



Kvicksilver i fisk i Jönköpings län 1999 - 2009



■ Kvicksilver i fisk i Jönköpings
län 1999 - 2009

Meddelande	nr 2011:07
Referens	Gunnel Hedberg, Naturavdelningen, mars 2011
Kontaktperson	Gunnel Hedberg, Länsstyrelsen i Jönköpings län, Direkttelefon 036-395058, e-post gunnel.hedberg@lansstyrelsen.se
Webbplats	www.lansstyrelsen.se/jonkoping
Fotografier	Länsstyrelsen i Jönköpings län
Kartmaterial	© Lantmäteriet 2007. Ur GSD-Översiktskartan ärende 106-2004/188F
ISSN	1101-9425
ISRN	LSTY-F-M—11/07--SE
Upplaga	50 ex.
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping 2011
Miljö och återvinning	Rapporten är tryckt på miljömärkt 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.

© Länsstyrelsen i Jönköpings län 2011

Innehållsförteckning

Sammanfattning	6
Inledning	7
Material och metoder	8
Kvicksilver i gädda	8
Kvicksilver i abborre	8
Resultat och diskussion	9
Tillstånd och förändring	9
Miljöövervakningssjöar inom delprogram "Miljögifter i fisk"	12
Nissans avrinningsområde	12
Lagans avrinningsområde	15
Motala ström avrinningsområde	23
Kvicksilver i abborre	24
Referenser	25
Bilaga 1	26

Sammanfattning

För att följa utvecklingen av kvicksilver i fisk i Jönköpings län så antogs ett regionalt miljöövervakningsprogram, ”Miljögifter i fisk”, år 2004. Programmet omfattar 12 sjöar med provtagning vart femte år. I denna rapport presenteras resultat från miljöövervakningssjöarna samt ytterligare 28 sjöar och ett vattendrag för perioden 1999 till 2009. Extrasjöarna och vattendraget har undersökts inom kommunernas egen övervakning.

Kvicksilverhalten i gädda överskrider WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg Hg/kg våtvikt (milligram kvicksilver per kg våtvikt) i två tredjedelar av de undersökta sjöarna. I en tredjedel av sjöarna är halterna mycket höga, över 1,0 mg Hg/kg våtvikt. Förändringen av kvicksilverhalten i gädda mellan de två senaste undersökningstillfällena har i genomsnitt varit en minskning med 0,1 mg Hg/kg våtvikt. I drygt 50 % av sjöarna har förändringen varit marginell, i 20 % har kvicksilverhalten minskat och i en fjärdedel av sjöarna har halten ökat.

En jämförelse av kvicksilverhalten i fisk mellan olika femårsperioder från mitten på 70-talet och fram till 2009 visar inga signifikanta skillnader mellan olika perioder. En tendens är det att halterna går ner på 90-talet när nedfallet av kvicksilver minskar kraftigt för att åter öka något på 2000-talet. Denna ökning har även noterats av SLU vid trendanalys av samtliga undersökta sjöar i Sverige (1). Ökningen förmodas vara orsakad av flera faktorer exempelvis ökad ansamling av kvicksilver i marken, förändringar i klimatet och därmed ändrade förutsättningar som påverkar uttransporten av humus från mark till vatten samt ökat eller förändrat skogsbruk som ökar körskador i skogsmarken.

För de tolv sjöar som ingår i miljöövervakningsprogrammet ”Miljögifter i fisk” presenteras kvicksilverhalt relaterat till pH, färg och totalfosfor. Materialet är litet och det går inte att upptäcka någon samvariation mellan kvicksilver och färg eller fosfor. Hagsjön verkar ha fungerat som i teorin då en lyckad återintroduktion av mörkt troligen medfört att halten av kvicksilver i gädda minskat drastiskt när födovallet förändrats.

Kvicksilverhalten i ettåriga abborrar från nio sjöar undersöktes 2006 och 2009. Sjöarna är belägna i södra delen i länet och syftet var att se om det intensiva skogsbruket som följde efter stormen Gudrun har medfört märkbara förändringar i kvicksilverhalten i fisk. Inga stora förändringar har skett och halterna är i nivå med två referenssjöar inom den nationella miljöövervakningen.

Inledning

Höga halter av kvicksilver i insjöfisk är ett välkänt miljöproblem i hela Sverige. Trots att stora insatser gjorts i Sverige för att begränsa användning och spridning är nedfallet av kvicksilver fortfarande stort, cirka 4,2 ton per år (2). Det årliga svenska utsläppet till luft beräknas vara 0,7 ton. Den största delen av kvicksilver i Sverige kommer framförallt från kol-kraftverk i Europa. Stor förbättring av luftkvaliteten i södra Sverige skedde i början av 1990-talet främst på grund av den ekonomiska nedgången i Östeuropa men även för att ny teknik för rökgasrening introducerades. Nedfallet av kvicksilver minskade från 20 till 6 mikrogram per m² och år från 1990 till 2006 (3). Även om nedfallet minskat så fortsätter kvicksilver att ackumuleras i marken. Halterna ökar med 0,5 % årligen i skogsmarkens översta lager och är i södra Sverige redan över de nivåer som visat sig ge effekt på mikrobiologiska processer och organismer (2). Kvicksilvret i marken utlakas till omgivande sjöar och vattendrag och omvandlas under vissa förutsättningar till metylkvicksilver som är mycket giftigt och som lätt tas upp av organismer. Skogsbruket bidrar till att utlakningen blir värre och så mycket som 10 till 25 % av kvicksilverhalten i fisk i skogsområden är orsakad av skogsbruket (4). Metylkvicksilver anrikas genom hela näringskedjan och halterna i toppredatorer såsom abborre och gädda, kan bli mycket höga.

Kvicksilverhalten i insjöfisk överskrider WHO/FAO's gränsvärde på 0,5 mg kvicksilver/kg fisk i hälften av Sveriges sjöar (cirka 50 000 sjöar). Kvicksilver har negativa effekter på nervsystemet och dess utveckling, hjärt-kärlsystemet, immunsystemet, reproduktionssystemet samt njurarna (2). Livsmedelsverket rekommenderar kvinnor som planerar att skaffa barn, är gravida eller ammar att helt avstå från att äta vissa sjölevande fiskarter och även vissa havsfiskarter (läs mer på www.livsmedelsverket.se). Befolkningen i övrigt bör inte äta dessa fiskarter mer än en gång per vecka.

I Jönköpings län påbörjades mätning av kvicksilver på 1970-talet. Resultat för perioden 1970 till 1998 med 270 sjöar har sammanställts tidigare i en rapport år 2000 (5). År 2004 antogs ett regionalt delprogram inom miljöövervakningen vars syfte är att bestämma nivå och förändringar av kvicksilverhalten i gädda i tolv utvalda sjöar i Jönköpings län. I samarbete med kommunerna och fiskevårdsområdesföreningar har gäddor samlats in från sjöarna och analyseras på kvicksilver med cirka fem års mellanrum. I denna rapport presenteras resultaten från miljöövervakningssjöarna samt ytterligare 28 sjöar samt ett vattendrag i länet under perioden 1999 till och med 2009.

I rapporten redovisas även resultaten från en mindre studie som utfördes 2006 och 2009 då kvicksilverhalten i ettåriga abborrar uppmättes i nio sjöar i södra delen av länet. Syftet med studien var att se om skogsbrukets ökade aktivitet efter stormen Gudrun har haft negativa konsekvenser för kvicksilverhalten i fisk.

Material och metoder

Kvicksilver i gädda

Gäddor har huvudsakligen samlats in under höst, vinter eller tidig vår. Där det har varit möjligt har fem gäddor samlats in från varje sjö. I vissa fall är antalet lägre och detta anges i förekommande fall i diagramtexten. Efter provtagning har gäddorna frysts in hela och skickats till SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt) för preparering och analys av kvicksilver. Kvicksilverhalten har analyserats i muskel och relateras till våtvikten. Vikten på fisken ska vara mellan 0,4 och 1,6 kg (6). Resultaten från kvicksilver räknas om till enkilogramgädda genom att dividera kvicksilverhalten med vikten. Detta görs för att underlätta jämförelse mellan sjöar och minimera skillnader som beror på fiskens storlek och ålder. Resultaten läggs in i en databas på Länsstyrelsen samt i den nationella Biotadatabasen på IVL Svenska Miljöinstitutet, [http://www3.ivl.se/db/plsql/dvsb_hg\\$.startup](http://www3.ivl.se/db/plsql/dvsb_hg$.startup)

Kvicksilver i abborre

Under ordinarie nätprovfiske juli 2006 samlades tio stycken tio centimeter stora abborrar in från nio sjöar i södra delen av länet. Abborrarnas ålder uppskattas till drygt ett år. Kvicksilverhalten analyserades i ett samlingsprov per sjö. Tre år senare, augusti 2009, upprepades fisket på samma sätt. I en av sjöarna blev fångsten liten vid sista provfisket och resultatet följaktligen osäkert. Denna sjö tas därför inte med vid beräkning av medelvärde. Fiskarna skickades till SVA för preparering och analys av kvicksilver i muskel. Resultaten har rapporterats till den nationella datavärden för Biotadatabasen.



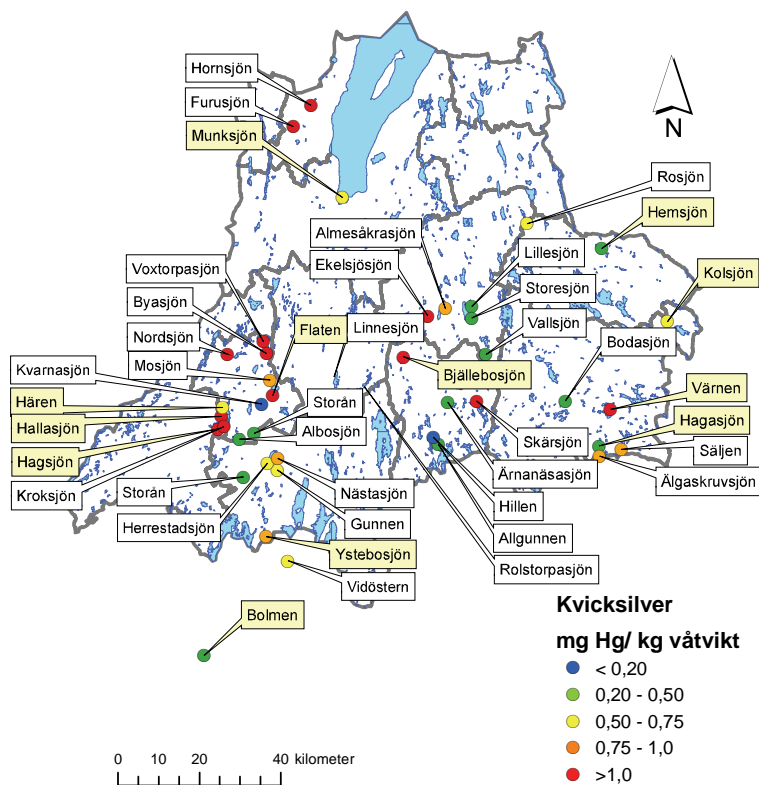
Figur 1. Stormskador vid Tunnerbohultasjön.

Resultat och diskussion

Tillstånd och förändring

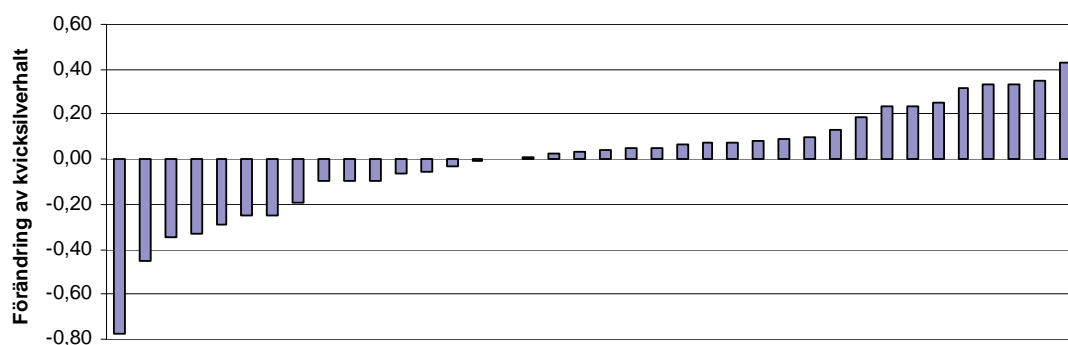
Kvicksilverhalten i gädda har undersökts i totalt 40 sjöar och ett vattendrag under perioden 1999 till 2009. Tolv stycken av sjöarna ingår i det regionala miljöövervakningsprogrammet "Miljögifter i fisk" och dessa redovisas mer ingående (sidan 12). Övriga sjöar och vattendrag ingår i respektive kommuns uppföljning och redovisas i kartan nedan samt i bilaga 1. För kvicksilverhalter i fisk tidigare än 1999 hänvisas till den nationella Biotadatabasen, [http://www3.ivl.se/db/plsql/dvsb_hg\\$.startup](http://www3.ivl.se/db/plsql/dvsb_hg$.startup).

Figur 2 visar att två tredjedelar av sjöarna har halter som överskrider WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg Hg/kg våtvikt (milligram kvicksilver per kilogram våtvikt). 32 % av sjöarna har mycket höga halter som överstiger 1,0 mg Hg/kg våtvikt (röda prickar).



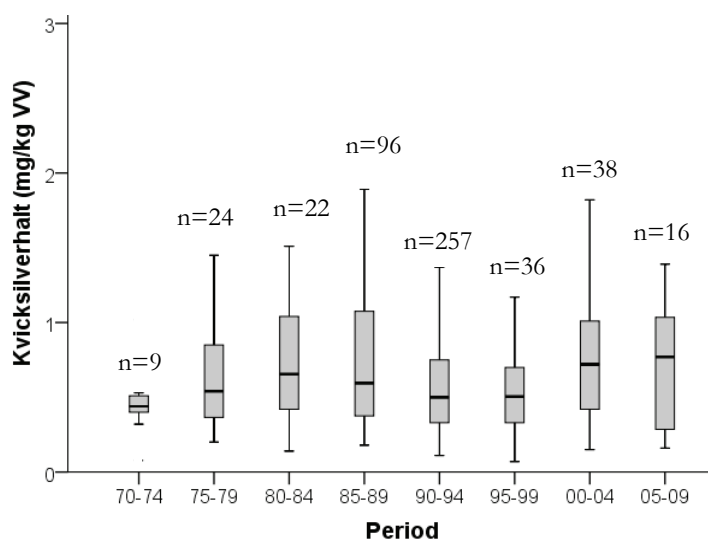
Figur 2. Kvicksilverhalten i 40 sjöar och ett vattendrag. De gulmarkerade sjöarna är miljöövervakningssjöar. I de gula, orange och röda prickarna överskrider WHO/FAO:s gränsvärde på 0,5 mg Hg/kg våtvikt.

I Figur 3 åskådliggörs den förändring av kvicksilverhalt i gädda som skett i varje enskild sjö mellan de två senaste undersökningarna. För alla sjöar har kvicksilverhalten i genomsnitt minskat med 0,1 mg Hg/kg våtvikt. I tjugo sjöar är förändringen mindre än 0,1 mg Hg/kg våtvikt. Största ökningen är 0,4 mg Hg/kg våtvikt i sjön Värnen (Vetlanda kommun) och största minskningen är 0,8 mg Hg/kg våtvikt i Nordsjön (Gnosjö kommun).



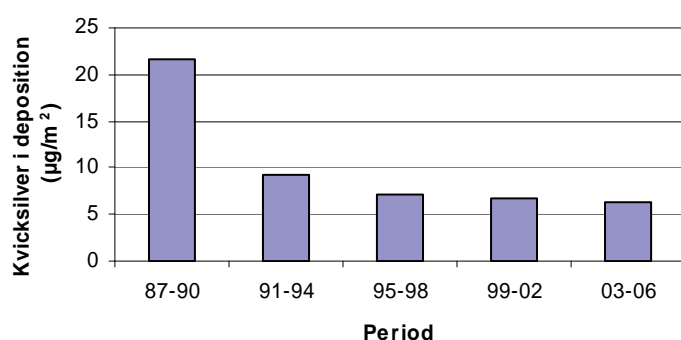
Figur 3. Kviksilverhaltens förändring i de undersökta sjöarna. Varje stapel representerar en sjö och höjden på stapeln är kvicksilverhaltens förändring mellan de två senaste undersökningarna i den sjön. För alla sjöar har kvicksilverhalten i genomsnitt minskat med 0,1 mg Hg/kg våtvikt.

För att se om det finns någon trend i länet mot ökande eller minskande kvicksilverhalter så har kvicksilverhalten i gädda i alla undersökta sjöar grupperats i femårsintervaller (Figur 4). Medianvärdet för kvicksilver i gädda var under 1980-talet 0,6 mg Hg/kg våtvikt medan halten minskade till cirka 0,5 mg Hg/kg våtvikt på 1990-talet. Halterna förefaller därefter öka något igen under 2000-talets första decennium till 0,7 mg Hg/kg våtvikt. Perioderna har jämförts med varandra med det ickeparametriska Kruskal-wallis testet men inga signifikanta skillnader mellan de olika perioderna kunde påvisas.



Figur 4. Medelvärde för kvicksilver under femårsperioder åren 1970 till 2009. Den horisontella linjen i boxen är medianvärdet för kvicksilverhalten under perioden. Nedre gränsen på boxen markerar 25% och övre gränsen 75 % av proven medan medelvärdet är i boxens mitt. Vertikala linjer visar gränsen för 10 % respektive 90 % av proven. N anger antal resultat som ingår i varje period.

I en trendstudie utförd av SLU har kvicksilver i gädda i drygt 2000 sjöar studerats och olika tidsperioder har jämförts med varandra (1). Studien visar att det mot slutet av 80-talet finns en tendens att kvicksilver i fisk minskar något vilket har visats även i andra undersökningar. Detta har tolkats som en trolig effekt av ett minskat nedfall av kvicksilver (Figur 5). Många utsläppskällor stängdes i Europa och nedfallet över Sverige minskade till hälften.



Figur 5. Årsmedeldepositionen av totalkvicksilver på Råö stationen på västkusten. Källa: IVL (3).

Under 1990-talet var kvicksilverhalterna i fisk ganska stabila medan de under 2000-talets början har ökat i majoriteten av de undersökta sjöarna (1). I genomsnitt har kvicksilverkoncentrationen i fisk ökat med några procent per år under perioden 2000 till 2006. Författarna pekar på några möjliga orsaker till ökningen. En faktor är att eftersom nedfallet av kvicksilver fortsätter så fortsätter kvicksilver att ansamlas i marken. När kvicksilvret ökar i marken så ökar även transporten från mark till vatten. En annan orsak som kan påverka är förändring i klimatet och därmed förändrade förutsättningarna som påverkat uttransporten av humus från marken till vatten. I utvärderingen av IKEU-programmet (integrerad kalkningseffektuppföljning) perioden 1990 till 2006 konstaterades ett positivt samband mellan kvicksilver- och temperaturrender (7). En ökad uttransport av humus innebär en ökad belastning av kvicksilver och metylkvicksilver på sjöar och vattendrag (1). Skogsbruket är ännu en faktor som i hög grad påverkar kvicksilverhalterna i fisk genom att uttransporten av kvicksilver ökar när körskador uppstår i samband med skogsavverkning (1).

I referensvattendraget Svedån, som är ett tillflöde till Vättern, har kvicksilverhalten i vatten undersökts från och med år 2000 (8). Halterna varierar mellan 0,4 och 20 ng/l och medelvärdet för hela perioden är 2,4 ng/l vilket är långt under miljökvalitetsnormen för kvicksilver i vatten på 50 ng/l. Ingen trend mot ökande eller minskande kvicksilverhalter har noterats under perioden.

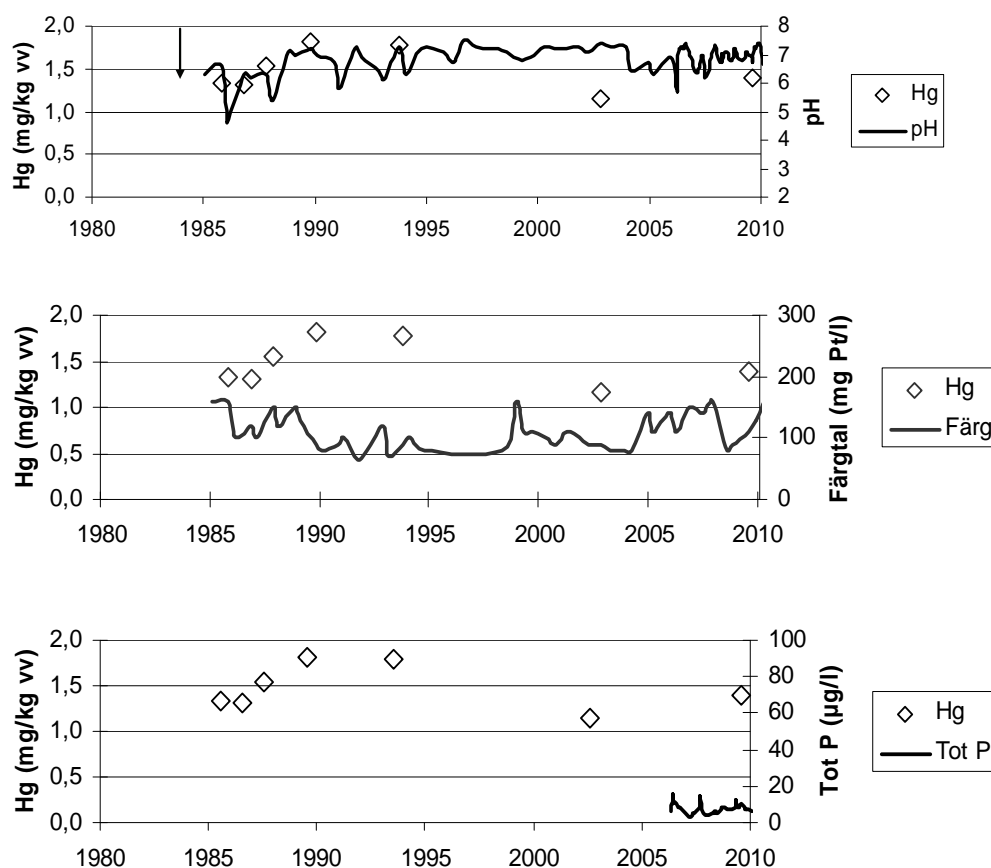
Fisk med höga kvicksilverhalter påträffas ofta i försurade sjöar men detta är sannolikt inte en direkt effekt av försurning utan troligen en indirekt effekt av en låg produktion (9). I en sjö med hög produktion finns mer organismer som kan ta upp tillgängligt kvicksilver och därmed ”späda” ut kvicksilvret. Utvärderingen av IKEU sjöar (7) har visat att det i de 5 kalkade sjöar som ingått i studien sedan 1975, har varit en neråtgående trend när det gäller kvicksilverhalten i abborre. I referenssjön har pH ökat från 5 till närmare 6 under perioden men kvicksilverhalten har inte minskat. Mellanårsvariationen i halterna är stora.

För de tolv sjöar som ingår i miljöövervakningsprogrammet ”Miljögifter i fisk” presenteras kvicksilverhalten relaterat till pH, färg och totalfosfor. Kalkning förekommer i elva av sjöarna och kalkstart indikeras med en pil i pH-diagrammet. Materialet är litet och det går inte att upptäcka någon samvariation mellan kvicksilver och färg eller fosfor. Hagasjön verkar ha fungerat som i teorin då en lyckad återintroduktion av mört troligen medfört att halten av kvicksilver i gädda minskat drastiskt när födovallet förändrats.

Miljöövervakningssjöar inom delprogrammet "Miljögifter i fisk"

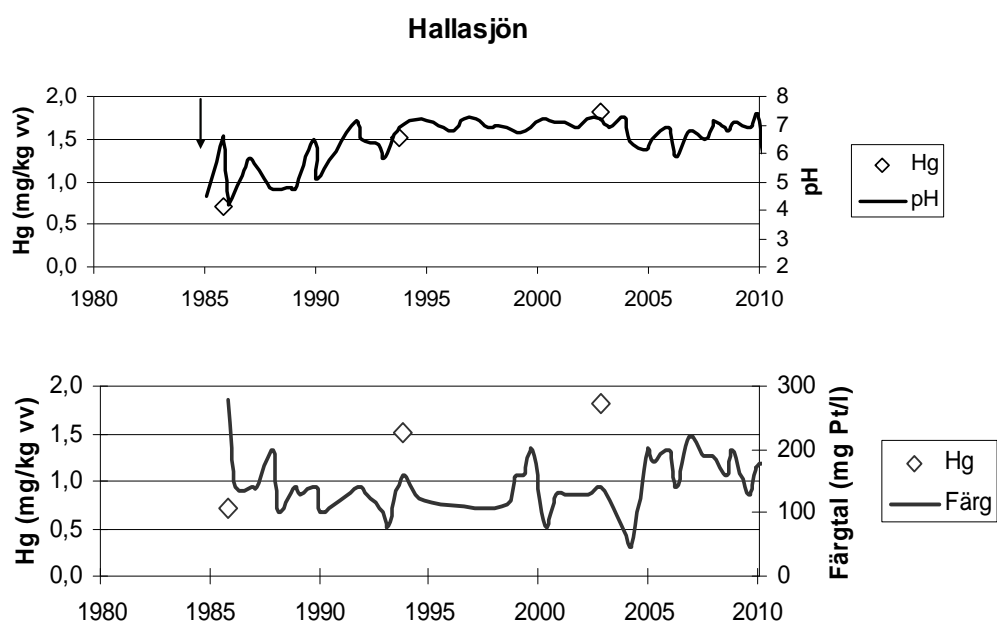
Nissans avrinningsområde

Hagsjön



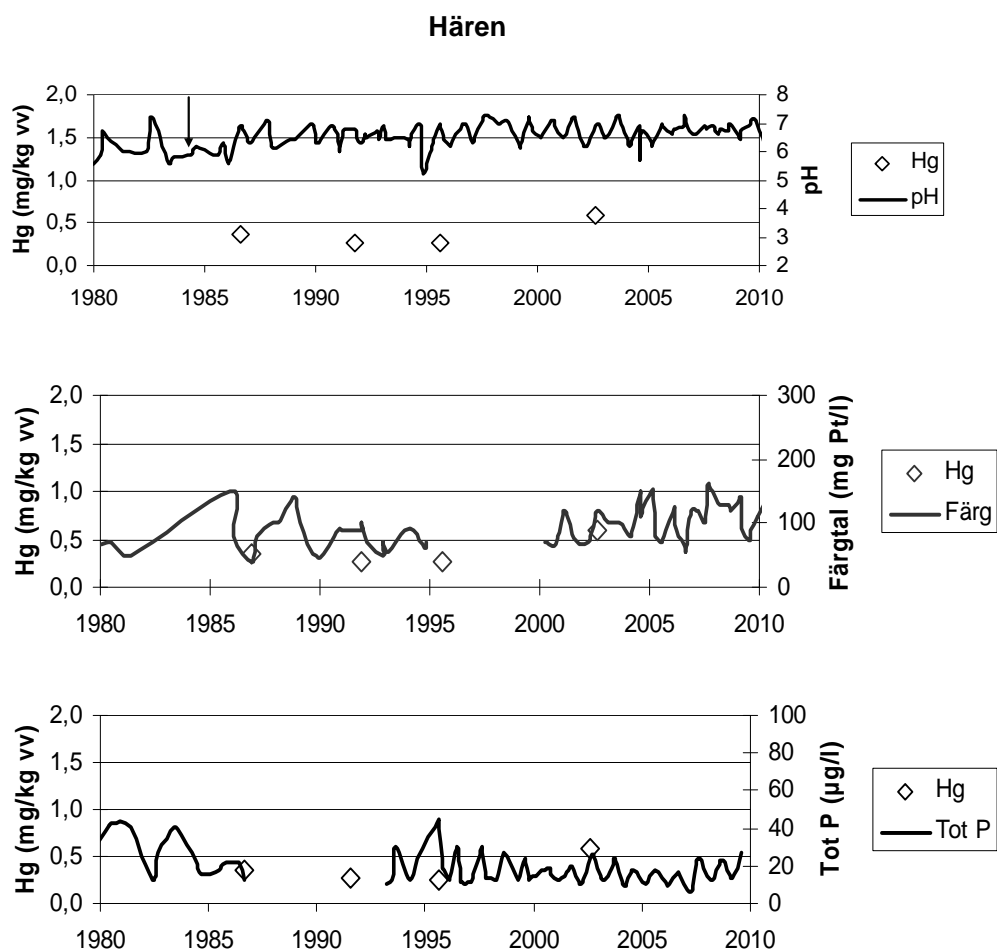
Figur 6. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH, färg respektive fosfor i Hagsjön, Gislaveds kommun. Under åren 1985, 1986, 1987, 1989 och 2009 baseras resultaten på 3, 4, 2, 2 respektive 3 gäddor. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten har under åren varierat mellan 1,2 till 1,8 mg Hg/kg våtvikt i Hagsjön. De högsta halterna uppmättes under 1990-talet och de lägsta i början av 2000-talet. Vid senaste undersökningen 2009 var halten 1,4 mg Hg/kg våtvikt och i nivå med den som uppmätts under 1980-talet. Kalkningen startad 1984 och har höjt pH från 5 till cirka 7. Vattenfärgen har varierat mellan 65 och 160 mg Pt/l men variationen av humushalten i vattnet förefaller inte ha påverkat kvicksilverhalten. Fosfor ligger på en låg nivå, runt 10 µg/l, och har endast analyserats under de senaste fyra åren.



Figur 7. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH och färg i Hallasjön på gränsen mellan Gislaved och Gnosjö kommun. Kvicksilverresultaten 2002 baseras på tre fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten har ökat från 0,7 till 1,8 mg Hg/kg våtvikt mellan 1986 till 2003. Vid fisket 2009 fångades endast en fisk och nya försök görs närmaste året. pH var mycket lågt när sjön började kalkas 1985 och ligger nu runt pH 6,5. Färgen har sedan 2005 ofta legat nära 200 mg Pt/l vilket är högre än tidigare.

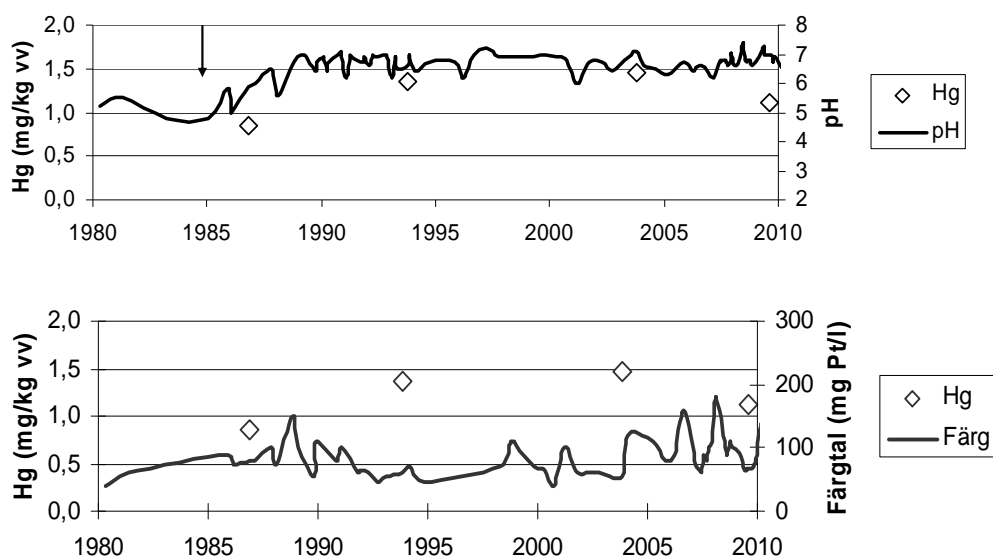


Figur 8. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH, färg respektive fosfor i Hären, Gnosjö kommun. Pilen anger när kalkningen startade i sjö och/ eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten låg under 1980 och 1990-talet under 0,5 mg Hg/kg våtvikt men vid undersökningen 2003 hade halten mer än fördubblats jämfört med 1995. Kalkningen startade 1984 och pH har höjts från strax under 6 till att närmare 7. Färgen varierar mycket men medelvärdet för färgen ligger på 2000-talet på drygt 100 mg Pt/l medan den under perioden 1980 till 1995 var cirka 80. Fosforhalten är på senare år på en jämn nivå runt 20 µg/l. Några toppar över 40 µg/l på 1980 och 1990-talet indikerar högre produktivitet i sjön under dessa år.

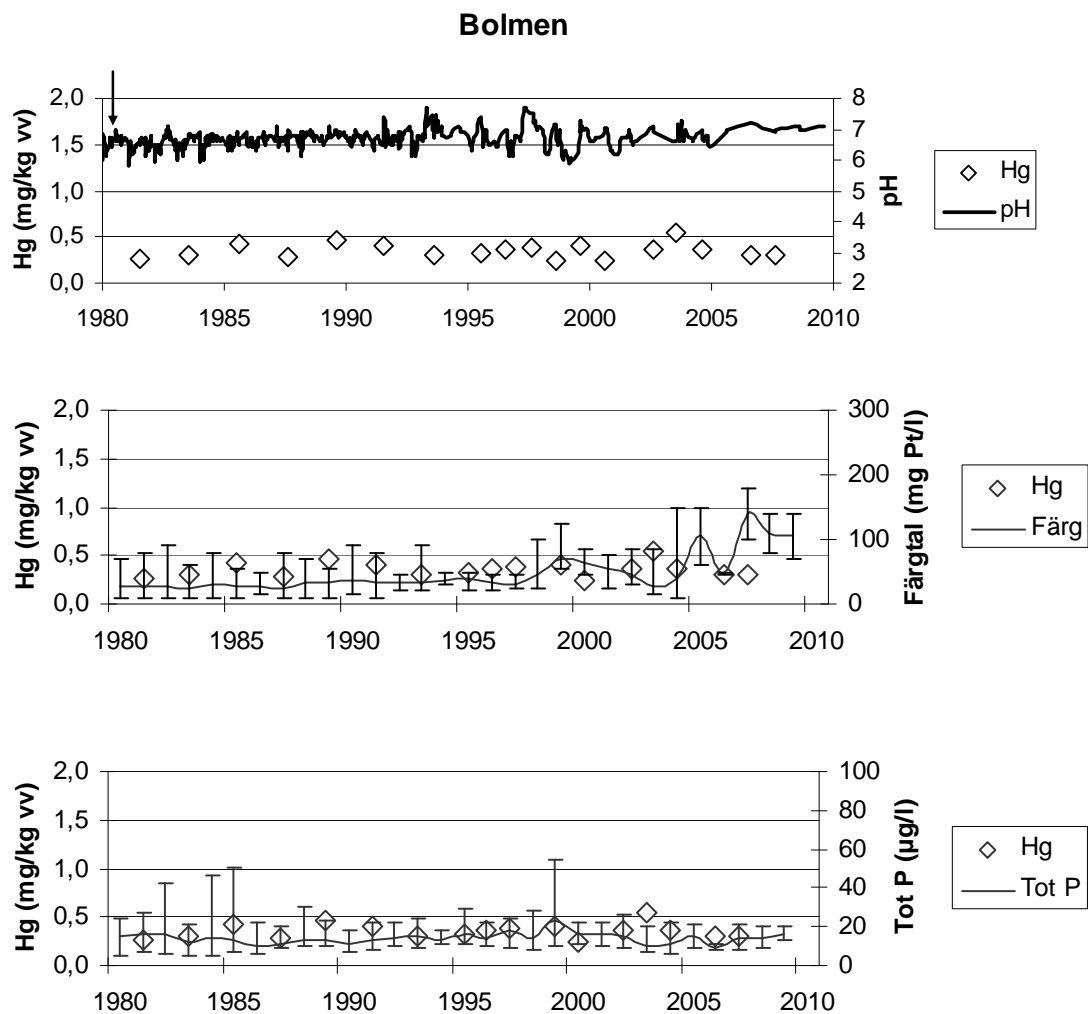
Lagans avrinningsområde

Bjällebosjön



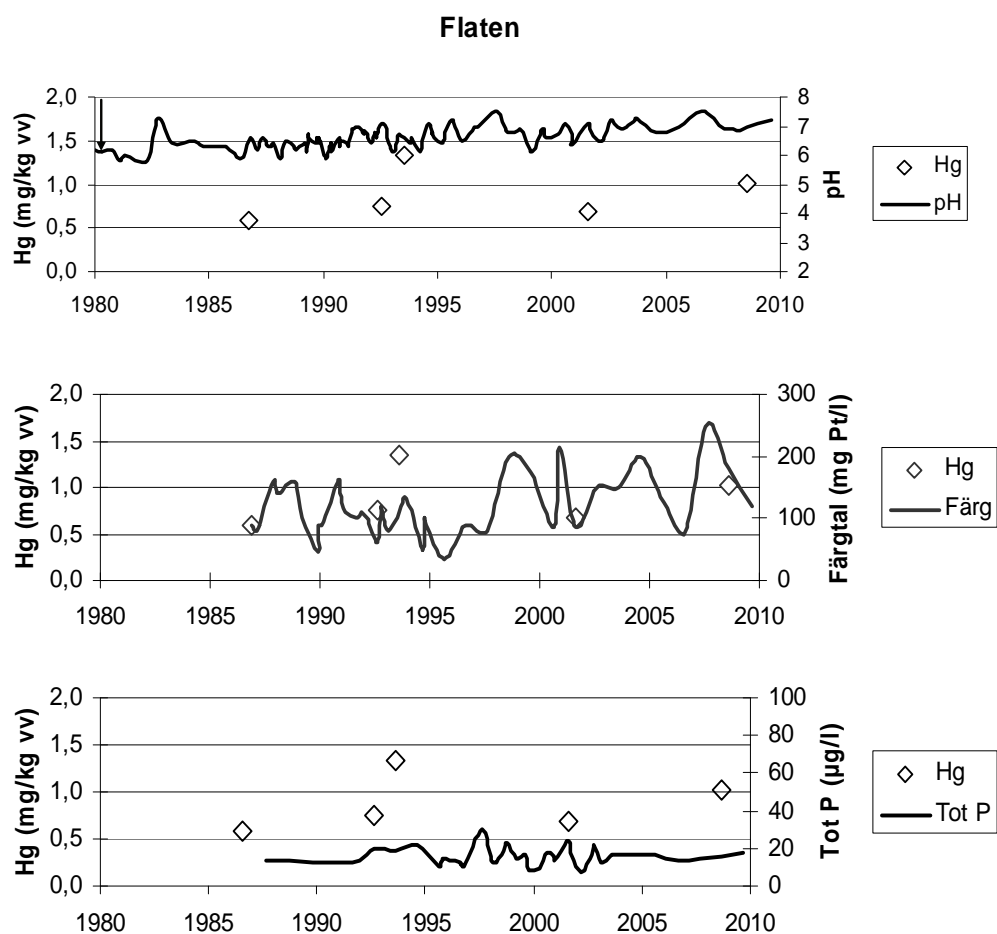
Figur 9. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg vätvikt) relaterat till pH, färg respektive fosfor i Bjällebosjön, Sävsjö kommun. Kvicksilverresultaten 1993 baseras på fyra fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten i Bjällebosjön var lägst 1986 och ökade både vid fisket 1993 och 2003 då halterna var närmare 1,5 mg Hg/kg vätvikt för att därefter minska vid undersökningen 2009 till 1,1 mg Hg/kg vätvikt. Kalkningen startade i mitten på 80-talet och pH höjdes från cirka 5 till 7. Färgen har varierat en del genom åren. Det är mer frekvent med resultat över 100 mg Pt/l på 2000-talet än tidigare.



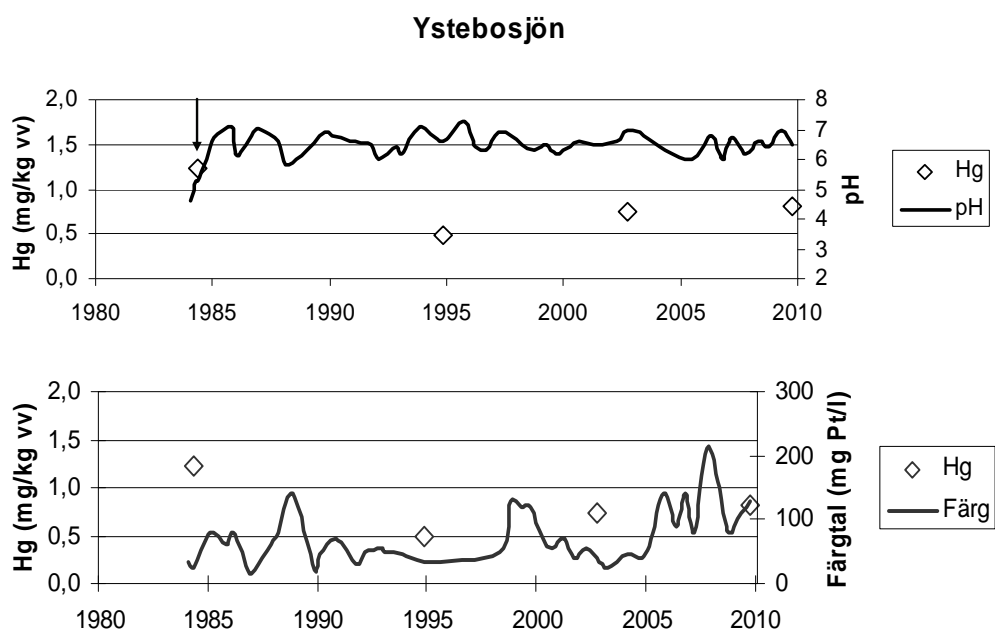
Figur 10. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH, färg respektive fosfor i Bolmen. Sjön ingår i den nationella miljöövervakningen och data har hämtats från den nationella Biotatdatabasen. Kvicksilverresultaten baseras på fem eller tio fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjöns tillrinningsområde. Vattenfärgen mäts i norra och södra delen av sjön. Linjen är medelvärdet av dessa mätningar och det maximala värdet är det som mätts upp i norra delen medan minsta värdet mätts upp i södra delen. Åren 2005 till 2009 baseras medelvärdet på endast två prov per år.

Kvicksilverhalten ligger på en jämn nivå strax under 0,5 mg Hg/kg våtvikt genom alla år. pH är stabilt på mellan 6 och 7 medan vattenfärgen varierar mellan sjöns norra och södra del. Den norra delen har genomgående brunare vatten än den södra delen. Färgen ökar under perioden 2005 till 2009 men är endast baserade på två augustivärden för varje år, ett i norr och ett i söder. Medelvärdena på fosforhalten är stabila genom åren och måttligt höga, i regel under 20 µg/l.



Figur 11. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH, färg respektive fosfor i Flaten, Gnosjö kommun. Kvicksilverresultaten 1986, 1992 och 1993 baseras på 4, 2 respektive 3 fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde

Kvicksilverhalten har varierat mellan 0,6 och 1,3 mg Hg/kg våtvikt under åren, lägst under 80-talet och högst 1993. Vid senaste undersökningen 2008 var halten 1,0 mg Hg/kg våtvikt. pH uppvisar en ökande trend från cirka 5 före kalkningen startade i början på 80-talet till närmare 7 under senare år. Även färgen tenderar att öka från cirka 100 mg Pt/l till närmare 200 mg Pt/l senaste tioårsperioden. Fosforhalten ligger på en jämn, måttligt hög, nivå.

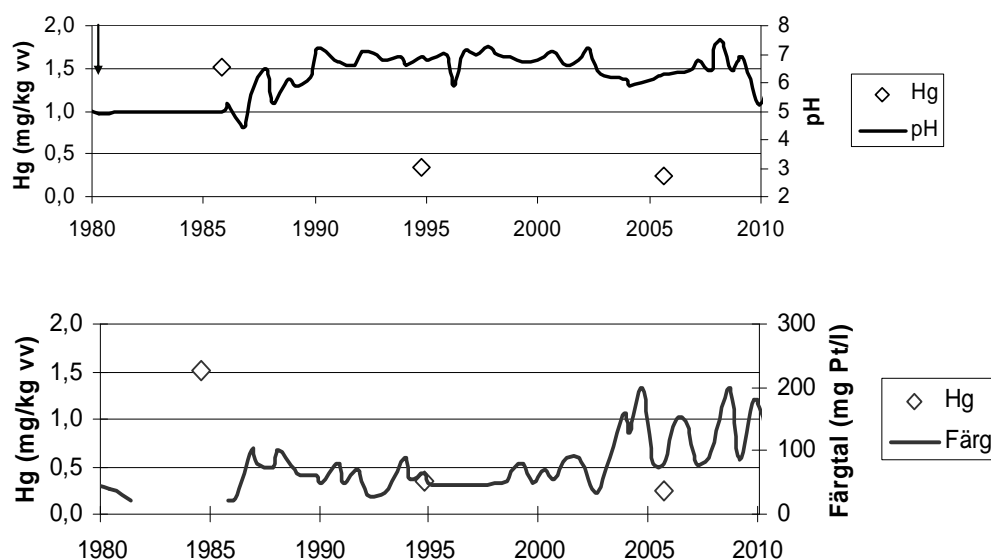


Figur 12. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH och färg i Ystebosjön, Värnamo kommun. Kvicksilverresultaten 1984, 1994 och 2002 baseras på 4, 4 respektive 3 fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten i Ystebosjön var mycket hög, 1,3 mg Hg/kg våtvikt, vid undersökningen 1984 men har därefter minskat till nivåer mellan 0,5 och 0,8 mg Hg/kg våtvikt. Kalkningen påbörjades 1984 och pH har därefter legat på en stabil nivå mellan 6 och 7. Färgen har efter 2005 ökat väsentligt och medelvärdet för perioden 2005 till 2009 är dubbelt så hög som perioden mellan 1984 till 2004.

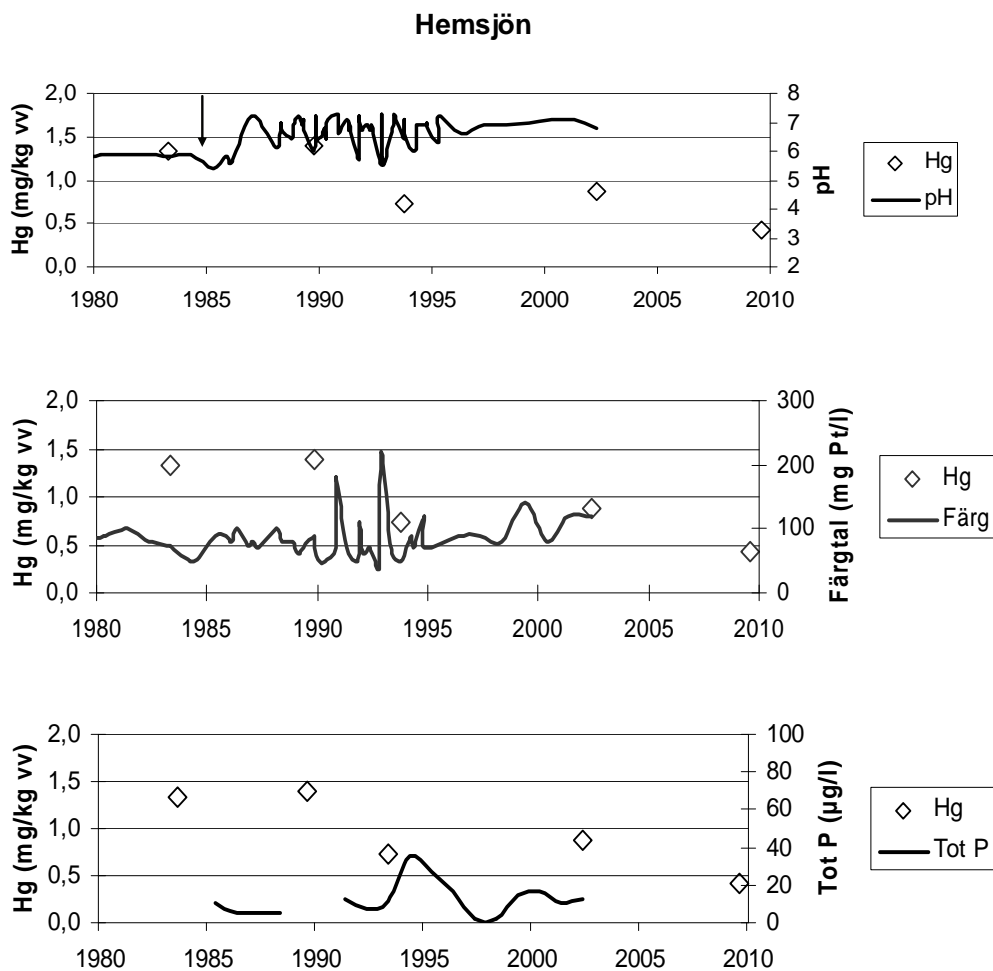
Emåns avrinningsområde

Hagasjön



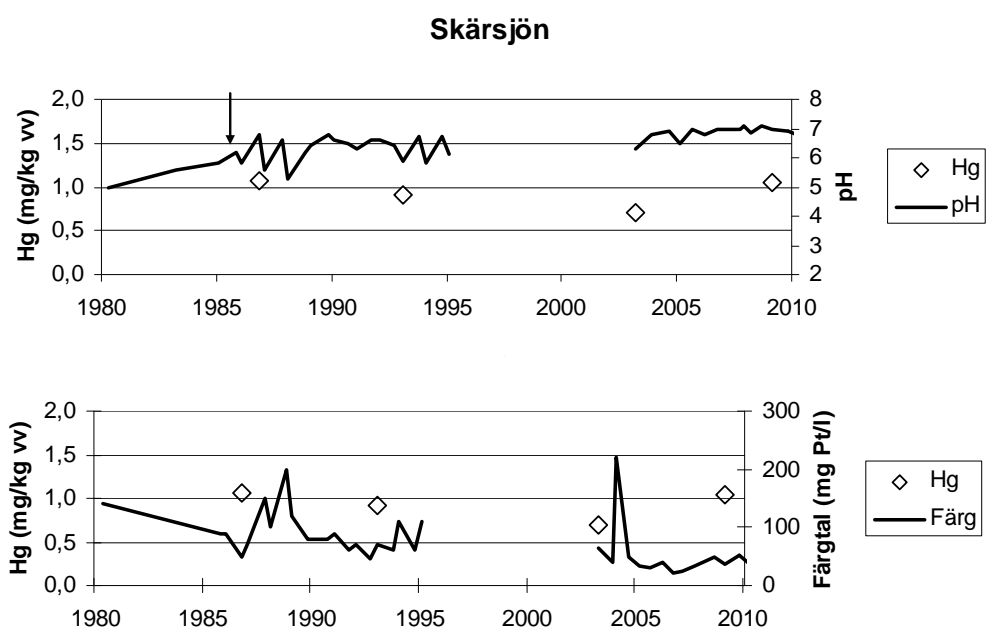
Figur 13. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH och färg i Hagasjön, Vetlanda kommun. Kvicksilverresultaten 1994 baseras på 3 fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten har sjunkit från 1,5 mg Hg/kg våtvikt i mitten på 80-talet till 0,2 mg Hg/kg våtvikt vid senaste undersökningen 2006. Förbättringen har troligen samband med de förändringar som skedde i fiskfaunan och förändringen av födoalet för gädda som blev följden. Mörten, som försvann i samband med att sjön blev försurad, återintroducerades i början på 90-talet. Från och med millennieskiftet har mörten utgjort en fjärdedel av fiskfaunans totalvikt. pH har varierat från 5 i början av 80-talet till att pendla mellan 6 och 7. Efter 2003 har färgen ökat betydligt och är ungefär dubbelt så hög som tidigare.



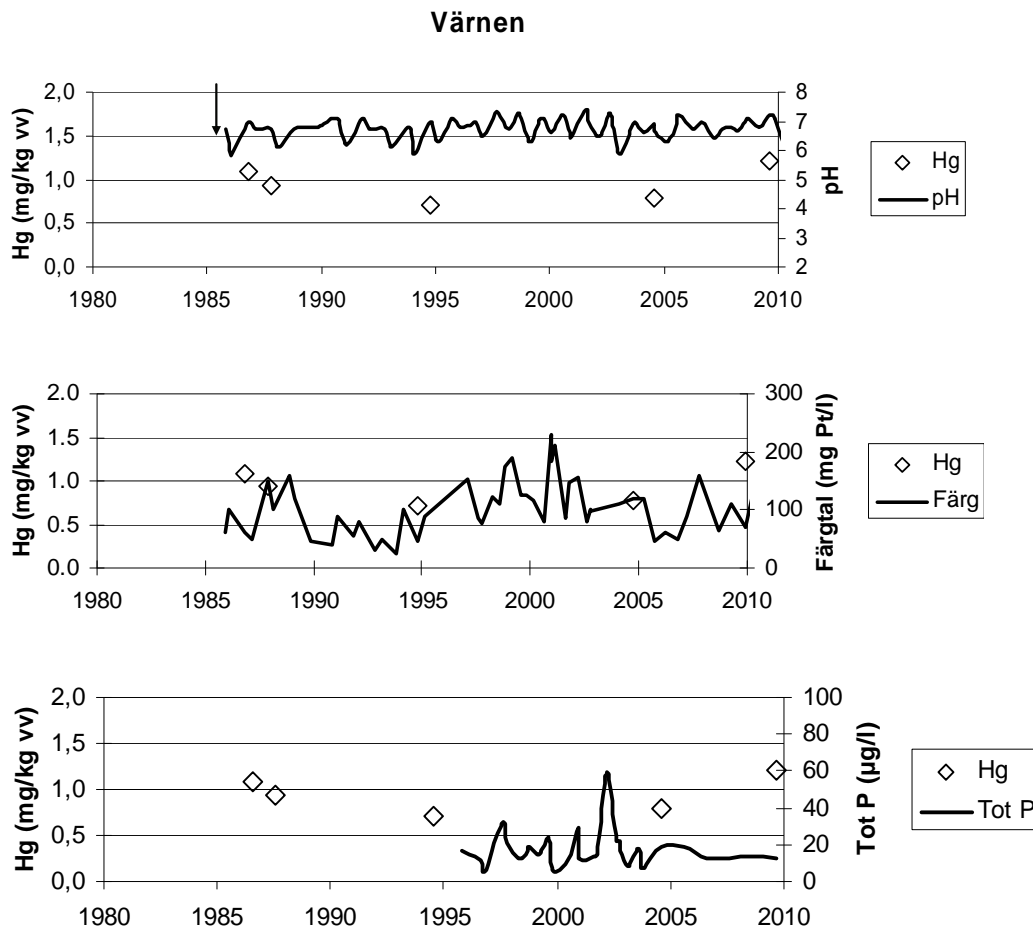
Figur 14. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH och färg i Hemsjön, Eksjö kommun. Kvicksilverresultaten 2009 baseras på 4 fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten uppvisar en neråtgående trend i Hemsjön från 1,3 i början av 80-talet till 0,4 mg Hg/kg våtvikt. pH-värdet före kalkningen var knappt 6 och har därefter i regel varierat mellan 6,5 och 7,3. Vattenkemiresultat efter 2002 saknas. Vattenfärgen har varit riktigt hög under höstprovtagning vissa år men annars legat strax under 100 mg Pt/l. Förutom ett par resultat under 90-talet har fosforhalten varit låga.



Figur 15. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) i Skårsjön, Sävsjö kommun. Kvicksilverresultaten 1986, 1993 och 2004 baseras på 2, 3 respektive 4 fiskar. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten i gädda har undersökts fyra gånger i Skårsjön och ligger genomgående nära 1 mg Hg/kg våtvikt med undantag för 2004 då halten minskade till 0,7 mg Hg/kg våtvikt. Skårsjön är kalkad sedan 1986 och saknar vattenkemi åren 1996 till 2002. pH-värdet ökade i och med kalkningen och har efter 1988 legat på en hög och stabil nivå. Vattenfärgen har varierat mycket från 20 till 220 mg Pt/l. Medelvärdet av vattenfärgen har nästan halverats om man jämför perioden före 1996 med perioden efter 2002 med varandra.

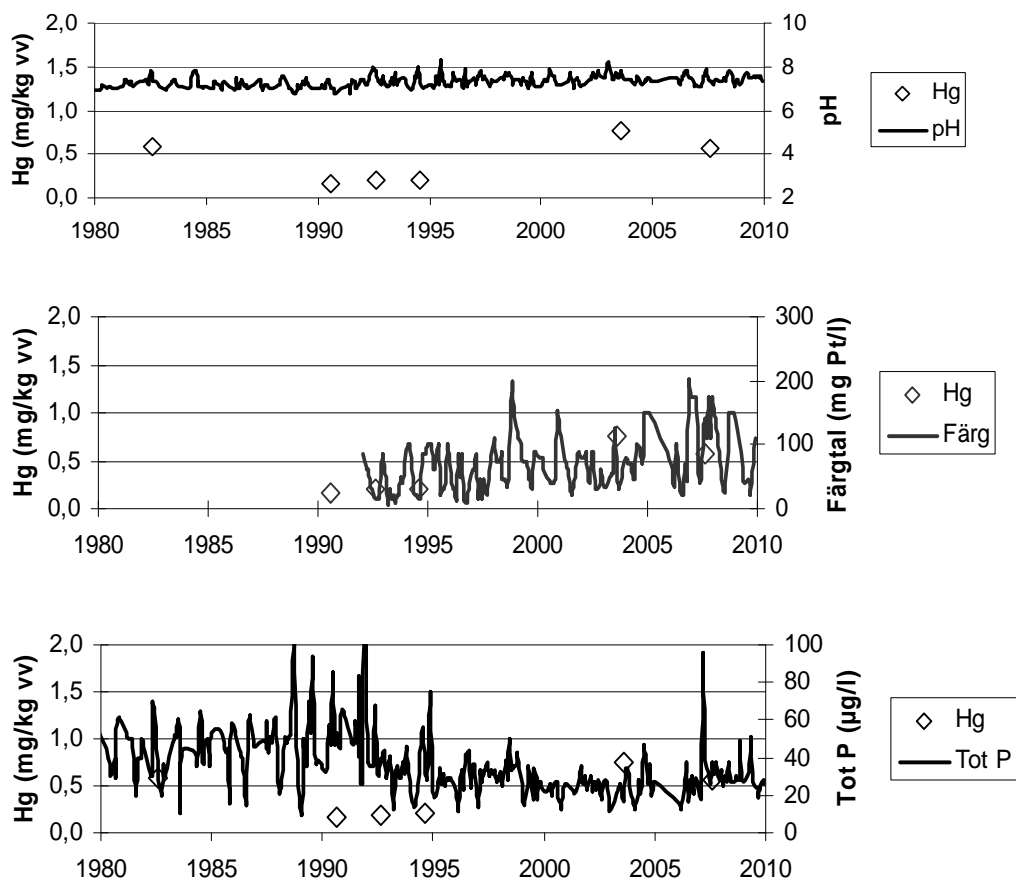


Figur 16. Kvicksilverhalten i gädda (mg Hg/kg våtvikt) relaterat till pH, färg och fosfor i Värnen, Vetlanda kommun. Pilen anger när kalkningen startade i sjön och/eller dess tillrinningsområde.

Kvicksilverhalten sjönk från 1986 till 1995 från drygt 1 till 0,7 mg Hg/kg våtvikt. Vid senaste undersökningen hade halten åter ökat till 1,2 mg Hg/kg våtvikt. pH har under åren legat runt 7. Vattenfärgen har varierat en hel del från 25 till drygt 200 mg Pt/l. Fosforhalten är vanligtvis måttligt höga och de senaste fem åren väldigt stabila.

Motala ström avrinningsområde

Munksjön



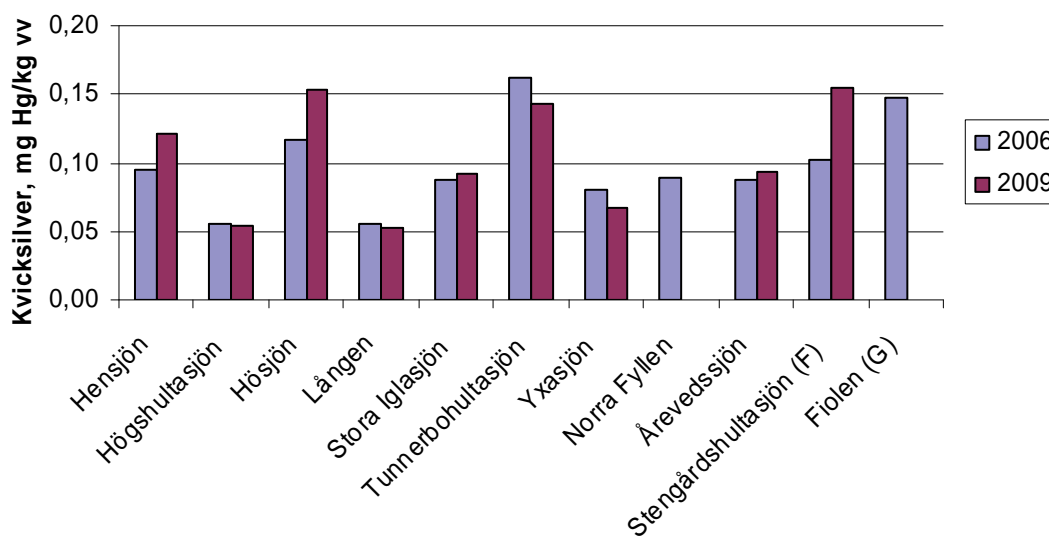
Figur 17. Kvicksilverhalten i gädda (mg kg/kg våtvikt) relaterat till pH, färg och fosfor i Munksjön, Jönköpings kommun. Kvicksilverresultaten 1992 baseras på 4 fiskar

Kvicksilverhaltererna i Munksjön var 0,6 mg Hg/kg våtvikt på 80-talet och minskade markant till under 0,2 mg Hg/kg våtvikt på 90-talet. Vid de två senaste undersökningarna, 2003 och 2007, var halterna tre till fyra gånger högre. pH-värdena ligger på hög stabil nivå medan färgen tenderar att öka. Fosforhaltererna var mycket höga under 80-talet men minskade efter 1995 till halter mellan 10 till 60 µg/l.

Kvicksilver i abborre

Kvicksilver i abborre undersöktes i nio sjöar sommaren 2006, ett och ett halvt år efter stormen Gudrun. Tre år senare, sommaren 2009, upprepades fisket för att se om någon stor förändring skett i kvicksilverhalterna i fisk som eventuell följd av det ökade skogsbruket efter stormen. I en av sjöarna, Norra Fyllen, blev fångsten liten vid det sista provfisket och resultatet därför osäkert och tas på grund av detta inte med i medelvärdesberäkningen. Sjöarna ligger i södra delen av Gislaveds och Värnamo kommun där stora skogsområden drabbades svårt. Storleken på abborrarna var cirka 10 centimeter, uppskattningsvis drygt ett år gamla (1+). Kvicksilverhalten ökade något i fyra av sjöarna, som mest med 0,04 mg Hg/kg våtvikt. I övriga sjöar har halterna legat på samma nivå eller minskat något, som mest med 0,02 mg Hg/kg våtvikt. Kvicksilverhalten är i nivå med de två nationella referenssjöar, Stengårdshultasjön och Fiolen, som ligger i Jönköpings respektive Kronobergs län.

I en studie i Kronobergs län där kvicksilverhalten i 10 cm stora abborrar undersöktes i 15 sjöar sommaren 2005 och 2006 fann man att halterna i medeltal minskade från 0,14 till 0,10 mg Hg/kg våtvikt. Något samband mellan förändring av kvicksilverhalten korrelerat till hur stor andel skog som fallit vid stormen fann man inte (10). Vid uppföljning av samma sjöar 2009 låg kvicksilverhalten kvar i nivå med tidigare år, i medeltal 0,12 mg Hg/kg våtvikt (11)



Figur 18. Kvicksilverhalten (mg Hg/kg våtvikt) i 1+ abborre infångade 2006 och 2009. Stengårdshultasjön (Gislaveds kommun) och Fiolen (Alvesta kommun i Kronobergs län) ingår i det nationella miljöövervakningsprogrammet.

Referenser

1. Åkerblom, S & Johansson, K, 2008. Kvicksilver i svensk insjöfisk – variationer i tid och rum. SLU Rapport 2008:8.
2. Kemikalieinspektionen, 2010.
<http://www.kemi.se/templates/PRIOPage.aspx?id=4052>
3. Wängberg, I & Munthe, J, 2007. Utredning av strategi för mätning av TGM och kvicksilver i nederbörd. IVL rapport B1718.
4. Bishop, K m. fl., 2009. Forestry's contribution to Hg bioaccumulation in freshwaters: assessment of the available evidence. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens TIDSKRIFT nr 1 2009.
5. Hein. M. Kvicksilver i gädda är det ett problem på det sydsvenska höglandet? Länsstyrelsen meddelande 2000:37.
6. Naturvårdsverket, 2009. Undersökningstyp: Metaller och organiska miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag.
7. Naturvårdsverket, 2009. Utvärdering av IKEU 1990 – 2006. Rapport 6302.
8. Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) 2010. Datavårdskap trendvattendrag
[http://info1.ma.slu.se/ma/www_ma.acgi\\$Station?ID=Intro&S=234](http://info1.ma.slu.se/ma/www_ma.acgi$Station?ID=Intro&S=234)
9. Naturvårdsverket, 1997. Slutförvar av kvicksilver. Kvicksilver i miljön, förekomst och effekter. Rapport 4767.
10. Karlsson, P-E m. fl., 2007. Kvicksilverutlakning från växande avverkad och stormskadad skog. IVL rapport B1767.
11. Länsstyrelsen i Kronobergs län, 2010. Arbetsmaterial.

Bilaga 1

Tabell 1. Kvicksilverhalten i gädda i sjöar som har undersökts perioden 1999 till 2009. Kvicksilverhalten har normerats till enkilosgädda. Antal fiskar anger hur många fiskar som haft vikten 0,4 till 1,6 kg och som medelvärdet baseras på.

Sjönamn	Avrinnings- område	Kommun	Xkoord	Ykoord	Årtal	Normerad kvicksilverhalt, mg Hg/kg vätvikt	Antal fiskar
Albosjön	098	Gnosjö	634812	137735	2002	0,42	2
Allgunnen	098	Sävsjö	634690	142635	2002	0,25	3
Almesåkrasjön	098	Nässjö	638020	142802	2004	0,92	5
Bjällebosjön	098	Sävsjö	636835	141765	2003	1,46	5
Bjällebosjön	098	Sävsjö	636835	141765	2009	1,12	5
Bodasjön	074	Vetlanda	635758	145756	2000	0,42	5
Bolmen	098	Gislaved, Värnamo	629511	136866	2000	0,25	10
Bolmen	098	Gislaved, Värnamo	632231	136476	2002	0,37	5
Bolmen	098	Gislaved, Värnamo	632211	136758	2004	0,36	10
Bolmen	098	Gislaved, Värnamo	632344	136778	2006	0,29	10
Byasjön	098	Gislaved	636913	138401	2003	1,01	2
Ekelsjösjön	098	Nässjö	637841	142369	2003	1,39	3
Flaten	098	Gnosjö	635883	138564	2001	0,68	5
Flaten	098	Gnosjö	635883	138564	2008	1,02	5
Furusjön	670	Habo	642474	139056	2004	1,33	5
Furusjön	670	Habo	642474	139056	2006	0,99	5
Gunnen	098	Värnamo	634061	138663	2004	0,83	5
Gunnen	098	Värnamo	634061	138663	2005	0,73	5
Hagasjön	074	Vetlanda	634648	146585	2005	0,25	5
Hagsjön	101	Gislaved	635072	137217	2002	1,16	5
Hagsjön	101	Gislaved	635072	137217	2009	1,39	3
Hallasjön	101	Gislaved, Gnosjö	635371	137288	2002	1,82	3
Hemsjön	074	Eksjö	639488	146647	2002	0,87	5
Hemsjön	074	Eksjö	639488	146647	2009	0,42	4
Herrestadsjön	098	Värnamo	634225	138425	2006	0,57	3
Hillen	098	Sävsjö	634865	142509	2002	0,19	5
HORNSJÖN	670	Habo	643004	139492	2002	1,22	4
Hären	101	Gnosjö	635589	137323	2002	0,59	5
Kolsjön	074	Vetlanda	637699	148258	2004	0,69	5
Kroksjön	101	Gislaved, Gnosjö	635122	137360	2002	1,36	4
Kvarnasjön	098	Gnosjö	635682	138290	2008	0,16	4
Lillesjön	074	Nässjö	638067	143444	2006	0,28	5
Linnesjön	098	Vaggeryd	636340	140067	1999	0,63	2
Mosjön	098	Gislaved,	636263	138489	2001	0,79	5

Sjönamn	Avrinnings- område	Kommun	Xkoord	Ykoord	Årtal	Normerad kvicksilverhalt, mg Hg/kg våtvikt	Antal fiskar
		Gnosjö					
Munksjön	674	Jönköping	640746	140268	2003	0,76	5
Munksjön	674	Jönköping	640746	140268	2007	0,57	5
Nordsjön	101	Gnosjö	636903	137447	2003	1,48	4
Nästasjön	098	Värnamo	634342	138677	2005	0,95	5
Rolstorpasjön	098	Vaggeryd	636103	140809	1999	1,56	2
Rosjön	074	Eksjö, Nässjö	640103	144811	2000	0,64	5
Skärsjön	074	Sävsjö	635760	143571	2003	0,70	5
Skärsjön	074	Sävsjö	635760	143571	2009	1,05	4
Storesjön	074	Nässjö	637788	143448	2003	0,42	5
Storån	098	Värnamo	633890	137840	2002	0,40	3
Storån	098	Gnosjö	634960	138095	2002	0,43	2
Säljen	074	Vetlanda	634570	147131	2000	0,80	6
Vallsjön	074	Nässjö, Sävsjö	636887	143795	2002	0,15	5
Vallsjön	074	Nässjö, Sävsjö	636887	143795	2009	0,22	3
Vidöstern	098	Värnamo	631841	138929	2000	0,54	10
Voxtorpasjön	098	Gislaved	637207	138329	2003	1,20	2
Värnen	074	Vetlanda	635546	146865	2004	0,78	5
Värnen	074	Vetlanda	635546	146865	2009	1,22	5
Ystebosjön	098	Värnamo	632426	138393	2002	0,74	3
Ystebosjön	098	Värnamo	632426	138393	2009	0,81	5
Älgaskruvsjön	074	Uppvidinge	634399	146593	2000	0,83	5
Ärnanäsasjön	098	Sävsjö	635724	142864	2002	0,46	2