

Dioxin i torskrens från Östersjön



HÅKAN WESTERBERG
TORE GUSTAVSSON

Fiskeriverket

Studien delfinansieras av



EUROPEISKA UNIONEN
Fonden för fiskets utveckling

Ansvarig utgivare: Axel Wenblad
Redaktionskommitté: Ingemar Berglund, Håkan Westerberg, Tore Gustavsson

För beställning kontakta:
Fiskeriverket
Box 423, 401 26 Göteborg
Telefon: 031-743 03 00
fiskeriverket@fiskeriverket.se

Kostnad 50 kr, inklusive moms. Porto tillkommer.
Rapporten kan också laddas ned från Fiskeriverkets hemsida: www.fiskeriverket.se

Denna rapport återspeglar inte nödvändigtvis EU-kommissionens ståndpunkt och föregriper inte EU-kommissionens framtida politik inom ämnesområdet.

This report does not necessarily reflect the view of the European Commission and in no way anticipates the Commission's future policy in this area.

ISSN 1404-8590

Dioxin i torskrens från Östersjön

HÅKAN WESTERBERG
hakan.westerberg@fiskeriverket.se

TORE GUSTAVSSON
tore.gustavsson@fiskeriverket.se

Fiskeriverket
Box 423, 401 26 Göteborg

SAMMANFATTNING	5
SUMMARY	6
BAKGRUND	7
METODER	7
Analys	7
Provtagning	8
Prover från trålfiske	8
Prover från nätfiske	9
Extrapolering till hela fisket	9
RESULTAT	10
Kemiska analysdata	10
Rumslig fördelning	10
Säsongsvariation	11
Variation med kön och storlek	11
Svenskt torskfiske	12
DISKUSSION	13
Extrapolerat resultat	13
Jämförelse med dioxintillförseln i Östersjön	14
Jämförelser med andra data	14
Effekten på PCB	14
Närsalter	14
Samhällsekonomiska konsekvenser	14
SLUTSATSER	16
TACK	16
REFERENSER	17
APPENDIX	18

Sammanfattning

Torsk rensas ombord och torskrenset kastas normalt tillbaka i havet. För att värdera i vilken utsträckning ett omhändertagande av rens från svenskt Östersjöfiske skulle kunna minska övergödning och miljöbelastning togs prover på torskrens från de viktigaste svenska fångstområdena under fångstsäsongen 2007. Proverna analyserades på sitt innehåll av dioxin och dioxinliknande PCB-kongener. Analysvärdena och litteratordata användes för att beräkna den totala halten toxiska ekvivalenter av dioxin och dioxinliknande PCB-er, totalmängden PCB samt mängden närsalter som årligen återbördas till havet då torskrens kastas.

Den huvudsakliga slutsatsen av undersökningen är att ackumuleringen av dioxin och dioxinlika PCB-er i torskens inälvor i Östersjön är relativt låg och att halten inte överskrider halten i fet fisk generellt. Mängden som kan omhändertas om torskrens landas är marginell jämfört med den naturliga tillförseln. Fiskets borttransport av dioxin genom landningen

av strömming och skarpsill är däremot betydande och svenska landningar motsvarar nära halva dioxintillförseln till egentliga Östersjön.

Mängden PCB som skulle bortföras om torskrens inte återfördes till havet är cirka en tiondel av den naturliga nedbrytningen och kan alltså vara av intresse för att påskynda minskningen av PCB om tillförseln har upphört.

Närsaltsinnehållet i torskrens är betydande och effekten för att minska övergödningen i Östersjön kan därför vara av intresse. En minskning av belastningen av kväve och fosfor, motsvarande de mängder som omhändertagandet av torskrens innebär, skulle med alternativa åtgärder kosta c:a 17–20 miljoner för kvävet och c:a 88 miljoner kr för fosfor, givet 2007 års fångstnivå i hela Östersjön. Det är troligt att kompensationen till fiskarena och övriga kostnader för att omhänderta och destruera torskrens skulle bli väsentligt lägre.

Summary

Cod is gutted at sea and the viscera are usually dumped overboard. An investigation was made of the potential environmental benefit of landing the cod viscera from the Swedish Baltic fishery. Representative samples of viscera were taken from the main Swedish cod fishing grounds during 2007. Pooled samples were analysed for dioxin and PCB. The total amount of dioxin and PCB expressed as TEQ and the total amount of PCB, phosphorus and nitrogen in cod guts was calculated for the Swedish fishery.

The main result is that the accumulation of dioxin in cod liver and intestines is relatively low and similar to the whole-body concentration in fat fish from the Baltic.

The amount that could be extracted by landing the guts is marginal compared to the natural deposition of dioxin in the Baltic. The landing of small pelagic fish by the Swedish fishery corresponds to approximately half the dioxin deposition to the Baltic Proper however.

The amount of PCB that would be removed by landing the cod guts is approximately one tenth of the present natural breakdown and a system of landing and destruction could be of interest.

The phosphorus and nitrogen content is high and landing the offal from cod gutting can be a cost-efficient method to reduce the eutrophication of the Baltic compared to conventional methods.

Bakgrund

I Sveriges strategiska plan för EG:s strukturstödsperiod 2007–2013 föreslås en undersökning och beräkning av i vilken utsträckning fisket kan bidra till att sänka belastningen av dioxin och andra miljögifter, främst i Östersjön, genom att fiskrens som har en hög dioxinhalt tas iland och destrueras. Ett system för omhändertagande av undermålig fisk och fiskrens skulle bidra till att reducera mängden dioxin. Detta material kan renas från dioxin vid fiskmjölsframställning och gifterna destrueras iland. Denna rapport är en redovisning av en sådan undersökning, som har gjorts i samarbete med Ostkustfiskarna i form av ett strukturstödsprojekt inom området "branschgemensamma åtgärder" (beslut 2007-01-30).

Principen att utnyttja det faktum att det kommersiella fisket tar upp stora mängder fisk, som i flera fall ackumulerat miljögifter, och på så sätt uppnå en

reningseffekt är inte ny. Mackenzie, Almesjö och Hansson (2004) gjorde beräkningar för Östersjön som visade att fisket tog upp 31 kg PCB per år, vilket är mer än den naturliga nedbrytningen i Östersjön. Fettlösliga klororganiska föreningar som PCB och dioxin koncentreras i levern. Torsk – som i övrigt har låga gifthalter i filén – rensas till sjöss och inälvorna kastas tillbaka i havet. Torsklever från Östersjön har saluförbud. Det är därför möjligt att ett omhändertagande av torskrens skulle kunna bidra signifikant till att snabba på avklingningen av dioxin och eventuellt andra miljögifter i Östersjön. Den naturliga reningen genom vattenutbyte och nedbrytning är långsam – av storleksordningen 50 år – i Östersjön, varför åtgärder som kan accelerera denna process vore mycket önskvärda, inte minst för fisket som nu påverkas av EU:s tröskelvärde för dioxin och dioxinliknande PCB-er.

Metoder

Insamling av prover gjordes av Fiskeriverkets forskningsfartyg och med medverkan av kustfiskare på ostkusten under 2007. Proverna analyserades av ett av SWEDAC ackrediterat analyslaboratorium, ALS Scandinavia AB.

Analys

En upphandling genomfördes för analysarbetet. Förfrågningsunderlaget följde i

huvudsak det som Livsmedelsverket använt för upphandling av analyser av fisk. Krav ställdes på att analyserna av dioxiner (PCDD), furaner (PCDF) och dioxinlika PCB skall utföras med högupplösande gaskromatografi i kombination med högupplösande masspektrometri (HRGC/HRMS) och uppfylla de krav som ställs på konfirmeringsmetoder i Kommissionens direktiv 2002/69/EG. Metoden skall vara validerad enligt internationellt accepterade riktlinjer och laboratoriet skall vara

ackrediterat av SWEDAC eller annat likvärdigt organ i enlighet med EN ISO/IEC/17025:2005. Fem offerter inkom.

Varje prov analyserades enligt följande, dels baserat på våtvikt, dels på fetthalt:

- Bestämning av dioxiner och furaner med HR-GC/MS enligt metod baserad på US EPA 1613.
- Bestämning av polyklorerade bifenyler, PCB 7 kongener, med HR-GC/MS.
- Bestämning av dioxinlika polyklorerade bifenyler, med HR-GC/MS.

Resultaten redovisades som summa toxiska ekvivalenter (Sum WHO-PCB-TEQ och Sum WHO-PCDD/F-TEQ) enligt WHO 2005.

För mätningarna svarade ALS Laboratory Group, Na Harfê 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat

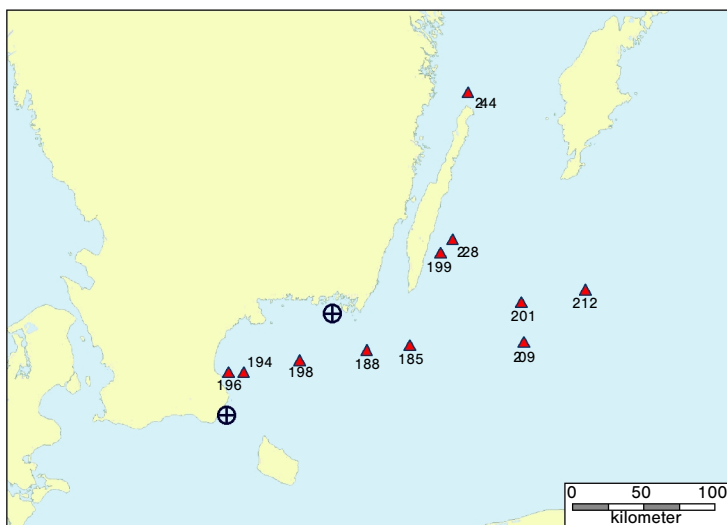
laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till.

Provtagning

Provtagning av torsk gjordes så att proverna storleksmässigt skulle representera en typisk kommersiell fångst i Östersjön. Alla fiskar var över rådande minimimått och fisken rensades på samma sätt som skulle ha gjorts i kommersiellt fiske. Enda skillnaden var att hela inälvspaketet lades in i aluminiumfolie, individuellt för varje fisk. För proverna noterades torskens kön, vikt och längd. Paket lades sedan i plastpåse, etiketterades och frystes in i väntan på vidare bearbetning.

Tabell 1. Data för de tråldrag som ingår i analysen.

prov nr	tråldrag nr	datum	tråltid min	draglängd naut mil	djup meter	antal torskar	vikt kg
1	196	2007-02-28	30	1,50	36	503	108
2	194	2007-02-28	25	1,23	49	801	169
3	198	2007-03-01	30	1,51	57	673	204
4	188	2007-02-26	30	1,50	57	1628	360
5	185	2007-02-26	30	1,55	54	3173	944
6	209	2007-03-06	30	1,53	61	276	61
7	224	2007-03-08	30	1,50	112	10	8
8	212	2007-03-06	30	1,48	71	207	30
9	201	2007-03-05	30	1,52	50	14	4
10	199	2007-03-02	30	1,49	63	24	13
11	228	2007-03-12	30	1,53	73	51	19



Figur 1. Provtagningslokaler. Trianglar visar tråldragens positioner, med dragnummer enligt tabell 1. Cirkelarna visar nätfiskelokalernas lägen.

Analyserna utfördes på samlingsprover med fem individer från varje tråldrag eller nätfiskeperiod. Syftet var att minska den individuella variationen och göra proverna representativa för en typisk kommersiell torskfångst. De individuella inälvspaketen homogeniserades och blandades samman i ett samlingsprov. Vidare gjordes samlingsprover med fem individer för vardera längdgruppen <45, 45–60 och >60 cm, samt ett med fem individer av vardera könet.

Prover från trålfiske

I samband med "Argos" expedition i Östersjön inom ramen för Baltic International Trawl Survey 28 februari–14 mars 2007 erhöles tillräckligt stort antal torskar för provtagning i 24 tråldrag. Elva tråldrag valdes ut för analys så att de representerade en maximal geografisk täckning i relation till svenskt torskfiske i östersjön.

Samlingsprover gjordes för varje tråldrag med fyra individer som var mindre än 50 cm och en större. Figur 1 visar de använda trålstationernas positioner.

Prover från nätfiske

För att följa säsongsvariation i dioxinhalterna samlades torskar från kommersiellt nätfiske i Hanöbukten under april, juni, augusti och oktober 2007. Vid varje fisketillfälle togs prover från 15 torskar. Storleksfördelningen varierade under säsongen och andelen större fisk var högre än i trålfisket. Med undantag av augustifisket gjordes två samlingsprover från varje fiskeperiod, vilket bestod av fem fiskar, två större än 55 cm och tre mindre. Från augusti fanns endast material till två prover med vardera fyra torskar, alla mindre än 55 cm.

Extrapolering till hela fisket

Rens utgör i genomsnitt 16% av torskens orensade vikt (Waterman 1968). Tabell 2 visar den typiska procentuella fördelningen mellan olika komponenter i en torsk.

Den individuella variationen i tid och rum är stor och inälvorna utgör 7–15% av totalvikten för hannar och 8–22% för honor.

Den svenska torskfångsten i landad vikt för 2007 har hämtats från Fiskeriverkets databas med det kommersiella fiskets registrerade fångster, uppdelad på ICES statistiska rutor (0,5 grad latitud * 1 grad longitud – motsvarande cirka 3 500 km²). Med hjälp av procentandelen rens kan då den totala mängden kastat rens beräknas per ruta och mängden dioxin skattas med hjälp av den geografiska och säsongsmässiga fördelningen enligt analyserna.

Tabell 2. Genomsnittlig sammansättning hos torsk (från Waterman 1968)

<i>del av fisken</i>	<i>procent orensad vikt</i>
huvud	21
mage och tarm	7 (range 5–8)
lever	5 (range 2–7)
rom	4 (range 1–7)
rygggrad	14
fenor	10
skinn	3
skinnfri filé	36
summa	100

Resultat

Sammanlagt analyserades varje prov med avseende på halten av 37 varianter av dioxiner, dibenzofuraner och PCB-er, s.k. kongener (tabell 3). Mätningen gjordes dels relativt provets våtvikt, dels relativt fettinnehållet.

Alla data redovisas som pikogram (10^{-12} gram) per gram. För dioxiner och dibenzofuraner finns en av WHO framtagen viktning efter giftighet, som gör att man kan summera de olika kongenerna till ett enda värde PCDD/F-TEQ, där TEQ står för toxic equivalent (Van den Berg 1998). På samma sätt kan dioxinlika PCB-er summeras till ett samlingsvärde PCB-TEQ. De sju analyserade icke dioxinliknande PCB-erna har också summerats, dock utan viktning.

PCDD/-TEQ och PCB-TEQ kan i sin tur summeras till ett övergripande värde, som blir ett relevant mått på dioxin och dioxinlika PCB-er, här betecknat sum-TEQ.

Kemiska analysdata

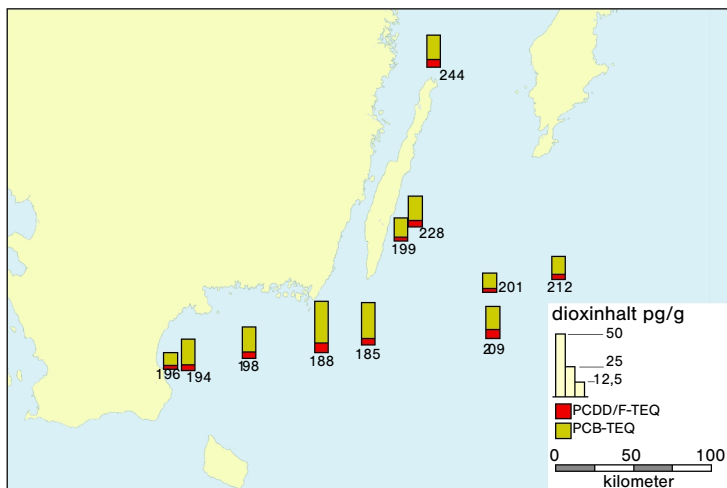
Fullständiga analysresultat för samtliga prover och för enskilda kongener redovisas i Appendix 1.

Rumslig fördelning

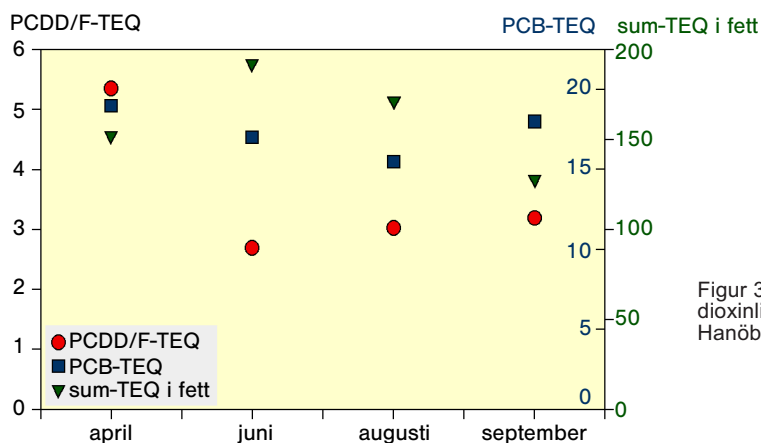
Det finns ingen tydlig gradient i halten av dioxin eller dioxinliknande PCB-er. Figur 2 visar resultatet från samlingsprover på fem individer från varje träldrag. Parametern sum-TEQ varierar mellan 12,9 och 40,5 pg/g. Medelvärde och standardavvikelse var 24,4 respektive 8,0 pg/g.

Tabell 3. Kongener som analyserats.

DIOXINER (PCDD/F) <i>polyklorerade dibenzo-para-dioxine och polyklorerade dibenzofuraner</i>	DIOXINLIKANDE PCB-er <i>icke-orto och mono-ortoPCB</i>	ICKE DIOXINLIKANDE PCB-er
2,3,7,8-tetraCDD	PCB 77	PCB 28
1,2,3,7,8-pentaCDD	PCB 126	PCB 52
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	PCB 169	PCB 101
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	PCB 81	PCB 118
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	PCB 105	PCB 138
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	PCB 114	PCB 153
oktakilordibensodioxin	PCB 118	PCB 180
2,3,7,8-tetraCDF	PCB 123	summa 7 st PCB
1,2,3,7,8-pentaCDF	PCB 156	
2,3,4,7,8-pentaCDF	PCB 157	
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	PCB 167	
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	PCB 170	
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	PCB 189	
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	Sum WHO-PCB-TEQ	
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF		
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF		
oktakilordibensofuran		
Sum WHO-PCDD/F-TEQ		



Figur 2. Halten dioxin och dioxinliknande PCB-er i torskrens från trålfångad torsk under februari-mars 2007.



Figur 3. Säsongsvariation hos halten dioxin och dioxinliknande PCB-er för torskrens från Hanöbukten.

Säsongsvariation

Både dioxin och dioxinliknande PCB-er varierar med cirka 25% under året. De högsta halterna är under våren och de lägsta på sensommaren. Figur 3 visar resultaten från samlingsproverna i Hanöbukten.

Halten av de sju icke dioxinliknande PCB-kongenerna varierar något annorlunda än dioxin, med ett minimum under juni. Ser man på halten sum-TEQ i fett varierar den omvänt med halterna baserat på vätvikt.

Variation med kön och storlek

Prover för kön och storlek togs ur trålmaterialet och gäller alltså för månadsskiftet februari-mars. För könsskillnaden togs fiskar parvis från samma tråldrag för att undvika fel på grund av geografiskt ursprung. Storleksvariationen var liten, längden varierade mellan 40 och 47 cm med medelvärde 45 cm. Könsskillnaden i dioxinhalt är 20%, med högst halt i honorna, tabell 4.

Urvalet av stora och små torskar var mer begränsat varför det finns en geografisk separation mellan samlingsproverna för olika längdklasser. Detta kan bidra till den relativt stora observerade spridningen i halten sum-TEQ.

Tabell 4. Samlingsprover med fem individer i varje ur det trälade materialet uppdelat på storlek och kön.

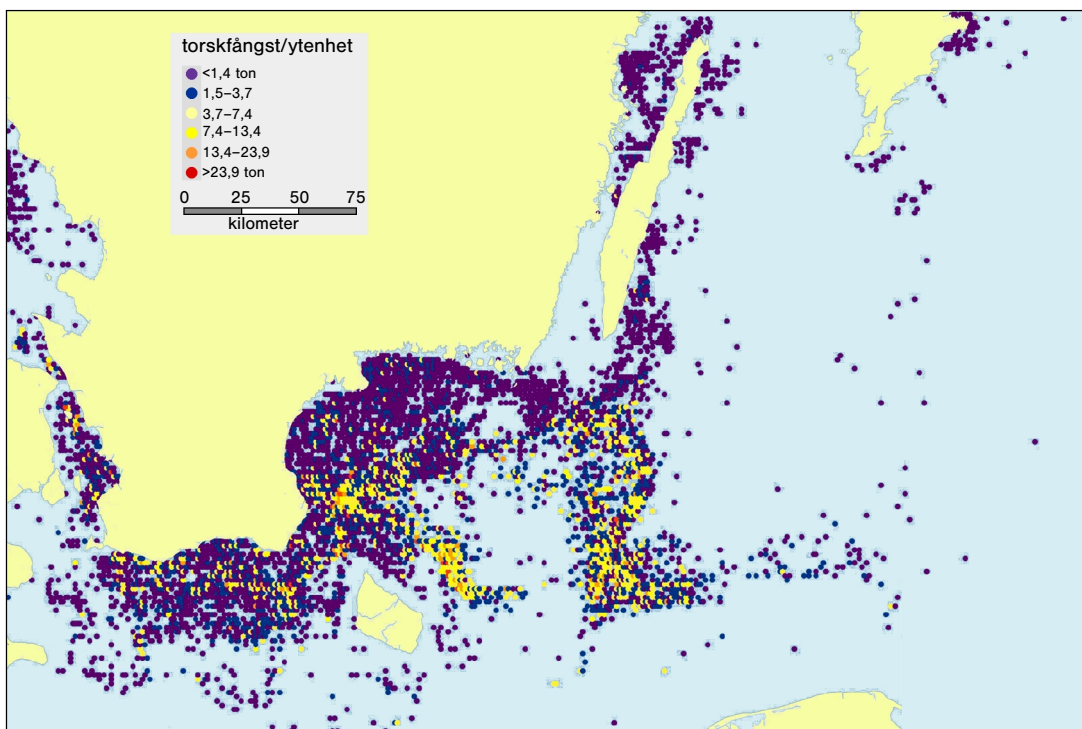
prov	sum-TEQ	sum-TEQ i fett
<45 cm	23,1	109
45–60 cm	16,4	212
>60 cm	26,1	213
honor	24,3	154
hanar	20,2	142

Svenskt torskfiske

För att beräkna vad de observerade dioxinhalterna motsvarar i total mängd dioxin i torskrens i det svenska Östersjöfisket har loggboksdata för 2007 sammanställts geografiskt för rutor med sidan en latitudminut och en longitudminut. Figur 4 visar torskfångsterna geografiska fördelning.

Man ser vid jämförelse med figur 1 att trälprovtagningarna är någorlunda representativa för svenskt fiske på östra beståndet. Data för västra beståndet saknas.

Den totala svenska torskfångsten 2007 i Östersjön var 12560 ton rensad vikt eller 14550 färskvikt. Med den variation av inälvornas andel av totalvikten som ges i tabell 2 motsvarar detta en total vikt rens som ligger i intervallet 1150 till 3100 ton.



Figur 4. Torskfångster per yta (minut longitud * minut latitud) enligt loggboksdata 2007.

Diskussion

Extrapolerat resultat

Tabell 2 visar att den totala mängden torskskrens kan variera med en faktor två, beroende på vilka värden på inälvsvikt man väljer. Största och minsta värdet är 3,2 respektive 1,1 kton och medelvärdet är 2,33 kton. Dioxinhaltens geografiska variation är också stor, med variationskoefficienten 33%. Variationen mellan olika säsonger är något mindre, med variationskoefficienten 12%.

Provtråningarna täcker relativt väl den norra delen av det svenska torskfiskeområdet i Östersjön. Om man låter tråldata representera medelvärdet för hela gradrutor i longitud och latitud täcker mätningarna 80% av hela det svenska östersjöfisket. Tabell 5 visar fångst och uppmätt medelvärde av sum TEQ för de ICES-rutor som med detta antagande kan tilldelas dioxinvärden.

Man finner att 28,1 pg/g kan användas som medelvärde för våren då provtråningarna genomfördes. En anpassning till en ungefärlig säsongskurva enligt Figur 3 ger ett årsmedelvärde för halten dioxin motsvarande 24,2 pg/g.

Den totala mängden dioxin i torskskrens över ett år och allt svenskt Östersjöfiske har med dessa ingångsvärden beräknats med olika antaganden om inälvornas procentuella andel av torskens vikt, tabell 6.

Tabell 6. Beräkning av hela mängden dioxin och dioxinlika PCB-er i kastat torskskrens i Östersjön 2007 för svenskt fiske.

	<i>torskskrens, ton</i>	<i>sum TEQ, mg</i>
max	3 200	77,5
min	1 160	28,2
medel	2 330	56,4

Tabell 5. Dioxin och dioxinlika PCB-er i torskskrens fördelat geografiskt och viktat i förhållande till storleken av svenskt torskfiske.

<i>ICES-ruta</i>	<i>fångst kg</i>	<i>andel av totalfångst, %</i>	<i>medel sum TEQ</i>	<i>sum TEQ viktat med fångstandel</i>
3959	1 488 238	11,8	19,3	2,853
3960	1 435 269	11,4	33,5	4,781
3961	2 007 800	16,0	34,0	6,797
3962	129 214	1,0	26,2	0,337
4059	2 204 973	17,6	19,3	4,227
4060	968 194	7,7	33,5	3,225
4061	1 625 114	12,9	34,0	5,502
4062	3 144	0,0	26,2	0,008
4161	129 769	1,0	21,2	0,274
4162	408	0,0	15,6	0,001
4163	4 132	0,0	18,7	0,008
4261	36 332	0,3	24,3	0,088
4362	10 150	0,1	25,9	0,026
medelvärde		80,0	25,5	28,1

Jämförelse med dioxin-tillförseln i Östersjön

Den beräknade totala mängden dioxin i torskrens är liten jämfört med den totala tillförseln genom deposition från luft och direkt tillförsel i floderna. HELCOM har skattat den totala tillförseln 2004 (exklusive Kattegatt och Bälthavet) till cirka 60 g sum TEQ (Gusev 2006). Trenden har varit avtagande med en minskning av i medeltal cirka 2,4 procent/år. Extrapolerat till år 2007 innebär det en nuvarande tillförsel av cirka 56 g, att jämföra med torskrensens 0,05 g. Den största tillförseln sker i Finska viken och Bottniska viken. Dioxintillförseln till egentliga Östersjön är ungefär 5 g/år – fortfarande 100 gånger större än vad som skulle kunna tas bort genom omhändertagande av torskrens.

Jämförelser med andra data

EU-förordningen (EC) No 1881/2006 sätter maxvärdet 8 pg/g sum TEQ för fiskkött. Torskrens överskrider alltså detta gränsvärde med upp till en faktor 5. Halten dioxin i torskfilé är emellertid låg – cirka 0,5 pg/g sum TEQ (Livsmedelsverket 2004).

Data på dioxin och dioxinliknande PCB i torsklever finns från National Institutet for Ernaerings- og Sjømatforskning i Norge (<http://nifes.no/>). Vildfångad nordatlantisk torsk hade 2006 i genomsnitt 18,1 (2,1–57,2) pg/g sum PCB i lever. De uppmätta halterna för hela inälvspaketet hos torsk i Östersjön (28 pg/g) är alltså av samma storleksordning som halten i levern i torsk från Nordatlanten.

Strömning från egentliga Östersjön innehåller emellertid, jämfört med torskrens jämförbara mängder dioxin och dioxinlika PCB i filé, och troligen än högre halter i inälvor. Eftersom den svenska landningen av strömning från Östersjön var 53 500 ton år 2007 så innebär det ett betydligt större uttag. Tillsammans med skarpsillsfångsten på 87800 ton och en antagen genomsnittlig halt av 25 respektive 7 pg/g innebär landningen av sill och skarpsill att totalt 2 g dioxin och dioxinliknande PCB tas upp, eller nära halva tillförseln till egentliga Östersjön.

Effekten på PCB

Mackenzie, Almesjö och Hansson (2004) har gjort beräkningar av hur mycket PCB som ackumulerats i fisk i Östersjön under 1980 och 90-talet. Man fann att under det tidiga 90-talet innebar fisket totalt ett bortförande av 31 kg PCB per år, vilket är en signifikant del av PCB-budgeten i Östersjön. Vidare konstaterade man att torsklever svarade för 5–10 procent av ett möjligt uttag.

Analyserna av torskrens omfattade också 7 icke-dioxinlika PCB-kongener. PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl) multiplicerad med en faktor 10 kan användas som ett mått på totalhalten PCB i fisk (Andersson m.fl. 1997). Ett viktat medelvärde framtaget på samma sätt som medelhalten sum TEQ ger för den totala PCB-halten i torskrens cirka 600000 pg/g. Det innebär att 2330 ton torskrens för närvarande innehåller 1,4 kg PCB. Detta är cirka 10% av den beräknade totala naturliga nedbrytningen av PCB i Östersjön.

Närsalter

Kväveinnehållet i torsk är cirka 2,2% av våtvikten (Ramseyer 2002). Det innebär att totalt innehåller det torskrens som kastas tillbaka i Östersjön 70 ton kväve och (om Redfield-kvoten sätts till 16) cirka 4,4 ton fosfor.

Samhällsekonomiska konsekvenser

Det största samhällsekonomiska värdet vid omhändertagande av rens i det svenska Östersjöfisket synes vara minskningen av närsalter. Enligt de svenska miljömålen ska belastningen av kväve till kusten minska med 3500 ton till 2010 jämfört med 2005 och fosfor med 150 ton. Inom ramen för HELCOM har ännu mer ambitiösa mål satts upp; en minskning av kvävebelastningen till kusten med 20000 ton och en minskning av fosforbelastningen med 300 ton till 2016 jämfört med belast-

ningen 1997–2003. För att nå målen kommer omfattande åtgärder att krävas. Naturvårdsverket har beräknat att marginalkostnaden per kg kväve för olika åtgärder varierar från 0 kr (reducerad bearbetning av åkermark) till 5800 kr (nyinvestering enskilda avlopp) medan marginalkostnaden per kg fosfor beräknas från 350 kr (musselodling) till 146 000 kr (gräsbevuxen mark). Detta gäller minskning av närsalter vid källan. Då omhändertagandet av torskrens minskar belastningen i havet, så är det en mer effektiv åtgärd än att minska belastningen vid källan, då en del av kvävet tas upp genom retention på vägen till havet, och den slutliga belastningen på havet alltså inte blir lika stor som vid källan. Om de dyraste åtgärderna inte genomförs kan marginalkostnaden för kväverening uppgå till 240–292 kr per kg kväve vid källan (dränering resp. gräsbevuxen mark). Om de dyraste åtgärderna för att minska mängden fosfor inte genomförs ligger marginalkostnaden för ett flertal åtgärder ändå på upp till 30000 kr per kg fosfor. Det bör dock påpekas att marginalkostnaden snabbt kan ändras beroende på den tekniska utvecklingen.

Om man räknar med att kostnaden på marginalen för belastningsminskningarna kommer att bli c:a 240–292 kr per kg kväve eller 20000 kr per kg fosfor, så är det motiverat att omhänderta torskrenset under förutsättning att ersättningen till fiskarena och andra kostnader för att omhänderta och destruera torskrenset är lägre per kg kväve och fosfor än dessa marginalkostnader. En minskning av belastningen av kväve och fosfor motsvarande de mängder som omhändertagandet av torskrens skulle medföra kommer på marginalen med alternativa åtgärder att kosta ca 17–20 miljoner för kvävet och c:a 88 miljoner kr för fosfor, givet 2007 års fångstnivå i det svenska fisket. Det är troligt att kompensationen till fiskarena och övriga kostnader för att omhänderta och destruera torskrens skulle bli väsentligt lägre.

För att minskningen av kvävebelastningen ska ske på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt är då rimligt att torskrens bör omhändertas. De faktiska kostnaderna för ett omhändertagande behöver dock först klargöras.

Slutsatser

Den huvudsakliga slutsatsen av undersökningen är att ackumuleringen av dioxin och dioxinlika PCB-er i torskens inälvor i Östersjön är relativt låg och att halten inte överskrider den man finner i hel fet fisk. Mängden som kan omhändertas om torskrens landas är marginell jämfört med den naturliga tillförseln. Fiskets uttag av dioxin genom landningen av strömming och skarpsill är däremot betydande och svenska landningar motsvarar nära halva dioxintillförseln till Östersjön.

Mängden PCB som skulle bortföras om torskrens inte återfördes till havet är cirka

en tiondel jämfört med den naturliga nedbrytningen och kan vara av intresse för att påskynda minskningen av PCB i en situation då tillförseln har upphört.

Närsaltsinnehållet i torskrens är betydande och effekten för att minska övergödningen i Östersjön kan därför vara av intresse. Det är troligt att kompensationen till fiskarena och övriga kostnader för att omhänderta och destruera torskrens skulle bli väsentligt lägre än motsvarande närsaltsminskning med alternativa reningsmetoder.

Tack

Marie Aune på Livsmedelsverket har varit till stor hjälp både med upphandlingen och med tolkningen av resultatet. Personalen på Havsfiskelaboratoriet och Kustlaboratoriet har hjälpt till med insamling och bearbetning av prover.

Studien har delfinansierats av EU:s Fond för Fiskets Utveckling.

Referenser

- Andersson A., Atuma S, Linder C.A., Berg A. och Hansson L. 1997. Organiska klorföreningar i fisk – Orienteringsundersökningar 1985–1995. Livsmedelsverket Rapport 2/1997.
- Gusev, A. 2006. Indicator Fact Sheet on PCDD/F depositions. HELCOM Indicator Fact Sheets 2006. Online, http://www.helcom.fi/environment2/ifs/en_GB/cover/
- Livsmedelsverket, 2004. Interim Report 5 – Study of dioxin-like PCB levels in fatty fish from Sweden 2000–2002.
- Mackenzie, B.R., L. Almesjö och S. Hansson. 2004. Fish, fishing and pollutant reduction in the Baltic Sea. Environ. Sci. Technol. 38: 1979–1976.
- Naturvårdsverket. 2008. Konsekvensanalys delmål 1 och 2 "Ingen Övergödning", Bilaga 1 till Ingen Övergödning, underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet.
- Ramseyer, L.J. 2002. Predicting whole-fish nitrogen content from fish wet weight using regression analysis, N. Am. J. Aquac. 64.
- Van den Berg, M., L. Birnbaum, A.T.C. Bosveld, B. Brunström, P. Cook, M. Feeley, J. P. Giesy, A. Hanberg, R. Hasegawa, S.W. Kennedy, T. Kubiak, J. C. Larsen, F.X.R. van Leeuwen, A.K. Djien Liem, C. Nolt, R.E. Peterson, L. Poellinger, S. Safe, D. Schrenk, D. Tillitt, M. Tysklind, M. Younes, F. Wærn and T. Zacharewski. 1998. Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife. Environ Health Perspect 106: 775–792. [Online 10 November 1998]
- Waterman, J.J. 1968. The Cod. Torry Advisory Notes No 33, Aberdeen.

Appendix

Tabell 1. Resultat för samlingsprover från tråldrag. Värdet i pg/g.

drag nr	Prov 1 196	Prov 2 194	Prov 3 198	Prov 4 188	Prov 5 185	Prov 6 209	Prov 7 244	Prov 8 212	Prov 9 201	Prov 10 199	Prov 11 228
2,3,7,8-tetraCDD	0.72	1.2	1.2	2.2	1.8	1.4	1.3	0.82	0.74	0.7	1.1
1,2,3,7,8-pentaCDD	0.44	0.74	0.77	0.72	<0.27	1.1	0.82	0.44	0.36	0.29	0.79
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	<0.092	<0.16	<0.14	<0.10	<0.14	<0.20	<0.29	0.062	<0.093	<0.088	<0.13
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	0.77	2.1	2	2.7	1.9	2.1	2.4	1.1	0.85	0.77	1.5
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	0.15	0.57	0.34	0.29	0.23	0.38	0.57	0.16	0.14	0.22	0.2
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	0.31	0.44	0.44	0.31	0.37	0.35	0.41	0.16	0.23	0.23	0.26
oktakilordibensodioxin	0.33	0.28	0.34	0.44	0.41	0.31	0.48	0.23	<0.17	0.25	0.19
2,3,7,8-tetraCDF	8.4	14	16	19	14	16	11	12	8	8.9	13
1,2,3,7,8-pentaCDF	1.9	4.1	4.4	4.7	3.8	4.9	3.2	2.5	2	1.5	3.1
2,3,4,7,8-pentaCDF	1.8	4.6	6.5	5.6	3.3	7	4.9	6	4.5	3	5.1
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	0.55	1.2	1.3	1.1	0.89	1.1	1.4	0.7	0.55	0.38	0.74
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	0.63	1.6	1.8	2.1	2.3	2.1	2.9	0.96	0.92	0.67	1.6
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	<0.063	<0.049	<0.098	<0.18	<0.16	<0.23	<0.15	0.037	<0.055	<0.087	<0.081
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	0.69	1.6	1.5	1.7	2.1	1.9	2.8	0.92	0.66	0.59	1.2
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	0.35	0.39	0.45	0.32	0.31	0.34	0.48	0.15	0.2	0.21	0.36
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	0.093	<0.094	0.081	<0.053	<0.10	<0.050	<0.20	<0.088	<0.12	<0.14	<0.12
oktakilordibensofuran	<0.22	<0.24	<0.22	<0.11	<0.18	<0.41	<0.16	0.14	<0.063	<0.18	<0.22
sum WHO-PCDD/F-TEQ	2.9	5.6	6.4	7.5	5	7.2	5.9	4.7	3.6	3.1	5.3
PCB 28	1100	1700	2200	3000	2400	2200	1400	960	1300	1700	2500
PCB 52	2200	6400	5700	10000	6700	5000	3200	4100	2700	3600	5700
PCB 101	9500	21000	23000	42000	28000	30000	20000	17000	12000	17000	23000
PCB 118	8000	18000	22000	41000	39000	22000	26000	20000	13000	18000	23000
PCB 138	19000	35000	36000	60000	59000	41000	59000	37000	22000	35000	45000
PCB 153	30000	63000	64000	100000	89000	73000	57000	68000	27000	59000	60000
PCB 180	9900	15000	15000	37000	28000	16000	16000	14000	9900	16000	15000
summa 7 st PCB	79700	160100	167900	293000	252100	189200	182600	161060	87900	150300	174200
PCB 77	140	190	220	320	240	190	160	120	98	150	190
PCB 126	92	180	180	270	240	160	170	120	99	130	160
PCB 169	28	55	62	110	110	63	63	45	36	52	55
PCB 81	6	9.3	12	11	7.8	10	5.4	4.6	4.4	5.8	7.1
PCB 105	2200	6800	5800	12000	8900	7000	8100	4700	4200	4600	6700
PCB 114	94	290	390	660	430	340	300	220	150	180	260
PCB 118	8000	18000	22000	41000	39000	22000	26000	20000	13000	18000	23000
PCB 123	110	240	240	480	370	260	360	230	160	190	260
PCB 156	1400	3000	3100	4500	4400	2800	3400	3100	1900	3800	2900
PCR 157	300	670	710	1200	1000	840	750	800	430	550	590

Tabell 2. Resultat för övriga samlingsprover. Värdet i pg/g. De två proverna för varje månad är replikat av samma homogeniserade samlingsprov.

samlingsprovets innehåll	Prov12 <45 cm	Prov13 45-60 cm	Prov14 >60 cm	Prov15 april	Prov16 april	Prov17 juni	Prov18 juni	Prov19 augusti	Prov20 augusti	Prov21 oktober	Prov22 oktober	Prov23 honor	Prov24 hanar
2,3,7,8-tetraCDD	1.7	0.71	1	1.4	1.5	0.81	0.76	0.86	1.1	0.81	1.1	1.4	0.9
1,2,3,7,8-pentaCDD	0.97	<0.45	0.54	0.66	0.56	0.19	0.34	<0.12	0.18	0.35	0.23	0.36	0.86
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	<0.12	<0.059	<0.27	<0.33	<0.042	<0.034	<0.087	<0.043	<0.065	<0.046	<0.064	<0.087	<0.060
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	3.2	0.62	1.2	1.4	1.9	0.85	0.82	1.1	0.91	0.89	1.1	1.6	1.4
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	0.86	<0.059	<0.27	<0.33	0.23	0.098	0.16	0.21	0.22	0.16	0.13	0.23	0.21
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	0.9	<0.26	0.24	<0.27	0.39	0.14	0.13	0.26	0.25	0.23	0.14	0.28	0.32
oktaoklorbensodioxin	0.5	<0.71	0.61	<0.22	0.23	0.18	0.21	0.15	0.2	0.12	0.21	<0.37	0.19
2,3,7,8-tetraCDF	20	5.3	10	16	17	8.3	8.8	10	11	10	11	14	8.2
1,2,3,7,8-pentaCDF	8.7	1.4	2.4	3.7	4	1.8	2.1	2.7	2.6	2.1	2.1	4.5	2.3
2,3,4,7,8-pentaCDF	6.3	3.1	3.4	3.5	3.8	1.5	1.6	1.3	1.2	1.8	1.7	4.5	3.6
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	2.6	0.31	0.69	0.69	0.7	0.45	0.44	0.69	0.45	0.4	0.39	0.89	0.58
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	3.5	0.6	1.2	1.5	1.6	0.84	0.87	1.1	0.86	0.96	0.89	1.7	1.2
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	0.22	<0.089	<0.12	<0.14	0.06	<0.049	<0.022	0.036	<0.023	<0.028	<0.040	<0.081	<0.043
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	2.4	0.4	0.95	0.81	1.1	0.63	0.69	1	0.77	0.73	0.79	1.4	0.89
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	0.87	0.12	0.18	0.18	0.26	0.1	<0.27	0.17	0.17	0.12	0.14	0.25	0.18
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	0.27	<0.086	<0.16	<0.15	0.042	<0.069	<0.27	<0.076	<0.079	<0.037	<0.039	<0.10	<0.048
oktaoklorbensofuran	0.18	<0.51	<0.13	<0.17	<0.19	<0.13	<0.11	<0.22	<0.060	<0.077	<0.24	<0.16	<0.20
sum WHO-PCDD/F-TEQ	8.1	2.4	4.1	5.2	5.5	2.6	2.8	2.8	3.2	3.1	3.3	5.3	4.2
PCB 28	2000	1100	1700	2600	2700	1200	1000	1000	1300	1300	1300	1900	1200
PCB 52	3900	2400	4400	5700	6900	3600	2700	2100	2600	3400	3100	4000	3500
PCB 101	13000	12000	19000	26000	24000	14000	13000	10000	11000	13000	11000	13000	13000
PCB 118	20000	16000	26000	27000	27000	16000	16000	12000	14000	15000	15000	23000	13000
PCB 138	20000	30000	42000	54000	45000	33000	31000	28000	30000	35000	33000	29000	21000
PCB 153	33000	44000	61000	71000	79000	55000	52000	50000	58000	63000	54000	47000	36000
PCB 180	10000	14000	19000	22000	17000	16000	12000	14000	13000	13000	15000	12000	8700
summa 7 st PCB	94900	119500	173100	208300	201600	138800	127700	117100	129900	143700	132400	129900	96400
PCB 77	210	88	180	290	270	110	120	98	100	150	160	200	150
PCB 126	130	110	190	180	140	150	130	130	140	140	160	160	140
PCB 169	40	47	66	66	70	50	47	37	44	43	50	51	37
PCB 81	12	<8.7	<12	<8.5	9	3.7	2.8	3.8	3.3	<8.3	5.5	7.7	6
PCB 105	3500	3900	7100	7000	7400	4600	4200	3400	4100	4700	4500	5500	3900
PCB 114	180	150	210	150	360	250	250	160	220	190	310	140	130
PCB 118	13000	16000	26000	27000	27000	16000	16000	12000	14000	15000	15000	23000	13000
PCB 123	200	140	240	300	430	200	200	180	200	290	200	200	180
PCB 156	2100	3200	3700	4200	3700	2400	2800	2300	2900	3000	2600	2500	1700
PCB 157	440	460	860	810	870	600	530	530	530	620	600	670	430
PCB 167	1300	1600	2600	2500	2700	2000	1700	1800	1900	2200	1800	1800	1200
PCB 170	2100	3300	4500	4500	4600	3600	3700	4300	3400	3500	3700	3300	1200
PCB 189	230	400	500	590	300	340	450	340	350	370	210	350	190
sum WHO-PCB-TEQ	15	14	22	21	17	18	16	15	16	17	19	19	16

Tabell 3. Resultat för samlingsprover från trädrag. Värdet i pg/g fett.

drag nr	Prov 1 196	Prov 2 194	Prov 3 198	Prov 4 188	Prov 5 185	Prov 6 209	Prov 7 244	Prov 8 212	Prov 9 201	Prov 10 199	Prov 11 228
fetthalt %	9.58	15.2	14.4	23.7	14.3	18	13.3	15.1	13	8.9	18.6
2,3,7,8-tetraCDD	7.5	8.2	8.2	9.4	12	7.9	10	5.4	5.7	7.8	5.8
1,2,3,7,8-pentaCDD	4.6	4.9	5.3	3.1	<1.9	6.3	6.2	2.9	2.8	3.3	4.2
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	<0.96	<1.0	<1.0	<0.42	<0.97	<1.1	<2.2	0.41	<0.72	<0.98	<0.69
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	8	14	14	11	13	11	18	7.2	6.6	8.7	8.1
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	1.6	3.7	2.4	1.2	1.6	2.1	4.3	1.1	1.1	2.4	1.1
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	3.3	2.9	3.1	1.3	2.6	1.9	3.1	1.1	1.7	2.6	1.4
oktakilordibensodioxin	3.5	1.8	2.4	1.8	2.9	1.7	3.6	1.5	<1.3	2.8	1
2,3,7,8-tetraCDF	87	94	110	82	100	89	82	76	62	100	68
1,2,3,7,8-pentaCDF	20	27	30	20	26	27	24	17	16	17	17
2,3,4,7,8-pentaCDF	19	30	45	23	23	39	37	39	34	33	28
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	5.7	7.6	9.4	4.5	6.3	6.3	10	4.6	4.2	4.3	4
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	6.5	10	13	8.8	16	12	22	6.4	7.1	7.5	8.6
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	<0.66	<0.32	<0.68	<0.77	<1.1	<1.3	<1.1	0.25	<0.43	<0.98	<0.44
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	7.2	11	10	7.1	15	11	21	6.1	5.1	6.6	6.6
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	3.7	2.5	3.2	1.3	2.2	1.9	3.6	0.98	1.6	2.4	2
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	0.97	<0.62	0.56	<0.23	<0.73	<0.28	<1.5	<0.58	<0.90	<1.6	<0.62
oktakilordibensofuran	<2.3	<1.6	<1.5	<0.45	<1.2	<2.3	<1.2	0.9	<0.49	<2.1	<1.2
sum WHO-PCDD/F-TEQ	30	37	44	32	35	40	44	31	28	35	28
PCB 28	11000	11000	15000	13000	17000	12000	11000	6300	10000	19000	14000
PCB 52	23000	42000	40000	44000	47000	28000	24000	27000	21000	40000	31000
PCB 101	99000	140000	160000	180000	200000	160000	150000	110000	96000	190000	120000
PCB 118	84000	120000	150000	170000	270000	120000	200000	130000	100000	200000	120000
PCB 138	200000	230000	250000	250000	410000	230000	440000	240000	170000	390000	240000
PCB 153	310000	410000	440000	430000	620000	400000	430000	450000	210000	660000	320000
PCB 180	100000	99000	100000	160000	190000	89000	120000	94000	77000	180000	82000
summa 7st PCB	830000	1000000	1200000	1300000	1800000	1000000	1400000	1100000	690000	1700000	930000
PCB 77	1400	1300	1500	1400	1700	1100	1200	800	760	1700	1000
PCB 126	960	1200	1200	1200	1700	890	1300	760	770	1400	870
PCB 169	290	360	430	460	780	350	470	300	270	590	290
PCB 81	63	61	83	48	55	58	41	30	34	66	38
PCB 105	23000	45000	41000	49000	62000	39000	61000	31000	33000	51000	36000
PCB 114	980	1900	2700	2800	3000	1900	2200	1400	1200	2000	1400

Tabell 4. Resultat för övriga samlingsprover. Värdet i pg/g fett. De två proverna för varje månad är replikat av samma homogeniserade samlingsprov.

samlingsprovets innehåll	Prov 12 <45 cm	Prov 13 45-60 cm	Prov 14 >60 cm	Prov 15 april	Prov 16 april	Prov 17 juni	Prov 18 juni	Prov 19 augusti	Prov 20 augusti	Prov 21 oktober	Prov 22 oktober	Prov 23 honör	Prov 24 hanar
fetthalt %	20.8	7.6	12.44	15.81	16.38	10.25	9.8	10.55	11.04	15.63	15.91	15.51	13.18
2,3,7,8-tetraCDD	8.1	9.3	8.3	8.7	8.9	7.9	7.8	8.1	10	5.2	6.9	9.1	6.9
1,2,3,7,8-pentaCDD	4.7	<5.9	4.4	4.1	3.4	1.9	3.4	<1.1	1.6	2.3	1.4	2.3	6.5
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	<0.59	<0.78	<2.2	<2.1	<0.26	<0.34	<0.88	<0.41	<0.59	<0.29	<0.40	<0.56	<0.46
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	15	8.2	9.3	8.7	12	8.2	8.3	10	8.2	5.7	7.2	10	10
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	4.2	<0.78	<2.2	<2.1	1.4	0.95	1.6	2.5	2	1	0.79	1.5	1.6
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	4.3	<3.4	1.9	<1.7	2.4	1.4	1.4	2.5	2.3	1.4	0.89	1.8	2.5
oktatriklorbensodioxin	2.4	<9.3	4.9	<1.4	1.4	1.7	2.1	1.4	1.8	0.74	1.3	<2.4	1.5
2,3,7,8-tetraCDF	96	70	84	100	100	81	90	99	100	67	67	93	62
1,2,3,7,8-pentaCDF	42	19	19	23	25	18	22	26	23	14	13	29	17
2,3,4,7,8-pentaCDF	30	41	28	22	23	14	16	12	10	11	11	29	27
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	13	4.1	5.5	4.4	4.2	4.4	4.4	6.5	4.1	2.5	2.5	5.8	4.4
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	17	7.9	9.4	9.2	9.6	8.2	8.9	10	7.8	6.1	4.3	11	9.1
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	1.1	<1.2	<0.96	<0.9	0.37	<0.48	<0.23	0.34	<0.21	<0.18	<0.25	<0.52	<0.33
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	12	5.2	7.6	5.1	6.4	6.1	7.1	9.6	7	4.7	5	9.1	6.7
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	4.2	1.6	1.5	1.1	1.6	1	<2.8	1.6	1.5	0.74	0.88	1.6	1.4
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	1.3	<1.1	<1.3	<0.94	0.26	<0.67	<2.8	<0.72	<0.72	<0.24	<0.25	<0.67	<0.37
oktatriklorbensofuran	0.87	<6.7	<1.1	<1.1	<1.2	<1.2	<1.1	<2.1	<0.54	<0.49	<1.5	<1.0	<1.5
sum WHO-PCDD/F-TEQ	39	32	33	33	34	26	29	26	29	20	21	34	32
PCB 28	9400	14000	13000	16000	17000	11000	11000	9500	12000	8100	7900	12000	9400
PCB 52	19000	32000	35000	36000	42000	35000	28000	20000	24000	22000	19000	26000	26000
PCB 101	62000	160000	150000	170000	140000	130000	130000	97000	98000	83000	70000	84000	99000
PCB 118	63000	210000	210000	170000	160000	150000	160000	120000	130000	98000	93000	150000	100000
PCB 138	95000	390000	330000	340000	280000	330000	320000	270000	270000	220000	200000	190000	160000
PCB 153	160000	580000	490000	450000	480000	540000	530000	480000	520000	400000	340000	300000	270000
PCB 180	160000	190000	160000	140000	110000	150000	130000	130000	120000	86000	93000	80000	66000
summa 7st PCB	48000	160000	140000	130000	120000	140000	130000	110000	120000	92000	83000	84000	73000
PCB 77	990	1200	1500	1900	1600	1100	1200	930	950	960	980	1300	1100
PCB 126	610	1500	1500	1100	870	1500	1400	1200	1200	910	1000	1000	46
PCB 169	190	620	530	420	430	480	480	350	400	280	310	330	1000
PCB 81	57	<110	<93	<54	55	36	28	36	30	<53	35	50	280
PCB 105	17000	51000	57000	44000	45000	45000	43000	32000	37000	30000	28000	36000	30000
PCB 114	890	1900	1700	970	2200	2400	2500	1500	2000	1200	2000	820	990
PCB 118	63000	210000	210000	170000	160000	150000	160000	120000	130000	98000	93000	150000	100000
PCB 123	960	1800	2000	1900	2600	2000	2000	1700	1900	1900	1200	1300	1300
PCB 156	10000	43000	30000	27000	22000	23000	28000	22000	26000	19000	16000	16000	13000
PCB 157	2100	6000	6900	5200	5300	5800	5400	5000	4800	3900	3800	4300	3200
PCB 167	6100	21000	21000	16000	16000	19000	17000	17000	17000	14000	11000	11000	8800
PCB 170	10000	43000	36000	28000	28000	35000	38000	41000	30000	22000	23000	22000	9400
PCB 180	48000	190000	160000	140000	110000	150000	130000	130000	120000	86000	93000	80000	66000
PCB 189	1100	5300	4000	3800	1800	3300	4600	3200	3200	2300	1300	2200	1400
sum WHO-PCB-TEQ	70	180	180	130	108	170	160	140	150	105	110	120	110