

Kvicksilver i fisk

Kronobergs län

1997-2012



LÄNSSTYRELSEN
I KRONOBERGS LÄN

Kvicksilver i fisk

Kronobergs län 1997-2012

ISSN 1103-8209, Meddelande nr 2012:24

Text: Johan Martinsson

Omslagsbild: Henric Linge, *Abborrar från provfiske*

Utgiven av



Innehåll

Inledning	4
Utsläppskällor och spridningsvägar	4
Kvicksilvrets kretslopp	6
Effekter av kvicksilver på hälsa och miljö	7
Material och metoder	9
Kvicksilver i abborre	9
Kvicksilver i gädda	9
Abiotiska faktorer	9
Effekter av stormfälld skog på kvicksilverhalter i fisk	10
Resultat & diskussion	11
Kvicksilver i abborre	11
Kvicksilver i gädda	15
Abiotiska faktorer	16
Effekter av stormfälld skog på kvicksilverhalter i fisk	20
Utvärdering av metodik	21
Referenser	22
Bilaga 1 - Tabeller	22

Inledning

Kvicksilver är en hälsovådlig och miljöfarlig tungmetall som är naturligt sällsynt i naturen. I Sverige råder sedan 1 juni 2009 totalt förbud mot all användning av kvicksilver. Kvicksilver förekommer dock fortfarande i landet bl.a. i tandutfyllningar och som lagrat kvicksilver i mark. Den största källan för kvicksilverutsläpp utgörs globalt sett av förbränning av fossila bränslen, framförallt kol. Kvicksilvret färdas långväga med luftströmmar och faller sedan ner över land och hav, bara i Sverige motsvarar nedfallet 4,2 ton per år (Kemikalieinspektionen, 2004). I Sverige släpps det årligen ut 0,5 ton kvicksilver till luft, dessa utsläpp kommer främst från el- och värmeproduktion (figur 1) (Naturvårdsverket, 2012).

Höga halter av kvicksilver i insjöfisk har länge varit ett problem i Sverige. Både nedfallet och utsläppen av kvicksilver har minskat markant under de senaste årtiondena, men nedfallet är fortfarande alltför stort (Länsstyrelsen i Jönköping, 2011).

I naturen kan sedan oorganiskt kvicksilver omvandlas till metylkvicksilver. Metylkvicksilver är en mycket giftig organisk molekyl som lättare ackumuleras i levande material (biotillgänglighet) än det oorganiska kvicksilvret. På grund av dess höga biotillgänglighet hamnar sedan mycket av metylkvicksilvret i biota där det ackumuleras och koncentreras till höga koncentrationer i bl.a. rovfisk. Intag av rovfisk med höga kvicksilverkoncentrationer från insjöar kan orsaka fosterskador och skada det centrala nervsystemet hos människa. Det är även ett hot mot miljö och biodiversitet när en näringskedja blir förgiftad av kvicksilver.

Sjöar som övervakas regelbundet kallas för trendsjöar eller referenssjöar. Dessa sjöar är i regel mänskligt opåverkade och utgör därmed en värdefull miljö för mätningar av bakgrundshalter av miljögifter och tungmetaller. I Kronobergs län har man i både nationella och regionala trendsjöar mätt kvicksilverhalter i insjöfisk sedan 1960-talet, först med gädda som referensdjur, men sedan 1990-talet har även abborre använts.

Undersökningen ingår som en del i länets miljöövervakningsprogram. Resultaten utgör underlag för miljömålen *giftfrimiljö*, *levande sjöar och vattendrag* och *bara naturlig försurning*.

Denna rapport presenterar resultaten av många års kvicksilvermätning i länets sjöar. Rapporten syftar till att belysa kvicksilverproblematiken i länets mark och vatten, dels genom att diskutera de slutsatser vi kan dra av flera års mätserier av kvicksilver i fisk och dels genom att diskutera om metoden för miljöövervakningen av kvicksilver ger ett adekvat resultat. I rapporten diskuteras även huruvida stormen "Gudrun", genom urlakning av organiskt bundet kvicksilver, haft effekt på kvicksilverhalten i fisk.

Utsläppskällor och spridningsvägar

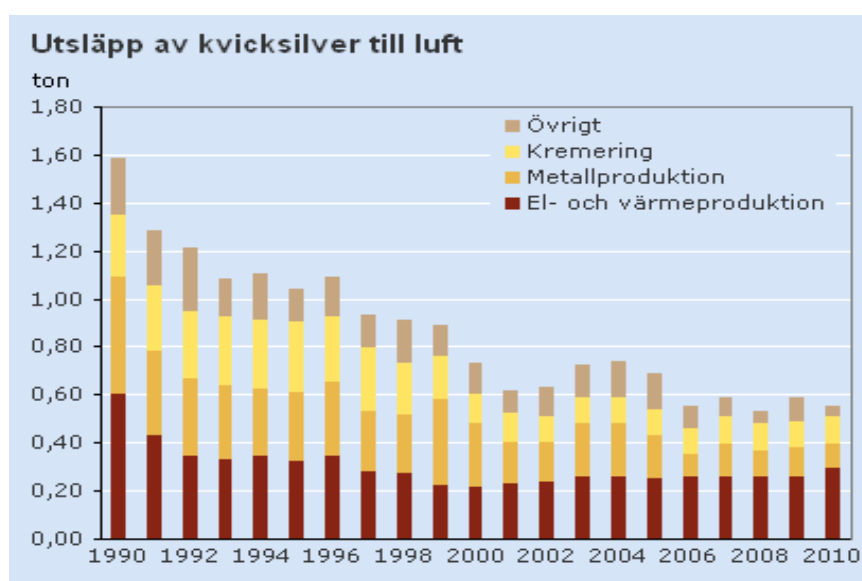
Regeringen beslutade den 15 januari 2009 om ett allmänt förbud mot användning av kvicksilver, samt varor som innehåller kvicksilver. Beslutet trädde i kraft den 1 juni 2009. FN:s miljöprogram (UNEP) har fått i uppdrag av världens länder att utveckla en bindande konvention

för minskning av globala kvicksilverutsläpp. Konventionen ska omfatta åtgärder mot direkta utsläpp till luft från t.ex. användning av kvicksilver, industriella processer och kolförbränning. Konventionen ska vara färdig till 2013 och kommer vara bindande för de länder som ratificerar den.

Trots dessa politiska och juridiska insatser är nedfallet av kvicksilver fortfarande alltför stort över Sverige, ca 4,2 ton per år. Det beror främst på långväga lufttransporter från kolförbränning i övriga Europa men även från andra delar av världen. Inhemska utsläppskällor är bl.a. smältverk, förbränning av produkter som innehåller kvicksilver och krematorier (Kemikalieinspektionen, 2012). Under 1900-talets första hälft använde man metylkviksilverföreningar mot svampangrepp på utsäde, detta ledde till att man på 1950-talet började observera döende och sjuka fåglar och gnagare (Regnell, O. 1995). 1965 förbjöd man i Sverige användning av metylkviksilver för att konservera utsäde (Regnell, O. 1995).

När väl kvicksilvret hamnar på marken kan det utlakas till vatten drag och sjöar, man har visat att skogsbruket kan öka utlakningen av kvicksilver till vatten med 10-25 % (Bishop et al. 2009). Detta beror på att grundvattennivån höjs när skogen avverkas samt att skogsmarken körs sönder vilket gör urlakning av kvicksilver mer effektiv (Allan et al. 2009; Hellsten et al. 2009). Den förhöjda grundvattennivån bidrar även till att fler syrefattiga akvatiska miljöer skapas och därmed ökad metylering av kvicksilver (Allan et a. 2009).

Även om nedfallet av kvicksilver har minskat markant de senaste årtiondena är det inte tillräckligt för att kvicksilverhalterna inte ska öka i miljön (Wängberg och Munthe, 2007). I skogsmarkens översta lager ökar till exempel kvicksilverhalterna med 0,5 % årligen (Kemikalieinspektionen, 2012). En uppskattning från Naturvårdsverket visar att nedfallet av kvicksilver måste minska med 80 % för att vi i framtiden ska nå halter i konsumtionsfisk som inte överskrider WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg kvicksilver/kg fisk.



Figur 1. Sveriges utsläpp av kvicksilver till luft, 1990-2010. Från Naturvårdsverket 2012.

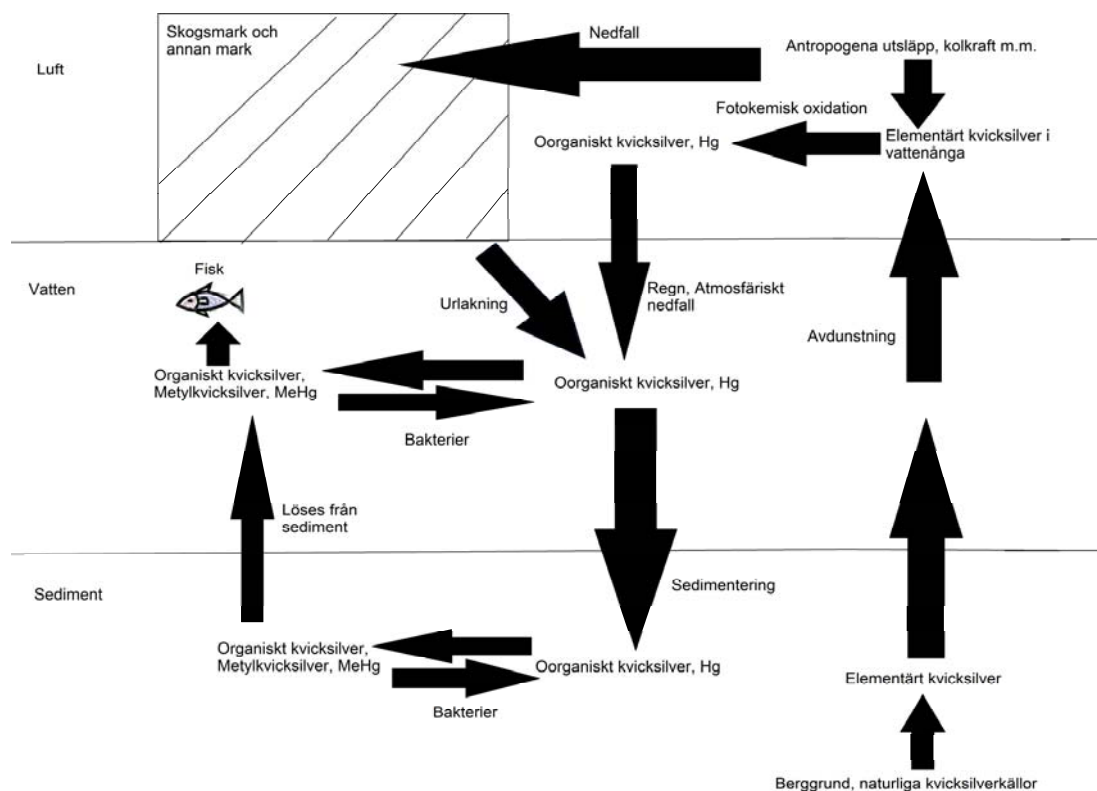
Idag överskrider ca hälften av Sveriges totalt 100 000 sjöar detta gränsvärde. EU:s vattendirektiv förordar dock ett gränsvärde på 0,02 mg/kg våtvikt, detta gränsvärde gäller dock för all fisk och alltså inte bara för konsumtionsfisk som WHO/FAO:s gränsvärde gör. Det är därmed en övervägande majoritet av de svenska sjöarna som inte uppnår EU:s gränsvärde. Den naturliga bakgrundhalten av kvicksilver i fisk från svenska sjöar uppskattas vara mellan 0,05-0,2 mg/kg (Berg et al. 1967).

Kvicksilvrets kretslopp

Kvicksilver når främst miljön genom två vägar, antropogena luftburna utsläpp från t.ex. kolkraftverk och naturlig utlakning av kvicksilverinnehållande berggrund. I atmosfären kan sedan det elementära kvicksilvret omvandlas till oorganiskt kvicksilver genom fotokemisk oxidation. Kvicksilvret kan sedan falla ner över mark och vatten genom regn eller nedfall (figur 2).

Kvicksilvret hamnar sedan i det akvatiska systemet. Här kan det genom anaeroba bakterier omvandlas till det betydligt giftigare metylkvicksilvret eller sedimentera. I både sediment och i vatten kan oorganiskt kvicksilver metyleras till metylkvicksilver, det krävs dock mycket låga syrehalter och hög temperatur, en stor del av metyleringen sker därför under sommarhalvåret i skiktade sjöar (Regnell, O. 1995).

Metylerat kvicksilver kan sedan lätt tas upp av biota och bio-koncentreras/-ackumuleras uppåt i näringskedjan.



Figur 2. Schematisk bild över kvicksilvrets kretslopp. Pilarnas storlek är inte proportionerlig med transportererna.

Vattenfärg och totalkoncentrationer av organiskt kol (TOC) har ökat signifikant i landets vattendrag under ett tiotal år. Detta är oroande eftersom man sett ett samband mellan ökande kvicksilverhalt i fisk och ett allt brunare vatten (Hongve et al. 2012). Det är inte helt fastställt vad ökningen i vattenfärg och TOC beror på, men det kan förklaras av den kraftiga reducering av nedfall av försurande ämnen som pågått i Sverige i ett antal årtionden (Hongve et al. 2012).

TOC och vattenfärg består och utgörs av humusämnen vilka är stora laddade organiska molekyler som kommer från nedbrytningsprocesser av bl.a. cellulosa och lignin. När vi i Sverige på 1960- och 70-talen hade kraftigt sura regn över landet låg dessa ämnen stabilt i marken pga. den jonbindning som uppstod av de höga koncentrationer joner som fanns i regnet bl.a. vätejoner, sulfatjoner, aluminiumjoner och baskatjoner. När det sura regnet sedan upphörde på 1980- och 90-talet minskade jonbindningen till marken och humus kunde i större utsträckning transporteras till sjöar och vattendrag (Hongve et al. 2012). Även klimatförändringar tros leda till ökande halter av TOC och humusämnen i vatten, med ett allt blötare och varmare klimat kommer mer organiskt obundna partiklar att transporteras till vattendrag och sjöar.

Humusämnen är kända för att komplexbinda till vissa metaller, däribland tungmetaller som t.ex. kvicksilver. Därmed är humusämnen en viktig transportör av kvicksilver till vatten (Honve et al. 2012).

Effekter av kvicksilver på hälsa och miljö

Det finns mycket vetenskaplig information om metylkvicksilvers effekter hos människa och djur. I Japan och Irak inträffade det under 1950-, 60- och 70-talen händelser som fick många människor att bli förgiftade av kvicksilver. De rapporterade effekterna var i många fall mycket allvarliga med skador på centrala nervsystemet, fosterskador m.m.

Exponering via födan

Av den mat vi konsumerar hittar vi de högsta halterna av kvicksilver i insjöfisk som t.ex. gädda, abborre, gös och lake. Hur mycket kvicksilver man får i sig är på så sätt direkt kopplat till hur mycket och vilken fisk man äter. I regel innehåller stora och äldre fiskar mer kvicksilver än små och yngre. Rovfiskar brukar även ha högre kvicksilverhalter än planktonätande fisk (Livsmedelsverket, 2012).

Inom EU råder det gemensamma gränsvärden för högsta tillåtna kvicksilverhalt i livsmedel som säljs. För fiskprodukter är gränsvärdet 0,5 mg/kg, för vissa fiskarter som t.ex. gädda och ål är gränsvärdet 1,0 mg/kg. För kosttillskott är gränsvärdet 0,1 mg/kg och högsta tillåtna kvicksilverkoncentration i dricksvatten är 0,001 mg/l (Livsmedelsverket, 2012).

Enligt Livsmedelsverket bör man inte äta fisk som kan innehålla kvicksilver mer än 2-3 gånger per år om man försöker bli gravid, är gravid eller ammar. Kvicksilvret överförs till barnet via moderkakan och bröstmjölken. Kostrådet gäller bl.a. abborre, gädda, lake, gös,

färsk tonfisk, hälleflundra, svärdfisk, haj och rocka (Livsmedelsverket, 2012).

Personer som äter egenfångad insjöfisk som t.ex. abborre, gädda, gös och lake mer än en gång per vecka riskerar att på sikt få i sig så höga kvicksilverhalter att det kan skada hälsan (Livsmedelsverket, 2012).

Effekter på centrala nervsystemet hos foster

En uppsjö av epidemiologiska studier har utförts för att utvärdera risken av exponering för metylkvicksilver. På Nya Zeeland utfördes en studie där man upptäckte att barn som i fosterstadiet blivit exponerade för metylkvicksilver hade sämre testresultat med avseende på motoriska, neurologiska och kognitiva funktioner jämfört med barn som vid fosterstadiet haft en mycket låg metylkvicksilverexponering (Livsmedelsverket, 2007).

På Färöarna gjordes en liknande studie på 7-åringar som utsatts för metylkvicksilver som foster (bl.a. via moderns intag av valkött). Man fann ett samband mellan exponering av metylkvicksilver och försämrade testresultat i språk, minne, uppmärksamhet och motorisk funktion.

Ett stort antal liknande studier på djur visar också att exponering av metylkvicksilver kan skada centrala nervsystemet, framförallt under fosterutvecklingen.

Kardiovaskulära effekter

Studier i Finland har visat att män med högt intag av insjöfisk löpte en förhöjd risk att drabbas av hjärtinfarkt jämfört med män med en lägre konsumtion (Livsmedelsverket, 2007).

Det finns dock inga tvärsäkra bevis för att metylkvicksilver skulle ha en negativ påverkan på hjärta och blodkärl. I svenska studier, liknande den i Finland, fann man motsatt resultat; de personer som åt mycket fisk och således hade högre intag av metylkvicksilver löpte lägre risk för hjärtkärlsjukdom än de som hade ett lågt intag av fisk. Detta kan möjligen förklaras med att nyttan av att få i sig fleromättade fettsyror från fisk var större än de negativa effekter som kan uppstå vid exponering av metylkvicksilver (Livsmedelsverket, 2007).

Effekter i miljön

Metylkvicksilver kan bildas av sulfatreducerande bakterier genom omvandling av oorganiskt kvicksilver i syrefattiga miljöer. Syrefattiga miljöer hittar man t.ex. i bottensediment på djupa eller näringsrika sjöar. När det oorganiska kvicksilvret hamnar i denna miljö (från t.ex. luftburet nedfall) omvandlas det genom de sulfatreducerande bakterierna till metylkvicksilver. Metylkvicksilver är mycket mer tillgängligt för biota och börjar nu biokoncentreras i sjöns växtplankton. Djurplankton betar på växtplankton och koncentrationerna av metylkvicksilver i organismerna stiger. Djurplankton äts sedan av planktivora fiskar som t.ex. mört och abborre (< 12 cm) och dessa äts i sin tur av rovfiskar som t.ex. gädda och abborre (>18 cm), rovfåglar och en del däggdjur (SLU, 2008). När metylkvicksilvret har nått den högsta komponenten i näringskedjan är i regel koncentrationen av metylkvicksilvret hög.

Detta innebär att det oftast toppredatorerna i näringskedjan som är exponerade för högst halt metylkvicksilver och tar således störst skada. Exponering av höga halter metylkvicksilver kan leda till död eller skador som kan observeras som okontrollerade muskelryckningar och missbildad eller död avkomma.

Förutom fisk har man i Sverige uppmätt kvicksilver i bl.a. älg, utter, fiskljuse, havsörn, igelkott och rådjur för att nämna några (IVL, 2012).

Material och metoder

Kvicksilver i abborre

Tio stycken 1+ abborre (abborre under sitt andra levnadsår) fångas med nät under juli-augusti vart tredje år (Naturvårdsverket, 1997). Fiskarna skickas till Statens Veterinärmedicinska Anstalt, SVA, där man slår ihop alla fiskar till ett samlingsprov per sjö som sedan analyseras (Brosset, 1987; Fitzgerald och Gill, 1979), detta är möjligt då fiskarna är av samma ålder. Resultaten är inte normaliserade då fiskarna är av samma ålder. Mätningarna omfattar 6 regionala referenssjöar och 6 nationella referenssjöar (figur 3). Fyra kalkade sjöar ingår också i analysen men övervakningen av kvicksilver har i dessa upphört sedan 2009.

Tillgång till tidigare uppmätt data för Fiolen, Hjärtsjön och Gyslättsjön inhämtades via IVLs nationella databas (IVL, 2012). Dessa data är presenterad enskilt då man mätt kvicksilver i äldre fiskar än 1+, detta försvårar möjligheten till jämförelser. Normalisering har inte varit möjlig då fiskens totalvikt inte angetts.

Kvicksilver i gädda

Gäddor har fångats under vinter och vår. Vid varje fångstillfälle har ungefär 10 gäddor fångats och kvicksilverhalter har mätts individuellt. Gäddorna har frysts hela och skickats till SVA för analys av kvicksilver. Man mäter halten kvicksilver i muskel och relaterar det sedan till fiskens våtvikt. Den uppmätta kvicksilverhalten normaliseras sedan till enkilos-gädda genom att dividera kvicksilverhalten med fiskens vikt i kilo. Med det normaliserade värdet kan man lättare jämföra kvicksilverhalter mellan sjöar, värdet reducerar även en del variation som kan bero på fiskens ålder och storlek. Längsta dataserien av kvicksilver i gädda finns från Bolmen i Kronobergs län, det är även en av få sjöar där man fortfarande mäter kvicksilver i gädda, tyngdpunkten i resultat och diskussion kommer därför handla om denna sjö.

Tillgång till tidigare uppmätt data inhämtades via IVLs nationella databas (IVL, 2012).

Abiotiska faktorer

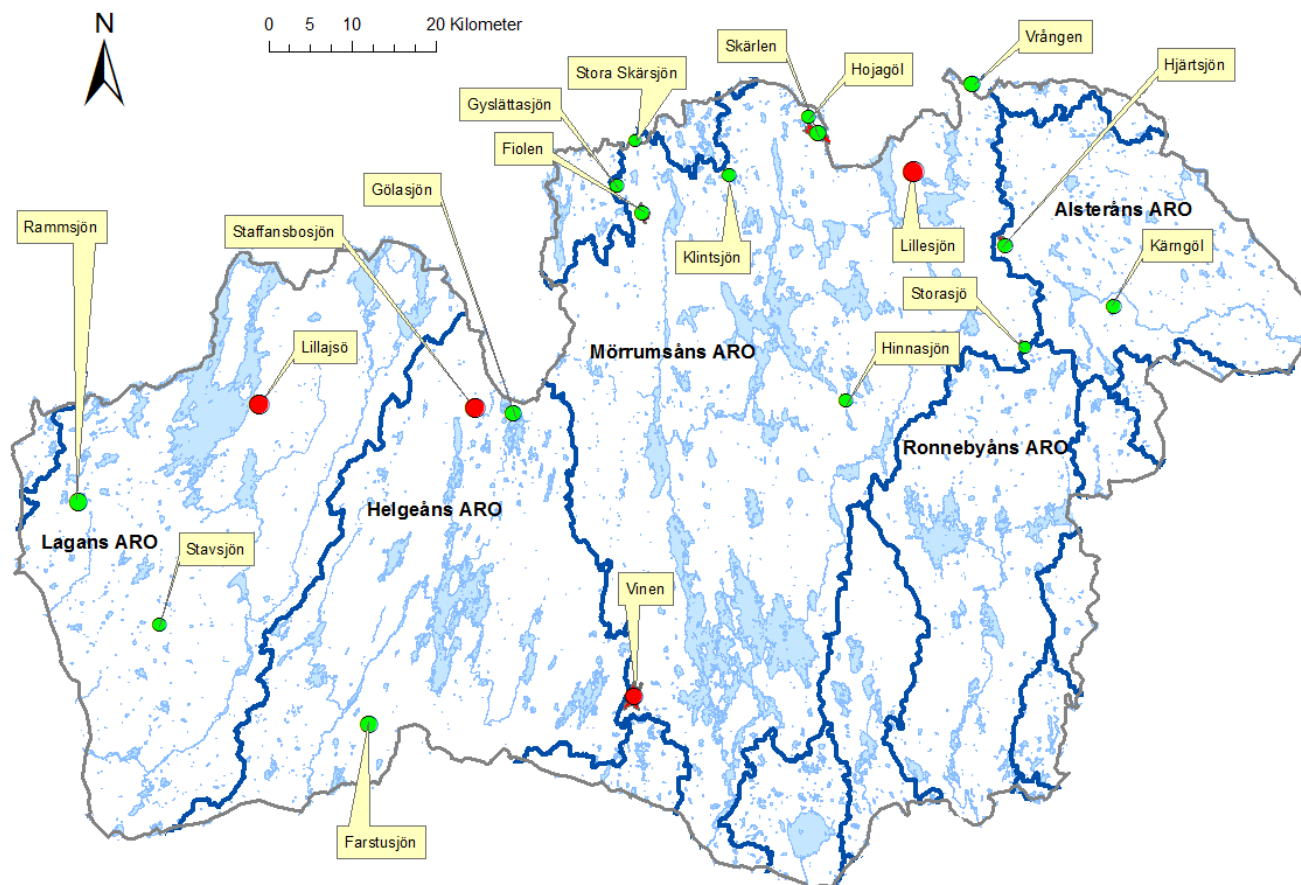
Tidigare studier har visat att det finns ett samband mellan vattenfärg, totalkoncentration av organiskt kol (TOC) och sulfatkoncentration mot kvicksilverhalter i fisk (Hongve et al. 2012). Data från dessa abiotiska parametrar har därför hämtats hos SLU (SLU, 2012) och sedan har

korrelationer utförts mellan dessa och uppmätt kvicksilverhalt (under de år man mätt kvicksilver).

Effekter av stormfälld skog på kvicksilverhalter i fisk

Man har även tidigare kunnat påvisa att skogsbruket bidrar till en ökad urlakning av kvicksilver från marken till sjöar och vattendrag. Det är därför intressant att undersöka sambandet mellan kvicksilverhalt i fisk och arealen stormfälld skog (efter stormen Gudrun 2005) i avrinningsområdet.

Efter stormen Gudrun, januari 2005, togs det flyg- och satellitbilder på uppdrag av Skogsstyrelsen för att analysera hur stora arealer skog som föll i stormen (Skogsstyrelsen, 2005). De stormfällda arealernas storlek har sedan kunnat bestämmas för avrinningsområden. Linjär regression har sedan använts för att undersöka om det finns något statistiskt samband mellan andel stormfälld skog på avrinningsområdet och kvicksilverhalten i abborre. Förändringen av kvicksilverhalt i sjöarna 2, 4 och 7 år efter stormåret, 2005, har sedan ritats mot andel stormfälld skog i avrinningsområdet.

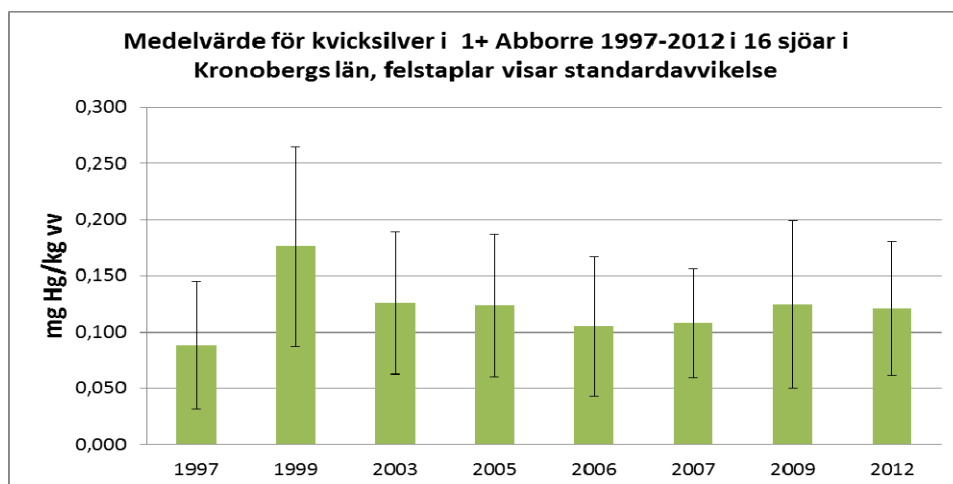


Figur 3. Undersökta sjöar med avseende på kvicksilver i abborre och abiotiska faktorer. De grönmarkerade sjöarna representerar nationella och regionala referenssjöar, förutom Gyslättsjön som ingår i det nationella IKEU-programmet (integrerad kalkningseffektuppföljning). De rödmarkerade sjöarna representerar sjöar som undersöktes särskilt intensivt efter Gudrun, 2005, för att avgöra om stormen hade effekter på kvicksilverhalten i fisk. Mörkblå heldragna linjer representerar gränser för huvudavrinningsområde (ARO).

Resultat & Diskussion

Kvicksilver i abborre

Övervakning av kvicksilver i abborre har i Kronobergs län pågått sedan mitten av 1990-talet. I figur 4 illustreras hur medelkvicksilverhalten av 1+ abborre varierat i länets sjöar mellan 1997 och 2012. Det finns inget statistiskt säkerställt samband vilket gör det svårt att dra några generella slutsatser. Man kan dock säga att 1+ abborren inte når upp till WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg/kg våtvikt.



Figur 4. Medelvärde av kvicksilverhalter i 1+ abborre från 16 sjöar i Kronobergs län, 1997-2012. Felstaplar visar standardavvikelse, det finns inget statistiskt säkerställt samband mellan kvicksilverhalt och tid ($p > 0,05$). Data representerar abborre fångad i Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, SkärLEN, VrångeN, Fiolen, Hinnasjön, Hjärtsjön, Rammsjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Lillasjö, Lillesjön, Staffansbosjön och Vinen.

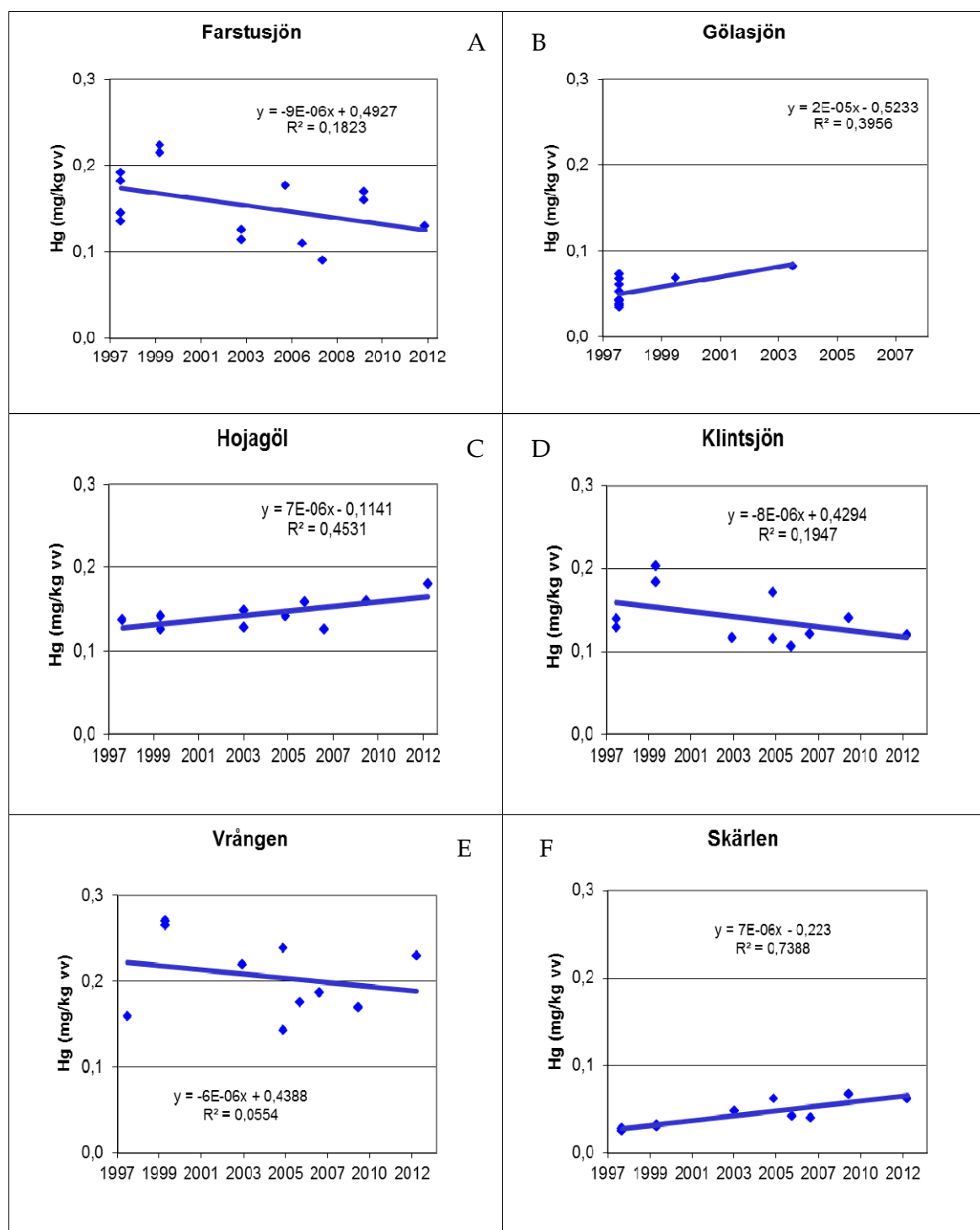
I figur 5, A-F, visas resultatet av kvicksilverhalten i 1+ abborre för 6 regionala referenssjöar i länet. Kvicksilverhalten ökar signifikant i Hojagöl (figur 5C) och i SkärLEN (figur 5F) medan de andra uppvisar ottydliga och ickesignifikanta trender (figur 5). Att Hojagöl och SkärLEN ligger geografiskt nära varandra (ca 1000 meter) och är inom samma vattensystem (Mörrumsån) kan förklara varför man ser samma trend i båda sjöarna, men varför man ser denna ökande trend är svårt att förklara.

I Gölasjön, som är en mycket brun och sur sjö, upphörde övervakningen av kvicksilver i abborre 2003 eftersom fångsterna vid provfiskningen var mycket små (Länsstyrelsen i Kronobergs län, 2005).

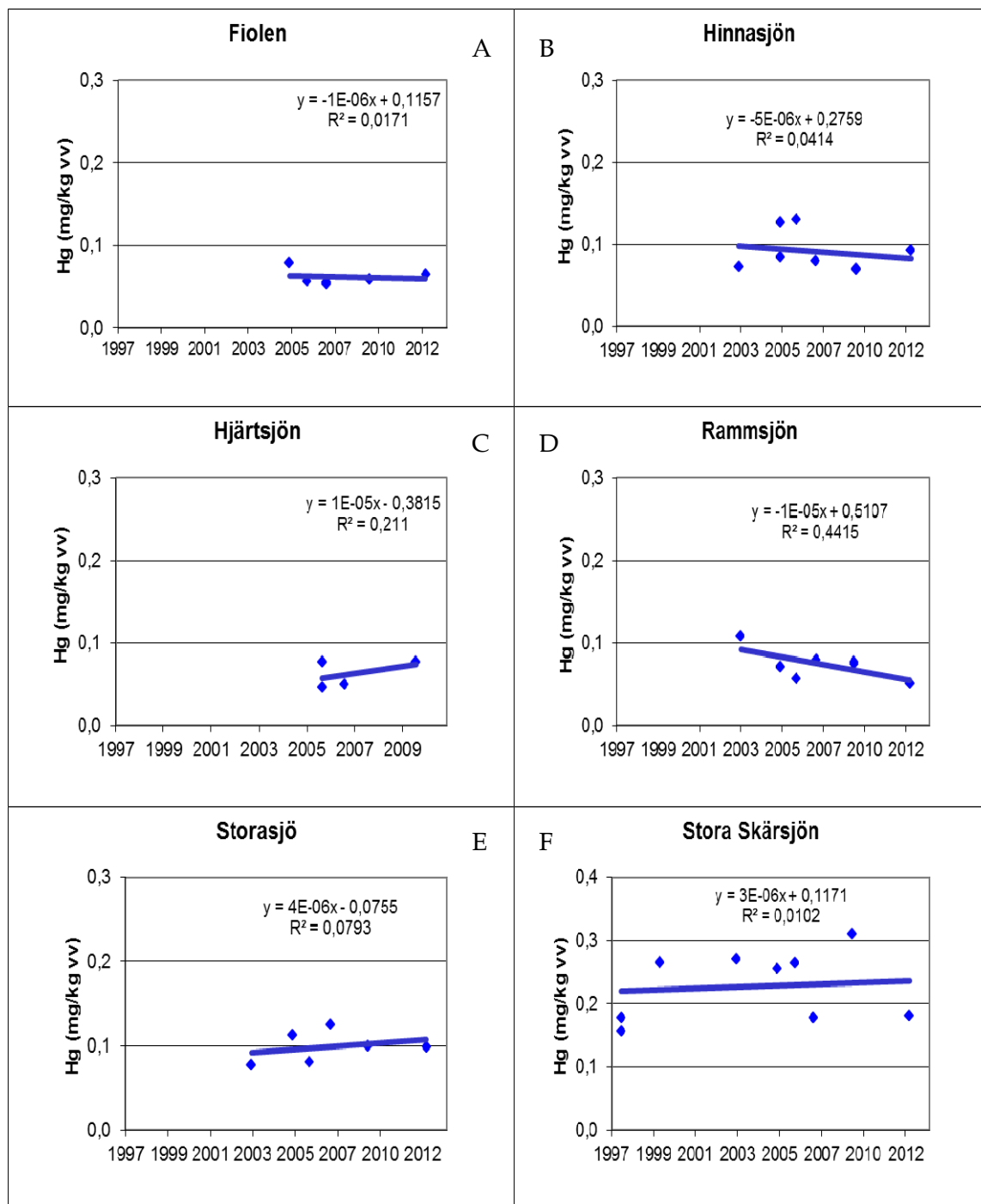
Resultaten av kvicksilvermätningar i 1+ abborre i 6 av de nationella referenssjöarna i länet presenteras i figur 6A-6F. Det finns inga signifikanta samband mellan kvicksilverhalt och tid i någon av sjöarna.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att det inte finns någon trend över kvicksilverhalten i abborre över tiden 1997-2012. En del sjöar visar tecken på att kvicksilverhalten ökar i abborre medan andra visar motsatt trend. Många av sjöarnas samband är statistiskt icke-signifikanta vilket försvårar ytterligare slutsatser. Det finns kvicksilver i länets abborrar, i de undersökta 1+ abborrarna rör sig halten om 0,1-

0,3 mg Hg/kg vätvikt. Men äter man större fiskar är det sannolikt att man kan nå över WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg/kg vätvikt. Man bör därför följa livsmedelsverkets rekommendationer om konsumtion av insjöfisk.

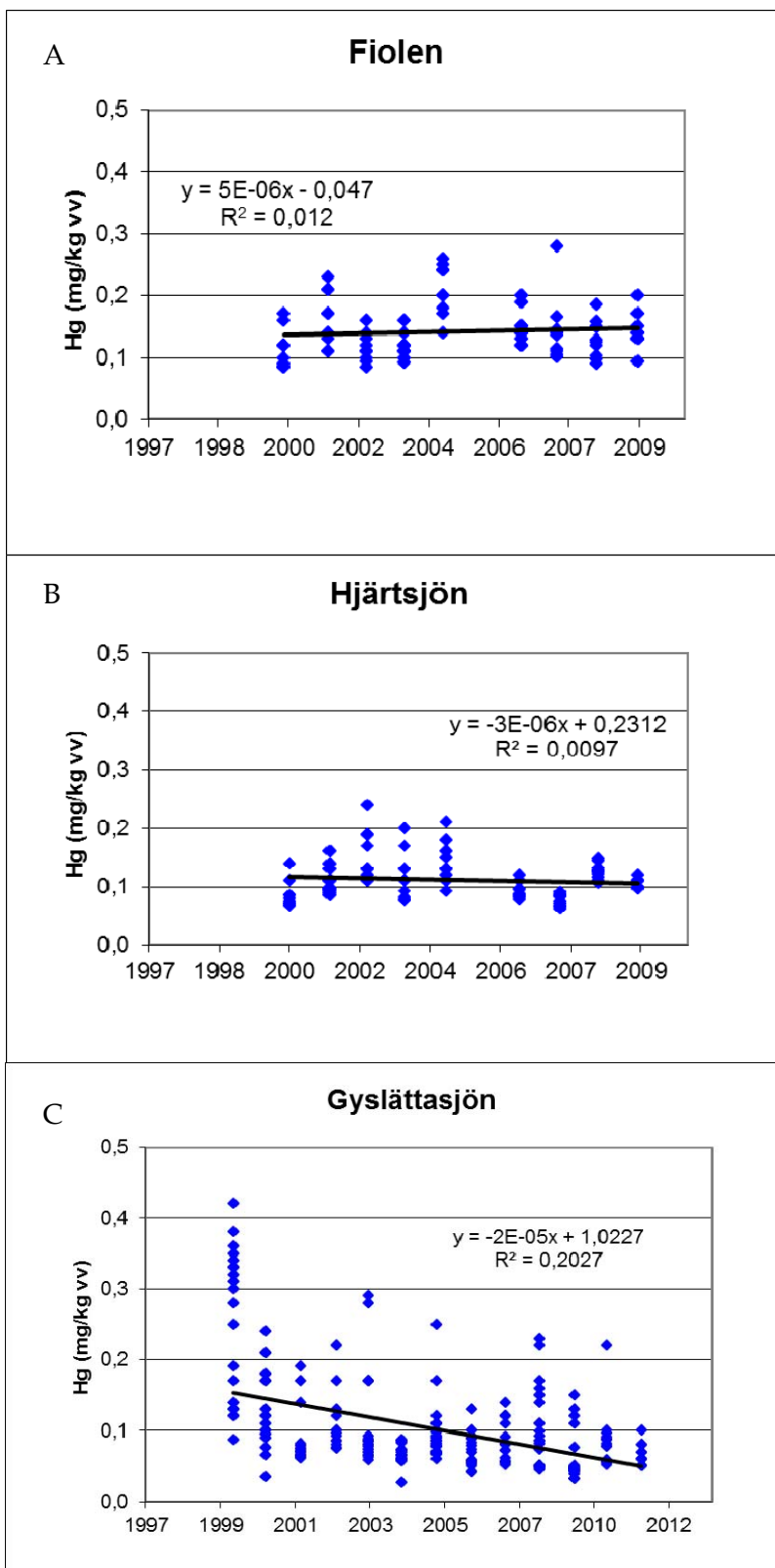


Figur 5A-F. Trender mellan kvicksilverhalter i 1+ abborre och tid i 6 regionala referenssjöar i Kronobergs län; A=Farstusjön, B=Gölasjön, C=Hojagöl, D=Klintsjön, E=Vrången, F=SkärLEN. Statistiska samband mellan kvicksilverhalt och tid finns i Hojagöl (C) och SkärLEN (F) ($p < 0,05$). I övriga sjöar finns det inget statistiskt samband. I Gölasjön upphörde mätningarna 2003 pga. ett mycket svagt bestånd av abborre.



Figur 6A-F. Trender mellan kvicksilverhalter i 1+ abborre och tid i 6 av de nationella referenssjöarna i Kronobergs län; A=Fiolen, B=Hinnasjön, C=Hjärtsjön, D=Rammsjön, E=Storasjö, F=Stora Skärsjön. Inga statistiska samband mellan kvicksilverhalt och tid går att finna i någon av sjöarna.

I figur 7A-C visas uppmätt kvicksilverhalt från IVLs databas (IVL, 2012). Punkterna representerar kvicksilverhalten i abborre med olika ålder, resultaten blir därför något missvisande eftersom stora och gamla fiskar troligen har en högre halt än små.

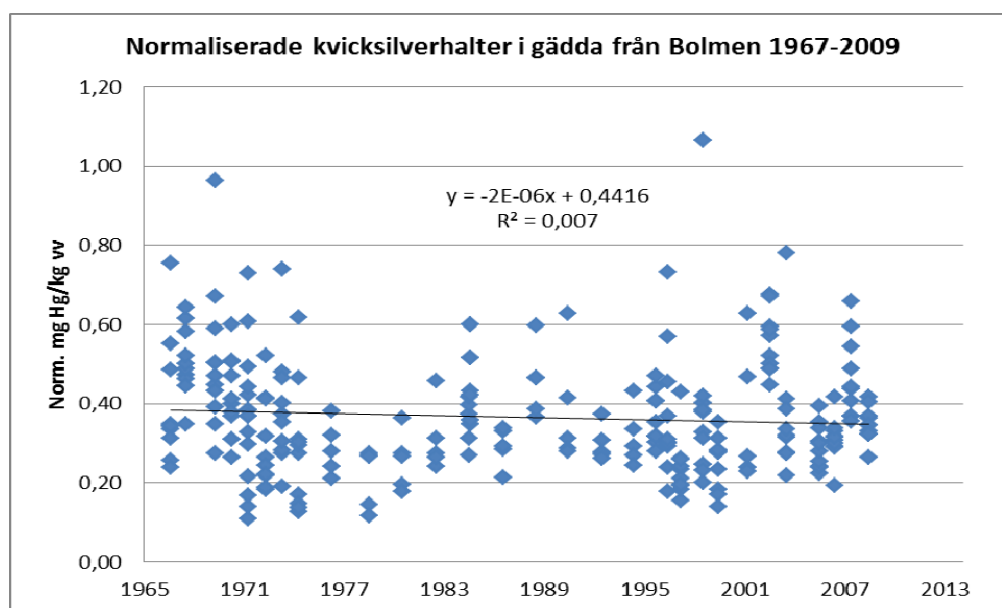


Figur 7A-C. Trender mellan kvicksilver i abborre av olika åldrar och tid, i Fiolen (A), Hjärtsjön (B) och Gyslättsjön (C). Inga statistiska samband finns mellan kvicksilverhalt och tid i någon av sjöarna ($p > 0,05$). Data är hämtad från IVL (IVL, 2012).

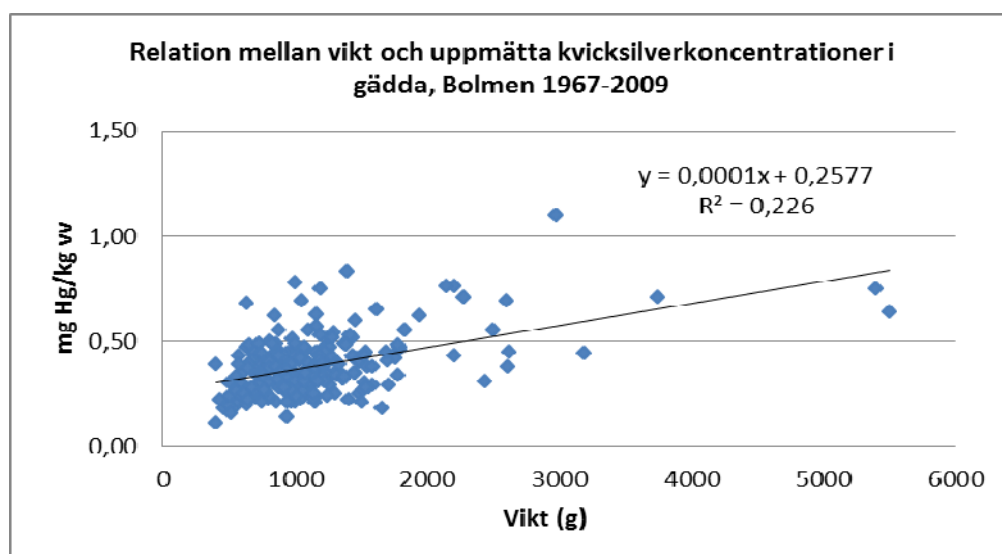
Kvicksilver i gädda

I figur 8 visas hur kvicksilverhalten i gädda från Bolmen har förändrats under 40 år. Det går inte att dra några generella slutsatser från denna figur, det finns ingen trend och sambandet är inte statistiskt säkerställt.

Stora gäddor har en högre halt kvicksilver per viktenhet (figur 9) vilket stämmer med teorin. En stor och gammal gädda har kunnat ackumulera kvicksilver i sin kropp under en längre tid och har således en högre koncentration. I figur 8 och 9 kan man se att en del gäddor ligger över WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg/kg våtvikt men en övervägande del ligger under gränsvärdet.



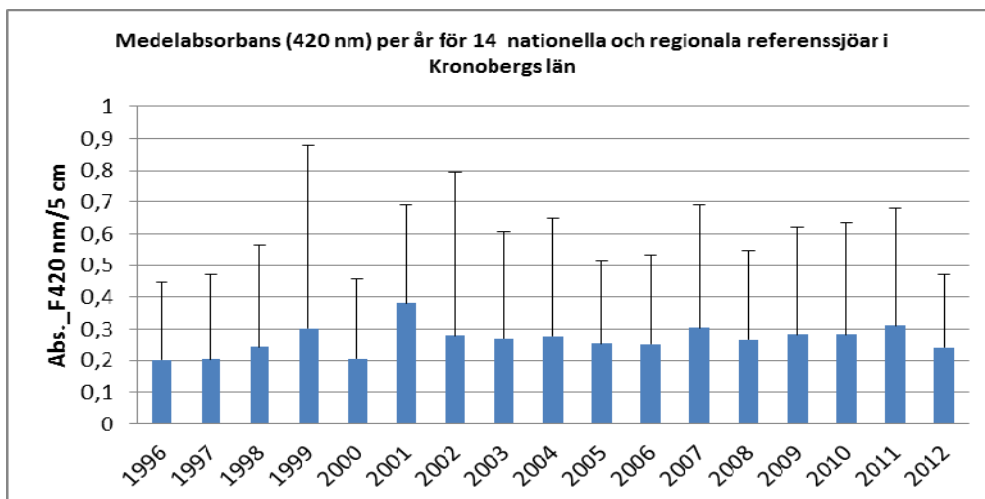
Figur 8. Normaliserade kvicksilverhalter i gädda från Bolmen, 1967-2009. Det finns inget statistiskt säkerställt samband ($p > 0,05$).



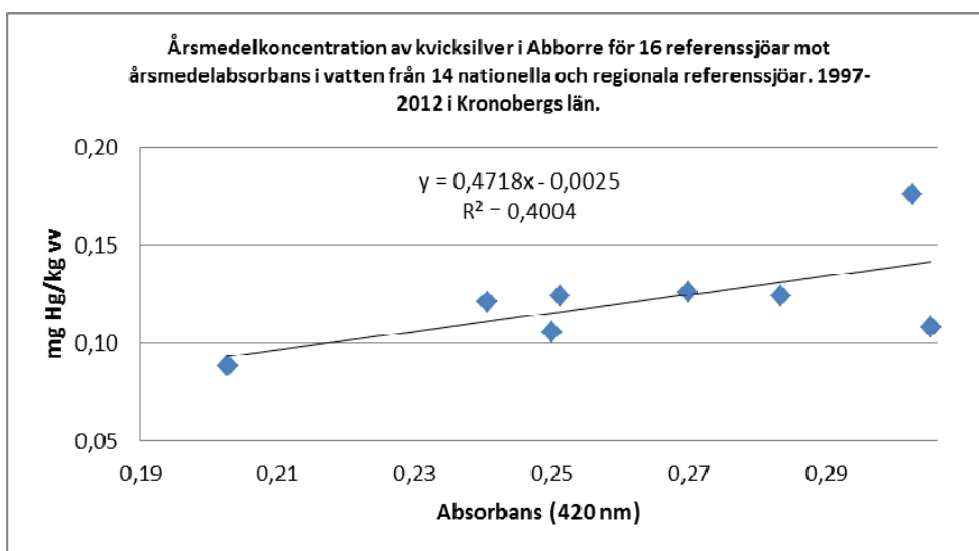
Figur 9. Samband mellan kvicksilverhalt i gädda från Bolmen och gäddans vikt. Det linjära sambandet är statistiskt säkerställt ($p < 0,05$).

Abiotiska faktorer

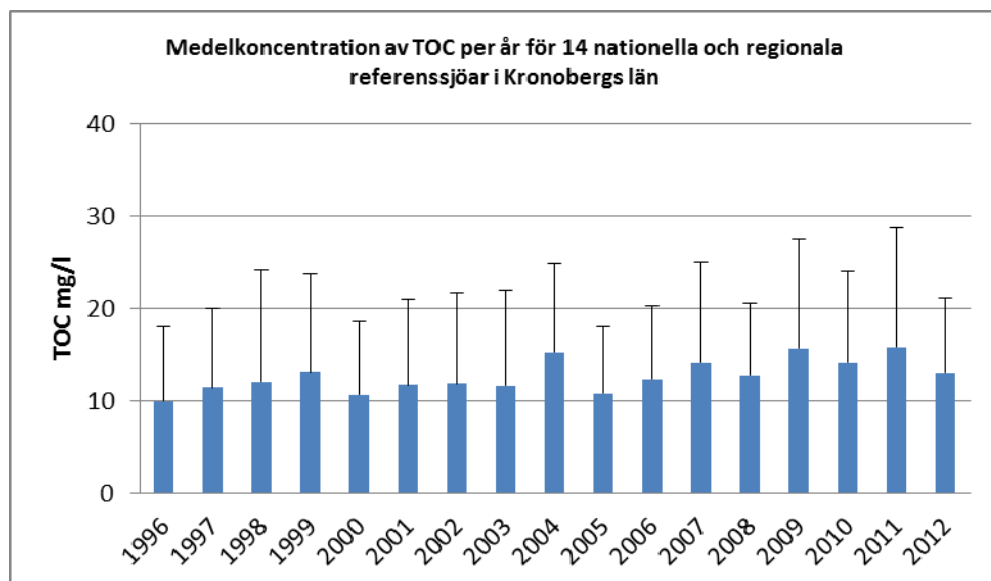
De abiotiska faktorer som står i nära relation till kvicksilverhalten i fisk har visat sig vara absorbans dvs. vattenfärg, totalhalt av organiskt kol (TOC) och sulfationer. Nedan visas figurer över hur de abiotiska faktorerna varierat över tid (figur 10, 12, 14) och hur dessa står i relation till kvicksilverhalten i 1+ abborre figur (11, 13, 15).



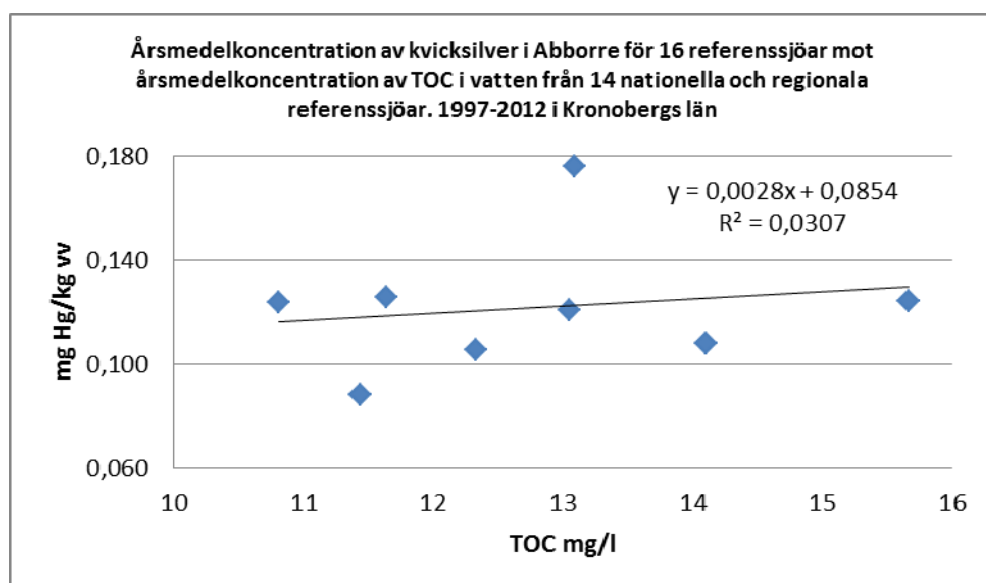
Figur 10. Medelabsorbansen för 14 regionala referenssjöar i Kronobergs län och hur denna varierat under tid, 1996-2012. Sjöarna utgörs av Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Kärngöl, Skärilen, Stavsjön, Vrånge, Hjärtsjön, Hinnasjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Fiolen och Rammsjön. Felstaplar visar standardavvikelse. Det finns inget statistiskt samband mellan absorbans och tid.



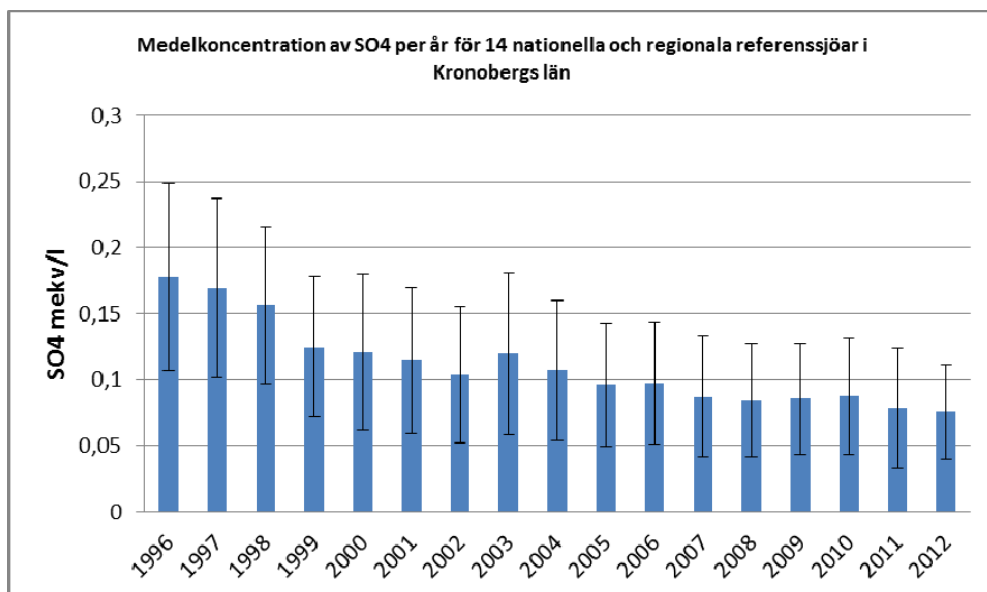
Figur 11. Årsmedelkoncentrationen av kvicksilver i 1+ abborre från 16 nationella och regionala referenssjöar (Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Skärilen, Vrånge, Fiolen, Hinnasjön, Hjärtsjön, Rammsjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Lillasjö, Lillesjön, Staffansbo-sjön och Vinen) mot årsmedelabsorbans i vatten från 14 nationella och regionala referens-sjöar (Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Kärngöl, Skärilen, Stavsjön, Vrånge, Hjärtsjön, Hinnasjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Fiolen och Rammsjön). 1997-2012 i Kronobergs län. Varje punkt motsvarar ett årsmedelvärde. Sambandet är inte statistiskt säkerställt ($p=0,09$).



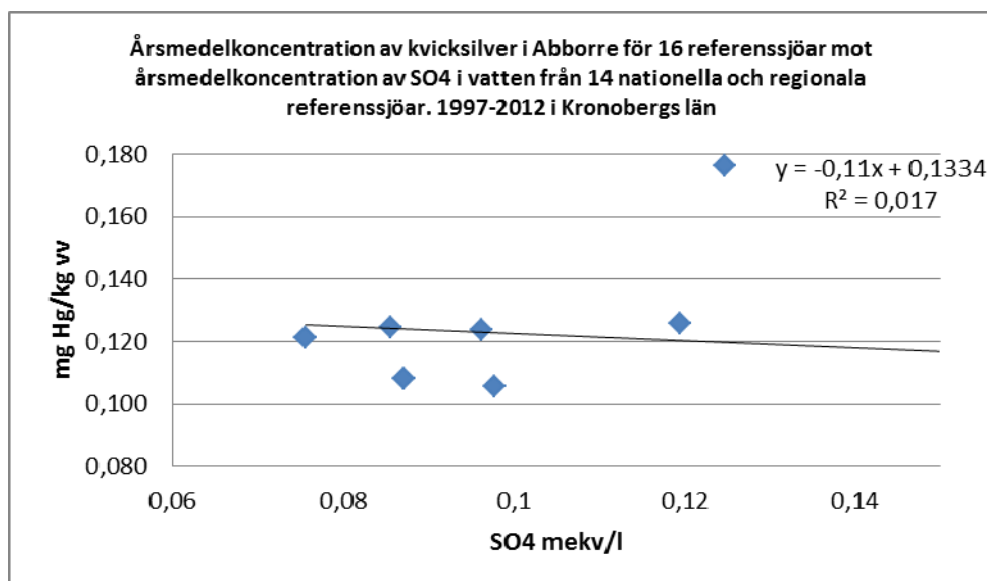
Figur 12. Medelkoncentrationen av TOC för 14 nationella och regionala referenssjöar i Kronobergs län och hur denna varierat under tid, 1996-2012. Sjöarna utgörs av Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Kärngöl, Skärilen, Stavsjön, Vrängen, Hjärtsjön, Hinnasjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Fiolen och Rammsjön. Felstaplar visar standardavvikelse. Det finns inget statistiskt samband mellan TOC och tid.



Figur 13. Årsmedelkoncentrationen av kvicksilver i 1+ abborre från 16 nationella och regionala referenssjöar (Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Skärilen, Vrängen, Fiolen, Hinnasjön, Hjärtsjön, Rammsjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Lillasjö, Lillesjön, Staffansbo-sjön och Vinen) mot årsmedelkoncentration av TOC i vatten från 14 nationella och regionala referenssjöar (Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Kärngöl, Skärilen, Stavsjön, Vrängen, Hjärtsjön, Hinnasjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Fiolen och Rammsjön). 1997-2012 i Kronobergs län. Varje punkt motsvarar ett årsmedelvärde. Sambandet är inte statistiskt säkerställt ($p > 0,05$).



Figur 14. Medelkoncentrationen av SO_4^{2-} för 14 nationella och regionala referenssjöar i Kronobergs län och hur denna varierat under tid, 1996-2012. Sjöarna utgörs av Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Kärngöl, SkärLEN, Stavsjön, Vrängen, Hjärtsjön, HinnaSjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Fiolen och Rammsjön. Felstaplar visar standardavvikelse. Det finns ett statistiskt negativt samband mellan SO_4^{2-} och tid ($p < 0,05$).



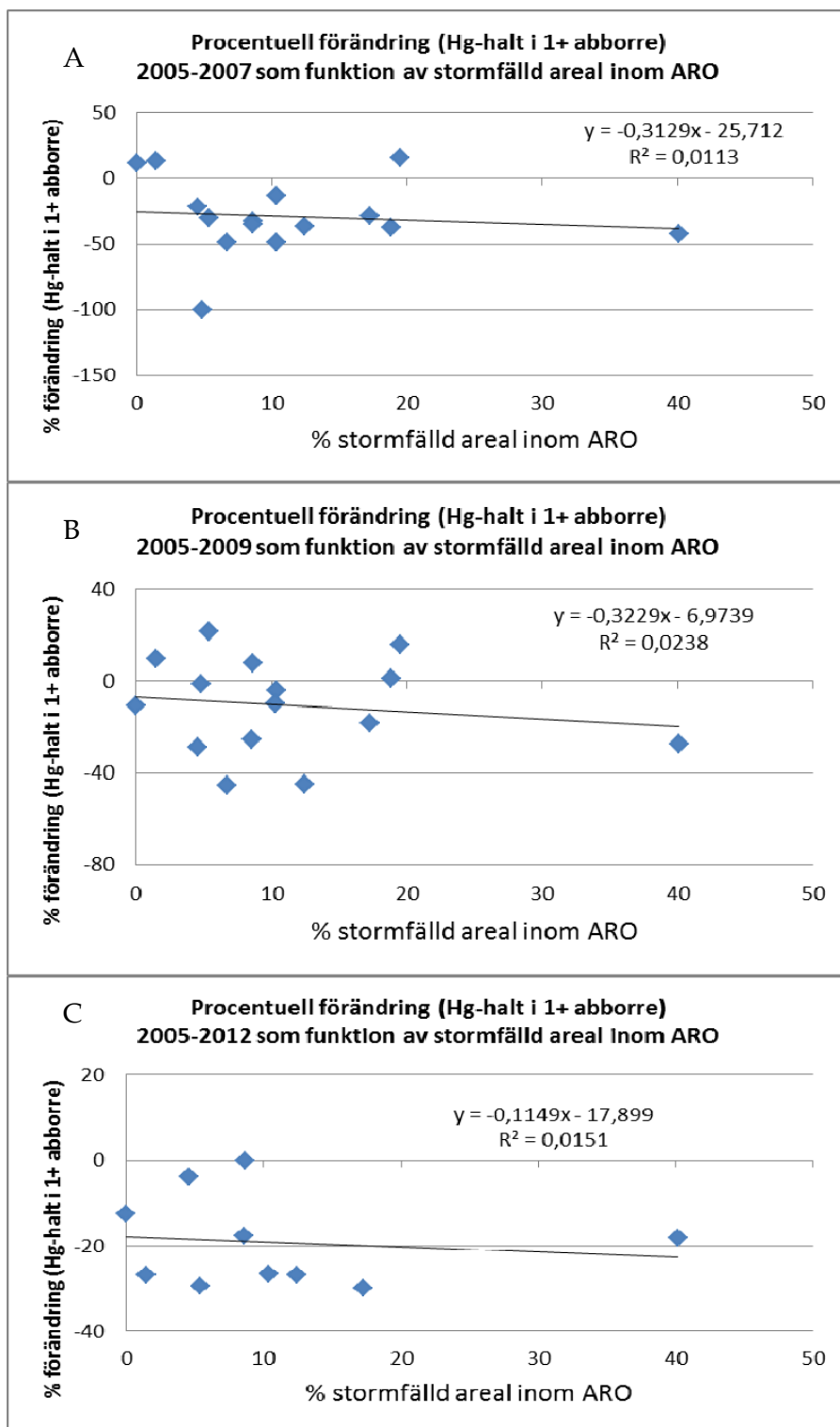
Figur 15. Årsmedelkoncentrationen av kvicksilver i 1+ abborre från 16 nationella och regionala referenssjöar (Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, SkärLEN, Vrängen, Fiolen, HinnaSjön, Hjärtsjön, Rammsjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Lillasjö, Lillesjön, StaffansboSjön och Vinen) mot årsmedelkoncentration av SO_4^{2-} i vatten från 14 nationella och regionala referenssjöar (Farstusjön, Gölasjön, Hojagöl, Klintsjön, Kärngöl, SkärLEN, Stavsjön, Vrängen, Hjärtsjön, HinnaSjön, Storasjö, Stora Skärsjön, Fiolen och Rammsjön). 1997-2012 i Kronobergs län. Varje punkt motsvarar ett årsmedelvärde. Sambandet är inte statistiskt säkerställt ($p > 0,05$).

Absorbans har starkast samband med kvicksilverhalt (figur 11), detta indikerar således att mer färgat vatten kan innehålla fisk med högre kvicksilverhalter än fisk fångat från mindre färgat vatten.

Vidare finns det inga trender i absorbans eller TOC över tid (figur 10 och 12). Om kvicksilverhalt i fisk är kopplad till någon av parametrarna innebär detta att kvicksilverhalten också inte borde förändrats nämnvärt i länet under denna tid.

Det finns en statistiskt signifikant negativ trend i sulfatjonkoncentration över tid (figur 14), detta beror troligen på minskat nedfall av sulfatjoner från övriga europa. Det finns dock inget statistiskt säkerställt samband mellan sulfatjonkoncentration och kvicksilverhalt i fisk (figur 15).

Effekter av stormfälld skog på kvicksilverhalter i fisk



Figur 16A-C. Procentuell förändring av kvicksilverhalt i 1+ abborre under 2 (A), 4 (B) och 7 (C) år i relation till andel stormfälld areal skog inom avrinningsområdet (ARO) för 10 sjöar i Kronobergs län. Följande sjöar ingår i analysen: Farstusjön, Fiolen, Hinna sjön, Hojagöl, Klintsjön, Lillasjö, Lillesjön, Rammsjön, Skärilen, Staffanbosjön, Stora Skärsjön, Storasjö, Vinen och Vrängen. För figur 16 C ingår inte Hjärtsjön, Lillasjö, Lillesjön, Staffanbosjön och Vinen. Sambanden är inte statistiskt säkertställda ($p > 0,05$).

Det finns inget statistiskt säkerställt samband mellan förändringen av kvicksilverhalt i abborre och stormfälld areal inom den undersökta sjöns avrinningsområde. Detta gäller för 2, 4 och 7 år efter stormen Gudrun (figur 16A-C). Det är ett något förvånande resultat eftersom tidigare studier visat att just skogsbruk och avverkning kan ge upphov till förhöjda kvicksilverhalter i vatten och fisk (Hellsten et al. 2009; Allan et al. 2009).

Anmärkningsvärt är att Hojagöl, med ca 40 % stormfälld skog inom avrinningsområdet, har lägre kvicksilverhalter i abborre 2, 4 och 7 år efter stormen (figur 16A-C).

Utvärdering av metodik

Nuvarande mätningar av kvicksilver i abborre i Kronobergs län omfattar 10 referenssjöar, varav 5 är nationella (Fiolen, Hinna sjön, Rammsjön, Storasjö och Stora skärsjön) och 5 är regionala (Farstusjön, Hojagöl, Klintsjön, Skärilen och Vrången). Provtagningen sker vart tredje år i samband med standardiserat provfiske. Detta gör metodiken kostnadseffektiv och smidig.

Eftersom kvicksilverövervakningen är kostsam och ekonomin begränsad finns det inte mycket utrymme för att utöka övervakningen, men den går dock att modifiera. Man skulle t.ex. kunna välja att intensifiera övervakningen så att provtagning skulle ske vartannat år istället för vart tredje, detta skulle dock förmodligen resultera i färre undersökta sjöar än de nuvarande 10. Om man ser på nuvarande trender i kvicksilverhalt i abborre (figur 6, 7A-F, 8A-F) finns det ingen entydig trend. Man kan därmed inte dra några generella slutsatser om ökning eller minskning av kvicksilverhalten i länets vatten. Det är därmed inte troligt att en intensifiering av mätningarna skulle ge tydligare trender och därmed möjlighet att extrapolera och göra prognoser. Det är dock mycket värdefullt att fortsätta mäta kvicksilver i de nuvarande 10 sjöarna, de flesta av dessa har nu en mätserie som sträcker sig över 15 år. Två av sjöarna (Hojagöl och Skärilen) visar dessutom signifikanta trender (figur 5C, 5F). Fler sjöar ger även en bättre överblick över situationen i hela länet istället för färre.

Gädda har tidigare använts som mätorganism för kvicksilver både nationellt och regionalt. I Kronobergs län har man använt abborre sedan 1996-1997. Det finns flera fördelar med abborre. Det är betydligt lättare att fånga många och därmed få ett säkrare resultat.

Länsstyrelsen bedömer därmed att den nuvarande metodiken är fullt tillräcklig för att kunna bedriva ett långsiktigt miljöövervakningsprogram för kvicksilver i fisk.

Referenser

- Allan, C. J., Heyes, A., Mackereth, J. 2009. Changes to groundwater and surface water Hg transport following clearcut logging: a Canadian case study. *Kungliga Skogs och Lantbruksakademiens Tidskrift*. 1: 50-54.
- Berg, W., Johnels, A.G., Westermark, T., Persson, P.I., & Sjöstrand, B., 1967. Pike (*Esox lucius L.*) and Some Other Aquatic Organisms in Sweden as Indicators of Mercury Contamination in the Environment. *Oikos*. 18: 323-333.
- Brosset C. 1987. The behaviour of mercury in the physical environment. *Water, Air and Soil Pollution*. 34: 145-166.
- Fitzgerald, W.F. & Gill, G.A. 1979. Subnanogram determination of mercury by two-stage gold amalgamation and gas-phase detection applied to atmospheric analysis. *Analytical Chemistry*. 51: 1714-1720.
- Hellsten, S., Munthe, J., Zetterberg, T. 2009. Consequences of the storm Gudrun in Sweden – increased mercury loads to aquatic systems. *Kungliga Skogs och Lantbruksakademiens Tidskrift*. 1: 24-26.
- Hongve, D., Haaland, S., Riise, G., Blakar, I., Norton, S. 2012. Decline of acid rain enhances mercury concentrations in fish. *Environmental science and technology*. 46: 2490-2491.
- Kemikalieinspektionen, 2004. Kvicksilver – Utredning om ett generellt nationellt förbud. Rapport 2/04.
- Kemikalieinspektionen. 2012. Kvicksilver. <http://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Kvicksilver/>
- Livsmedelsverket. 2012. Kvicksilver. <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Metaller/Kvicksilver/>
- Livsmedelsverket. 2007. Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk. Rapport 10-2007.
- Länsstyrelsen i Jönköpings län. 2011. Kvicksilver i fisk i Jönköpings län 1999-2009. ISSN 1101-9425, meddelande 2011:07.
- Länsstyrelsen i Kronobergs län. 2005. Referensvatten Kronobergs län 1983-2003. ISSN 1103-8209, meddelande 2005:03.

- Naturvårdsverket. 2012. Utsläpp i siffror, Kvicksilver (Hg). <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Kvicksilver/>
- Naturvårdsverket. 2012. Kvicksilver i abborre i sjöar. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Statistik/Officiell-statistik/Statistik-efter-amne/Miljotillstandet-i-sotvatten/Kvicksilver-i-abborre-i-sjoar/>
- Naturvårdsverket 2012. Utsläpp av metaller till luft. <http://www.naturvardsverket.se/Start/Statistik/Metaller/Utslapp-av-metaller-till-luft/>
- Naturvårdsverket. 1997. Metaller och miljögifter i fisk, sjöar och vattendrag.Handledning för miljöövervakning.
- Regnell, O. 1995. Methyl mercury in lakes – factors affecting its production and partitioning between water and sediment. Doctoral thesis. Lund University.
- Satellitbilder juli-september 2004 jämförda med bilder juni-september 2005. SVO. 2005.
- Svenska Miljö Institutet (IVL). 2012. Nationell databas: Miljögifter. <http://www.ivl.se/tjanster/datavardskap/miljogifteribiologisktmaterial/databasmiljogifter.4.7df4c4e812d2da6a416800028701.html>
- Sveriges Lantbruks Universitet (SLU) 2012. Datavårdskap för sjöar och vattendrag. <http://webstar.vatten.slu.se/db.html>
- Wängberg, I & Munthe, J. 2007. Utredning av strategi för mätning av TGM och kvicksilver i nederbörd. IVL rapport B1718.

Bilaga 1

Tabell 1. Uppmätta kvicksilverhalter i abborre 1997-2012.

Sjönamn	Avrinningsområde	Kommun	N (SWEREF 99)	E (SWEREF 99)	Årtal	Kvicksilverhalt mg/kg vv	Analys
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	1997	0,14	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	1997	0,15	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	1997	0,18	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	1997	0,19	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	1999	0,215	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	1999	0,224	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2003	0,114	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2003	0,126	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2005	0,177	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2006	0,110	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2007	0,090	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2009	0,160	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2009	0,170	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Farstusjön	Aro: 88000	Älmhult kommun	6266087	438114	2012	0,130	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	2005	0,079	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	2006	0,057	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	2007	0,055	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	2007	0,053	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	2009	0,059	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	2012	0,065	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Fiolen	Aro: 86000	Alvesta kommun	6327724	471493	1999-2009	IVLs databas, Kvicksilver i biota	Individbaserat prov på fisk i olika åldrar
Gylättasjön	Aro: 86000	Alvesta kommun	6329530	468713	1999-2011	IVLs databas, Kvicksilver i biota	Individbaserat prov på fisk i olika åldrar
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,043	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,073	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,068	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,053	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,061	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,038	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,037	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,043	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,042	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1997	0,034	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1999	0,069	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	1999	0,731	Sammelprov, flera individer, samma ålder

Sjönamn	Avrinningsområde	Kommun	N (SWEREF 99)	E (SWEREF 99)	Årtal	Kvicksilverhalt mg/kg vv	Analys
Gölasjön	Aro: 88000	Ljungby kommun	6302794	456264	2003	0,082	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2003	0,073	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2005	0,084	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2005	0,127	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2006	0,130	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2007	0,080	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2009	0,069	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2009	0,070	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hinnasjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303818	495646	2012	0,093	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hjärtsjön	Aro: 75000	Uppvidinge kommun	6323147	515611	2005	0,047	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hjärtsjön	Aro: 75000	Uppvidinge kommun	6323147	515611	2005	0,078	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hjärtsjön	Aro: 75000	Uppvidinge kommun	6323147	515611	2006	0,050	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hjärtsjön	Aro: 75000	Uppvidinge kommun	6323147	515611	2009	0,077	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hjärtsjön	Aro: 75000	Uppvidinge kommun	6323147	515611	1999-2009	IVLs databas, Kvicksilver i biota	Individbaserat prov på fisk i olika åldrar
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	1997	0,137	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	1999	0,126	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	1999	0,142	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2003	0,128	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2003	0,148	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2005	0,142	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2006	0,159	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2007	0,126	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2009	0,160	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Hojagöl	Aro: 86000	Växjö kommun	6338274	491261	2012	0,180	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	1997	0,139	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	1997	0,129	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	1999	0,183	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	1999	0,203	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2003	0,117	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2005	0,115	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2005	0,171	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2006	0,106	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2007	0,121	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2009	0,140	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Klintsjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331962	481629	2012	0,120	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillasjö	Aro: 98000	Ljungby kommun	6304589	425326	2005	0,062	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillasjö	Aro: 98000	Ljungby kommun	6304589	425326	2005	0,111	Sammelprov, flera individer, samma ålder

Sjönamn	Avrinningsområde	Kommun	N (SWEREF 99)	E (SWEREF 99)	Årtal	Kvicksilverhalt mg/kg vv	Analys
Lillasjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6304589	425326	2006	0,073	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillasjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6304589	425326	2007	0,096	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillasjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6304589	425326	2009	0,100	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillesjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331454	504647	2005	0,057	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillesjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331454	504647	2006	0,069	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillesjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331454	504647	2007	0,066	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Lillesjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6331454	504647	2012	0,07	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2003	0,108	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2005	0,071	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2006	0,058	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2007	0,080	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2009	0,075	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2009	0,078	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Rammsjön	Aro: 98000	Ljungby kommun	6292393	403970	2012	0,052	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	1997	0,028	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	1997	0,025	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	1999	0,030	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	1999	0,032	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	2003	0,048	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	2005	0,062	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	2006	0,042	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	2007	0,040	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	2009	0,067	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Skärilen	Aro: 86000	Växjö kommun	6337289	490873	2012	0,062	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Staffansbosjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303273	451070	2005	0,237	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Staffansbosjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303273	451070	2006	0,156	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Staffansbosjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303273	451070	2007	0,148	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Staffansbosjön	Aro: 86000	Växjö kommun	6303273	451070	2009	0,240	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	1997	0,156	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	1997	0,177	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	1999	0,266	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	1999	0,264	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2003	0,270	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2005	0,255	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2006	0,264	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2007	0,178	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2007	0,177	Sammelprov, flera individer, samma ålder

Sjönamn	Avrinningsområde	Kommun	N (SWEREF 99)	E (SWEREF 99)	Årtal	Kvicksilverhalt mg/kg vv	Analys
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2009	0,310	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Stora Skärsjön	Aro: 88000	Växjö kommun	6334843	470769	2012	0,180	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Storasjö	Aro: 86000	Uppvidinge kommun	6311569	516425	2003	0,077	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Storasjö	Aro: 86000	Uppvidinge kommun	6311569	516425	2005	0,112	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Storasjö	Aro: 86000	Uppvidinge kommun	6311569	516425	2006	0,081	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Storasjö	Aro: 86000	Uppvidinge kommun	6311569	516425	2007	0,125	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Storasjö	Aro: 86000	Uppvidinge kommun	6311569	516425	2009	0,100	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Storasjö	Aro: 86000	Uppvidinge kommun	6311569	516425	2012	0,098	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vinen	Aro: 86000	Tingsryd/Alvesta kommun	6270245	471331	2005	0,108	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vinen	Aro: 86000	Tingsryd/Alvesta kommun	6270245	471331	2006	0,052	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vinen	Aro: 86000	Tingsryd/Alvesta kommun	6270245	471331	2007	0,055	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vinen	Aro: 86000	Tingsryd/Alvesta kommun	6270245	471331	2009	0,059	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	1997	0,160	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	1999	0,271	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	1999	0,266	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2003	0,220	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2005	0,239	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2005	0,143	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2006	0,176	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2007	0,187	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2009	0,170	Sammelprov, flera individer, samma ålder
Vrången	Aro: 86000	Växjö kommun	6342886	510199	2012	0,230	Sammelprov, flera individer, samma ålder

Tabell 2. Morfologiska sjöparametrar för de undersökta sjöarna.

Sjönamn	N (SWEREF 99)	E (SWEREF 99)	Sjöyta (km ²)	Volym (Mm ³)	Omsättningstid (år)	Höjd över havet (m)	Medeldjup (m)	Maxdjup (m)	Avrinningsområdes area (km ²)
Alsterån									
Hjärtsjön	6323147	515611	1,28	4,35	2,8	274,4	3,4	6,5	6,3
Helgeån									
Farstusjön	6266087	438114	0,22	0,22	0,04	134,1	1	2	18,8
Gölasjön	6302794	456264	0,06	0,08	0,2	166	1,3	4,2	1,3
Staffansbosjön	6303273	451070	0,37	0,73	0,3	154,8	2	5,4	7,4
Lagan									
Lillasjö	6303945	425783	1,13	1,02	0,2	142,1	0,9	2,1	11,8
Rammsjön	6292393	403970	0,33	0,25	0,3	160,2	0,8	2	1,9
Stavsjön	6277546	413790	0,03	0,13	1,4	170	4,5	8	0,2
Mörrumsån									
Fiolen	6327724	471493	1,6	6,08	3,9	225,9	3,8	10,5	5,5
Gyslättsjön	6329938	468420	0,32	2,53	4	226	7,8	9,8	3,1
Hinnasjön	6303818	495646	0,25	0,35	0,5	170,7	1,4	2,7	3
Hojagöl	6338274	491261	0,02	0,14	2,2	216	7,8	16,2	0,3
Klintsjön	6331962	481629	0,1	0,46	2,1	223	4,6	17	0,8
Lillesjön	6331454	504647	0,66	1,85	0,7	207,5	2,8	6,4	9,4
Skärilen	6337289	490873	3,23	27,48	7,9	212,3	8,5	28	13,3
Stora Skärsjön	6334843	470769	0,25		0,5	206	14		5
Storasjö	6311569	516425	0,37	0,66	0,3	252,1	1,8	5	6,5
Vinen	6270245	471331	3,2	7,36	1	164,7	2,3	5,3	23,4
Vrången	6342886	510199	0,54	0,64	0,2	281,4	1,2	6,4	15,2