske tinnforbindelser i fiskelever. Som en veiledning kan det beregnes hvor mye organisk tinn fiskelever kan inneholde før storkonsumenter vil få høyere eksponering enn daglig tolerabelt inntak.

Antagelse: Storkonsumenter spiser 3 g fiskelever pr. dag.

Man blir eksponert for tinnorganiske forbindelser via annen sjømat enn fiskelever. I henhold til tabell 1 kan dette i Norge utgjøre 20 % av TDI (0,02 µg/kg/dag) for en høykonsument av sjømat med median innhold av tinnorganiske forbindelser. Denne verdien benyttes i videre beregninger, selv om konsum av fiskelever er inkludert i 20 % eksponering fra sjømat. Regnestykket blir som følger:

$$X \text{ µg tinnorganiske forbindelser/kg skjell} = 0,1 \text{ µg/kg kroppsvekt (gruppe-TDI basert på Sn)} - 0,02 \text{ µg/kg/dag (inntak ved høyt sjømatkonsum)} * 70 \text{ kg (kroppsvekt voksen person)} / 0,003 \text{ kg fiskelever.}$$

Fiskelever kan da inneholde opp til 1870 µg tinnorganiske forbindelser/kg fiskelever eller 1,9 mg tinnorganiske forbindelser/kg fiskelever, uttrykt som massen til tinn, uten at høykonsumenter av fiskelever og annen sjømat overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser.

Dersom man summerer maksimalnivå av TBT, DBT og TPT i tabell 4 utgjør dette om lag 50 % av den beregnede maksimal verdien på 1,9 mg/kg. Selv storkonsumenter av fiskelever og annen sjømat vil ikke overskride TDI for tinnorganiske forbindelser om de spiser fiskelever med de nivåene av tinnorganiske forbindelser som ble rapportert inn i forbindelse med SCOOP-prosjektet.

Det er knyttet høy usikkerhet til beregningene av veiledende maksimalinnhold av tinnorganiske forbindelser i sjømat, fordi det er liten kunnskap om bakgrunnsnivå i kosten og hva slags sjømat som bidrar mest til eksponeringen. Videre er det knyttet usikkerhet til sjømatkonsum.

KONKLUSJON

Basert på kjente forekomster i Europa er eksponering for tinnorganiske forbindelser fra sjømat ikke et generelt problem i Norge i dag.

Siden en høy andel av sjømat som ligger til grunn for eksponeringsberegningene kommer fra kontaminerte områder, må EFSA's beregnede inntak av tinnorganiske forbindelser betegnes som et overestimat av eksponeringen i Norge. Det er ikke nok forekomstdata til å beregne eksponering fra sjømat i Norge. Basert på kjente forekomster i Norge og resten av Europa kan konsum av selvfanger sjømat fra forurensede områder kombinert med høyt sjømatkonsum medføre en overskridelse av tolerabelt inntak for tinnorganiske forbindelser.

Basert på sjømatkonsum i Norge kan fisk inneholde ca 75 µg tinnorganiske forbindelser/kg fisk, uttrykt som massen til tinn, uten at høykonsumenter av fisk overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser. Det er avdekket langt høyere nivåer av tinnorganiske forbindelser

i enkelte fiskeslag fra forurensede havner og fjorder i Norge. Prøvematerialet er imidlertid sparsomt med hensyn på antall prøver og hvilke arter som er undersøkt. Alle prøvene er hentet fra områder med kjente kilder til forurensing og det mangler derfor data fra bakgrunnseksponerte områder. Det er også få data om forekomster og spredning av disse forbindelsene i det marine miljøet.

Basert på sjømatkonsum i Norge kan skjell inneholde opp til ca 2 mg tinnorganiske forbindelser (sum TBT, DBT og TPT)/kg skjellmat, basert på massen til tinn, uten at høykonsumenter av skjell og annen sjømat overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser.

Basert på sjømatkonsum i Norge kan fiskelever inneholde opp til ca 2 mg tinnorganiske forbindelser (sum TBT, DBT og TPT)/kg fiskelever, basert på massen til tinn, uten at høykonsumenter av fiskelever og annen sjømat overskrider TDI for tinnorganiske forbindelser.

Det er knyttet høy usikkerhet til beregningene av veiledende maksimalinnhold av tinnorganiske forbindelser i sjømat, fordi det er liten kunnskap om bakgrunnsnivå i kosten og hva slags sjømat som bidrar mest til eksponeringen. Videre er det knyttet usikkerhet til sjømatkonsum. Eksponering fra andre kilder, som fra eventuell lekkasje fra matemballasje eller fra hudpleieprodukter er heller ikke tatt med i bergning, men er antatt å være av liten betydning.

Det er behov for ytterligere analyser av fisk og annen sjømat fra områder uten kjent punktkilde for å kunne gjøre en mer nøyaktig eksponeringskarakterisering.

VURDERT AV

Faggruppen for forurensninger, naturlige toksiner og medisinerester i matkjeden:

Janneche Utne Skåre (leder), Jan Alexander, Tore Aune, Marc Berntssen, Gunnar Sundstøl Eriksen, Kari Grave, Kåre Julshamn, Helle Katrine Knutsen, Helle Margrete Meltzer, Ole Bent Samuelsen

Koordinator fra sekretariatet: Stine Husa og Marie Louise Wiborg

TAKK TIL

Faggruppen ønsker spesielt å takke Helle K. Knutsen for sitt bidrag til denne uttalelsen.

REFERANSER

Bergsten C (2004) *Fish- and Game Study, Part B. The consumption of foods that may be important when assessing the dietary intake of mercury, cadmium and PCB/dioxins, with a focus on population groups living on the coast and in the inland of Norway.*
<http://www.mattilsynet.no>.

EFSA (2004) *Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with*

- exposure to organotins in foodstuffs. (Question N° EFSA-Q-2003-110). Adopted on 22 September 2004. no. <http://www.efsa.europa.eu/en.html>.*
- Knutzen J (2002) *Orienterende observasjoner av tinnorganiske forbindelser i fisk og krabbe - relasjon til spiselighet* no. Rapport LNR 4495-2002. www.niva.no.
- Meltzer H, Bergsten C & Stigum H (2002) *Fisk- og viltundersøkelsen. Konsum av matvarer som kan ha betydning for inntaket av kvikksølv, kadmium og PCB/dioksin i norsk kosthold* no. SNT-rapport 6, 2002.
- Rantakokko P, Kuningas T, Saastamoinen K & Vartiainen T (2006) Dietary intake of organotin compounds in Finland: a market-basket study. *Food Addit Contam* **23**, 749-756.
- SCOOP (2003) *Reports on tasks for scientific cooperation: Assessment of the dietary exposure to organotin compounds of the population of the EU Member States. Report of experts participating in Task 3.2.13.*
- SFT (2005) *Miljøgifter i produkter - data for 2003. Del I og del II* no. TA-2087/2005. ISBN 82-7655-254-4. www.SFT.no.
- Vos JG, De Klerk A, Krajnc EI, van Loveren H & Rozing J (1990) Immunotoxicity of bis(tri-n-butyltin)oxide in the rat: effects on thymus-dependent immunity and on nonspecific resistance following long-term exposure in young versus aged rats. *Toxicol Appl Pharmacol* **105**, 144-155.
- Wester PW, Krajnc EI, van Leeuwen FX, Loeber JG, van der Heijden CA, Vaessen HA & Helleman PW (1990) Chronic toxicity and carcinogenicity of bis(tri-n-butyltin)oxide (TBTO) in the rat. *Food Chem Toxicol* **28**, 179-196.
- WHO-IPCS (1999a) *Concise International Chemical Assessment 13: Triphenyltin compounds.1999a:* World Health Organization, Geneva.
- WHO-IPCS (1999b) *Concise International Chemical Assessment 14: Tributyltin oxide.1999b.:* World Health Organization, Geneva.

VEDLEGG 1

Norske analysedata av tinnorganiske forbindelser rapportert inn til SCOOP-prosjektet. Resultatene er hentet fra NIVA-rapport "Orienterende observasjoner av tinnorganiske forbindelser i fisk og krabbe - relasjon til spiselighet" (Knutzen, 2002). Prøvene er i hovedsak samlet in i havner og fjorder med kjente kilder til forurensning.

Food group code	Food name	Specific Organotin Compound	Mean concentration in fodd (ug/kg)	Mean concentration in fodd (ug/kg)	Min	Max	n	Year of sampling	Representative for intake calculation (Y/N) Random or Targeted (R/T)
			calculated with <LOD=0	Calculated with <LOD=LOD/2					
9.1.1.30	Cod	TBT	34,9	35,2	<4.9	151	8	1997-2000	Y/T
9.1.1.30	Cod	DBT	7,8	8,25	3,9	31	8	1997-2000	Y/T
9.1.1.30	Cod	MBT	0	1,6	<1.5	<3.0	8	1997-2000	Y/T
9.1.1.30	Cod	TPhT	115,9	115,9	33	413	8	1997-2000	Y/T
9.1.1.30	Cod	DPhT	37,6	37,8	<2.3	78	8	1997-2000	Y/T
9.1.1.30	Cod	MPhT	18	18,1	<1.7	40	8	1997-2000	Y/T
9.1.1.30	flounder	TBT	23	23			1	1997	Y/T
9.1.1.30	flounder	DBT	15	15			1	1997	Y/T
9.1.1.30	flounder	MBT	0	<3.0			1	1997	Y/T
9.1.1.30	flounder	TPhT	121	121			1	1997	Y/T
9.1.1.30	flounder	DPhT	32	32			1	1997	Y/T
9.1.1.30	flounder	MPhT	14	14			1	1997	Y/T
9.1.1.30	Herring	TBT	78	78			1	2000	Y/T
9.1.1.30	Herring	DBT	8,4	8,4			1	2000	Y/T
9.1.1.30	Herring	MBT	1,6	1,6			1	2000	Y/T
9.1.1.30	Herring	TPhT	27	27			1	2000	Y/T
9.1.1.30	Herring	DPhT	3,7	3,7			1	2000	Y/T
9.1.1.30	Herring	MPhT	0	0,9			1	2000	Y/T
9.1.1.30	bream *	TBT	29,5	30,7	<4,9	59	2	2000	Y/T
9.1.1.30	bream *	DBT	0	2	<4.0	<4.0	2	2000	Y/T
9.1.1.30	bream *	MBT	0	1,5	<3.0	<3.0	2	2000	Y/T
9.1.1.30	bream *	TPhT	221,5	221,5	118	325	2	2000	Y/T
9.1.1.30	bream *	DPhT	125,5	125,5	115	136	2	2000	Y/T
9.1.1.30	bream *	MPhT	49,5	49,5	48	51	2	2000	Y/T
9.1.1.2	eel	TBT	198	198	16	505	3	1998-2000	Y/T
9.1.1.2	eel	DBT	38,9	38,9	14	94	3	1998-2000	Y/T
9.1.1.2	eel	MBT	17,3	17,3	7	37	3	1998-2000	Y/T
9.1.1.2	eel	TPhT	868	868	31	2331	3	1998-2000	Y/T
9.1.1.2	eel	DPhT	10,7	26,4	<2.3	32	3	1998-2000	Y/T
9.1.1.2	eel	MPhT	7,7	10,8	<1.7	23	3	1998-2000	Y/T
9.1.	cod liver	TBT	96.5	96.5	9,8	539	15	1997-2001	Y/T
9.1.	cod liver	DBT	48,4	48,4	6,1	206	15	1997-2001	Y/T
9.1.	cod liver	MBT	6,1	6,3	<0.8	37	14	1997-2001	Y/T
9.1.	cod liver	TPhT	438,8	438,8	47	1944	13	1997-2001	Y/T
9.1.	cod liver	DPhT	22,7	24,4	<2.3	124	15	1997-2001	Y/T
9.1.	cod liver	MPhT	18,7	20	<1.7	198	15	1997-2001	Y/T
9.1.	Bream* liver	TBT	33	33	12	54	2	1999	Y/T
9.1.	Bream*	DBT	7,5	8,5	<4.0	15	2	1999	Y/T

	liver								
9.1.	Bream* liver	MBT	1,3	2	2,5	<3,0	2	1999	Y/T
9.1.	Bream* liver	TPhT	97,5	97,5	5	142	2	1999	Y/T
9.1.	Bream* liver	DPhT	101,5	101,5	37	166	2	1999	Y/T
9.1.	Bream* liver	MPhT	63,5	63,5	20	107	2	1999	Y/T
9.1.	dab liver	TBT	6,1	6,1	1,9	13	3	2000	Y/T
9.1.	dab liver	DBT	14,7	14,7	6,1	24	3	2000	Y/T
9.1.	dab liver	MBT	1,5	2	<1,5	4,4	3	2000	Y/T
9.1.	dab liver	TPhT	101,3	101,3	50	198	3	2000	Y/T
9.1.	dab liver	DPhT	28,3	28,3	17	46	3	2000	Y/T
9.1.	dab liver	MPhT	17,3	17,3	10	31	3	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, brown meat	TBT	145,4	145,4	3,9	586	6	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, brown meat	DBT	28,4	28,4	5,1	104	5	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, brown meat	MBT	5,8	5,8	2,4	105	5	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, brown meat	TPhT	38	38	3,8	106	5	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, brown meat	DPhT	3,22	3,8	<1,0	14	5	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, brown meat	MPhT	2,6	3,1	<1,7	10	5	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, claw meat	TBT	29	29			1	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, claw meat	DBT	18	18			1	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, claw meat	MBT	12	12			1	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, claw meat	TPhT	18	18			1	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, claw meat	DPhT	0	1,2			1	2000	Y/T
9.1.4.1	Crab, claw meat	MPhT	0	0,85			1	2000	Y/T
9.1.2.1	Blue mussels	TBT	108,9	108,9	41,5	266	15	1999	Y/T
9.1.2.1	Blue mussels	DBT	32,7	32,7	9,8	74,5	15	1999	Y/T
9.1.2.2	Blue mussels	MBT	9,3	9,3	1,3	20,7	15	1999	Y/T
9.1.2.1	Blue mussels	TPhT	19,9	19,9	10,6	47,2	15	1999	Y/T
9.1.2.1	Blue mussels	DPhT	0,12	0,56	<0,46	1,1	15	1999	Y/T
9.1.2.1	Blue mussels	MPhT	0,1	0,4	<0,33	<1,65	15	1999	Y/T

* "Bream" skal egentlig være "tusk", det engelske ordet for saltvannsarten brosme. Brosme har i SCOOP-rapporten feilaktig blitt oversatt fra norsk til "bream" på engelsk som er navnet for ferskvannsarten brasme.

VEDLEGG 2 – Bergninger foretatt i vurderingen

Omregningsfaktorer for å beregne tinnorganiske forbindelser fra konsentrasjoner oppgitt som massen tinn:

Massen til Sn multipliseres med 2,44 for å få massen til TBT
 Massen til Sn multipliseres med 1,96 for å få massen til DBT
 Massen til Sn multipliseres med 1,48 for å få massen til MBT
 Massen til Sn multipliseres med 2,95 for å få massen til TPT
 Massen til Sn multipliseres med 2,30 for å få massen til DPT
 Massen til Sn multipliseres med 1,65 for å få massen til MPT

Bergninger tilknyttet tabell 1 for gjennomsnittlig og høyt konsum med gjennomsnittlige og median konsentrasjoner:

Omregning av tall hentet fra EFSA's rapport, tabell 1. I EFSA rapporten er inntakene oppgitt for TBT, DBT og TPT uttrykt som 10^{-3} µg/kg kroppsvekt/dag (tabell 1 side 13 i EFSA-rapporten (2)). For å få disse tallene omregnet til massen til tinn er tallene dividert med de respektive faktorene for hver av tinnforbindelsene før de er summert sammen. Summen er tilsatt dividert på 1000 for å få resultatene uttrykt i µg/kg.

Gjennomsnitt	som Sn	Mediant			Gjennomsnitt		
		TBT	DBT	TPT	TBT	DBT	TPT
		9,3	3,3	5,3	37,9	22,4	22,7
		3,8	1,7	1,8	15,5	11,4	7,7
		Sum	7,3		Sum	34,7	
		Sum	0,007 µg/kg		Sum	0,03 µg/kg	
Høyt inntak	som Sn	Mediant			Gjennomsnitt		
		TBT	DBT	TPT	TBT	DBT	TPT
		19,2	6,9	11	78	46,2	47
		7,9	3,5	3,7	32,0	23,6	15,9
		Sum	15,1		Sum	71,5	
		Sum	0,02 µg/kg		Sum	0,07 µg/kg	

Bergninger tilknyttet tabell 1 for høyt konsum med høye konsentrasjoner:

Tallene for høyt nivå i fisk og fiskeprodukter er 95-persentilen for innholdet av TBT, DBT og TPT hentet fra tabell 3 i Annex 1 i EFSA-rapporten, raden tallene er hentet fra er markert Q₉₅ (2). For å regne om til massen til tinn er tallene dividert med de respektive faktorene for hver av tinnforbindelsene før de er summert sammen.

	TBT	DBT	TPT
	107	34,8	63,4
som Sn	43,9	17,8	21,5
Sum	83,1 ug/kg		

Summen av 95-persentilen for TBT, DBT og TPT uttrykt som massen til tinn er så ganget med 2,8 g/kg kroppsvekt/dag som er tallet EFSA har oppgitt som 95-persentilen konsum av sjømat (høyt konsum).

Beregninger knyttet til tabell 2, 3 og 4:

Tallene er hentet fra vedlegg 1 som er norske forekomst data innlevert til Scoop-prosjektet. Tallene er så omregnet til massen til tinn ved å dividere dem med de respektive faktorene for hver av tinnforbindelsene.