LÄNSSTYRELSEN
I STOCKHOLMS LÄN

**Publiceringsdatum**
15 april 2005

**En litteratursammanställning av**
Bente Jensen, arbetspraktikant på Miljö- och planeringsavdelningen, feb - maj 2004

**Kontaktperson**
Joakim Pansar
08-785 46 04
joakim.pansar@ab.lst.se

Denna publikation finns endast i elektronisk form.

Resultat från Länsstyrelsens tillsyn, undersökningar och uppföljningar publiceras även genom tryckta rapporter och faktablad, se www.ab.lst.se/publikationer.

# Kvicksilver i den svenska miljön: förekomst, tillförsel och trender

**Målsättningen med denna rapport har varit att sammanställa allmän information om kvicksilver och dess förekomstformer, hälsoeffekter, tillförsel, trender och halter av kvicksilver i fisk.**

## Historia i Sverige

Kvicksilver (Hg) har varit ett känt miljöproblem i Sverige under lång tid. Redan under 1950-talet visade sig negativa biologiska effekter av kvicksilverföroreningar från olika bekämpningsmedel som användes t ex inom skogsbruket. Fler och fler effekter upptäcktes under de kommande åren vilket ledde till att man försökte minska utsläppen av kvicksilver till miljön, men även förbjuda användningen helt inom vissa områden såsom massaindustrin.[1]

Efter flera olika forskningsprojekt på 1980-talet fastställdes att kvicksilverhalterna i skogsmark hade ökat avsevärt under 1900-talet. Forskning visade även hur marken förmår att lagra kvicksilver samt hur marken kontinuerligt läcker ut kvicksilver till miljön. Naturvårdsverket drev till följd av detta igenom ännu hårdare krav på reducering av de inhemska utsläppen.[1]

## Förekomst

Kvicksilver är ett av de farligaste miljögifter som finns. Eftersom det är ett grundämne, kan det aldrig brytas ner eller förstöras genom kemiska reaktioner. Därför kommer det kvicksilver vi en gång tagit från berggrunden att vara ett hot mot människor, djur och natur under lång tid framöver.[2]

Till Sverige importeras årligen tre till fyra ton kvicksilver.[3] Kvicksilver finns i produkter som används dagligen, t.ex. lysrör, strömbrytare, kontakter, glödlampor, batterier och mediciner. Upplagrat kvicksilver kan finnas i bilskrot och annan kasserad utrustning, liksom i vaskar, hoar, vattenlås och avloppssystem i lokaler där man förut hanterat ämnet.[2] Uppskattningsvis finns det ca 100 ton kvicksilver bara i de varor som är i omlopp i det svenska samhället.[2,3] Även industrin har i många år använt kvicksilver på olika sätt som resulterat i utsläpp och farligt avfall.[2]

De största källorna till kvicksilverutsläpp globalt är förbränning av fossila bränslen och kloralkaliindustrin. Kvicksilverhaltigt amalgam i våra tandfyllningar är också en stor utsläppskälla.[2] Kvicksilver används även vid guldutvinning i bl. a Sydamerika.[3]

I flera länder, varav Sverige är ett, finns ett förbud mot att exportera rent kvicksilver och kemiska produkter som innehåller kvicksilver. Trots detta har över 300 000 ton kvicksilverhaltig zink lämnat landet år 2003 och det motsvarar ca 44 ton rent kvicksilver.[3]

## Kvicksilver i olika former

Kvicksilver förekommer i många olika former bl. a i elementär form ($Hg^0$), i oxiderade former ($Hg^{1+}$och $Hg^{2+}$) och i oorganiska eller organiska föreningar. Det som förekommer i gasform är det elementära kvicksilvret ($Hg^0$) och dimetylkvicksilver. Som vätska förekommer det i sin ursprungliga form (Hg) och i lösning ett flertal former.[4] De

mest toxiska formerna av kvicksilver för en levande organism är det oxiderade kvicksilvret och lågmolekylära organiska föreningar som t ex mono- och dimetylkvicksilver.[5] Metylkvicksilver är mycket toxiskt, ca 100 gånger mer toxiskt än vad den oxiderade formen $Hg^{2+}$ är.[6] Skälet till att kvicksilver är toxiskt är att det binder mycket hårt till svavelgrupper i organiska föreningar.[4] I en organism binds kvicksilvret till enzymernas svavelgrupper och blockerar deras livsviktiga funktion.[7]

En stor del av kvicksilvret som på olika sätt transporterats till en sjö eller vattendrag omvandlas till monometylkvicksilver av vattenlevande mikroorganismer.[6] Dessa mikroorganismer omvandlar kvicksilver fördelaktigast om syretillgången är mycket låg. Därför bildas det mest metylkvicksilver i området där sediment och vatten möts. Det bildas även ute i vattenmassan, dock i mycket mindre omfattning. Omvandlingen till metylkvicksilver sker i olika omfattning beroende på bl. a kvicksilvertillgång och om syretillgången är låg.[8]

## Biotillgänglighet och hälsoeffekter

Kvicksilver är olika tillgängligt för levande organismer beroende på i vilken form det förekommer. Metylkvicksilver är den kvicksilverförening som ackumuleras mest i organismer.[8] Av det totala kvicksilverinnehållet är andelen metylkvicksilver i zooplankton ca 50 % och i fisk mellan 80-100%.[8,9] Men även den oxiderade formen $Hg^{2+}$ upptas i viss mån.[4]

Den största delen av kvicksilver tas upp via födan. Fisk tar upp ca 90% av den totala mängden kvicksilver via födan och resten via det omgivande vattnet med hjälp av bl. a gälarna. Väl inne i organismen transporteras $Hg^{2+}$ med proteiner i blodet och lagras sedan i lever och njurar. Metylkvicksilver har en fettlöslig karaktär vilket gör att det sätter sig i kroppens alla vävnader.[4] Metylkvicksilvret har en förmåga att passera genom cellernas membran och sedan binda extremt hårt till svavelgrupper i enzymer.[7] $Hg^{2+}$ går relativt snabbt ut ur lever och njurar för att lämna organismens kropp, jämfört med metylkvicksilver som stannar i organismen en mycket längre tid.[4] Anrikning av metylkvicksilvret sker därför mycket lättare än av $Hg^{2+}$.[7]

Den biologiska halveringstiden för metylkvicksilver i människa är ca 70 dagar och hos gädda kan den uppskattas till ca två år.[9] Exkretion av den totala kvicksilvermängden sker inte lika snabbt som det tas upp, därför blir kvicksilverkoncentrationen högre ju äldre organismen blir.[10] Kvicksilverhalterna blir därför större ju högre upp i näringskedjan man kommer, störst är den hos toppkonsumenterna, såsom gädda och havsörn.[7]

För människan är det riskabelt i längden att få i sig kvicksilver. Detta kan ske bl. a genom födan vi äter och tandamalgam.[11] Metylkvicksilver kan passera den annars skyddande blod-hjärn barriären och medför då skador på centrala nervsystemet. Kvicksilver har även negativa effekter på hjärt-kärlsystemet, immun- och reproduktionssystemet och njurarna. Fostret hos en gravid kvinna är särskilt känsligt pga. att metylkvicksilver lätt passerar moderkakan och kan ge upphov till grava hjärnskador. Man har under senare år kunnat visa att kvicksilver i tandamalgam hos gravida kvinnor passerar över till fostren.[11] I Sydamerika används smält kvicksilver i utvinningen av guld. De metalliska kvicksilverångorna som lätt sprids bland befolkningen leder till förlamningar och fosterskador.[3]

## Gränsvärden och rekommendationer

År 1991 beslutade Statens Livsmedelsverket (SLV) att slopa svartlistning av sjöar.[12] Begreppet svartlistning innebar att det varken fick saluföras eller ges bort fisk från sjöar där kvicksilverhalten i genomsnitt var högre än 1,0 mg /kg.[13] EU-kommissionen har år 2001 satt gränsvärdet 1 mg Hg/kg för saluföring av viss fisk. Bland dessa är arter som förekommer i Stockholms län gädda och ål. För övrig fisk och fiskvaror är gränsvärdet 0,5 mg Hg/kg.[14]

Världshälsoorganisationen (WHO/FAO) har för vuxna, utom gravida kvinnor, fastställt ett tolerabelt veckointag av kvicksilver på 0,3 mg totalt, varav högst 0,2 mg i form av MeHg.[15]

Livsmedelsverket (SLV) har satt upp vissa kostrekommendationer för fisk. Gravida och ammande kvinnor samt kvinnor som planerar att snart skaffa barn bör enligt dessa avstå från att äta gädda, abborre, gös, lake, ål och stor hälleflundra. Övriga personer bör inte äta dessa fiskarter mer än en gång i veckan. Fisk och fiskprodukter som alla kan äta är sådan fisk som är fångad i öppet hav, torsk och plattfisk från Östersjön, odlad fisk och fiskprodukter som t ex fiskbullar, fiskpinnar och sillprodukter.[16]

## Miljömål

Ett miljökvalitetsmål som Sveriges riksdag har satt är att vi ska uppnå en giftfri miljö. Detta innebär att miljön ska vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. För att vi ska uppnå detta finns det nationella delmål som gäller hela landet. De olika Länsstyrelserna m fl. anpassar och konkretiserar de nationella delmålen till regionala mål som gäller de olika länen.

De regionala målen för Stockholms län genomgår nu en revidering och förväntas bli klara våren 2005. I länet gäller just nu tre regionala mål för kvicksilver, enligt Miljövårdsprogrammet 2000 [17]:

att den av människor orsakade tillförseln av metaller och organiska miljögifter i tätortsmarken och de urbant påverkade sjöarnas och kustvattnens bottensediment ger inte upphov till giftiga mark- och bottenmiljöer för de växter och djur som normalt hör hemma där

att halterna av organiska miljögifter i vattenmiljön är så låga att rovfisk, säl, havsörn och andra djur högt upp i näringsväven utan risk för sjukdom och fortplantningsstörningar kan leva på sina naturliga bytesdjur

att kvicksilverhalten i fisk inte får överstiga 0,5 mg/kg

## Kvicksilver i luft, mark och vatten

Ungefär hälften av det kvicksilver som avges till atmosfären består av det elementära kvicksilvret ($Hg^0$) och resten av oxiderade former.[1] $Hg^0$ och de oxiderade formerna transporteras olika länge i atmosfären på grund av olika uppehållstid i luft, de oxiderade formerna har en uppehållstid på dagar till veckor medan det för $Hg^0$ är fråga om månader till år. Runt industrialiserade och tätbefolkade områden är det ofta både högre kvicksilverhalter plus förhöjda halter av oxiderande föreningar. Det bildas då oxiderade former av kvicksilver som ju har kortare uppehållstid i atmosfären. Dessa områden får därför en högre deposition av kvicksilver.[1]

Kvicksilvernedfallet över Sverige härrör inte bara från lokala källor utan kommer också i stor utsträckning från industriutsläpp på den Europeiska kontinenten men även ifrån andra världsdelar.[1]

Kvicksilvret faller ner på marken genom antingen våt- eller torrdeposition. Våtdeposition av kvicksilver innebär att det faller ner till marken med nederbörd. Torrdeposition kan exempelvis vara kvicksilver som binder till partiklar i atmosfären och sedan faller ner till marken. Det kan tas upp ur marken av växternas rötter eller direkt via växternas klyvöppningar.[1]

Det deponerade kvicksilvret fastnar i stor utsträckning i skogs- och torvjordarnas översta, biologiskt mycket aktiva skikt, mårskiktet.[7] När kvicksilvret kommer ner till mårskiktet binder det mycket starkt till organiskt material, så kallade humuspartiklar.

Mårskiktet kan betraktas som ett filter mellan det atmosfäriska nedfallet av kvicksilver och det naturligt förekommande i djupare jordlager. Den halt som finns längre ner i markprofilen beror främst på vilken berggrund det är medan det övre markskiktet i huvudsak tar emot atmosfärisk deposition. Mårskiktets kvicksilverbemängda humuspartiklar rinner sedan ut i grundvattnet eller ytvattnet och når i sista hand sjöar och hav.[7]

Kvicksilver kan tillföras vatten antingen genom atmosfärisk deposition av katjoner direkt på vattenytan eller bundet till humuspartiklar i tillrinningsvattnet. I form av metylkvicksilver tillförs det delvis från sjöns tillrinningsområden men produceras även internt i sjöarna.[1] Hur mycket kvicksilver som tillförs varierar beroende på sjöns storlek, tillrinningsområdets storlek och sjöns karaktär.[18]

Näringsfattiga sjöar med lågt joninnehåll, dvs. låg konduktivitet, är ofta rika på kvicksilver. Sjöar med högt joninnehåll är oftast näringsrika och högproduktiva. Detta innebär stora mängder organiskt material som kvicksilvret skall fördelas över och kvicksilverhalten i vattnet blir följaktligen låg, vilket kallas biologisk utspädning.[5]

## Kvicksilver i fisk och djurplankton

Marklund[19] antar att utsläppen av kvicksilver till luft har minskat dramatiskt sedan mitten på 1970-talet. Likaså säger Naturvårdsverket[20] att kvicksilverhalten i luft har minskat mellan slutet av 60-talet och slutet på 80-talet. I dessa studier visar det sig att detta inte hade någon tydlig effekt på kvicksilverhalten i fisk i många sjöar. Enligt Lindeström[21] så behöver inte alltid kvicksilverhalten i en sjös vatten och sediment påverka biotan. Även om det finns höga halter i en sjös vatten eller sediment betyder inte det att fisken i sjön har höga kvicksilverhalter. Generellt sett kan man dock förvänta sig att ju mer näring och lösta joner som vattnet innehåller desto lägre är kvicksilverkoncentrationen i fisk.[5]

Humuspartiklar som innehåller kvicksilver kommer att sedimentera, transporteras nedströms i vattensystemet eller bli kvar i sjöns vattenmassa.[22] Bakterier som utnyttjar humuspartiklarna som föda tar också upp kvicksilvret och vid vissa förutsättningar bildar de biotillgängligt metylkvicksilver. Dessa förutsättningar är bl. a tillgång på kvicksilver, klimatet, vattnets karaktär och sjöns ekologiska näringsväv. Vattnets karaktär påverkar de mikrobiella processer som styr produktionen av metylkvicksilver.[23] Viktiga faktorer som spelar in är bl. a halten av humus och näringsämnen[21], trofinivå, pH-värden[1], kalkningsåtgärder samt halten av förorening[21]. Det kvicksilver som kommer in i näringskedjan är framför allt det som finns i vattenmassan.[22]

Dessa faktorer påverkar även huruvida fisken har en hög eller låg kvicksilverhalt. I regel så ökar kvicksilverhalten i fisk också med vikt, längd och ålder. Könsmognad gör även den att kvicksilverhalten ökar.[23] Detta är som synes ett mycket komplext område där ett flertal faktorer spelar in. Mellan fiskarter varierar kvicksilverhalterna i en sjö och även inom en och samma fiskart.[21] Man kan grovt räkna med att kvicksilverhalterna anrikas med ungefär tre gånger per steg i näringskedjan.[22]

Kvicksilverhalterna i insjöfisk varierar över landet.[19] Det är också variation i kvicksilverhalt i insjöfisk mellan sjöar i mindre skala. Meili m fl[23] visar i sin rapport ”Kvicksilver i fisk och födodjur i 10 skånska sjöar år 2002” att kvicksilverhalten i skånsk insjöfisk varierar minst 10-faldigt mellan sjöar, från mindre än 0,1 till över 1,0 mg/kg hos 1kg-gäddor.

För att motverka betydelsen av omgivningsfaktorer försöker man standardisera undersökningsmaterialet. Till undersökningen tas fisk av samma art och i möjligaste mån av samma kön, ålder och vikt. Detta görs för att diverse omgivningsfaktorer ska spela in så lite som möjligt när man jämför undersökningsmaterialet. För att kunna

fastställa skillnader i kvicksilverhalt räcker det inte med att undersöka ett fåtal fiskar och vid enstaka undersökningstillfällen. För att få fram ett bra undersökningsmaterial behöver man titta på vilken fiskart som är tillgänglig.[21]

Enligt Meili m fl[23] stämmer planktondjurs kvicksilverhalter väl in med olika fiskars halter. Halterna i planktondjur (torrvikt) är ca 5-6 gånger lägre än 1kg-gädda (våtvikt). Haltvariationerna mellan olika arter inom en sjö följer vissa kända mönster, vilket gör att det är möjligt att beskriva en organisms kvicksilverhalt genom en annan organisms.[23] Förekomsten av planktondjur kan dock ha stora variationer beroende på hur förhållandena i vattnet ändras.[21] Denna variation kan väntas vara liten under sommarmånaderna och störst under vår och höst när vattenskiktning och tillrinning är mest markant. Provtagningen/beredningen av djurplankton för kvicksilveranalys är enkel och kostnadseffektiv men är dock inte etablerad ännu. Meili m fl[23] anser det vara tillräckligt lovande för att provas framöver.

## Sjöar och vattendrag i Stockholms län

Stockholms län har ett landskap som varierar mellan dalgångar, slättbygder, skogar och hällmarker. Detta sprickdalslandskap gör att det finns många små sjöar och vattendrag i länet. I länet finns cirka 850 sjöar, de flesta är små, mer än hälften av sjöarna är mindre än 10 hektar. Bara tre sjöar har en yta större än 1000 hektar. Dessa är Mälaren, Erken (Norrtälje) och Yngern (Södertälje). De näringsrika sjöarna finns i dalgångarna och i slättbygderna medan de näringsfattiga sjöarna finns i höjdlägena.[24]

Sjöar som ligger högt upp i ett vattensystem har vanligen en mer svårvittrad omgivning och är därför näringsfattiga. Dessa sjöar har generellt sett höga kvicksilverhalter. De med låga kvicksilverhalter är de näringsrika sjöarna med mycket vittrat material i form av sediment. Dessa sjöar ligger ofta i dalgångar och närmare havet.[5]

Den senaste inlandsisen spred kalkrika avlagringar över länet. Till följd av detta finns de flesta försurade sjöarna i länets södra del eftersom inlandsisen inte var kvar där lika länge som i de norra delarna.[24] Sjöarna i södra delen av Stockholms län är generellt omgivna av kalkfattiga jordar och därmed är sjöarna också näringsfattiga. Dessa sjöar uppvisar därmed vanligen högre kvicksilverhalter i fisk. Sjöarna i norra delen av länet är framförallt omgivna av kalkhaltiga lerjordar, är därför näringsrika och har lägre kvicksilverhalter i gädda och abborre.[5]

## Kvicksilverhaltens trender i svensk fisk

### Sverige

Kvicksilverhalten i insjöfisk antas ha ökat radikalt i Sverige under 1900-talet.

De svenska kvicksilverutsläppen minskade dock drastiskt under mitten av 70-talet till mitten av 1980-talet.[19] År 1991 rapporterade Naturvårdsverket[20] att nedfallet av atmosfäriskt kvicksilver i Sverige hade minskat sedan slutet på 1960-talet. Dock kunde inte någon minskning i kvicksilverhalter i fisk skönjas mellan åren 1975 och 1991 utan snarare en ökning i halterna.[20]

På 1980-talet bedömdes kvicksilverhalterna i enkilosgädda ha ökat med en faktor omkring fem jämfört med de naturliga halterna, som ligger på mellan 0,05 till 0,3 mg Hg/kg.[20] Enligt Marklund[19] låg kvicksilverhalterna i fisk i Sverige under 1980-talet på mellan 0,5 till 1,2 mg/kg. Bara i den nordligaste delen av landet låg kvicksilverhalten på en nivå som kan jämföras med den ursprungliga bakgrundshalten.[20]

I en sammanställning som Naturvårdsverket gjorde 1998 visade det sig dock att från perioden 1981-1988 till perioden 1988-1995 hade kvicksilverhalten i fisk gått ner med 20%. Detta visar att variationerna i kvicksilverhalt kan vara stora år från år och det tar mycket lång tid innan en minskning går att fastställa.

### Svealand och Stockholms län

1991-92 utförde Länsstyrelsen i Stockholms län en undersökning där gädda och abborre och gädda studerades i 59 sjöar.[5] Endast fyra av sjöarna som gädda hade fiskats i hade kvicksilverhalter överstigande gränsvärdet 1 mg/kg. Det är sjöarna Älggreten, Turingen, Stensjön och Öran. Av totalt 49 st. sjöar som det hade fiskats gädda i var det 30 st. sjöar som hade kvicksilverhalter som understeg det nationella långsiktiga miljömålet, 0,5 mg Hg/kg våtvikt. Kvicksilverhalterna i abborre var generellt låga. Endast sjö Tärnan i Vallentuna kommun översteg miljömålet med halten 0,55 mg/kg.[5]

Kvicksilver- och kadmiumhalten i Mälarens fiskar är lägre än i flertalet andra stora sjöar i landet, och betydligt lägre jämfört med skogssjöar. Troligtvis beror detta på att Mälaren i många delar är en ganska näringsrik sjö. Metallerna binds upp i den stora biomassan och blir mindre tillgängliga för fisken och dess bytesdjur. Kvicksilverhalten i gädda från Mälaren ligger på den nivå som anses vara naturlig för svenska vatten. Gränsvärdet för att sälja fisk ligger ungefär fem gånger högre. Även kvicksilverhalten i ål är jämförelsevis mycket låg i Mälaren.[25]

2001-2002 utfördes kvicksilveranalys i gäddor ifrån Kaggfjärdskusten och 10 st. sjöar i Botkyrka kommun. Kvicksilverhalterna varierade mycket mellan sjöarna, från väldigt låga till väldigt höga värden. Högsta kvicksilverhalter hos gädda hade sjöarna Brosjön, Tullingesjön och Getaren. De högsta halterna i dessa sjöar låg mellan 1,41-0,72 mg Hg/kg. Lägst halt hade sjöarna Malmsjön och Utterkalven med lägsta halterna 0,09 och 0,31 mg Hg/kg. Vid jämförelse med tidigare gjorda undersökningar i fyra av sjöarna, hade halterna där inte sjunkit snarare ökat något.[18]

Koncentrationen av kvicksilver i abborre, gädda, lake och gös från kustområdena Forsmark, Gräsö, Herräng, Galtfjärden, Brunskär, Ornö och Aspöja undersöktes under perioden 1996-1999. Medelhalterna låg i intervallet 0,1–0,3 mg/kg på alla lokaler utom Gräsö och Forsmark som hade medelhalter på 0,3-0,5 mg/kg. Av Naturvårdsverket betecknas kvicksilverhalterna som något förhöjda på lokalerna Gräsö och Forsmark, men som mycket låga halter på de övriga platserna. Inga värden överskred Livsmedelsverkets kostrekommendationer.[26]

### Övriga delar av Sverige

Det utfördes 2002 en undersökning om kvicksilver i gädda, abborre och mört och deras födodjur i 10 skånska sjöar. Medelvärdena för arterna varierar mycket mellan sjöarna. Halterna i 1kg-gädda varierar mellan 0,05 och 0,9 mg/kg våtvikt, i 10g-abborre mellan 0,01 och 0,27 mg/kg våtvikt, 10g-mört mellan 0,02 och 0,27 mg/kg våtvikt och zooplankton mellan 0,04 och 0,23 mg/kg torrsubstans. 2002 var halterna i småfisk 1-2 gånger större än motsvarande halter sensommaren 2000. Det är dock inte troligt att en så kraftig ökning under så kort tid visar på en långsiktig trend. Vad det snarare rör sig om är mellanårsvariationer med naturliga eller metodiska orsaker.[23]

I Fiskeriverkets rapport 2000:2 [26] har resultat av tidigare undersökningar gjorda i Östersjöns skärgårdsmiljöer under 1990-talet sammanställts. De sammanställda undersökningarna var ifrån Råneå, Luleå, Holmöarna, Gävlebukten, Stockholms stad, Kvädöfjärden, Piteå, Iggesund och Nyköping. Av dessa var det endast Gävlebukten som låg på en högre halt för både abborre (0,66 mg/kg) och gädda (0,63 mg/kg). De andra områdena hade en halt på mellan 0,03 till 0,13 för abborre och 0,09 till 0,35 för gädda. Vid denna undersökning är det en minskning från 1992-års 0,13 till 1997-års 0,07 mg/kg i abborre generellt men i gädda en ökning från 0,13 (1992) till 0,33 mg/kg (1997)(utan Råneå på 0,35 ligger halten ungefär på samma nivå, 0,16 mg/kg).[26]

I Piteå skärgård hade de 1993 en genomsnittlig kvicksilverhalt som med god marginal ligger under Livsmedelsverkets gränsvärde för saluhållning ska tillåtas - 1 mg Hg/kg. Inget av de genomsnittliga värdena översteg 0,25 mg/kg.[27]

I Gävleborgs län där punktutsläpp av kvicksilver tidigare tog plats, gjordes 1996-98 en undersökning av kusterna där det visade sig att kvicksilverhalten i strömming hade sjunkit signifikant från 1980 fram till 1996. Vid 1997-98 ökade nivåerna dock till de nivåer som rådde i början av 1980-talet (1997: 86 ng/g, 1998: 87 ng/g).[28]

## Slutsats

Tillgången på material som rapporter och skrifter har varit begränsad bland annat på grund av tidsbrist. Dock har det kunnat skönjas att variationerna i kvicksilverhalt kan vara stora år från år och det tar mycket lång tid innan en minskning går att fastställa. Det är svårt att från de rapporter och skrifter som hittats dra slutsatser om hur kvicksilverhalten i svensk fisk ligger idag, men eventuellt kan en minskning skönjas.

## Referenser


1. Fellbrink L (2002) ”Kvicksilverhalten i gädda i Västerbottens sjöar” Examensarbete vid Umeå universitet och Länsstyrelsen Västerbottens län
2. Naturvårdsverkets hemsida: www.naturvardsverket.se *”Kvicksilver” uppdat. 2004-02-09*
3. Baltscheffsky S, Hygstedt B (2004) ”Lucka i lagen tillåter export av kvicksilver” Svenska dagbladet 2004-05-10. Länk: www.svd.se/dynamiskt/ettan/did 7442110.asp#
4. Meili M. (1991) ”Mercury in boreal forest lake ecosystems” Uppsala Universitet ISBN 91-554-2774-X
5. Sonesten L. (1993) ”Kvicksilver i gädda och abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992” Länsstyrelsen i Stockholms län, Miljövårdsenheten, Rapport 1993:19
6. College of Biological Science - Ohio state USA: www.biosci.ohio_state.edu/~mgonzales/Micro52/24.html
7. Skyllberg U. (2003) ”Kvicksilver och metylkvicksilver i mark och vatten” Fakta –skog, nr 11
8. Lindeström L, Regnell O. (1988) ”Om faktorer som påverkar kvicksilverhalten i fisk” Miljöforskargruppen litteraturstudie MFG S-8806
9. Karlshamns kommun (1991) ”Projekt kvicksilverundersökning i fisk i Karlshamns kommun” Rapport (inget nr)
10. Lindeström L. (2001) ”Mercury in sediment and fish communities of lake Vänern, Sweden: Recovery from contamination” Royal Swedish Academy of Sciences, Ambio Vol 30 no 8 s. 538-544
11. Berglund M, Vahter M. (2003) ”Miljögifter hämmar hjärnans utveckling” Formas tidning Miljöforskning nr 3/03 s. 14-16
12. Lennartsson T. (1992) ”Undersökning av kvicksilverhalten hos gädda i sjöarna och utmed kusten i Kalmar län” Kalmar läns luftvårdsförbund, Rapport (inget nr)
13. Håkansson L, Andersson P, Andersson T, Bengtsson Å, Grahn P, Johansson J-Å, Jönsson C-P, Kvarnäs H, Lindgren G, Nilsson Å. (1990) ”Åtgärder mot höga kvicksilverhalter i insjöfisk” Naturvårdverket, Rapport 3818
14. EU-kommissionens förordning (2001) nr 466/2001
15. Berglund M (2002) ”Exponeringsmätningar av kvicksilver och kadmium inom den nationella miljöövervakningen” Nationellt miljögiftseminarium 2002
16. Statens Livsmedelsverks hemsida (SLV): www.slv.se ”Fiskkonsumtion” upp dat 2002-05-14.
17. Länsstyrelsen i Stockholms län, Kommunförbundet Stockholms län, Stockholms läns Lansting (2000) ”Stockholms läns Miljövårdsprogram” ISBN-87089-50-5

18. Botkyrka kommuns Miljöförvaltning (2003) ”Kvicksilver och bromerade flamskyddsmedel i gädda från sjöar i Botkyrka kommun” Rapport 2003:1

19. Marklund H. (1998) ”Miljötillståndet i sjöar och vattendrag” Statistiskt Meddelande NA 39 SM 9801

20. Hellner C, Håkansson L, Johansson K. (1991) ”Kvicksilver i Sverige – problem och åtgärder” Naturvårdsverket informerar ISBN 91-620-1101-4

21. Pers. medd. Lennart Lindström tele 0554-411 20, lennart.lindeström@svenskmkb.se

22. Meili M. (1992) ”Kvicksilver i Svenska sjöar” Länsstyrelsen Gävleborg, Rapport 1992:2

23. Meili M, Kärrhage P, Borg H (2003) ”Kvicksilver i fisk och födodjur i 10 skånska sjöar år 2002” Stockholms universitet – Institutet för tillämpad miljöforskning (ITM), Länsstyrelsen i Skåne län, Rapport (inget nr)

24. Länsstyrelsen i Stockholms län: www.ab.lst.se ”Sjöar och vattendrag” upp dat 2002-11-28

25. Lindeström L. (2003) ”Fisk från Mälaren – bra mat”, broschyr från Mälarens Vattenvårdsförbund (sammanfattning av Lindeströms ”Mälarfisk – innehåll av metaller och stabila organiska ämnen 2001”, rapport F 01/35:2), broschyren finns att hämta på Mälarens Vattenvårdsförbund webbplats, www.vasteras.se/malarensvattenvardsforbund .

26. Sandström O. (2000) ”Kvicksilver i kustfisk” Fiskeriverket, Rapport 2000:2

27. Blomkvist D, Ljungqvist P. (1993) ”Stabila organiska miljögifter och tungmetaller i gädda från Piteå Skärgård” Länsstyrelsen i Norrbottens län och Piteå kommun, Rapport nr 5/1993

28. Granström P. (2000) ”Miljögifter i strömming – tungmetaller och klororganiska miljögifter i strömming längs kusten i Gävleborgs län 1996-1998” Länsstyrelsen Gävleborg, Rapport 2000:5

## Information från internet

Food and Agriculture Organisation (FAO): www.fao.com

World Health Organisation (WHO): www.who.com