



**Vätternvårdsförbundet**

## **Miljögifter i blod hos högkonsumenter av Vätternfisk**



**Rapport 74 från Vätternvårdsförbundet**

# Miljögifter i blod hos högkonsumenter av Vätternfisk

Utgiven av: Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 74. 2003. ISSN 1102-3791

Tryck: Länsstyrelsen i Jönköping,  
Tryckår: 2003  
Upplaga: Första upplagan 200 ex  
Omslagsbild: Vätternvårdsförbundet  
Illustrationer: Thommy Gustavsson

Beställningsadress: Vätternvårdsförbundet  
Länsstyrelsen  
551 86 Jönköping  
tel: 036-395000  
fax: 036-167183  
email: mans.lindell@f.lst.se

Miljö och återvinning: Rapporten är tryckt på svanenmärkt papper och omslaget består av PET-plast, kartong, bomullsväv och miljömärkt lim. Vid återvinning tas omslaget bort och sorteras som brännbart avfall, rapportsidorna sorteras som papper.

Rapporten har utarbetats av:

Ingela Helmfrid, biolog, Yrkes- och miljömedicinskt centrum, Universitetssjukhuset, 581 85 Linköping, [ingela.helmfrid@lio.se](mailto:ingela.helmfrid@lio.se)  
Ulf Flodin, överläkare, Yrkes- och miljömedicinskt centrum, Universitetssjukhuset, 581 85 Linköping, [ulf.flodin@lio.se](mailto:ulf.flodin@lio.se)  
Måns Lindell, limnolog, Vätternvårdsförbundet, 551 86 Jönköping, [mans.lindell@f.lst.se](mailto:mans.lindell@f.lst.se)  
Bert van Bavel, docent, analytisk kemist, MTM-Centrum, Örebro Universitet, 701 82 Örebro, [bert.vanbavel@nat.oru.se](mailto:bert.vanbavel@nat.oru.se)  
Ulla Andersson, biolog, Inst. För Naturvetenskap, Örebro Universitet, 701 82 Örebro, [ulla.andersson@nat.oru.se](mailto:ulla.andersson@nat.oru.se)  
Marie Karlsson, doktorand, organisk analytisk kemist, MTM-Centrum, Örebro Universitet, 701 82 Örebro, [marie.karlsson@nat.oru.se](mailto:marie.karlsson@nat.oru.se)

## Innehållsförteckning

Förord .....	1
Sammanfattning .....	2
Bakgrund .....	2
Vättern lämpligt objekt för miljögiftsstudier .....	3
Vad har gjorts tidigare? .....	4
Situationen idag .....	4
Relevanta exempel på miljögifter i fisk .....	7
Syfte .....	10
Tillvägagångssätt .....	10
Material och metoder .....	10
Kemisk analys .....	11
Statistik .....	12
Jämförelsegrupper .....	13
Resultat .....	15
Kostenkäten .....	15
Blodhalter .....	16
Diskussion .....	25
Slutsatser .....	29
Tack .....	30
Referenser .....	30

## Förord

Fisk innehåller en rad nyttiga ämnen som främjar människors hälsa. Emellertid har människan påverkat fisk som födoresurs negativt genom att släppa ut miljögifter i naturen. Miljögifterna tas upp av fisken och ansamlas i vävnaderna varvid miljögifterna slutligen når människan. I människan kan miljögifterna nå sådana koncentrationer att de kan ha påverkan på hälsan. Normalt sett så uppstår hälsoeffekter i människan främst vid ”definierade katastrofer” av olika slag (medveten användning av miljögifter i t ex matoljetillverkning, kemikalieolyckor, arbets-exponering etc.). Men det finns också en smygande diffus påverkan av miljögifter genom fiskintag.

Fisk från Vättern har länge haft höga miljögiftshalter och har utsatt s k kostrekommendationer av Livsmedelsverket. Men hur är det med halterna av olika miljögifter i människor? I föreliggande studie analyseras halter av olika miljögifter i blodet hos ett antal ”högkonsumenter” av Vätternfisk. Resultaten jämförs därefter med olika former av kontrollgrupper för att belysa om det går att särskilja Vätternkonsumenter från andra grupper.

Studien är intressant ur många perspektiv. Sällan studeras kopplingen mellan både halter i fisken och blodhalterna hos de som konsumerar fisken. Föreliggande studie fyller därför en stor funktion i vår förståelse över faktorer som påverkar människors hälsa. Studien har dessutom inneburit tvärvetenskapligt samarbete mellan landsting, universitet, myndighets- och ideella organisationer.

Författarna vill tacka samtliga frivilliga som ställt upp i studien.

Studien har finansierats av Naturvårdsverket.

Författarna

## Sammanfattning

Blodprover från kvinnliga "Vätternfiskkonsumenter" har bestämts med avseende på halten av polyklorerade bifenyler (PCB), 1,1-diklor-2,2-bis(4-klordifenyl)etylen (DDE), Hexaklorbenzen (HCB), hexaklor cyklohexan (HCH), Polybromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver (Hg). Gruppen bestod av 37 kvinnor som var fritidsfiskare eller fruar till fritids- eller yrkesfiskare. Halterna jämfördes med kontroller och förutom analys av blodets halt av miljögifter kartlades också gruppens dietvanor med hjälp av en kostenkät.

Resultaten visar att halterna av samtliga miljögifter med undantag av HCB var högre hos Vätternfiskkonsumenter än i kontrollgrupperna. Halten av PCB 153 (en variant av PCB) låg ungefär i samma nivå (115-625 ng/g fett) som tidigare rapporterats hos fruar till fiskare på ostkusten (151-463 ng/g fett) då personer i samma åldersgrupp jämförs (37-59 år). Vid jämförelser av medelvärden utan hänsyn till ålder, hade kvinnor som konsumerar fisk från Vättern högre halter (354 ng/g fett) än som har rapporterats i en studie av fruar till fiskare på ostkusten (160 ng/g fett). De höga halterna beror på att flertalet av deltagarna i denna studie är äldre och att blodets halt av PCB, DDE och HCB ökar med stigande ålder.

Blodets medianhalter av den ingående varianten i flamskyddsmedel, BDE 47 var generellt låg men var något högre bland Vätternfiskkonsumenter jämfört med kontrollen (3,6 respektive 2,9 ng/g fett). Fiskkonsumtion anses enligt tidigare studier vara en viktig orsak till att PBDEs som används som flamskyddsmedel samlas i kroppen.

Medelvärdet av halten metylkvicksilver hos Vätternfiskkonsumenter var 9,4 µg/l vilket är 3-5 gånger högre än den hos kontrollgrupperna (2,6 µg/l respektive 1,6 µg/l). Förklaringen är sannolikt Vätternfiskkonsumenternas höga konsumtionen av både mager (abborre, gädda) och fet (lax, röding, öring) rovfisk under flera års tid. Samtliga Vätternfiskkonsumenter med halter över 19 µg/l i blodet åt främst abborre och/eller lax, röding, öring 1-3 gånger vecka. Andra studier har tidigare visat att nervsystemet hos foster kan påverkas om mödrarna har kvicksilverhalter över 10 µg/l och flera kvinnor i denna studie hade alltså halter som översteg detta värde.

Även om halterna av främst PCB och metylkvicksilver i blodet hos Vätternfiskkonsumenter är höga är det inte motiverat att avråda äldre personer eller kvinnor som inte tänker skaffa fler barn att äta fet fisk. Tvärtom, nyttan med sådan fisk överväger. Den feta fisken innehåller Omega-3-fettsyror som minskar risken för hjärt- och kärlsjukdomar. Däremot indikerar fynden i denna undersökning att kvinnor i barnafödande ålder ej bör äta stora mängder av framför allt abborre och fet fisk från Vättern.

## Bakgrund

Att äta fisk är normalt nyttigt för kroppen, fisk innehåller en rad nyttiga ämnen som har positiv inverkan på en rad processer i kroppen. Bl.a. finns omega-3 fettsyror som minskar risken för hjärt- och kärlsjukdomar hos medelålders och äldre. Emellertid har fisk under 1900-talet utsatts för en rad miljöpåverkande faktorer, alltifrån förändringar i dess fysiska miljö (t ex årensningar, dammar, dikning mm), till förändringar i dess kemiska miljö (t ex övergödning, miljögifter mm). Miljögiftshalter i fisk har visats sig vara ett allvarligt hot mot människors

hälsa då fisk har en tendens att ackumulera flera organiska miljögifter. Men även flera tungmetaller vållar problem ur kostsynpunkt.

Trots att halterna av flera kända miljögifter har minskat i omgivningen tack vare användningsförbud och förbättrade processer i bl.a. industrin finns de fortfarande kvar i miljön och i fiskkonsumenter, beroende på att organiska miljögifter lagras i fettvävnaden och är mycket långlivade, vilket medför lång exponeringstid. Vid hög fiskkonsumtion tillförs vissa organiska miljögifter snabbare än kroppen hinner göra sig av med dem.

Organiska miljögifter kan orsaka hormonella effekter genom att störa produktionen eller transporten av hormoner. Vissa miljögifter liknar könshormoner antingen i sitt ursprungstillstånd eller efter metabolisering. De kan också ge neurologiska skador hos individer som exponeras under fostertiden eller den första levnadstiden. Misstanke finns också om att flera av miljögifterna kan ge reproduktionsskador, bröstcancer och testikelcancer, men det är inte helt klart vid vilka nivåer. Flera epidemiologiska forskningsprojekt pågår för att eventuellt kunna kartlägga effekter av miljögifter.

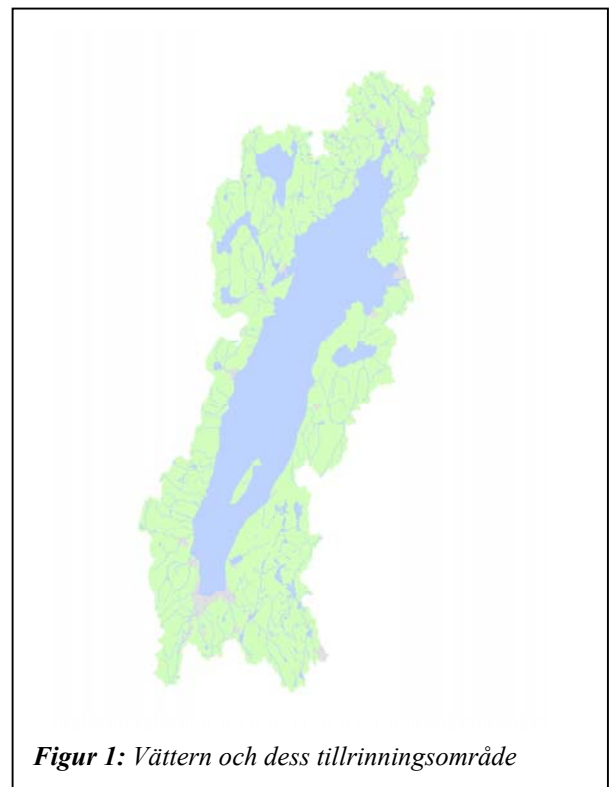
Kemiskt närbesläktade kongener (varianter) inom en och samma grupp av föroreningar kan ha helt olika biologiska effekter. Olika effekter kan förstärka eller motverka varandra, vilket innebär att sådana samverkans effekter försvårar förklaringar om hur organiska miljögifter påverkar människor, eftersom varje ämne vanligtvis studeras var för sig.

## Vättern lämpligt objekt för miljögiftsstudier

Vättern är Sveriges andra största sjö (ca 130\*30 km) och en av de största vattenmassorna av näringsfattiga sjöarna i Europa. Sjön är utpekad som riksintresse för rörligt friluftsliv, yrkesfiske, kultur och för totalförsvaret. Vättern är ett unikt ekosystem, innehållande bland annat glacialrelikter och storvuxen röding. Det finns ett betydande yrkesfiske i sjön och sjöns betydelse såsom dricksvattentäkt är tveklös.

På grund av ett förhållandevis litet tillrinningsområde och en stor sjövolym blir omsättningstiden lång, ca 60 år (figur 1). Vättern har en lång historia såsom recipient för utsläpp från både samhälle och pappersindustrier och är därför ett lämpligt studieobjekt för att följa ackumulering och nedbrytning av långlivade organiska föreningar (POP, Persistent Organic Pollutants).

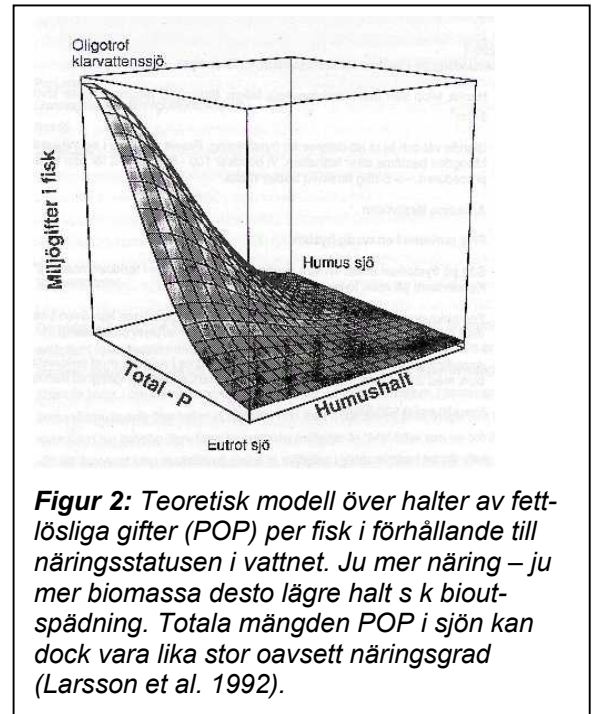
Miljöövervakningsprogrammet för Vättern har löpt regelbundet sedan 1966 men har primärt varit inriktat mot näringsämnen då avloppsutsläpp påverkade sjön genom att en viss övergödning blev tydlig under 1960-talet. Miljöövervakningsprogrammet i sig har inte innefattat regelbundna mätningar av PCB, DDT och dioxiner. På grund av det betydande yrkesfiske och konsumtionen av Vätterfisk har emellertid Statens Livsmedelsverk (LSV) tillsammans med Vätternvårdsförbundet vid ett antal tillfällen utfört (ca var 6:e år) studier av miljögifter



**Figur 1:** Vättern och dess tillrinningsområde

i fisk sedan slutet av 1960-talet. Den senaste är utförd 2001/02 (Rapport 73, 2003).

Många av POP är lipofila dvs. de löser sig hellre i fett än i vatten. Detta medför att i en näringsfattig sjö med ett klart vatten och som hyser feta fiskar (laxfiskar, ål m fl.) som Vättern, då fördelar sig de lipofila POP hellre till fisken än till vattnet. Processen kallas *bioackumulering* (figur 2). Sålunda är fet fisk i klarvattenssjöar en bra indikator på belastningen och utvecklingen av POP. Dessutom sker en sk biotspädning av POP om fiskbiomassan är hög. Per individ är då halterna lägre men den totala "bulken" är lika i sjöarna, det är bara fördelningen i vatten/organismer som skiljer.

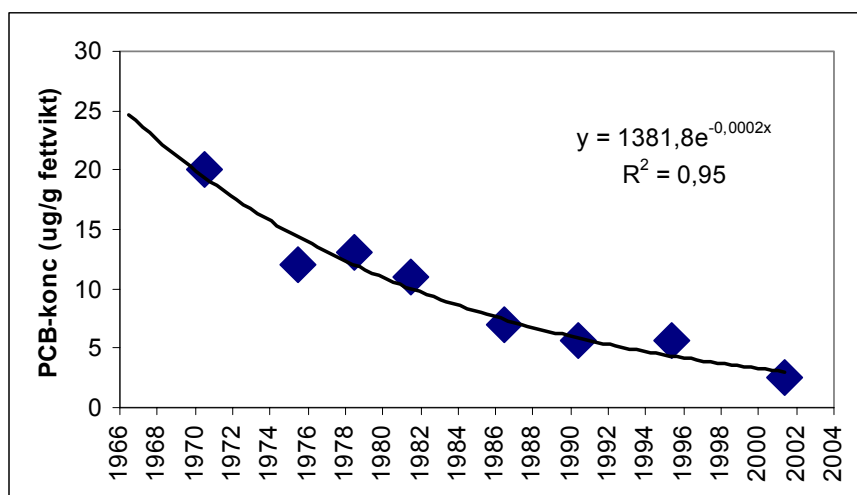


## Vad har gjorts tidigare?

Uppföljning av organiska föroreningar i organismer i Vättern har genomförts i olika program. Den mest kompletta tidsserien utgörs av PCB och DDT i röding. Trots en stor variation i analysmetodik, ålder och kön av rödingmaterialet utgör dessa data viktiga underlag då långa tidsserier av POP i fisk generellt är förhållandevis sällsynt. Regelbunden provtagning har ägt rum ungefär vart sjätte år med start från 1979. Tidigare insamlingar finns från 1971 vad gäller PCB och från 1966 för DDT. Den senaste insamlingen av fisk gjordes vintern 2001/02. Undersökningen 2001/02 innefattade dessutom en "scanning" av 38 ämnen som utpekades som farliga i ramdirektivet för vatten och skall fasas ut eller minskas (Rapport 73, 2003).

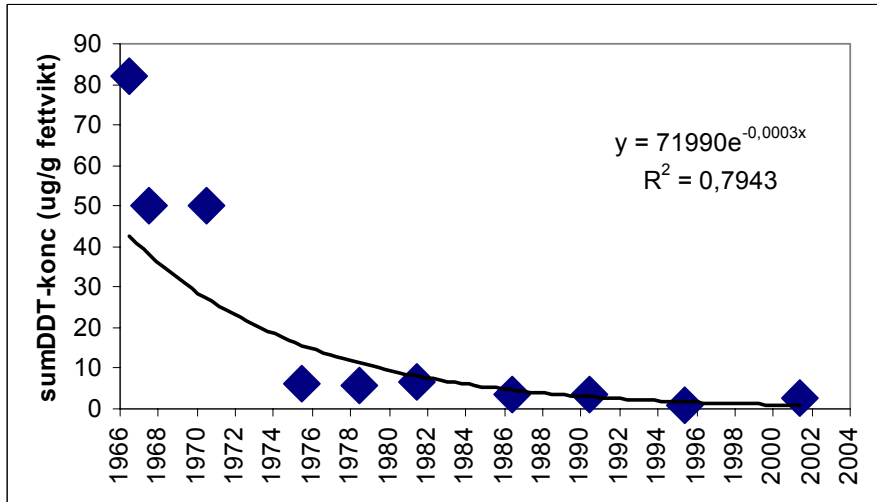
## Situationen idag

Totalhalten PCB i röding var år 1971 ca 20 µg/g fettvikt. Vid 1996 års undersökning visade sig halten PCB ha minskat till 5-6 µg/g fettvikt och minskningen har i reella tal avstannat något de senaste åren (figur 3). Minskningen var för hela perioden 5,4 % per år. Denna minskning stämmer väl överens med andra tidsserier t ex årlig provtagning av gädda i Bolmen (nationell övervakningssjö av PCB) visar på en minskning av 6 % per år.



**Figur 3:** Halten av PCB i röding 1971-2001 från Vättern.

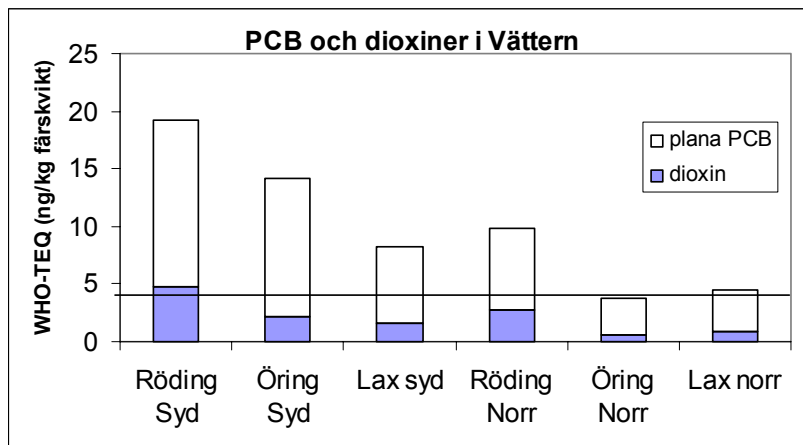
DDT analyserades första gången 1966 i Vätternröding. Halten var då ca 80 µg/g fettvikt. Under 1970-talet minskade DDT till följd av att ämnet förbjöds (figur 4). Halterna har stabiliserats sedan 1996 på en nivå runt 1 µg/g fettvikt (motsvarar ca 90 µg/kg färskvikt), dvs. ca 1 % av halten på 1960-talet. De senaste åren understiger halterna väsentligt det tidigare gränsvärdet för summa DDT som var 5000 µg/kg färskvikt (Rapport 73, 2003).



Figur 4: Halten av DDT/DDE i röding 1966-2001 från Vättern.

Dioxiner har analyserats tre gånger, 1987, 1991 och 2001. Materialet var relativt heterogent vad avser ålder och kön. Dioxinhalterna var 1987 45 ng/kg fettvikt och 1991 5,4 ng/kg fettvikt. Under vintern 2001/02 utfördes en förhållandevis omfattande undersökning av fisken i Vättern, då analyserades 20 PCB-kongener, 10 av dessa dioxinlika PCB-kongener ingår i beräkningen av Världshälsoorganisationens toxiska ekvivalenter (WHO-TEQ) (Rapport 73, 2003). Med detta menas att man utifrån toxicitets- och bindningsfaktorer beräknat en faktor, TEF (toxisk equivalency factor). För den mest toxiska av dioxinerna 2,3,7,8-tetraklorodibenso-p-dioxin (TCDD) har TEF satts till 1 och övriga dioxiner och dioxinlika PCB-kongener har tilldelats TEF i relation till TCDDs toxicitet (Lind et al. 2002).

Medelhalten av plana dioxinlika PCB-kongener och dioxiner i fiskproven var vid senaste mätillfället 8,4 ng WHO-TEQ/kg färskvikt, med ett variationsintervall på 3,7-19 ng WHO-TEQ/kg och med 95 % säkerhet ligger medelvärdet kring 5,9-11,8 ng WHO-TEQ/kg. De högsta halterna uppmättes i öring och röding från södra Vättern (figur 5) (Rapport 73, 2003).



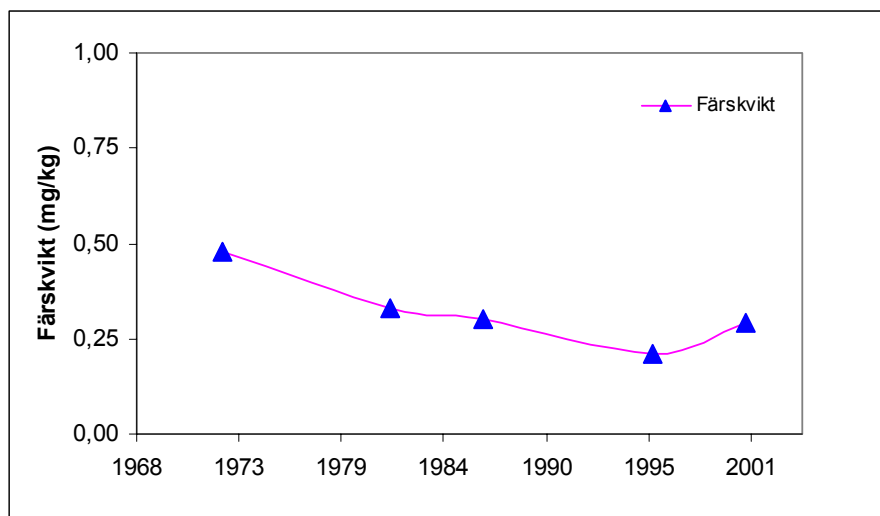
Figur 5: Andelen plana dioxinlika PCB och dioxiner i Vätternfisk (Rapport 73, 2003).



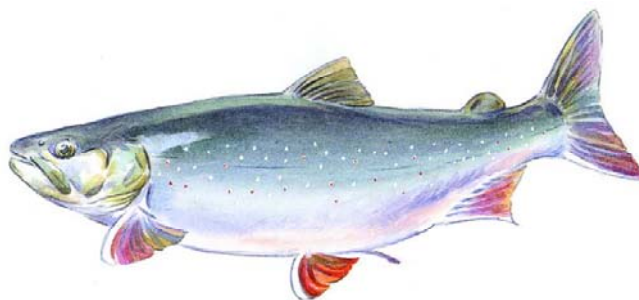
EU har fastställt ett gränsvärde för dioxiner på 4 pg/g (= 4 ng/kg) färskvikt som räknas fram enligt WHO-standarden, men de dioxinlika PCB-kongenerna har uteslutits (Rapport 73, 2003). EUs vetenskapliga livsmedelskommitté har angett det tolerabla veckointaget till 14 pg WHO-TEQ per kg kroppsvikt. Det skulle innebära att det tolerabla veckointaget av Vätternfisk skulle vara 80-170 gram per vecka för en person som väger 70 kg, förutsatt att hon/han inte får i sig ytterliggare dioxiner och dioxinlika PCB i betydande mängd från något annat livsmedel. Enligt EUs nuvarande gränsvärde är dioxinhalten i de analyserade fiskarna signifikant lägre. I samtliga prov är den uppmätta halten av PCB 153 lägre än livsmedelsverkets gränsvärde på 0,1 mg/kg helprodukt. Det uppmätta medelvärdet i Vätternfisk var 0,03 mg/kg färskvikt (Rapport 73, 2003). Enligt Livsmedelsverket härrör ca 50 % av dioxinintaget från fisk (Lind *et al.* 2002), sålunda kan samma person konsumera 40-85 g Vätternfisk per vecka.

Kvicksilver har tidigare uppmätts abborrens muskelvävnad. Medelhalterna var (1990) 0,06-0,35 mg/kg färskvikt, (1998) 0,09-0,23 mg/kg färskvikt och (1999) 0,03-0,15 mg/kg färskvikt. Variationen i medelhalterna beror på vilken vik abborrarna kommer från (Rapport 66, 2002).

Kvicksilverhalterna har minskat i röding från Vättern sedan mätningar började 1973 (figur 6). Vid den senaste undersökningen, vintern 2001/02 uppmättes kvicksilverhalter i röding och lake 0,25-0,36 mg/kg färskvikt. Den högsta halten uppmättes i lake från södra Vättern (Rapport 73, 2003). Vid alla ovanstående mätningar understiger halterna EU-gränsvärdet som är 0,5 mg/kg färskvikt.



**Figur 6:** Halten av kvicksilver i röding 1973-2001.



**Bild 1:** Röding (*Salvenius alpinus*)

Utifrån tidigare studier av Vätternröding har s k kostrekommendationer utfärdats av Livsmedelsverket. Dessa kostrekommendationer är i princip desamma för Vättern som för Östersjön, ett system som är känt för sin föroreningsgrad, (se *faktaruta*).

**Faktaruta: Kostråd om insjöfisk och fet ostkustfisk** (från Livsmedelsverkets hemsida ([www.slv.se](http://www.slv.se)))

**Följande gäller för flickor samt kvinnor i barnafödande ålder:**

*Ät gärna en gång i månaden, men inte mer :*

- \* strömming/sill från Östersjön och Bottniska viken
- \* vildfångad lax och vildfångad öring från Vänern, Östersjön och Bottniska viken
- \* vildfångad röding från Vättern.

**Övriga konsumenter**

*Ät gärna en gång i veckan, men inte mer :*

- \* abborre, gädda, gös, lake, ål och stor hälleflundra
- \* strömming/sill från Östersjön och Bottniska viken
- \* vildfångad lax och vildfångad öring från Vänern, Östersjön och Bottniska viken
- \* vildfångad röding från Vättern.

## Relevanta exempel på miljögifter i fisk

### Polyklorerade bifenyler (PCB)

PCB har bl.a. använts till kondensatorer, transformatorer, värmväxlare, impregnering av virke, fogmassor, målarfärg, pappersmassa och i plaster. PCB är inte det mest långlivade ämnet men är giftigt. Nedbrytningsprodukterna kan även orsaka skador. Det finns 209 olika varianter (kongener) av PCB. Strukturellt har vissa kongener likheter med dioxiner och har liknande toxiska egenskaper, men inte är lika toxiska. Ämnet har aldrig avsiktligt spridits ut i miljön. Utsläppen har orsakats av spill och läckage, som medfört att ämnet fått stor spridning i miljön, bl.a. har höga halter hittats i fisk. Efter flera larmrapporter bl.a. om fortplantningsstörningar och sjukdomar hos säl, förbjöds PCB i Sverige 1972. Då hade Sören Jensen och hans forskarkollegor sedan år 1964 kartlagt förekomsterna av klorhaltiga föreningar som DDT och PCB i miljön med hjälp av gaskromatografi och därefter med kompletterande teknik som masspektrometri år 1966. Svenskarna var först ut med tekniken som snabbt togs efter av andra forskare världen över (Wolff et al. 1993, Bernes 1998, Öberg & Håkansson 2000).

Bland sälar och minkar har studier visat samband mellan höga PCB-halter och nedsatt fortplantningsförmåga samt utveckling av hyperadrenocortisism. Det senare är ett sjukdomskomplex med påverkan på binjurebarken, skador på hud, klor, njurar, svårläkta sår och hög frekvens av livmodertumörer. Man har även hittat effekter på hormonbalansen, immunförsvaret och ämnesomsättningen hos fiskätande däggdjur (Öberg & Håkansson 2000). I djurförsök har det visats sig att vid redan låga doser av PCB och dioxin, kan det uppstå störningar i spermieproduktion och fruktsamhet, minskning av födelsevikten och ökad förekomst av psykomotoriska störningar hos avkomman (Hagmar, Nationellt miljögiftsseminarium 2002).

På grund av att det skett olyckor i form av att folk ätit matolja, som förorenats av PCB har man tydligt uppmärksammat PCBs hälsoeffekter. En av de mer kända olyckorna inträffade i Japan där ca 17 00 personer åt förorenad olja 1968, varvid fosterskador noterades hos barn till mödrar som ätit den orena oljan. Vissa barn fick allvarliga utvecklingsstörningar på nervsystemet, tänderna och huden. Sedermera har man noterat förhöjda risker för levercancer hos vuxna (Chen et al. 1990). År 1979 åt ca 2000 taiwaneser PCB-haltig matolja. Bland effekterna

märktes mental utvecklingsstörning hos barn med en något försämrad prestationsförmåga, 5 IQ-enheter (Chen et al. 1990). De nivåer av PCB i blod som uppmättes hos mödrarna i Taiwan är svåra att jämföra med svenska fiskkonsumenters nivåer på grund av annorlunda analysmetoder. Liknande effekter har noterats på barn till högkonsumenter av PCB-förorenad fisk i amerikanska studier (Öberg & Håkansson 2000). Barn blir exponerade av PCB och dioxiner redan i fosterstadiet via moderkakan och senare även via bröstmjölken (Asplund et al. 1994, Koopman-Esseboom et al. 1994). Det innebär att de halter modern har bundet i fettvävnaden minskar eftersom miljögifterna överförs till barnet. I relation till barnets kroppsvikt har de alltså en högre belastning än vad modern har, vilket kan medföra att barnet drabbas av bestående skador på nervsystemet, eftersom fosterstadiet är den mest känsliga perioden för nervsystemets utveckling. Från amerikanska studier har man dragit slutsatser om att det är exponeringen under fostertiden som har störst betydelse för de negativa effekterna, trots att den största mängden av miljögifter överförs via amningen (Öberg & Håkansson 2000).

### **Hexaklorbensen (HCB)**

HCB har använts som svampbekämpningsmedel av utsäde. I en del länder används ämnet som råvara i kemiindustrin. Troligen härrör huvuddelen av de halter som finns i miljön från oavsiktlig bildning vid exempelvis klorframställning och olika typer av förbränning, däribland avfallsförbränning. När HCB metaboliseras i levande organismer uppkommer flera andra toxiska ämnen t ex. pentaklorfenol (Bernes 1998, Öberg & Håkansson 2000).

HCB är klassat som cancerframkallande i djurförsök, men för människa finns inte tillräckligt med underlag för en cancerklassning (IARC 1987 suppl 7).

### **1,1-diklor-2,2-bis(4-klordifenyl)etylen (DDE)**

DDE är en metabolit av insektsbekämpningsmedlet DDT (1,1,1-triklor-2,2-bis(4-klordifenyl)etan) som har omvandlats i levande organismer. Ämnet har mycket toxisk verkan och är mycket svårnedbrytbart. Hos rovfåglar har DDE orsakat äggskalsförtunning så att äggen krossats vid ruvningen. Förtunningen beror på försämrad funktion hos fågelhonans kalciumutsöndrande äggskalskörtel, vilket sannolikt beror på rubbad hormonbalans. DDE har även orsakat försenad ägglossning som i sin tur försenade kläckningen, vilket gav dåligt häckningsresultat. Efter förbud i början av 1970-talet mot användning av DDT minskade halterna i miljön och rovfågelstammarna har ökat igen (Bernes 1998, Öberg & Håkansson 2000).

Djurförsök har visat att DDT även i mycket låga doser kan störa centrala nervsystemets utveckling hos unga individer, med livslånga beteenderubbningar som följd. Misstanke finns att DDT även skulle kunna påverka människor på samma sätt (Bernes 1998). DDT klassas även som cancerframkallande i djurförsök, men inte bland människor (IARC 1991).

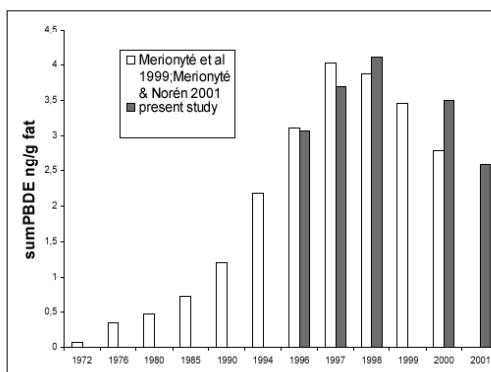
### **Flamskyddsmedel/Polybromerade difenyletrar (PBDE)**

PBDE är bromerade flamskyddsmedel som används till plastmaterial i kretskort, höljen till datorer, elektrisk utrustning och textilier (Bernes 1998, Öberg & Håkansson 2000, Darnerud et al. 2001, Eriksson et al. 2001). I Sverige tillverkas inte bromerade flamskyddsmedel. De importeras antingen som flamskyddad råvara till plast eller i komponenter och färdiga varor (KemI 2002). Tekniska produkter innehåller både hög- och lågbromerade kongener av PBDE. I miljön dominerar de lågbromerade kongenerna (främst kongenerna BDE 47 och 99) och halterna ökar gradvis. Även i bröstmjolk har halterna ökat under 1972-1997 och därefter planat ut något (figur 7), medan andra organiska miljögifter har minskat. Än så länge är halterna bara en bråkdel av PCB (Öberg & Håkansson 2000, Darnerud et al. 2001, Eriksson et al. 2001). Inom EU och i Sverige diskuteras det om restriktioner för PBDE och avveckling av

alla bromerade flamskyddsmedel. BromKal 70 som bl.a. innehåller BDE 99 ska enligt EU-förslag förbjudas från och med 1 juli 2003 (Bernes 1998, Öberg & Håkansson 2000, KemI 2002). Tidigare studier visar att de lågbromerade tas lättare upp i kroppen, är mer toxiska och har längre halveringstid än de högbromerade. Nya studier visar att de högbromerade flamskyddsmedlen är minst lika toxiska. Eftersom de lågbromerade dominerar i miljön är konsumtion av fisk en av de viktigaste exponeringskällorna för de lågbromerade kongenerna BDE 47 och 99 (Sjodin et al. 1999, Eriksson et al. 2001, Bullentin Nr 4 2002).

Effekterna av flamskyddsmedel är ej tillräckligt studerade ännu, men i djurförsök har man sett leverpåverkan, embryopåverkan, sänkning av tyroxinhalten i blodet, immuntoxiska effekter, fördröjd skelettbildning hos foster samt inlärnings- och minnesrubbnings (Öberg & Håkansson 2000, Darnerud et al. 2001, Eriksson et al. 2001, Socialstyrelsen 2001).

### Tidstrend PBDE i bröstmjolk (n=119)



**Figur 7:** Polybromerade difenyletrar (PBDE) i bröstmjolk mellan 1972 och 2001. PBDE är ett flamskyddsmedel som efter att det uppmärksammats som ett miljögift håller på att fasa ut. Halterna ökade i takt med användningen men är nu på väg ner i förstföderskornas bröstmjolk.

Källa: Per-Ola Darneud/ Livsmedelsverket, 2001.

### Hexaklorcyklohexan (HCH)

HCH förekommer i flera former, bl.a.  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -HCH.  $\gamma$ -HCH är den aktiva beståndsdel i insektsbekämpningsmedlet Lindan. I Sverige är Lindan förbjuden men används fortfarande i några Europeiska länder som exempelvis Danmark, Norge och Frankrike. I flera u-länder används tekniska blandningar som innehåller både  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -HCH.  $\alpha$ - och  $\beta$ -HCH är mycket stabila och når Sverige via långväga lufttransporter.

Det finns otillräckliga belegg för HCHs cancerframkallande förmåga bland människor, inga uppgifter om effekter på djur föreligger (IARC 1987, suppl 7).

### Kvicksilver (Hg)

De dominerande utsläppen av kvicksilver kommer från konsumtionsvaror som bl.a. batterier, tandfyllningsmaterial, termometrar, lysrör och elapparater. Dessutom sker utsläpp från krematorier, klor-alkaliindustrin och vid förbränning av kol och avfall. I Sverige har utsläppen minskat men fortfarande finns höga halter av kvicksilver i rovfiskar som gädda, abborre, gös, lake, ål och hälleflundra.

När metalliskt kvicksilver kommer ut i naturen kan bakterier omvandla det till metylkvicksilver (Me-Hg), vilket anrikas i näringskedjorna dvs. koncentrationen av metylkvicksilver ökar med varje steg. Halveringstiden i fisk är flera år och det medför att halterna stiger med stigande ålder på fisken. Främst är det insjöarnas rovfiskar som innehåller de högsta halterna metylkvicksilver.

Metylkvikksilver användes tidigare som betningsmedel för skydd mot svampangrepp på utsäde. I Sverige förbjöds användningen år 1966. Förhöjda kvicksilverhalter i fröätande fåglar rapporterades för första gången år 1958 i Sverige, därefter kom flera larmrapporter från flera delar av världen. Bl.a. inträffade det en stor katastrof i Irak under åren 1971-1972, då omkring 6000 människor förgiftades, varav 500 avled. Metylkvikksilverbetat utsäde användes till brödbak pga. svält, brist på vete och dålig information. Barn föddes med svåra utvecklingsstörningar efter det att modern exponerats för metylkvicksilver under graviditeten (Oskarsson 1992).

Metylkvikksilver tas lätt upp i mag-tarmkanalen och det kan passera cellmembran och blod-hjärnbarriären och medföra skador på det centrala nervsystemet. Metylkvikksilver kan även passera över moderkakan till fostret. Under utvecklingen av nervsystemet är känsligheten för exponering av metylkvicksilver som störst. Även vid relativt låg exponering kan skador uppkomma i form av försämrad psykomotorisk utveckling hos barn (Socialstyrelsen 2001, Berglund et al. 2001, Ask et al. 2002).

## Syfte

Syftet med föreliggande studie är att undersöka om halterna av olika miljögifter och kvicksilver i blod hos högkonsumenter av Vätternfisk skiljer sig från normalkonsumenter av fisk. Syftet är också att jämföra om miljögiftshalter i Vätternfisk överensstämmer med halterna i blodet hos högkonsumenter av Vätternfisk.

## Tillvägagångssätt

Ett informationsbrev om syftet med vår studie skickades ut till samtliga yrkesfiskare kring Vättern, efter godkännande av Forskningsetikommittén vid Hälsouniversitet i Linköping. Därefter kontaktades yrkesfiskarna per telefon för att höra om de kunde namnge kvinnliga storkonsumenter i åldrarna 20-65 år av fet Vätternfisk. Namngivna kvinnor kontaktades per telefon och via informationsbrev. De blev tillfrågade om de var villiga att ställa upp med venblodprov samt svara på frågor i en kostenkät. Kostenkäten innehöll frågor om aktuell och tidigare fiskkonsumtion, ålder, graviditet och amning, tobaksvanor, längd och vikt, yrke, medverkan vid förädling av fisk, utlandsvistelse och antal timmar vid datorn (se bilaga 1). Fiskkonsumtion, ålder, amning, antal barn och BMI (Body Mass Index) är de faktorer som påverkar halten i blodet hos människan, beroende på att organiska miljögifter binds till fettvävnad. Vid graviditet och amning minskar halterna hos modern av både organiska miljögifter och kvicksilver eftersom de förs över till barnet via navelsträngen och modersmjölken.

Få kvinnor anmälde sitt intresse att vara med i studien i kretsen kring yrkesfiskarna. Via redan anmälda kvinnor och flera fritidsfiskare kunde slutligen erhållas tillräckligt många anmälda till studien (42 st.). Då hade vi även tagit med kvinnor som äter både fet och mager fisk minst 3-4 gånger per månad samt kvinnor över 65 år. Vi bedömde att de äldre kvinnorna kan vara intressanta eftersom de sannolikt har ätit av den mest kontaminerade fisken (under 60-70-talet) och flertalet av organiska miljögifter finns kvar lång tid i kroppen.

## Material och metoder

Blod samlades in under 4 dagars insamlingsresor runt Vättern. Blodet analyserades därefter på MTM-lab, Örebro Universitet (PCB, DDE, HCH, HCB, PBDE) samt på ITM, Karolinska institutet (Hg). Vid blodprovstagningen användes vacuumrör grön 10 ml av glas med natrium-

heparintillsats. Några av dessa rör skickades till MTM-lab, Örebro Universitet för kontroll. Rören får ej innehålla sökta ämnen.

Blodprovstagningen utfördes i de frivilliga Vätternfiskkonsumenternas hem eller arbetsplats av utbildad undersköterska. Från de flesta kvinnor togs tre 10 ml rör (30 ml). Vissa kvinnor var svårstuckna och det gick ej att få ut 30 ml blod. Rören vaggades i några minuter för att blodet skulle blandas med natrium-heparinlösningen. Under transport förvarades rören med helblod kallt i en kylbox under högst 48 timmar. Därefter frystes rören ned i -20°C. Efter avslutad insamling transporterades proverna till MTM-lab, Örebro Universitet för analys av de organiska miljögifterna. Kvicksilveranalysen utfördes av Marika Berglund, IMM Karolinska Institutet.

## ***Kemisk analys***

### **Organiska miljögifter i blod**

Halter av 37 PCB kongener, 9 BDE kongener och de tre pesticiderna hexaklorbensen (HCB), p,p'-DDE, hexaklorcyklohexan (HCH) ( $\alpha,\beta,\gamma,\lambda,\epsilon$ ) bestämdes i serumprover från 36 individer.

#### ***Upprening***

Av helblodet togs endast serumet om hand och renades med fast fas extraktion, SPE (solid phase extraction). Till ca 4 ml serum sattes 5 ml myrsyra för denaturering av proteiner. Blandningen ultraljudbadades 10 min och fick inkubera totalt 60 min innan 5 ml 3 % isopropanol i vatten tillsattes för att späda ut blandningen. Interna standarder märkta med  $^{13}\text{C}$  tillsattes. Åter ultraljudbad 10 min och inkubering 60 min. Blandningen fick därefter gå genom en SPE kolonn (6 ml, 200 mg) med en hydroxylerad polystyren-divinylbensen polymer som adsorbent (Isolute ENV+, International sorbent technology). En blank med kranvatten istället för serum behandlades på samma sätt som proven genom hela upparbetningen. Efter tvättning (11 ml 3 % isopropanol i vatten, 6 ml 40 % metanol i vatten) och torkning av adsorbenten med vakuumsug under kvävgasatmosfär eluerades föreningarna ut med en diklormetan/n-hexan blandning 1:1, 6 ml.

Eluaten  $\text{N}_2$ -indunstades i 40°C till 0,5 ml. Fettet avlägsnades på minisilicakolonner (pastörpipetter). Överst ett lager 2 cm sur kiselgel och underst ett lika tjockt lager med basisk kiselgel. Extrakten eluerades ut med 8 ml n-hexan. 30  $\mu\text{l}$  n-tetradekan tillsattes varefter proven  $\text{N}_2$ -indunstades i 40°C till endast tetradekan kvarstod. Extrakten fördes över till GC-vialer och utbytesstandard tillsattes. Före analys förvarades extrakten i -20°C. Fetthaltsbestämningen utfördes enzymatiskt (triglycerider och kolesterol), men räknades om till gravimetrisk fettvikt då en klar korrelation mellan enzymatisk och gravimetrisk fetthalt har erhållits i en tidigare, opublicerad studie. Detta gjordes för att bättre kunna jämföra med kontrollgruppen där fettviktsbestämningen utfördes gravimetriskt.

#### ***Analys***

Proven analyserades med GC-MS i NCI (negative chemical ionisation) mode för PBDE och HCH och i EI (electron impact) mode för PCB, DDE och HCB. Masstalen som valdes vid SIM analyser: för PBDE 79 och 81, för HCH 71 och 73 och för PCB, HCB och DDE de två masstal för molekylljonen med högst respons.

### ***Kvalitetssäkring***

Medelutbytet av internstandarder vid analysen för två PBDE <sup>13</sup>C kongener (#77: 76% och #139: 55%) blev 66% (RSD 26%) och för 14 PCB <sup>13</sup>C kongener (tri- 72% till dekaloro 37%) 56% (RSD 30%). Som utbytesstandard användes PCB <sup>13</sup>C-178. Detektionsgränserna bestämdes till S/N (signal- brusförhållande) 3. I de fall då halter av analyter förekom i blankproven subtraherades dessa mängder från mängden i proven. Analysmetoden har testats i en interkalibreringsstudie, AMAP ring test för PCBs and Ocs, Round 3 2002, där alla analyserade föreningar hade z-värden under 2 vilket är tillfredsställande. Av de nio analyserade BDE kongenerna kommenteras endast halterna av BDE 47 som var den kongen som hade högst halt. All data finns hos datavärden [www.imm.ki.se/national/datavard/introsidan.asp](http://www.imm.ki.se/national/datavard/introsidan.asp)

### **Kvicksilver i blod**

#### ***Analys***

Analys av totalkvicksilver (THg) och oorganiskt kvicksilver (IHg) utfördes med ett automatiserat system som bygger på MIA (Multiple Injection Analysis) och reduktion av kvicksilver i alkalisk miljö samt kvantifiering av kvicksilver med cold vapour atomfluorescensspektroskopi (CVAFS) (Einarsson och Hansén, 1995; Vahter et al, 2000).

Blodprover (1,0 ml) solubiliseras med 1,0 ml L-cysteine (0,012M), 1,5 ml NaOH (11M) och 0,5 ml avjoniserat vatten via MIA-systemet. Proverna förvarades mörkt över natt i rumstemperatur för fullständig solubilisering. Oorganiskt Hg bestämdes efter tillsats av tennklorid och totalkvicksilver bestämdes efter tillsats av tennklorid och kadmiumklorid.

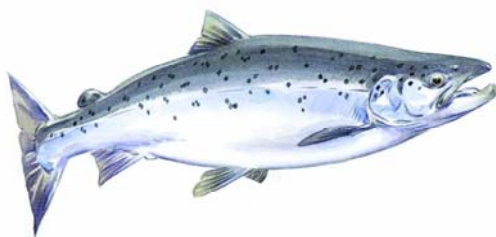
Halten MeHg beräknades som skillnaden mellan totalkvicksilver och oorganiskt kvicksilver. Lägsta detekterbara halter, beräknade som 3 x standardavvikelsen för blankprover, var för THg 0,13 µg/l och för IHg 0,05 µg/l.

#### ***Kvalitetssäkring***

Blodprovvrören testades negativt för kvicksilverkontamination. En hög och en låg MeHg-standard (4,0000 och 0,4000 µg/l) analyserades tillsammans med proverna och visade en recovery på 4,35 och 0,42 µg/l. För analytisk kvalitetskontroll av totalkvicksilver i blod användes referensblod från Seronorm™ (Trace Elements in whole blood, Nycomed Pharma, Norge) i två olika koncentrationer (3 och 8 µg/l).

#### ***Statistik***

De olika grupperna har jämförts med parvis T-test med lägsta signifikansnivå  $p < 0,05$ . Samvariation mellan miljögift och ålder har studerats med linjär regression. Analysen av kostformuläret och halterna i blod av miljögifter hos Vätternfiskkonsumenter har utförts med en modell, multipel linjär regression i statistikprogrammet STATA 8, med signifikansnivå  $p < 0,05$ .



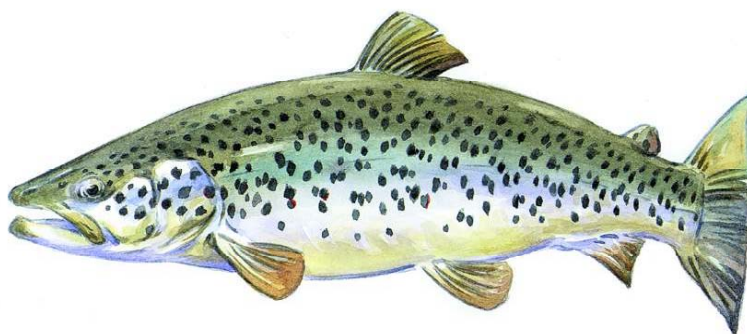
**Bild 2:** Lax (*Salmo salar*)

## Jämförelsegrupper

Vätternfiskkonsumenternas (37 st.) blodhalter har jämförts med följande grupper:

- *Kontrollgrupp 1:* Halter av PCB, HCB, DDE och BDE hos 68 kvinnor som ingår i en databas från Örebro universitet. Dessa kvinnor är tänkta att representera normalkonsumenter av fisk i Sverige. Kvinnorna är hämtade från befolkningsregistret och kommer från olika delar av landet, majoriteten kommer dock från Örebro län (23 st.), Skåne län (12 st.) och Stockholms län (13 st.). De ingick ursprungligen som kontroller i tre olika cancerstudier (Hardell et al. 2001, 2003). Mätvärdena baseras på blodprover tagna under åren 1997-2000. Dessa har analyserats vid Miljökemi, Kemiska institutionen vid Umeå universitet under åren 1998-2001.
- *Kontrollgrupp 2:* Medianhalter av kvicksilver i blod hos 146 kvinnor i barnafödande ålder (19-56 år) med hög fiskkonsumtion, ur rapport om Kvicksilverexponering hos kvinnor med högt fiskintag (Ask et al. 2002). Syftet var att kartlägga hur höga kvicksilverhalter kvinnor i barnafödande ålder med hög fiskkonsumtion har.
- *Kontrollgrupp 3:* Medianhalter av kvicksilver i navelsträngsblod hos 127 gravida kvinnor mellan 20-40 år, ur rapport om Undersökning av kvicksilverexponering hos gravida kvinnor i Uppsala län (Berglund et al. 2001). I nämnd studie användes i navelsträngsblod som index på fostrets pågående exponering av kvicksilver. I denna studie representerar gravida kvinnor lågkonsumenter av fisk, då gravida kvinnor antas följa kostråd.
- *Östersjön 1:* Medelhalter av PCB 153 i blod hos 192 hustrur till fiskare från ostkusten i studien Dietary exposure to persistent organochlorine compounds and health effects in woman and their infants (Rylander 1997). Syftet med studien var bl.a. att kartlägga cancerfrekvensen hos kvinnor med högt fiskintag, samt att kontrollera effekter på avkomman, främst födelsevikten vid exponering av POC (Persistent organic compounds = långlivade organiska miljögifter) via Östersjöfisk.
- *Östersjön 2:* Medianhalter av PCB 153 i blod hos 182 hustrur till fiskare från ostkusten i studien Plasma concentrations of persistent organochlorines in relation to thyrophin and thyroid levels in women (Hagmar et al. 2001). Syftet med studien vara att kontrollera exponeringsnivåerna av POC vid hög fiskkonsumtion och om TSH och tyroidhormonkoncentrationen påverkas. I studien särskildes de kvinnor som hade de lägsta respektive de högsta halterna av PCB 153 från populationen av 182 Ostfiskarhustrur och indelades i två grupper med 16 kvinnor i varje.

En sammanställning av tillgängliga uppgifter om ålder, amning, antal barn, BMI (Body Mass Index, vikt/längd \* längd, normalvärde 20-25, < 20 undervikt, > 25 övervikt) och fiskkonsumtion hos Vätternfiskkonsumenter och jämförelsegrupper redovisas i tabell 1.



**Bild 3:** Öring (*Salmo trutta*)



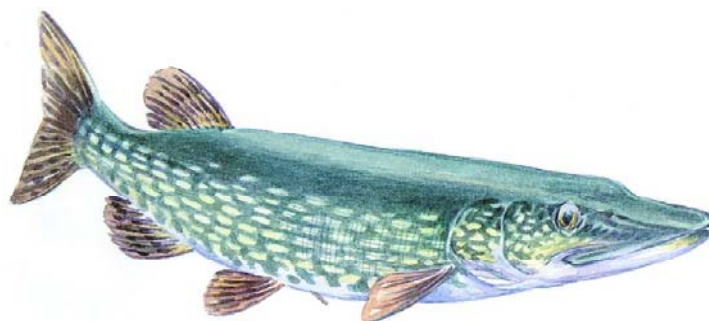
**Tabell 1:** Sammanställning av svaren från kostenkäten Vätternfiskkonsumenter, samt tillgängliga uppgifter från kontrollgrupp 1 (Hardell et al 2001, 2003.), Östersjöstudie 1 (Rylander 1997), Östersjöstudie 2 (Hagmar et al. 2001), kontrollgrupp 2 (Ask et al. 2002) och kontrollgrupp 3 (Berglund et al. 2001).

	Grupp	N	Median	Medel	Min	Max	Referens	
<b>Ålder (år)</b>	Vättern	37	61	59	37	87		
	Kontrollgrupp 1	68	55	55,7	24	78	Hardell et al. 2001, 2003	
	Östersjön 1	192	42		23	62	Rylander 1997	
	Östersjön 2	182	42		23	62	Hagmar et al. 2001	
			16 <sup>1</sup>	49 <sup>1</sup>		42 <sup>1</sup>	56 <sup>1</sup>	
			16 <sup>2</sup>	36 <sup>2</sup>		29 <sup>2</sup>	44 <sup>2</sup>	
	Kontrollgrupp 2	146	40		19	56	Ask et al. 2002	
	Kontroll 3	127	27		20	40	Berglund et al. 2001	
<b>Amningstid (mån)</b>	Vättern	37	6	5,6	0	24		
	Kontrollgrupp 1	45	8	10,3	0	44	Hardell et al. 2001, 2003	
	Östersjön 1	192	10		0	42	Rylander 1997	
<b>Antal barn</b>	Vättern	37	2	1,9	0	4		
<b>BMI</b>	Vättern	37	25,6	25,8	17,9	34,8		
	Kontrollgrupp 1	67	25,6	26	17,4	45,7	Hardell et al. 2001, 2003	
<b>Fiskkonsumtion</b>	antal måltider/månad							
	Vättern fet fisk	37	3	3,9	0	12		
	Vättern mager fisk	37	2	3	0	12		
	Kontrollgrupp 1	68	Uppgift saknas				Hardell et al. 2001, 2003	
	Kontrollgrupp 2 riskfiskar <sup>3</sup>	146	1	1,9	0	12	Ask et al. 2002	

<sup>1</sup>Av 182 kvinnor grupperades 16 kvinnor med de *högsta* halterna av PCB 153 i Östersjöstudien (Hagmar et al 2001).

<sup>2</sup>Av 182 kvinnor grupperades 16 kvinnor med de *lägsta* halterna av PCB 153 i Östersjöstudien (Hagmar et al 2001).

<sup>3</sup>Insjö- och havsfångad gädda, gös, abborre, lake, ål, färsk tonfisk, hälleflundra, marulk och svärdfisk räknas som riskfiskar (Ask et al. 2002).



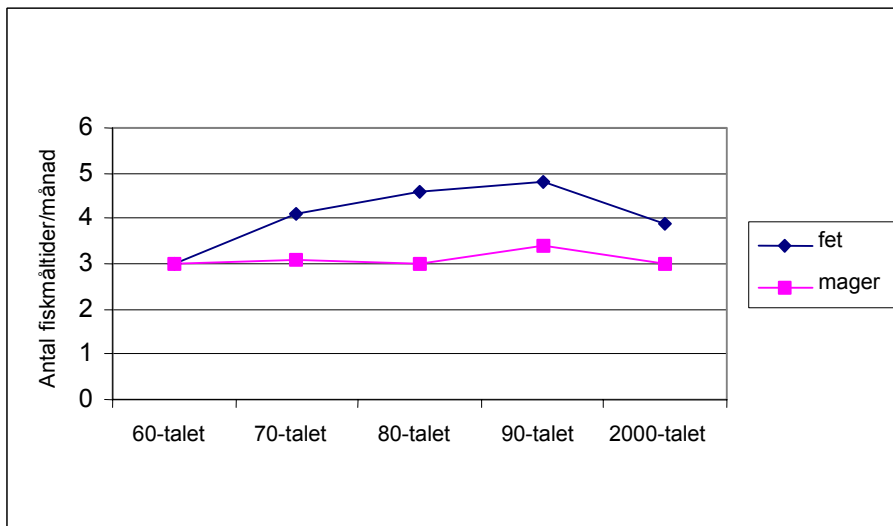
**Bild 4:** Gädda (*Esox lucius*)

## Resultat

### Kostenkäten

Sammanställning av svaren från kostformuläret redovisas i tabell 1. I vår studie finns kvinnor över 60 år vilket medför att medianåldern blir 20 år högre än för kvinnorna i Östersjöstudierna. Amningstiden var något längre bland hustrur till fiskare från ostkusten än hos kontrollgrupp 1 och Vätternfiskkonsumenter. BMI och fiskkonsumtion skiljer sig förhållandevis lite i de studier där uppgift finns tillgängliga.

År 2002 var medelkonsumtionen hos Vätternfiskkonsumenter av fet fisk (lax, röding, öring, sik) 3,9 måltider per månad (variation 0-12 måltider/mån) och konsumtionen av mager fisk (abborre, gädda, lake) 3 måltider per månad (variation 0-12 måltider/mån). Från 1960-1990 ökade medelkonsumtionen av fet fisk hos kvinnorna i studien, medan medelkonsumtionen av den magra fisken har legat ungefär konstant (figur 8).



**Figur 8:** Konsumtion av fet och mager Vätternfisk i undersökt grupp.

Av de 37 kvinnorna som deltog i denna studie uppgav 16 st. att de var helt friska. Övriga uppgav att de har högt blodtryck (4 st.), diabetes (3 st.), astma (2 st.), depression (2 st.), reumatism (2 st.), allergi (2 st.), kärlekskramp (1 st.), kronisk njurinflammation (1 st.), MS (1 st.), Fibromyalgi (1 st.), mag- och tarmsjukdom (1 st.), nedsatt allmäntillstånd och sjukdomskänsla (1 st.).

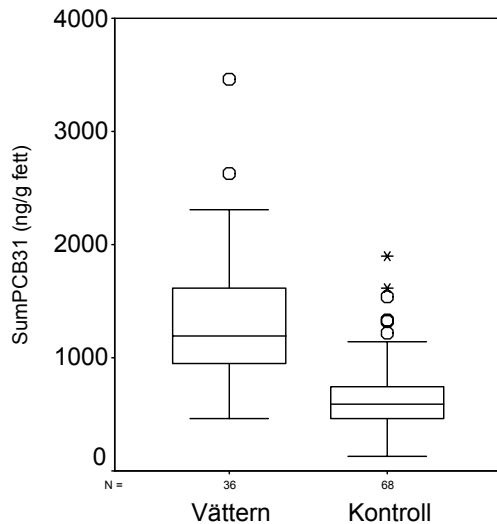
Övervägande del av Vätternfiskkonsumenterna (27 st.) har aldrig rökt. Sju kvinnor har rökt och åtta kvinnor röker vid svarstillfället.



**Bild 5:** Abborre (*Perca fluviatilis*)

## Blodhalter

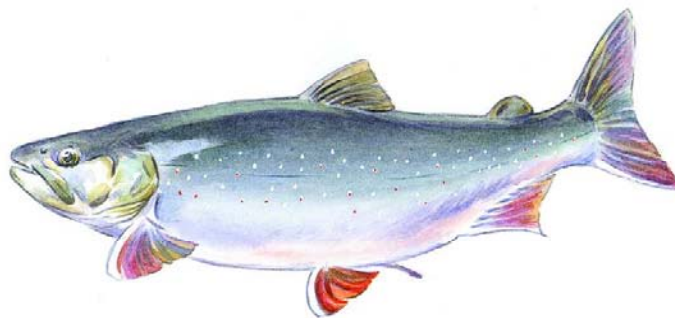
Totalhalten av 31 PCB-kongener (varianter) i blod hos Vätternfiskkonsumenterna (n=37) är dubbelt så hög jämfört med kontrollgrupp 1 (n=68) (Hardell et al. 2001, 2003) (figur 9). Totalmedelhalten hos Vätternfiskkonsumenterna var 1343 ng/g fett (467-3465 ng/g fett) och medianhalten var 1193 ng/g fett. Hos kontrollgruppen var medelhalten 654 ng/g fett (122 - 1900 ng/g fett) och medianhalten var 592 ng/g fett. Gruppernas resultat var signifikant skilda åt ( $p < 0,05$ ).



**Figur 9:** Medeltotalhalten hos Vätternfiskkonsumenter av 31 PCB-kongener jämfört med kontrollgrupp 1, normalkonsumenter av fisk (Hardell et al. 2001, 2003).

PCB 153 är en icke dioxinlik kongen (variant) av PCB och används ofta vid jämförande studier. Den följer ofta sumPCB och dioxinlika PCBs, vilket den även gör i vår studie. I föreliggande studie har vi även analyserat dioxinlika PCB-kongener (118, 156, 157, 105, 108) vilka ingår i TEQ-konceptet.

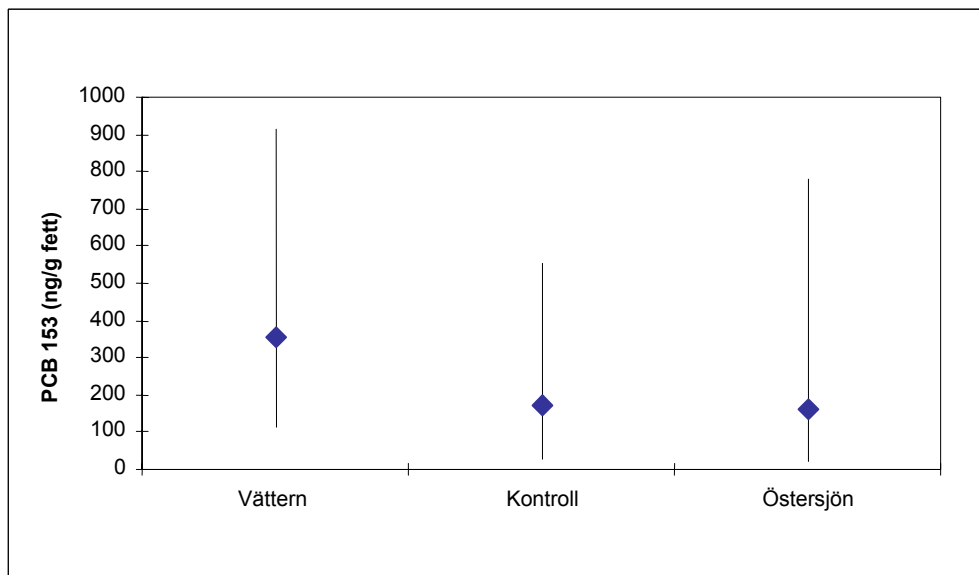
Vätternkvinnornas totalmedelhalt av PCB153 ligger högre än bland kvinnor i kontrollgrupp 1 och hustrur till fiskare från ostkusten (tabell 2, figur 10). Halterna varierar kraftigt i samtliga grupper. Anmärkningsvärt är att kontrollgruppens medelhalt ligger något över Östersjökvinnornas.



**Bild 6:** Röding (*Salvenius alpinus*)

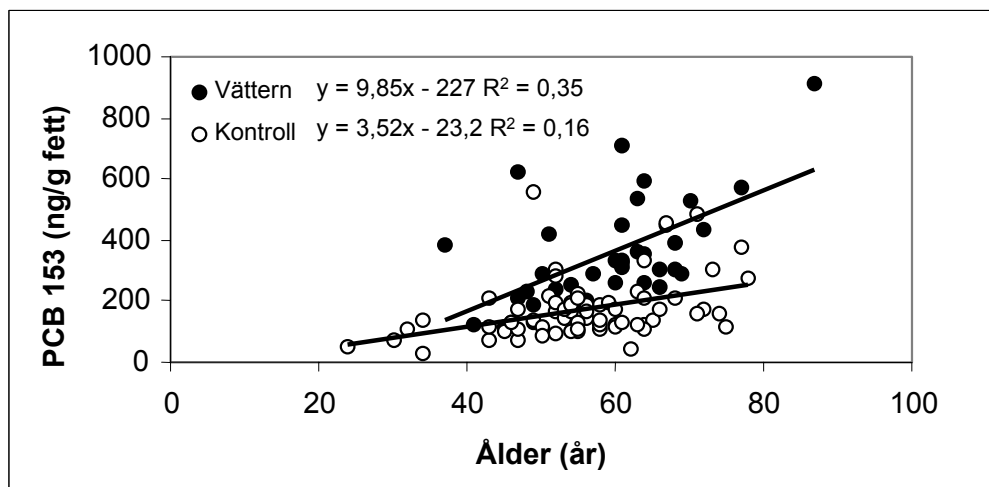
**Tabell 2:** Medel- och medianhalter av PCB 153, HCB, DDE, BDE 47 och HCH i blod bland Vättern-fiskkonsumenter, normalkonsumenter (kontrollgrupp 1, Hardell et al. 2001, 2003) och hustrur till fiskare från ostkusten (Östersjön, Rylander 1997).

<b>PCB 153</b>	<b>Vättern</b>	<b>Kontroll 1</b>	<b>Östersjön</b>
<i>Antal</i>	37	68	192
Medel ng/g fett	354	172	160
Median	312	156	
Variation	115-914	27-556	20-780
<b>HCB</b>			
Medel ng/g fett	41	40	
Median	34	35	
Variation	7-85	9-188	
<b>DDE</b>			
Medel ng/g fett	772	449	
Median	579	322	
Variation	102-2836	51-1490	
<b>BDE 47</b>			
Medel ng/g fett	3,9	2,9	
Median	3,6	1	
Variation	0,1-17	0,05-99	
<b>HCH</b>			
Medel ng/g fett	4,1		
Median	2,4		
Variation	2,4-21		



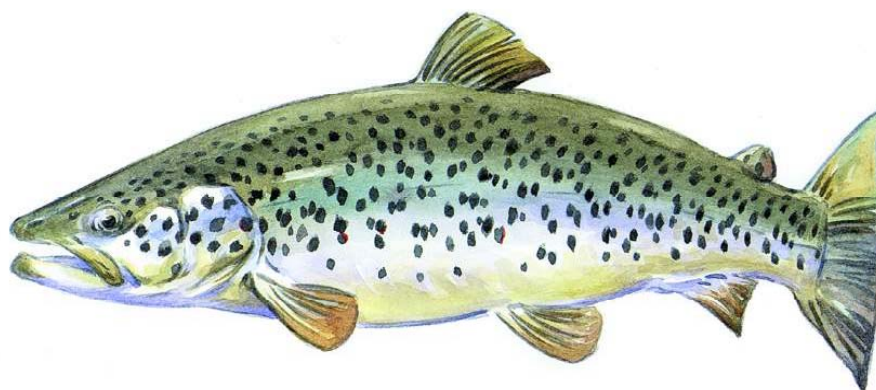
**Figur 10.** Totalmedelhalter i blod av PCB 153 hos kvinnliga fiskkonsumenter från Vättern och Östersjön (Rylander 1997) samt bland normalkonsumenter (Kontrollgrupp 1, Hardell et al. 2001, 2003).

Totalhalten PCB i blodet hos Vätternfiskkonsumenter är starkt ålderskorrelerat, dvs. halten stiger med åldern ( $p < 0,05$ ) (figur 11). Även hos kontrollgruppen ökar PCB med åldern.



**Figur 11:** Halten PCB 153 i blod i förhållande till ålder hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003).

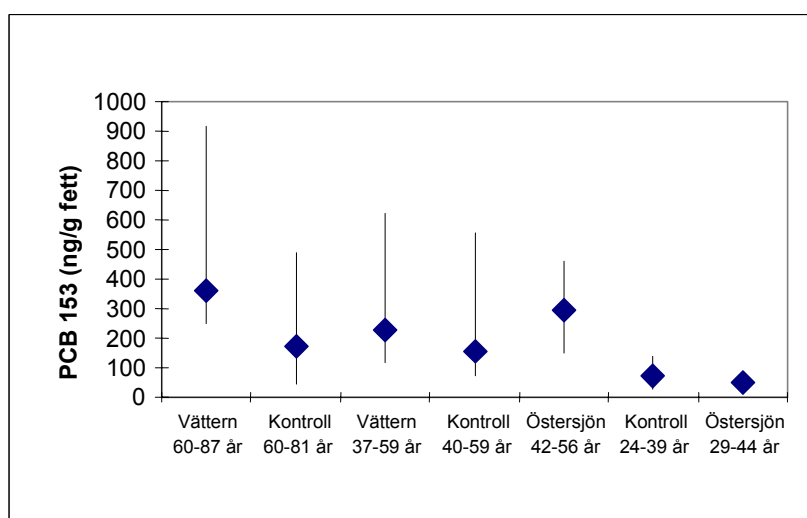
Vid jämförelser av medianhalter av PCB 153 i blod hos fiskkonsumenter indelat i åldersgrupper har de äldre kvinnorna (60-87 år) från Vättern högre halt än övriga grupper, även högre än de grupper som är lika i ålder (tabell 3, figur 12). I medelgruppen (Vättern 37-59 år, kontrollgrupp (1) 40-59 år, Östersjön 42-56 år) har Östersjöns kvinnor (Hagmar et al. 2001) högre halt i blodet än Vätternfiskkonsumenterna och kontrollgruppens kvinnor (Hardell et al. 2001, 2003). De yngre Östersjökvinnorna (29-44 år) har den lägsta halten i blodet.



**Bild 7:** Öring (*Salmo trutta*)

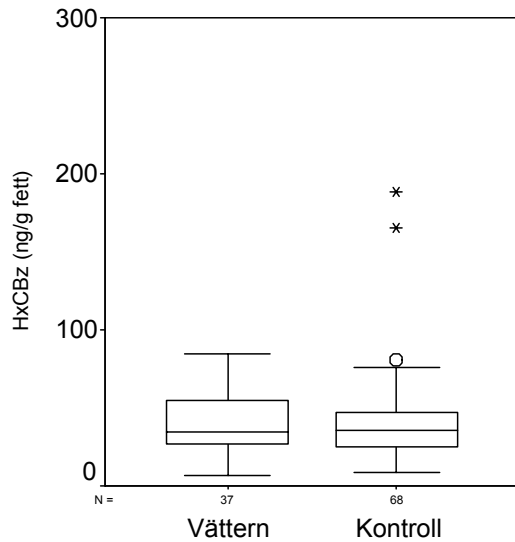
**Tabell 3:** Medel- och medianhalter av PCB 153, HCB, DDE, BDE 47 och sumHCH i blod hos Vättern-fiskkonsumenter, normalkonsumenter (kontrollgrupp 1, Hardell et al. 2001, 2003) och hustrur till fiskare från ostkusten (Östersjön, Hagmar et al. 2001) indelade i åldersgrupper.

	Vättern 60-87 år	Vättern 37-59 år	Kontroll 1 60-81 år	Kontroll 1 40-59 år	Kontroll 1 24-39 år	Östersjön 42-56 år	Östersjön 29-44 år
<b>PCB 153</b>							
<i>Antal</i>	22	15	23	40	5	16	16
Medel ng/g fett	421	255	206	165	81		
Median	359	230	171	156	74	292	50
Variation	247-914	115-625	42-489	70-556	27-141	151-463	13-73
<b>HCB</b>							
<i>Antal</i>	22	15	23	40	5		
Medel ng/g fett	50	28	51	36	25		
Median	46	29	50	29	28		
Variation	13-85	7-41	9-165	11-188	9-41		
<b>DDE</b>							
<i>Antal</i>	22	15	23	40	5		
Medel ng/g fett	1001	435	555	426	152		
Median	924	360	501	310	187		
Variation	168-2836	102-998	51-1490	57-1354	51-210		
<b>BDE 47</b>							
<i>Antal</i>	22	15	23	39	5		
Medel ng/g fett	3,8	4,1	1,2	4	1,2		
Median	3,8	3,2	0,9	1	1,1		
Variation	0,1-17	0,1-10	0,1-5,2	0,1-99	0,1-3,7		
<b>sumHCH</b>							
<i>Antal</i>	22	15					
Medel ng/g fett	4,3	3,7					
Median	2,4	2,4					
Variation	2,4-21	2,4-20,7					



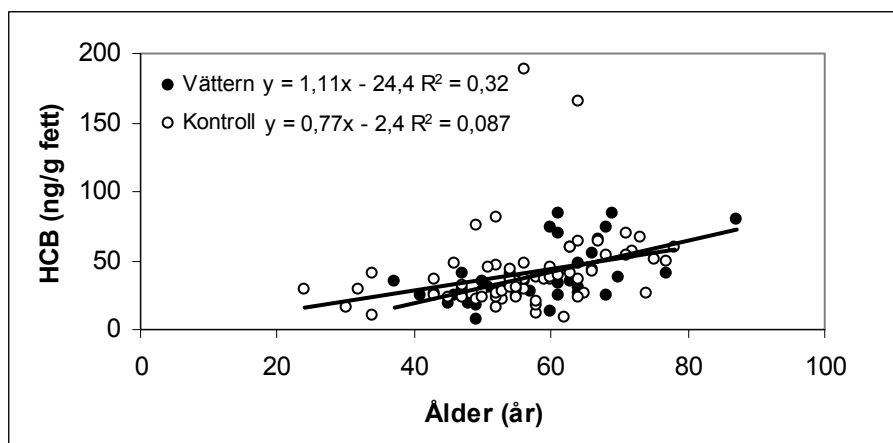
**Figur 12:** Jämförelser av medianhalter av PCB 153 i blod hos fiskkonsumenter indelat i åldersgrupper äldre (Vättern 60-87 år n=22 st., kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) 60-81 år n=23 st.), medel (Vättern 37-59 år n=15 st., kontrollgrupp (1) 40-59 år n=40 st, Östersjön 2 (Hagmar et al. 2001) 42-56 år n=16 st) och yngre (kontrollgrupp (1) 24-39 år n=5 st, Östersjön (2) 29-44 år n=16 st).

Halten av Hexaklorbensen, HCB är ej signifikant skilda ( $p > 0,05$ ) bland Vätternfiskkonsumenterna och kontrollgrupp 1 (Hardell et al 2001, 2003) (tabell 2, figur 13).



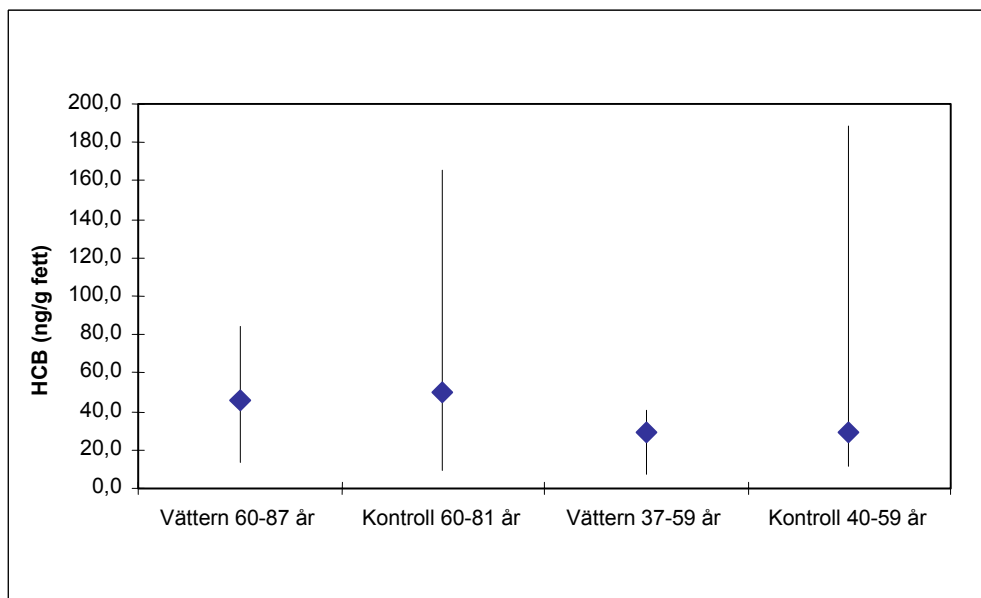
**Figur 13:** Halten HCB i blod bland Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003).

Halten HCB i Vätternfiskkonsumenternas och i kontrollgruppens (Hardell et al. 2001, 2003) blod ökar med stigande ålder (figur 14). Ökningen är statistiskt signifikant ( $p < 0,05$ ).



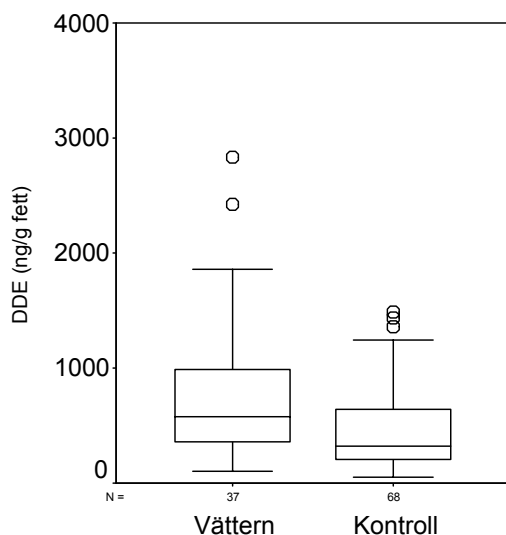
**Figur 14:** Halten HCB i blod bland Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) i förhållande till åldern.

Medianhalten HCB i blod var högre bland äldre kvinnor hos både Vätternfisk- och normalkonsumenter i kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003), men halterna skiljer inte mellan Vätternfisk- och normalkonsumenter inom samma åldersgrupp ( $p>0,05$ ) (tabell 3, figur 15).



**Figur 15:** Jämförelser av medianhalter av HCB i blod hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) indelat i åldersgrupper äldre (Vättern 60-87 år  $n=22$  st., Hardell et al. 2001, 2003, 60-81 år  $n=23$  st.) och medel (Vättern 37-59 år  $n=15$  st., Hardell et al. 2001, 2003, 40-59 år  $n=40$  st.).

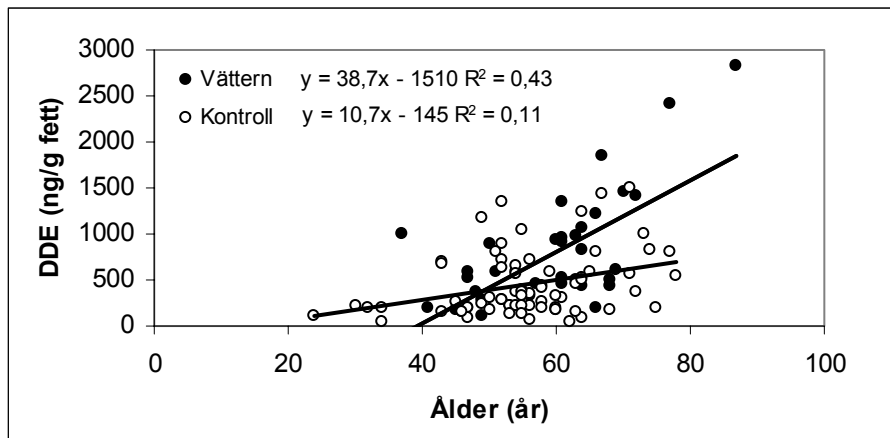
Medelhalterna av DDE i blodet var signifikant högre ( $p<0,05$ ) bland Vätternfiskkonsumenter (ca 70 %) jämfört med kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) (tabell 3, figur 16).



**Figur 16:** Halten av DDE i blod hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003).

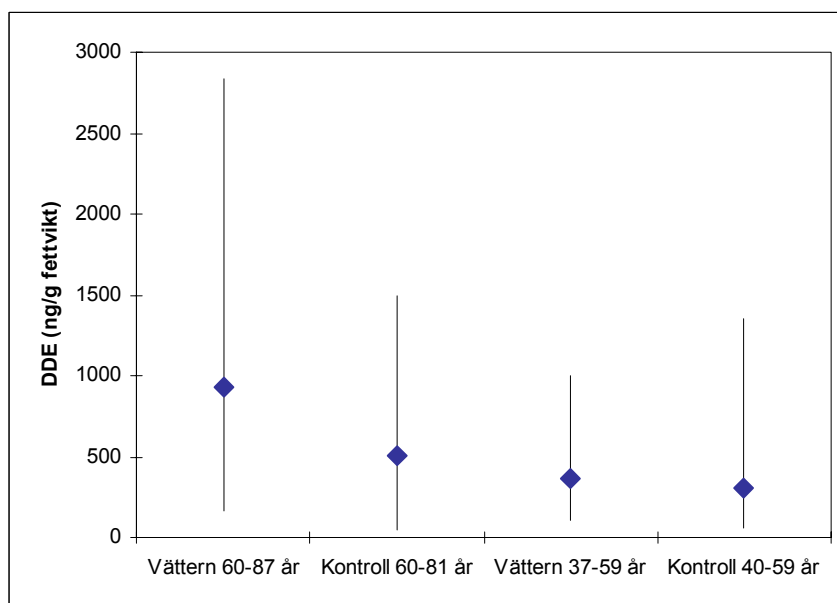


Halten av DDE i blodet är ålderskorrelerat hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) (figur 17). Ökningen är statistiskt signifikant ( $p < 0,05$ ).



**Figur 17:** Halten DDE i blodet i förhållande till åldern hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003).

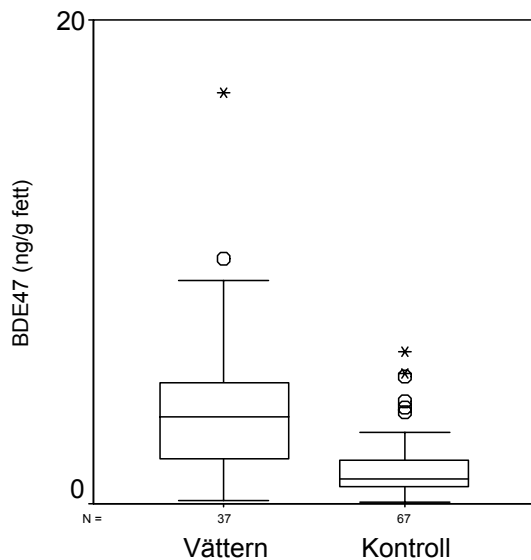
Äldre Vätternfiskkonsumenter (60-87 år,  $n=22$ ) hade högre halter av DDE i blodet än övriga grupper (tabell 3, figur 18).



**Figur 18:** Medianhalter i blod av DDE hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) indelat i åldersgrupper äldre (Vättern äldre 60-87 år  $n=22$  st., kontrollgrupp (1) äldre 60-81 år  $n=23$  st.) och medel (Vättern 37-59 år  $n=15$  st., kontrollgrupp (1) 40-59 år  $n=40$  st.).

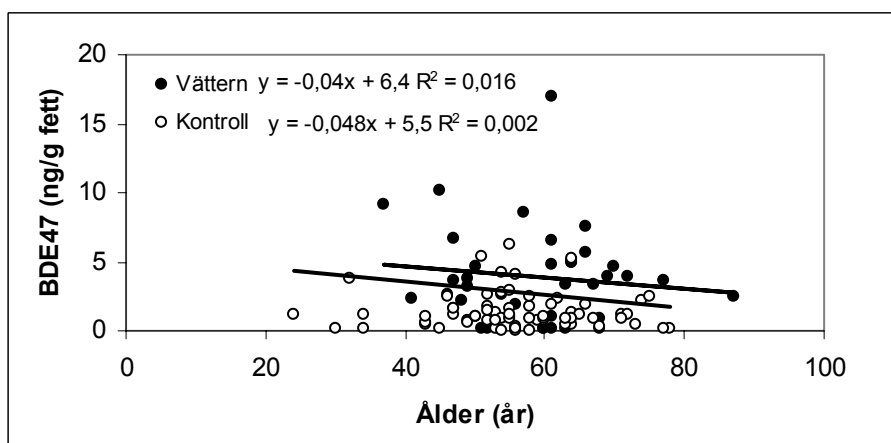
Halterna låg under detektionsgränsen (2,4 ng/g fett) hos 30 av 37 Vätternfiskkonsumenter (tabell 2 och 3). I kontrollgruppen från Örebro databas (2003) finns inga uppmätta halter i blod av HCH. Med anledning av det låga antalet som var över detektionsgränsen har det ej varit möjligt att utföra någon ålderskorrelation.

Blodets medianhalterna av den ingående varianten i flamskyddsmedel, BDE 47 var generellt låg men var något högre bland Vätternfiskkonsumenter jämfört med kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) (tabell 2). Grupperna är ej signifikant skilda ( $p > 0,05$ ) (figur 19).



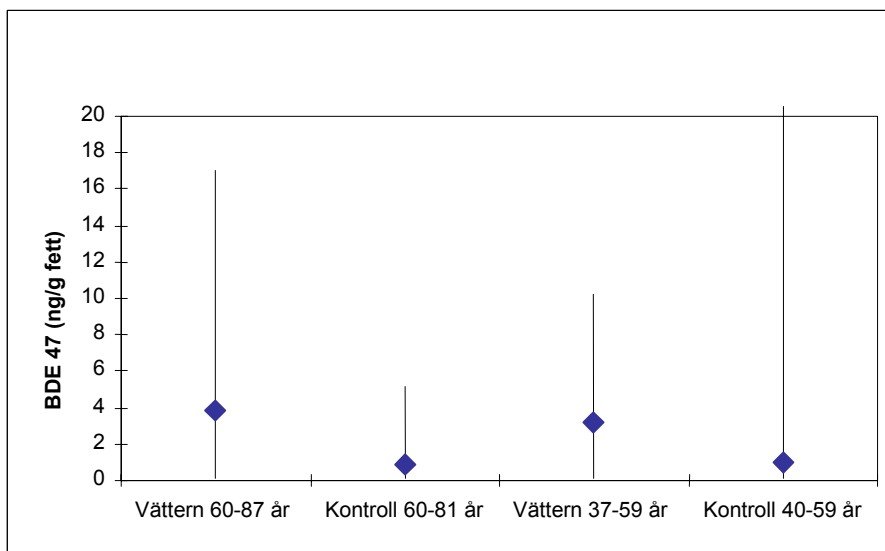
**Figur 19:** Medianhalten BDE 47 i blod bland Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2003).

Halten flamskyddsmedel, BDE 47 ökar inte signifikant med åldern ( $p > 0,05$ ) (figur 20).



**Figur 20:** Halten flamskyddsmedel (BDE 47) bland Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2003) relaterat till ålder.

Medianhalten flamskyddsmedel (BDE 47) i blod var generellt högre hos Vätternfiskkonsumenter i båda åldersgrupperna jämfört med normalkonsumenter i kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2003) (tabell 3, figur 21). I kontrollgruppen fanns en person i åldersgruppen 40-59 år, som hade hög halt av BDE 47 i blodet.

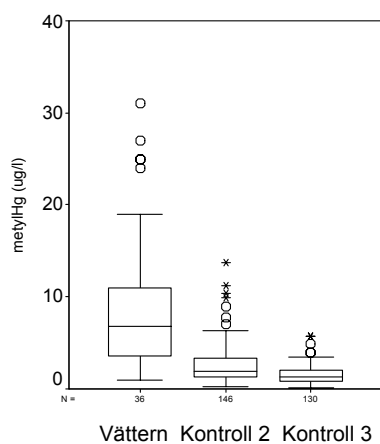


**Figur 21:** Medianhalter i blod av BDE 47 hos Vätternfiskkonsumenter och normalkonsumenter i kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) indelat i åldersgrupper.

Metylkviksilverhalten var högre i blodet hos högkonsumenter av Vätternfisk än hos kontrollgrupperna 2 (högkonsumenter av annan fisk) och 3 (lågkonsumenter av fisk) (tabell 4, figur 22).

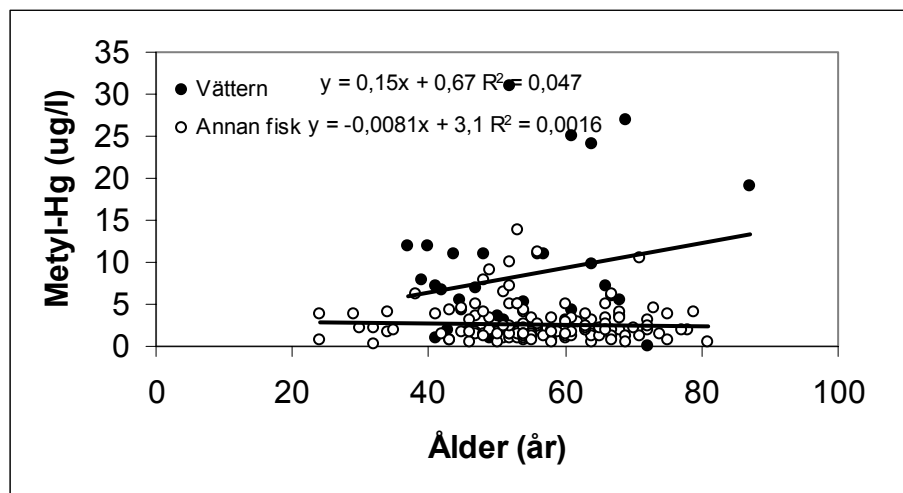
**Tabell 4:** Halterna av metylkvicksilver (Me-Hg) i blod bland högkonsumenter av Vätternfisk, normalkonsumenter av annan fisk (kontrollgrupp 2, Ask et al. 2002) och lågkonsumenter av fisk (kontrollgrupp 3, Berglund et al. 2001).

Me-Hg	Vättern	Kontrollgrupp 2	Kontrollgrupp 3
Antal	37	146	127
Medel $\mu\text{g/l}$	9,4	2,6	1,6
Median	7,9	1,9	1,3
Variation	0,9-31	0,3-17	0,1-5,7



**Figur 22:** Halten metylkvicksilver i blod bland högkonsumenter av Vätternfisk jämfört med kontrollgrupperna 2 (högkonsumenter av annan fisk, Ask et al. 2002) och lågkonsumenter av fisk (kontrollgrupp 3, Berglund et al. 2001).

Halten metylkvicksilver i blod är inte ålderskorrelerat i undersökningsmaterialet ( $p < 0,05$ ) (figur 23). Samtliga Vätternfiskkonsumenter med halter över 19  $\mu\text{g/l}$  metylkvicksilver i blodet åt främst abborre 1-3 gånger per vecka eller lax, röding, öring 1-3 gånger vecka.



**Figur 23:** Halten metylkvicksilver i blod hos Vätternfiskkonsumenter och kontrollgrupp 2 (högkonsumenter av annan fisk, Ask et al. 2002) relaterat till åldern.

## Diskussion

I föreliggande studie visar vi att högkonsumenter av Vätternfisk (lax, röding, öring, sik, abborre och gädda) har högre halter i blodet av PCB, DDE och metylkvicksilver än hos personer som inte konsumerat Vätternfisk i lika hög grad. Vidare har högkonsumenter av Vätternfisk ungefär samma halter i blod som motsvarande högkonsumenter av Östersjöfisk. Vår studie bekräftar därmed att även konsumtion av insjöfisk (röding, öring, lax, abborre, gädda) bör uppmärksammas vid studier av människors hälsa i relation till deras fiskintag. De kostrekommendationer som är utfärdade av SLV (Statens Livsmedelsverk) är sålunda berättigade.

Flertalet kvinnor i studien uppger att deras konsumtion av fet fisk (lax, röding, öring, sik) har minskat bland annat pga. försämrad fisktillgång, främst under senare år. Statistik från yrkesfiskets totalfångster uppvisar också minskande totalfångster. Några kvinnor har dock ökat sin konsumtion beroende på mer tid för fritidsfiske efter pensionering. Under 1960-talet var konsumtionen av fet fisk lägst bland kvinnorna i studien men ökade därefter fram till 1990-talet. Detta är motsägelsefullt med tanke på fisktillgången men det beror på att några av kvinnorna inte var bofasta i området kring Vättern under 60-talet.

I vår studie är de flesta kvinnorna äldre beroende på att det var svårt att få tag i yngre kvinnor som är högkonsumenter av fet fisk. Samtliga tillfrågade är medvetna om att Vättern- och Östersjöfisk är förorenad av miljögifter och att kvinnor i barnafödande ålder, samt flickor ska undvika att äta fisken mer än en gång i månaden. Detta tyder på att kostråden som införts av Livsmedelsverket har stor genomslagskraft i riskgrupper.

Flera av yrkesfiskarna meddelade att det är få kvinnor bland yrkesfiskarna som äter fet fisk minst en gång i veckan. Den feta fisk som fångas, fryses in och säljs vidare till restauranger

och hotell. Fritidsfiskarnas familjer äter i högre grad upp sin fångade fisk än vad yrkesfiskarna gör. Flera yngre kvinnor säger att de äter mycket fisk men inte från Vättern och Östersjön, pga. alla larmrapporter om höga halter av miljögifter i fisken. Istället väljer de fisk från Väst-kusten eller Ishavet.

Vi anser att det kan vara intressant att ta med äldre kvinnor i studien eftersom de sannolikt har varit storkonsumenter av den mest förorenade fisken under 1960-70-talet, innan kostråd gavs ut. Studier i Vättern visar att röding hade de högsta halterna av PCB (figur 3) och DDT (figur 4), vid undersökningarnas början i slutet av 60-talet och har därefter sjunkit under 80-talet. Det finns inga mätserier för andra fiskar men troligen är utvecklingen hos rödingen representativ för alla övriga feta fiskar. Framförallt är det kvicksilver, PCDD/PCDF (dibenso-*p*-dioxiner/dibensofuraner) och dioxinlika PCB som ligger högst i relation till de nivåer som har angetts som tolerabla ur hälsosynpunkt (Rapport 73, 2003).

Plana PCB-kongener är dioxinlika och har cancerframkallande, immunologiska och reproduktionsstörande effekter. PCB 153 ett bra mått vid jämförelser av halter i blod hos fiskkonsumenter eftersom den följer ofta halten av summaPCB och dioxinlika kongener. Vid senaste mätningen av PCB 153 (Rapport 73, 2003) i Vätternröding, öring och lax varierade halten mellan 0,015-0,072 mg/kg färskvikt, dvs. halten understeg Livsmedelsverkets gränsvärde 0,1 mg/kg helprodukt (LIVSFS 2002:16) i samtliga fiskprov. Inget gränsvärde finns för dioxinlika PCB-kongener men för PCDD/PCDF är gränsvärdet satt till 4 pg WHO-TEQ/g färskvikt där de dioxinlika PCB-föreningarna har uteslutits. Enligt rådets förordning (EG, nr 2375/2001), finns för få uppgifter tillgängliga om förekomsten av dioxinlika PCB men kontrollen kommer att fortsätta med sikte på att även inbegripa dessa ämnen i gränsvärdet. Om de plana PCB-kongenerna räknas in i TEQ-värdet medför det att halterna i röding, öring och lax från södra Vättern ligger mycket över gränsvärdet 4 pg WHO-TEQ/g färskvikt (figur 5) (Rapport 73, 2003) och får alltså inte saluföras. Fritids- och yrkesfiskare uppger att de inte äter köpt fisk utan de äter av den fisk som de fångar själva. Därför utgör de en särskild riskgrupp. Många organiska miljögifter är bioackumulerande och det medför att halterna kan öka med stigande ålder hos fiskkonsumenter som kontinuerligt äter fisk, eftersom ytterligare miljögifter tillförs kroppen i snabbare takt än vad som utsöndras.

Halter av PCB, DDT, HCB, HCH och PBDE i fisk ligger på ungefär samma nivåer i Östersjön och Vättern (Bernes 1998). Även konsumtionen av fet fisk är ungefär lika. Rimligtvis bör då halterna i blodet hos konsumenterna ligga i ungefär samma nivå. Vid jämförelser av medelvärden för alla kvinnor i respektive studie, låg halterna för kongenen PCB 153 högre hos Vätternfiskkonsumenter jämfört med både vår kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) och hustrur till yrkesfiskare från ostkusten (Rylander 1997, Hagmar et al. 2001). Anmärkningsvärt är att vår kontrollgrupp med normalkonsumenter hade högre medelhalt än Östersjökvinnorna. Förklaringen till detta är att PCB är starkt ålderskorrelerat, dvs. halten PCB stiger med stigande ålder. I vår studie och i kontrollgrupp 1 är kvinnornas medelålder högre än Östersjökvinnorna. Om vi istället delar in kvinnorna i åldersgrupper finner vi att halterna i blodet ligger på ungefär samma nivå som hos Östersjökvinnorna, medan kontrollgruppens kvinnor hade lägre halter. Den äldsta åldersgruppen kvinnor tillhörande Vätternfiskkonsumenter hade mycket högre halter än övriga. Den yngsta åldersgruppen från Östersjöstudien hade förhållandevis låga halter i blodet, vilket är ett resultat av lägre fiskkonsumtion i den yngsta åldersgruppen (Rylander 1997). I Östersjöstudien har man grupperat in de kvinnor som hade de högsta (16 st.) respektive lägsta (16 st.) halterna i blodet av PCB 153 i åldersgrupper från det totala antalet hustrur till Ostkustfiskare som var 189 till antalet. Man fann då att de högsta halterna var bland de äldsta kvinnorna och de lägsta halterna var bland de yngsta kvinnorna. I och med

denna indelning blir det en överskattning av halterna hos de äldre Östersjökvinnorna (42-56 år) som vi i vår studie jämför med medelgruppen (37-59 år). Hade även de lägre uppmätta halterna räknats med, borde sannolikt medelvärden för PCB 153 vara lägre hos de äldre Östersjökvinnorna och högre hos de yngre Östersjökvinnorna. Våra resultat och jämförelser understryker hur viktigt det är att dela in materialet i åldersgrupper när ämnen är så starkt ålderskorrelerade.

Då halterna av PCB i blod hos högkonsumenter av Vätternfisk är jämförbara med vad man sett hos fiskarbefolkningen på svenska Östersjöskusten, är det intressant att beskriva vilka hälsoeffekter man noterat vid studier av dessa människor. Man har funnit att födelsevikten bland nyfödda barn till östersjöfiskare är ca 80 gram lägre än bland västkustfiskare. Detta speglar en lätt ogynnsam påverkan av fostret. Några mentala funktionsmätningar av dessa barn finns inte beskrivna (Rylander 1997). I den svenska studien av Östkustfiskare framkom även en viss överrisk (35 %) för insjuknande och död (70 %) i bröstcancer hos kvinnor. För den enskilda är risken fortfarande mycket liten, grundrisken för insjuknande i bröstcancer i 50-årsåldern är 250 per 100 000 och år, dvs. en per 400 kvinnor och år. En 70-procentig riskökning innebär att 1,7 kvinnor per 400 insjuknar per år. Således fortfarande en liten risk för den enskilda individen. I den vetenskapliga litteraturen är detta samband ej entydigt, dvs. i vissa studier ses sambandet, men inte i andra (Rylander 1997).

Halten av Hexaklorbensen (HCB) i röding ligger inom intervallet 1,6-1,7 µg/kg färskvikt (2001) och har inte förändrats sedan förra mätningen som utfördes 1996. Halterna har inte visat tydliga avvikelser i jämförelser med relativt opåverkade miljöer som Abiskojaure. WHO har också angett det tolerabla dagliga intaget (TDI) av hexaklorbensen till 0,16-0,17 µg/kg kroppsvikt och dag. TDI-värdet avser livstidsexponering och de uppmätta halterna borde därför inte utgöra en påvisbar hälsorisk för konsumenterna (Rapport 73, 2003). Våra resultat styrker denna teori eftersom det finns ingen skillnad mellan halten HCB hos Vätternfiskkonsumenterna och kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003), vilket tyder på att belastningen av HCB inte är utmärkande för fiskkonsumtion i Vättern. Dock ökar halten HCB i blodet med stigande ålder hos Vätternfiskkonsumenterna men det beror sannolikt på lång halveringstid av ämnet.

Halten DDT i Vätternröding har minskat sedan 1979 fram till 1987, därefter har nivån stabiliserats, beroende på att användningen i Sverige av bekämpningsmedlet upphört 1975. Vid senaste mätningarna (2001) i öring och röding varierade den sammanlagda halten av DDT/DDE mellan 17-164 µg/kg färskvikt, vilket väsentligt understiger det tidigare gränsvärdet för summaDDT som var 5000 µg/kg färskvikt (Rapport 73, 2003). DDE har lång halveringstid vilket avspeglas i fiskkonsumenter. Vätternfiskkonsumenternas DDE-medelhalter var ca 772 ng/g fett med variationen 102-2836 ng/g fett utan hänsyn till åldersindelning. Medelvärdet ligger lägre än hos Östersjöfiskkonsumenter, vars medelhalter av DDE i blodet är ca 1200 (300-1900) ng/g fett hos fiskätare med måttligt intag av fisk (20-240 g/vecka). Hos högkonsumenter (400-1200 g/vecka) 4500 (1300-14000 ng/g fett. 750 (290-1100) ng/g fett hos icke fiskkonsumenter (Asplund et al. 1994). Variationen i halterna hos Vätternfiskkonsumenterna är större än hos fiskkonsumenterna från Östersjön. Halterna är som PCB starkt ålderskorrelerade vilket medför att halterna inte blir helt jämförbara, eftersom man har inte delat in konsumenterna i åldersgrupper i Östersjöstudien. Bland Vätternfiskkonsumenter finner vi de högsta halterna av DDE i den äldsta åldersgruppen (figur 16). Vid jämförelser med kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) hade Vätternfiskkonsumenter ca 70 % högre halter i blodet av DDE, vilket tyder på att konsumtion av Vätternfisk påverkar halten i blodet, trots att den linjära regressionen inte visar detta. Förklaringen kan vara att den linjära regressionsanalysen är

enbart baserad på konsumtionsdata från Vätternfiskkonsumenter som är en homogen grupp med ungefär lika stor fiskkonsumtion. Utfallet hade sannolikt varit annorlunda om vi hade uppgifter om fiskkonsumtion bland kontrollgruppens kvinnor som antas vara representativa för normalbefolkningen.

Halterna av HCH i blod låg över detektionsgränsen hos endast 7 av 37 Vätternfiskkonsumenter. HCH-halter i blod har ej tidigare mätts så vi har ej något referensmaterial, men vårt resultat tyder på att kroppsbelastningen av HCH var lågt. I förhållande till PCB 153 är medelhalten av summaHCH lågt i både Vätternfiskkonsumenternas blod (1%) och i fiskproven (8%). Halterna i Vätternröding har minskat något sedan förra mätningarna 1996 från 1,4-1,6 µg/kg färskvikt till 0,6 µg/kg färskvikt (Rapport 73, 2003). Konsumtion av fisk vid de nu uppmätta halterna utgör inte någon hälsorisk. U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency, 2003) har angivit att vid en exponering på 0,3 µg/kg kroppsvikt per dag inte ger några carcinogena eller skadliga effekter ens på särskilt utsatta grupper vid exponering under ett helt liv.

Vätternfiskkonsumenterna hade något högre medianhalter av BDE 47 i blodet (3,9 ng/g fett) än kontrollgrupp 1 (Hardell et al. 2001, 2003) (figur 19, 21) och även högre än de halter som hittats hos yrkesgrupperna sjukhusstädare (1,6 ng/g fett), kontorister (1,5 ng/g fett) och elektronikdemonterare (2,9 ng/g fett). Elektronikdemonterare hade dock klart högre halter av andra kongener (BDE 153 och BDE 183) som de exponeras av via inandning (Sjödén et al. 1999), medan exponering av BDE 47 sker främst genom födan och konsumtion av fet fisk anses enligt tidigare studier vara en viktig exponeringskälla (Sjödén et al. 1999, Darnerud et al. 2001, Eriksson et al. 2001). I den allmänna befolkningen räknar man med att bakgrundshalterna i blodet av BDE 47 är 1-6 ng/g fett och 5 % utav befolkningen har högre halter i blodet än 30 ng/g fett utan att man ännu vet orsaken till detta (van Bavel et al. 2003). I vår kontrollgrupp 1 (Harell et al. 2001, 2003) fanns en person som hade högre halt i blodet än övriga. Bland Vätternfiskkonsumenter fanns ingen som hade högre halter än 17 ng/g fett. Hur halterna av bromerade flamskyddsmedel ser ut fisken finns ingen uppgift (Rapport 73, 2003). Dock vet man att bromerade flamskyddsmedel ej har funnits någon längre tid i miljön och effekterna av det är ännu inte tillräckligt studerade.

Metylkviksilverhalterna i blodet var 4-5 gånger högre hos Vätternfiskkonsumenterna än hos kontrollgrupperna (2) högkonsumenter av annan fisk (Ask et al 2002) och (3) lågkonsumenter av fisk (Berglund et al. 2001). Även halten oorganiskt kvicksilver var något högre hos Vätternfiskkonsumenter men i relation till metylkvicksilverhalten var skillnaden inte så stor. Halten organiskt kvicksilver ökar med antalet amalgamfyllningar och äldre personer har generellt fler amalgamfyllningar (Berglund et al. 2001, Ask et al. 2002).

Jämfört med kontrollgruppen högkonsumenter av annan fisk äter Vätternfiskkonsumenter fler måltider per månad av rovfiskar (lax, röding, öring, abborre, gädda) som anses vara riskfiskar. Samtliga Vätternfiskkonsumenter med halter över 19 µg/l i blodet äter främst abborre 1-3 gånger per vecka eller lax, röding, öring 1-3 gånger vecka. Den högre belastningen av metylkvicksilver, beror därför sannolikt på fiskkonsumtionen, eftersom metylkvicksilver kapslas in i muskelfäskningen hos både mager och fet rovfisk. Det är också allmänt känt att metylkvicksilver är ett problem i insjöfisk. Fiskkonsumtionen har varit hög under flera år hos konsumenterna, vilket medfört att de har hunnit lagra metylkvicksilver i sina kroppar under lång tid. Det är också relativt länge sedan som de flesta av konsumenterna fick barn, eftersom flertalet kvinnor i studien är äldre. Kvicksilverbelastningen hos kvinnor minskar vid graviditet och amning beroende på att kvicksilvret transporteras över till barnet via moderkakan och därefter

via bröstmjölken. Dock finns några kvinnor i de lägre åldrarna (under 50 år) bland Vätternfiskkonsumenterna som har höga metylkvicksilverhalter men de har också stor konsumtion av riskfiskar.

Tidsserier av kvicksilverhalter i Vätternröding har minskat från år 1973 fram till senaste mätningen 2002 (figur 6) (Rapport 73, 2003). Halterna har även minskat i abborrens muskelvävnad. Samtliga uppmätta halter har legat strax under eller långt under det aktuella gränsvärdet för fisk som är på 0,5 mg/kg färskvikt (Kommissionens förordning EG nr 466/2001). Ett provisoriskt tolerabelt veckointag av metylkvicksilver är 0,2 mg (3,3 µg/kg kroppsvikt) har fastställts av FAO/WHO baserat på hälsoeffekter hos vuxna men denna exponeringsnivå skyddar inte mot effekter under fosterutvecklingen (Ask et al. 2002), eftersom neurologiska störningar hos barn kan uppstå även vid relativt låga koncentrationer (ca 10 µg/l blod hos mödrarna). Det visar bl.a. en studie hos människofoster på Färöarna där man sett påverkan av nervsystemet (Grandjean et al. 1997). Bland de färöiska barnen sågs sämre intellektuell prestationsförmåga jämfört med kontrollbarn. Det förekommer dock studier där motsvarande effekter inte kunnat påvisas vid motsvarande blodkoncentrationer (Davidson et al. 1998). Halterna av metylkvicksilver i blod bland högkonsumenter av Vätternfisk, (medianvärde 7 µg/l, medel 9,4 µg/l) ligger nära de nivåer, vid vilka man har sett effekter. Dock är flertalet av Vätternfiskkonsumenterna i denna studie inte i barnafödande ålder och utgör då inte en riskgrupp. Viktigt är att ändå poängtera att flickor och kvinnor i barnafödande ålder bör följa kostråden som utfärdats av Livsmedelsverket, samt undvika att äta rovfisk från Vättern mer än en gång i månaden med tanke på att metylkvicksilverhalterna i blodet var höga hos flertalet storkonsumenter. Gravida och kvinnor som planerar att skaffa barn bör helst undvika att äta Vätternfisk.

Kostråden riktar sig till storkonsumenter av fisk, främst till yrkes- och fritidsfiskarefamiljer. Dessa grupper köper inte fisk i affären utan fiskar och äter upp en del av sin fångst, därför påverkas de ej av införsel av gränsvärden. Syftet med införsel av gränsvärden och kostråd är som skydd för fostret och det diande barnet. Äldre kvinnor som ej tänker skaffa fler barn behöver ej följa kostråden i samma utsträckning. Tvärtom är det en fördel att de äter mycket fet fisk eftersom den innehåller omega-3-fettsyror som minskar risken för hjärt- och kärlsjukdomar. Fettsyrorna minskar blodtrycket hos personer med högt blodtryck, sänker blodets förmåga att koagulera som förbättrar blodets flödesegenskaper. Dessutom har fiskfettsyrorna visats kunna minska behovet av insulin för ämnesomsättningen. Fisk innehåller även antioxidanterna selen och vitamin A och E, som troligen minskar utvecklingen av åderförkalkning (Svensson et al. 1995).

Livsmedelsverkets råd till fiskkonsumenter som vill minska intaget av miljögifter men ändå fortsätta att äta fet fisk från Vättern eller Östersjön, är att avlägsna skinnet och det fett som sitter precis under skinnet innan tillagning. Skinnet innehåller mycket fett där organiska miljögifter koncentreras. Man kan också hälla bort eventuellt fett som rinner av fisken vid tillagningen. Tyvärr är det inte lika enkelt att undvika kvicksilverexponering eftersom kvicksilvret lagras i muskelvävnaden. Vill man minska exponeringen får man istället minska sin konsumtion av främst magra rovfiskar som abborre och gädda.

## Slutsatser

Halterna av miljögifter i fisk har minskat efter att användningen har upphört i Sverige. Kviksilver, PCDD/PCDF och dioxinlika PCB är de ämnen som ligger högst i relation till de nivåer som har angetts som tolerabla ur hälsosynpunkt. Bland Vätternfiskkonsumenter finner vi att de har höga halter av främst PCB och metylkvicksilver, vilket är en rest från gamla utsläpp som fortfarande finns kvar hos konsumenter och en spegling av miljögifter som når Vättern



genom långväga lufttransporter. Långlivade miljögifter fortsätter alltså att vara ett problem. Därför är det av stor vikt att begränsa ytterligare tillförsel av både nya och gamla miljögifter. Samtidigt är det mycket viktigt att Livsmedelsverkets kostråd följs och att gravida eller kvinnor som planerar skaffa barn ska helst undvika att äta Vätternfisk. Kostråden behöver också revideras så att även lax, öring, abborre och gädda från Vättern ingår som riskfiskar i kostråden.

Vi vill också poängtera att PCB är starkt ålderskorrelerat och vid jämförelser med andra studier är det därför av stor vikt att ta hänsyn till befolkningens ålder, vilket våra resultat bevisar.

## Tack

Tack till samtliga frivilliga kvinnor som ställt upp i studien, Pia Jönsson (statistiker) som utfört multipel regressionsanalysen, datavärd Marika Berglund som har analyserat kvicksilverhalterna i blodet och försett oss med kontrollmaterial. Vi vill även tacka Naturvårdsverket som har finansierat studien genom Britta Hedlund och Håkan Marklund.

## Referenser

- Asplund L, Svensson BG, Nilsson A, Eriksson U, Jansson B, Jensen S et al. Polychlorinated biphenyls, 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethane (p,p'-DDT) and 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)-ethylene (p,p'-DDE) in human plasma related to fish consumption. *Arch Environ Health* 1994;49:477-86.
- Ask K, Petersson-Grawé K, Vahter M, Palm B, Berglund M, Kvicksilverexponering hos kvinnor med högt fiskintag, Naturvårdsverket, Institutet för miljömedicin (IMM), Karolinska Institutet, Stockholm och Forsknings- och utvecklingsavdelningen, Livsmedelsverket, Uppsala, 2002.
- Berglund M, Ask K, Palm B, Petersson-Grawé K, Björs U, Vahter M. Undersökning av kvicksilverexponering hos gravida kvinnor i Uppsala län, Institutet för miljömedicin (IMM), Karolinska Institutet, Stockholm och Forsknings- och utvecklingsavdelningen, Livsmedelsverket, Uppsala, 2001.
- Bernes C. Monitor 16, Organiska miljögifter, Naturvårdsverket, 1998.
- Chen Y-C, Guo Y-L, Hsu C-C Rogan W. Cognitive development of Yu-Cheng "Oil disease" children prenatally exposed to heat-degraded PCBs. *JAMA* 1992;268:3213-18.
- Davidson PW, Myers GW, Cox C, Axtell C, Shamlaye C, Sloane-Reeves J et al. Effects of prenatal and postnatal methylmercury exposure from fish consumption on neurodevelopment: outcomes at 66 months of age in the Seychelles child development study. *JAMA* 1998 280:701 – 7.
- Darnerud PO, Eriksen GS, Johannesson T, Larsen PB, Viluksela M. Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure and toxicology, *Environ Health Perspect* 2001, Mar;109 Suppl 1:49-68.

- Eriksson P, Jakobsson E, Fredriksson A. Brominated flame retardants: a novel class of developmental neurotoxicants in our environment, *Environ Health Perspect* 2001, Sep;109(9):903-8.
- Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K et al. Cognitive deficit in 7-year old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol* 1997;19 (6):417 – 28.
- Hardell L, van Bavel B, Lindström G, Carlberg M, Dreifaldt AC, Wijkström H, Starkhammar H, Eriksson M, Hallquist A, Kolmert T. Increased Concentrations of Polychlorinated Biphenyls, Hexachlorobenzene, and Chlordanes in Mothers of Men with Testicular Cancer. *Environ Health Perspect*. 2003 Jun;111(7):930-934.
- Hardell E, Eriksson M, Lindstrom G, Van Bavel B, Linde A, Carlberg M, Liljegren G. Case-control study on concentrations of organohalogen compounds and titers of antibodies to Epstein-Barr virus antigens in the etiology of non-Hodgkin lymphoma. *Leuk Lymphoma*. 2001, Aug;42(4):619-29.
- IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Supplement 7. Lyon 1987.
- IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 53. Lyon 1991.
- Koopman-Esseboom C, Huisman M, Weisglas-Kuperus N, Van der Paauw CG, Tuinstra LGM, Th, Boersma ER et al. PCB and dioxin levels in plasma and human milk of 418 Dutch women and their infants. Predictive value of PCB congener levels in maternal plasma for fetal and infant's exposure to PCBs and dioxins. *Chemosphere* 1994;28:1721-32.
- Jakobsson K, Hagmar L. Bromerade difenyletrar (PBDE) i arbetslivet och i miljön, *Bulletin* nr 4, 2002.
- KEMI, Kemikalieinspektionen. Flamskyddsmedel- ett brännande problem, *Faktablad*, December 2002.
- Larsson, P., Collvin, L., Okla, L., and Meyer, G. Lake productivity and water chemistry as governors of the uptake of persistent pollutants in fish. *Environ Sci Tech*. 1992;26:346-352.
- Darnerud PO, Eriksen GS, Johannesson T, Larsen PB, Viluksela M. Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure and toxicology. *Environment Health Perspect* 2001 Mar; 109 Suppl 1:49-68.
- Einarsson Ö, Hansén L. A PC-controlled module system for automatic sample preparation and analysis: *J Autom Chem* 1995;17;21-24.
- Eriksson P, Jakobsson E, Fredriksson A. Brominated flame retardants: a novel class of developmental neurotoxicants in our environment? *Environment Health Perspect* 2001 Sep; 109(9).903-8.

- Hagmar L, Rylander L, Dyremark E, Klasson-Wheler E, Erfurth EM. Plasma concentrations of persistent organochlorines in relation to thyrophin and thyroid levels in women. *Int Arch Occup Environ Health*, 2001, 74: 184-188.
- Hagmar L. Aktuella undersökningar av hälsoeffekter av persistenta organohalogen miljögifter i meddelandebladet 2002:27, Nationellt miljögiftsseminarium, 2002.
- Kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 av den 8 mars 2001 om fastställande av högsta tillåtna halt av vissa främmande ämnen i livsmedel. Europeiska gemenskapens officiella tidning 2001, L 321:1.
- Lind Y, Darnerud PO, Aune M, Becker W, Rapport 26, Exponering för organiska miljökontaminanter via livsmedel, Livsmedelsverket, 2002.
- Lindeström L, Grotell C, Härdig J, Rapport 66, Industripåverkan på Vätterns fiskar, Vätternvårdsförbundet, 2002.
- Livsmedelsverkets föreskrifter om vissa främmande ämnen i livsmedel. LIVSFS 2002:16 (omtryck av SLVFS 1993:36).
- Oskarsson A. Hälsoaspekter av metylkvicksilver i fisk. *Vår föda* 1992;44:148-54.
- Rylander R. Dietary exposure to persistent organochlorine compounds and health effects in women and their infants. Avhandling. Lund. 1997 persistent pollutants in fish. *Environ Sci Tech*. 26:346-352.
- Rådets förordning (EG) nr 2375/2001 av den 29 november 2001 om ändring av kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel. Europeiska gemenskapens officiella tidning 2001, L 321:1.
- Socialstyrelsen, Institutet för miljömedicin, Miljömedicin Stockholms läns landsting. Miljöhälsorapport 2001.
- Svensson B-G, Nilsson A, Jonsson E, Schütz A, Åkesson B, Hagmar L. Fish consumption and exposure to persistent organochlorine compounds, mercury, selenium and methylamines in Swedish fishermen. *Scan J Work Environ Health* 1995;21:96-105.
- Sjödin A, Hagmar L, Klasson-Wehler E, Diab K, Jakobsson E, Bergman Å. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in blood from Swedish workers. *Environ Health Perspect* 1999;107:643-648.
- United States Environmental Protection Agency, IRIS- Integrated Risk Information System, 2003.
- van Bavel B, Hardell L, Kitty A, Liljedahl M, Karlsson M, Pettersson A, Tysklind M, Lindström G. High levels of PBDEs in 5 % of 220 blood samples from Swedish population. Special session 12 or 6A/C, 2003.

Vahter M, Åkesson A, Lind B, Björs U, Schütz A, Berglund M. Longitudinal study of methylmercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as umbilical cord blood. *Environ Res* 2000;84, 186-194.

Vår föda. Svenska folkets matvanor, Livsmedelsverket. 2001:3.

Wolff MS, Toniolo PG, Lee EW, Rivera M, Dubin N. Blood levels of organochlorine residues and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 1993;85:648-52.

Öberg M, Håkansson H, Rapport 5121. Hälsorisker med långlivade organiska miljögifter. Naturvårdsverket, 2000.

Öberg T, Rapport 73. Miljögifter i fisk från Vänern och Vättern 2001/2002. Vätternvårdsförbundet 2003.

## Konsumenter av Vätternfisk

Universitetssjukhuset i Linköping  
Yrkes- och miljömedicinska kliniken  
581 85 Linköping

**Kontaktperson: Dr Ulf Flodin, 013-22 14 47**

### Den undersöktes

Personnr.....  
Namn.....  
Yrke.....  
Bost-adress.....  
Postnr.....  
Ortsnamn.....  
Tel (även riktnr) bost.....  
                  arb.....  
Ifyllnadsdatum.....  
                  år  mån  dag

### LÄS IGENOM FRÅGEFORMULÄRET SOM EN ORIENTERING INNAN DU BÖRJAR BESVARA FRÅGORNA!

Frågorna besvaras genom att Du fyller i den kolumn som passar bäst för Dig med siffror respektive kryss. Vissa frågor kräver utförligare svar. Alla frågorna måste besvaras eftersom obesvarade frågor kan innebära att väsentliga förhållanden förbises. Eventuella tillägg kan göras vid telefonkontakt senare.

De uppgifter Du lämnar skyddas av sjukvårdens sekretessbestämmelser. Resultaten kommer endast att presenteras som medelvärden för den undersökta gruppen. D v s några resultat från enskilda personer kommer inte att presenteras. Du blir helt anonym i redovisningen.

Ulf Flodin  
Överläkare  
Yrkes- och miljömedicinska kliniken  
Universitetssjukhuset i Linköping  
581 85 Linköping  
Tel: 013-22 14 47

Ingela Helmfrid  
Undersköterska/biolog  
Yrkes- och miljömedicinska kliniken  
Universitetssjukhuset i Linköping  
581 85 Linköping  
Tel: 013-22 14 51

## FRÅGEFORMULÄR OM KOSTVANOR MM

---

### Aktuell fiskkonsumtion:

(Försök ta ett genomsnitt under det senaste året)

### Hur många gånger per vecka eller per månad äter Du en måltid på fisk som Du vet är fångad i Vättern?



per VECKA	Antal gånger... per MÅNAD	eller ALDRIG	SÄLLAN
- Lax, röding, öring	.....	.....	[ ]
- Sik	.....	.....	[ ]
- Abborre, gädda	.....	.....	[ ]
- Lake	.....	.....	[ ]
- Övrig fisk	.....	.....	[ ]

### Hur många gånger per vecka eller månad äter Du en lagad måltid fisk från andra vatten än Vättern?

Antal gånger...

SÄLLAN



per VECKA	per MÅNAD	eller ALDRIG	SÄLLAN
- Strömming, sill	.....	.....	[ ]
- Lax, röding, öring, sik, makrill, forell, ål	.....	.....	[ ]
- Torsk, kolja, sej, vitling	.....	.....	[ ]
- Flatfisk/plattfisk	.....	.....	[ ]
- Övrig	.....	.....	[ ]
Köpta färdiglagade fiskrätter (Fiskbullar, fiskfärs, fiskpinnar)	.....	.....	[ ]

Tidigare fiskkonsumtion:

Ungefär hur stor var Din fiskkonsumtion som Du vet var fångad i Vättern för 5 år respektive 10-20 år sedan?

För 5 år sedan:



Antal gånger...  
per VECKA

per MÅNAD

SÄLLAN  
eller ALDRIG

- Lax, röding, öring	.....	.....	[ ]
- Sik	.....	.....	[ ]
- Abborre, gädda	.....	.....	[ ]
- Lake	.....	.....	[ ]
- Övrigt	.....	.....	[ ]

För 10-20 år sedan:

Antal gånger...  
per VECKA

per MÅNAD

SÄLLAN  
eller ALDRIG

- Lax, röding, öring	.....	.....	[ ]
- Sik, abborre, gädda	.....	.....	[ ]
- Lake	.....	.....	[ ]
- Övrigt	.....	.....	[ ]

Har du vid några särskilda tidpunkter påtagligt ändrat din fiskkonsumtion av fisk som Du vet är fångad i Vättern? I så fall när och varför?

(t ex i samband med giftermål, graviditet, amning, flyttning till annan ort, skifte av yrke (fiske) inom familjen, sjukdom)



Årtal

Ökning/minskning

Anledning

.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Tobaksvanor:

- 5. Röker eller har Du rökt dagligen?      Ja [ ]      Nej [ ]**  
Om Ja, vilket år började Du röka? .....  
Tobakskonsumtion? ..... cigaretter/dag  
Om du har slutat röka, vilket år? .....  
Har du slutat att röka och sedan börjat igen?      Ja [ ]      Nej [ ]  
Om Ja, under vilka år höll du uppe? .....
- 6. Snusar eller har du snusat dagligen?      Ja [ ]      Nej [ ]**  
Om Ja, vilket år började Du snusa? .....  
Tobakskonsumtion? ..... prillor/dag  
Om du har slutat snusa, vilket år? .....  
Har du slutat att snusa och sedan börjat igen?      Ja [ ]      Nej [ ]  
Om Ja, under vilka år höll du uppe? .....

Arbetsliv:

**Vilket (vilken) yrke/arbete har Du eller har haft?**

(Du behöver endast ta upp arbeten som omfattar mer än ett år, även hemarbete och studier inberäknas. Om du har varit arbetslös eller blivit pensionerad ange även det.)

<b>Yrke/arbete</b>	<b>Arbetsuppgifter</b>	<b>Tidsperiod</b>
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

- Deltar Du eller har deltagit i förädlingen av fisk?      Ja [ ]      Nej [ ]**  
(t ex vid rökning)  
Om **Ja**, under vilket/vilka år? .....



Graviditet och amning:

Har du några barn?

Ja [ ]

Nej [ ] → gå vidare till fråga 13.

När är barnet/barnen födda och hur länge har Du ammat helt eller delvis?

(Om Du ej ammat skriv 0 månader)

Årtal	Helt antal månader	Delvis antal månader
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Utlandsvistelse:

Har Du någon gång bott utomlands i minst ett halvår?

Ja [ ]

Nej [ ]

Om Ja, i vilket/vilka land (länder)? .....

Under vilket/vilka år? .....

Hälsotillstånd:

Anser Du Dig helt frisk?

[ ] Ja

[ ] Nej → vilken sjukdom/vilka symtom?

.....  
.....  
.....

Tar Du regelbundet något receptbelagt läkemedel?

[ ] Ja → vad? .....

[ ] Nej

14. Hur lång är Du? ..... cm

15. Har mycket väger Du? ..... kg

16. Har Du gått upp eller ner i vikt under det senaste året?

(gäller ej graviditet)

[ ] Ner → hur mycket? ..... kg

[ ] Upp → hur mycket? ..... kg

[ ] Ungefär oförändrad vikt

---

*Ifylles av sköterskan vid blodprovstagningen.*

**ID-nummer:** .....

**Datum:** .....

**Provtagare:** .....

**Tid sedan senaste måltid:**..... **timmar**