

# Kvicksilver i insjöfisk

Uppföljning av kvicksilverhalterna i Västernorrlands län 2007 och 2008



LÄNSSTYRELSEN  
VÄSTERNORRLAND



Länsstyrelsen Västernorrland avdelningen för Miljö och Natur

## **Kvicksilver i insjöfisk**

Uppföljning av kvicksilverhalter i Västernorrlands län 2007 och 2008

LÄNSSTYRELSEN VÄSTERNORRLAND

Avdelningen för Miljö och Natur

871 86 Härnösand

Telefon växel: 0611-34 90 00

Internet: [www.y.lst.se](http://www.y.lst.se)

ISSN: 1403-624X

Text: Niklas Dahlström och Frans Olofsson

Omslagsfoto: Abborrar i olika storlekar. Foto: Frans Olofsson

Kartor: © Lantmäteriet, 2009. Ur GSD-Produkter ärende 106-2004/188-Y

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>INLEDNING .....</b>	<b>- 6 -</b>
Kvicksilver i naturmiljön .....	- 7 -
Utsläpp i Västernorrlands län .....	- 8 -
Mätningar av kvicksilver i insjöfisk .....	- 8 -
Nationella utvärderingar .....	- 9 -
<b>SYFTE .....</b>	<b>- 10 -</b>
<b>MATERIAL OCH METOD .....</b>	<b>- 10 -</b>
Urval av sjöar .....	- 10 -
Val av fisk och metod vid insamlandet .....	- 10 -
Normalisering av kvicksilverhalter .....	- 11 -
Analys av förändringar över tiden .....	- 11 -
Analys av samband kvicksilver, vattenkemi sjö och avrinningsområdets egenskaper .....	- 11 -
Kvicksilver i sjösediment .....	- 13 -
Kvicksilver i nederbörd och avrinning .....	- 13 -
Kvicksilver i slam från avloppsreningsverk .....	- 13 -
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION .....</b>	<b>- 15 -</b>
Kvicksilver i insjöfisk .....	- 15 -
Kvicksilverhalter – markanvändning och vattenkemi .....	- 20 -
Kvicksilver i sjösediment .....	- 23 -
Kvicksilver i deposition och avrinning .....	- 25 -
Kvicksilver i slam från avloppsreningsverk .....	- 27 -
<b>REFERENSER .....</b>	<b>- 28 -</b>

<b>TACK!</b> .....	<b>- 29 -</b>
<b>BILAGA 1 BYSJÖN</b> .....	<b>- 30 -</b>
<b>BILAGA 2 LILLSELSSJÖN</b> .....	<b>- 33 -</b>
<b>BILAGA 3 LÖVSJÖN</b> .....	<b>- 37 -</b>
<b>BILAGA 4 SELASJÖN</b> .....	<b>- 40 -</b>
<b>BILAGA 5 STOR-HABBORN</b> .....	<b>- 44 -</b>
<b>BILAGA 6 VÄSTER-LÖVSJÖN</b> .....	<b>- 48 -</b>
<b>BILAGA 7 BETARSJÖN</b> .....	<b>- 52 -</b>
<b>BILAGA 8 GRANSJÖN</b> .....	<b>- 55 -</b>
<b>BILAGA 9 NAVARN</b> .....	<b>- 58 -</b>
<b>BILAGA 10 REMMARSJÖN</b> .....	<b>- 61 -</b>
<b>BILAGA 11 STORSJÖN</b> .....	<b>- 65 -</b>
<b>BILAGA 12 SÖDRA BERGSJÖN</b> .....	<b>- 68 -</b>
<b>BILAGA 13 VALASJÖN</b> .....	<b>- 71 -</b>
<b>BILAGA 14 VÄSTER-RÄNNÖBODSJÖN</b> .....	<b>- 74 -</b>
<b>BILAGA 15 HAMSTASJÖN</b> .....	<b>- 77 -</b>
<b>BILAGA 16 VÄLLINGSJÖN</b> .....	<b>- 80 -</b>
<b>BILAGA 17 BESKRIVNING AV NÄTTYPEN OCH EQR8</b> .....	<b>- 82 -</b>
<b>BILAGA 18 CESIUM-ANALYSER</b> .....	<b>- 83 -</b>
<b>BILAGA 19 METALL-ANALYSER</b> .....	<b>- 88 -</b>
<b>BILAGA 20 KVICKSILVER-ANALYSER</b> .....	<b>- 94 -</b>

# Kvicksilver i insjöfisk

Uppföljning av kvicksilverhalter i Västernorrlands län 2007 och 2008

## Sammanfattning

Stora mängder kvicksilver har genom historien spridits till naturmiljön vilket har resulterat i förhöjda halter av kvicksilver i insjöfisk. För Västernorrlands län uppgår de totala utsläppen till några hundra ton och halterna i länets insjöfiskar är bland de högsta i landet. Utsläpp till luft kan färdas långa sträckor och det mesta kvicksilvret som deponerats på land ackumuleras i markens översta organiska lager. Trots stora utsläppsminskningar finns ett antropogent tillskott i depositionen samt ett stort marklager.

Femton sjöar i Västernorrlands län har undersökts med avseende på kvicksilverhalt i gädda och abborre under 2007 och 2008. Sjöarna har tidigare varit föremål för olika undersökningar och sex av sjöarna har kalkats med start 1987. Kvicksilverhalterna i en typisk enkilos gädda i sjöarna ligger inom intervallet 0,5 till 1,7 mg Hg/kg våtvikt vilket är något lägre än under perioden 1987 till 1994. Inga tydliga samstämmiga regionala förändring kunde ses under tidsperioden 1988 till 2008 men i två sjöar fanns en signifikant nedgång i kvicksilverhalten. Halterna kvicksilver i fiskmuskel ligger kvar på höga nivåer och visar ett positivt samband med sjöarnas färgtal och ett negativt samband med omsättningstider. Grunda sjöar visar en större tendens till ökade halter i gädda och i sjöar på låg höjd och med låg andel våtmark i avrinningsområdet har halter i abborre i högre utsträckning varit ökande än i andra sjöar. Under den analyserade tidsperioden har sjöarnas färgtal i genomsnitt stigit med ca 20 procent och i de flesta sjöar har även alkaliniteten stigit något. Mot bakgrund av tidigare erfarenheter om humussyroras koppling till kvicksilverhalter i fisk hade en höjning av halterna i de undersökta sjöarna kunna ha förväntats. Minskningen av direktdeposition av kvicksilver på sjöytor som skedde fram till början av 1990-talet kan eventuellt dölja en sådan uppgång.

Våtdepositionen av kvicksilver mätt i nederbörd på öppet fält 1995 till 2003 registrerad på en mätstation nära Västernorrland visar ingen tydlig trend men en stor variation mellan olika månader. Den årliga uttransporten från land till havet via Indalsälven och Ljungan är låg i förhållande till nedfallet och har sjunkit något under mätperioden 1995 till 2007 vilket kan bero på minskade direktutsläpp eller är en följd av tidigare utsläppsminskningar.

Halterna kvicksilver i reningsverkens avloppsslam i Västernorrlands län har sjunkit under perioden 1980 till 2005 från ca 2 till 0,5 mg Hg/kg torrsustans. Det avspeglar samhällets minskade användning och bidrar till ökade möjligheterna att återanvända näringsämnen i slammet och sluta kretslopp.

## Inledning

Miljöövervakning är långsiktigt återkommande systematiska undersökningar som ger information om eventuella förändringar i miljötillståndet. Miljöövervakning är en integrerad del, och en förutsättning för, det svenska miljöarbetet. Avgörande för vad som undersöks är kända miljöproblem, uppsatta miljömål, miljölagstiftning samt internationella direktiv och konventioner. Miljöövervakningen är också ett viktigt instrument i utvecklingen och uppföljningen av miljöarbetet i stort och ger således ett kvitto på om miljöarbetet leder till bättre miljö kvalitet.

Upplägg och strategi för att svara på de grundläggande syftena med den regionala miljöövervakningen görs så att den kan användas som underlag för att:

- beskriva tillståndet och utvecklingen i miljön (hur mår länet)
- ge underlag för uppföljning av regionala och nationella miljömål
- identifiera och bedöma regionala hotbilder
- bedöma behovet och ge underlag för miljöåtgärder
- följa upp effekten av genomförda miljöåtgärder
- bedöma och prioritera åtgärder vid tillståndsprövning och tillsyn
- ge underlag till fysisk planering (översiktsplaner etc.)
- informera allmänhet och övriga intressenter
- ge underlag till framtida regionala miljöanalyser

Till hjälp upprättas kontinuerliga övervakningsprogram, sk Länsprogram som beskriver hur miljöövervakningen är tänkt att bedrivas under en 5 till 6 årig period. Aktuellt länsprogram, *Länsprogram för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 i Västernorrlands län* (Olofsson 2008) består av nio programområden (Luft, Skog, Jordbruksmark, Landskap, Våtmark, Sötvatten, Kust och hav, Hälsorelaterad miljöövervakning, Miljögiftssamordning). Övervakning i dessa programområden ska göra det möjligt att fånga in en mera storskalig regional påverkan och effekter på länets naturmiljö. Detta gäller både kemiska och biologiska förändringar och eventuella hotbilder mot dessa. Aktuell undersökning av kvicksilver är en del inom programområdet Sötvatten, delprogram *Miljögifter i insjöfisk* och följer upp miljömålen *Giftfri miljö* samt *Levande sjöar och vattendrag*.



*Miljömålsuppföljningen är en viktig del inom miljöövervakningen och de 16 nationella miljö kvalitetsmålen har i sin tur brutits ned på regional nivå. För varje miljömål finns ett flertal tillhörande läns mål med indikatorer som kan ses som verktyg i arbetet med att följa upp och nå de föreslagna och uppsatta miljömålen.*

*Illustration: Tobias Flygar*



## **Kvicksilver i naturmiljön**

Kvicksilver i insjöfisk är ett allvarligt miljöproblemen med potential att påverka människors hälsa. Gränsvärden för livsmedelsförsäljning och värden satta som gräns för god kemisk status enligt vattenförvaltningen överskrids i mycket stort antal sötvattensmiljöer. Kvicksilver är ett grundämne och en metall med den kemiska beteckningen Hg som är flytande i rumstemperatur. Ämnet är inte särskilt upptagbart i dess grundform men kan under vissa omständigheter metyltera, dvs. förena sig med organiskt kol och bilda metylkvicksilver som är mer upptagbart i näringskedjan och biologiskt material. Skadeverkningarna hos levande organismer uppstår som en följd av att kvicksilvret förenar sig med viktiga substanser i kroppen och påverka dess funktion negativt. Hos människan är det framför allt det centrala nervsystemet som drabbas (Petersson- Grawè m.fl. 2007).

Huvuddelen av de förhöjda halterna av kvicksilver i insjöfisk i Sverige härrör från långväga transporterade luftföroreningar och deponeras som torr- och våtdeposition. En stor del av dagens utsläpp som via luften deponeras över Sverige har sitt ursprung från förbränning av fossila bränslen (Munthe m.fl. 2007). Föroreningar som landar direkt på vattenytor kan absorberas av humus och plankton och sedan vandra vidare i näringskedjan (Lindqvist 1991). Kvicksilver som hamnar på land binds hårt i markens översta organiska lager. Retentionen av kvicksilver gör att ämnet ackumuleras i framförallt mårslagret (Johansson 1995, Alriksson 2001).

Under lång tid har en upplagring av kvicksilver skett i marken och över stora delar av Sverige förmår läckaget inte kompensera för dagens relativt låga nedfall (Johansson 2009) och en fortsatt upplagring sker. De faktorer som ökar metylering, till exempel reducerande förhållanden på grund av en höjd grundvattennivå, och de faktorer som ökar utläckaget, t.ex. störning av marklager och ökad avrinning bidrar till förhöjda kvicksilverhalter i insjöfisk. Transport från mark till vatten sker i stor utsträckning tillsammans med det organiska material till vilket olika former av kvicksilver är bundet. Flera olika studier visar att förhöjd bildning av metylkvicksilver och ett ökat läckage till sjöar och vattendrag är kopplade till skogsbruksåtgärder. Effekten tycks bli bestående under ca 5 år efter en skogsbruksåtgärd (Porvari m.fl. 2003, Bishop och Åkerblom 2006). Även klimatförändringar med högre grundvattennivåer, ökade vattenflöden och en längre barmarkssäsong kan påskynda metylering och uttransport.

## Utsläpp i Västernorrlands län

De samlade historiska utsläppen av kvicksilver från länet kan uppskattas till några hundra ton vilka till ungefär lika delar har släppts ut till luft och vatten. Utsläppen var som störst under 1940 till 1980-talet. De huvudsakliga utsläppskällorna var en utbredd användning av kvicksilver i olika produkter som spridits t.ex. via bekämpningsmedel och sopförbränning. Inom industriverksamhet förekom utsläpp i samband med svavelextrahering från sulfider och när kvicksilver användes som flytande elektroder i den kemiska process där natriumhydroxid och klor framställdes. Även framställning av plasten vinylklorid via en metod där kvicksilver utgjorde en del av katalysatorn i processen orsakade stora utsläpp (Lindqvist m.fl. 1984, Levander 1989, Sangfors 1990, Lindqvist m.fl. 1991).

Kvicksilveranvändningen har gradvis avvecklats och en mängd förbud för användning har införts. Under 2000-talet sker ett registrerat årligt utsläpp i länet på ca 10 kg per år registrerade i Emissions och utsläppsregistret (EMIR, 2009) fördelat på ca 2/3 till luft och 1/3 till vatten. Dagens utsläpp i Västernorrland härrör från krematorier, sopförbränning, massafabriker och avloppsanläggningar. Den största spridningen till naturmiljön idag utgörs troligtvis av sekundär spridning från gamla utsläpp och upplag t.ex. från förorenade sediment och fiberbankar, från deponier och kisaskupplag (Länsstyrelsen 2008).

## Mätningar av kvicksilver i insjöfisk

I Västernorrlands län har ett omfattande material med analyser av insjöfisk samlats in med början under 1960-talet när de negativa effekterna av kvicksilver började uppmärksammas. Detta fortsatte fram till ungefär mitten av 1990-talet. Därefter har det årliga antal prover som samlats in minskat betydligt vilket bl.a. beror på att fler miljöproblem har hamnat i fokus. I mitten av 1980-talet initierades ett projekt av Naturvårdsverket med syftet att undersöka möjligheterna att med olika metoder sänka kvicksilverhalterna i insjöfisk, och senare även cesium (Kalkning-Kvicksilver-Cesium-Projektet). Efter projektet fortsatte uppföljningen av sjöarna under några år i Länsstyrelsens regi. Stora delar av materialet finns idag tillgängligt hos IVL Svenska Miljöinstitutet AB som är nationell datavärd för bland annat miljögifter i biota.

Kvicksilverhalten i fisk styrs av en mängd faktorer som är beroende av sjöns egenskaper. Tidigare undersökningar har visat att kvicksilverhalten i insjöfisk visar ett samband med fiskens storlek och ålder, sjöns surhetsgrad, halt av organiskt materia och näringsstatus (Lindqvist m.fl. 1991). Dessa faktorer hänger ofta ihop vilket gör att det blir svårare att utreda de direkta orsakssambanden. Stora och gamla fiskar har ofta högre halter. Höga pH-värden i sjöar ger lägre kvicksilverhalter i fisk (Björklund m.fl. 1984). Kalkning av en sur sjö tycks sänka halterna i fisken med ca 20 % (Lindqvist m.fl. 1991) åtminstone initialt. Det är dock osäkert vad denna effekt egentligen beror på. Det kan vara graden av metylering i sjön som minskar (Gilmour och Henry 1991) eller förskjutningar i näringskedjan eller en gödslings effekt. Kvicksilverhalten i fisk är generellt högre ju mer humusämnen som finns i vattnet. Humussyrorna, som är bärare av kvicksilver från land till vatten, är kopplade till sjöns pH och halten organiskt material är dessutom i hög grad beroende av sjöns storlek och omsättningstid. Lång omsättningstid och ett sjörikt vattensystem innebär att vattnets humusämnen hinner sedimentera och förbrukats vilket medför ett klarare vatten. Även sjöns näringsväv och fiskens trofnivå har betydelse för kvicksilverhalten. I sjöar där fisken växer fort och som har en hög intern produktion har fisken ofta lägre halter.

## **Nationella utvärderingar**

Under senare år har två omfattande utvärderingar av kvicksilverproblematiken i naturmiljön gjorts i Sverige, Munte m.fl. (2007) samt Åkerblom och Johansson (2008). Nedan följer ett utdrag av slutsatserna från respektive utvärdering:

Det finns idag en antropogen påverkan på depositionen av kvicksilver över Sverige och Norden där en avtagande trend mot norr indikerar att de största källorna numera finns i det kontinentala Europa. Under 2000-talet syns ingen tydlig minskning av depositionen.

Kvicksilver i sjösediment har ökat med en faktor 2-5 i Norden jämfört med förindustriell tid. De mest förorenade sedimenten förekommer i ett stråk från södra Norge, Västkusten, tvärs över Mellansverige och längs Norrlandskusten.

I ett område som sammanfaller med de kontaminerade sedimenten finns höga halter kvicksilver i insjöfisk. Endast i nordvästra Sverige är kvicksilverhalterna i insjöfisk nära de som anses vara ursprungliga (ca 0,2 mg Hg/kg våtvikt (ww)). Längs södra Norrlandskusten är kvicksilverhalten i insjöfisk extra höga (ca 1 mg Hg/kg ww) vilket troligtvis är en kombination av ogynnsamma naturförhållanden och en sammanlagt hög historisk belastning (Munte m.fl. 2007).

Västernorrland är det län som genom åren ansamlat den största mängden provmaterial av kvicksilverhalter i fisk (Åkerblom och Johansson 2008). En utvärdering av trender i sjöar i hela Sverige visar inga tydliga mönster över tiden. En bidragande orsak kan vara att underlaget till datamaterialet har haft många och olika syften. Det finns dock en tendens att kvicksilverhalterna i gäddmuskel minskar mot slutet av 1980-talet, eventuellt som ett resultat av en minskad luftburen belastning under samma period. Under 1990-talet tycks förändringarna vara mindre. Mellan andra hälften av 1990-talet till första hälften av 2000-talet ökar halterna igen vilket kan hänga samman med de ökade färgtalen i sjöar som sker under ungefär samma period (Åkerblom och Johansson 2006).

## Syfte

Syftet med denna undersökning är att kontrollera kvicksilverhalter och haltutveckling i insjöfisk i ett representativt urval av Västernorrlands sjöar. Länets historiska utsläpp och dagens flöden i naturmiljön belyses. Vidare redovisas även ålder, cesium- och metallhalter i det insamlade fiskmaterialet.

## Material och metod

### Urval av sjöar

Ett antal sjöar i Västernorrlands län som tidigare undersökts med avseende på kvicksilverhalter i abborre och gädda valdes ut. Kriterierna för urvalet var att det skulle finnas ett stort antal tidigare analyser, inga kända lokala föroreningskällor av kvicksilver och att de inte skulle ha utsatts för någon kvicksilversänkande behandling, med undantag för kalkning. Sjöar som uppfyllde kravet var en blandning av referenssjöar och kalkade sjöar. Det undersökta fiskmaterialet från tidsperioden 1987 till 1994 kommer i stor utsträckning från projektet cesium, kalkning kvicksilver. En mer detaljerad beskrivning av det projektet och de ingående sjöarna finns i Bengtsson m.fl. (1989). Delar av sjömaterialet har varit föremål för olika utvärderingar bl.a. Andersson 1991 och Bengtsson (1999).

Av de 15 undersökta sjöarna är 5 sjökalkade och en sjö, Väster-Lövsjön är fullskalkad dvs. hela tillrinningsområdet är kalkat. Bysjön är även våtmarkskalkad. I samtliga dessa sjöar startade kalkningen år 1987 med en relativt hög initial kalkdos. Kalkningarna har sedan fortsatt i olika omfattning (bilaga 1-15). Åtta sjöar utgörs av regionala och nationella referenssjöar som inte är kalkade eller påverkade av kalkning. Dessutom ingår Hamstasjön som varken är kalkad eller är en referenssjö (tabell 1, figur 1).

### Val av fisk och metod vid insamlandet

Totalt undersöktes 16 sjöar under 2007-2008 varav 15 med avseende på kvicksilverhalt i insjöfisk (tabell 1, figur 1, bilaga 1-16). Fiskarter som insamlats och analyserats är gädda och abborre (Naturvårdsverket 1997). Fiskemetoderna har varit med nät, mjärdar, fiskespö samt elfiske under perioden juli, augusti och september. Skogsstyrelsen har hjälpt till vid fisket under båda insamlingsåren. Viktintervallet för infångad och analyserad gädda är 0,4-1,6 kg och representerar en ackumulering av miljögifter under de senaste 4-6 åren. Infångade och analyserade abborrar har gjorts på två olika storleksintervall, 8-11 cm respektive 15-20 cm. Det mindre längdintervallet återspeglar belastningsläget under det senaste året medan de större abborrarna avspeglar, likt gäddorna, ett flerårigt upptag på 4-6 år. Maximalt 10 fiskar per storleksintervall och sjö har analyserats med undantaget Betarsjön, där 11 gäddor analyserades. Totalt utfördes 240 kvicksilveranalyser. Förutom dessa analyser gjordes även 74 cesiumanalyser och 65 metallanalyser (Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni, As) inriktade på abborrar i det större längdintervallet samt på gäddor. Åldersanalyser utfördes på de fiskar som även analyserades på metaller. För analys av kvicksilver och cesium används fiskmuskel medan metallerna analyseras på lever. Alla fiskar är längd- och viktmätta. Analyser har utförts av MeAna Konsult AB, Uppsala. Cesium- och metallanalyser redovisas i bilaga 18 samt 19 och utvärderas inte närmare i denna rapport.

## **Normalisering av kvicksilverhalter**

Provfiskarnas storlek visar ett positivt samband med kvicksilverhalten. I olika utvärderingar har olika metoder använts för att korrigera för effekten av fiskarnas storlek och normera halten till en given vikt eller längd för att kunna jämföra mellan individer. För gädda finns en vedertagen normeringsvikt på 1 kg medan det för abborre finns flera. Vanliga metoder för normering är genom division med vikten eller att utgå från ett regressions samband mellan vikt och halt. Flera alternativa metoder för normering av vikten provades varav en vedertagen metod som har använts i senare studier (Meili m.fl. 2004, Sundbom m. fl. 2007) gav ett bra resultat och effekten av fiskens storlek kunde minimeras. Kviksilverkoncentrationerna normerades till att motsvara en enkilos gädda vilket motsvarar 300 gram för abborre. Metoden finns beskriven i UN/ECEs konvention om beräkningar av kritisk belastning (CLRTAP) ([http://icpmapping.org/cms/zeigeBereich/11/manual\\_english.html](http://icpmapping.org/cms/zeigeBereich/11/manual_english.html)). Under perioden 1988 till 1995 utfördes kvicksilveranalyser på samlingsprover av abborre i storleksintervallet 8 till 10 cm. För att viktnormera dessa mätningar användes medelvikten för abborrar mätta i samma längdintervall (6,71 g). En jämförelse av de normerade kvicksilverhalterna för abborre och gädda gjordes i de fall gäddor och abborrar hade analyserats i samma sjö samma år.

## **Analys av förändringar över tiden**

Mätningar av kvicksilverhalten i fiskmuskel på abborre och gädda har under perioden 1980 till 2008 gjorts på ett brokigt material vilket gör analyser av temporala förändringar svår. För de flesta sjöar finns dock ett bra material under några år med start 1987 för gädda och 1988 för abborre samt för de mer omfattande analyserna i och med de nya mätningarna 2007/2008. För att visualisera resultaten av mätningarna gjordes diagram med normerade halter i individer och samlingsprover över tiden för respektive sjö. Avvikande värden kontrollerades i ursprungliga analysprotokoll där så var möjligt. I ett första steg gjordes en analys av eventuella trender 1988 till 2008 för hela materialet och sedan uppdelade på abborre och gädda, kalkade och okalkade sjöar samt individuella sjöar. Mann-Kendall test för monoton trend (Hirsch och Slack 1984) med programvara utvecklad av Grimvall m.fl. (2009) användes för sjöar med mätningar av kvicksilver perioden 1988 till 2007/2008. Även förändringar i färgtal och alkalinitet analyserades under samma period. Ett t-test för respektive sjö och art gjordes mellan de två perioderna med mer omfattande mätningar 1987 till 1994 och 2007/2008 för att titta på eventuella nivåförändringar. Signifikansnivån 5% är använd i analyserna. En sammanställning av de generella mönstren för utveckling av kvicksilverhalter, vattenkemi, tidigare provfisken, sjödata och intressanta noteringar för de aktuella sjöarna presenteras i bilaga 1-16.

För gädda som hade ett mer omfattande analysmaterial från ett större antal år gjordes ett försök att titta på förändringar under hela tidsperioden 1980 till 2007. I den analysen användes de viktnormerade kvicksilverhalterna för respektive individ vilka dividerades med respektive sjös periodmedelvärde. Detta ger ett enhetslöst index som visar individens avvikelse från sin sjös periodmedelvärde. Materialet delades upp i kalkade och okalkade sjöar och en trendlinje anpassades med utjämningstekniken spline via en optimering (Hammer m.fl. 2009).

## **Analys av samband kvicksilver, vattenkemi sjö och avrinningsområdets egenskaper**

Den procentuella sammansättningen av olika markanvändningstyper i sjöarnas avrinningsområde samt sjöarnas egenskaper sammanställdes utifrån en GIS-analys med marktäckedata (Lantmäteriverket 2003), och uppgifter om avverkningar (perioden 2000 till 2007) samt tabelluppgifter (hämtade från SMHI:s sjö- och vattendragsregister). För andelen avverkad yta användes marktäckedata-klassen "Hygge" vilken visar ungskog med trädhöjden

< 2m d.v.s. hyggen som är upp till ca 10 år gamla före det att grunddata samlades in (från ca år 2000). Till dessa data som ungefär omfatta hyggen upptagna under 1990-talet lades även avverkningar mellan åren 2000 till 2007 till (uppgifter från skogsstyrelsen). Avverkningarna täcker således ungefär in perioden 1990 till 2007.

I samtliga sjöar, utom Hamstasjön, där fiskprover tagits under 2007 och 2008 finns bra vattenkemiska data med avseende på färgtal och alkalinitet under perioden 1987 till 2007. Data härstammar från mätningar inom nationell- och regional miljöövervakning samt inom vattenkemisk kalkeffektuppföljning. Eventuella samband mellan kvicksilverhalter och haltförändringar i fisk över tiden, sjö- och avrinningsområdesegenskaper samt vattenkemi undersöktes med Spearman's rangkorrelationer.



*Många äldre industrier likt den i Köpmanholmen spred stora mängder kvicksilver till naturmiljön. Idag pågår ett omfattande arbete med att sanera och återställa förorenade industriområden i länet.*

### **Kvicksilver i sjösediment**

Mätningar av kvicksilverhalter i sjösediment från tre undersökningar som inkluderat sjöar i Västernorrland och Mellannorrland lades samman för att studera eventuella regionala mönster och förändring över tiden.

- En undersökning utförd av Pålsson (ca 1975) av 8 sjöar i Sundsvalls kommun där glödförlust och kvicksilverhalt undersökts i dubbla provpunkter i respektive sjö och på olika nivåer. Ytsediment 0-2,5 och 2,5-5 cm och i flera nivåer ner till 75 till 140 cm.
- En undersökning utförd i mitten av 1980-talet av sediment i 39 sjöar i Västernorrlands och Jämtlands län där glödförlust och kvicksilverhalt har analyserats på ytsediment (0-2 cm, dubbelprov) och djupare sediment (18-20 cm) i den djupaste delen av sjön (Andersson m.fl. 1985).
- Data från referenssjöar gjorda på ytsediment i de två översta skikten (0-2 och 2-4 cm) och 30-32 cm. Fem sjöar från Mellannorrland valdes ut (Johansson 2001).

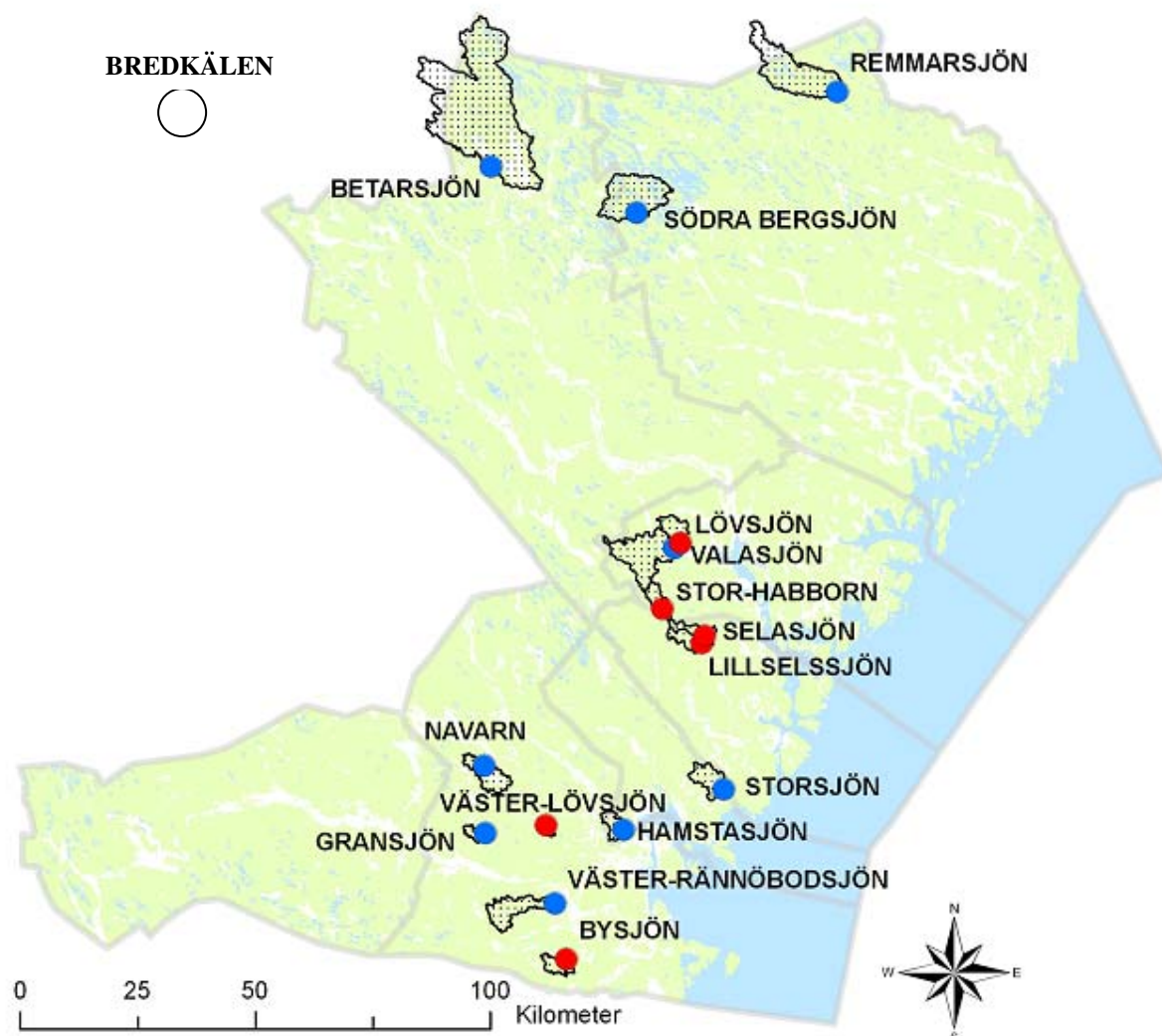
Sjöarna i studierna är utvalda för att inte ha några kända lokala föroreningskällor och är ämnade att spegla den regionala föroreningssituationen. I analysen har även sjöar som gränsar till Västernorrlands län med liknande geologiskt underlag medtagits. Sjömaterialet omfattar både större och mindre sjöar med olika markanvändning, djup, avrinningsområdesstorlek och näringsstatus. Det största antalet sjöar utgörs av mer traditionella skogssjöar. Sedimentationspålagringshastigheten och dess eventuella variation över tiden är inte känd varför ”ytsediment”(0 till 5 cm) inte visar en given tidsperiod men avspeglar troligtvis förhållandena under de närmaste decennierna före provtagningen. Likaså visar de djupare sedimenten olika tidsperioder men bör avspegla situationen före industrialismen. I de fall dubbelprover analyserats, eller flera sedimentproppar, beräknades ett medelvärde för glödförlust och kvicksilverhalt för varje sjö för ytnivån (prover tagna mellan 0-5 cm) och för en djupnivå (prover tagna mellan 18 till 50 cm).

### **Kvicksilver i nederbörd och avrinning**

Tillgängliga kvicksilvermätningar i nederbörd på öppet fält från den i regionen belägna nationella PMK-stationen (Program för Miljökontroll) Bredkålen i östra Jämtland (figur 1) för åren 1994 till 2003 laddades ner från den nationella datavärden IVL och omräknades till månatliga mängder. Årliga arealförluster från två stora älvar, Indalsälven och Ljungan med månatliga kvicksilvermätningar perioden 1995 till 2007 hämtades från den nationella datavärden SLU. Resultaten sammanställdes i olika diagram.

### **Kvicksilver i slam från avloppsreningsverk**

Årsmedelhalter av kvicksilver i slam (mg Hg/kg torrsbstans) från avloppsreningsverk sammanställdes från perioden 1979 till 2005. Datamaterialet kommer från ett 20-tal större avloppsreningsverk i länet och är uppgifter från miljörapporter, EMIR, analysprotokoll och olika kommunala redovisningar. Visualisering av haltutveckling över tiden gjordes i ett diagram med reningsverkens medianvärden, 80- och 20-procentspercentiler för respektive år. Kvicksilverhalten i avloppsslam ger en bild av samhällets användning och spridning av kvicksilver (Sveder 2002, Länsstyrelsen Stockholms län 2009).



Figur 1. Undersökta sjöar m.a.p. kvicksilver i insjöfisk från år 2007 och 2008 som ingår i undersökningen. Blå markering är okalkade sjöar och referenssjöar. Röd markering är kalkade sjöar. Sjöarnas respektive avrinningsområde är markerade med ett prickat område.

Tabell 1. Undersökta sjöar. Morfometri och markanvändning i avrinningsområdet. Sjötypsbeteckningen K avser kalkade sjöar och R avser referenssjöar.

Namn	Xkoord. RT90	Ykoord. RT90	Sjötyp	H.ö.h. m	Sjöyta Km <sup>2</sup>	Avromr. Km <sup>2</sup>	Maxdj. m	Medeldj. m	Omsätt. år	Vatten %	Sank. %	Avverkad %
BYSJÖN	690187	156365	K	130	0,63	19,2	21,5	8,1	0,7	3,8	10,9	20,4
LILLSELSSJÖN	697055	159312	K	193	0,06	39,2	9,2	2,9	0,02	1,6	8,5	22,2
LÖVSJÖN	699031	158799	K	90	1,06	23,7	22,5	6,9	1,1	5,5	2,6	15,0
SELASJÖN	696898	159243	K	198	0,26	20,6	16,3	7,9	0,24	2,0	7,9	23,1
STOR-HABBORN	697633	158415	K	237	0,27	17,9	19,5	4,9	0,24	5,1	7,8	13,7
VÄSTER-LÖVSJÖN	693032	155932	K	211	0,46	4,8	19,2	5,5	1,27	9,4	5,2	27,3
VÄLLINGSJÖN	697853	156942	K	337	3,36	12,55	27	9,9	8,00	27,0		
BETARSJÖN	707027	154763	R	196	32,97	478,2	43,2	9,8	2,25	11,6	10,0	16,1
GRANSJÖN	692866	154650	R	237	0,38	10,2	20	7	0,64	3,7	4,6	14,7
NAVARN	694291	154626	R	277	10,2	38,8	51,5	10,8	6,94	28,9	6,0	16,7
REMMARSJÖN	708619	162132	R	234	1,4	125,7	14,4	5	0,16	3,2	16,0	18,3
STORSJÖN	693797	159720	R	63	3,14	35,5	13	2,6	0,2	10,2	7,3	11,7
SÖDRA BERGSJÖN	706041	157858	R	242	0,36	103,3	12	4,8	0,04	3,5	24,1	13,5
VALASJÖN	698918	158665	R	99	1,94	99,8	26	9	0,57	3,3	4,9	22,9
V.-RÄNNÖBODSJÖN	691365	156127	R	46	0,47	50,3	19,5	6,2	0,16	4,0	3,4	13,6
HAMSTASJÖN	692930	157589	Ej K	19	0,18	11,8	7,8	3,8	0,15	4,0	3,1	9,6

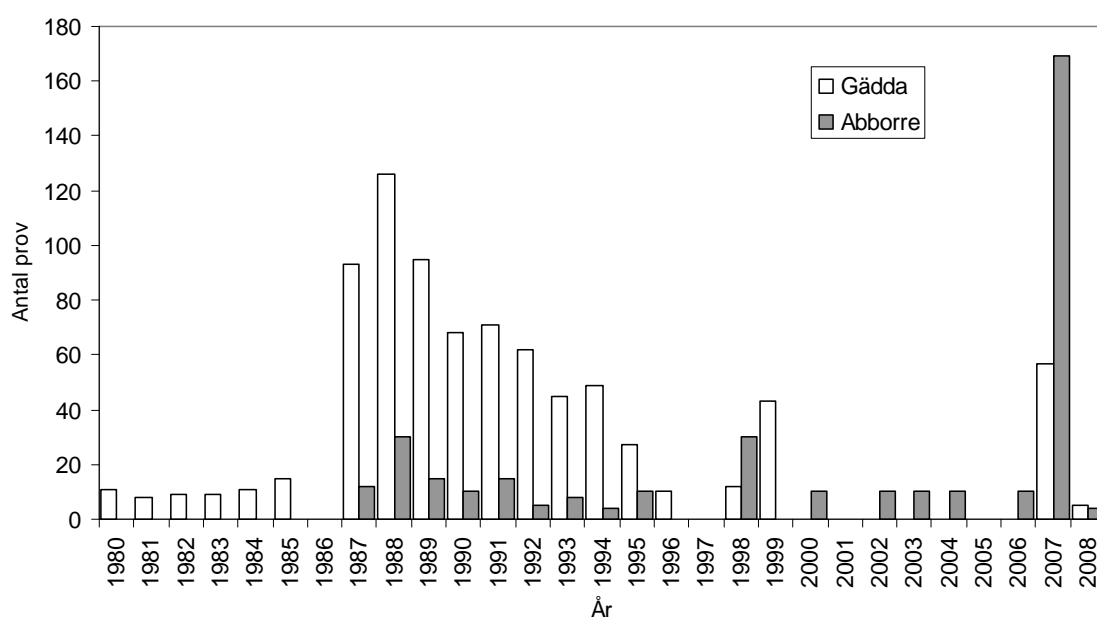


## Resultat och diskussion

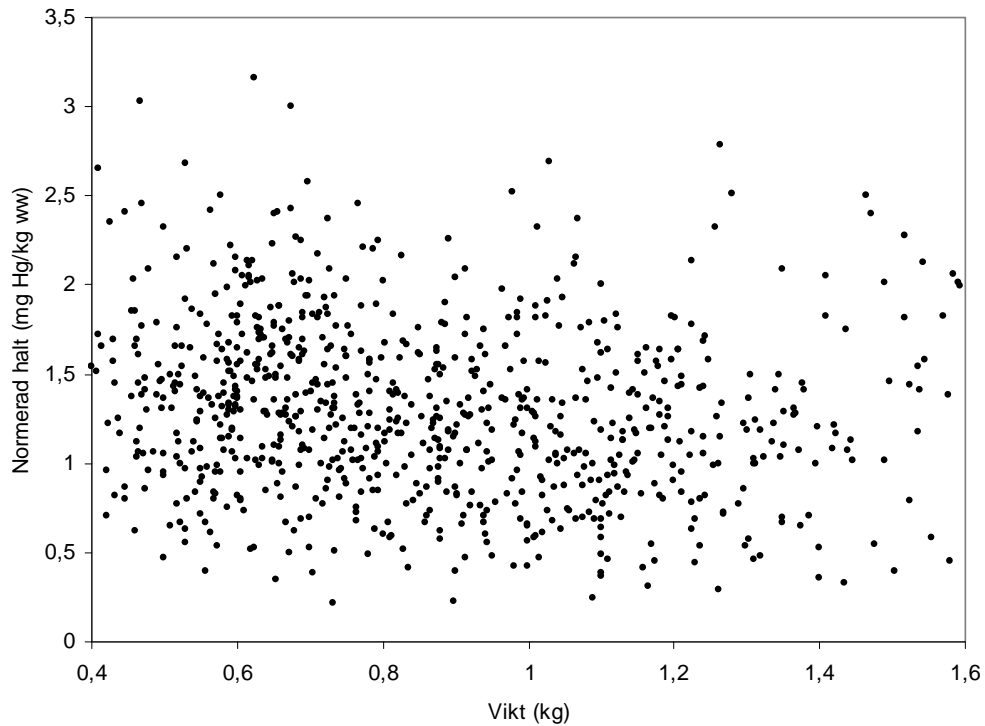
### Kvicksilver i insjöfisk

Undersökningen av kvicksilverhalt i fiskmuskel omfattar 15 sjöar med fiskar provtagna under tidsperioden 1980 till 2008. Materialet inkluderar totalt 826 gäddor i det rekommenderade viktintervallet 0,4 till 1,6 kg (Naturvårdsverket 1997) och 362 abborrprover (varav 79 samlingsprover) i viktintervallet 2,5 till 190 gram (figur 2 och bilaga 1-15). Uppmätta kvicksilverhalter i gädda varierar mellan 0,18 till 3,19 och i abborre mellan 0,026 och 1 mg Hg/kg våtvikt (ww). Viktnormeringen av halter visar för gädda ger en svag tendens till överkorrigerig för stora fiskar vilket eventuellt kan leda till en underskattning av halten i stora individer (figur 3). För abborre ger normeringen en svag underkorrigerig med något högre värden för fiskar i intervallet 25 till 100 gram (figur 4). I jämförelse med andra provade typer av normeringar är resultatet bra.

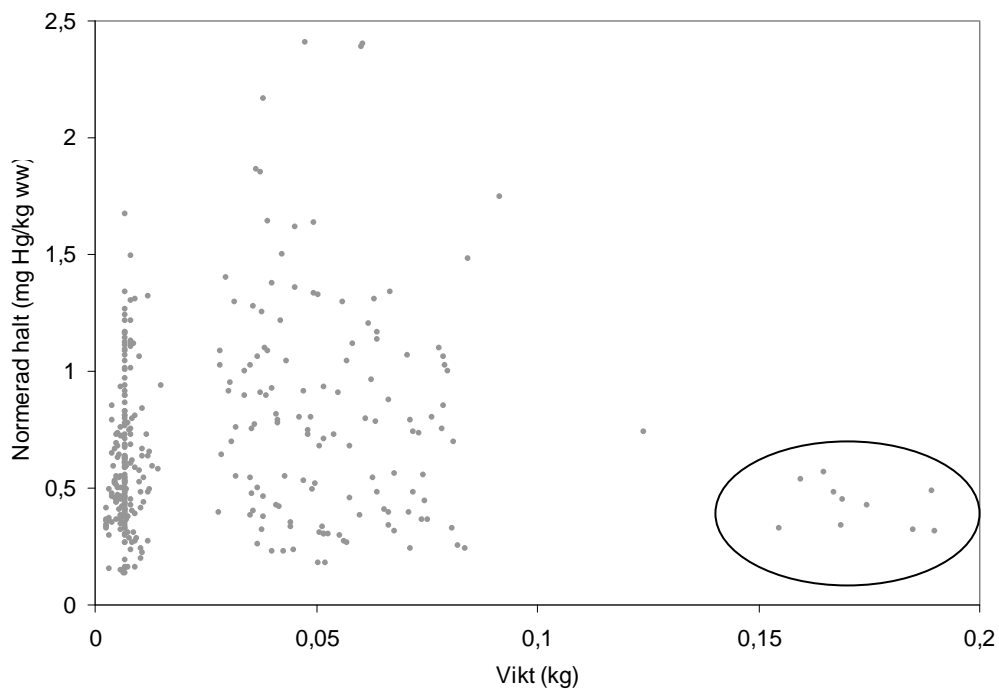
Analysen av generella trender gjordes för perioden 1988 till 2007/2008 då flertalet sjöar hade ett bra datamaterial med avseende på både gädda och abborre. För gädda uppfyllde nio sjöar kriteriet med mätningar minst i slutet och början av perioden och 12 sjöar för abborre. Man-Kendall test för monoton trend visar att det inte finns någon stark gemensam trend under perioden, inte heller när man tittar på abborre och gädda var för sig eller efter en uppdelning i kalkade och okalkade sjöar. Fördelat per sjö och art är det endast gäddorna i Stor-Habborn och abborrarna i Remmarsjön som visar en neråtgående statistiskt säkerställd trend (tabell 2). Ett t-test för respektive sjö och art har gjorts för att testa eventuella nivåskillnader mellan perioden 1987-1994 och 2007-2008 och redovisas i tabell 3. För åtta av nio sjöar där gädda analyserats är halterna lägre i den senare perioden (tre signifikanta) och för åtta av 13 sjöar med analyserade abborrar är halterna lägre i den senare perioden (en signifikant). Avsaknaden av tydliga gemensamma temporala mönster visar att det inte har skett några stora regionala förändringar i haltnivåer under den undersökta perioden. Få undersökta individer i relation till en hög variation mellan individer provtagna vid samma tillfälle i samma sjö gör det svårt att upptäcka mindre förändringar. I en övervägande del av sjöarna tycks dock halterna i fisk vara något lägre vid de senare mätningarna vilket i en något högre utsträckning gäller för gäddor.



Figur 2. Antal provtagna individer av gädda och abborre per år i de 15 undersökta sjöarna.



Figur 3. Förhållande mellan vikt och normerad halt kvicksilver för samtliga gäddprover i de undersökta sjöarna. Gäddornas halt är normerad till att motsvara vikten 1 kg.



Figur 4. Förhållande mellan vikt och normerad halt kvicksilver för samtliga abborrprover i de undersökta sjöarna. Abborrens halt är normerad till att motsvara vikten 300 gram vilket även ska motsvara halten i en enkilos gädda. De inringade individerna är provtagna i den nationella referenssjön Remmarsjön där viktnormerade kvicksilverhalter generellt är låg.

Tabell 2. Periodmedianvärde och trend för kvicksilverhalt (mg Hg/kg våtvikt (ww) per år) i gädda och abborre. Röd färg visar en stigande trend och blå färg visar sjunkande. Trender markerade med fet stil är signifikanta.

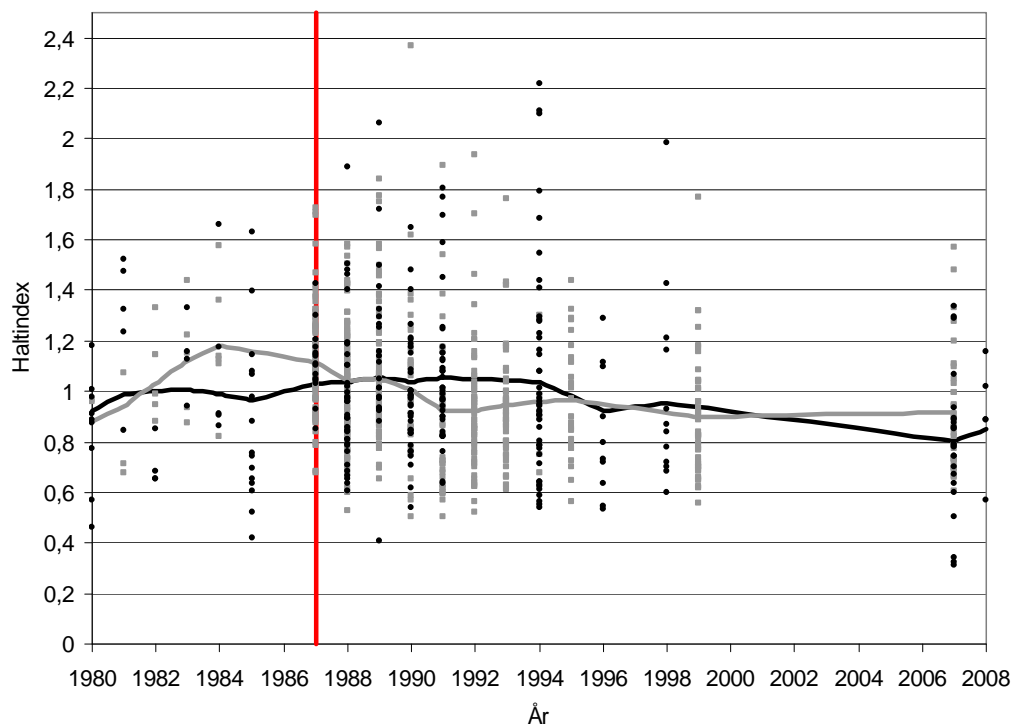
Namn	Sjötyp	Gädda		Abborre	
		Trend (mg Hg/kg ww)/år	Medianhalt mg Hg/kg ww	Trend (mg Hg/kg ww)/år	Median mg Hg/kg ww
BYSJÖN	K			-0,0040	0,61
LILLSELSSJÖN	K	0,0014	1,33		
LÖVSJÖN	K	-0,0108	1,17	0,0143	0,54
SELASJÖN	K	-0,0274	1,63	-0,0061	1,21
STOR-HABBORN	K	-0,0154	1,60	<b>-0,0481</b>	1,06
VÄSTER-LÖVSJÖN	K			0,0067	0,44
BETARSJÖN	R	-0,0082	0,65		
GRANSJÖN	R			0,0025	1,01
NAVARN	R			0,0051	0,16
REMMARSJÖN	R	<b>-0,0110</b>	0,83	-0,0065	0,40
STORSJÖN	R	0,0081	1,00	0,0089	0,59
SÖDRA BERGSJÖN	R				
VALASJÖN	R	-0,0138	0,90	0,0176	0,68
V-RÄNNÖBODSJÖN	R	-0,0171	1,11	0,0426	0,84
HAMSTASJÖN	Ej K			0,0186	0,64

Tabell 3. Skillnader i halter mellan två tidsperioder för gädda och abborre i de undersökta sjöarna. Antal analyserade fiskar inom parentes. Röd färg visar högre halter i den senare perioden och blå färg lägre. Signifikanta skillnader är markerade med fet stil.

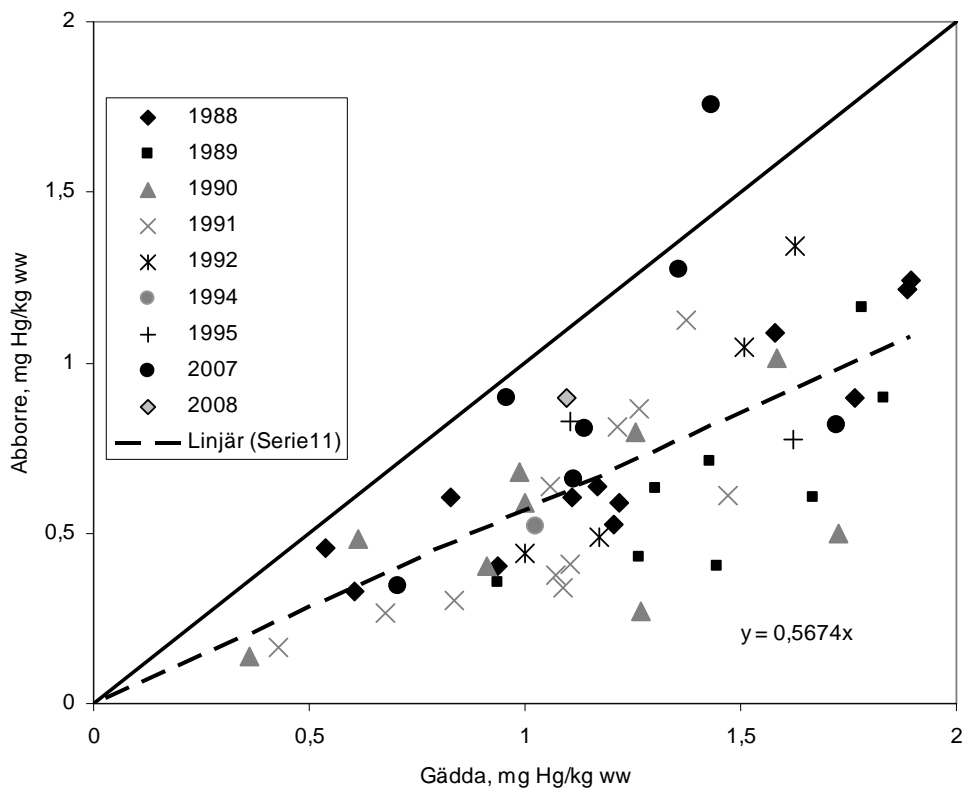
Namn	Sjötyp	Gädda			Abborre		
		Tidsperiod 1987-1994	Tidsperiod 2007-2008	Skillnad (%)	Tidsperiod 1987-1994	Tidsperiod 2007-2008	Skillnad (%)
BYSJÖN	K				0,72 (6)	0,57 (10)	-21
LILL_SELSSJÖN	K	1,57 (34)	1,43 (6)	-9	2,19 (12)	1,75 (10)	-20
LÖVSJÖN	K	1,22 (68)	1,14 (10)	-6	0,52 (5)	0,81 (10)	56
SELASJÖN	K	1,80 (65)	1,36 (10)	<b>-24</b>	1,25 (5)	1,28 (10)	2
STOR_HABBORN	K	1,78 (60)	1,72 (8)	-3	1,09 (5)	0,82 (17)	<b>-25</b>
VÄSTER_LÖVSJÖN	K				0,56 (23)	0,55 (14)	-1
BETARSJÖN	R	0,87 (23)	0,48 (10)	<b>-45</b>			
GRANSJÖN	R				0,98 (6)	1,03 (17)	4
NAVARN	R				0,19 (5)	0,18 (6)	-3
REMMARSJÖN	R	0,91 (22)	0,70 (4)	<b>-23</b>	0,49 (3)	0,35 (19)	-29
STORSJÖN	R	0,95 (16)	1,11 (2)	17	0,56 (6)	0,66 (20)	17
VALASJÖN	R	1,05 (20)	0,96 (6)	-9	0,73 (6)	0,90 (10)	23
VÄSTER_RÄNNÖBODSJÖN	R	1,27 (21)	1,10 (5)	-14	0,94 (6)	0,79 (17)	-16
HAMSTASJÖN	Ej K				0,75 (4)	0,48 (13)	<b>-36</b>

Trendkurvor genererad med utjämnad spline på indexerade halter i gädda visar att sjöarnas högsta värden generellt förekom från mitten av 1980-talet till mitten av 1990-talet (figur 5). För de kalkade sjöarna sker en nedgång i kvicksilverhalter vars början sammanfaller med kalkningarnas start, 1987. Motsvarande sänkning syns inte i de okalkade sjöarna utan nedgången tycks inträffa någon gång under senare delen av 1990-talet.

Sambandet mellan kvicksilverhalt i abborre och gädda mätta i samma sjö och år visar ett komplicerat mönster med variationer mellan sjöar och över tid. Vid samtliga tillfällen där gäddor och abborrar har analyserats i samma sjö och år har de viktnormerade värdena varit lägre i abborrarna med undantaget Lillselsjön år 2007 (figur 6). Resultatet tyder på att viktnormeringen för abborre behöver korrigeras för att verkligen motsvara en enkilos gädda. Det genomsnittliga förhållandet mellan kvicksilverhalten i abborre/ gädda är 0,5674.

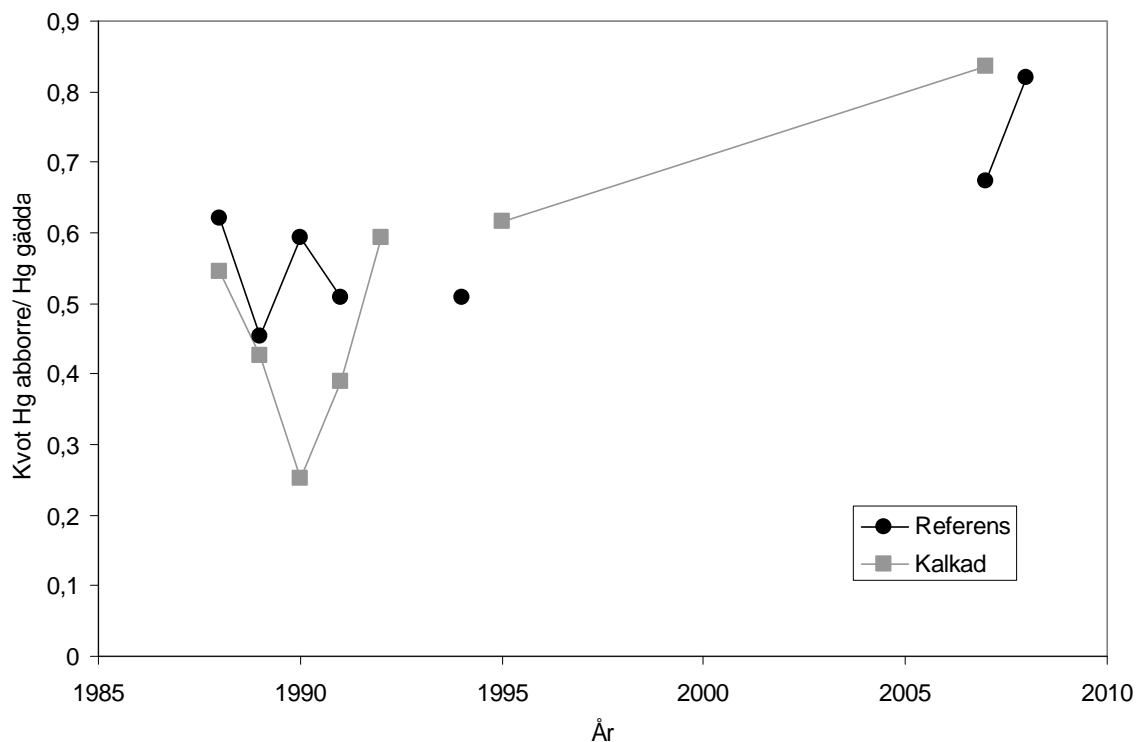


Figur 5. Haltindex för gäddor i kalkade (grå prickar) respektive okalkade sjöar (svarta prickar). Trendlinjerna är anpassad med utjämningsmetoden spline. Röd linje visar året 1987 då kalkningarna startar.



Figur 6. Sambandet mellan medeltalet för normerad halt i gädda och i abborre i respektive sjö för olika år. Helledragen linje motsvarar ett 1:1 förhållande.

Även när en justering har gjorts för fiskarnas vikt har abborrens och gäddornas ålder betydelse för kvoten. Halten i fisken har ett ”minne” från tidigare år och det minnet beror bl.a. av fiskens ålder och vilken trofnivå fisken lever i. En förändrad kvicksilverbelastning borde få genomslag först i små abborrar och senare i de större gäddorna. Sjunkande respektive stigande halter skulle då leda till lägre respektive högre kvoter mellan små abborrar och stora gäddor. Mönstret kompliceras av att flera storlekar av abborrar ingår i analysen och att de flesta analyserna i periodens början utgjordes av samlingsprover på små abborrar. Kalkningar har ofta en kvicksilversänkande effekt (figur 5) vilket visats i flera studier (Lundqvist 1991). I de sjöar som började kalkas 1987 sjunker kvoten Hg-abborre/Hg-gädda åren 1988, 1989 och 1990. Motsvarande sänkning finns inte i de okalkade sjöarna (figur 7). Abborrarna under den här perioden (1988 till 1995) utgjordes av samlingsprover på ensamrig abborre. 1992 tycks kvoten i de kalkade sjöarna ligga på samma nivå igen som 1988 och som de okalkade sjöarna. Tidsperioden 1987 till 1992 (5 år) stämmer ganska väl med den ungefärliga åldern på de analyserade gäddorna. Kvoten Hg-abborre/Hg-gädda var i referenssjöarna ca 0,5 till 0,6 under perioden 1988 till 1992 men har stigit till omkring 0,7 vid mätningarna 2007 och 2008. Detta kan tolkas som om kvicksilverbelastningen generellt var sjunkande under perioden 1988 till 1992 men att den idag ligger på en mer jämn eller stigande nivå.



Figur 7. Medelvärde för kvoter mellan kvicksilverhalt i abborre och gädda för kalkade och okalkade sjöar.

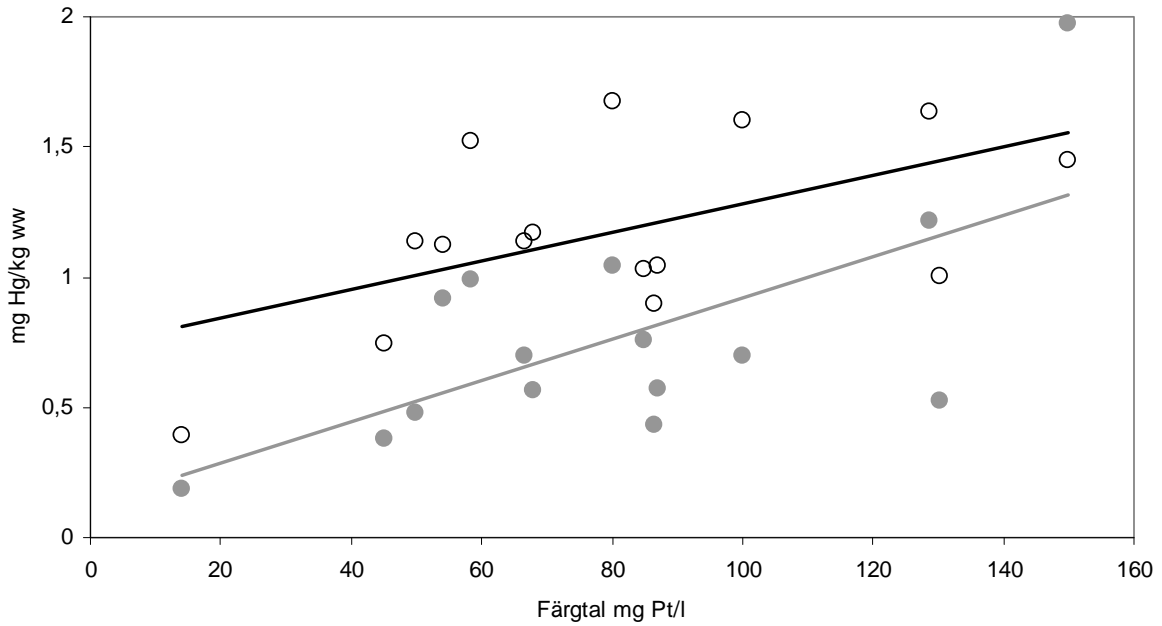
## Kvicksilverhalter – markanvändning och vattenkemi

Den vattenkemiska utvecklingen i sjöarna analyserades med Mann-Kendall test för monoton trend under samma tidsperiod som kvicksilverhalten i fisk (1988 till 2007/2008). Resultatet visar att färgtalet har stigit i samtliga 14 sjöar varav 8 signifikant (tabell 4). En mer detaljerad analys visar att ökningen framförallt har skett under vårmånaderna. Höjningen har i medeltal varit över 1 mg Pt/l per år vilket i genomsnitt motsvarar en ca 20 procentig ökning av färgtalet under den undersökta perioden. Den mest markanta höjning av färgtalen skedde i de flesta sjöar under perioden 1997 till 2002 (bilaga 1-15). Alkaliniteten har under perioden stigit för samtliga referenssjöar och för merparten av de kalkade sjöarna. I en kalkad sjö och i tre okalkade sjöar är ökningen signifikant. Resultatet kan tyckas en aning motsägelsefullt då ett ökat färgtal borde innebära en sänkning av alkaliniteten. Förklaringen är troligtvis den minskade försurningsbelastningen under samma tidsperiod.

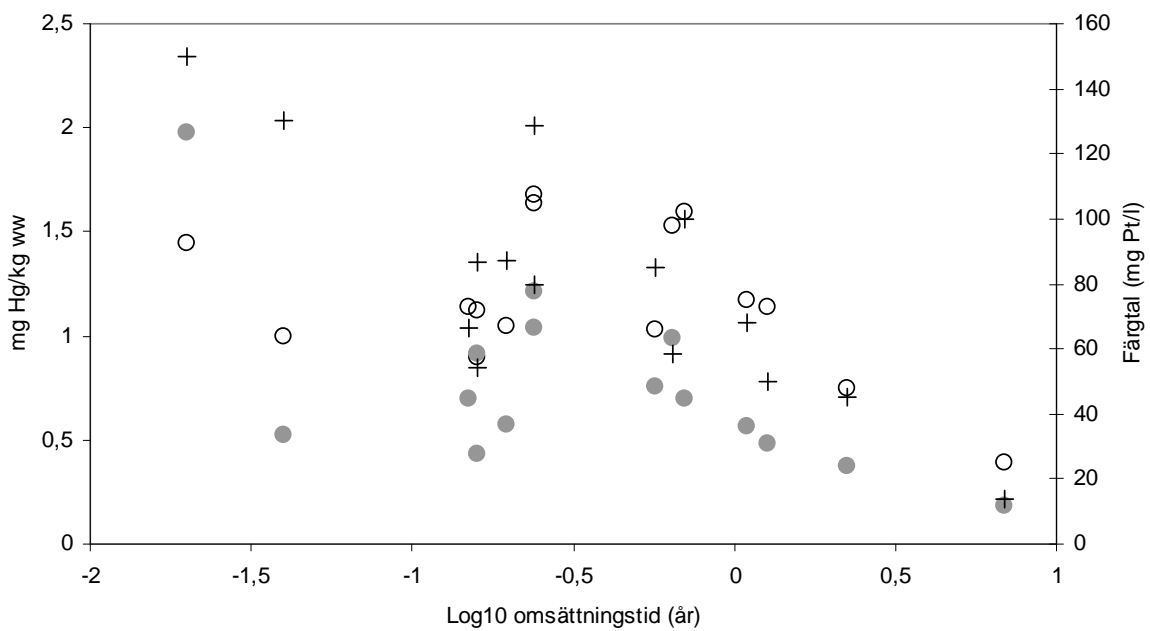
Spearman's rangkorrelationer mellan kvicksilverhalt, vattenkemi, haltförändringar, sjöarnas och tillrinningsområdets egenskaper ger samstämmiga resultat med tidigare undersökningar som visar att kvicksilverhalten i insjöfisk har ett samband med sjöarnas omsättningstid (figur 8), färgtal (figur 9) och andelen vattenyta i avrinningsområdet ( $r = -0,73$ ,  $p < 0,05$ ).

Eftersom höga färgtal är associerade med höga kvicksilverhalter kunde man förvänta sig att kvicksilverhaltsförändringen i sjöarna skulle ha ett samband med förändring i färgtalen. På samma sätt skulle det kunna förväntas att sjöar som visar en uppgång i alkalinitet skulle ge sjunkande halter av kvicksilver i insjöfisk. I analysen kunde inga sådana mönster ses. Möjligen kan den minskade direktdepositionen av kvicksilver på sjöytor som skett under samma period dölja den förväntade uppgången av kvicksilverhalt i fiskmuskel orsakade av stigande färgtal. Inte heller den avverkade andelen av avrinningsområdet under perioden visa något samband med haltförändringar i insjöfisken. Däremot visar haltutvecklingen i gädda ett omvänt förhållande till sjöarnas medeldjup ( $r = -0,63$ ,  $p < 0,05$ ) vilket innebär att sjöar med större medeldjup i högre utsträckning visar nedåtgående trender av kvicksilverhalten i gädda. De två grundaste sjöarna, båda med ett medeldjup under tre meter, är de enda som visar en uppåtgående trend för kvicksilverhalt i gädda. En möjlig förklaring kan vara att grunda sjöar i högre utsträckning har en hög internbelastning via resuspension av kontaminerade sediment. Haltförändringen i abborre visar ett negativt samband med de starkt korrelerade variablerna höjd över havet och andelen våtmark i avrinningsområdet ( $r = -0,69$  och  $-0,78$ ,  $p < 0,05$ ). Sjöar på låg höjd och med en låg andel våtmark i avrinningsområdet har i ökad utsträckning fått höjda halter kvicksilver i abborre.

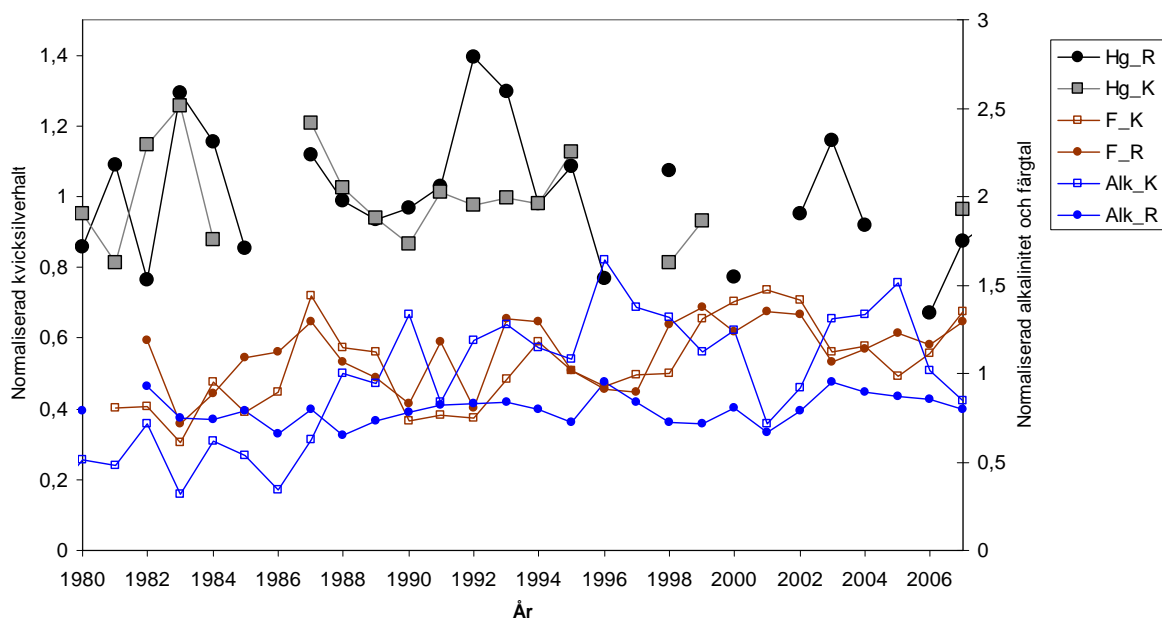
För att visa en sammanvägd kvicksilverhalt för fisk i sjöarna gjordes först en korrigerig av halten i abborre med utgångspunkt från förhållandet mellan halt i abborre och gädda (figur 6, division med 0,5674). Utvecklingen över tiden redovisas för respektive sjö i bilaga 1-15 och indexerade värden uppdelad på kalkade och okalkade sjöar i figur 10.



Figur 8. Periodmedianvärden för kvicksilverhalt i gädda (öppna cirklar) och abborre (grå cirklar) avsatta mot periodmedelvärde för färgtal i de undersökta sjöarna.



Figur 9. Periodmedianvärden för kvicksilverhalt i gädda (öppna cirklar) och abborre (grå cirklar), vänster y-axel samt mot periodmedelvärde för färgtal (kors), höger y-axel, avsatt mot logaritmerade värden för sjöarnas omsättningstider. I sjöar med omsättningstider större än ca 4 månader (-0,5 på x-axeln) tycks sambanden vara mer stabila.



Figur 10. Generell utveckling av kvicksilverhalt (Hg) i fiskmuskel, färgtal (F) och alkalinitet (Alk) uppdelad i kalkade (K) och okalkade (R) sjöar. Indexerade värden.

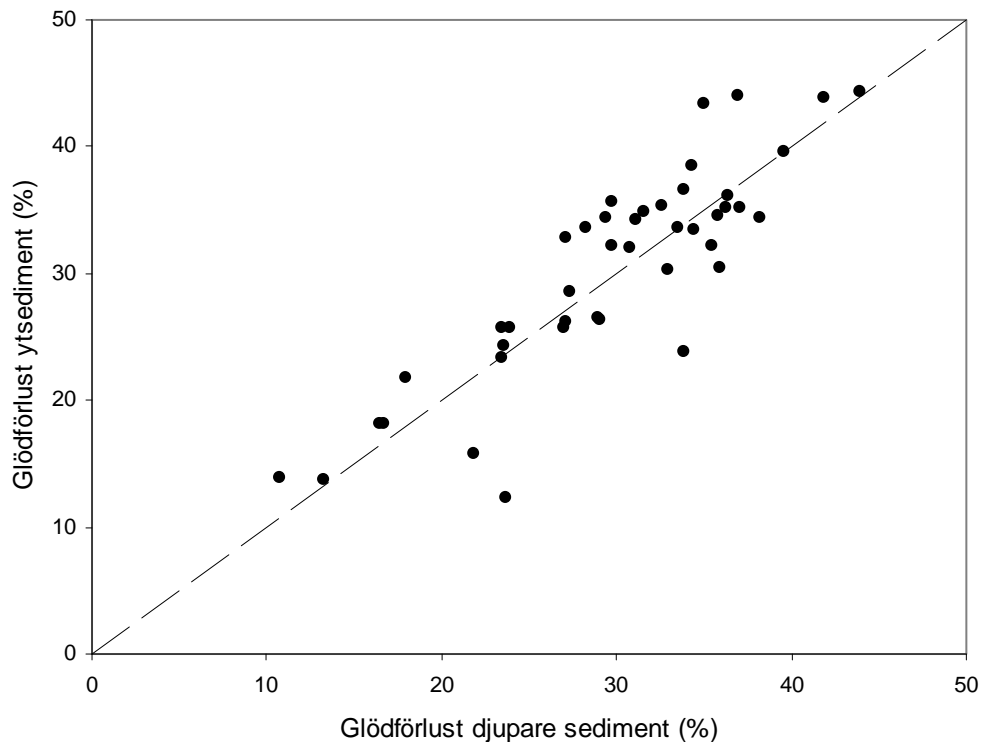
Tabell 4. Periodmedianhalt och trend och för färgtal och alkalinitet perioden 1988 till 2007. Röd färg visar stigande trender och blå färg visar sjunkande. Trender markerade med fet stil är signifikanta.

Namn	Sjötyp	Färgtal		Alkalinitet	
		Trend (mg Pt/l)/år	Median mg Pt/l	Trend (mekv/l)/år	Medianhalt mekv/l
BYSJÖN	K	0,76923	100	-0,001875	0,3
LILLSELSSJÖN	K	1	150	0,001428571	0,05
LÖVSJÖN	K	3,6	68	-0,001666667	0,14
SELASJÖN	K	2,2	128,75	0	0,14
STOR-HABBORN	K	1,81746	80	0,003333333	0,13
VÄSTER-LÖVSJÖN	K	0,94118	50	0,001111111	0,14
BETARSJÖN	R	0,07143	45	0,000833333	0,14
GRANSJÖN	R	0,56696	58,25	0	0,14
NAVARN	R	0,0625	14	0,000769231	0,12
REMMARSJÖN	R	0,78348	86,5	0	0,06
STORSJÖN	R	1,70588	87	0,00125	0,1
SÖDRA BERGSJÖN	R	1,44949	130,25	0	0,06
VALASJÖN	R	1	85	0,000384615	0,09
VÄSTER-RÄNNÖBODSJÖN	R	0,25	54	0,002666667	0,265
HAMSTASJÖN	Ej kalkad	-1,25	60	0,02125	0,42

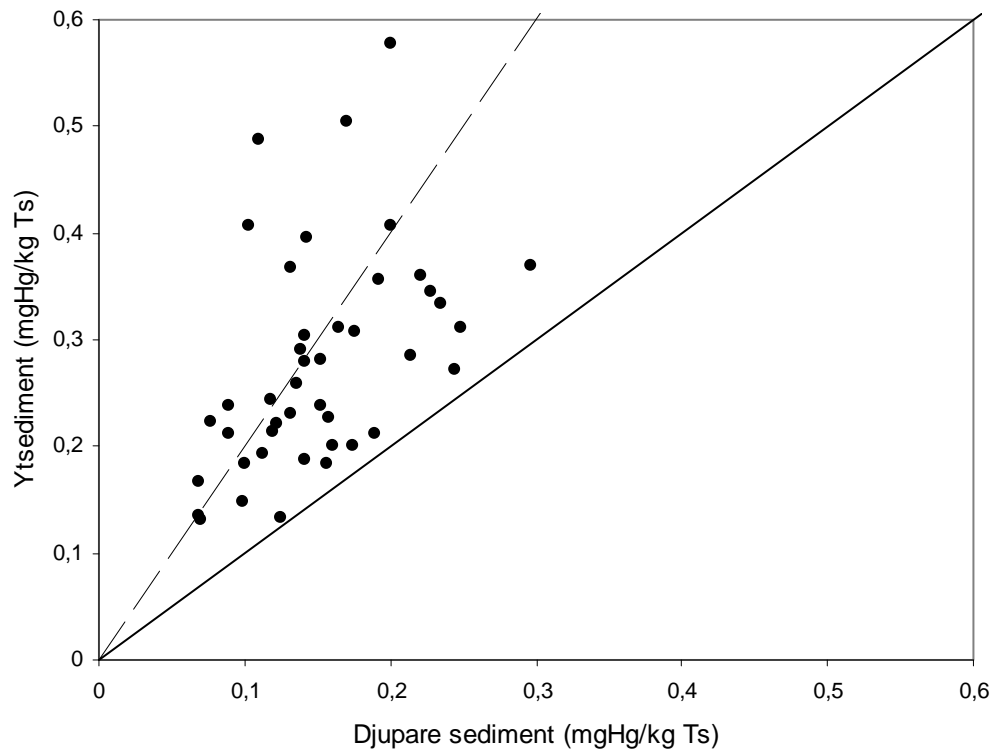


### Kvicksilver i sjösediment

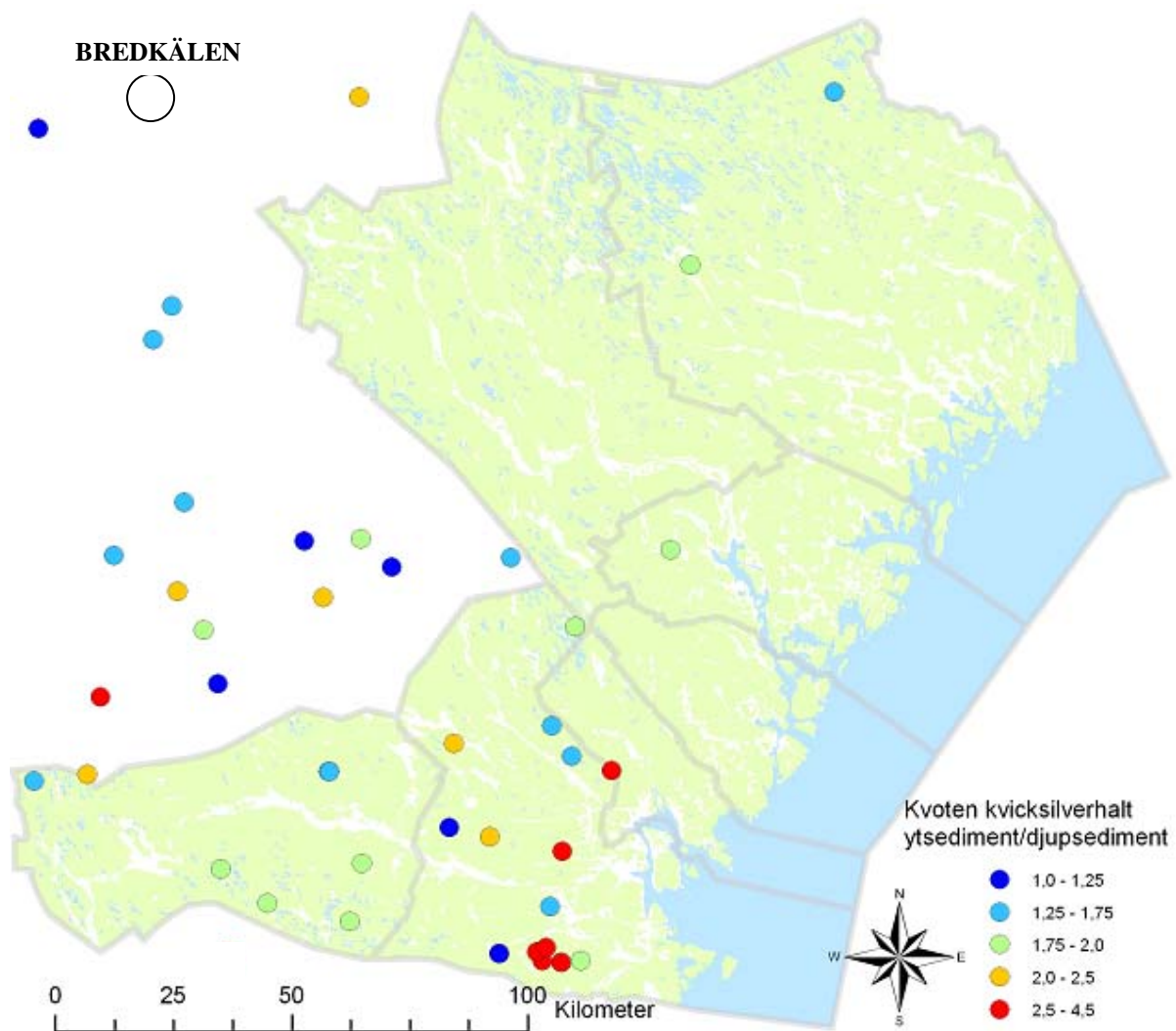
Ett fyrtiotal sjöar har undersökts med avseende på kvicksilverhalt och glödförlust i sediment inom Västernorrlands län i de tre studierna som data sammanställts ifrån. Kvicksilverhalten i sedimenten är positivt kopplade till den organiska halten både i ytliga och djupare nivåer (Munthe m.fl. 2007). I de flesta sjöar har dock den organiska halten varit tämligen konstant mellan de djupare och ytligare sedimenten (figur 11) vilket gör att förhållandet i kvicksilverhalt mellan djupa och ytliga sediment blir relevant att jämföra utan korrigering för skillnader i organisk halt. En jämförelse mellan kvicksilverhalten i djupare och ytligare sediment visar att samtliga sjöar har förhöjda halter i ytsedimenten (figur 12). Den genomsnittliga kvicksilverhaltsökningen är nära en fördubbling och upp till 4,5 gånger högre. Halterna i djupsedimenten ligger mellan 0,05 och 0,3 mg Hg/kg torrsubstans (Ts) med de flesta värdena i intervallet 0,1 till 0,2 mg Hg/kg Ts. Halterna i ytsedimenten är ungefär fördubblade med de flesta värdena mellan 0,2 och 0,4 mg Hg/kg Ts. Det finns inga tydliga geografiska mönster men en tendens till ansamling av de största förhöjningarna närmare kusten (figur 13).



Figur 11. Samband mellan glödförlusten i djupare sediment (18 till 50 cm) och ytsediment (0 till 5 cm) i sjöar undersökta med avseende på kvicksilverhalt i sediment i Mellannorrland.



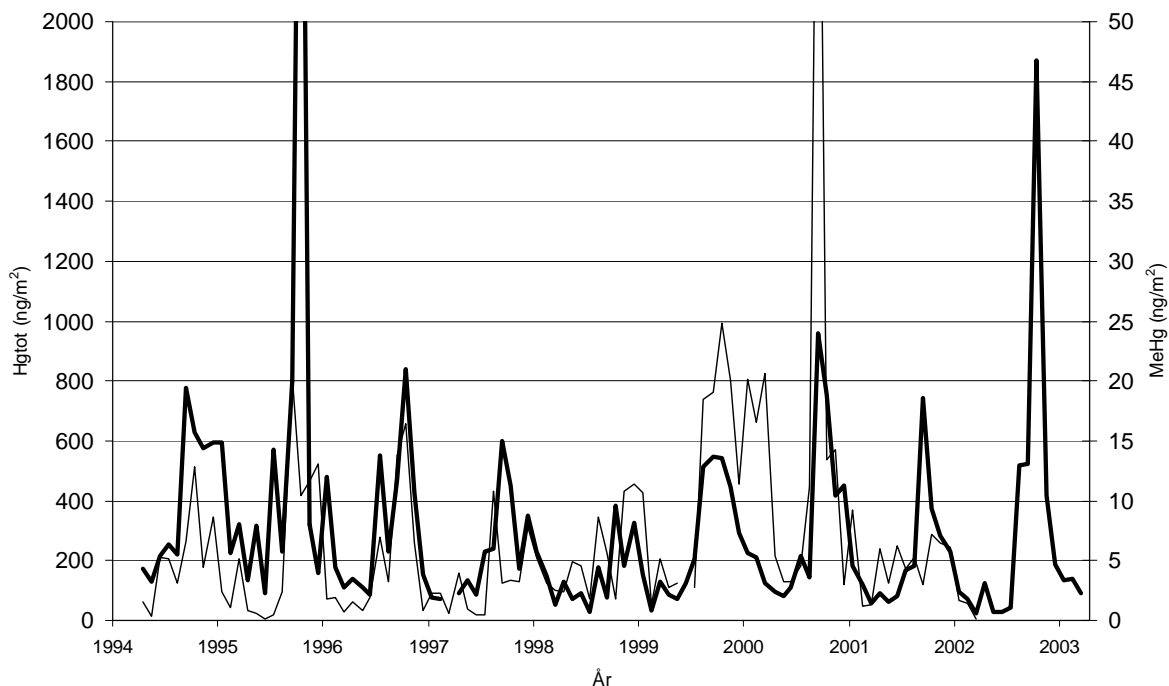
Figur 12. Kvicksilverhalten uppmätt i djupare sediment (18 till 50 cm) avsatt mot uppmätt halt i ytsediment (ca 0 till 5 cm). Helledragen linje representerar ett 1:1 förhållande och streckad linje 1:2. Sammansatt data från undersökningar 1975 till 2002.



Figur 13. Kvoten kvicksilverhalt i ytsediment (0-5 cm) och djupsediment (18-50 cm) i undersökta sjöar i Mellannorrland. Nederbördsstationen Bredkälén i Jämtland är markerad med en cirkel.

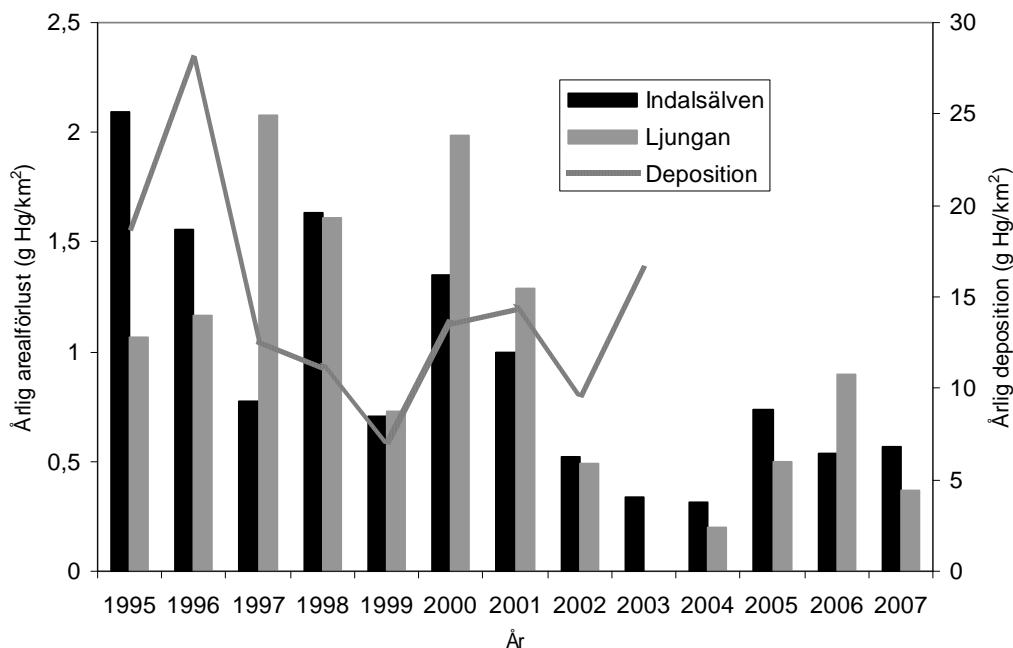
### Kvicksilver i deposition och avrinning

Månatlig våtdeposition av totalkvicksilver och metylkvicksilver vid Bredkärnen, Jämtlands län (figur 13) syns i figur 14. Variationen mellan olika månader är stor med höga värden som uppträder under sommarmånaderna då även de högsta nederbörds mängderna förekommer. Under perioden 1994 till 2003 syns ingen tydlig trend. Stationen mäter depositionen på öppet fält i nederbörd. Den totala depositionen (torr och våt) är svår att mäta och kvantifiera (Lee m.fl. 2000). Totaldepositionen av kvicksilver kan uppskattas vara ca fyra gånger större än den mätt i nederbörd på ett öppet fält (Lee m.fl. 2000). Den årliga totaldepositionen motsvarar därmed ca 15 g/km<sup>2</sup>.



Figur 14. Månatlig våtdeposition på öppet fält av totalkvicksilver (fet linje, vänster y-axeln) och metylkvicksilver (tunn linje, höger y-axeln) vid Bredkärnen, Jämtlands län.

Den årliga arealförlusten av kvicksilver för Indalsälven och Ljungan visas i figur 15. Den årliga depositionen av totalkvicksilver i figuren är beräknad utifrån månatlig nederbörd och koncentration av totalkvicksilver gånger en faktor fyra (Lee m.fl. 2000). Differensen mellan nedfall och utflöde som uppgår till ungefär en tiopotens utgörs bland annat av upplagring i marken och fastläggning i sediment.

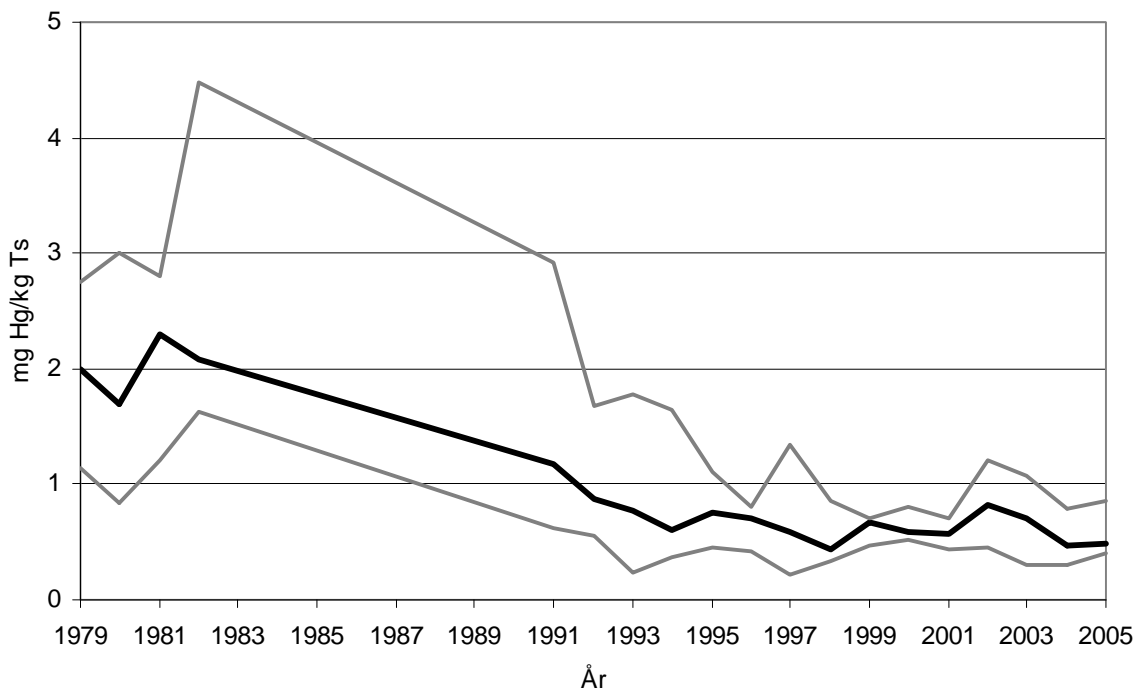


Figur 15. Årlig arealförlust av kvicksilver för Indalsälven respektive Ljungan. Den årliga depositionen av totalkvicksilver är beräknad utifrån månatlig nederbörd och koncentration av totalkvicksilver mätt i öppet fält gånger en faktor fyra för att motsvara totaldepositionen.

### Kvicksilver i slam från avloppsreningsverk

Under tidigt 1980-tal låg årsmedelhalten av kvicksilver i reningsverksslam i Västernorrlands län vanligtvis runt 2 mg/kg torrsubstans (Ts) (figur 16). Under tidigt 1990-tal hade halterna sjunkit till ca 1 mg/kg. Idag ligger halterna på ungefär 0,5 mg/kg Ts och har så gjort sedan mitten av 1990-talet. Halterna kvicksilver i reningsverkens slam speglar användandet i hemmen, i olika produkter men även läckaget från deponier kemisalar och laboratorier som är kopplade till avloppsreningsverken. Minskade halter miljögifter ökar möjligheterna till återanvändning av näringsämnen i slammet.

Mårlagrets halt av kvicksilver i Västernorrlands län är idag ca 0,3 mg/kg Ts (Alriksson 2001). Ett värde som är ungefär fyra gånger högre än den beräknade bakgrundshalten i mårlagret som anses vara ca 0,07 mg/kg Ts (Johansson et al. 1995). Dagens halter motsvarar en samlad upplagring av 1 till 2 mg/m<sup>2</sup> eller 1 till 2 kg/km<sup>2</sup> i Mellannorrlands skogsland vilket svarar mot en upplagring av ca 30 ton kvicksilver i markens mårlager i Västernorrland. Det är alltså en betydligt mindre mängd än länets samlande historiska utsläpp till luften.



Figur 16. Median, 80%- och 20%-percentil för årsmedelhalter av kvicksilver i slam från ett 20-tal reningsverk i Västernorrlands län åren 1979 till 2005. Under tidigt 1980-tal låg halten vanligtvis runt 2 mg/kg torrsubstans (Ts). Under tidigt 1990-tal hade halterna sjunkit till ca 1 mg per kilo. Idag ligger halterna på ungefär 0,5 mg/kg Ts och har så gjort sedan mitten av 1990-talet.

## Referenser

- Alriksson, A. 2001: Regional variability of Cd, Hg, Pb and C concentrations in different horizons of Swedish forest soils. *Water Air Soil Pollution: Focus*. 1: 325-341.
- Andersson, B., Hedenmark, M. och Persson, K. 1985: Kvicksilverhalter i sjösediment och gäddmuskel i delar av Jämtlands och Västernorrlands län. Projektrapporter från påbyggnadsutbildningen i ekotoxikologi. Uppsala, 1985. 42 sidor.
- Andersson, P, Borg, H, och Kärrhage, P. 1991: Kalkningseffekter på kvicksilver i fisk: läget efter genomförda åtgärder i 19 typsjöar. Projekt Kalkning-kvicksilver-cesium. Bengtsson, Å., Göthe, L., Andersson, T. och Håkanson, L., 1989: Läget före åtgärder i Västernorrlands län. Projektet Kalkning-kvicksilver-cesium. SNV Rapport 3564, 70 sidor. Bengtsson, M. 1999: Kalkning och andra åtgärders inverkan på halter av Hg och Cs-137 i gädda inom västernorrlands län mellan åren 1987-1999. Master thesis MHS 1999. Björklund, I., Borg, H. och Johansson, K., 1984: Mercury in Swedish lakes – Its regional distribution and causes. *AMBIO*, 13:118-121.
- Bengtsson, Å., Göthe, L., Andersson, T. och Håkanson, L. 1988. Läget före åtgärder i Västernorrlands län. Projekt kalkning-kvicksilver-cesium. Naturvårdsverket, rapport 3564.
- Gilmour, C.C. och Henry, E.A., 1991: Mercury methylation in aquatic systems affected by acid deposition. *Environmental Pollution*, 71:131-169.
- Grimvall, A., Libiseller, C. och Wahlin, K. 2009: MULTITEST - a Visual Basic program for Mann-Kendall tests of temporal trends in time series Version 5: Feb 6, 2009 Department of Computer and Information Science, Linköping University.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., och Ryan, P.D. 2009: PAST - PAlaeontological STatistics, ver. 1.89 January 29, 2009.
- Hirsch, R.M., och Slack, J.R. 1984: A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research* 20:727-732.
- Holmgren, K., Kinnerbäck, A., Pakkasmaa, S., Bergquist, B. och Beier, U. 2007. Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i sjöar. Utveckling och tillämpning av EQR8. Fiskeriverket Finfo 2007:3.
- Johansson, K., Andersson, A., och Andersson, T. 1995: Regional accumulation pattern of heavy metals in lake sediments and forest soils in Sweden. *Science of the Total Environment*. 161: 373-380.
- Johansson, K. 2009: International efforts to control mercury emissions, In: Does forestry contribute to mercury in Swedish fish? Report from a workshop at the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry 21–22 September 2006. *Kungliga skogs- och lantbruksakademiens tidskrift Nummer 1 Årgång 148 ISSN 0023-5350. ISBN 978-91-85205-84-4.*
- Johansson K., Kylin H., Wilander A. och Söderström M. 2001: Metaller och organiska miljögifter i sjösediment, hur påverkade är svenska sjöar? Sötvatten, årsskrift från miljöövervakningen 2001. SLU och Naturvårdsverket.
- Lantmäteriet. 2003: Marktäckedata.
- Lee, Y. H., Bishop, K. och Munthe, J., 2000: Do concepts about catchment cycling of methylmercury and mercury in boreal catchments stand the test of time? Six years of atmospheric inputs and runoff export at Svartberget, northern Sweden. *The Science of the Total Environment*, 260:11-20.
- Levander, T. 1989: Utsläpp av kvicksilver till luft i Sverige 1860–1987. Naturvårdsverket.
- Lindqvist, O., Jernelöv, A., Johansson, K. och Rohde, H. 1984: Mercury in the Swedish environment – Global and local sources. SNV, PM 1816, 105 sidor.
- Lindqvist, O., Johansson, K., Aastrup, M., Andersson, A., Bringmark, L., Hovsenius, G., Håkanson, L., Iverfeldt, Å., Meili, M. och Timm, B. 1991: Mercury in the Swedish

- environment – Recent research on causes, consequences and corrective methods. *Water, Air and Soil Pollution*, 55 1-2, 262 sidor.
- Länsstyrelsen Stockholms län. 2009: Avloppsslam i Stockholms län -Kvalitet, produktion och användning av slam från tillståndspliktiga avloppsreningsverk i Stockholms län 1981-2007.
- Länsstyrelsen Västernorrlands län. 2008: Regionalt program för arbete med förorenade områden i Västernorrland 2009. Härnösand. 70 sidor.
- Meili, M., m.fl. 2004: Modelling critical loads of metals for aquatic ecosystems: Critical levels of mercury in precipitation. – In: United Nations Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (UN/ECE-CLRTAP), Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping of critical loads & levels and air pollution effects, risks and trends. Federal Environmental Agency, Berlin, UBA-Texte 52/04, Chapter 5.5.3.2, pp. V.60-63. (ISSN 0722-186X, <http://www.icpmapping.org/htm/manual/manual.htm> (including updates), [http://www.icpmapping.org/pub/manual\\_2004/mapman\\_5\\_5.pdf](http://www.icpmapping.org/pub/manual_2004/mapman_5_5.pdf)).
- Munthe, J., Wängberg, I., Rognerud, S., Fjeld, E., Verta, M., Porvari, P., Meili, M. 2007: Mercury in Nordic ecosystems IVL Report B1761.
- Naturvårdsverket. 1997: Metaller och miljögifter i fisk - sjöar och vattendrag.Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp. Arbetsmaterial 1997-05-26.
- Olofsson, F. 2008: Länsprogram för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 i Västernorrlands län. Härnösand.
- Petersson- Grawè, K., Concha, G., och Ankarberg, E. 2007: Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk. Rapport 10 –2007 Livsmedelsverket.
- Porvari, P., Verta, M., Munthe, J., Haapanen, M. 2003: Forestry practices increase mercury and methylmercury output from boreal forest catchments. *Environmental Science and Technology* 37:2389-2397.
- Påhlsson I. ca 1975: Undersökning av kvicksilverförekomsten i vissa sjöar inom Sundsvalls kommun. Uppsala Universitet, Kvartärgeologiska avdelningen. Odaterad. Inkommen till länsstyrelsen 1975-06-05. DNR 11.
- Sangfors, O. 1990: Sundsvallsbukten. Bilaga 4, Kvicksilver i Sundsvallsbukten: historisk och nuvarande belastning, deponier och effekter. Delrapport / Miljöprojekt Sundsvall-Timrå, 99-1214696-4. Sundsvall. 25 sidor.
- Sundbom, M., Meili, M. och Johansson, A.-M. 2006: Kvicksilver i fisk 2006 – Kartering och miljöövervakning i Stockholm. Institutionen för tillämpad miljövetenskap, ITM, Stockholms universitet.
- Sveder, J. 2002: Slam i Skåne län - kvalitet, hantering och debatt. Miljöenheten, miljöövervakningsfunktionen. ISSN 1402-3393, Skåne i utveckling 2002:05.
- Åkerblom, S. och Johansson, K. 2008: Kvicksilver i svensk insjöfisk –variationer i tid och rum. Institutionen för miljöanalys, SLU Uppsala Rapport 2008:8.

## Tack!

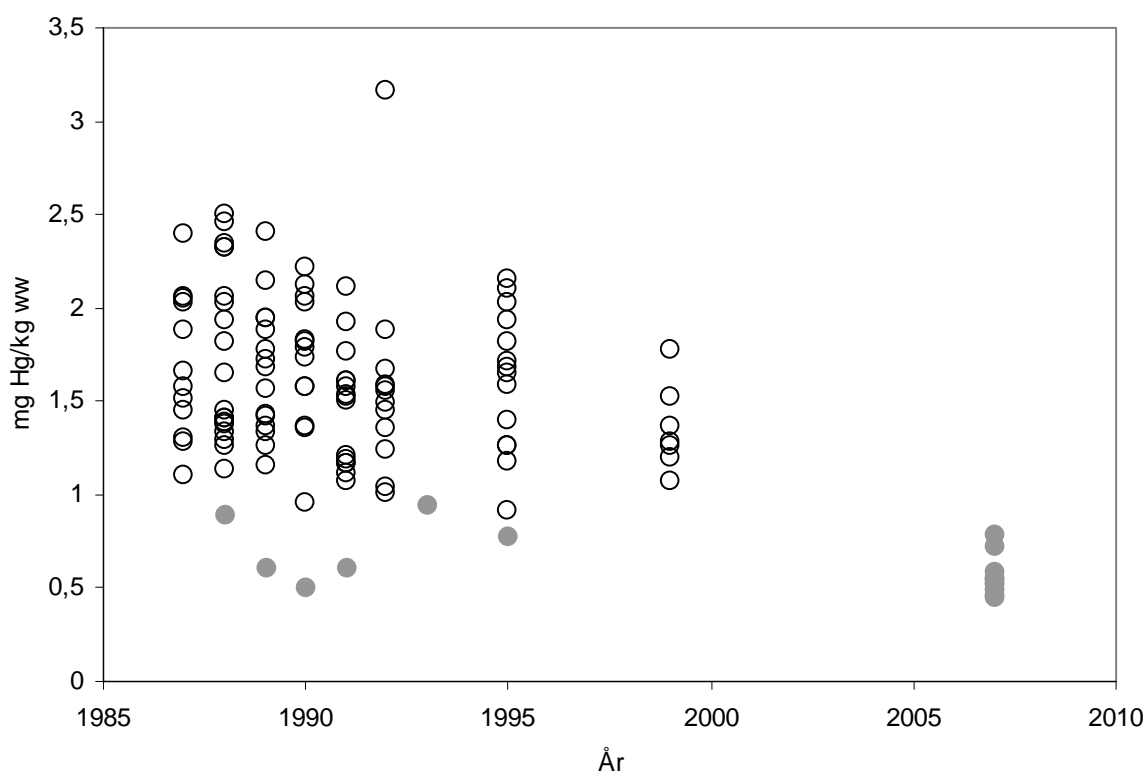
I samband med insamlingen av fisk för analyser inom projektet har flertalet personer inom Skogsstyrelsens organisation varit inblandade. Tack så mycket för all hjälp.

## Bysjön

Sjöuppgifter Bysjön			
Koordinater:	690187-56365	Höjd över havet (m):	130
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	63
Kommun:	Sundsvall	Maxdjup (m):	21,5
Vattensystem (SMHI):	42 Ljungan	Medeldjup (m):	8,1

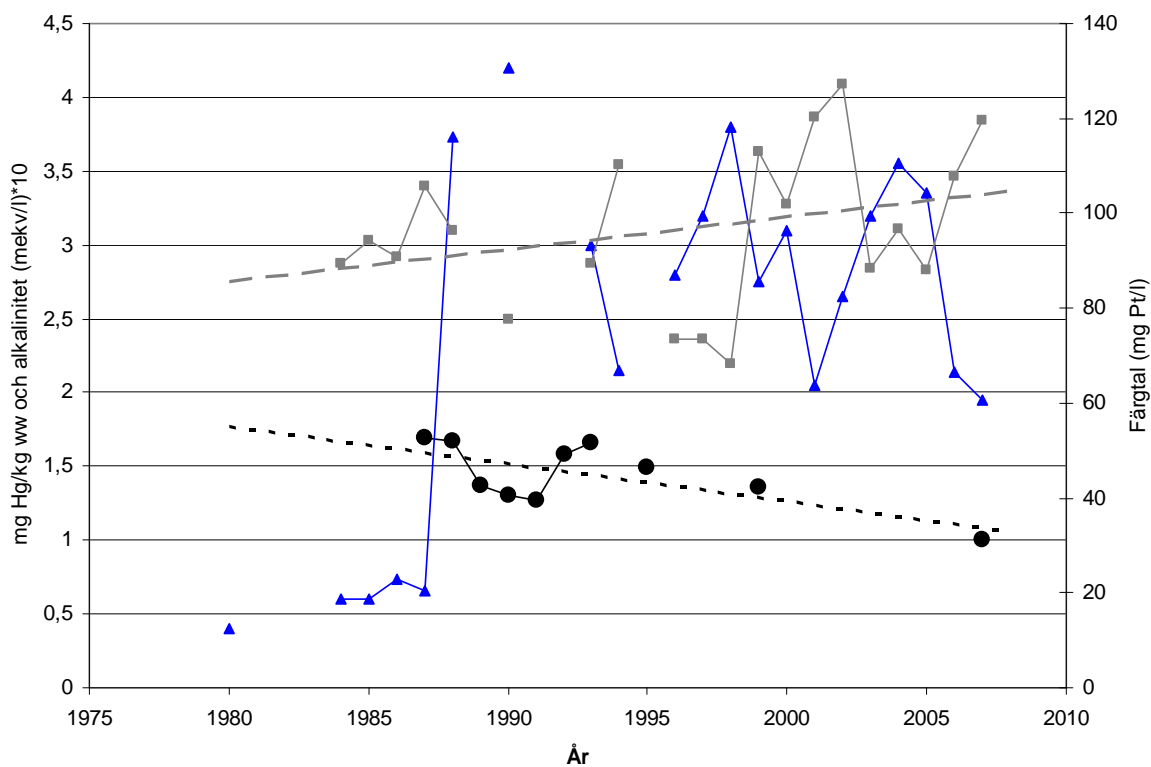
### Kvicksilver

Abborre visar betydligt lägre halter av kvicksilver jämfört med gädda. Gädda uppvisar de högsta analyserade halterna 1988 med en tydlig nedgång till 1992. Det avvikande värdet från 1992 har kontrollerats men verkar vara korrekt. Abborre beskriver ett annat mönster. Kalkningsverksamhet av sjön startade 1987 (figur 3, Tabell 1) med ett uppehåll mellan 1990 till 1995, då även en höjning av kvicksilverhalter i abborre kan ses (figur 1 och 2). I figur 2 kan även förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.





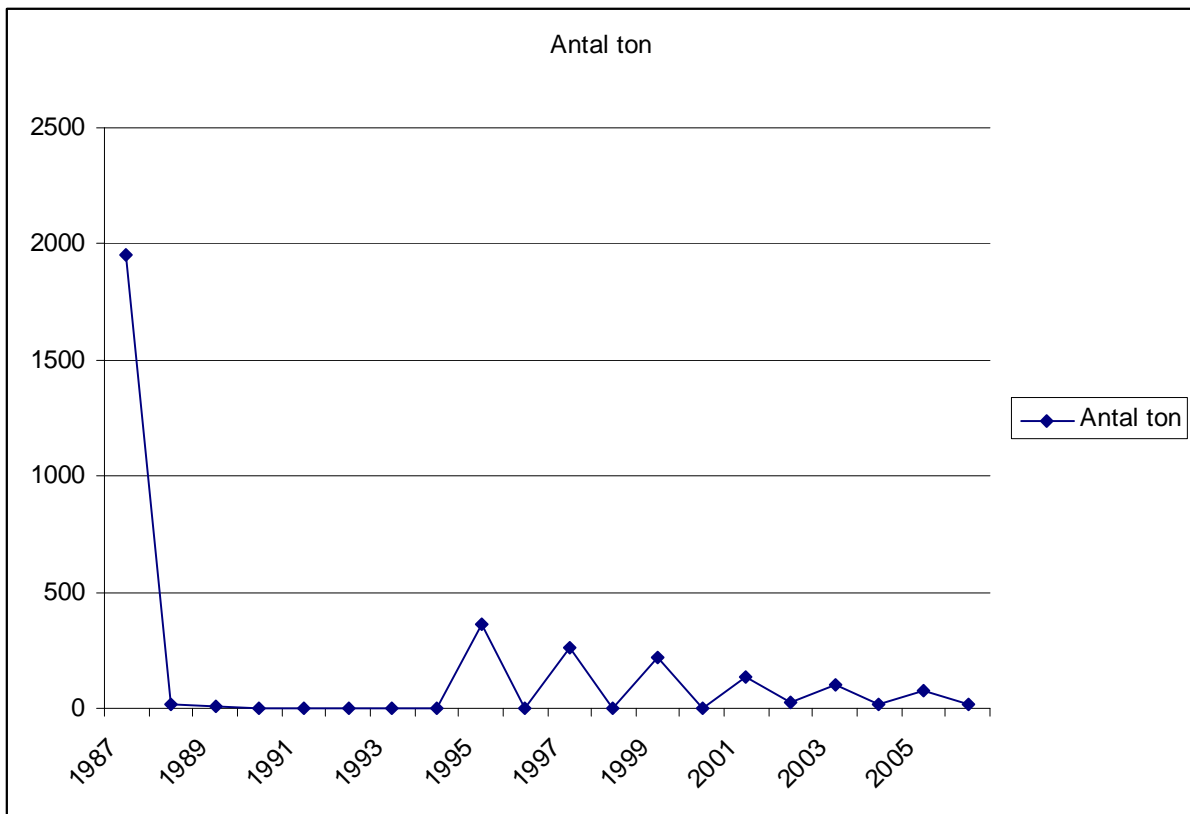
Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Något provfiske har inte utförts i Bysjön.

### Övrigt

Bysjön ingår i kalkprogrammet men har inte kalkats sedan 2006. Totalt har 3178,5 ton kalk spridits i sjön och på de närliggande våtmarkerna (figur 3) med start 1987. Tabell 1 presenterar fördelningen av dessa kalkgivor per område och år. För att minska cesiumupptaget hos fisken kaliumbehandlades även sjön med 18 ton pottaska 1988-02-23. Bysjön var en av de första sjöarna som svartlistades i Västernorrlands län. Svartlistningen av sjöar togs bort som begrepp 1991.



Figur 3. Totala givorna av kalk mellan 1987 till 2006.

Tabell 1. Antal ton kalk fördelade på år och område.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Totalt
<b>Sjö</b>		18	10												24	26	20	21	20	15	152,5
<b>Våtmark</b>	1950								359		258		215		108		81		56		3026

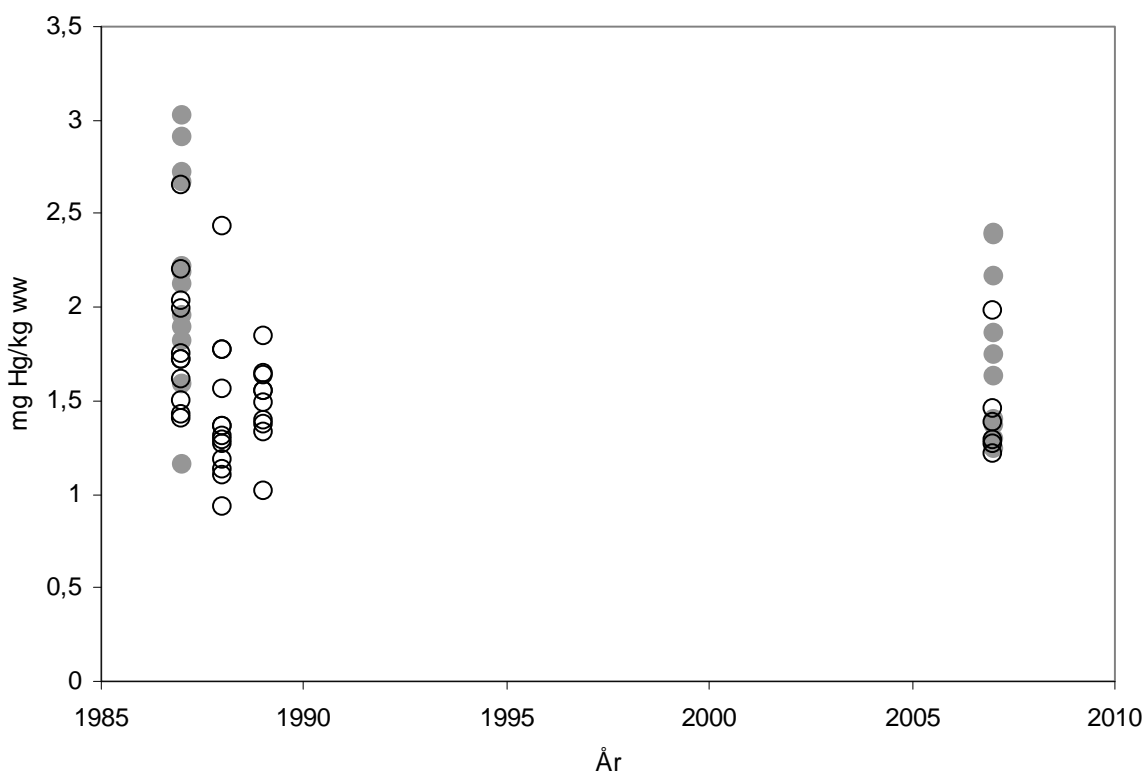
## Lillselssjön

Sjöuppgifter Lillselssjön			
Koordinater:	697055-159312	Höjd över havet (m):	194
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	7
Kommun:	Härnösand	Maxdjup (m):	9
Vattensystem (SMHI):	38/39 Kustområde	Medeldjup (m):	2,9

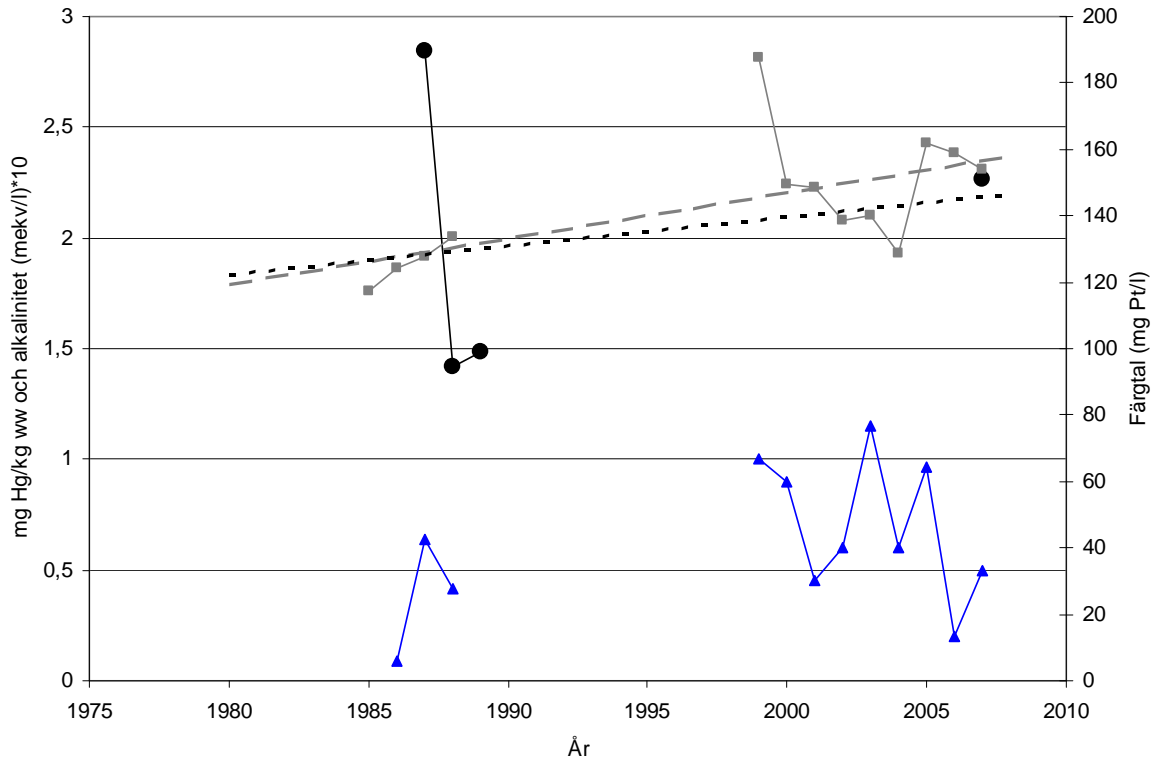
Lillselssjön är en mindre sjö på 7 ha som ligger nedströms Selasjön (bilaga 4), som också ingått i denna studie. Båda sjöarna ingår i kalkeffektuppföljningsprogrammet.

### Kvicksilver

Gädda och abborre har liknande medelhalter där de är mätta samma år (figur 1). Inga tydliga trender går att få ut av materialet. I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



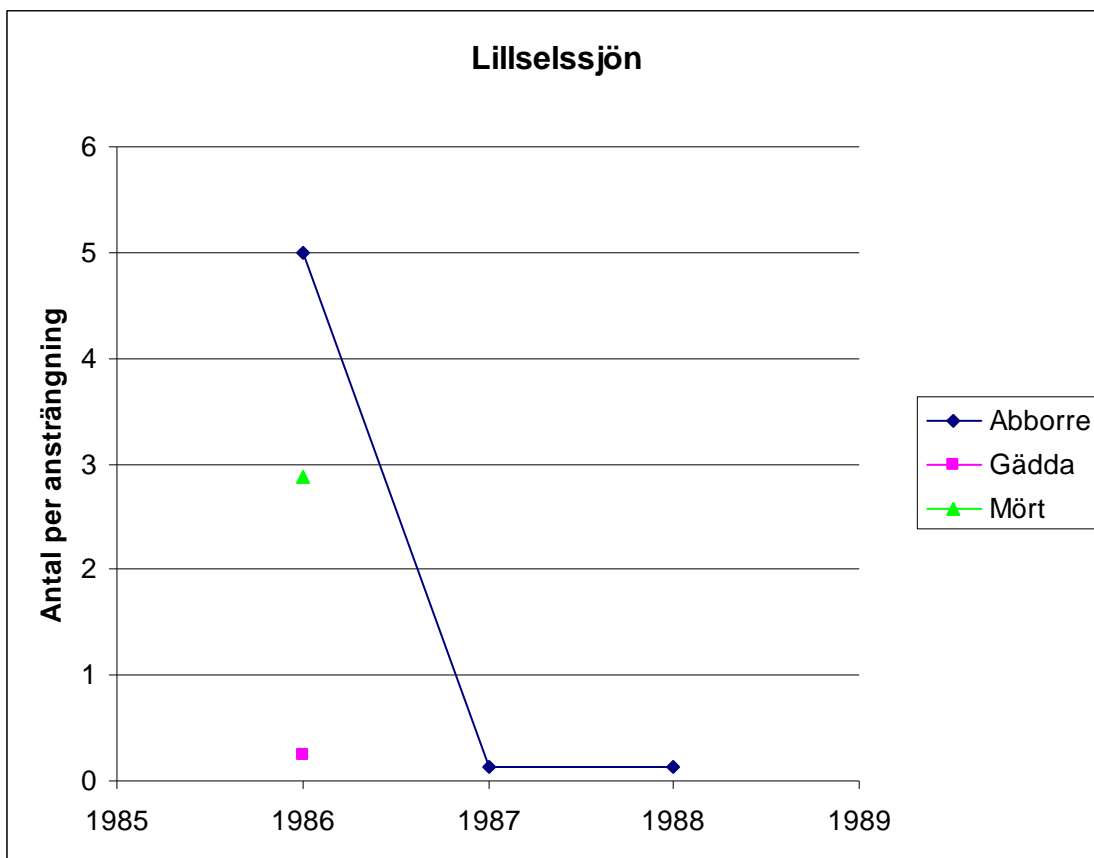
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Dokumenterat provfiske har utförts tre gånger under 1980-talet i samband med att sjön togs med i kalkeffektprogrammet (figur 3). Arter som finns i systemet är abborre, mört och gädda. Att observera är att gäddor är underrepresenterade i provfisket efter 1986. Med anledning av att säkerställa tillgången på provgäddor för kvicksilveranalyser togs gäddor aldrig upp i provfisket under de efterföljande åren. Tabell 1 redovisar provfiskedata.



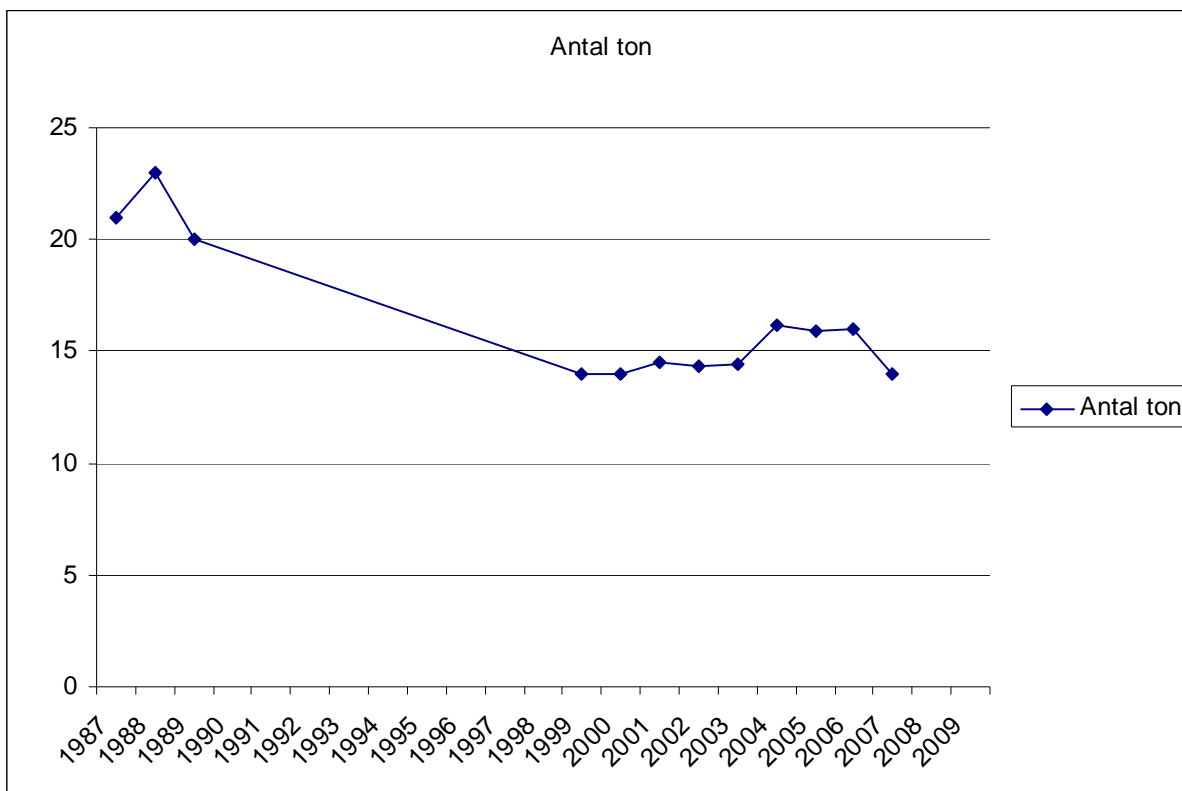
Figur 3. Antal individer per bottensträngning uppdelat per art.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1986	8	Bdrot14	Oklas	0
1987	8	Bdrot14	Oklas	0
1988	8	Bdrot14	Oklas	0

### Övrigt

Lillselssjön ingår i kalkprogrammet och har sedan 1987 kalkats med totalt 197,3 ton kalk (figur 3, tabell2). Den sista doseringen utfördes 2007 och i dagsläget övervakas den enbart vattenkemiskt. Decimeringsfiske utfördes 1987, då ca 100 kg fisk fångades och avlägsnades från ekosystemet.



Figur 3. Totala givorna kalk i ton. Att notera är att inga givor gavs under perioden 1990 till 1998.

Tabell 2. Antal ton kalk fördelade på år och område.

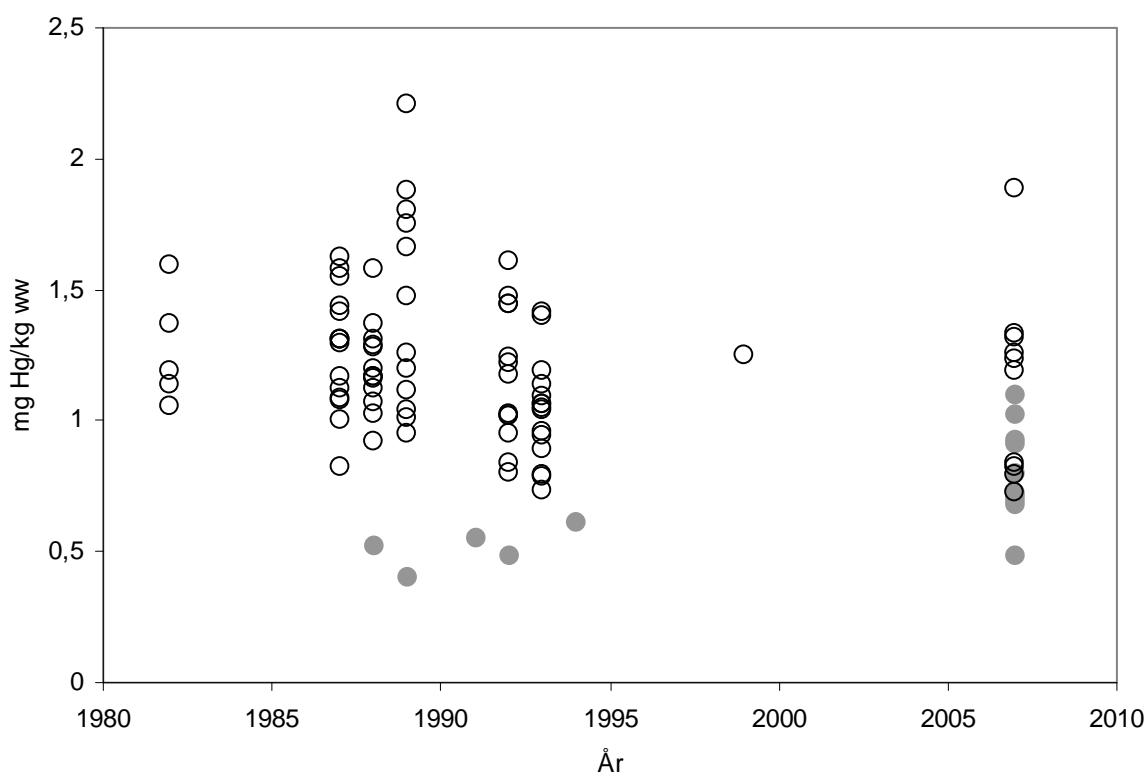
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Totalt
<b>Sjö</b>	21	23	20										14	14	15	14	14	16	16	16	14	197,3

## Lövsjön

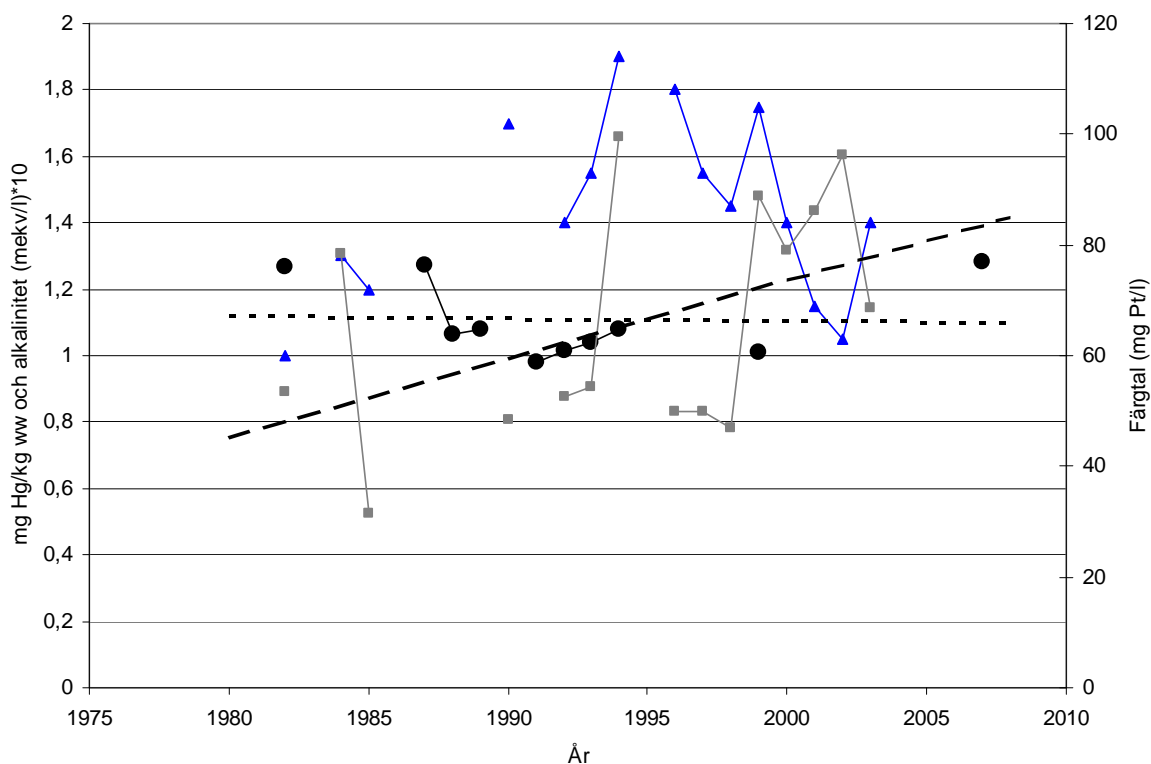
Sjöuppgifter Lövsjön			
Koordinater:	699031-158799	Höjd över havet (m):	90
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	106
Kommun:	Kramfors	Maxdjup (m):	22,5
Vattensystem (SMHI):		Medeldjup (m):	6,9

### Kvicksilver

Det analyserade materialet visar på en till synes stigande trend av halten kvicksilver hos abborre. Högsta nivåerna i gädda är från 1994, även om 2007 års provtagning också uppvisar på höga halter (figur 1). Kalkad endast 1987 och 1993 (figur 3). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är given i mg Pt/l.

### Provfiske

Något registrerat provfiske har inte utförts i Lövsjön.

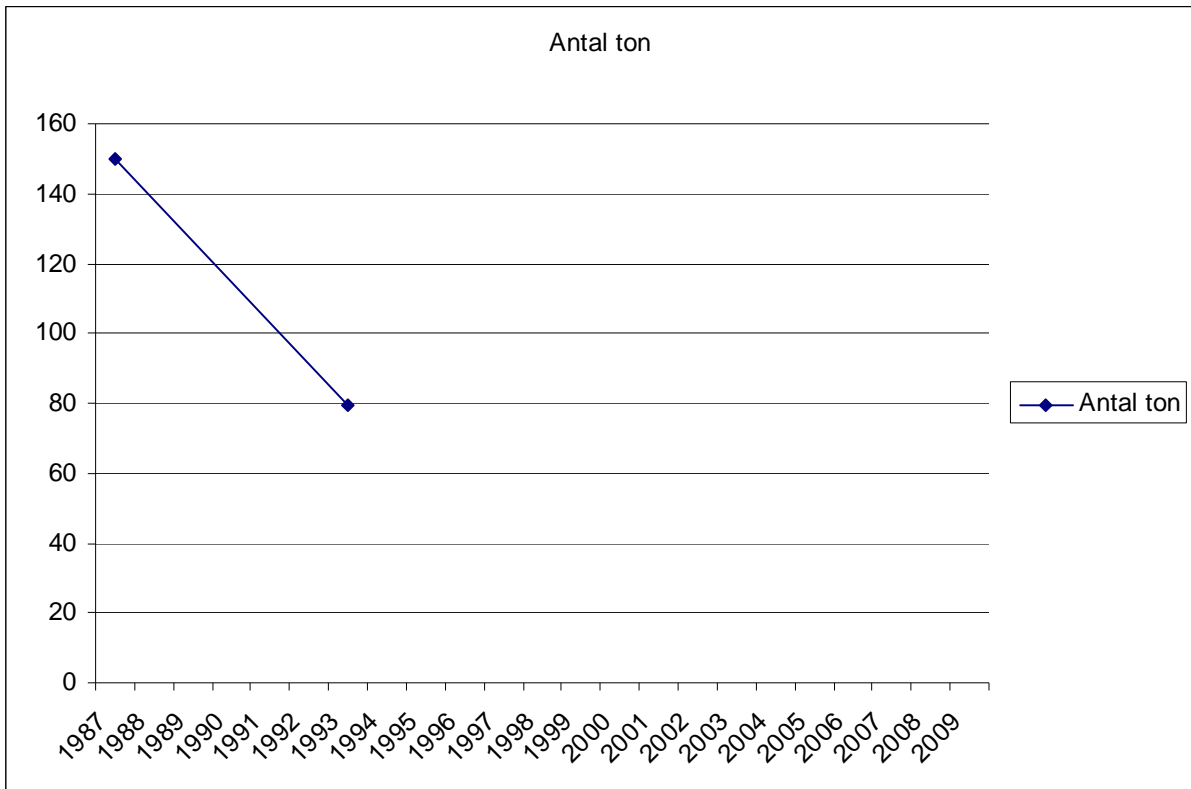
### Övrigt

229,7 ton kalk har spridits vid två tillfällen, 1987 och 1993 (tabell 1, figur 3).

Tabell 1. Antal ton kalk fördelade på år och område.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Totalt
<b>Sjö</b>	150,2						79,5														229,7





Figur 3. De totala givorna av kalk presenteras i figuren.

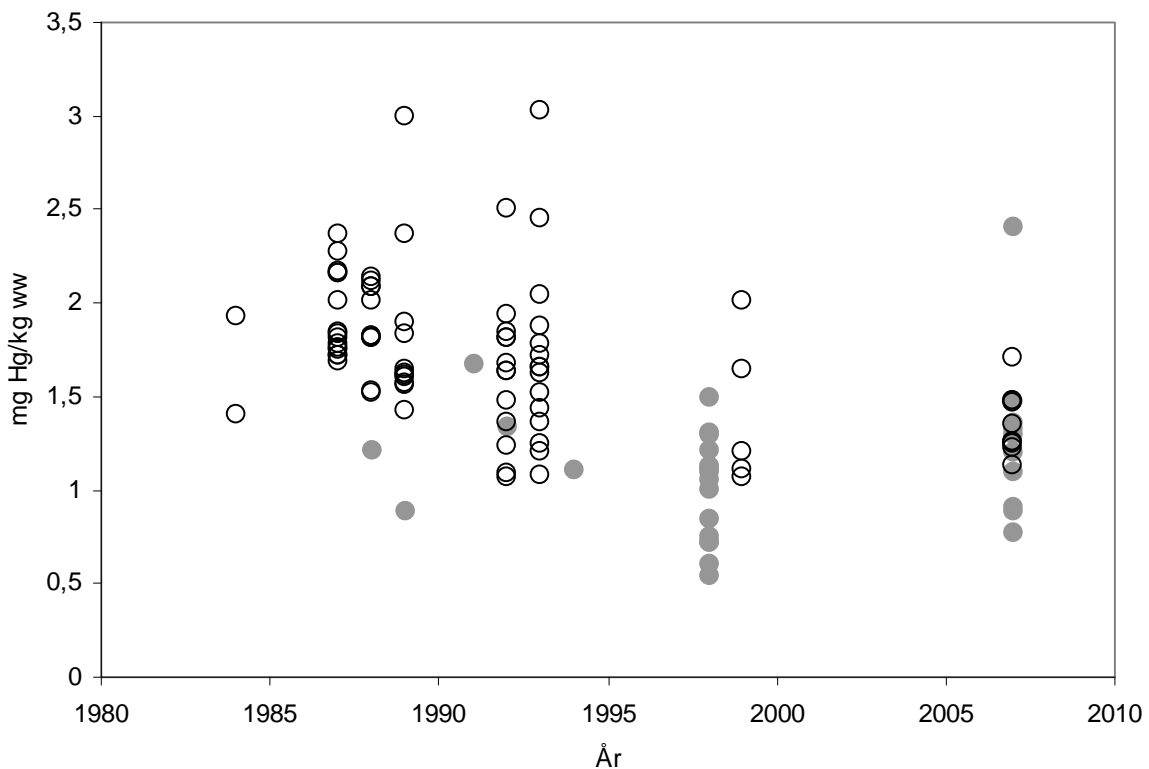
## Selasjön

Sjöuppgifter Selasjön			
Koordinater:	696898-159243	Höjd över havet (m):	198
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	26
Kommun:	Härnösand	Maxdjup (m):	16
Vattensystem (SMHI):	38/39 Kustområde	Medeldjup (m):	7,9

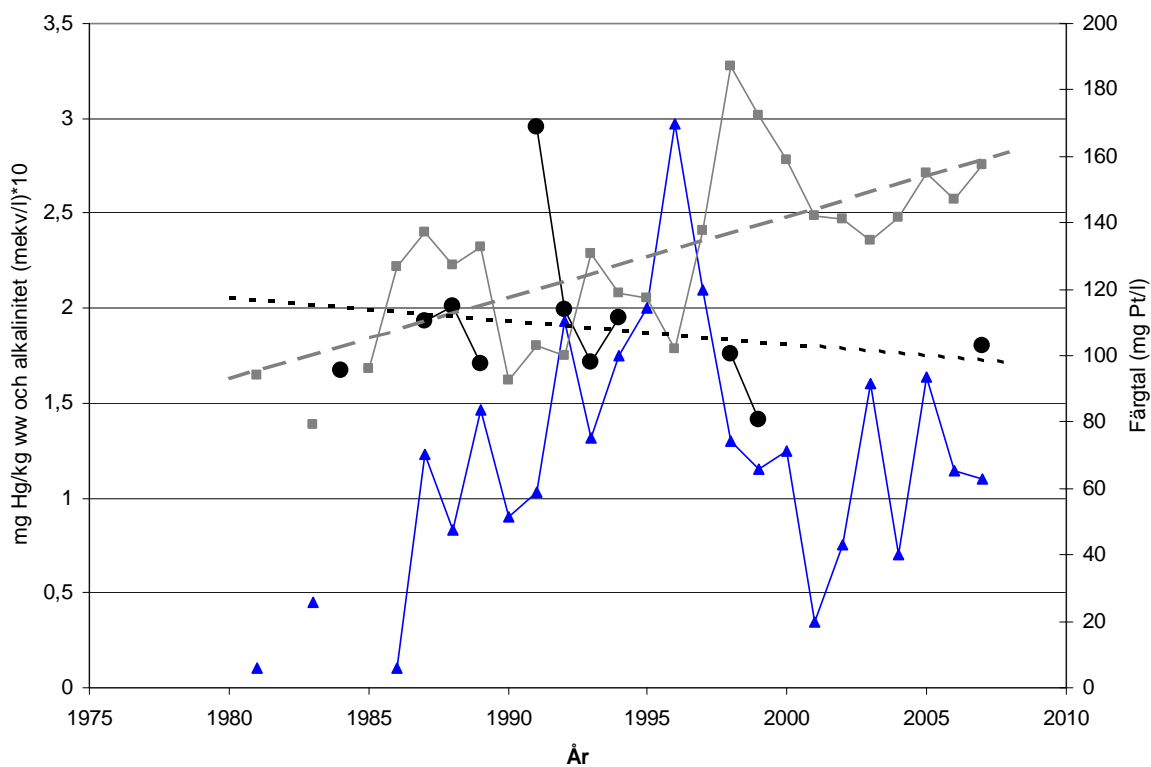
Selasjön ingår i kalkeffektuppföljningens program och har kalkats årligen från 1987. Uppströms ligger Lill-Selssjön som också ingår i kalkeffektuppföljningen samt i denna kvicksilverstudie.

### Kvicksilver

En minskning av kvicksilverhalterna i gädda från 1988 kan ses (figur 1, figur2). Materialet visar att det är något lägre halter i abborre jämfört med gädda. Någon nedgång i abborrarnas halter kan inte ses. I figur 2 kan även förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



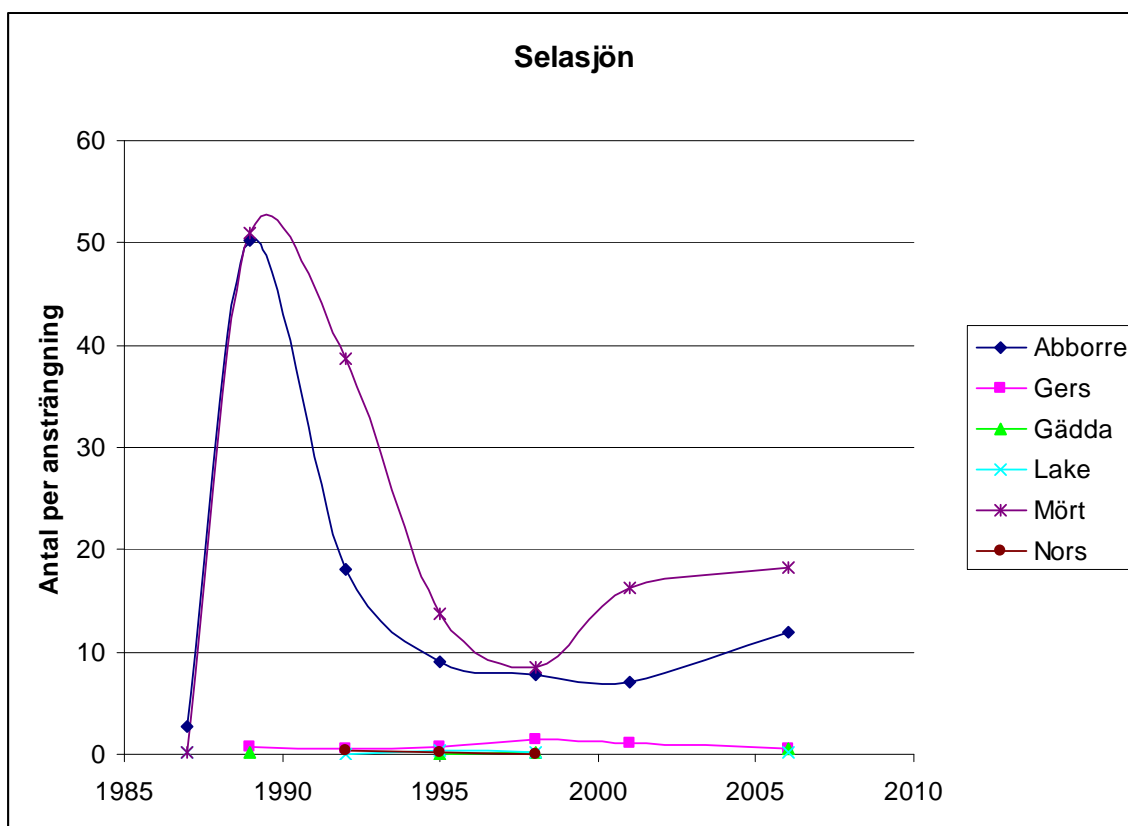
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färngtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Selasjön provfiskas regelbundet som en del av kalkeffektuppföljningen (figur 3). Att observera är att vissa fisken utförts med inventerings metodik (tabell 1). I och med kalkningens start kläcktes starka årsklasser av både mört och abborre under slutet av 1980-talet. Under första halvan av 1990-talet minskade däremot antalet av dessa två nämnda arter som ett led i återhämtningen, troligen svält de ut och har under de senare åren planat ut för att nå rimligare nivåer. Selasjön är ett bra exempel på hur känsliga arter återhämtat sig i och med kalkning.



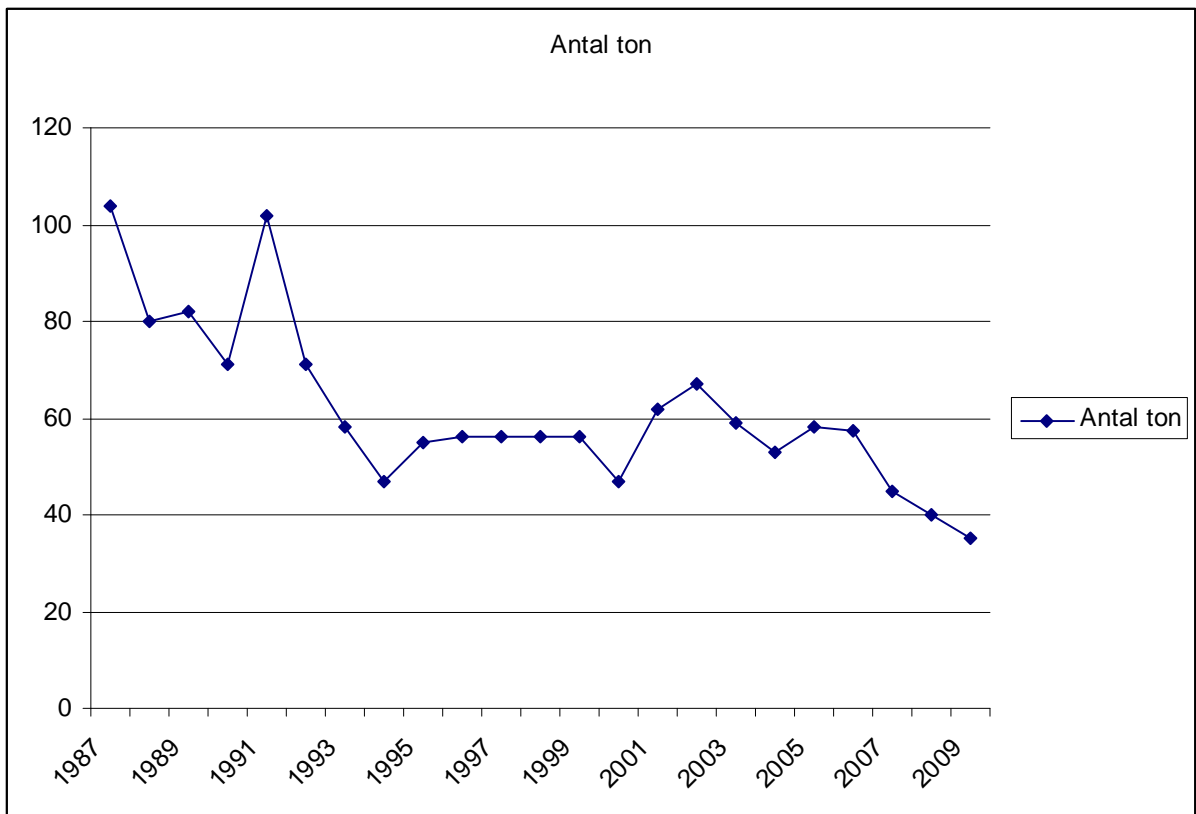
Figur 3. Antal individer per bottenmötsansträngning uppdelat per art.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Antal P-nät	Typ P-nät	Kvalitet	EQR8
1987	8	Bdrot14	0	-	Oklas	0
1989	8	Bdrot14	0	-	Oklas	0
1992	12	Bdrot14	4	Pdrot14	Oklas	0
1995	16	Bdrot14	0	-	Oklas	0
1998	16	Bnord12	0	-	Stand	0,46
2001	4	Bnord12	0	-	Inven	0
2006	4	Bnord12	0	-	Inven	0

### Övrigt

Totalt har 1414,8 ton kalk använts i Selasjön (figur 3). Endast sjökalkning har använts men med olika typer av metoder (tabell 2). Som ett led i bekämpningen av cesiumproblemen behandlades sjön även med 4,35 ton pottaska 1987-04-07 samt 7,35 ton 1988-04-11.



Figur 3. Totala givorna av kalk mellan 1987 till 2009.

Tabell 2. Antal ton kalk fördelade på år och område.

År	Antal ton
1987	104
1988	80
1989	82
1990	71
1991	102
1992	71
1993	58
1994	47
1995	55
1996	56
1997	56
1998	56
1999	56
2000	47
2001	62
2002	67
2003	59
2004	53
2005	58
2006	57,3
2007	45
2008	40
2009	35
<b>Totalt</b>	<b>1414,8</b>

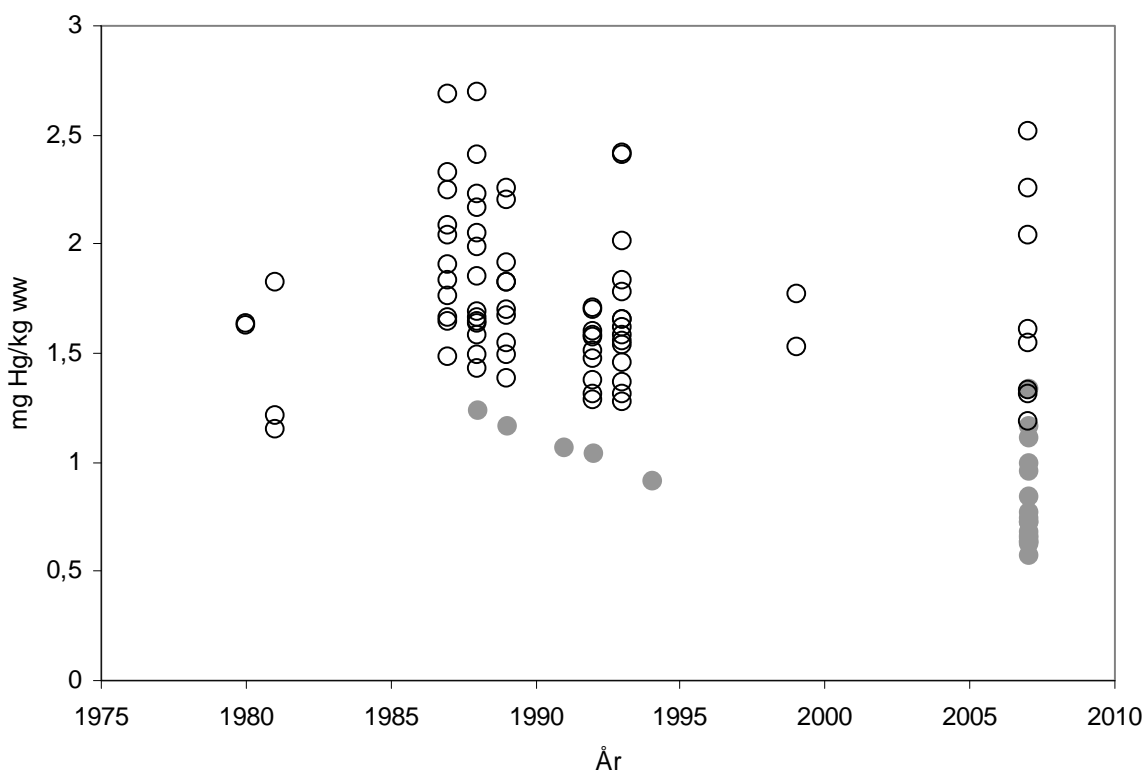
## Stor-Habborn

Sjöppgifter Stor-Habborn			
Koordinater:	697633-158415	Höjd över havet (m):	240
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	28
Kommun:	Kramfors	Maxdjup (m):	20
Vattensystem (SMHI):	40 Indalsälven	Medeldjup (m):	4,9

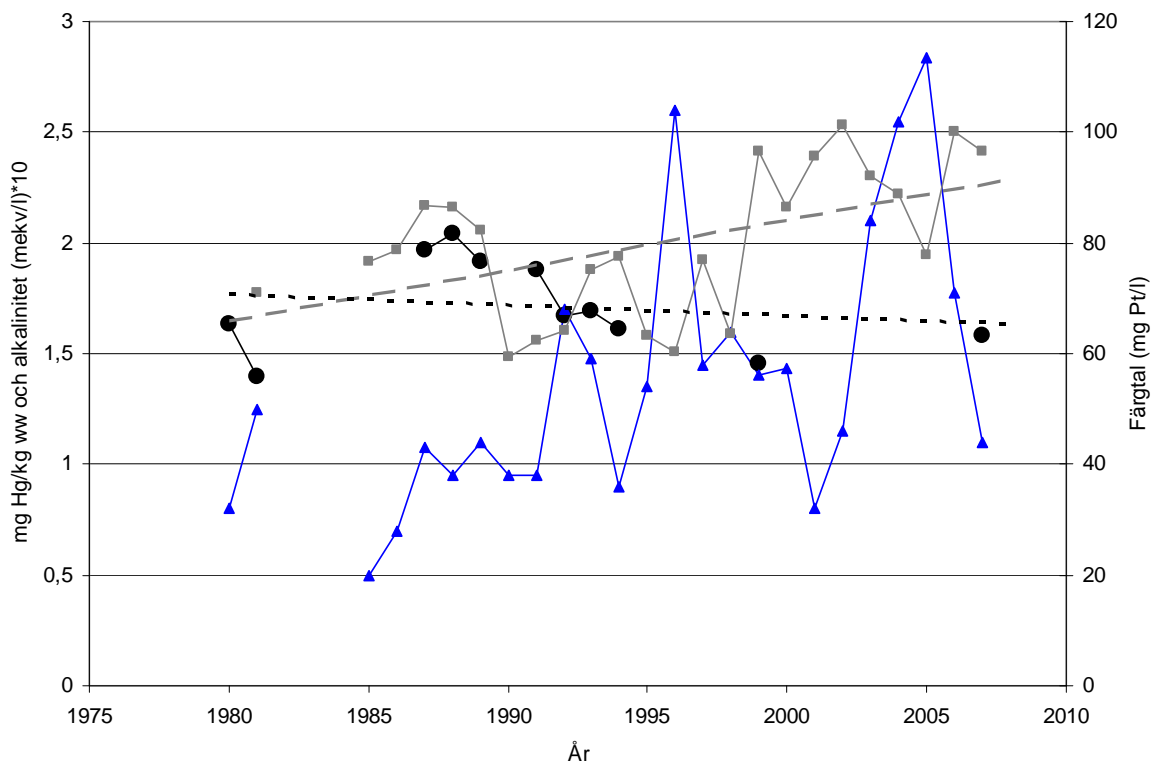
Stor-Habborn ingår i kalkeffektuppföljningens program och har kalkats årligen från 1987.

### Kvicksilver

Analyserna av kvicksilverhalter påvisar en relativt tydligt neråtgående trend i både gädda och abborre under åren 1987 till 1994. Fram till idag är denna neråtgående trend inte lika tydlig och har snarare legat kvar på samma nivåer som 1994 års värden och ökat jämfört med värdena från senare delen av 1990-talet (figur 1). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



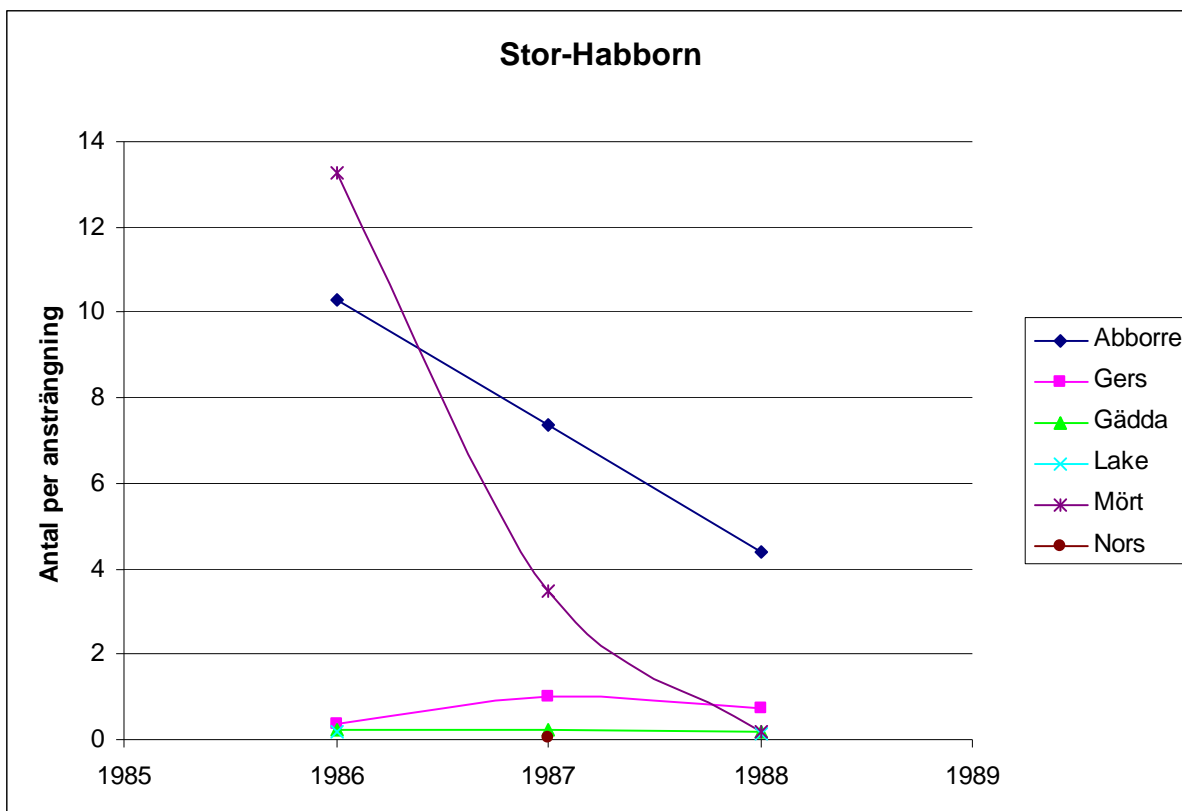
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Tre tidigare inventeringsfisker har utförts i sjön (figur 3) i samband med att Stor-Habborn togs in i kalkeffektprogrammet. Dessa provfisker visar att mört och abborre minskade kraftigt under den aktuella perioden. Hur sjöns fisksamhälle svarade på kalkningen samt hur det ser ut idag är oklart. I tabell 1 presenteras utförligare provfiskedata.



Figur 3. Antal individer per bottennätsansträngning uppdelat per art.

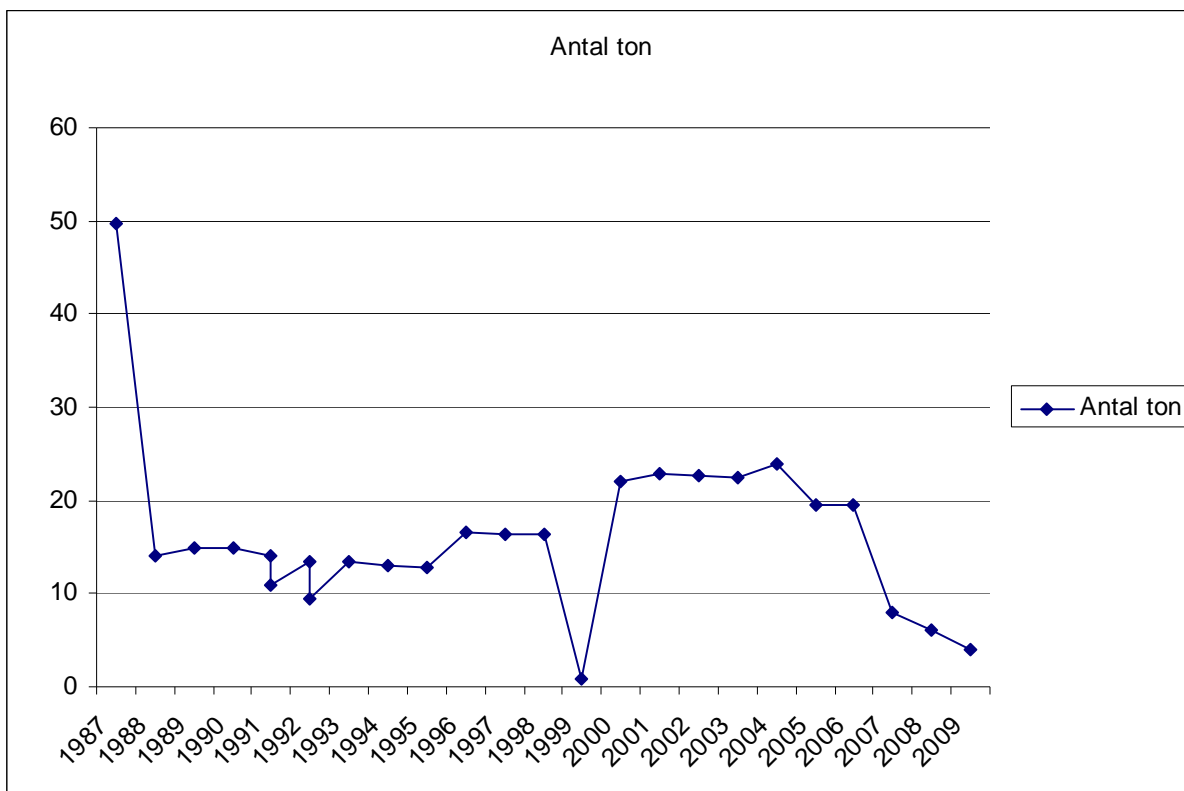
Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1986	16	Bdrot14	Oklas	0
1987	16	Bdrot14	Oklas	0
1988	16	Bdrot14	Oklas	0

### Övrigt

404,5 ton kalk har spridits i sjön (figur 3, tabell 2). Även 3 sjöar uppströms kalkas kontinuerligt. Dessutom har totalt 240 kg ”Osmocote Plus” NPK-konstgödsel utplacerats i sjön både år 1987 (05-26 till 10-29) och år 1988 (05-16 till 10-10) (Bengtsson m.fl., 1988).





Figur 3. Totala givorna av kalk mellan 1987 till 2009.

Tabell 2. Antal ton kalk fördelade på år och område.

År	Antal ton
1987	50
1988	14
1989	15
1990	15
1991	25
1992	23
1993	14
1994	13
1995	13
1996	17
1997	16
1998	16
1999	1
2000	22
2001	23
2002	23
2003	23
2004	24
2005	20
2006	19,5
2007	8
2008	6
2009	4
<b>Totalt</b>	<b>404,5</b>

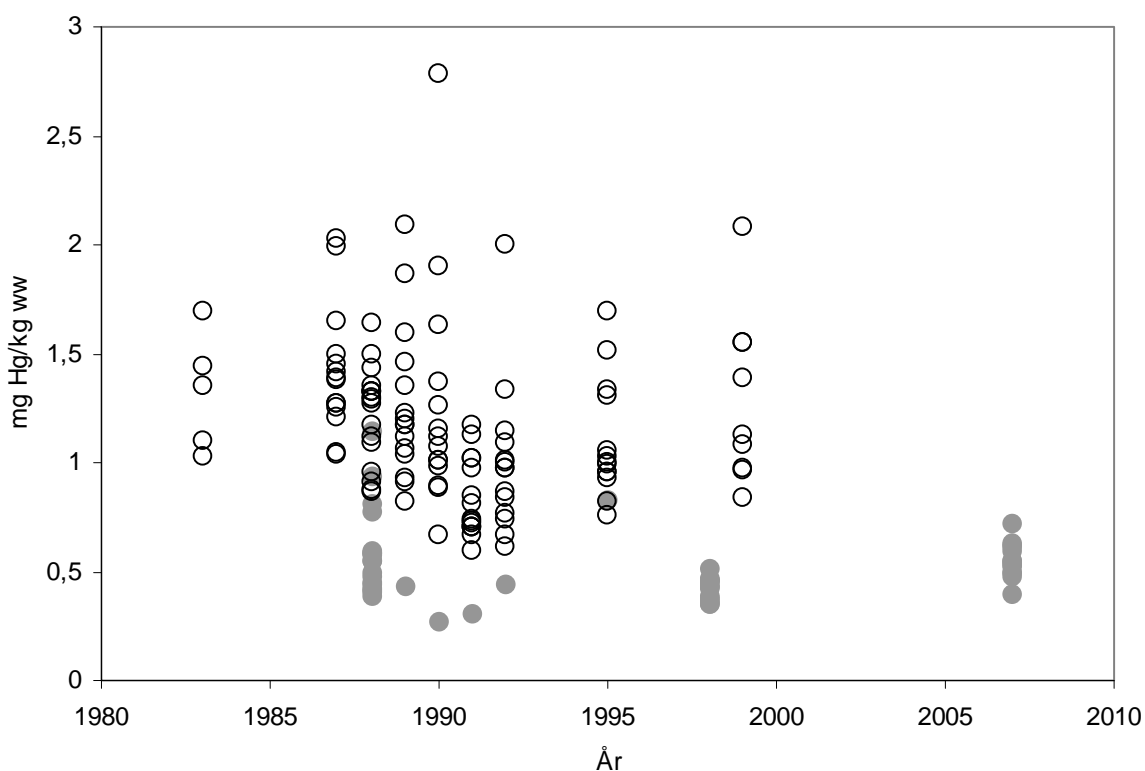
## Väster-Lövsjön

Sjöuppgifter Väster-Lövsjön			
Koordinater:	693032-155932	Höjd över havet (m):	209
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	46
Kommun:	Sundsvall	Maxdjup (m):	19
Vattensystem (SMHI):	41 Selångersån	Medeldjup (m):	5,5

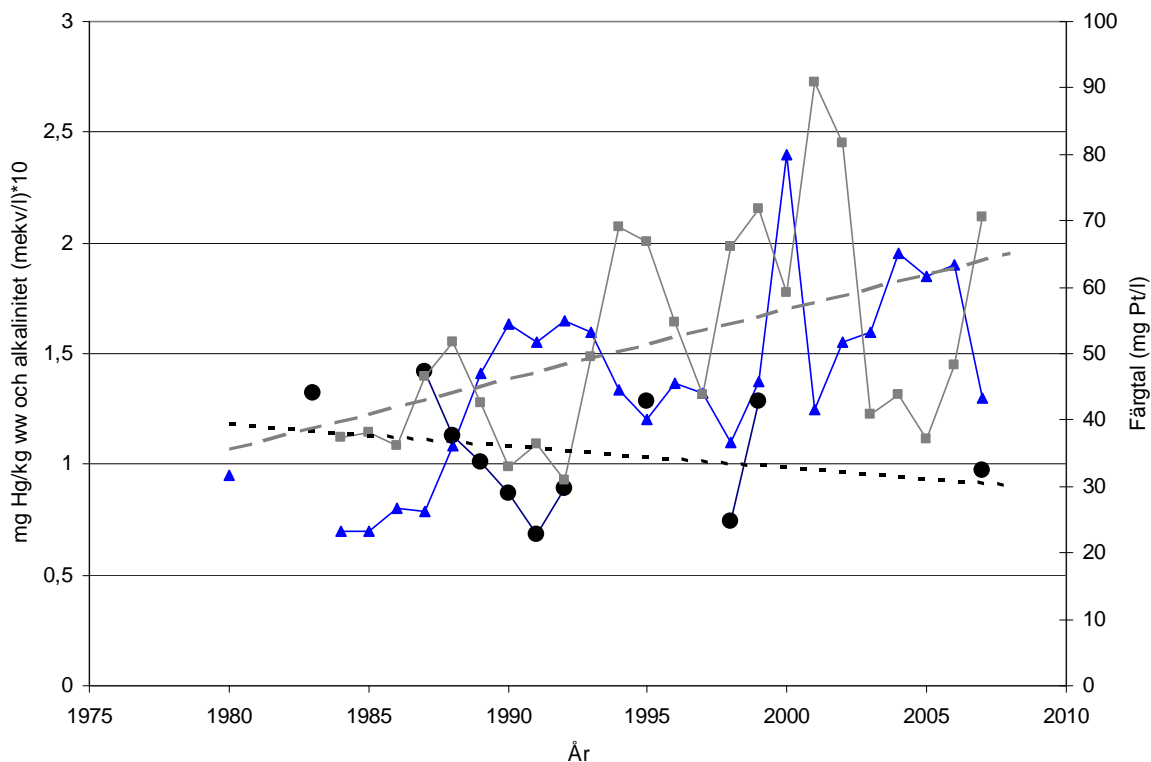
Väster-Lövsjön är länets enda fullskalkalkade objekt.

### Kvicksilver

En neråtgående trend kan ses i gädda under perioden 1987 till 1992 för att sedan generellt ligga på en högre nivå under senare delen av 1990-talet (figur 1). Några tydliga trender för abborre går inte att utläsa i materialet. I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



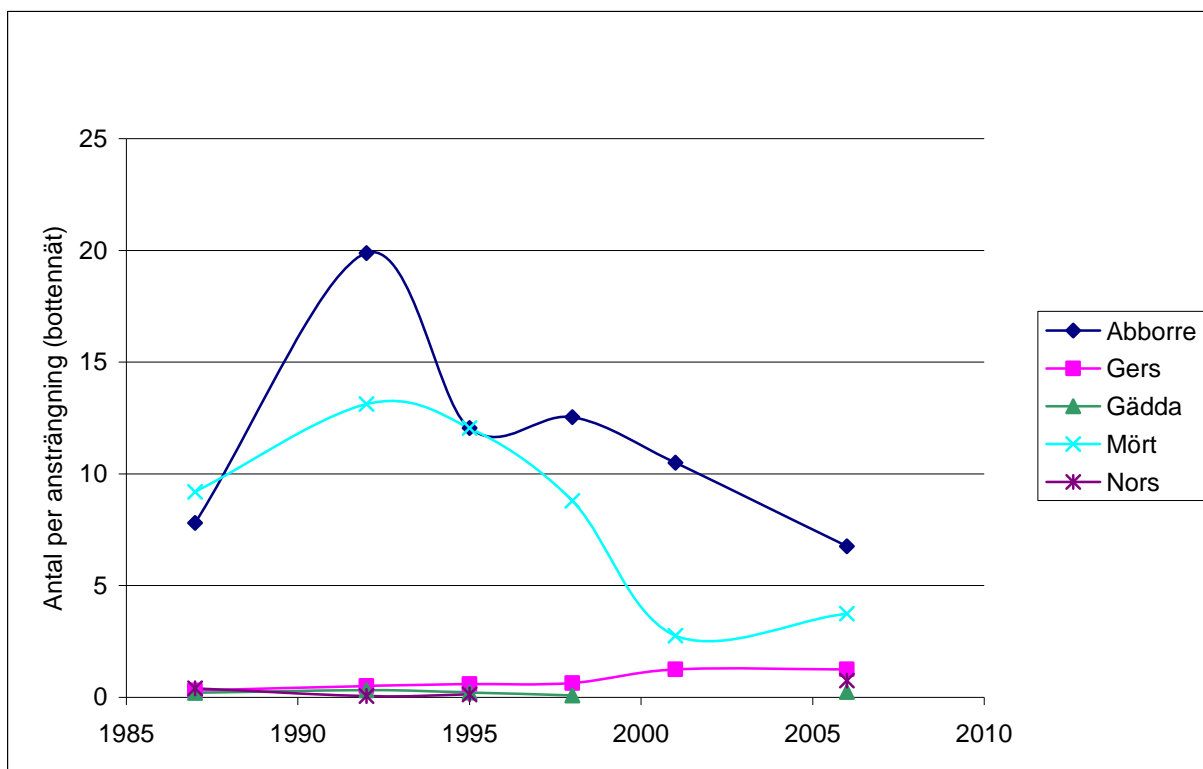
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Sex provfisken har genomförts i Väster-Lövsjön under perioden 1987-2006 (figur 3). Flera arter påvisar en positiv utveckling av kalkningen som påbörjades 1987. Den neråtgående trendutvecklingen hos abborre och mört är ett resultat av den kraftiga ökningen av antalet individer i fisksamhället vid kalkstarten. Dock skall det observeras att de två senaste provfiskena utfört som *inventeringsfiske* och färre nät använts (tabell 1), något som kan påverka grafens utseende.



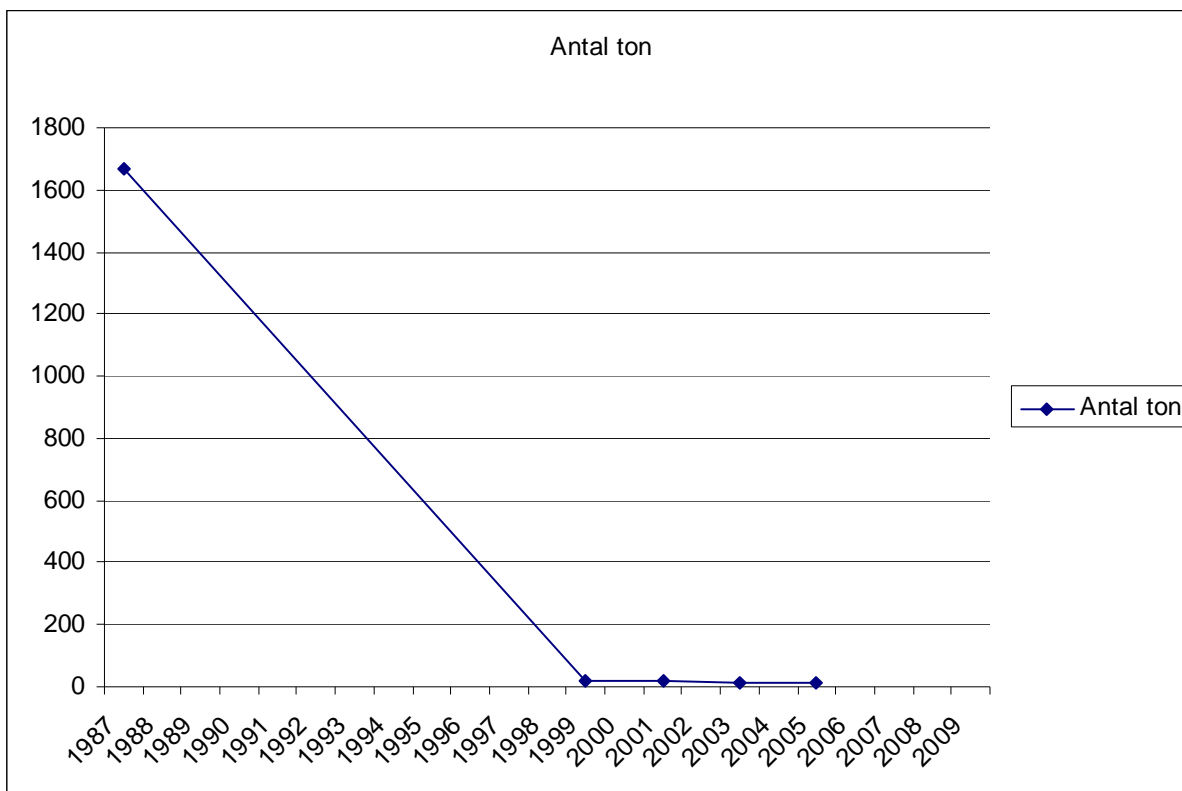
Figur 3. Antal individer per bottennätsansträngning uppdelat per art.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Antal P-nät	Typ P-nät	Kvalitet	EQR8
1987	10	Bdrot14	0	-	Oklas	0
1992	16	Bdrot14	4	Pdrot14	Stand	0,54
1995	24	Bdrot14	0	-	Stand	0,61
1998	24	Bnord12	0	-	Stand	0,62
2001	4	Bnord12	0	-	Inven	0
2006	4	Bnord12	0	-	Inven	0

### Övrigt

Totalt har 1728 ton kalk spridits i sjön och i intilliggande skogsmark. Detta är länets enda fullskalkalkade objekt, dvs att hela tillrinnelseområdet kalkas (figur 4, tabell 2). Sjön har ett relativt litet avrinningsområde på 4,8 km<sup>2</sup>.



Figur 4. Totala givorna kalk i ton. Att notera är att inga givor gavs under perioden 1988 till 1998.

Tabell 2. Antal ton kalk fördelade på år och område.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Totalt	
<b>Sjö</b>													21		17		11		12		61	
<b>Skog</b>	1667																					1667

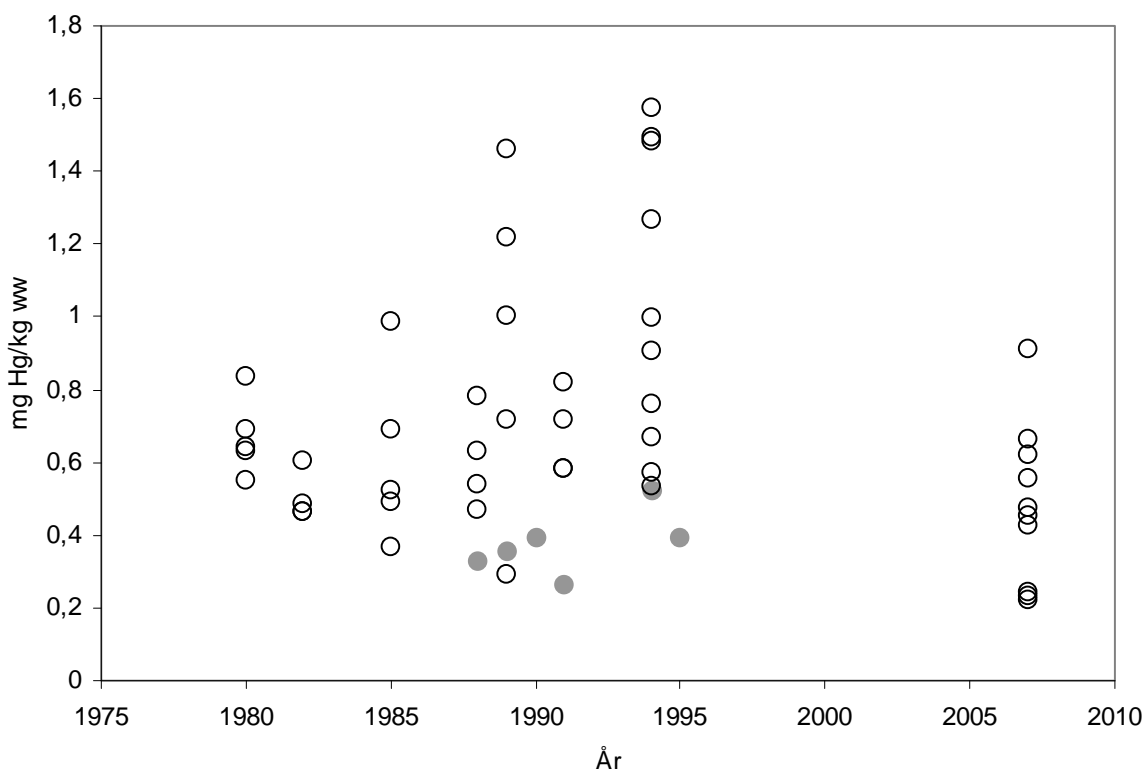
## Betarsjön

Sjöuppgifter Betarsjön			
Koordinater:	707027-154763	Höjd över havet (m):	196
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	3297
Kommun:	Sollefteå	Maxdjup (m):	43
Vattensystem (SMHI):	38 Ångermanälven	Medeldjup (m):	9,8

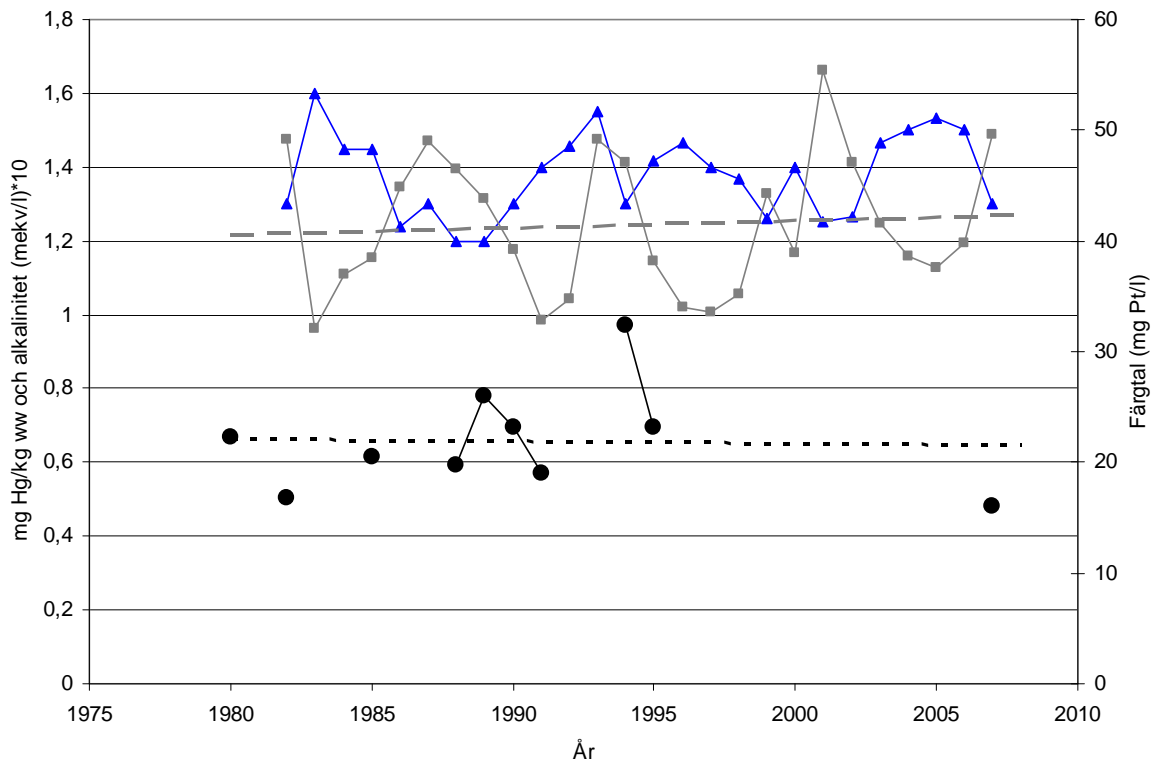
Betarsjön ingår som referenssjö i det regionala miljöövervakningsprogrammet. Detta innebär att vattenkemi provtas 4 ggr/år samt att kontroll av syrenivåer sker under stabil vinter. Bottenfaunaprover med M42 metodik utförs på försommaren. I och med revideringen av länsprogrammet för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 (Olofsson 2008) har regelbundna standardiserade provfisken planerats in i referenssjöarna. Fångad fisk kommer även att kontrolleras på miljögifter.

### Kvicksilveranalyser

Betydligt högre halter av kvicksilver påträffas i gädda jämfört med abborre. En uppåtgående trend kan ses i materialet från mitten av 1980-talet till mitten av 1990-talet. Mätningarna 2007 uppvisar något lägre halter än de högsta åren. Betarsjöns omsättningstid relativt lång och den höga variationen mellan individer av gädda kan bero på den stora sjöytan vilket gör att de insamlade proverna kan härstamma från olika populationer av gäddor. I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



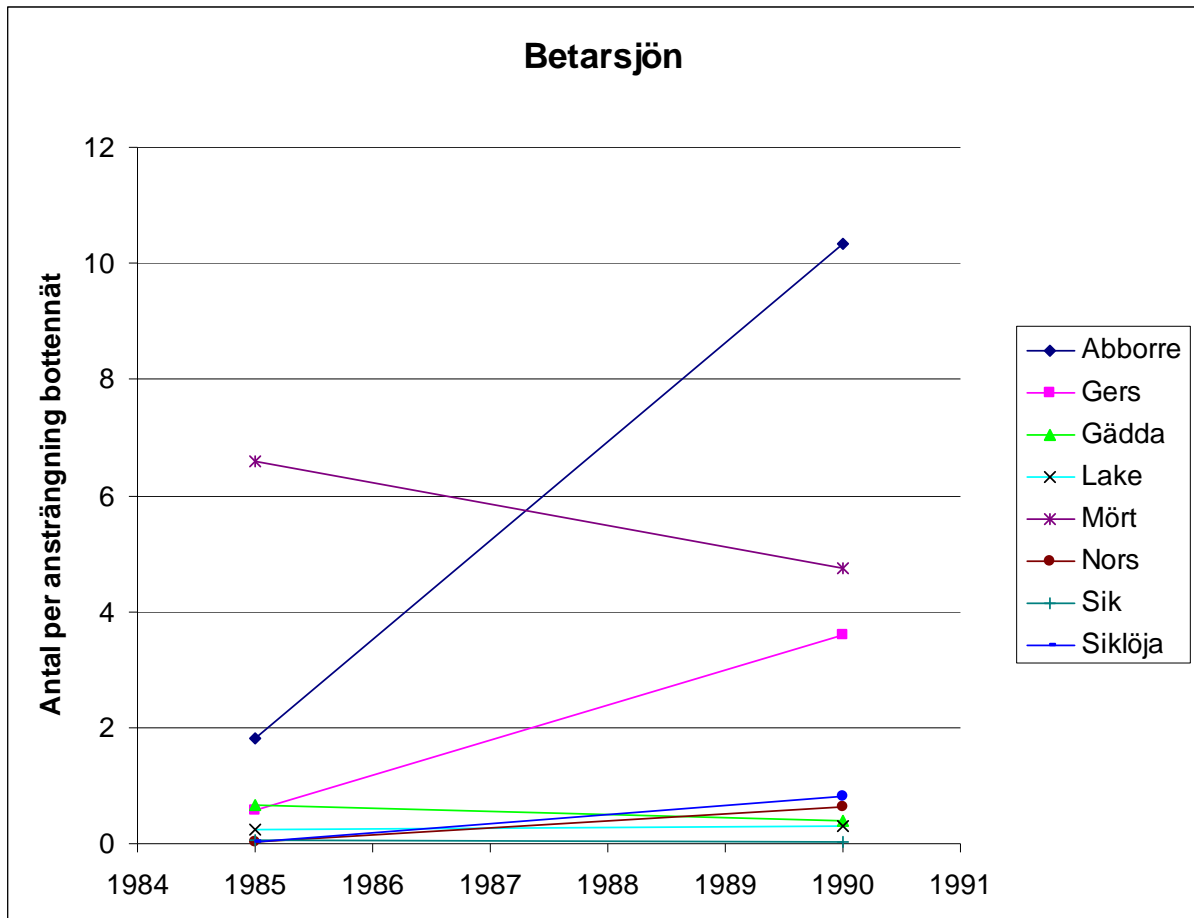
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Två dokumenterade provfisken har utförts i Betarsjön (fig. 3). Att observera är att även löja ingick i fångsten 1990 (Antal/nät: 0,077). Några trender går inte att klargöra i det utförda provfisket. I tabell 1 kan antalet nät, typ av nät m.m. utläsas.



Figur31. Antal individer per bottennätsansträngning.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1985	64	Bdrot14	Oklas	0
1990	52	Bdrot14	Oklas	0



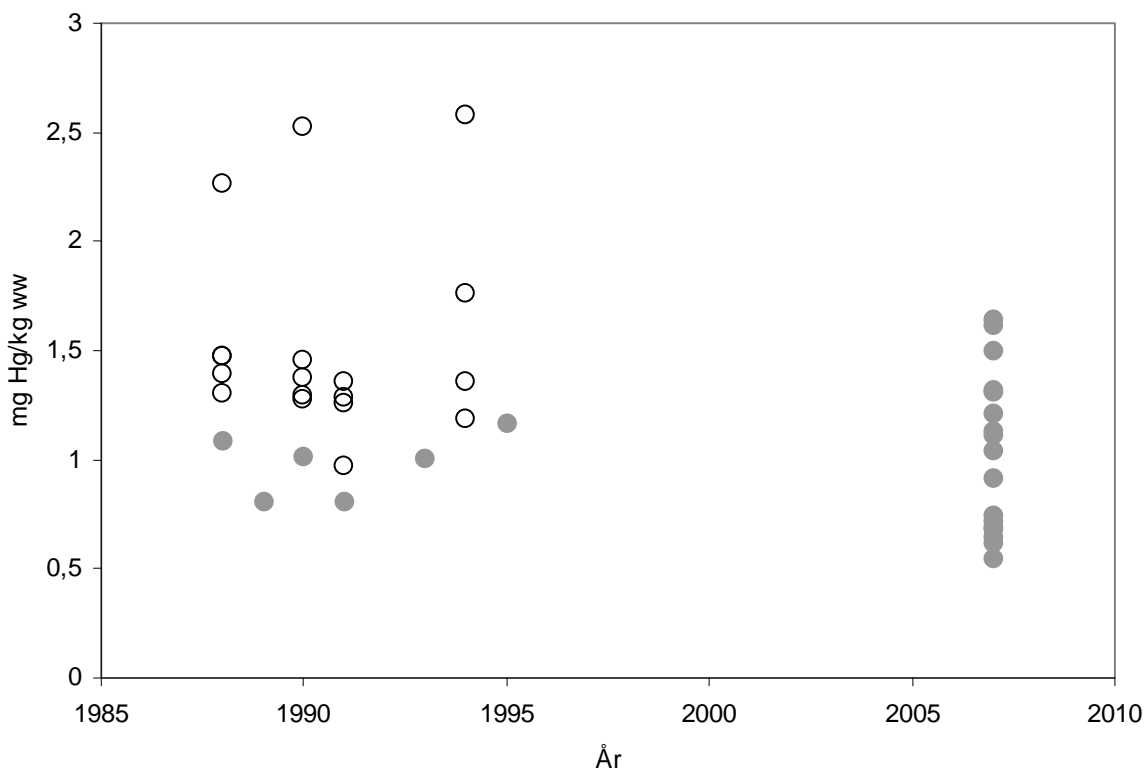
## Gransjön

Sjöuppgifter Gransjön			
Koordinater:	692866-154650	Höjd över havet (m):	236
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	38
Kommun:	Sundsvall	Maxdjup (m):	20
Vattensystem (SMHI):	42 Ljungan	Medeldjup (m):	7

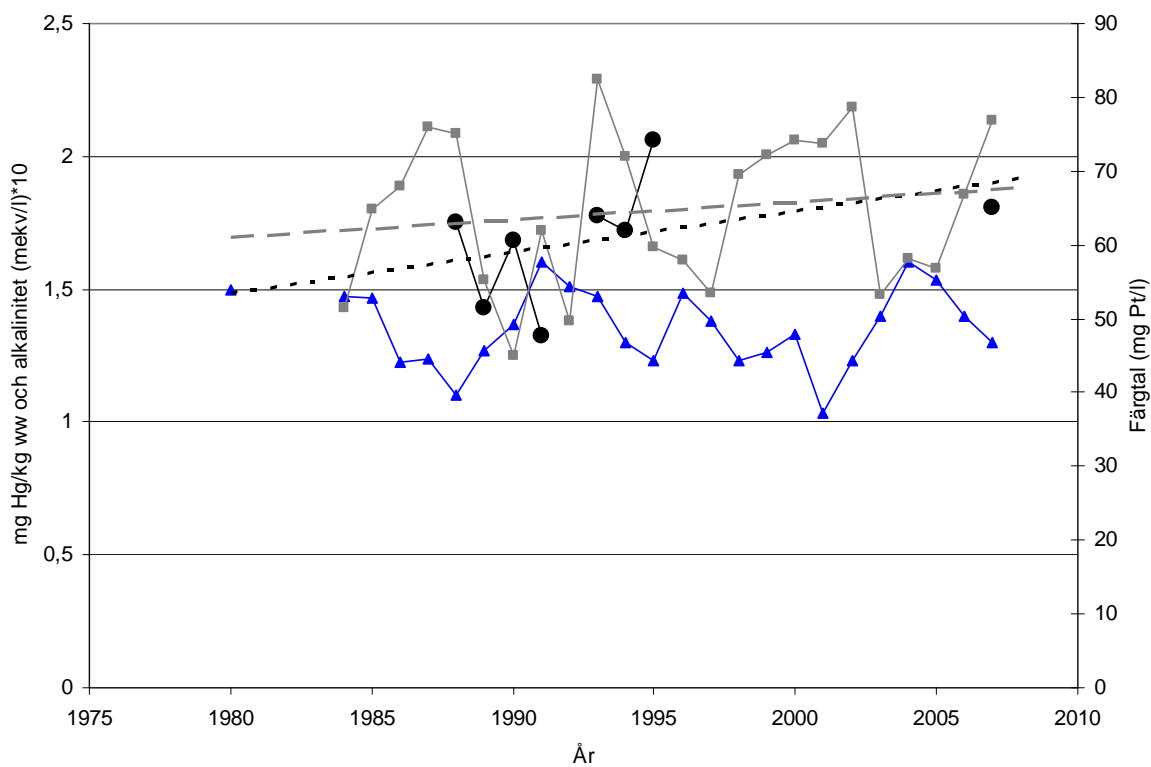
Gransjön ingår som referenssjö i det regionala miljöövervakningsprogrammet. Detta innebär att vattenkemi provtas 4 ggr/år samt att kontroll av syrehalten sker under stabil vinter. Bottenfaunaprover med M42 metodik utförs på försommaren. I och med revideringen av länsprogrammet för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 (Olofsson 2008) har regelbundna standardiserade provfisken planerats in i referenssjöarna. Fångad fisk kommer även att kontrolleras på miljögifter.

### Kvicksilver

Kvicksilverhalterna i abborre ligger generellt kvar på samma halter som under 1990-talet medan det är oklart hur utvecklingen är hos gädda då det inte analyserats några gäddor på senare tid (fig.1). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



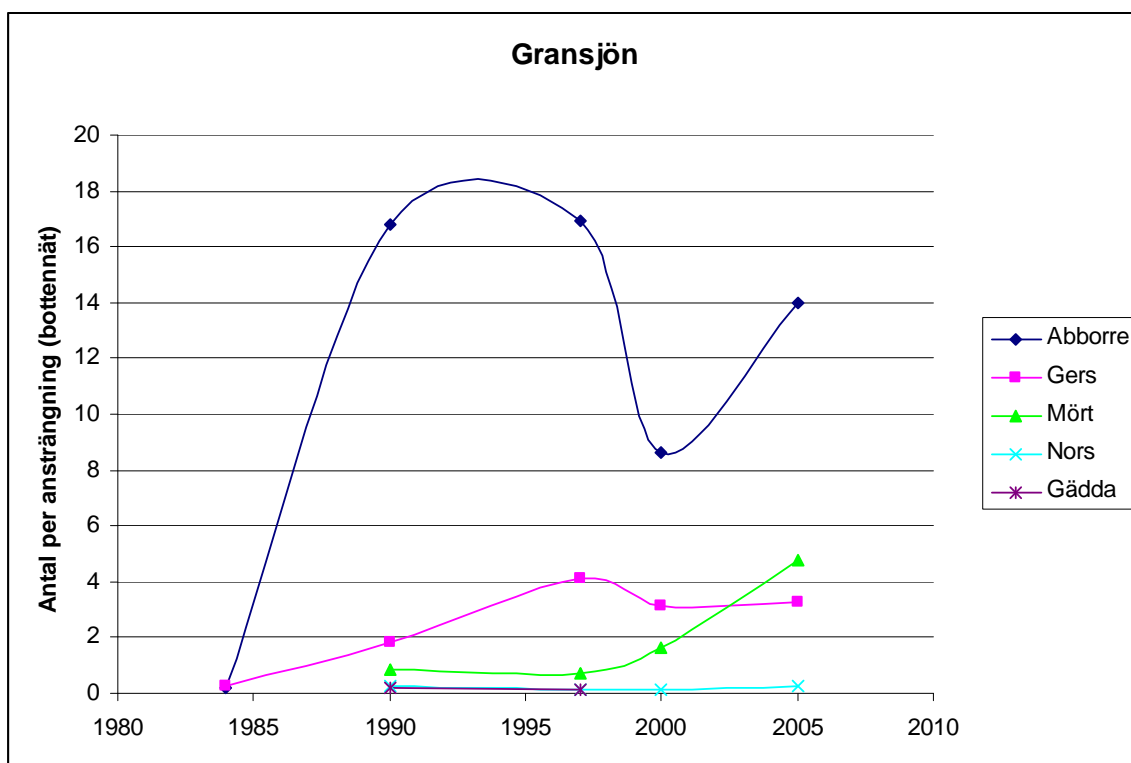
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Gransjön har provfiskats vid fem tillfällen och det senaste, 2005 var ett inventeringsfiske. Mört är den art i sjön som tydligast påvisar en positiv trend (fig. 3).



Figur 3. Presentation av antalet individer per ansträngning avseende bottennät.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1984	12	Bdrot12	Stand	0,27
1990	16	Bdrot14	Stand	0,46
1997	16	Bnord12	Oklas	0
2000	16	Bnord12	Stand	0,62
2005	4	Bnord12	Inven	0

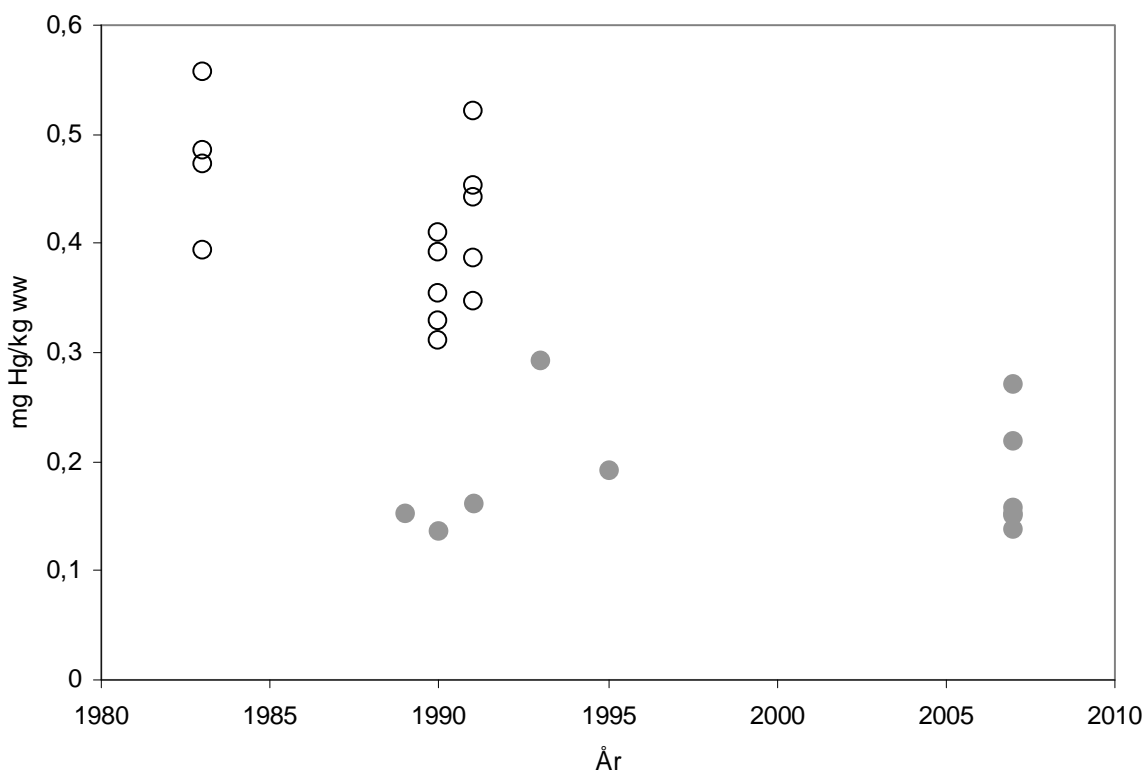
## Navarn

Sjöuppgifter Navarn			
Koordinater:	694291-154626	Höjd över havet (m):	277
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	1021
Kommun:	Sundsvall	Maxdjup (m):	52
Vattensystem (SMHI):	42 Ljungan	Medeldjup (m):	10,8

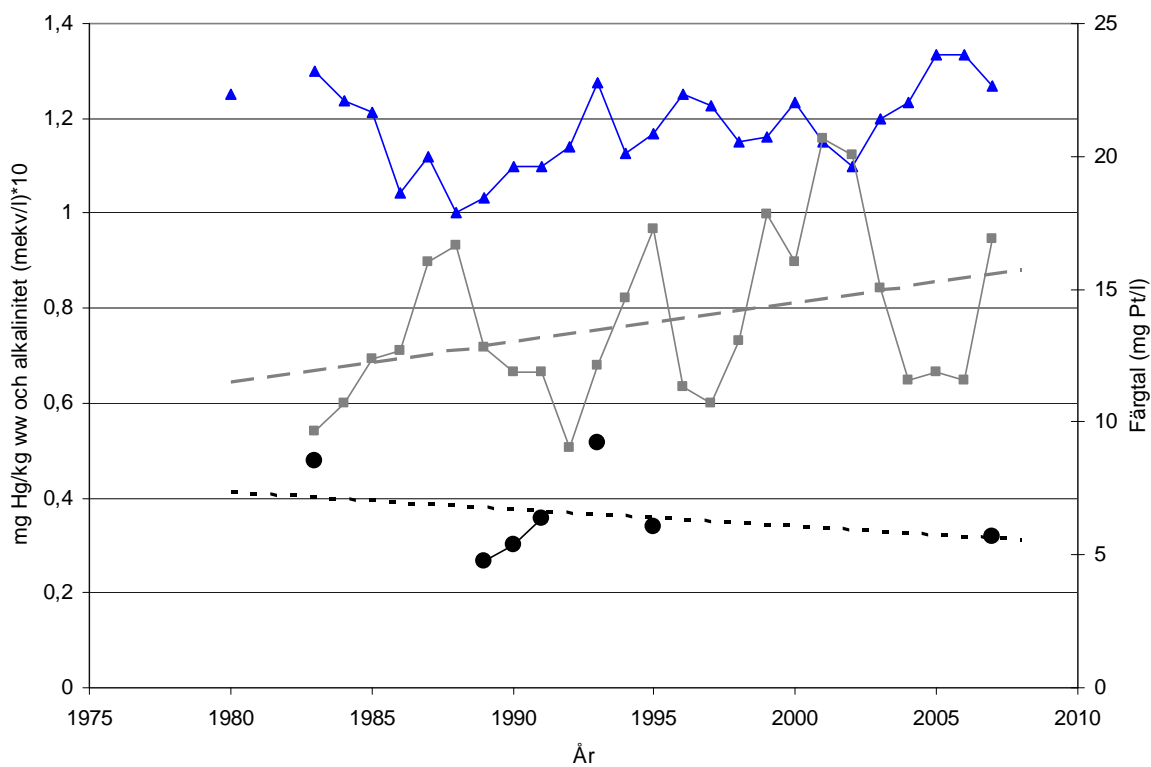
Navarn ingår som referenssjö i det regionala miljöövervakningsprogrammet. Detta innebär att vattenkemi provtas 4 ggr/år samt kontroll av syre sker under stabil vinter. Bottenfaunaprover med M42 metodik utförs på försommaren. I och med revideringen av länsprogrammet för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 (Olofsson 2008) har regelbundna standardiserade provfisken planerats in i referenssjöarna. Fångad fisk kommer även att kontrolleras på miljögifter.

### Kvicksilver

Kvicksilverhalten i gädda är betydligt högre än i abborre (fig.1 och 2). Inga gäddor fångas under 2007 års provtagning. I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



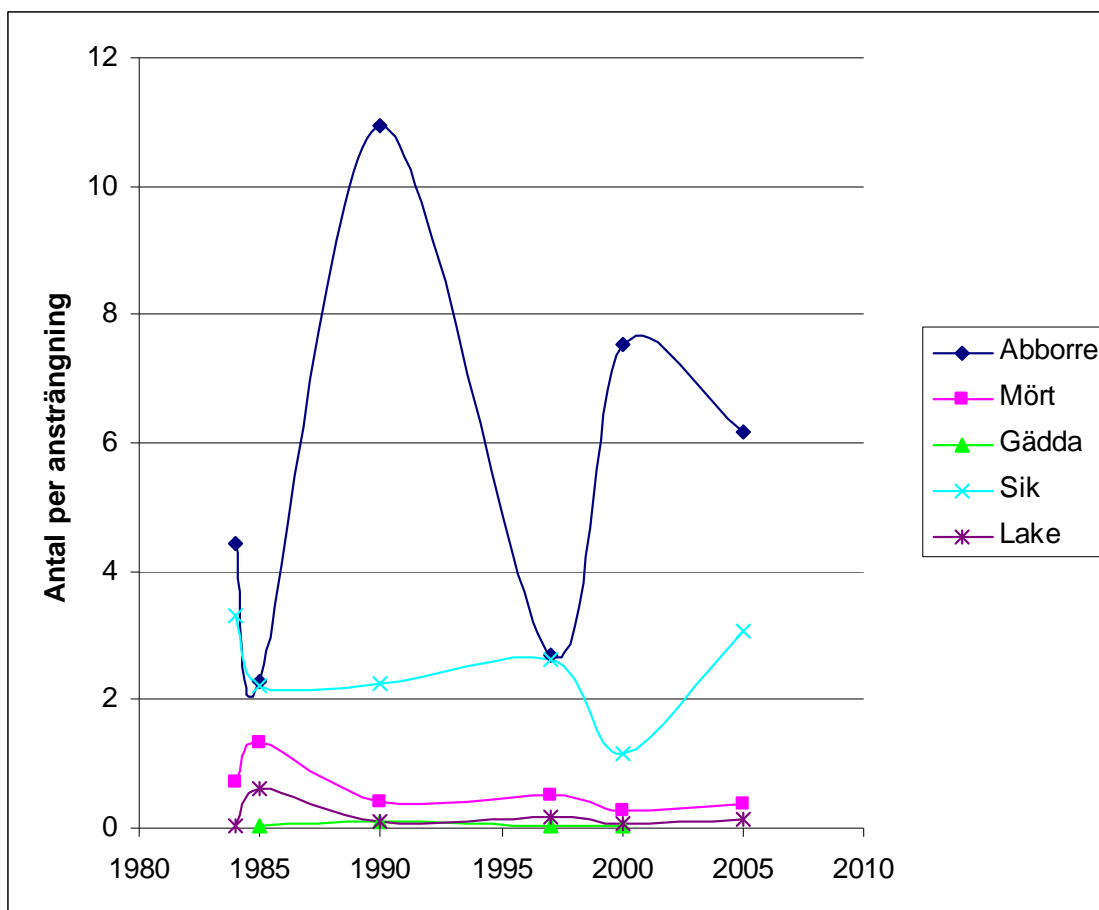
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Provfiske har bedrivits sex omgångar sedan 1984. Arter som förekommer i sjön är abborre, mört, gädda, sik, nors, siklöja, småspigg, storspigg och lake med varierande mängd (fig. 3). Tabell 1 kan erbjuda hjälp vid tolkningen av provfiskedatat.



Figur 3. Antal per bottennätsansträngning för några av de förekommande arterna i sjön. Att observera är att 2005 års provfiske var av inventeringskaraktär.

Tabell11. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1984	31	Bdrot12	Oklas	0
1985	40	Bdrot14	Oklas	0
1990	47	Bdrot14	Inven	0
1997	48	Bnord12	Stand	0,47
2000	48	Bnord12	Stand	0,54
2005	16	Bnord12	Inven	0

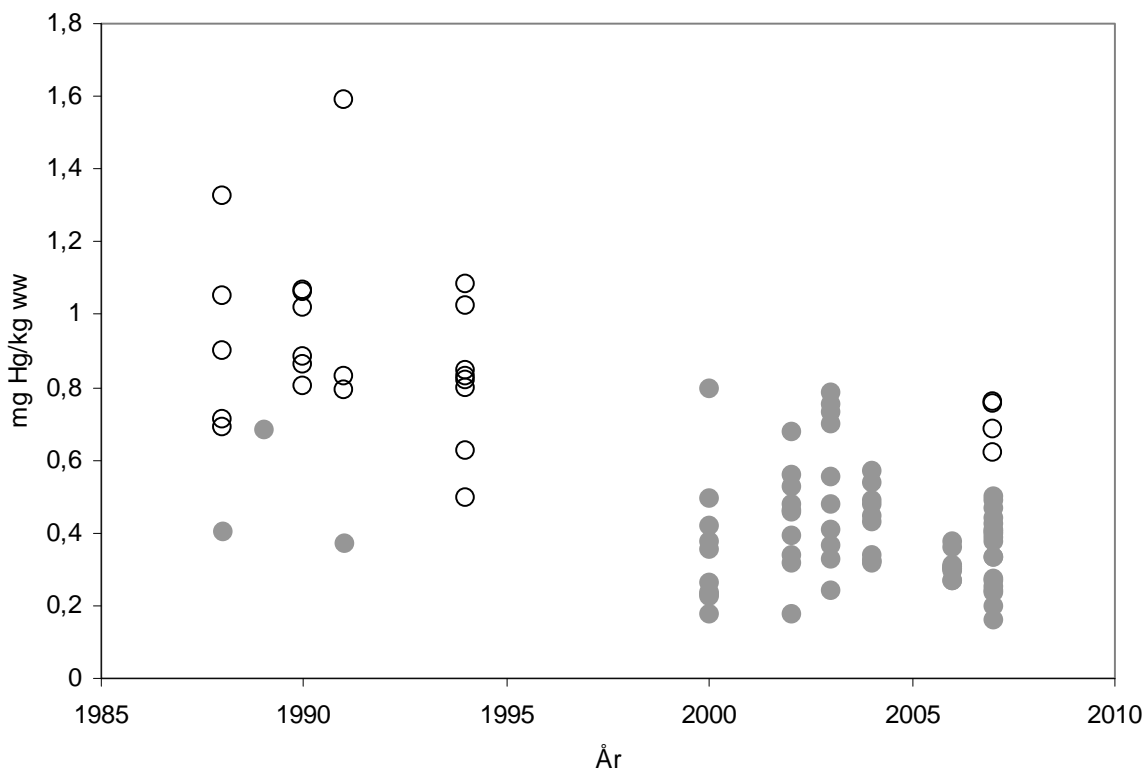
## Remmarsjön

Sjöuppgifter Remmarsjön			
Koordinater:	708619-162132	Höjd över havet (m):	234
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	140
Kommun:	Örnsköldsvik	Maxdjup (m):	14
Vattensystem (SMHI):	34 Gideälven	Medeldjup (m):	5

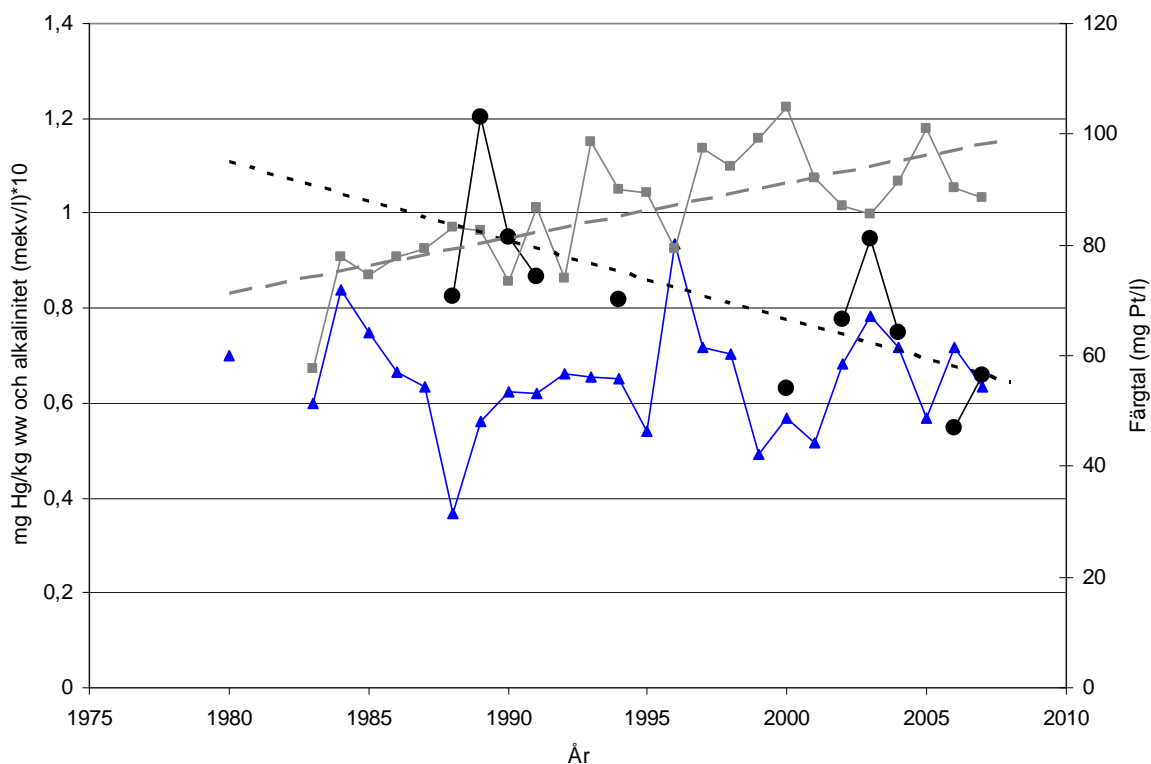
Remmarsjön ingår idag i det nationella sötvattensprogrammet som en av tio referenssjöar som intensivstuderas i Sverige. Detta innebär att årliga standardiserade provfisken har utförts sedan 1994 samt att vattenkemi, djurplankton, bottenfauna och makrofyter provtas kontinuerligt i ett mera ambitiöst provprogram jämfört med ordinarie schema.

### Kvicksilver

En negativ trend beträffande kvicksilverhalter i gädda kan ses i det studerade materialet (fig. 1). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



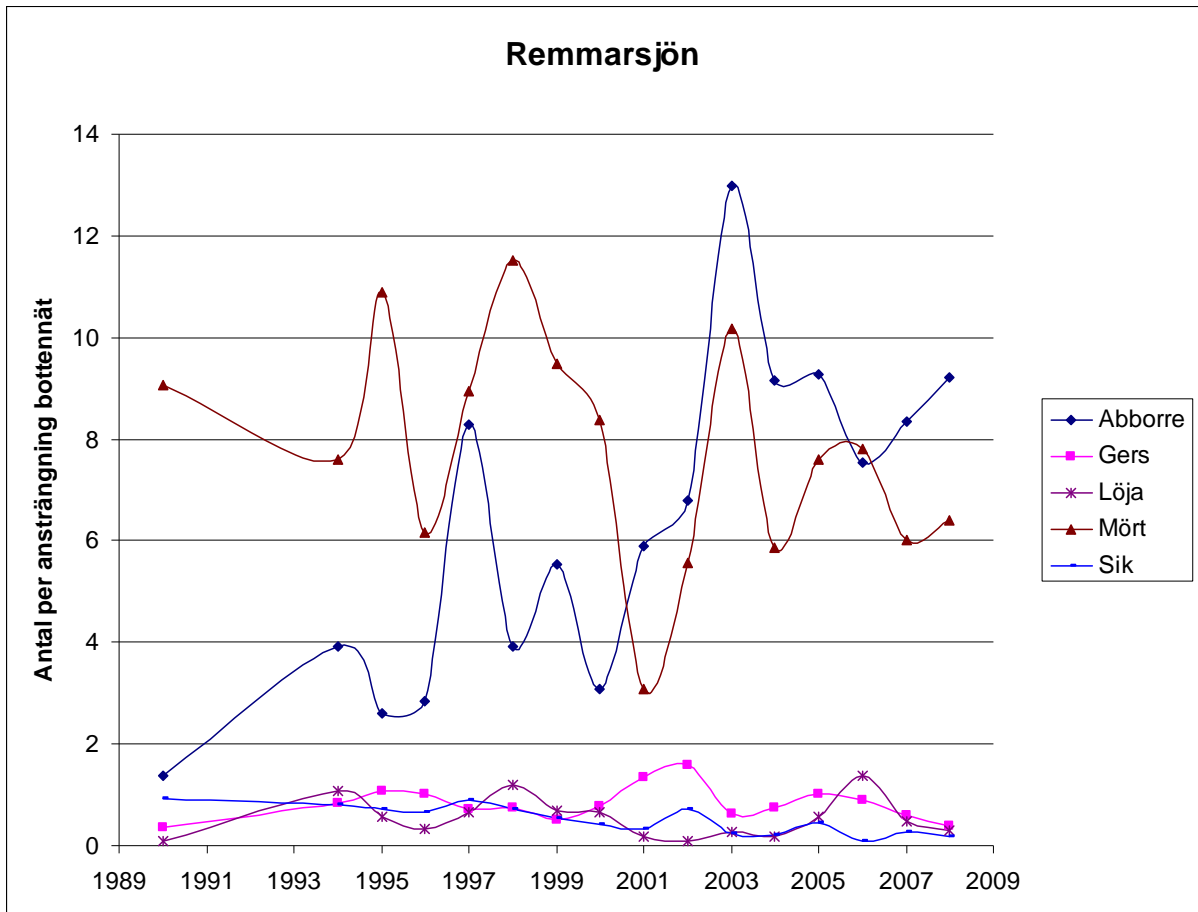
Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är given i mg Pt/l.

### Provfiske

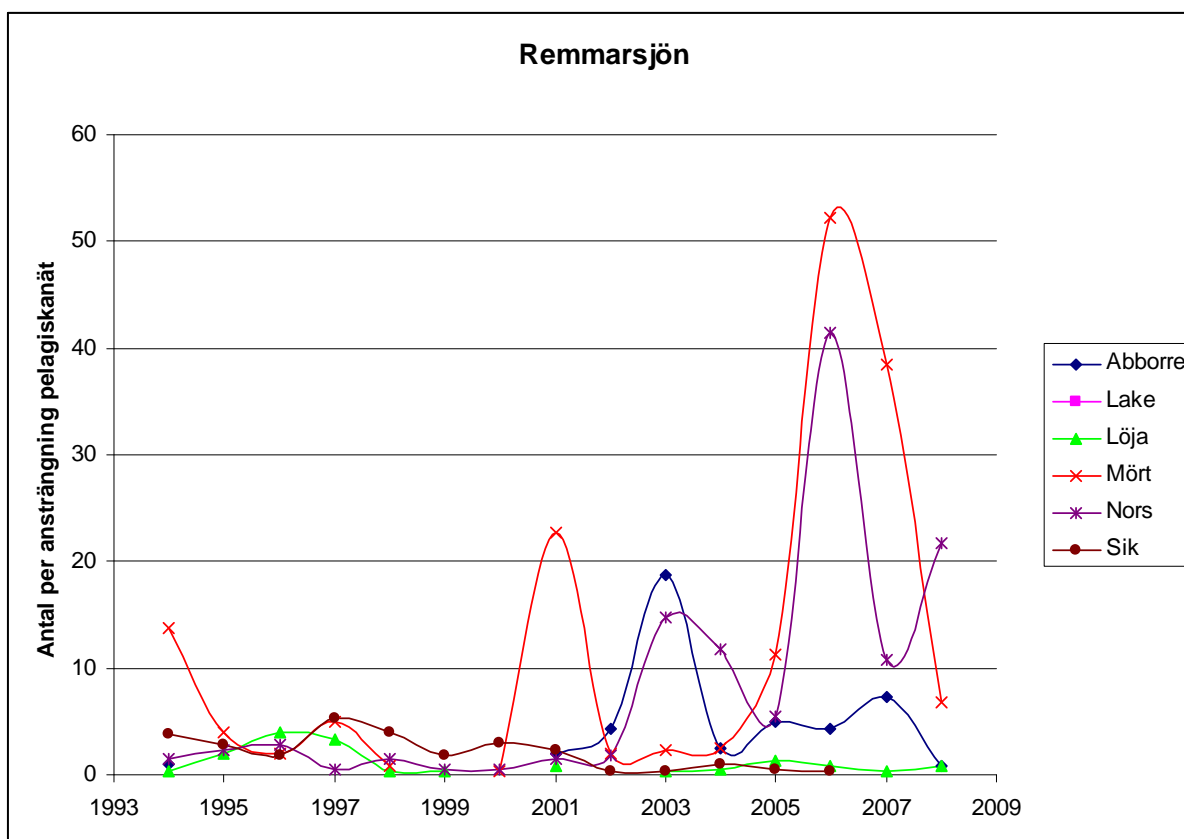
I och med Remmarsjöns varierande bottenstruktur samt att den är belägen långt ned i avrinningsområdet medför detta att många arter av fisk återfinns i sjön. Provfiskena ger kontinuerliga fångster av abborre, löja, gers, gädda, lake, mört, nors och sik. Totalt har det utförts 15 standardiserade provfiskeri i sjön (fig. 3, fig. 4 och tabell 1). Abborren har en mycket god tillväxt i sjön. Under provfiskeserier har rekryteringen varierat mellan åren, bland annat kläcktes starka årsklasser åren 1996, 1997 och 2002. Individer från dessa årsklasser har haft en lägre tillväxt jämfört med individer från årsklasserna som kläcktes i början av 1990-talet. Åldersanalyser av mörtar från åren 1994-2003 visar att rekryteringen av mört också är oregelbunden. Liksom för abborre kläcktes två starka årsklasser 1996 och 1997. Därefter har rekryteringen varit betydligt svagare, särskilt år 1998 och 2000. Mört växer extremt långsamt i Remmarsjön. Rekrytering av sik har förekommit de flesta åren och fångsten har dominerats av unga fiskar. Generellt växte sikarna bra de första åren men när fiskarna vid tre års ålder nått en storlek av ca 20 cm planade tillväxten ut. För de relativt få fiskar som nått större storlekar än 27 cm tycktes tillväxten skjuta fart igen vid en längd av ca 25 cm.

Fångsterna av abborre har haft en tendens att öka sedan mitten 1990-talet och år 2003 var fångsten av abborre den högsta sedan provfiskeseriens start. Framst ökade fångsten av fiskar som var runt 9 cm längd men det gjordes också rikliga fångster av abborrar mellan 15-25 cm. De senaste åren har dock fångsterna varit något lägre jämfört med år 2003. Fortfarande dominerades fångsten av fiskar runt 10 cm men det fångades även en betydande del över 20 cm. Fångsterna av mört har varierat en del mellan åren men det finns ingen trend att beståndet skulle ha ökat eller minskat. Mera ingående information finns hos nationell datavärd, Fiskeriverket.





Figur 3. Antal individer per bottennätsansträngning uppdelat per art. Även lake fångas under vissa år men i mindre antal.



Figur 4. Antal individer per ansträngning, pelagiska nät. Utöver de presenterade arterna har även gädda och gers fångats i mindre antal under vissa år.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Antal P-nät	Typ P-nät	Kvalitet	EQR8
1990	30	Bdrot14	0	-	Oklas	0
1994	32	Bnord12	4	Pdrot14	Stand	0,44
1995	32	Bnord12	4	Pdrot14	Stand	0,37
1996	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,38
1997	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,43
1998	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,47
1999	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,51
2000	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,51
2001	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,5
2002	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,57
2003	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,59
2004	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,52
2005	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,52
2006	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,45
2007	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,64
2008	32	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,51

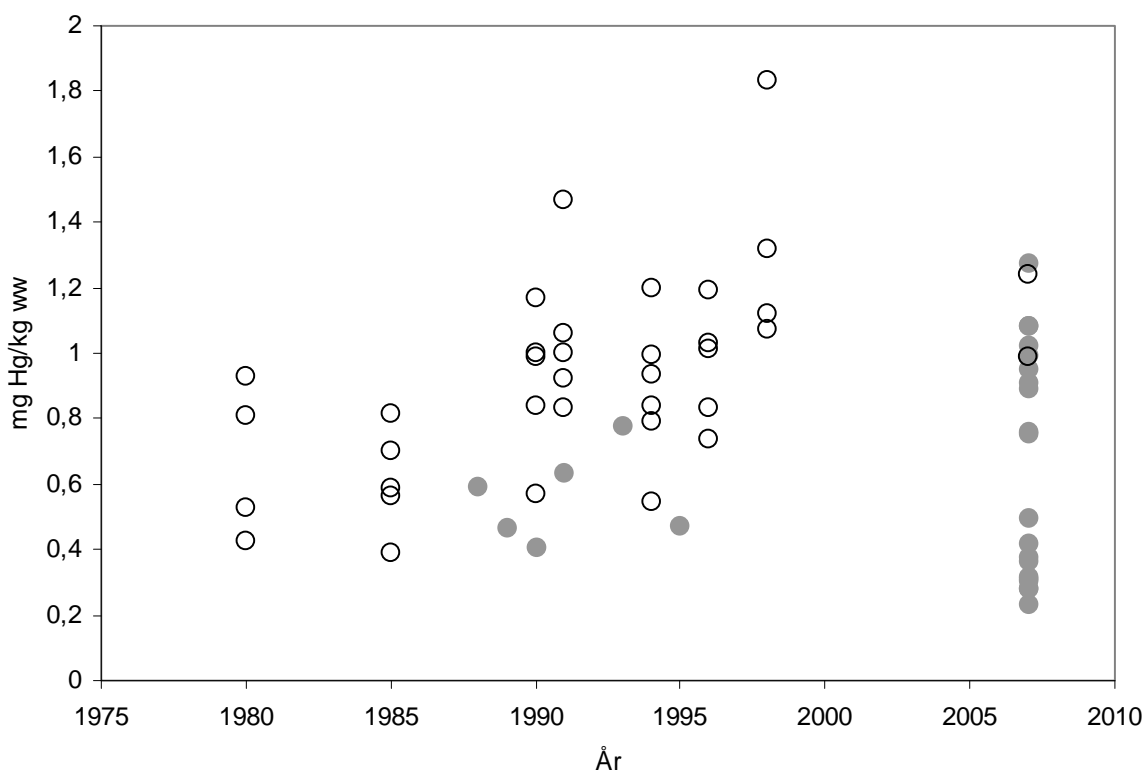
## Storsjön

Sjöuppgifter Storsjön			
Koordinater:	693797-159720	Höjd över havet (m):	63
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	309
Kommun:	Härnösand	Maxdjup (m):	14
Vattensystem (SMHI):	39/40 Kustområde	Medeldjup (m):	2,6

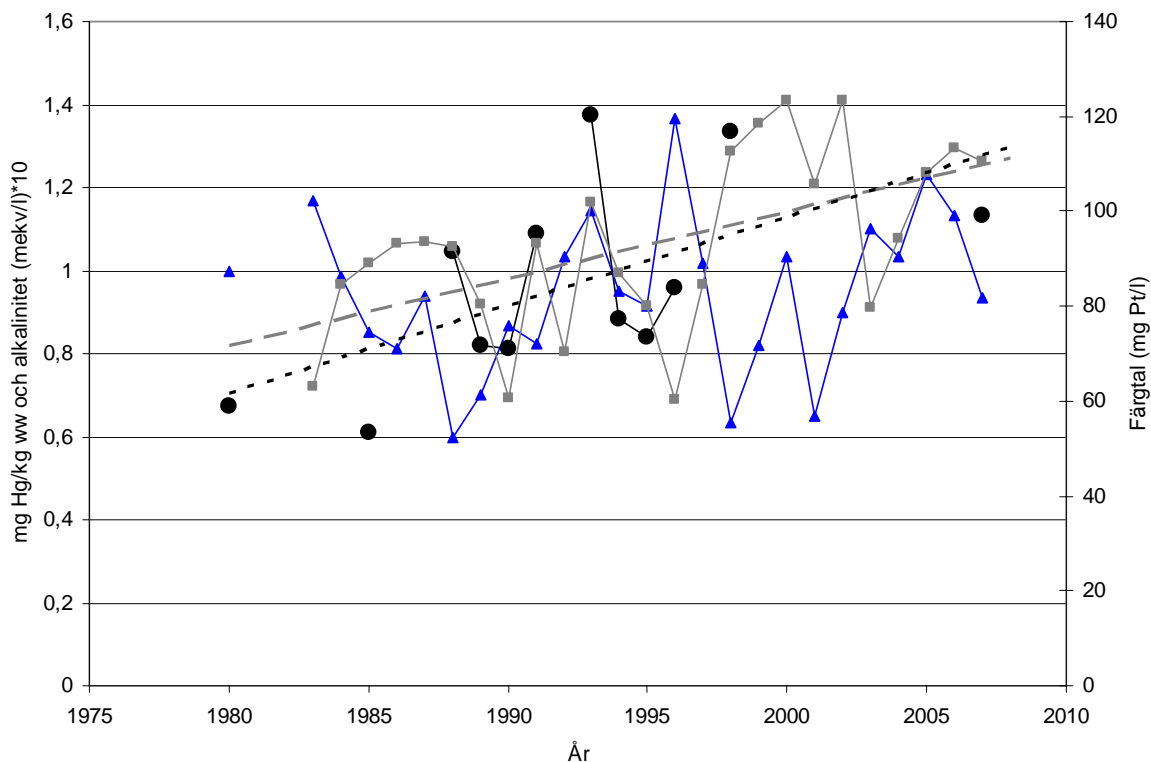
Storsjön ingår som referenssjö i det regionala miljöövervakningsprogrammet. Detta innebär att vattenkemi provtas 4 ggr/år samt kontroll av syre sker under stabil vinter. Bottenfaunaprover med M42 metodik utförs på försommaren. I och med revideringen av länsprogrammet för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 (Olofsson 2008) har regelbundna standardiserade provfisker planerats in i referenssjöarna. Fångad fisk kommer även att kontrolleras på miljögifter.

### Kvicksilver

Analyserna visar på en uppåtgående trend gällande kvicksilverhalter för både abborre och gädda mellan åren 1985 och 1998. De senaste analyserna ger indikationer om att kvicksilvervärdena fortfarande ligger på relativt höga nivåer (fig.1). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



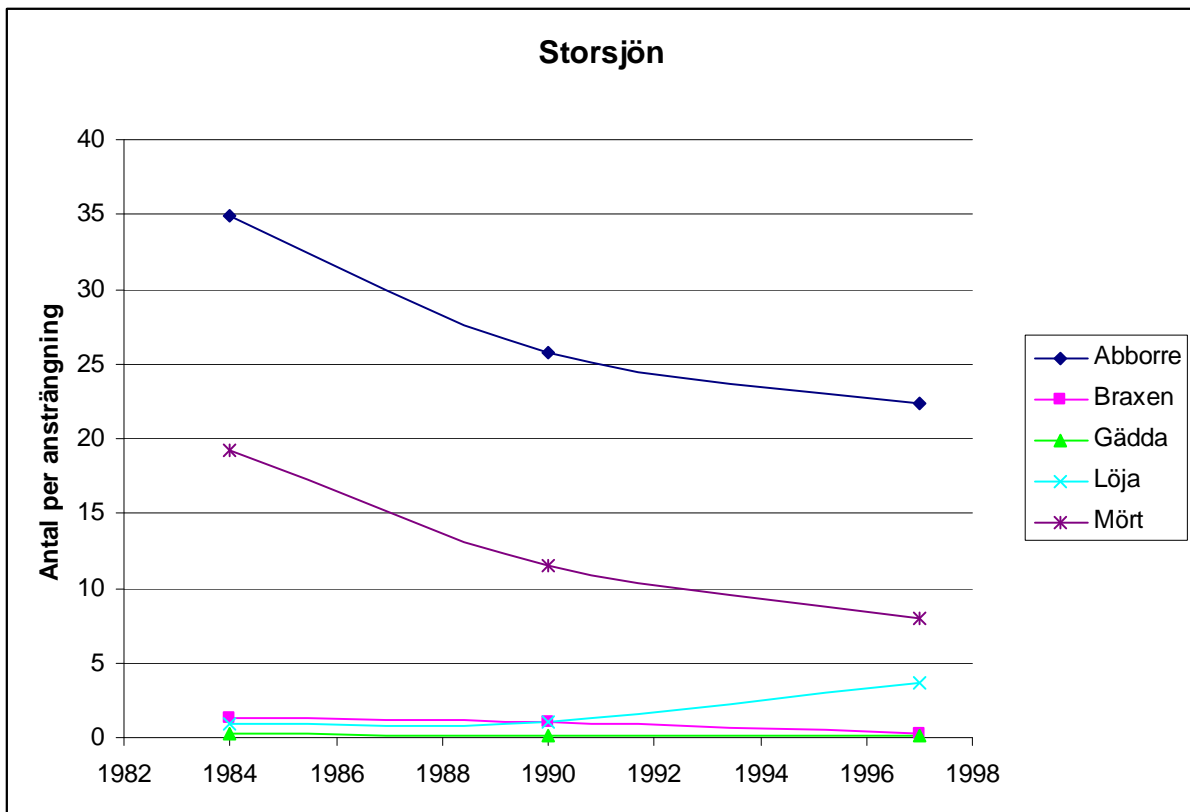
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Storsjön har provfiskats vid tre tidigare tillfällen och uppvisar en neråtgående trend för alla arter utom löja (fig. 3). Att beakta i tolkningen av trenden är att provfiskena är av typen *inventeringsfiske* och innebär att inte lika många nät används som vid ett *standardiserat provfiske*.



Figur 3. Presentation av antal individer per ansträngning avseende bottenmät vid de tre provfiskena.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1984	22	Bdrot12	Oklas	0
1990	29	Bdrot14	Oklas	0
1997	24	Bnord12	Inven	0

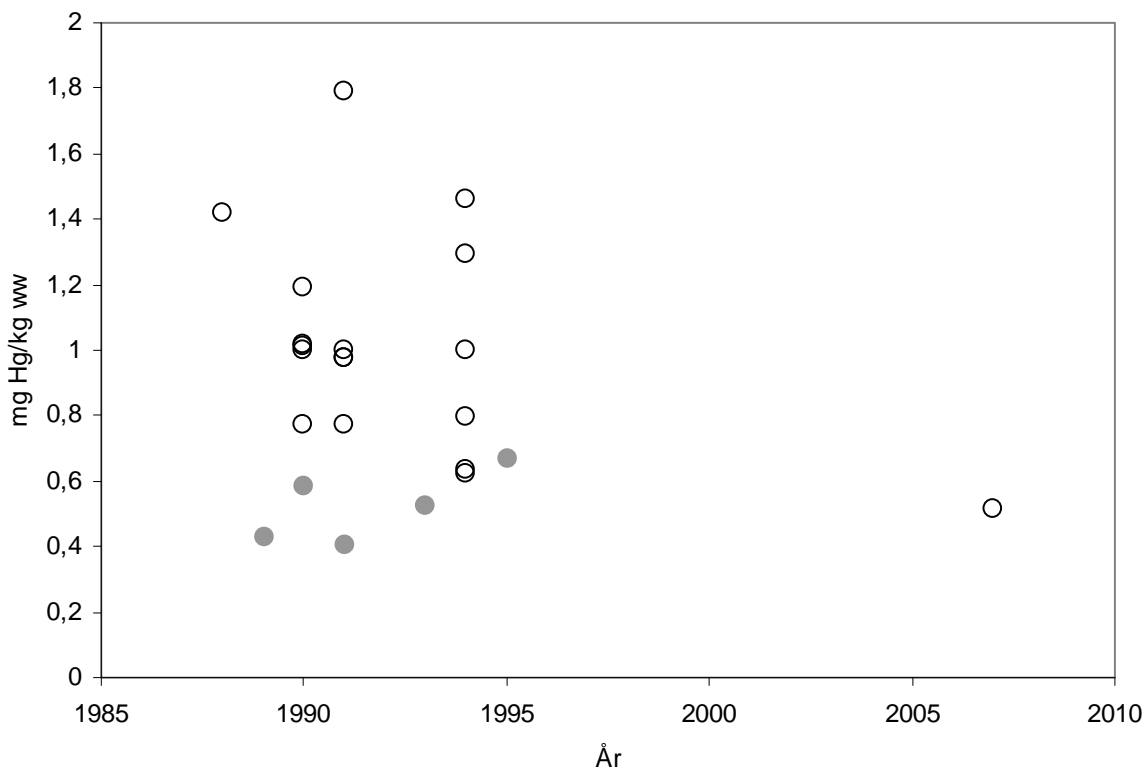
## Södra Bergsjön

Sjöuppgifter Södra Bergsjön			
Koordinater:	706041-157858	Höjd över havet (m):	242
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	36
Kommun:	Örnsköldsvik	Maxdjup (m):	12
Vattensystem (SMHI):	36 Moälven	Medeldjup (m):	4,8

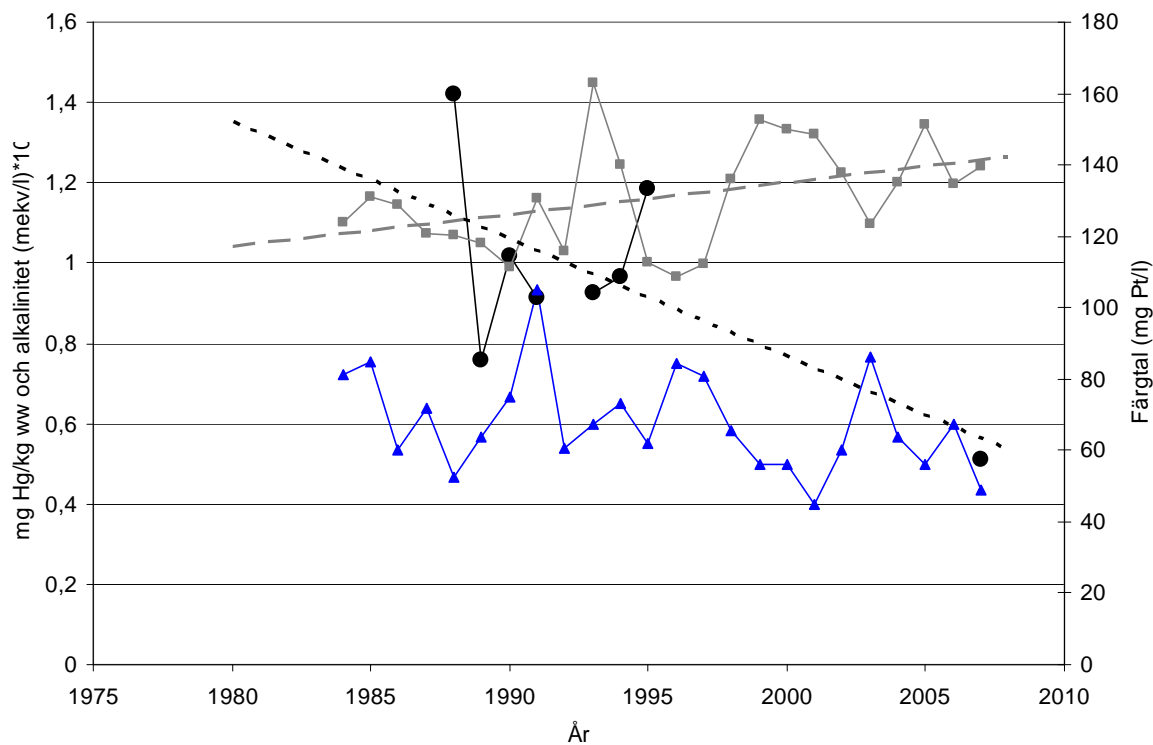
Södra Bergsjön ingår som referenssjö i det regionala miljöövervakningsprogrammet. Detta innebär att vattenkemi provtas 4 ggr/år samt att kontroll av syrenivåerna sker under stabil vinter. Bottenfaunaprover med M42 metodik utförs på försommaren. I och med revideringen av länsprogrammet för den regionala miljöövervakningen 2009-2014 (Olofsson 2008) har regelbundna standardiserade provfisken planerats in i referenssjöarna. Fångad fisk kommer även att kontrolleras på miljögifter.

### Kvicksilver

Förändringen av kvicksilverhalter i Södra Bergsjön är svår att uttala sig om då det enbart fångades en enda gädda under provtagningen 2007 (fig. 1). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



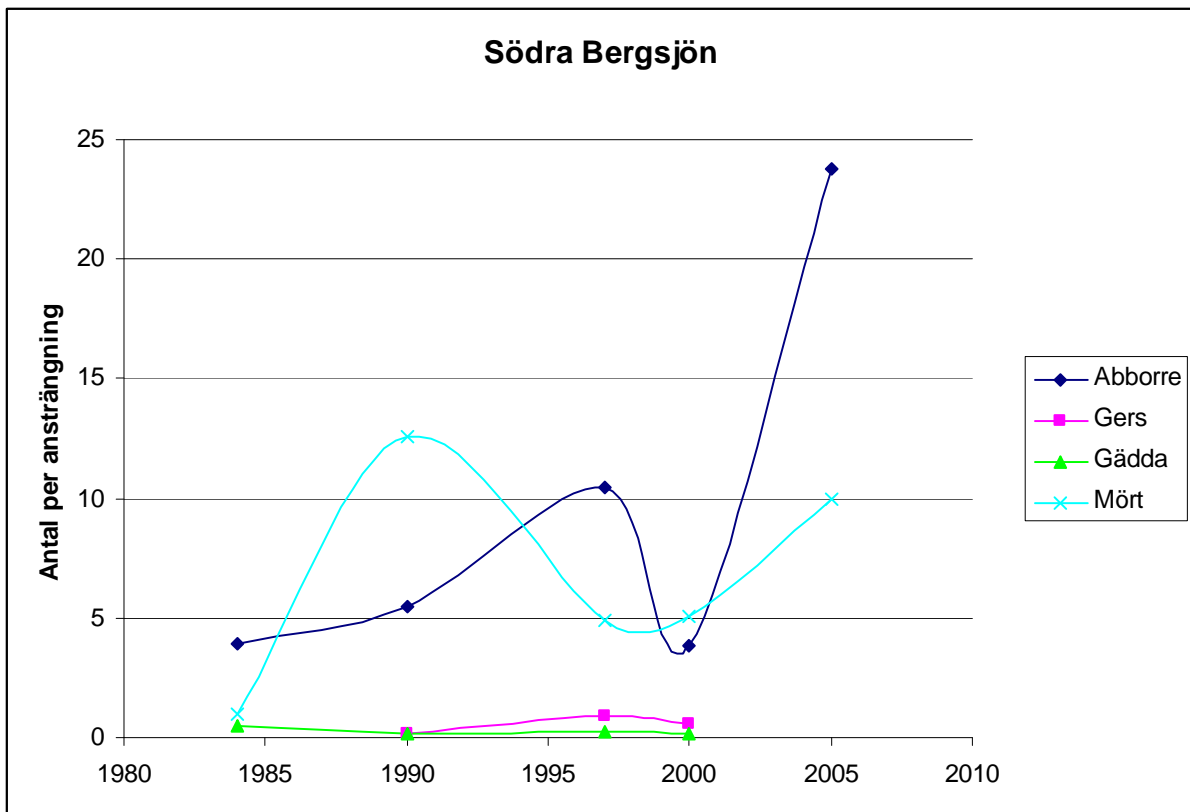
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Fem tidigare provfisken har gjorts i sjön men några tydliga trender i fisksamhället går inte utläsa. Att observera är att det senaste provfisket, 2005, är ett inventeringsfiske (fig. 3, tabell 1) vilket är en trolig förklaring till att endast hälften av arterna finns representerade.



Figur 3. Antal individer per ansträngning avseende bottennät. Att Både gädda och gers är uteslutna från 2005 års provfiske grundar sig troligen i att detta var ett inventeringsfiske och antalet nät färre jmf med tidigare år (tabell 1).

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1984	12	Bdrot12	Oklas	0
1990	16	Bdrot14	Oklas	0
1997	16	Bnord12	Stand	0,72
2000	16	Bnord12	Stand	0,45
2005	4	Bnord12	Inven	0



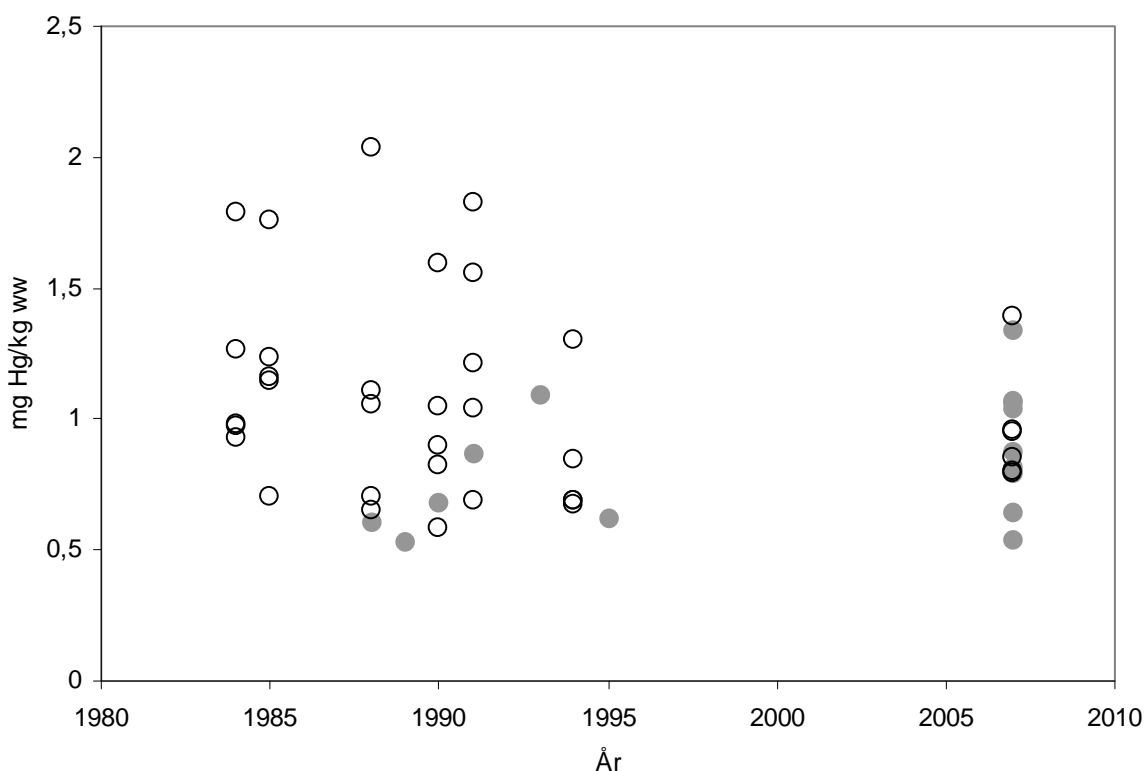
## Valasjön

Sjöuppgifter Valasjön			
Koordinater:	698918-158665	Höjd över havet (m):	99
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	178
Kommun:	Kramfors	Maxdjup (m):	26
Vattensystem (SMHI):	38/39 Kustområde	Medeldjup (m):	9

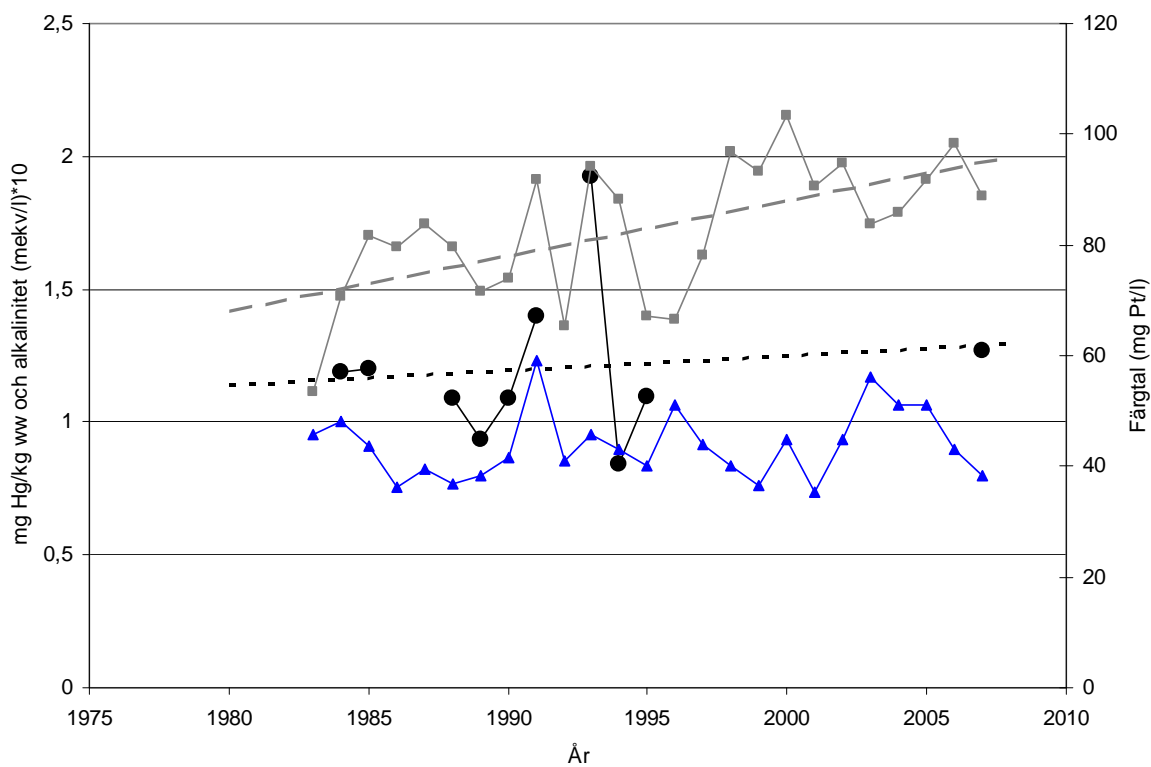
Valasjön ingår idag i det nationella sötvattensprogrammet och provtagningen av vattenkemi, djurplankton och bottenfauna utförs av Länsstyrelsen i Västernorrland.

### Kvicksilver

Analyserna visar att det är något högre halter i gädda än i abborre. 2007 år halterna ligger på samma nivå som tidigare eller eventuellt något högre (figur 1 och 2). I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



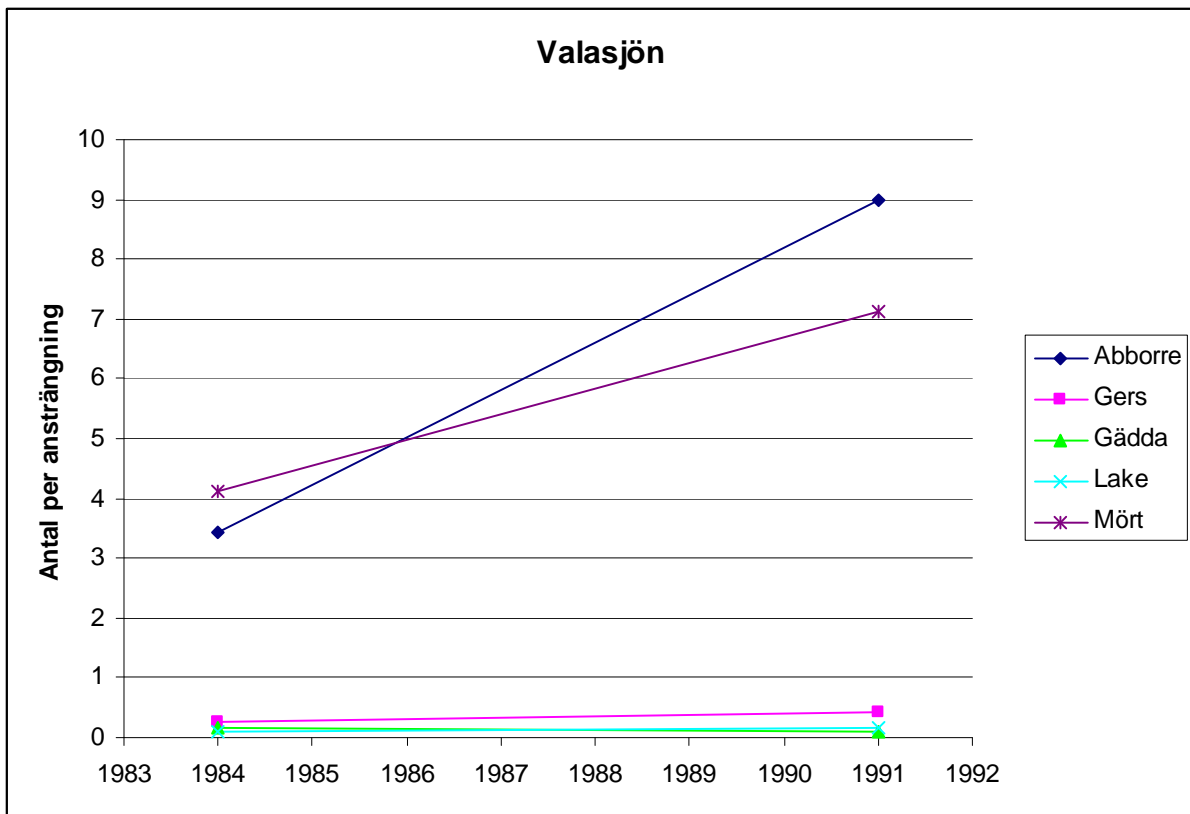
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgrtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Två provfisken har genomförts i Valasjön (figur 3) som visar att antalet fångade individer av abborre och mört ökat under aktuell period. Att observera är att antalet använda nät är olika vid de två provfisketillfällena (tabell 1).



Figur 3. Antal individer per ansträngning bottennät.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1984	24	Bdrot12	Oklas	0
1991	39	Bdrot14	Oklas	0

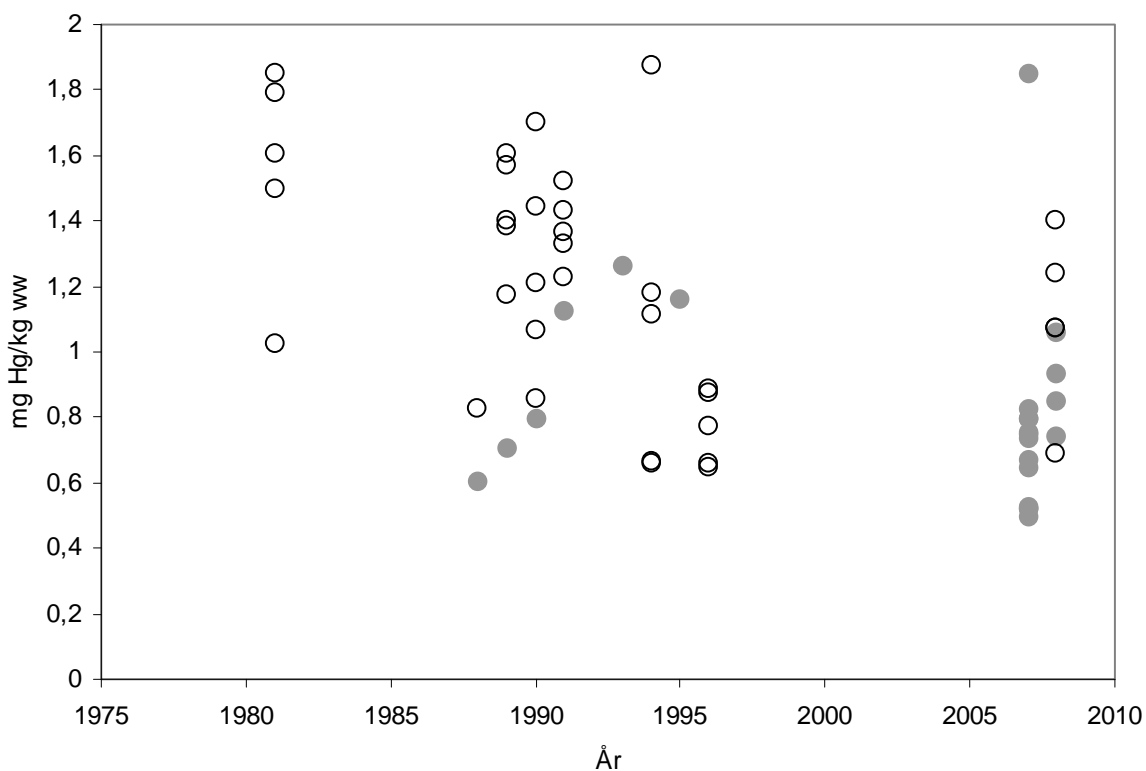
## Väster-Rännöbodsjön

Sjöppgifter Väster-Rännöbodsjön			
Koordinater:	691365-156127	Höjd över havet (m):	46
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	48
Kommun:	Sundsvall	Maxdjup (m):	20
Vattensystem (SMHI):	42 Ljungan	Medeldjup (m):	6,2

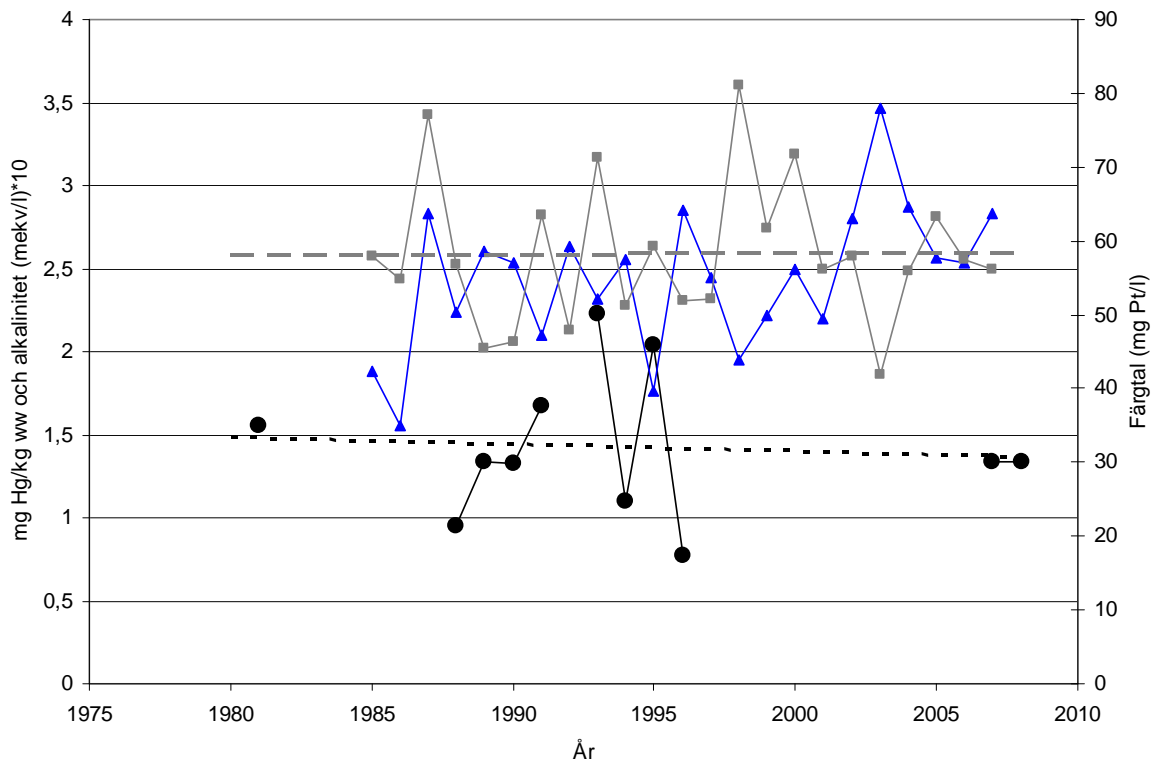
Väster-Rännöbodsjön ingår i det nationella sötvattensprogrammet och provtas regelbundet på biologiska och kemiska parametrar. Provtagningen utförs av Länsstyrelsen i Västernorrland.

### Kvicksilver

En tendens till minskning av kvicksilverhalter kan utläsas i det studerade materialet (fig.1 och fig.2). I figur 2 kan även förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas tillsammans.



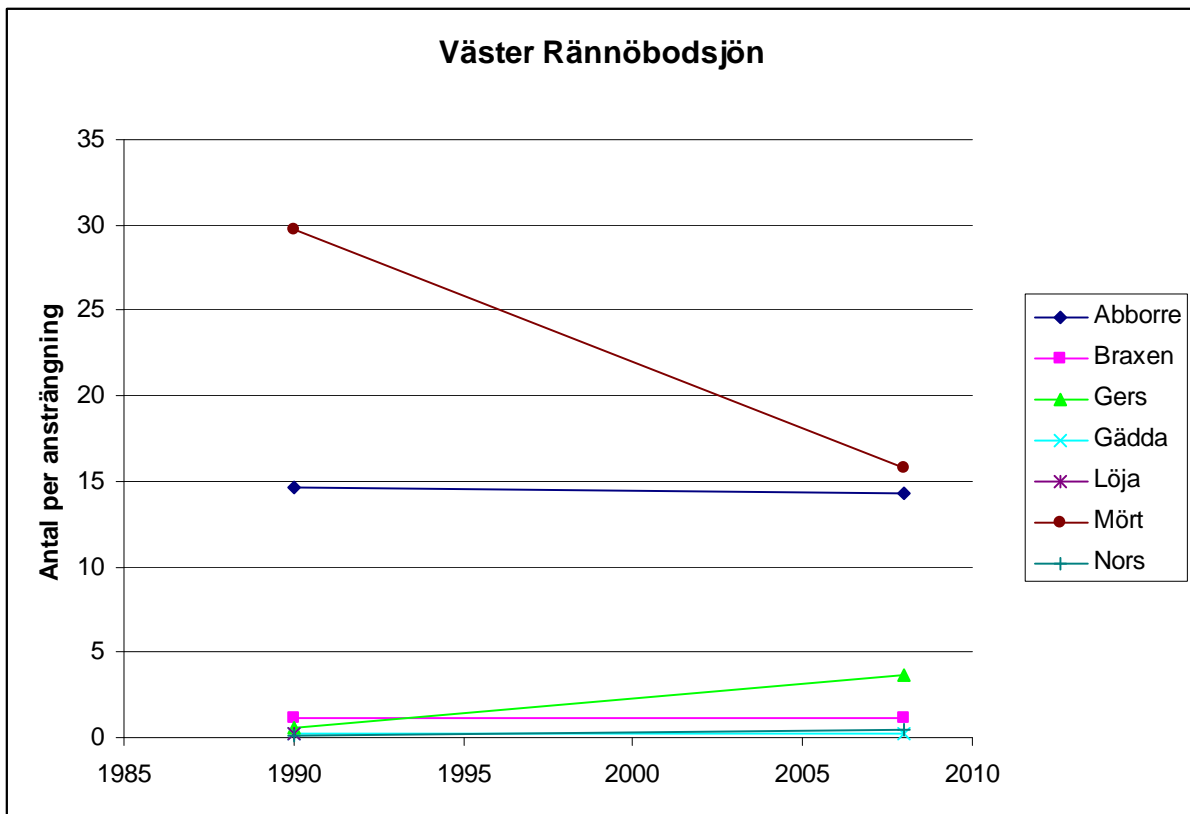
Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.



Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar fångtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Två standardiserade provfisken har utförts i sjön. Att uttala sig med säkerhet angående trendutveckling av fisksamhället är svårt då det bara utförts två provfisken men den art som påvisar en nära halvering i antal fångade individer mellan de två tillfällena är mört (fig 3). Tabell 1 redovisar provfiskedata för de två standardiserade provfiskena.



Figur 3. Antal individer per ansträngning bottennät.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Antal P-nät	Typ P-nät	Kvalitet	EQR8
1990	16	Bdrot14	0	-	Stand	0,41
2008	16	Bnord12	4	Pnord11	Stand	0,65

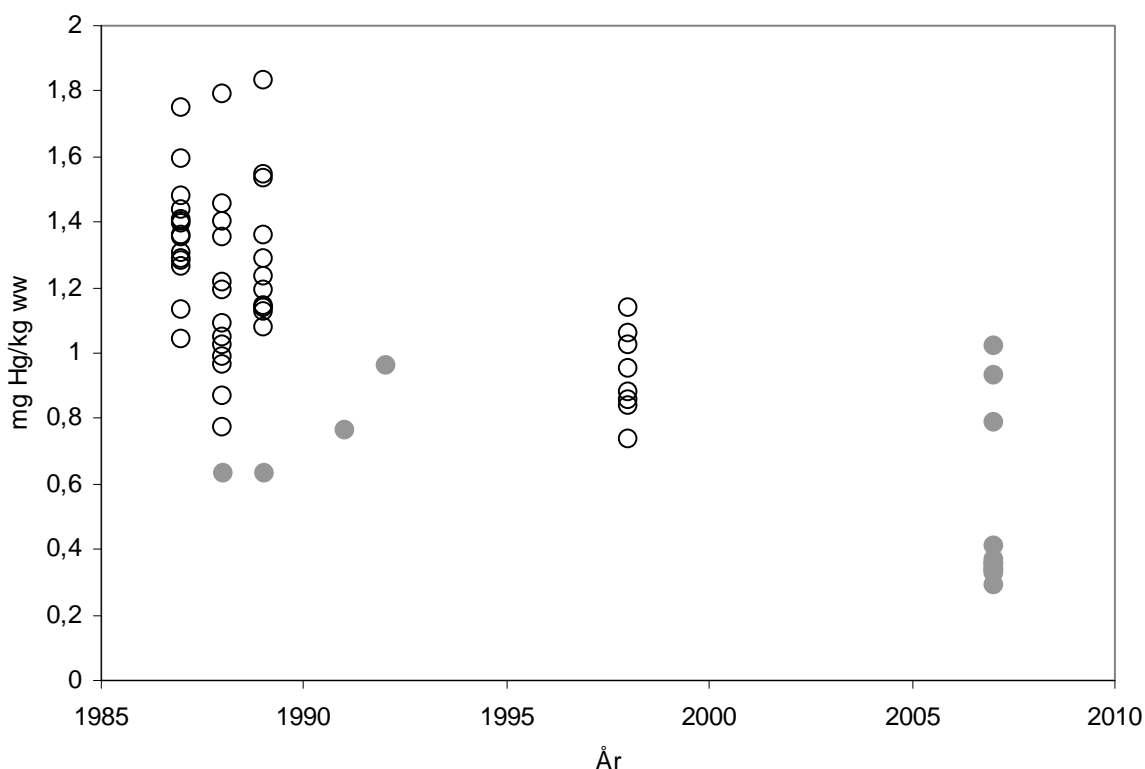
## Hamstasjön

Sjöuppgifter Hamstasjön			
Koordinater:	692930-157589	Höjd över havet (m):	19
Län:	Västernorrland	Sjöyta (ha):	18
Kommun:	Timrå	Maxdjup (m):	8
Vattensystem (SMHI):	40/41 Kustområde	Medeldjup (m):	3,8

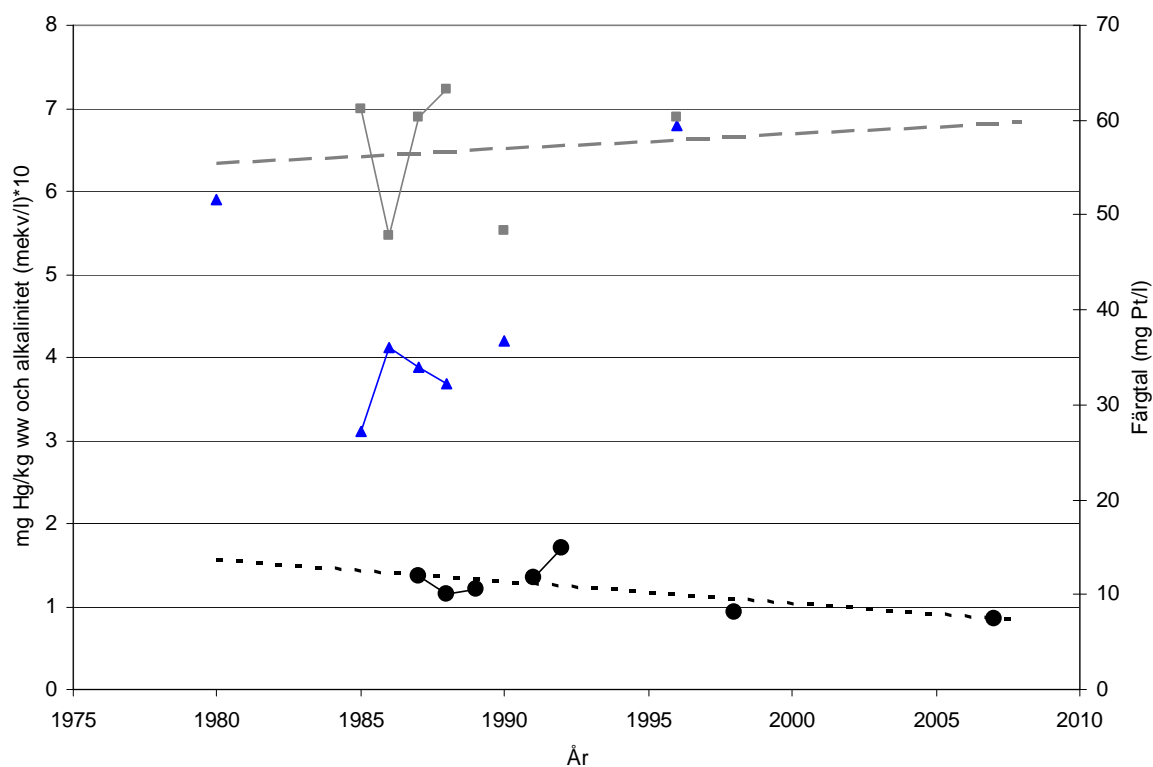
Hamstasjön är av eutrof karaktär och ligger inom synbart avstånd från Östrandsfabriken. Den är aldrig kalkad men ingick i decimeringsfisket under 1980-talet (Bengtsson m.fl.1988).

### Kvicksilver

En uppåtgående trend för abborre kan ses i materialet mellan 1988 till 1992 (figur 1). Trendutvecklingen därifrån till 2007 är inte lika tydlig men en neråtgående trend kan ses, även om det handlar om låga värden (figur 2). För gädda är det inte klart då inga gäddor fångades under 2007-2008, men de gäddor som analyserades 1998 har lägre värden än proverna tagna under 1980-talets slut. I figur 2 kan förändringar av sammanvägda kvicksilverhalter, alkalinitet och färgtal utläsas.



Figur 1. Halter av kvicksilver, mg Hg/kg våtvikt (ww), i abborre (grå cirklar) och gädda (vita cirklar) uppdelat per individ och år.

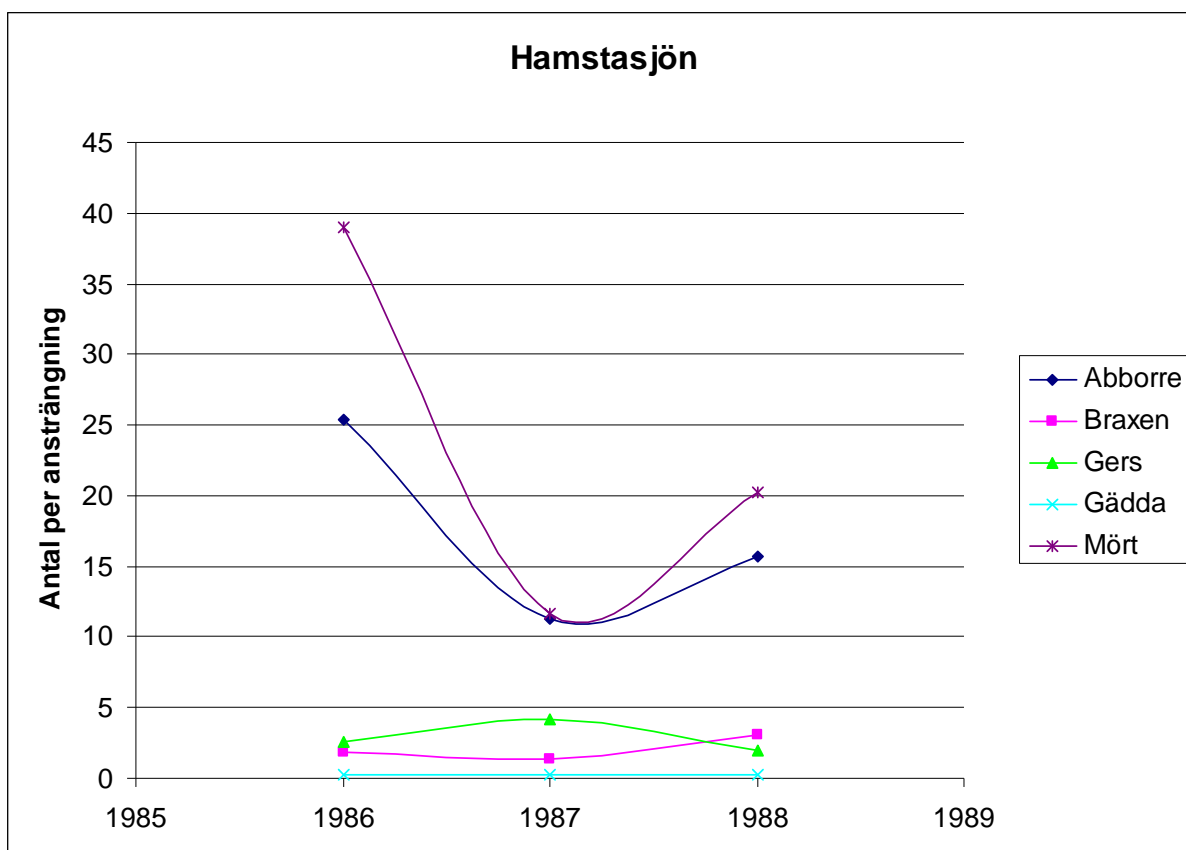


Figur 2. Grafen visar sammanvägda halter kvicksilver (mg Hg/kg våtvikt) hos abborre och gädda (svarta prickar). För att alkalinitet (blå trianglar) ska passa in i grafen är den multiplicerad med tio. Den sekundära y-axeln representerar färgtalet (grå kvadrater) och är angiven i mg Pt/l.

### Provfiske

Tre provfisken har utförts i sjön mellan åren 1986-1988 (figur 3, tabell 1). Dessutom genomfördes decimeringsfisken med en sammanlagd fångst av 733 kg under 1987 och 1988. Merparten (310 kg) utgjordes av brax varav de största mängderna (278 kg) fångades 1988. Dessutom fångades 291 kg gädda.





Figur 3. Antal individer per bottennätsansträngning uppdelat per art.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Kvalitet	EQR8
1986	8	Bdrot14	Oklas	0
1987	8	Bdrot14	Oklas	0
1988	16	Bdrot14	Oklas	0

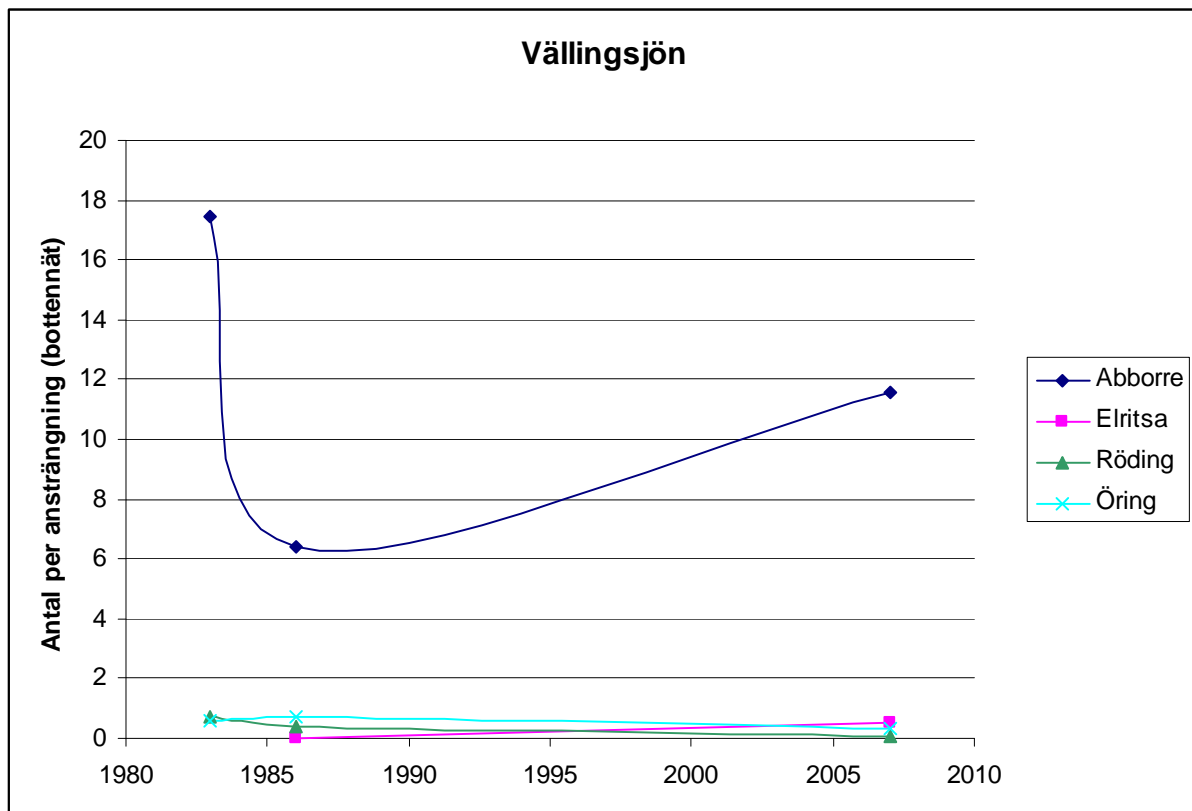
## Vällingsjön

Sjöuppgifter Vällingsjön			
Koordinater:	697853-156942	Höjd över havet (m):	337
Län:	Västernorrlands Län	Sjöyta (ha):	336
Kommun:	Sollefteå	Maxdjup (m):	27
Vattensystem (SMHI):	38 Ångermanälven	Medeldjup (m):	9,9

Vällingsjön ingick inte i kvicksilverundersökningen men provtogs med anledning av cesium-137 uppföljningen. Dessa data presenteras i bilaga 18.

### Provfiske

Vällingsjön ingår som objekt i kalkeffektuppföljningen. Tre provfisken har utförts i sjön som visar att abborren hade en nedgång under senare delen av 1980-talet men att den sedan ökat i antalet. Det är dock svårt att uttala sig om mellanårsvariationen då inga fisken gjorts under en lång period (figur 1). I tabell 1 redovisas provfiskedata för de aktuella åren.



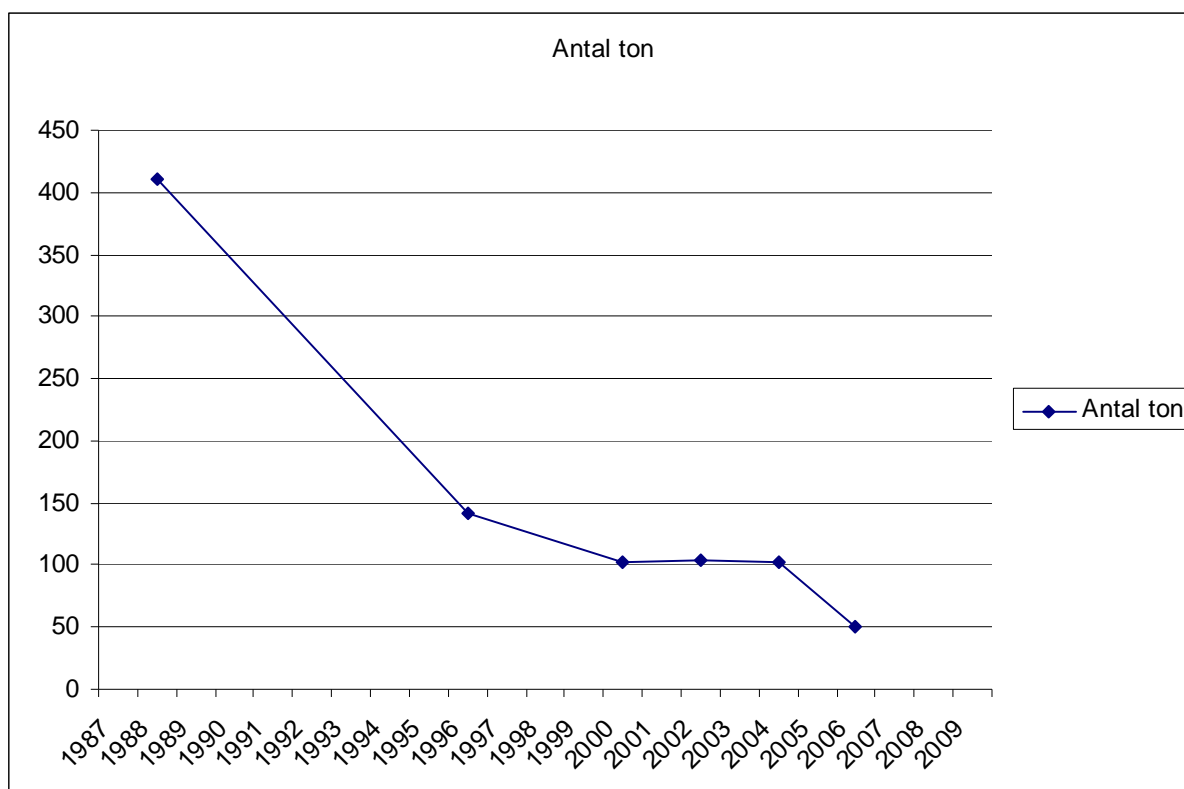
Figur 1. Antal individer per ansträngning bottennät.

Tabell1. Presentation av antalet nät, typ av använda nät, kvalitet samt EQR8 värdering. Förkortningar och betydelsen av de ingående kolumnerna beskrivs närmare i bilaga 17.

År	Antal B-nät	Typ B-nät	Antal P-nät	Typ P-nät	Kvalitet	EQR8
1983	48	Bdrot12+2	5	Pdrot12	Stand	0,45
1986	48	Bdrot12+2	6	Pdrot12+2	Oklas	0
2007	48	Bnord12	0	-	Stand	0,24

### Övrigt

910,7 ton kalk har spridits i sjön mellan åren 1988 till 2006 (figur 2, tabell 2).



Figur 2. Totala givorna kalk i ton.

Tabell 2. Antal ton kalk fördelade på år och område.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Totalt
<b>Sjö</b>		410								141,5				102,5		103,3		102,5		510,9	910,7

## Beskrivning av nättypen och ekologisk status, EQR8

### Nättypen

Genom åren har olika typer av provfiskenet använts i Sverige och nedan beskrivs de nättypen som finns representerade i denna studie.

Nätkod	Nättyp	Längd	Djup	Area	Maskstorlekar
Bdrot12	Översiktsnät typ 'Drottningholm12' (bottennät)	36	1,5	54	10-60-30-43-22-50-33-12,5-25-38-75-16,5 mm
Bdrot14	Översiktsnät typ 'Drottningholm14' (bottennät)	42	1,5	63	10-60-30-6,25-43-22-50-33-12,5-25-8-38-75-16,5 mm
Bnord12	Översiktsnät typ 'Norden' (bottennät), standard	30	1,5	45	43-19,5-6,25-10-55-8-12,5-24-15,5-5-35-29 mm
Bdrot12+2	Översiktsnät typ 'Drottningholm14' (bottennät bestående av ett 'Drottningholm12' med påhäng 2 maskstrl)	42	1,5	63	10-60-30-43-22-50-33-12,5-25-38-75-16,5+6,25-8 mm
Pdrot12	Översiktsnät typ 'Drottningholm12' (pelagiskt nät)	72	6	432	10-60-30-43-22-50-33-12,5-25-38-75-16,5 mm
Pdrot14	Översiktsnät typ 'Drottningholm14' (pelagiskt nät)	42	6	252	10-60-30-6,25-43-22-50-33-12,5-25-8-38-75-16,5 mm
Pnord11	Översiktsnät typ 'Norden' (pelagiskt nät), standard	27,5	6	165	43-19,5-6,25-10-55-8-12,5-24-15,5-35-29 mm
Pdrot12+2	Översiktsnät typ 'Drottningholm14' (pelagiskt nät bestående av ett 'Drottningholm12' med påhäng 2 maskstrl)	84	6	504	10-60-30-43-22-50-33-12,5-25-38-75-16,5+6,25-8 mm

### Ekologisk status, EQR8

Målet med Ramdirektivet för vatten är att god ekologisk status skall uppnås senast 2015 och måluppfyllelsen ska bland annat bedömas utifrån fiskesamhällets struktur. Till hjälp har ett klassningssystem framtagits av Fiskeriverket (Holmgren med fler 2007) EQR8, där den ekologiska statusen kan bestämmas. Bedömningarna baseras på åtta fiskindikatorer som kan beräknas från de fångster som standardiserade provfisker med Nordiska översiktsnät ger. Nedan presenteras EQR8värden och till vilken statusklass de hör. Saknas värden i provfiskedata är anledningen vanligtvis att fisket inte är något standardiserat provfiske. Inom kalkeffektsuppföljningen är det vanligt att endast ett inventeringsfiske görs för att kontrollera måluppfyllelse, något som medför att bedömning av ekologisk status enligt denna metod inte är möjlig.

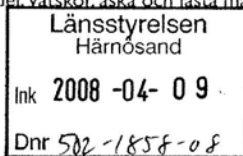
Statusklass	EQR8
1 Hög	≥ 0,72
2 God	≥ 0,46 och < 0,72
3 Måttlig	≥ 0,30 och < 0,46
4 Otillfredsställande	≥ 0,15 och < 0,30
5 Dålig	< 0,15

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium

**Mätning av radioaktivt cesium**

i livsmedel, vätskor, aska och fasta material med gammaspektroskopi



Uppdrag 19645:1, GÄDDA V. NORRLANDS LÄN

Blad 1 (2)  
Utskriftsdatum  
2008-03-12Kund: MEAN Avt: 91-9 Fakt: MEAN  
Provtagningen har ombesörjts  
av uppdragsgivaren.

MEANA KONSULT

Proverna ankom: 080312

Ekebyvägen 10 A7

Mätdatum: 080312

752 75 UPPSALA

Rapporten upprättad: 080312

Prov	Provslag	137Cs Bq/kg	
G3	BETARSJÖN	379 +- 18	
G6	BETARSJÖN	359 +- 16	
G9	BETARSJÖN	326 +- 16	
G12	BETARSJÖN	290 +- 14	
G1	SELASJÖN	1555 +- 68	
G2	SELASJÖN	979 +- 42	
G9	SELASJÖN	1312 +- 54	
G4	SELASJÖN	1310 +- 54	
G1	LILL SELSJÖN	980 +- 42	
G2	LILL SELSJÖN	1011 +- 44	
G3	LILL SELSJÖN	1256 +- 52	
G5	LILL SELSJÖN	1300 +- 54	
G2	STOR HABBORN	1535 +- 64	
G3	STOR HABBORN	1007 +- 42	
G4	STOR HABBORN	1200 +- 50	
G5	STOR HABBORN	1113 +- 46	
G1	REMMARSJÖN	812 +- 38	
G2	REMMARSJÖN	600 +- 30	
G3	REMMARSJÖN	529 +- 28	
G4	REMMARSJÖN	741 +- 32	
G1	STORSJÖN	607 +- 26	
G2	STOR SJÖN	729 +- 32	
G3	STORSJÖN	377 +- 22	
G4	LÖVSJÖN	168 +- 10	
G7	LÖVSJÖN	151 +- 8	
G9	LÖVSJÖN	118 +- 10	
G10	LÖVSJÖN	170 +- 12	
G2	VALASJÖN	232 +- 20	
G4	VALASJÖN	255 +- 20	
G5	VALASJÖN	254 +- 20	
G6	VALASJÖN	280 +- 18	
G1	SÖDRA BERGSJÖN	958 +- 44	

Fortsättning på nästa sida

För information om gränsvärden, se baksidan

**gammadata**

Box 15120 - 750 15 UPPSALA

Tel 018-480 58 00 - Fax 018-55 58 88

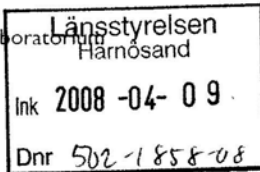
E-post radon@gammadata.se - Internet www.gammadata.se

Den här rapporten får endast återges i sin helhet, om inte  
utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.



# RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium



## Mätning av radioaktivt cesium

i livsmedel, vätskor, aska och fasta material med gammasppektroskopi

Uppdrag 19642:1, ABBORRE-STÖRRE V. NORRLAND

Blad 1 (2)  
Utskriftsdatum  
2008-03-12

Kund: MEAN Avt: 91-9 Fakt: MEAN  
Provtagningen har ombesörjts  
av uppdragsgivaren.

MEANA KONSULT

Proverna ankom: 080311  
Mätdatum: 080311  
Rapporten upprättad: 080311

Ekebyvägen 10 A7  
752 75 UPPSALA

Prov	Provslag	137Cs Bq/kg	
FISK 1	SELASJÖN	712 +- 40	
FISK 2	SELASJÖN	1062 +- 58	
FISK 3 & 4	SELASJÖN	919 +- 44	
FISK 5&6	SELASJÖN	890 +- 46	
FISK 1	LILLESELSJÖN	710 +- 38	
FISK 2	LILLESELSJÖN	965 +- 54	
FISK 3	LILLESELSJÖN	874 +- 50	
FISK 4, 5&6	LILLESELSJÖN	1107 +- 50	
FISK 1	STOR HABBOM	326 +- 26	
FISK 2	STOR HABBOM	448 +- 34	
FISK 3&4	STOR HABBOM	482 +- 26	
FISK 5&6	STOR HABBOM	447 +- 28	
FISK 1&2	V. LÖVSJÖN	175 +- 24	
FISK 3&4	V. LÖVSJÖN	161 +- 30	
FISK 1	V. RÄNNÖ BOD SJÖN	40 +- 30	
FISK 2	V. RÄNNÖ BOD SJÖN	< 84	
FISK 3	V. RÄNNÖ BOD SJÖN	70 +- 58	
FISK 1&2	GRAMSJÖN	120 +- 18	
FISK 3&4	GRAMSJÖN	105 +- 22	
FISK 5&6	GRAMSJÖN	84 +- 18	
FISK 7&8	GRAMSJÖN	92 +- 20	
FISK 1, 2&3	HAMSTASJÖN	28 +- 16	
FISK 1&2	REMMARSJÖN	385 +- 26	
FISK 3&4	REMMARSJÖN	419 +- 28	
FISK 5&6	REMMARSJÖN	365 +- 26	
FISK 7&8	REMMARSJÖN	378 +- 30	
FISK 1, 2&3	STORSJÖN	173 +- 26	
FISK 4, 5&6	STORSJÖN	179 +- 20	
FISK 7, 8&9	STORSJÖN	235 +- 20	
FISK 10, 11&12	STORSJÖN	171 +- 22	
FISK 1	LÖVSJÖN	75 +- 20	
FISK 2	LÖVSJÖN	99 +- 20	
FISK 3&4	LÖVSJÖN	59 +- 14	
FISK 5&6	LÖVSJÖN	104 +- 16	
FISK 1&2	VALASJÖN	231 +- 22	
FISK 3&4	VALASJÖN	335 +- 26	
FISK 5&6	VALASJÖN	176 +- 16	
FISK 7&8	VALASJÖN	233 +- 24	
FISK 1	VÄLLINGSJÖN	986 +- 46	

För information om gränsvärden, se baksidan

Fortsättning på nästa sida



**gammadata**

Box 15120 - 750 15 UPPSALA

Tel 018-480 58 00 - Fax 018-55 58 88

E-post radon@gammadata.se - Internet www.gammadata.se

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte  
utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkännt annat.



# RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium

## Mätning av radioaktivt cesium

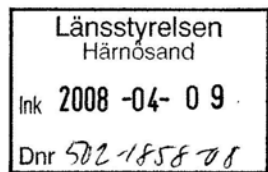
i livsmedel, vätskor, aska och fasta material med gammasppektroskopi

Uppdrag 19642:1, ABBORRE-STÖRRE V. NORRLAND

Blad 2 (2)  
Utskriftsdatum  
2008-03-12

Kund: MEAN Avt: 91-9 Fakt: MEAN  
Provtagningen har ombesörjts  
av uppdragsgivaren.  
Proverna ankom: 080311  
Mätdatum: 080311  
Rapporten upprättad: 080311

MEANA KONSULT  
Ekebyvägen 10 A7  
752 75 UPPSALA



Prov	Provslag	137Cs Bq/kg	
FISK 2	VÄLLINGSJÖN	1282 +- 60	
FISK 3	VÄLLINGSJÖN	855 +- 44	
FISK 4	VÄLLINGSJÖN	1176 +- 58	
FISK 5	VÄLLINGSJÖN	919 +- 48	

Totala antalet prover: 43  
 Antal under 300 Bq/kg: 21  
 Antal över 300 Bq/kg: 22  
 Antal under 1500 Bq/kg: 43  
 Antal över 1500 Bq/kg: 0  
 Lägsta värde: 28  
 Högsta värde: 1282  
 Medelvärde: 435  
 Standardavvikelse: 379

Underskrift (ansvarig undersökare):

Ingela Hjelte

Kommentar:

För information om gränsvärden, se baksidan



**gammadata**

Box 15120 - 750 15 UPPSALA  
Tel 018-480 58 00 - Fax 018-55 58 88

E-post radon@gammadata.se - Internet www.gammadata.se

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.



# RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium

## Mätning av radioaktivt cesium

i livsmedel, vätskor, aska och fasta material med gammaspektroskopi

Uppdrag 19645:1, GÄDDA V. NORRLANDS LÄN



Blad 2 (2)  
Utskriftsdatum  
2008-03-12

Kund: MEAN Avt: 91-9 Fakt: MEAN  
Provtagningen har ombesörjts  
av uppdragsgivaren.  
Proverna ankom: 080312  
Mätdatum: 080312  
Rapporten upprättad: 080312

MEANA KONSULT

Ekebyvägen 10 A7  
752 75 UPPSALA

-----

Totala antalet prover:	32
Antal under 300 Bq/kg:	9
Antal över 300 Bq/kg:	23
Antal under 1500 Bq/kg:	30
Antal över 1500 Bq/kg:	2
Lägsta värde:	118
Högsta värde:	1555
Medelvärde:	715
Standardavvikelse:	453

Underskrift (ansvarig undersökare):

  
.....  
Ingela Hjelte

Kommentar:

För information om gränsvärden, se baksidan



**gammadata**

Box 15120 - 750 15 UPPSALA

Tel 018-480 58 00 - Fax 018-55 58 88

E-post radon@gammadata.se - Internet www.gammadata.se

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte  
utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.



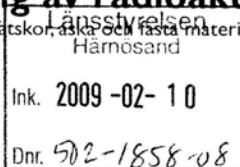


# RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium

## Mätning av radioaktivt cesium

i livsmedel, vätskor, aska och fasta material med gammaspektroskopi



Uppdrag 20097:1, FISK FRÅN MEANA-KONSULT

Blad 1 (1)  
Utskriftsdatum  
2009-01-14

Kund: MEAN Avt: 91-9 Fakt: MEAN  
Provtagningen har ombesörjts  
av uppdragsgivaren.  
Proverna ankom: 081210  
Mätdatum: 081210  
Rapporten upprättad: 081210

MEANA KONSULT  
Ekebyvägen 10 A7  
752 75 UPPSALA

Prov	Provslag	137Cs Bq/kg	
FISK 1	GÄDDA	65 +- 14	
FISK 2	GÄDDA	65 +- 12	
FISK 3	GÄDDA	52 +- 10	
FISK 4	GÄDDA	49 +- 10	
FISK 5	GÄDDA	70 +- 8	
RÄNNÖBODASJÖN PROV 1	ABBORRE	46 +- 40	
RÄNNÖBODASJÖN PROV 2	ABBORRE	< 51	
RÄNNÖBODASJÖN PROV 3	ABBORRE	36 +- 26	
RÄNNÖBODASJÖN PROV 4	ABBORRE	28 +- 16	
Antal prover:		9	

Underskrift (ansvarig undersökare):

Tryggve Rönnqvist

Kommentar:

För information om gränsvärden, se baksidan




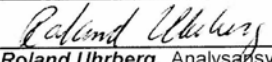
**gammadata**

Box 15120 - 750 15 UPPSALA

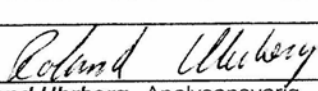
Tel 018-480 58 00 - Fax 018-55 58 88

E-post radon@gammadata.se - Internet www.gammadata.se

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte  
utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkännt annat.

Länsstyrelsen Härnösand		Ink. 2008 -04- 0 9		Dnr 572-1858-08		
MeAna - Konsult MILJÖANALYSER			 <b>RAPPORT</b> utfärdad av ackrediterat laboratorium REPORT issued by an Accredited Laboratory			
Uppdragsgivare: Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen			Rapportmottagare: Frans Olofsson			
Utskriftsdatum: 080325		Analysdatum: 080221-0306		Ankomstdatum: 080205		
Provets art: Gaddlever Provet taget f.o.m: 2007 t.o.m: Av: ingen uppgift Provtagningsplats: Analysmetod: Uppslutning i bomb 160gr. C i 2 tim med 3 ml konc HNO3 s.p. Analys GFAAS , för Zn FAAS.						
Prov Nr	Zn µg/g Ts	Cu µg/g Ts	Pb µg/g Ts	Cd µg/g Ts	Cr µg/g Ts	Ni µg/g Ts
Betarsjön G3	335	25,8	0,030	0,474	0,620	0,245
Betarsjön G6	233	22,5	0,032	0,440	0,065	0,041
Betarsjön G9	217	12,9	0,021	0,206	0,053	<0,030
Betarsjön G12	227+-4,0%	9,52+-2,9%	0,034+-5,9%	0,089+-0,0%	0,039+-2,6%	0,025+-20%
Remmarsj. G1	168	24,6	0,042	0,508	0,059	0,036
Remmarsj. G2	75	5,78	0,030	0,352	0,046	0,244
Remmarsj. G3	126	37,8	0,029	0,574	0,060	0,096
Remmarsj. G4	196+-14,6%	48,6+-0,1%	0,026+-0,0%	0,745+-3,2%	0,076+-12,5%	0,090+-12,2%
Valasjön G2	203	28,1	0,053	0,368	0,065	0,054
Valasjön G4	209	11,3	0,320	0,291	0,073	0,030
Valasjön G5	166	16,4	0,024	0,281	0,039	0,078
Valasjön G6	171	13,0	0,017	0,302	0,024	0,078
Storsjön G1	67+-10,8%	6,49+-19%	0,029+-13%	0,510+-2,8%	0,0135+-3,7%	0,044+-9,3%
Storsjön G2	327	36,8	0,045	0,690	0,029	0,059
Storsjön G3	96	11,8	0,022	0,098	0,011	0,045
Sö.Bergsj G1	93+-12,4%	8,14+-9,8%	0,046+-23,9%	0,062+-1,6%	0,072+-4,2%	0,053+-16,2%
DOLT-3						
cert. halt	86,6+-2,4	31,2+-1,0	0,319+-0,045	19,4+-0,6	Ej certifierad	2,72+-0,35
uppmätt halt	91,8+-1,5	28,4+-0,1	0,349+-0,005	19,3+-0,6		3,41+-0,02
Antal analyser	2	2	2	2		2
<b>Kommentarer/Upplysningar:</b> Leverproven ej homogeniserade före analys, osäkerheten baseras på dubbelanalys. Förutom Storsjön G1 osäkerheten baseras där på 4 st uppslutningar provvikt i intervallet 0,127-0,307 g. Resultaten ej korrekt avrundade med hänsyn till mätosäkerheten.						
<b>Mätosäkerhet:</b> Låga halter för Pb,Cr och Ni nära D.L medför större osäkerhet i analyserna. Cr och Ni halterna avviker för Betarsjön G3, analyserna är kontrollerade.						
 Roland Uhrberg, Analysansvarig						

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

Uppdragsgivare: Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen		Rapportmottagare: Frans Olofsson			
Utskriftdatum: 080404		Analysdatum: 080403		Ankomstdatum: 080205	
Provets art: Gäddlever. Provet taget f.o.m: 2007 t.o.m: Av: ingen uppgift Provtagningsplats: Analysmetod: Uppslutning i bomb 160gr. C i 2 tim med 3 ml konc HNO3 s.p. As SS028150-2					
Prov Nr	As µg/g Ts	Ts %	Alder		
Betarsjön G3	0,198	22,6	6+		Länsstyrelsen Härnösand Ink 2008-04-09 Dnr 502-185808
Betarsjön G6	0,342	22,2	5+		
Betarsjön G9	0,313	21,5	5+		
Betarsjön G12	0,322+-0,6%	24,3	5+		
Remmarsj. G1	0,095	22,3	5+		
Remmarsj. G2	0,123	29,2	4+		
Remmarsj. G3	0,336	24,6	4+		
Remmarsj. G4	0,157+-0,3%	30,5+-2,7%	5+		
Valasjön G2	0,164	23,4			
Valasjön G4	0,160	23,0			
Valasjön G5	0,101	27,9			
Valasjön G6	0,161	33,2			
Storsjön G1	0,136+-6,6%	31,4	5+		
Storsjön G2	0,309	24,9	6+		
Storsjön G3	0,090	32,5	4+		
Sö.Bergsj G1	0,215+-4,0%	32,7	4+		
DOLT-3					
cert. halt	10,2+-0,5				
uppmätt halt	12,4+-0,3				
Antal analyser	4				
Kommentarer/Upplysningar: As analysen utförd på annat laboratorium, Analysen i Lidköping. Halterna ej korrekt avrundade med hänsyn till mätosäkerheten.					
Mätosäkerhet: +-15-25%					
 Roland Uhrberg, Analysansvarig					

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

**MeAna - Konsult**

MILJÖANALYSER

Länsstyrelsen  
Härnösand

Ink 2008-04-09

Dnr 502-1858-08

**RAPPORT**utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited LaboratoryUppdragsgivare: Lst i Västernorrlands län  
Miljöavdelningen

Rapportmottagare: Frans Olofsson

Utskriftdatum: 080325

Analysdatum: 080227-0305

Ankomstdatum: 080205

Provets art: Abborrlever

Provet taget f.o.m: 2007

f.o.m:

Av: ingen uppgift

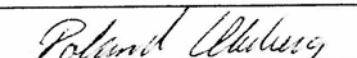
Provtagningsplats:

Analysmetod: Uppslutning i bomb 160gr. C i 2 tim med 3 ml konc HNO<sub>3</sub> s.p.  
Analys GFAAS, för Zn FAAS.

Prov Nr	Zn µg/g Ts	Cu µg/g Ts	Pb µg/g Ts	Cd µg/g Ts	Cr µg/g Ts	Ni µg/g Ts
<b>V.Rännöbodasj.</b>						
1	69	3,54	0,032	0,713	0,018	<0,03
2	85	5,99	0,025	1,876	0,043	0,040
3	92	8,93	0,025	1,779	0,078	0,043
<b>Gransjön</b>						
1	96	8,30	0,034	1,145	0,028	0,047
2	101	10,5	0,034	1,964	0,034	0,063
3	97	5,61	0,045	1,463	0,031	<0,03
4	68	4,18	0,016	0,665	0,021	0,031
<b>Remmarsjön</b>						
1	97	7,17	0,347	4,131	0,027	0,226
2	108	8,20	0,034	4,746	0,030	0,112
3	114	6,30	0,103	2,626	0,022	0,031
4	109	4,88	0,031	2,233	0,020	<0,03
<b>Storsjön</b>						
1	116	10,2	0,085	5,569	0,036	0,144
2	108	8,16	0,115	3,966	0,042	0,236
3	95	10,4	0,162	3,947	0,059	0,194
4	96	29,0	0,026	2,544	0,050	0,074
<b>Valasjön</b>						
1	92	4,76	0,025	6,599	0,037	0,049
2	90	5,25	0,033	2,485	0,038	<0,03
3	91	5,13	0,019	3,064	0,026	<0,03
4	99	16,0	0,031	6,320	0,039	0,074
<b>DOLT-3</b>						
cert. halt	86,6+-2,4	31,2+-1,0	0,319+-0,045	19,4+-0,6	Ej certifierad	2,72+-0,35
uppmätt halt	92,0+-0,5	29,4+-0,2	0,372+-0,032	20,6+-0,2		2,77+-0,09
<b>Antal analyser</b>	2	2	2	2		2

Kommentarer/Upplysningar: Resultaten ej korrekt avrundade med hänsyn till mätosäkerheten.

Mätosäkerhet: Låga halter för Pb,Cr och Ni nära D.L medför större osäkerhet i analyserna.

  
 Roland Uhrberg, Analysansvarig

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

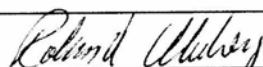
**RAPPORT**

 utfärdad av ackrediterat laboratorium  
 REPORT issued by an Accredited Laboratory

<b>Uppdragsgivare:</b> Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen		<b>Rapportmottagare:</b> Frans Olofsson			
<b>Utskriftdatum:</b> 080404		<b>Analysdatum:</b> 0804703		<b>Ankomstdatum:</b> 080205	
<b>Provets art:</b> Abborrlever <b>Provet taget f.o.m:</b> 2007 <b>t.o.m:</b> <b>Av:</b> ingen uppgift <b>Provtagningsplats:</b> <b>Analysmetod:</b> Uppslutning i bomb 160gr. C i 2 tim med 3 ml konc HNO3 s.p. As SS028150-2					
Prov Nr	As µg/g Ts	Ts %	Alder		
<b>V.Rännöbodasj.</b>					
1	0,082	22,3	5+		Länsstyrelsen Härnösand Ink 2008-04-09 Dnr 502-1858-08
2	0,163	22,8	5+		
3	0,257	20,8	5+		
<b>Gransjön</b>					
1	0,342	21,7	5+		
2	0,605	19,0	6+		
3	0,123	21,5	6+		
4	0,270	24,9	5+		
<b>Remmarsjön</b>					
1	0,709	20,3	5+		
2	0,646	20,4	5+		
3	0,697	19,4	4+		
4	0,477	20,9	4+		
<b>Storsjön</b>					
1	0,327	19,0	4+		
2	0,315	20,1	4+		
3	0,306	19,4	4+		
4	0,212	22,7	4+		
<b>Valasjön</b>					
1	0,268	20,7	4+		
2	0,834	21,8	5+		
3	0,369	20,9	4+		
4	0,934	20,1	6+		
<b>DOLT-3</b>					
cert. halt	10,2+/-0,5				
uppmätt halt	12,4+/-0,3				
<b>Antal analyser</b>	4				

**Kommentarer/Upplysningar:** As analysen utförd på annat laboratorium, Analysen i Lidköping.  
 Halterna ej korrekt avrundade med hänsyn till mätosäkerheten.

**Mätosäkerhet:** +/-15-25%

  
 Roland Uhrberg, Analysansvarig

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

**MeAna - Konsult**  
MILJÖANALYSER

Länsstyrelsen  
Härnösand

nk. 2009-02-10

Dnr. 502-1858-08

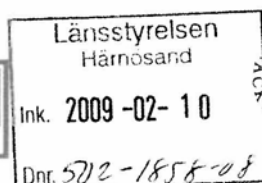


## RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare:	Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen	Rapportmottagare:	Frans Olofsson			
Utskriftdatum:	090205	Analysdatum:	090112-0121			
		Ankomstdatum:	081209			
<p>Provets art: Abborre och gäddlever          Provet taget f.o.m: 2008 t.o.m: Av: Ingen uppgift          Provtagningsplats: Väster- Rännöbodsjön          Analysmetod: Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 1,3-3 ml HNO3 s.p.          Analys GFAAS, för Zn FAAS.</p>						
Prov Nr	% Ts	Cd µg/g Ts	Cu µg/g Ts	Zn µg/g Ts	Pb µg/g Ts	Cr µg/g Ts
Abborre-1	20,8	2,855	9,03	126	0,064	0,047
Abborre-2	21,8	1,402	5,77	98	0,074	0,031
Abborre-3	22,4	1,846	6,71	100	0,078	0,058
Abborre-4	20,7	1,042	5,76	99	0,081	0,028
Gädda-1	27,3	0,075	21,4	191	0,047	0,054
Gädda-2	27,7	0,075+-5,3%	7,64+-2,9%	125+-3,9%	0,043+-4,7%	0,047+-6,4%
Gädda-3	22,9	0,781	33,8	192	0,066	0,059
Gädda-4	22,4	0,125	39,5	184	0,056	0,040
Gädda-5	23,6	0,152	34,3	274	0,069	0,056
DOLT-3 cert. halt		19,4+-0,6	31,2+-1,0	86,6+-2,4	0,319+-0,045	Ej cert. halt
uppmätt halt		20,7+-0,6	31,2+-0,95	88,2+-0,7	0,326+-0,018	
n		6	6	6	6	
<p>Kommentarer/Upplysningar: <u>Cd halterna i gäddleverproven låga, analyserna är kontrollerade.</u></p>						
<p>Mätosäkerhet: <u>Se dubbelprov två olika uppslutningar, proven ej homogeniserade två olika bitar av levern har analyserats.</u></p>						
<p><i>Roland Uhrberg</i> Roland Uhrberg, Analysansvarig</p>						

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare:	Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen	Rapportmottagare:	Frans Olofsson
Utskriftdatum:	090205	Analysdatum:	090120 As 090202
<p>Provets art: <u>Abborr och gäddlever</u>          Provet taget f.o.m: <u>2008</u> t.o.m: _____ Av: <u>Ingen uppgift</u>          Provtagningsplats: <u>Väster- Rännöbodsjön</u>          Analysmetod: <u>Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 1,3-3 ml HNO3 s.p.</u>  <u>Analys GFAAS för Ni. ICP-SFMS för As.</u></p>			
Prov Nr	Ni µg/g Ts	As µg/g Ts	
Abborre-1	0,09	0,51	
Abborre-2	0,05	0,28	
Abborre-3	0,13	0,093	
Abborre-4	0,13	0,16	
Gädda-1	0,14	0,093	
Gädda-2	0,14+-34%	0,045+-0,0%	
Gädda-3	0,17	0,16	
Gädda-4	0,03	0,092	
Gädda-5	0,16	0,12	
DOLT-3			
cert. halt	2,72+-0,35	10,2+-0,5	
uppmätt halt	3,13+-0,40	9,7+-0,3	
n	6	5	
<p><b>Kommentarer/Upplysningar:</b> <u>As-analyserna är utförda på annat laboratorium ALS Scandinavia i Luleå.</u></p>			
<p><b>Mätosäkerhet:</b> <u>Se dubbelprov två olika uppslutningar, proven ej homogeniserade två olika bitar av levern har analyserats.</u></p>			
 Roland Uhrberg, Analysansvarig			

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

# BILAGA 20

Sid 1(4)



## RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare:	Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen	Rapportmottagare:	Frans Olofsson
Utskriftsdatum:	080318	Analysdatum:	080310
		Ankomstdatum:	080205

Provet art: Gädda muskel  
 Provet taget f.o.m: 2007 t.o.m: Av: Ingen uppgift  
 Provtagningsplats: Se nedan  
 Analysmetod: Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub> .  
 Analys AFS reduktion med SnCl<sub>2</sub>.

Prov Nr	Hg mg/kg Vs	Vikt g			
Betarsjön G1	0,451	914			
Betarsjön G2	0,183	732			
Betarsjön G3	0,640	940			
Betarsjön G4	0,216	897			
Betarsjön G5	0,845	876			
Betarsjön G6	0,539	943			
Betarsjön G8	0,575	878			
Betarsjön G9	0,424	1000			
Betarsjön G10	0,495	1175			
Betarsjön G12	0,253+-3,2%	1088			
Selasjön G1	1,166	880			
Selasjön G2	1,163	874			
Selasjön G3	1,350	863			
Selasjön G4	1,349	1139			
Selasjön G5	1,114	716			
Selasjön G6	1,159	645			
Selasjön G7	1,423	1296			
Selasjön G8	0,971	474			
Selasjön G9	1,215	1130			
Selasjön G10	1,316+-2,6%	634			

Kommentarer/Upplysningar: Cert.ref material DOLT-3 cert. halt= 3,37+-0,14 mg/kg  
 Uppmätt halt=3,40+-0,14mg/ kg n=6  
 Ej korrekt avrundat m.a.p. mätosäkerheten.

Mätosäkerhet: 7-12 % beroende på haltområde, utökad mätosäkerhet k=2.  
 Angiven mätosäkerhet baseras på dubbelprov, två olika  
 uppslutningar.

*Roland Uhrberg*  
 Roland Uhrberg, Analysansvarig

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.”

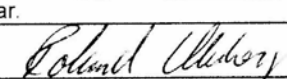


**MeAna - Konsult**  
MILJÖANALYSER

Länsstyrelsen  
Härnösand  
Ink 2008 -04- 09  
Dnr 502-1858-08

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

<b>Uppdragsgivare:</b>	Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen	<b>Rapportmottagare:</b>	Frans Olofsson
<b>Utskriftsdatum:</b>	080318	<b>Analysdatum:</b>	080311
		<b>Ankomstdatum:</b>	080205
<b>Provets art:</b> Gädda muskel			
<b>Provet taget f.o.m.:</b> 2007		<b>t.o.m.:</b>	<b>Av:</b> Ingen uppgift
<b>Provtagningsplats:</b> Se nedan			
<b>Analysmetod:</b> Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 3 ml H2SO4/HNO3 . Analys AFS reduktion med SnCl2.			
Prov Nr	Hg mg/kg Vs	Vikt g	
Lillselsjön G1	1,225	814	
Lillselsjön G2	1,033	635	
Lillselsjön G3	1,446	1337	
Lillselsjön G4	0,963	596	
Lillselsjön G5	1,937	964	
Lillselsjön G6	0,939+-0,5%	586	
Lillselsjön G7	0,911	432	
Stor-Habborn G1	1,988	1535	
Stor-Habborn G2	2,906	1280	
Stor-Habborn G3	1,529	1266	
Stor-Habborn G4	1,917	899	
Stor-Habborn G5	2,110	890	
Stor-Habborn G6	0,879	593	
Stor-Habborn G7	1,097	735	
Stor-Habborn G8	1,047+-2,9%	465	
Remmarsjön G1	0,649	764	
Remmarsjön G2	0,557	586	
Remmarsjön G3	0,401	459	
Remmarsjön G4	0,554	687	
Storsjön G1	1,225	983	
Storsjön G2	1,686	1615	
Storsjön G3	0,759	630	
<b>Kommentarer/Upplysningar:</b> Cert.ref material DOLT-3 cert. halt= 3,37+-0,14 mg/kg Uppmätt halt=3,40+-0,14mg/ kg n=6 Ej korrekt avrundat m.a.p. mätosäkerheten.			
<b>Mätosäkerhet:</b> 7-12 % beroende på haltområde, utökad mätosäkerhet k=2. Angiven mätosäkerhet baseras på dubbelprov, två olika uppslutningar.			
 <b>Roland Uhrberg, Analysansvarig</b>			

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."







**MeAna - Konsult**

MILJÖANALYSER

Länsstyrelsen  
Härnösand

Ink 2008 -04- 09

Dnr 502-1858-08

**RAPPORT**utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare:	Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen	Rapportmottagare:	Frans Olofsson
Utskriftdatum:	080331	Analysdatum:	080326
		Ankomstdatum:	080205
<p>Provets art: Abborre (större) muskel</p> <p>Provet taget f.o.m: 2007 t.o.m: Av: Ingen uppgift</p> <p>Provtagningsplats: Se nedan</p> <p>Analysmetod: Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub>. Analys AFS reduktion med SnCl<sub>2</sub>.</p>			
Prov Nr	Hg mg/kg Vs	Längd mm	Vikt g
Stor Habborn 1	0,481	193	79,9
Stor Habborn 2	0,593	188	66,8
Stor Habborn 3	0,505	185	63,8
Stor Habborn 4	0,414	185	62,7
Stor Habborn 5	0,292	175	54,0
Stor Habborn 6	0,285	168	48,3
Stor Habborn 7	0,261+-0,4%	156	36,2
V. Lövsjön 1	0,199	165	42,9
V. Lövsjön 2	0,181	152	35,2
V. Lövsjön 3	0,177	155	31,8
V. Lövsjön 4	0,121+-4,5%	148	27,9
V. Rännöbosjön1	0,338	174	61,1
V. Rännöbosjön2	0,202	169	49,9
V. Rännöbosjön3	0,633+-1,5%	155	37,3
Gransjön 1	0,341	194	72,0
Gransjön 2	0,491	182	63,8
Gransjön 3	0,566	185	63,3
Gransjön 4	0,463	180	58,2
Gransjön 5	0,346	165	47,2
Gransjön 6	0,601	155	45,2
Gransjön 7	0,379	160	43,2
Gransjön 8	0,541	157	42,5
Gransjön 9	0,437	160	42,1
Gransjön 10	0,574	157	39,2
<p>Kommentarer/Upplysningar: Cert.ref material DOLT-3 cert. halt= 3,37+-0,14 mg/kg Uppmätt halt=3,38+-0,09mg/ kg n=7 Ej korrekt avrundat m.a.p. mätosäkerheten.</p> <p>Mätosäkerhet: 7-12 % beroende på haltområde, utökad mätosäkerhet k=2. Angiven mätosäkerhet baseras på dubbelprov, två olika uppslutningar.</p> <p><i>Roland Uhrberg</i> Roland Uhrberg, Analysansvarig</p>			

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."

**MeAna - Konsult**  
MILJÖANALYSER

Länsstyrelsen  
Härnösand  
Ink 2008 -04- 09  
Dnr 502-1858-08

**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare: Lst i Västernorrlands län  
Miljöavdelningen

Rapportmottagare: Frans Olofsson

Utskriftsdatum: 080331      Analysdatum: 080326      Ankomstdatum: 080205

Provets art: Abborre (större) muskel

Provet taget f.o.m: 2007      t.o.m:      Av: Ingen uppgift

Provtagningsplats: Se nedan

Analysmetod: Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub>.

Analys AFS reduktion med SnCl<sub>2</sub>.

Prov Nr	Hg mg/kg Vs	Längd mm	Vikt g			
Hamsta sjön 1	0,283	160	41,5			
Hamsta sjön 2	0,342	157	35,3			
Hamsta sjön 3	0,230	120	15,0			
Remmarsjön 1	0,123	190	82,1			
Remmarsjön 2	0,207	190	74,5			
Remmarsjön 3	0,110	185	71,2			
Remmarsjön 4	0,176	183	66,6			
Remmarsjön 5	0,131	175	51,6			
Remmarsjön 6	0,123	164	44,2			
Remmarsjön 7	0,152+-3,0%	160	41,2			
Remmarsjön 8	0,171	151	36,9			
Remmarsjön 9	0,135	155	35,7			
Remmarsjön 10	0,129	145	35,3			
Storsjön 1	0,379	162	39,1			
Storsjön 2	0,312	160	37,5			
Storsjön 3	0,430	156	35,9			
Storsjön 4	0,253	158	35,6			
Storsjön 5	0,294	155	34,0			
Storsjön 6	0,328	160	33,9			
Storsjön 7	0,243	156	31,8			
Storsjön 8	0,300	155	30,5			
Storsjön 9	0,332	160	28,3			
Storsjön 10	0,314+-1,9%	150	28,2			

Kommentarer/Upplysningar: Cert.ref material DOLT-3 cert. halt= 3,37+-0,14 mg/kg

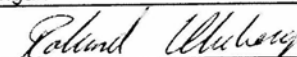
Uppmätt halt=3,38+-0,09mg/ kg n=7

Ej korrekt avrundat m.a.p. mätosäkerheten.

Mätosäkerhet: 7-12 % beroende på haltområde, utökad mätosäkerhet k=2.

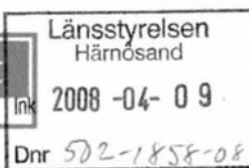
Angiven mätosäkerhet baseras på dubbelprov, två olika

uppslutningar.

  
Roland Uhrberg, Analysansvarig

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."



**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare: Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen Rapportmottagare: Frans Olofsson

Utskriftdatum: 080408 Analysdatum: 080401-0407 Ankomstdatum: 080205

Provets art: Abborre (mindre) muskel

Provet taget f.o.m: 2007 t.o.m: Av: Ingen uppgift

Provtagningsplats: Se nedan

Analysmetod: Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub>.  
Analys AFS reduktion med SnCl<sub>2</sub>.

Prov Nr	Hg mg/kg Vs	Längd mm	Vikt g			
Bysjön 1	0,093	85	5,2			
Bysjön 2	0,135	85	4,9			
Bysjön 3	0,086	82	5,5			
Bysjön 4	0,106	85	5,9			
Bysjön 5	0,103	85	5,5			
Bysjön 6	0,084	81	4,7			
Bysjön 7	0,096	84	4,6			
Bysjön 8	0,095	80	4,4			
Bysjön 9	0,106	76	4,1			
Bysjön 10	0,139	76	3,8			
Navarn 1	0,062+-1,6%	108	11,9			
Navarn 2	0,049	105	10,9			
Navarn 3	0,032	98	7,5			
Navarn 4	0,027	91	6,5			
Navarn 5	0,029	90	5,9			
Navarn 6	0,026	72	3,1			
Storhabborn 1	0,140+-2,1%	110	14,4			
Storhabborn 2	0,149	104	10,9			
Storhabborn 3	0,152	110	12,4			
Storhabborn 4	0,166	107	11,6			
Storhabborn 5	0,147	112	12,2			
Storhabborn 6	0,188	105	10,9			
Storhabborn 7	0,142	102	10,9			
Storhabborn 8	0,236	100	8,9			
Storhabborn 9	0,142	96	8,2			
Storhabborn 10	0,125	92	6,9			

Kommentarer/Upplysningar: Cert.ref material DOLT-3 cert. halt= 3,37+-0,14 mg/kg  
Uppmätt halt=3,33+-0,07mg/ kg n=7  
Ej korrekt avrundat m.a.p. mätosäkerheten.

Mätosäkerhet: 7-12 % beroende på haltområde, utökad mätosäkerhet k=2.

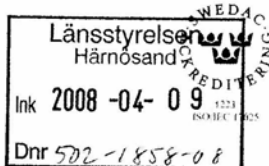
Angiven mätosäkerhet baseras på dubbelprov, två olika  
uppslutningar.

Roland Uhrberg, Analysansvarig

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."





**RAPPORT**

utfärdad av ackrediterat laboratorium  
REPORT issued by an Accredited Laboratory

Uppdragsgivare:	Lst i Västernorrlands län Miljöavdelningen	Rapportmottagare:	Frans Olofsson			
Utskriftdatum:	080408	Analysdatum:	080401-0407			
		Ankomstdatum:	080205			
<p>Provets art: Abborre (mindre) muskel          Provet taget f.o.m: 2007 t.o.m: Av: Ingen uppgift          Provtagningsplats: Se nedan          Analysmetod: Uppslutning i bomb 160 gr.C i 2 tim med 3 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub>.          Analys AFS reduktion med SnCl<sub>2</sub>.</p>						
Prov Nr	Hg mg/kg Vs	Längd mm	Vikt g			
Gransjön 1	0,302+-1,7%	110	11,9			
Gransjön 2	0,122	111	11,0			
Gransjön 3	0,123	92	6,7			
Gransjön 4	0,122	90	5,5			
Gransjön 5	0,127	84	5,2			
Gransjön 6	0,138	85	5,8			
Gransjön 7	0,127	81	4,8			
Hamstasjön 1	0,061	72	3,2			
Hamstasjön 2	0,064	72	3,3			
Hamstasjön 3	0,051	75	3,4			
Hamstasjön 4	0,060	65	2,7			
Hamstasjön 5	0,060	68	2,6			
Hamstasjön 6	0,057	65	2,7			
Hamstasjön 7	0,056	70	2,7			
Hamstasjön 8	0,069	68	2,7			
Hamstasjön 9	0,055	68	2,7			
Hamstasjön 10	0,056	65	2,5			
Remmarsjön 1	0,044+-6,8%	108	10,5			
Remmarsjön 2	0,034	103	9,2			
Remmarsjön 3	0,056	100	8,6			
Remmarsjön 4	0,058	100	9,1			
Remmarsjön 5	0,053	105	10,5			
Remmarsjön 6	0,077	95	7,6			
Remmarsjön 7	0,077	86	5,5			
Remmarsjön 8	0,087	86	5,1			
Remmarsjön 9	0,085	80	3,4			
<p><b>Kommentarer/Uppllysningar:</b> Cert.ref material DOLT-3 cert. halt= 3,37+-0,14 mg/kg          Uppmätt halt=3,33+-0,07mg/ kg n=7          Ej korrekt avrundat m.a.p. mätosäkerheten.</p> <p><b>Mätosäkerhet:</b> 7-12 % beroende på haltområde, utökad mätosäkerhet k=2.          Angiven mätosäkerhet baseras på dubbelprov, två olika          uppslutningar.</p> <p style="text-align: center;"><i>Roland Uhrberg</i>          Roland Uhrberg, Analysansvarig</p>						

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat."





Länsstyrelsen Västernorrland avdelningen för Miljö och Natur

# Kvicksilver i insjöfisk

Uppföljning av kvicksilverhalterna i Västernorrlands län 2007 och 2008



**LÄNSSTYRELSEN**  
**VÄSTERNORRLAND**

ISSN 1403-624X

LÄNSSTYRELSEN VÄSTERNORRLAND 871 86 HÄRNÖSAND

BESÖKSADRESS. NYBROGATAN 15 OCH PUMPBACKSGATAN 19 TEL. 0611-34 90 00 FAX. 0611-34 93 72 WWW.Y.LST.SE

