

Kvicksilver i fisk i Gävleborgs län

En sammanställning av undersökningar
utförda 1966-2013



Foto: Anna-Karin Johansson



Länsstyrelsen
Gävleborg

Förord

Data om kvicksilver i insjöfisk i Gävleborgs län har sammanställts i syfte att beskriva kvicksilver tillståndet i länet som ett underlag för bedömning av konsumtionsmöjligheter enligt de kostrekommendationer som finns. Ett annat syfte har varit att utvärdera befintlig kvicksilverdata från åren 1966 till 2013 inom ramen för den regionala miljöövervakningen.

Vi tackar Marcus Sundbom, ITM Stockholms universitet, för sammanställningen och utvärdering av data samt stöd vid revidering av övervakningsprogrammet för kvicksilver i fisk. Stora delar av denna länsstyrelses rapport är framtagen och refererat från ITM rapport 229 (Sundbom, 2015).

Vi också vill tacka alla länets kommuner och fiskevårdsföreningar i länet som bidragit till fiskinsamling inom detta miljöövervakningsprogram.

På länsstyrelsen har följande personer deltagit i framtagandet av denna rapport: Lijana Gottby, Einar Johansson och Olle Kellner.

Gävle, februari 2016

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord.....	1
SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Syfte med rapporten	5
1.3 Gränsvärden och kostråd	5
3. DATAUNDERLAG OCH BEARBETNING	6
3.1 Databearbetning	6
3.2 Normering	10
4. RESULTAT.....	11
4.1 Regional översikt	11
4.2 Kommunala bedömningar av tillstånd och förändringar	14
7. REFERENSER	17
BILAGA 1 Lista på samtliga lokaler i länet där Hg i fisk har analyserats.....	17
BILAGA 2 Gävle kommun	18
Förslag på övervakningsvatten.....	29
BILAGA 3 Sandviken kommun	31
Förslag på övervakningsvatten.....	31
BILAGA 4 Hofors kommun.....	33
Förslag på övervakningsvatten.....	34
BILAGA 5 Ockelbo kommun	35
Förslag på övervakningsvatten.....	35
BILAGA 6 Söderhamn kommun.....	37
Förslag på övervakningsvatten.....	37
BILAGA 7 Hudiksvall kommun	39
Förslag på övervakningsvatten.....	39
BILAGA 8 Ovanåker kommun	41
Förslag på övervakningsvatten.....	42
BILAGA 9 Ljusdal kommun	43
Förslag på övervakningsvatten.....	43
BILAGA 10 Nordanstig kommun.....	45
Förslag på övervakningsvatten.....	45
BILAGA 11 Bollnäs kommun.....	47
Förslag på övervakningsvatten.....	47

SAMMANFATTNING

Från och med 60-talet och fram till och med idag har kvicksilverhalterna i över 10 000 fiskar (främst gäddor och abborre) från totalt över 400 lokaler i länet analyserats. Under perioden 1990–2004 analyserades kvicksilverhalten i totalt 1 550 gäddor från ca 200 av länets sjöar.

Sedan år 2004 har Länsstyrelsen i samarbete med kommunerna ett pågående program för att upprätthålla baskunskapen om kvicksilverhalterna i fisk från länets sjöar. Under åren 2013-2014 utvärderades delprogrammet och en strategi för fortsättning av övervakningen av Hg i fisk i länet har tagits fram (Länsstyrelsen Gävleborg, 2014). Denna rapport är en sammanställning samt utvärdering av allt kvicksilverdata från 60-talet fram till maj 2013.

Data från och med 1990 visar att ca 70 % av de undersökta gäddorna har kvicksilverhalter som är förhöjda och en tredjedel gäddorna från samma tidsperiod har mycket höga kvicksilverhalter ($> 1,0$ mg Hg/kg våtvikt). Utvärdering av långtidsserie för kvicksilverdata på kommunnivå visar att halterna av kvicksilver i fisk i Gävleborgs län långsamt minskar i de flesta kommuner efter 1990-talet. Vilket överensstämmer med nationell 50-års trendsutvärderings studien, där man har sett en tendens till att kvicksilverhalterna har minskat med minst 20 % i hela Sverige under perioden 1965-2012 (Åkerblom et al., 2014).

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Kvicksilver (Hg) räknas till de särskilt farliga ämnen som ska fasas ut inom ramen för miljömålsarbetet och miljömålet *Giftfri miljö*. Åtgärder för att minska användningen av kvicksilver har kraftigt minskat utsläppen, men det kvicksilver som släppts ut i miljön finns kvar under mycket lång tid och kan omvandlas till metylkvicksilver (MeHg), som ansamlas i fisk. Metallen kvicksilver finns i berggrunden och sprids naturligt bl. a. vid vulkanutbrott samt erosion av kvicksilverhaltiga mineraler.

Människor får ut kvicksilver i samhället och miljön genom att kvicksilver används i processer eller produkter, eller då kvicksilver frigörs som bieffekt av annan produktion (Sundblad m fl, 2012). Miljöövervakning av kvicksilver (Hg) i sötvattensfisk har pågått under lång tid inom både nationell och regional miljöövervakning och inom EU:s vattendirektiv listas kvicksilver som ett prioriterat vattendirektivsämne med krav på trendövervakning (Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG). Några av de högsta halterna i världen som hittills uppmätts har rapporterats från kontaminerade sjöar i Gävleborgs län (Braf & Johansson, 1996; Broberg, 2010) och även ej lokalt påverkade områden har haft förhållandevis höga Hg-halter i fisk (Nilsson et al., 1989).



Miljömålet Giftfri Miljö

Övervakning av kvicksilver har således varit och kommer att vara en viktig komponent av den regionala miljöövervakningen i Gävleborgs län. Under 2000-talet har länsstyrelsen dels haft

trendövervakning i tre sjöar (von Wachenfeldt, 2010), dels analyserat fiskar från olika sjöar i samarbete med kommunerna (Länsstyrelsen Gävleborg, 2014).

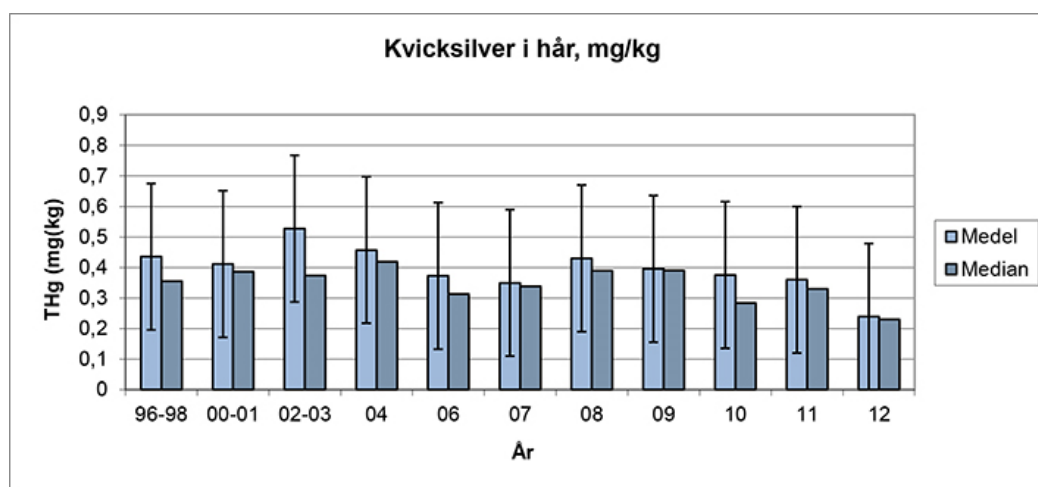
Kvicksilver är en metall som finns naturligt i miljön, men människan har ökat den mängd kvicksilver som finns i naturen. I mark, vatten och sediment omvandlas oorganiskt kvicksilver till metylkvicksilver. Metylkvicksilver ansamlas i fisk, och de högsta halterna återfinns i stora rovfiskar. Det har uppskattats att kvicksilverhalten i enkilosgädda överskrider gränsvärdet 1 mg/kg våtvikt i ca 10 000 insjöar i Sverige (Livsmedelsverket, www.livsmedelsverket.se). Tidigare svartlistades sjöar med kvicksilverhalter över 1 mg/kg fiskkött. Numera har svartlistningen ersatts med gränsvärden för försäljning av fisk, samt kostråd.

Kvicksilver kan skada hjärnan. Fosterstadiet är den mest känsliga perioden då hjärnan och nervsystemet utvecklas. Fisk är den viktigaste källan till exponering för kvicksilver via livsmedel. Hur mycket kvicksilver man får i sig beror främst på hur mycket fisk man äter. Personer som äter egenfångad abborre, gädda, gös eller lake oftare än en gång per vecka, kan få i sig kvicksilvermängder som på sikt kan skada hälsan. Kvicksilverhalten i fisk varierar beroende på fiskart och fiskens ålder. Större rovfiskar innehåller ofta mer kvicksilver än mindre rovfiskar och växtätande fiskar.



Abborrar. Foto: Lijana Gottby

Kvicksilverhalten varierar mycket beroende på var fisken är fångad (Livsmedelsverket, www.livsmedelsverket.se). Riskgrupper i den allmänna befolkningen är kvinnor i barnafödande ålder, foster, spädbarn och storkonsumenter av fisk. Studier av svenska gravida kvinnor visar att exponeringen generellt är lägre än de nivåer som förknippats med effekter på centrala nervsystemet hos foster ([Hälsorelaterad miljöövervakning](#), 2015). Mätningar av kvicksilver i hår har visat på oförändrade halter (Figur 1). Det är förstföderskor i Uppsala län som studerats åren 1996 t o m 2009 inom nationell hälsorelaterad övervakning.



Figur 1. Kvicksilverhalter i hår (totalkvicksilverhalt, THg, mg/kg) hos förstföderskor i Uppsala län under åren 1996-2012 (Källa: www.imm.ki.se/Datavard/Tidsserier/Kvicksilver%20i%20har.htm)

1.2 Syfte med rapporten

Syftet med denna rapport är att gå igenom befintlig kvicksilverdata och ta fram en aktuell och yttäckande bild av kvicksilverhalter i fisk från sjöar i Gävleborgs län. Under utvärderingen var önskemålet att försöka att se hur kvicksilverhalterna förändrades över tid och rum samt om det fanns några tydliga trender.

Ett annat syfte var att producera kommunvisa sammanställningar av kvicksilverundersökningar, så att invånarna i länets kommuner kan se vilka sjöar som har undersökts under perioden och på vilka nivåer kvicksilverhalterna är i fisk.

1.3 Gränsvärden och kostråd

Gränsvärden för ekologi och fiskhälsa: i EG:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG) anges gränsvärdet, det vill säga den tillåtna halten för kvicksilver i fisk till **0,02 milligram per kilogram våtvikt (mg/kg våtvikt)**.

Bakgrundskoncentrationerna i norden är generellt höga och det är vanligt med betydligt högre Hg-halter än gränsvärdesnivån i fisk. I Sverige idag överstiger kvicksilver det ekologiska gränsvärdet i alla ytvatten; sjöar, vattendrag och kustvatten.

Det går bra att äta fisk som kommer från ett vatten där kvicksilverhalten överskrider EG:s gränsvärde på 0,02 mg/kg våtvikt. Under lång tid har utsläpp av kvicksilver skett både i Sverige och utomlands. Trots Sveriges insatser för att minska utsläppen av kvicksilver kan vi inte förvänta oss några förändringar inom en snar framtid. Det sker fortfarande en global spridning av kvicksilver via luften och kvicksilver finns fortfarande kvar i marken och fortsätter att spridas ut i vattendrag och sjöar.

EUs gränsvärden för livsmedel som säljs: för fiskprodukter är EU:s gränsvärde **0,5 milligram per kilogram våtvikt (mg/kg våtvikt)** som gäller. För vissa fiskarter, som gädda och ål, är gränsvärdet **1,0 milligram per kilogram våtvikt (mg/kg våtvikt)**.

Livsmedelsverket har tagit fram kostråd gällande fiskkonsumtion. Anledningen är att vissa fiskar kan innehålla höga halter av andra miljöföroreningar som dioxin, PCB, perfluorerade alkylsyror (PFAA) och kvicksilver.



Grillad abborrfilé till middag. Foto: Einar Johansson

Kostrekommendationer för fisk: för både barn och vuxna är det bra att äta fisk 2-3 gånger i veckan, och att välja olika sorter. Kvinnor som är gravida, ammar eller planerar att skaffa barn, bör inte äta fisk som kan innehålla kvicksilver oftare än 2-3 gånger per år. Det gäller abborre, gädda, gös och lake, liksom stora rovfiskar som färsk tonfisk, svärdfisk, stor hälleflundra, haj och rocka. Tonfisk på burk tillhör en annan art än den tonfisk som säljs färsk och innehåller inte höga halter kvicksilver.

För övrigt rekommenderas att inte äta abborre, gädda, gös eller lake man fiskat själv oftare än en gång per vecka. Det kan leda till kvicksilvermängder som på sikt kan skada hälsan.

Känsliga grupper

Foster och spädbarn är särskilt känsliga för kvicksilver eftersom deras hjärna och nervsystem är under utveckling. Kvinnor som är eller försöker bli gravida eller som ammar bör även vara försiktiga med fisk som kan innehålla kvicksilver. Kvicksilver lagras i kroppen under några månaders tid och förs över till barnet via moderkakan och bröstmjölken. Därför bör man inte äta fisk som kan innehålla kvicksilver oftare 2-3 gånger per år under tiden man försöker bli gravid, liksom under graviditet och amning (Livsmedelsverket, www.livsmedelsverket.se).

3. DATAUNDERLAG OCH BEARBETNING

3.1 Dataunderlag

Kvicksilverdata i fisk samlades från två källor: IVLs Miljögiftsdatabas *Kvicksilver i biota* och ITMs Stockholms universitets databas. IVL är på uppdrag av Naturvårdsverket datavärd för vissa typer av miljödata, bland annat miljögifter i fisk, som insamlats inom nationell och regional miljöövervakning samt nationell kalkeffektuppföljning (IKEU). Den 15 april 2013 gjordes ett uttag ur IVL:s databas Miljögifter: Kvicksilver i biota (<http://dvsb.ivl.se/>). Datauttaget avgränsades till Gävleborgs län.

ITM Stockholms universitet utför kvicksilveranalyser åt både nationell och regional miljöövervakning och har även en deltagit i olika forskningsprojekt om kvicksilver. I ITMs databas finns analysdata från Gävleborgs län som inte fanns i IVLs databas vid uttagstillfället. Det rör sig dels om nyare data från pågående program inom nationell och regional miljöövervakning som ännu inte lagts hos datavärd, dels äldre data från olika forsknings- eller miljöövervakningsprogram insamlade av Paul Andersson (före 1993).

Totalt uppgår dataunderlaget till ca 10 600 fiskar. Det finns data från maj 1966 t.o.m. maj 2013 och samtliga länets kommuner är representerade (Tabell 1). Kvicksilver har analyserats i fisk av 9 arter från över 400 lokaler (Tabell 2 och Tabell 5 i Bilaga 1).

Fördelningen av data är emellertid mycket ojämnt fördelad över olika fiskarter och över tid och rum. Från tiden före 1980 finns relativt lite data, medan aktiviteten var särskilt hög under 1980- och (första halvan av) 1990-talen (Tabell 1; Figur 2). Från millennieskiftet har betydligt färre fiskar analyserats i länet.

Fiskar från Hudiksvalls kommun dominerar kraftigt under hela perioden. Ljusdals kommun är också relativt väl undersökt medan övriga kommuner med få undantag uppvisar låg aktivitet rakt igenom

perioden. Under det senaste decenniet ligger Ljusdal och Hudiksvall på jämförbara höga nivåer vad gäller antal analyserade fiskar vilket kan förklaras med att båda kommunerna har en sjö som ingår i nationella trendövervakningsprogram.

Tabell 1. Översikt av fördelning av kvicksilverdata över tid i länets kommuner, antal analyserade fiskar.

Kommun	Antal analyserade fiskar				Summa
	Före 1980	1980-tal	1990-tal	2000-tal	
Bollnäs	179	420	238	44	881
Gävle	82	126	162	50	420
Hofors	23	370	75	83	551
Hudiksvall	384	2403	1702	430	4919
Ljusdal	27	705	568	466	1766
Nordanstig	43	69	27	16	155
Ockelbo	31	298	222	105	656
Ovanåker	5	108	67	25	205
Sandviken	29	266	82	22	399
Söderhamn	53	281	252	123	709
Summa	856	5 046	3 395	1 364	10 661

Gädda följt av abborre är de vanligast förekommande arterna i datamaterialet och de enda som förekommit under en längre period (Tabell 2). Övriga arter förekommer endast sporadiskt. Fördelningen mellan gädda och abborre och övervakningsstrategin har varierat under åren (Fig. 1).

Gädda har fångats i många olika vatten (460 stycken) men ofta vid endast ett tillfälle medan abborre har undersökts i 51 vatten men då ofta i större antal och i vissa fall under många år. Det senare gäller särskilt de två sjöar i länet som ingår i nationella program: Stensjön (Ljusdals kommun) som ingår i både den nationella miljöövervakningen (abborre) och i Integrerad kalkningseffektuppföljning (IKEU) och Källsjön (Hudiksvalls kommun) som ingår i IKEU. Inom IKEU insamlas småabborre årligen samt större abborre och gädda vart femte år.

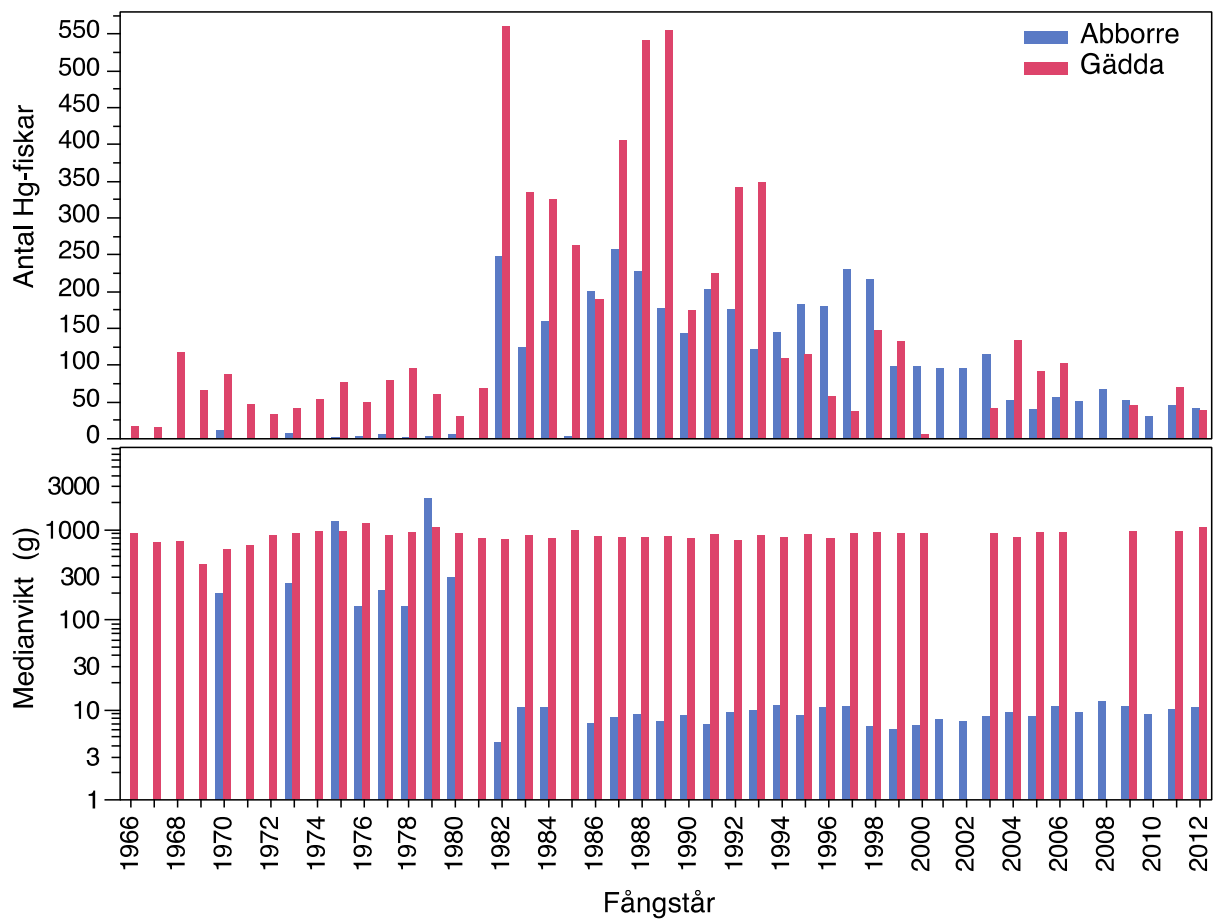


Gäddfiske i Storsjön. Foto: Fredrik Stjernholm

Medianvikten för gädda har hållit sig konstant på c:a 1 kg under hela perioden medan det ser ut att ha skett en övergång från abborre av blandad storlek till småabborre (c:a 10 g) i början av 80-talet (Fig. 2).

Tabell 2. Artsammansättning, kvicksilvermätningar i fisk av olika arter.

Art	Antal fiskar	Antal lokaler	Period	Vikt (g) min/median/max
Gädda	6296	460	1966-2012	1,3/830/8 090
Abborre	3939	51	1970-2012	0,1/8,6/2 670
Mört	328	13	1982-1984	0,1/3,0/220
Öring	35	2	1982-1992	8/58/302
Löja	27	3	1982-1982	0,2/1,9/6,3
Gärs	12	2	1982-1982	0,4/2,1/10,2
Sik	6	1	1982-1982	56,9/62,1/64
Röding	4	1	1973-1973	370/440/440
Sill/strömming	2	1	2010-2010	26,9/28,8/30,6



Figur 2. Fördelning mellan de vanligaste arterna gädda och abborre och deras medianstorlek under perioden 2006-2012.

3.2 Normering

För att kunna jämföra kvicksilver i fisk av olika storlek eller av olika arter har Hg-halterna normerats till att motsvara en kilos-gädda, som historisk har använts som en standard.

Normeringsförfarandet bygger på flera förenklade antaganden men har ändå visat sig användbart när man undersöker regionala trender baserat på ett stort men heterogent datamaterial. Metoden har utvecklats inom ramen för kritisk belastning av långväga luftföroreningar (UNECE CLRTAP, Meili, 2004). Observerade Hg-halter i fisk kan relateras till en kilos-gädda enligt ekvationen:



Gädda. Foto: Ingrid Wänstrand

$$[\text{Hg}]_{\text{Gädda}} = \frac{[\text{Hg}]_{\text{Fisk}}}{\text{TF}_{\text{HgFisk}}} \quad [1]$$

där $[\text{Hg}]_{\text{Fisk}}$ är uppmätt koncentration i godtycklig fisk;

$\text{TF}_{\text{HgFisk}}$ är en artspecifik transferfunktion som beskriver den typiska fördelningen av kvicksilver mellan individer av olika fiskarter.

Denna transferfunktion kan anpassas till vikten hos individuella fiskar genom sambandet

$$\text{TF}_{\text{HgFisk}} \approx f_{\text{HgW}} W^{2/3} + f_{\text{HgY}} \quad [2]$$

där $f_{\text{HgY}} = 0,13$ är halten i fiskyngel (relativt en kilos-gädda);

f_{HgW} är en artspecifik lutningskoefficient och W fiskens kroppsvikt.

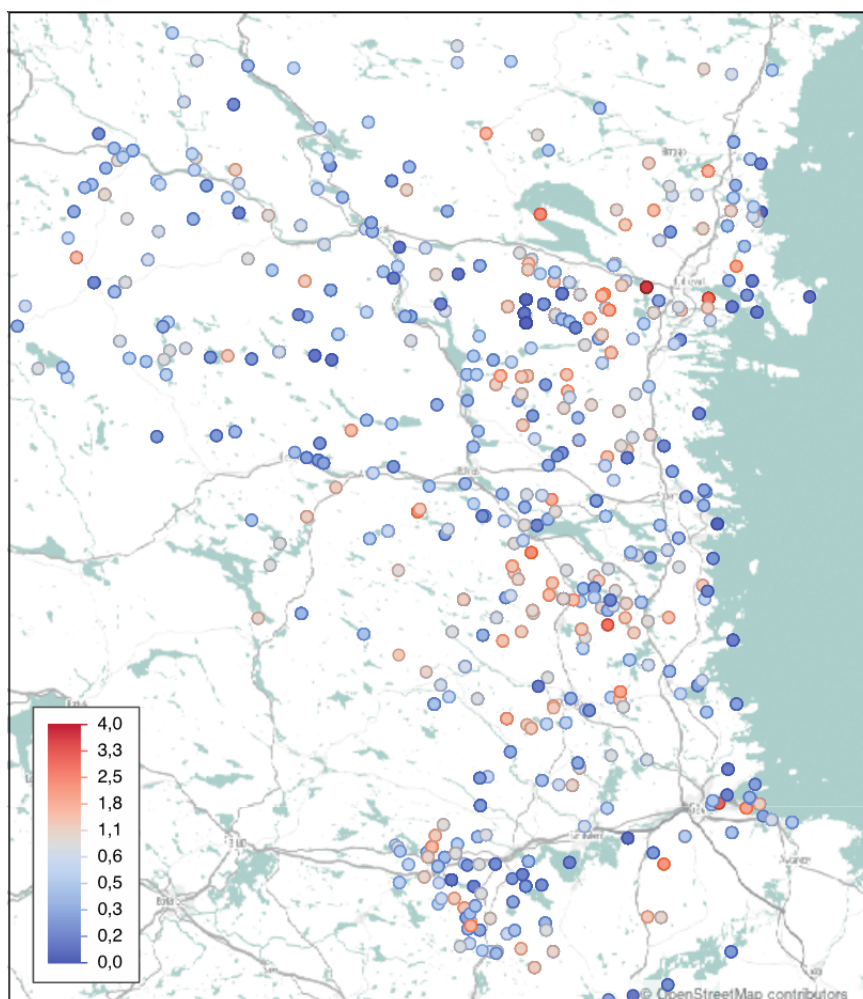
Modellen för storleksnormering bygger alltså på antagandet att kvicksilver i muskel kan beskrivas med en potensfunktion av kroppsvikten med artspecifik men lokaloberoende koefficient f_{HgW} .

Här antas $f_{\text{HgW}} = 0,87$ för gädda och $f_{\text{HgW}} = 1,65$ för abborre. Modellens intercept f_{HgY} antar ett konstant förhållande mellan fiskyngel och en kilos-gädda; här satt till 13 %. Exponenten $2/3$ är empiriskt framtagen men har även en teoretisk bakgrund som bygger på att metaboliska processer kan antas vara relaterade till vikt på detta sätt.

4. RESULTAT

4.1 Regional översikt

Översiktskartan (Fig. 3) visar inget tydligt geografiskt mönster för koncentrationer av Hg i fisk. Vatten med höga halter respektive låga halter förekommer ofta inom samma närområde. Men några grova generaliseringar kan man se: vatten med höga Hg-halter förekommer framför allt i inlandet under högsta kustlinjen medan närmast kusten, liksom i Nedre Dalälvsområdet och i länets inre, högre belägna delar är halterna lägre. Några lokaler som antagligen är lokalt påverkade sticker ut, t.ex. sjöarna längs Rolfstaån. I Rolfstaån, belägen mellan Södra Dellens utlopp och Kyrksjön i Delångersåns vattensystem, Hälsingland, har stora mängder cellulosafibrer släppts ut från f.d. Forsså bruk (Braf och Johansson, 1996; Elert et al., 1998). Fiberbankarna har förorenats både med fenylkvicksilver och klororganiska ämnen. Fenylkvicksilver användes som slembekämpningsmedel och betning av slipmassa från slutet av 40 – fram till 1966 då kvicksilveranvändning förbjöds.

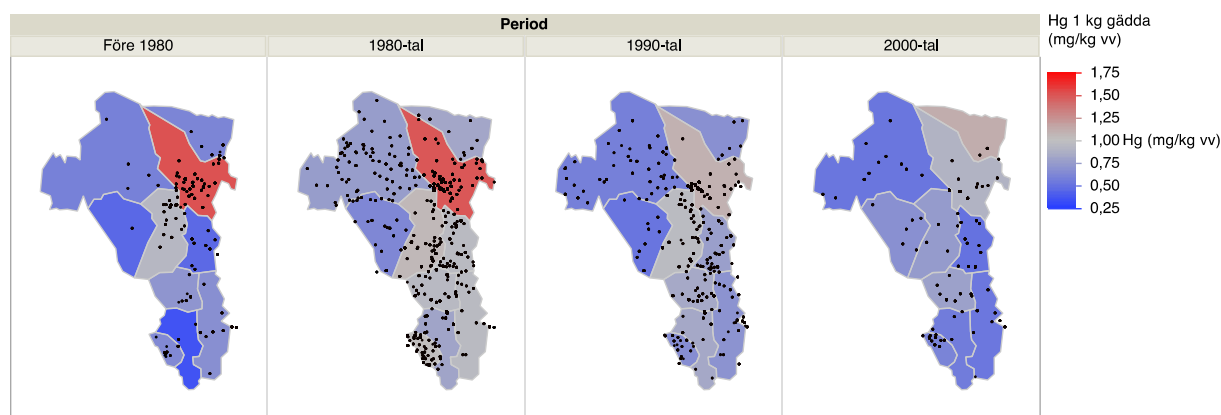


Figur 3. Karta över samtliga vatten i Gävleborgs län undersökta med avseende på normerade kvicksilverhalter i fisk. Varje datapunkt motsvarar en sjö, vattendrag eller kustområde. Färgen motsvarar medelhalten av kvicksilver (mg/kg våtvikt) för alla fiskar från alla år. Gränsvärdet för kvicksilver i fisk (gädda) 1,0 mg/kg våtvikt.

Mönstret avspeglar sig även på kommunnivå. Hudiksvalls kommun har uppvisat de högsta halterna i fisk (motsvarande en kilos-gädda) under större delen av den undersökta perioden.

Kviksilverhalterna förfaller ha ökat fram till och med 1980-talet och sedan minskat under 1990- och 2000-tal i hela länet. Variationen över tid, med högst halter under 1980-talet och en kraftig minskning under 90-talet överensstämmer med rapporter från andra områden och Sverige i stort. En tidigare studie har sett en tendens till att halterna ökat igen under perioden 1995-2005 (Åkerblom *et al.*, 2012).

En jämförelse på kommunnivå visar dock att halterna i Gävleborgs län förefaller att minska i de flesta kommuner med undantag för Ovanåker och Nordanstig där medelhalterna är högre efter år 2000 än under 1990-talet (Fig. 4). Men det är viktigt att påminna om att jämförelsen här inte baseras på enhetliga tidsserier utan urvalet av sjöar varierar över tid. För kommuner med få data riskerar jämförelsen mellan olika perioder att bli missvisande eftersom sjöarna inte nödvändigtvis är representativa för läget i kommunen i sin helhet.



Figur 4. Länskarta med undersökta sjöar i länets kommuner under olika tidsperioder. Varje kommuns färgnyans anger medelhalten av kvicksilver i fisk motsvarande 1-kilos gädda och punkterna anger positionen för undersökta vatten. Observera att dataunderlaget varierar kraftigt både geografiskt och över tid.

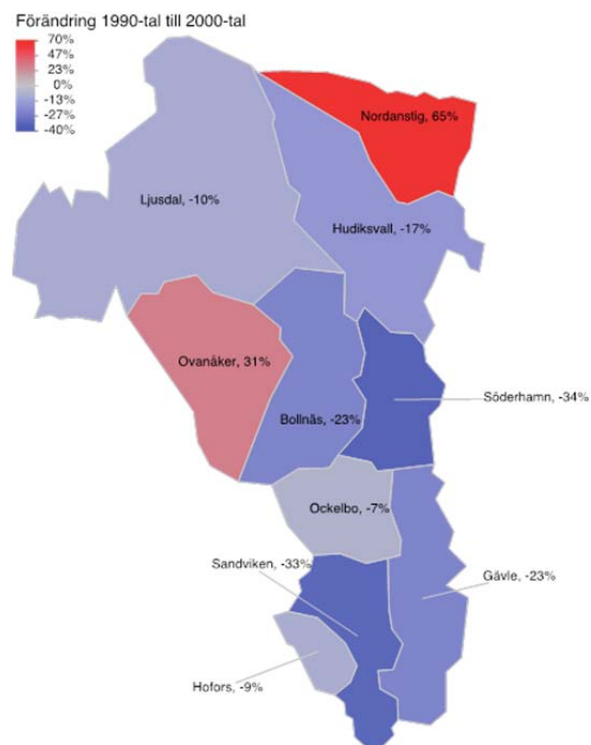
Skillnaderna mellan olika sjöars kvicksilverhalt beror till viss del på skillnader i belastning. Tidigare undersökningar har visat att kvicksilverhalten i gädda ökar med närheten till de gamla stora utsläppskällorna i landet. Till största delen beror dock skillnader i kvicksilverhalt på sjöns egenskaper; näringsgrad, humusinhåll, surhet samt avrinningsområdets storlek och karaktär. Näringsfattiga, humusrika (bruna) skogssjöar är mest drabbade. I en näringsfattig sjö är den totala biomassan lägre än i näringsrik sjö, vilket betyder att mängden kvicksilver per individ blir större. Också i en försurad sjö är kvicksilverhalterna högre. Det beror bland annat på att det i en sur sjö bildas en typ av näringskedja, som effektivare anrikar kvicksilver fram till fisken. En annan orsak är att den biologiska produktionen av metylkvicksilver ökar i en sur sjö (Länsstyrelsen Gävleborg, 1995).

Under 1990-talet har genomförts ett åtgärdsriktat projekt "Kalkning-Kviksilver-Cesium" där 22 måttligt försurade, humösa och näringsfattiga sjöar i länet har kalkats för att minska Hg-halterna i fisk (Tabell 3; Länsstyrelsen Gävleborg, 1992).

Tabell 3. *Sjöar som ingick i projektet "Kalkning-Kvicksilver-Cesium" och som har kalkats för att minska Hg-halterna i fisk.*

Sjönamn	Kommun	X-koordinat (RT90)	Y-koordinat (RT90)	Sjöyta (km ²)
Alebosjön	Söderhamn	681231	156267	0,86
Fäbodsjön	Sandviken	672210	153359	0,35
Långsjön	Ockelbo/Sandviken	673893	155114	0,74
Mångeln	Ockelbo	674761	154550	1,75
Holmsjön	Hofors	671962	151938	0,16
Stora Kröntjärn	Hofors	671832	152967	0,11
Redsjösjön	Hudiksvall	683036	155556	1,32
Ramen	Bollnäs	677527	153059	0,82
Långsjön	Bollnäs	678130	153944	0,22
Ecklingen	Bollnäs	679481	152245	0,44
Lilla Öjungen	Bollnäs	679046	151727	0,46
Stensjön	Ockelbo	675186	152562	0,23
Vällingen	Sandviken	673387	155022	0,54
Järvsjön	Sandviken	673784	155146	0,35
Mörsen	Hofors	670126	153202	0,13
Stora Glittern	Ovanåker	677206	150218	0,95
Tansen	Ockelbo	674863	153845	0,59
Norra Maskinsjön	Bollnäs	682510	154116	0,38
Bältbosjön	Bollnäs	678588	154232	0,15
Långsjön	Hofors	671974	152544	0,16
Blacksåstjärn	Ljusdal	683789	155174	0,12
Bottentjärn	Hudiksvall	683977	155509	0,16

I projektet har testats kalkning med olika metoder, doser och kalksorter. Utöver detta har även selenbehandling och decimeringsfiske prövats. Resultatet visade att sjökalkning och våtmarkskalkning gav en reduktion i Hg-halten i tvåsomrig abborre på ca 30 %. Åtgärden decimeringsfiske minskade Hg-halten i abborre med 20-30 %. Hg-halten i gädda har inte förändrats under projektiden.

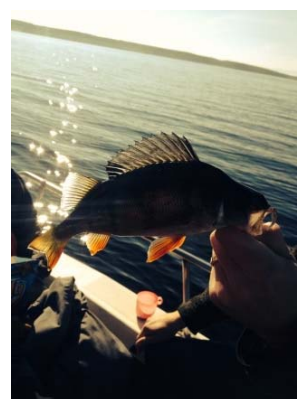


Figur 5. Procentuell förändring av Hg-koncentrationer i fisk (en kilos- gädda) i länets kommuner från 1990-tal till 2000-tal (2000-2012). De flesta kommuner uppvisar en minskning. Storleksordningen av förändringarna får man ta med en stor försiktighet, särskilt den kraftiga ökningen i Nordanstig, eftersom sjöurvalet är olika och dataunderlaget är litet för flera kommuner under dessa perioder (jämför med Fig. 4).

4.2 Kommunala bedömningar av tillstånd och förändringar

Efter denna länsöversikt av befintligt kvicksilver datamaterial redovisas nedan varje kommun för sig (Bilagor 2-11). Samtliga observationer av Hg i abborre och gädda (övriga arter bortses ifrån här) plottas för att ge en översikt av dataunderlaget, haltnivåer och eventuella trender inom enskilda kommuner.

I varje kommun har föreslagits några sjöar som skulle kunna vara viktiga för den regionala miljöövervakningen i framtiden. Kriterierna är att sjön ska ha en någorlunda lång och regelbunden tidsserie samt att det ska finnas data från 2000-talet. Dessa sjöar är potentiella kandidater för fortsatt eller återupptagen trendövervakning av kvicksilver i fisk. I tabell 4 listas samtliga vatten som har undersökts efter år 2000.



Abborre. Foto: Fredrik Gottby

Tabell 4. Sammanställning av alla sjöar som har analyserats avseende kvicksilver i fisk minst en gång sedan år 2000. Rött markerade vatten överskrider gränsvärdet för livsmedel (gädda), gränsvärdet är 1,0 milligram per kilogram våtvikt.

	Kommun	Lokalnamn	X-Y koordinater (RT90)	Art	Period	Antal fiskar	Median (10-90 %) Hg-halt, mg/kg våtvikt
Bollnäs kommun							
1.	Bollnäs	Bergviken	679413-155519	Gädda	1968-2004	25	0,5 (0,3-0,9)
2.	Bollnäs	Bofarasjön	678788-153934	Gädda	1985-2004	10	0,8 (0,7- 1,0)
3.	Bollnäs	Ecklingen	679481-152245	Gädda	1985-2005	59	1,3 (0,8- 1,9)
4.	Bollnäs	Hölesjön	680811-154740	Gädda	1968-2005	20	0,4 (0,3-0,8)
5.	Bollnäs	Stora Öjungen	678873-151408	Gädda	1984-2005	10	0,4 (0,3-0,7)
6.	Bollnäs	Storsjön	681803-154758	Gädda	1979-2005	11	0,8 (0,4- 1,2)
7.	Bollnäs	Växsjön	680926-153196	Gädda	1970-2006	16	0,6 (0,4-0,9)
8.	Gävle	Hamrångefjärden	675667-157200	Gädda	1991-2011	20	0,5 (0,3-0,9)
9.	Gävle	Hillesjön	673800-157774	Gädda	1973-2011	11	0,2 (0,2-0,5)
10.	Gävle	Lundbosjön	673981-156335	Gädda	1982-2011	26	0,7 (0,4- 1,0)
11.	Gävle	Tröskan	672680-158573	Gädda	1968-2011	62	0,7 (0,4- 1,1)
12.	Gävle	Vittersjön	675166-155894	Gädda	1982-2011	53	0,7 (0,5- 1,1)
13.	Gävle	Yttre-Fjärden	673177-158168	Gädda	2005-2005	5	0,6 (0,4-0,8)
Hofors kommun							
14.	Hofors	Dammsjön	-	Gädda	2013-2013	5	0,7 (0,6-0,9)
15.	Hofors	Gårdsjön	672042-152996	Gädda	1985-2004	10	0,5 (0,4-0,6)
16.	Hofors	Hamnardammen	671539-152655	Gädda	1998-2011	10	0,3 (0,2-0,5)
17.	Hofors	Holmsjön	671962-151938	Gädda	1983-2004	55	0,8 (0,3- 1,2)
18.	Hofors	Hyn	671850-152458	Gädda	1976-2004	8	0,4 (0,3-0,6)
19.	Hofors	Kalven (Sälgsjön)	671590-153388	Gädda	2012-2012	5	0,8 (0,7-0,9)
20.	Hofors	Lill-Gösken	671235-152899	Gädda	1982-2011	17	0,08 (0,03-0,3)
21.	Hofors	Långsjön	671974-152544	Gädda	1982-2013	62	1,0 (0,5- 1,6)
22.	Hofors	Stor-Gösken	671091-153297	Gädda	1976-2011	17	0,2 (0,07-0,5)
23.	Hofors	Stora Kröntjärn	671832-152967	Gädda	1982-2012	61	1,0 (0,5- 1,6)
24.	Hofors	Sälgsjön	671599-153677	Gädda	1984-2005	20	0,3 (0,1-0,7)
25.	Hofors	Tolven	671748-152475	Gädda	1984-2006	10	0,8 (0,3- 1,6)
Hudiksvalls kommun							
26.	Hudiksvall	Bässesjön	682132-155994	Gädda	1983-2013	11	0,8 (0,5- 1,2)
27.	Hudiksvall	Hansesjön	684577-154814	Gädda	1969-2004	148	1,0 (0,4- 1,4)
28.	Hudiksvall	Harmångeråns mynning	686184-158070	Abborre	2006-2006	5	0,1 (0,06-0,2)
29.	Hudiksvall	Häckstaviken	684665-157953	Gädda	1986-2006	13	0,3 (0,2-0,7)
30.	Hudiksvall	Iggsjön	683996-156745	Gädda	1979-2006	15	0,9 (0,5- 2,1)
31.	Hudiksvall	Källsjön	683582-154935	Abborre	1982-2012	682	0,2 (0,1-0,5)
32.	Hudiksvall	Källsjön	683582-154935	Gädda	1977-2009	132	1,3 (0,7- 2,3)
33.	Hudiksvall	Norra Dellen	686066-154297	Gädda	1967-2005	25	0,7 (0,4- 1,1)
34.	Hudiksvall	Redsjösjön	683036-155556	Abborre	1999-2003	75	0,07 (0,06-0,09)
35.	Hudiksvall	Stor-Yan	684198-156356	Gädda	1969-2000	10	0,3 (0,2-0,5)
36.	Hudiksvall	Storsjön	683933-156275	Gädda	1968-2011	33	2,0 (0,8- 5,3)
37.	Hudiksvall	Vikarsjön	684061-157200	Gädda	1981-2004	10	1,0 (0,7- 1,2)
Ljusdals kommun							
38.	Ljusdal	Björnsjön	686404-148957	Gädda	1982-2012	25	0,8 (0,4- 1,4)
39.	Ljusdal	Bodasjön	684897-151862	Gädda	1970-2006	23	0,4 (0,2-0,6)
40.	Ljusdal	Dåasen	684554-147191	Gädda	1982-2006	25	0,8 (0,5- 1,1)
41.	Ljusdal	Fönesjön	685790-150203	Gädda	1969-2011	23	0,6 (0,4-0,8)
42.	Ljusdal	Kårsjön	687446-147340	Gädda	1982-2004	20	0,5 (0,2-0,6)
43.	Ljusdal	Kölsjön	685937-148363	Gädda	2012-2012	6	0,4 (0,3-0,5)
44.	Ljusdal	Sandsjön	683067-144879	Gädda	1993-2004	15	0,5 (0,3-0,8)
45.	Ljusdal	Sellingan	685048-147582	Abborre	2011-2011	5	0,5 (0,2- 1,0)
46.	Ljusdal	Stensjön	683673-154083	Abborre	1982-2012	694	0,09 (0,06-0,3)
47.	Ljusdal	Stensjön	683673-154083	Gädda	1977-2009	123	0,8 (0,4- 1,3)
48.	Ljusdal	Västersjön	689286-149304	Gädda	1990-2006	18	0,4 (0,2-0,9)
49.	Ljusdal	Yggsjön	685377-150606	Gädda	1989-2011	18	0,7 (0,4-0,8)
50.	Ljusdal	Ylajärv	683355-143854	Gädda	1993-2004	20	0,6 (0,3- 1,1)

Tabell 4. Sammanställning av alla sjöar som har analyserats avseende kvicksilver i fisk minst en gång sedan år 2000. Rött markerade vatten överskrider gränsvärdet för livsmedel (gädda), gränsvärdet är 1,0 milligram per kilogram våtvikt.

	Kommun	Lokalnamn	X-Y koordinater (RT90)	Art	Period	Antal fiskar	Median (10-90 %) Hg-halt, mg/kg våtvikt
Nordanstigs kommun							
51.	Nordanstig	Holsjön	686516-156543	Gädda	1984-2005	15	0,7 (0,5- 1,1)
52.	Nordanstig	Storsjön	687058-157146	Gädda	1984-2005	25	1,0 (0,5- 2,3)
Ockelbo kommun							
53.	Ockelbo	Bysjön	675340-154967	Gädda	1975-2012	26	0,6 (0,3- 1,0)
54.	Ockelbo	Grästjärnen	676823-154081	Gädda	2012-2012	4	0,6 (0,5- 1,2)
55.	Ockelbo	Långsjön	673893-155114	Gädda	1982-2004	65	0,6 (0,3-0,8)
56.	Ockelbo	Måcksjön	675313-153323	Gädda	1982-2012	19	0,6 (0,3- 1,0)
57.	Ockelbo	Mångeln	674761-154550	Gädda	1975-2005	78	0,8 (0,6- 1,1)
58.	Ockelbo	Stor-Kvisjön	676032-153100	Gädda	1985-2011	15	0,7 (0,4-0,9)
59.	Ockelbo	Sågtjärnen	675322-155831	Gädda	1984-2005	10	1,0 (0,3- 1,5)
60.	Ockelbo	Tansen	674873-153845	Abborre	1998-2003	95	0,2 (0,1-0,2)
61.	Ovanåker	Enstabosjön	681277-151079	Gädda	1984-2004	10	0,9 (0,5- 1,5)
62.	Ovanåker	Grycken	682516-147881	Gädda	2006-2006	5	0,6 (0,5-0,9)
63.	Ovanåker	Lillrösten	681424-151778	Gädda	2004-2004	5	0,5 (0,5-0,6)
64.	Ovanåker	Mållången	679363-150312	Gädda	1992-2004	10	0,7 (0,4- 1,3)
65.	Ovanåker	Vägnan-Döholmen	680551-150601	Gädda	1991-2006	14	0,4 (0,1-0,7)
Sandvikens kommun							
66.	Sandviken	Gäddtjärnen	672479-152743	Gädda	2004-2004	5	0,9 (0,6- 1,0)
67.	Sandviken	Hålldammen	673492-154483	Gädda	2006-2006	6	0,3 (0,1-0,8)
68.	Sandviken	Näsbyjön	671665-154266	Gädda	1967-2006	15	0,4 (0,3-0,6)
69.	Sandviken	Storsjön	672215-156026	Gädda	1968-2006	25	0,3 (0,1-0,7)
Söderhamns kommun							
70.	Söderhamn	Alebosjön	681231-156267	Gädda	1982-2004	78	0,8 (0,5- 1,1)
71.	Söderhamn	Florsjön	679755-155350	Gädda	1966-2004	47	0,5 (0,3-0,8)
72.	Söderhamn	Gosjön	677506-156174	Abborre	1998-2003	104	0,08 (0,05-0,1)
73.	Söderhamn	Järvsjön	678677-156613	Gädda	1983-2006	22	0,4 (0,3-0,7)
74.	Söderhamn	Losesjön	680992-156506	Gädda	1989-2006	20	0,4 (0,2-0,7)
75.	Söderhamn	Marmen	679231-156470	Gädda	1967-2004	28	0,5 (0,2- 1,0)
76.	Söderhamn	Storsjön	677566-154807	Gädda	1981-2006	25	0,9 (0,3- 1,7)
77.	Söderhamn	Tygstabodsjön	681093-155029	Gädda	1983-2005	32	1,3 (0,7- 2,0)
78.	Söderhamn	Tönnångerssjön	677548-155629	Gädda	1983-2006	15	0,5 (0,09- 1,2)

7. REFERENSER

- Braf, L. & Johansson, J.-A. (1996) *Kvicksilver och organiska miljögifter i Rolfstaån – Delångersån*. Länsstyrelsen i Gävleborg, Gävle, Sverige, Rapport 1996:1.
- Broberg, N. (2010) *Kvicksilver – miljögiftet vi inte får bort ur våra ekosystem*. Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet, Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2009. <http://files.webb.uu.se/uploader/271/VT10-22-Broberg-Nils-uppsats.pdf>
- Elert, M., Meili, M., Östlund, M., Johansson, J. (1998) *Kvicksilver i Rolfstaån-Delångersån. Undersökningar och modellering av ackumulation och transport*. Naturvårdsverkets rapport 4868.
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG, www.notisum.se/rnp/eu/lag/308L0105.htm
Hälsorelaterad miljöövervakning (2015-06-11),
www.imm.ki.se/Datavard/Tidsserier/Kvicksilver%20i%20har.htm
- Länsstyrelsen Gävleborg (1992) *Kalkning, Kvicksilver, Cesium*. Rapport 1992:1.
- Länsstyrelsen Gävleborg (1995) *Kvicksilver och cesium i fisk*. Rapport 1995:6.
- Länsstyrelsen Gävleborg (2014) *Länsprogram för regional miljöövervakning i Gävleborgs län 2015-2020*.
- Meili, M. (2004) *Critical levels of mercury. Chapter 5.5.3.2. in the Modelling and Mapping Manual of the United Nations (UNECE) Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP)*, www.icpmapping.org/Mapping_Manual.
- Nilsson, Å., Andersson, T., Håkanson, L. & Anderson, A. (1989) *Kvicksilver i insjöfisk : kopplingar till kvicksilver och selen i mår och historiska utsläpp*. Statens naturvårdsverk, Solna.
- Sundblad, E-L., Gipperth, L., Grimvall, A., Morf, A. (2012) *Fallstudie: Kvicksilver. Social analys -en havsrelaterad samhällsanalys. Underlagsrapport för Sverige inledande bedömning i havsmiljöförordningen*. Havsmiljöinstitutets rapport nr 2012:4.
- Sundbom, M. (2015) *Miljöövervakning i Gävleborgs län – kvicksilver i fisk 1966-2013*. ITM rapport 229.
- von Wachenfeldt, E. (2010) *Trendövervakning av kvicksilver, kadmium och cesium-137 i abborre i Gosjön, Redsjösjön och Tansen i Gävleborgs län*. Länsstyrelsen i Gävleborgs län 2010:11.
- Åkerblom, S., Nilsson, M., Yu, J., Ranneby, B. & Johansson, K. (2012) *Temporal change estimation of mercury concentrations in northern Pike (Esox lucius L.) in Swedish lakes*. Chemosphere, 86, 439-445.
- Åkerblom, S., Bignert, A., Meili, M., Sonesten, L., Sundbom, M. (2014) *Half a century of changing mercury levels in Swedish freshwater fish*. Ambio, 43, 91-103.

BILAGA 1 Lista på samtliga lokaler i länet där Hg i fisk har analyserats

Tabell 5. Lista på samtliga lokaler i länet där Hg i fisk undersöktes under perioden maj 1966 t.o.m. maj 2013.

	Namn	X-koordinat (RT90)	Y-koordinat (RT90)	Vattentyp
Gävle kommun				
1.	Bramsöfjärden	669683	157918	Kust
2.	Dalälven	672632	158939	Vattendrag
3.	Furuskär	672760	158420	Kust
4.	Fäbodsjön	670442	156407	Sjö
5.	Gavleån	673000	157500	Vattendrag
6.	Gåsholma	676696	157799	Sjö
7.	Gävlebukten (Sikviks skärgård)	672934	158119	Kust
8.	Hamrångefjärden	675667	157200	Kust
9.	Hamrångeån	675475	156900	Vattendrag
10.	Hedesundafjärden	668910	156800	Sjö
11.	Hillesjön	673800	157774	Sjö
12.	Iggön Bottenhavet	675260	157890	Kust
13.	Iggösundet	675265	157892	Kust
14.	Inre fjärden Bottenhavet	673030	157630	Kust
15.	Katrineborg	673220	157770	Kust
16.	Lundbosjön	673981	156335	Sjö
17.	Lössnaren	675975	156698	Sjö
18.	N Römaren	673470	158260	Kust
19.	Nilsessjön	670436	156650	Sjö
20.	NV Orarna	673150	158190	Kust
21.	O Orarna	673030	158350	Kust
22.	Stor-Dammsjön	676218	155988	Sjö
23.	Sälgsjön	672274	157041	Sjö
24.	Sältan	673087	157518	Kust
25.	Tolvören	675504	155840	Sjö
26.	Torkholmssjön	671640	156677	Sjö
27.	Trösken	672680	158573	Sjö
28.	Valsjön	671893	156484	Sjö
29.	Viksjön	676110	156321	Sjö
30.	Vittersjön	675166	155894	Sjö
31.	Yttre-Fjärden	673177	158168	Kust
Bollnäs kommun				
32.	Acktjärn	681852	152560	Sjö
33.	Bellsjön	678979	152723	Sjö
34.	Bergviken	679413	155519	Sjö

35.	Bjärken	682309	153577	Sjö
36.	Bodsjön	681962	153969	Sjö
37.	Bofarasjön	678788	153934	Sjö
38.	Bosjön	679873	154137	Sjö
39.	Bresiljorna	676807	152866	Sjö
40.	Brick-Örvattnet	682102	154026	Sjö
41.	Bursjön	677577	153799	Sjö
42.	Bällesjön	678855	154086	Sjö
43.	Bältbosjön	678588	154232	Sjö
44.	Djupasjön	679596	154106	Sjö
45.	Ecklingen	679481	152245	Sjö
46.	Flästasjön	681274	153278	Sjö
47.	Fäsjön	679196	154326	Sjö
48.	Gosjön	681115	154261	Sjö
49.	Gäddsjön	681624	154220	Sjö
50.	Hanstjärn	679286	153756	Sjö
51.	Herten övre	679664	153216	Sjö
52.	Hundgårdssjön	682808	153840	Sjö
53.	Hölesjön	680811	154740	Sjö
54.	Istesjön	682933	153183	Sjö
55.	Kyrkbytjärn	679200	154106	Sjö
56.	Kyrksjön	681950	153088	Sjö
57.	Kölsjön	676747	151313	Sjö
58.	Lilla Öjungen	679046	151727	Sjö
59.	Långsjön	678171	151912	Sjö
60.	Lötbodtjärn	678282	153903	Sjö
61.	Mårdnästjärn	679335	154513	Sjö
62.	Nedra Herten	679391	153415	Sjö
63.	Norra Maskinsjön	682510	154116	Sjö
64.	Norrsjön	680049	152438	Sjö
65.	Nyängestjärn	679507	154642	Sjö
66.	Orsjön	682527	153073	Sjö
67.	Ramen	677527	153059	Sjö
68.	Skidtjärn	680738	154657	Sjö
69.	Snaten	682525	153240	Sjö
70.	Snattjärnen	682501	153655	Sjö
71.	Stora Dalsjön	683377	153277	Sjö
72.	Stora Öjungen	678873	151408	Sjö
73.	Stor-Flugen	679093	152772	Sjö
74.	Storsjön	681803	154758	Sjö
75.	Södra Maskinsjön	682484	154017	Sjö

76.	Tönsen	677989	154009	Sjö
77.	Varpen	679885	153715	Sjö
78.	Voxsjön	680107	153063	Sjö
79.	Växsjön	680926	153196	Sjö
80.	Öjungen	681414	154051	Sjö
81.	Östansjöviken	679390	153370	Sjö
82.	Östersjön	680532	154508	Sjö
Hofors kommun				
83.	Ackttjärn	671742	152772	Sjö
84.	Axen	670279	153251	Sjö
85.	Ballsen	670689	152666	Sjö
86.	Bastusjön	672015	151892	Sjö
87.	Björktjärn	671164	152674	Sjö
88.	Bysjön	670368	153597	Sjö
89.	Dammsjön	670600	153129	Sjö
90.	Edsken	671169	151970	Sjö
91.	Gjusen	669690	154155	Sjö
92.	Gränjen	669796	153234	Sjö
93.	Gårdsjön	672042	152996	Sjö
94.	Hamnardammen	671539	152655	Sjö
95.	Hyn	671850	152458	Sjö
96.	Hålen	669728	153066	Sjö
97.	Hålldammen	671576	152129	Sjö
98.	Hästen	669624	153731	Sjö
99.	Kalven (Sälgsjön)	671590	153388	Sjö
100.	Krattdammen	670384	153167	Sjö
101.	Lill-Gösken	671235	152899	Sjö
102.	Långsjön	671974	152544	Sjö
103.	Lövsjön	669641	153462	Sjö
104.	Malmjärn	670747	154000	Sjö
105.	Mosen	669579	153712	Sjö
106.	Mörsen	670126	153202	Sjö
107.	Nedre Dammen	670278	154582	Sjö
108.	Nyhyttedammsjön	670103	153410	Sjö
109.	Skessen	670476	153235	Sjö
110.	Stillaren	670103	154037	Sjö
111.	Stora Kröntjärn	671832	152967	Sjö
112.	Stor-Gösken	671091	153297	Sjö
113.	Sälgsjön	670648	153328	Sjö
114.	Tjärnan	671272	153980	Sjö
115.	Tolven	671748	152475	Sjö

116.	Torshyttedammsjön	670201	153251	Sjö
117.	Åstjärn	670927	153427	Sjö
118.	Ängessjön	671875	151978	Sjö
119.	Översjön	671604	153122	Sjö
120.	Övre Dammen	670115	154602	Sjö
Hudiksvalls kommun				
121.	Aftonsjön	684341	158947	Sjö
122.	Alsjön	684314	155001	Sjö
123.	Alsjösjön	687824	153353	Sjö
124.	Blacksåstjärnen	683789	155174	Sjö
125.	Bottentjärnen	683977	155509	Sjö
126.	Bromsvallssjön	685519	156348	Sjö
127.	Bromsvallssjön	685519	156348	Sjö
128.	Bässesjön	682132	155994	Sjö
129.	Drevisfjärden	684665	157552	Sjö
130.	Finnsjön	685857	155751	Sjö
131.	Funstasjön	684616	155784	Sjö
132.	Fuskåssjön	683428	155393	Sjö
133.	Färdsjötjärnen	684982	157672	Sjö
134.	Gackerön-Brusen	683980	158050	Kust
135.	Gansesjön	685796	157081	Sjö
136.	Gryttjen	685304	152337	Sjö
137.	Hansesjön	684577	154814	Sjö
138.	Harmångeråns mynning	686184	158070	Vattendrag
139.	Håckstaviken	684665	157953	Sjö
140.	Håknorrbosjön	684981	154110	Sjö
141.	Hålsjön	683346	155929	Sjö
142.	Hålsjön	683346	155929	Sjö
143.	Hälsen	682315	154434	Sjö
144.	Hälsen	682315	154434	Sjö
145.	Iggsjön	683996	156745	Sjö
146.	Ingan	685000	155593	Sjö
147.	Kattjärn	684758	154311	Sjö
148.	Kyrksjön	684491	156140	Sjö
149.	Källsjön	683582	154935	Sjö
150.	Kösen	683685	156109	Sjö
151.	Lennsjösjön	687800	154226	Sjö
152.	Lillbosjön	684926	153272	Sjö
153.	Lill-Nien	683120	154174	Sjö
154.	Lillvallssjön	683888	154049	Sjö
155.	Lockjärv	689367	152848	Sjö

156.	Loppesjön	684795	154562	Sjö
157.	Lorttjärn	683576	154828	Sjö
158.	Långsjön	684265	157210	Sjö
159.	Långtjärn	683707	154829	Sjö
160.	Långvindsfjärden	681720	157100	Kust
161.	Masksjön	686196	157553	Sjö
162.	Masksjön	686196	157553	Sjö
163.	Mellansjön	684327	155417	Sjö
164.	Mjuggsjön	683344	155338	Sjö
165.	Njutångerfjärden	683340	156740	Kust
166.	Norra Dellen	686066	154297	Sjö
167.	Norstafjärden	685425	157801	Sjö
168.	Nyvallssjön	684189	154075	Sjö
169.	Oppsjösjön	684594	154552	Sjö
170.	Prästvallssjön	683804	154585	Sjö
171.	Redsjösjön	683036	155556	Sjö
172.	Rosjön	684324	154692	Sjö
173.	Råbosjön	685714	156527	Sjö
174.	Saltspannviken	685981	158014	Kust
175.	Saltvik-Hudiksvallsfjärden	684090	157620	Kust
176.	Sjösjö	684521	155715	Sjö
177.	Skarplyckasjön	683249	156639	Sjö
178.	Skogsjön	685073	154162	Sjö
179.	Skäråssjön	687467	154416	Sjö
180.	Sorgbosjön	684019	155446	Sjö
181.	St Skärsjön	684063	156700	Sjö
182.	Stensjön	686181	155596	Sjö
183.	Stornien	683200	155103	Sjö
184.	Storsjön	683933	156275	Sjö
185.	Stor-Yan	684198	156356	Sjö
186.	Stultsjön	682543	154796	Sjö
187.	Svartvallstjärnen	683764	154705	Sjö
188.	Sättjärasjön	685212	153954	Sjö
189.	Södra Dellen	684961	155569	Sjö
190.	Södra Julingstjärn	683865	154584	Sjö
191.	Sörsjön	684289	155378	Sjö
192.	Tolocksjön	682810	155405	Sjö
193.	Vallaviken-Hudiksvallsfjärden	684350	157870	Kust
194.	Vikarsjön	684061	157200	Sjö
195.	Vintergatsfj Bottenhavet	683780	157250	Kust
196.	Vålåssjön	684846	154101	Sjö

197.	Ångersjön	682303	156221	Sjö
198.	Örvallssjön	684091	154381	Sjö
Ljusdals kommun				
199.	Acksjön	682807	147535	Sjö
200.	Björnsjön	686773	151753	Sjö
201.	Björssjön	686404	148957	Sjö
202.	Bodasjön	684897	151862	Sjö
203.	Borrsjön	685718	151314	Sjö
204.	Breasen	686069	149147	Sjö
205.	Buvallssjön	686706	146636	Sjö
206.	Båthussjön	687816	146765	Sjö
207.	Dåasen	684554	147191	Sjö
208.	Fågelsjön	685424	143841	Sjö
209.	Fönesjön	685790	150203	Sjö
210.	Gebbaren	685670	147770	Sjö
211.	Gräningen	690005	148029	Sjö
212.	Grötvallssjön	687227	147084	Sjö
213.	Gunnarbosjön	686119	152707	Sjö
214.	Gällsjön	683674	147917	Sjö
215.	Harsasjön	683402	150847	Sjö
216.	Hedstatjärn	686592	150489	Sjö
217.	Hennan	687931	150527	Sjö
218.	Hybosjön	685321	151892	Sjö
219.	Håvratjärnen	686014	149648	Sjö
220.	Häckelassjön	688442	149060	Sjö
221.	Hästskosjön	685537	146219	Sjö
222.	Hötjärnen	683611	145325	Sjö
223.	Kalvsjön	683927	152686	Sjö
224.	Karsjön	685952	147232	Sjö
225.	Kerstasjön	687498	147024	Sjö
226.	Klockarsjön	688055	151349	Sjö
227.	Kyrkbytjärnen	684554	146653	Sjö
228.	Kyrksjön	685664	151427	Sjö
229.	Kårsjön	687446	147340	Sjö
230.	Kölsjön	685937	148363	Sjö
231.	Kölströmmen	686716	149143	Vattendrag
232.	Letssjön	686412	150914	Sjö
233.	Lillhamrasjön	682476	146173	Sjö
234.	Ljusnan, Laforsmagasinet	687012	148389	Sjö
235.	Lossjön	684348	147005	Sjö
236.	Lostersjön	687102	150702	Sjö

237.	Lången öv.o.nedre	683046	147946	Sjö
238.	Mansjön	682880	147246	Sjö
239.	Measen	687303	147174	Sjö
240.	Milsjön	683890	151336	Sjö
241.	Myrsjön	685489	143883	Sjö
242.	Nappo	684088	144583	Sjö
243.	Nedra Kölsjön	684636	143964	Sjö
244.	Nedre Enskogssjön	687283	148413	Sjö
245.	Nedre Sillersjön	686771	147748	Sjö
246.	Nöungen	682851	147844	Sjö
247.	Rensjön	682669	145669	Sjö
248.	Sandsjön	683067	144879	Sjö
249.	Sellingen	685048	147582	Sjö
250.	Sidskogssjön	682930	150447	Sjö
251.	Skråstjärnen	686578	152009	Sjö
252.	Skålbosjön	684782	151617	Sjö
253.	Skålvallsjön	687014	149086	Sjö
254.	Sorttjärnen	684639	151796	Sjö
255.	Stensjön	683673	154083	Sjö
256.	Stora Mörtsjön	684739	152905	Sjö
257.	Storhamrasjön	682688	146099	Sjö
258.	Stor-Jättsjön	685975	144629	Sjö
259.	Storryggen	685107	146358	Sjö
260.	Storsillret	686117	146325	Sjö
261.	Storsjön	687261	150660	Sjö
262.	Stråsjön	684570	150274	Sjö
263.	Svartsjöarna, Stora	687083	152050	Sjö
264.	Svartsjön	686642	146515	Sjö
265.	Sånghussjön	684809	149711	Sjö
266.	Tevansjön	688502	148220	Sjö
267.	Tevsjön	683800	152100	Sjö
268.	Uvåsjön	684077	152610	Sjö
269.	Valåssjön	683260	152100	Sjö
270.	Vålsjön	684726	152523	Sjö
271.	Vås	683831	150165	Sjö
272.	Väster-Bursjön	683787	150304	Sjö
273.	Ygssjön	685377	150606	Sjö
274.	Älgtjärnen	684029	153761	Sjö
275.	Ängratörn	686703	147800	Sjö
276.	Örasjön	689237	150079	Sjö
277.	Öster-Våsen	689403	148441	Sjö

278.	Övre Enskogssjön	687365	148352	Sjö
279.	Övre Lomsjön	683261	147086	Sjö
280.	Övre Stugusjön	686666	148593	Sjö
Nordanstigs kommun				
281.	Bjärtsjön	686183	156234	Sjö
282.	Bälingsjön	687705	157567	Sjö
283.	Harsjön	686482	157588	Sjö
284.	Hasselasjön	688400	155279	Sjö
285.	Holsjön	686516	156543	Sjö
286.	Jättendalssjön	687338	157862	Sjö
287.	Kittesjön	686715	156491	Sjö
288.	Kyrksjön	686762	157622	Sjö
289.	Lindsjön	689401	153755	Sjö
290.	Långviken	686137	157945	Kust
291.	Mellanfjärden	687240	158040	Kust
292.	Skarhålsjön	689285	158183	Sjö
293.	Stensjön	689727	152843	Sjö
294.	Storsjön	687058	157146	Sjö
295.	Sågtäktsviken (Strömsbruk)	686079	157931	Kust
296.	Sörsjön	687212	156130	Sjö
297.	Norrsjön	686295	157937	Sjö
298.	Vattlångssjön	686536	156964	Sjö
299.	Villsjön	689289	157026	Sjö
Ockelbo kommun				
300.	Björkången	676825	156057	Sjö
301.	Bysjön	675340	154967	Sjö
302.	Ekaren	676465	155167	Sjö
303.	Flaxtjärnen	674739	154204	Sjö
304.	Grästjärnen	676823	154081	Sjö
305.	Hammarsjön	674792	154889	Sjö
306.	Hedsjön	675905	152415	Sjö
307.	Hällsjön	674068	155702	Sjö
308.	Jädern	675614	152673	Sjö
309.	Klubbäckssjön	676708	155203	Sjö
310.	Kroksjön	676738	153403	Sjö
311.	Lill-rännsjön	675163	154664	Sjö
312.	Lillvantjärn	675373	155676	Sjö
313.	Lill-Vrången	677238	154283	Sjö
314.	Lingan	676889	155136	Sjö
315.	Långsjön	673893	155114	Sjö
316.	Melltjärnen	674661	154277	Sjö

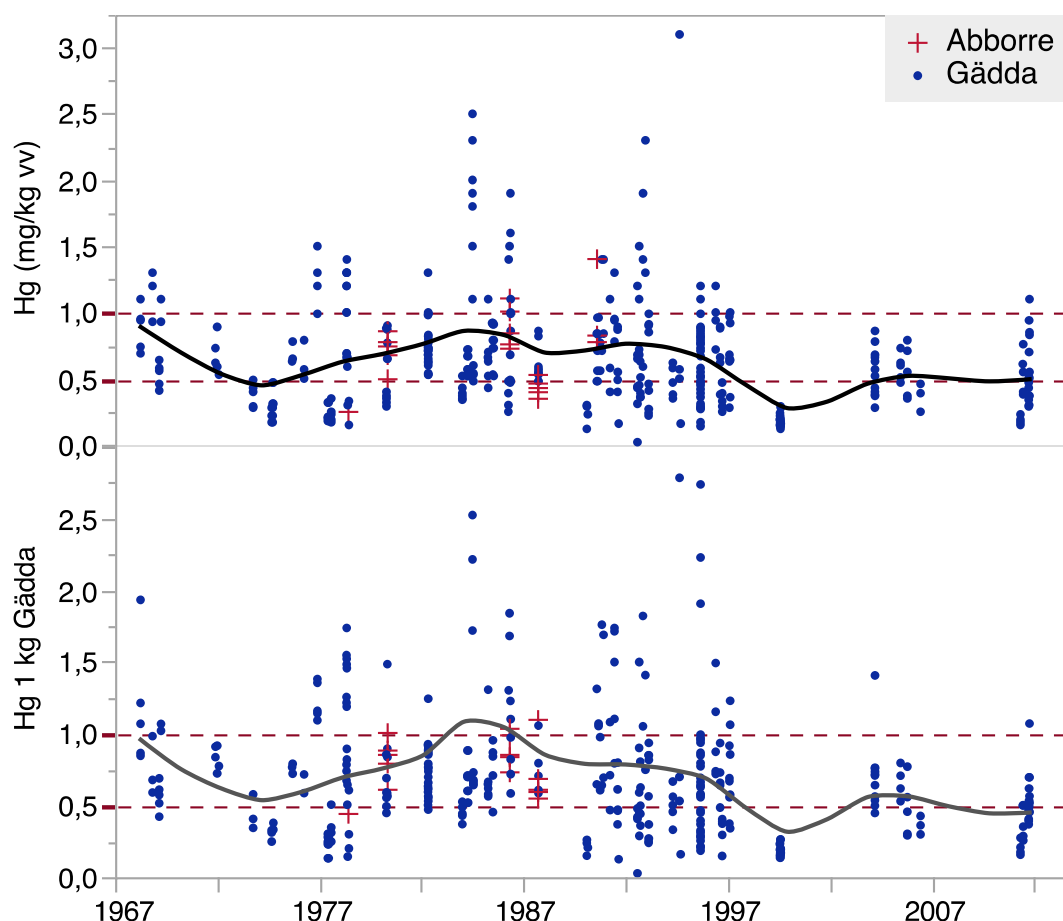
317.	Måcksjön	675313	153323	Sjö
318.	Mångeln	674761	154550	Sjö
319.	Mörttjärnen	676614	153755	Sjö
320.	Norrbosjön	675803	154553	Sjö
321.	Rönnsback-Holmsjön	675352	152822	Sjö
322.	Stensjön	675186	152562	Sjö
323.	Stor-Kvisjön	676032	153100	Sjö
324.	Stor-Rännsjön	675122	154669	Sjö
325.	Sågtjärnen	675322	155831	Sjö
326.	Tansen	674873	153845	Sjö
327.	Timsen	676283	151930	Sjö
328.	Vallsjön	675604	154392	Sjö
329.	Ycklaren	675086	155236	Sjö
Ovanåkers kommun				
330.	Amungen	677097	149458	Sjö
331.	Enstabosjön	681277	151079	Sjö
332.	Flugen	680013	150818	Sjö
333.	Fläten	678280	149670	Sjö
334.	Grycken	682516	147881	Sjö
335.	Kalven	682926	148945	Sjö
336.	Kyrktjärn	680334	151461	Sjö
337.	Lillrösten	681424	151778	Sjö
338.	Lill-Öjungen	683094	148219	Sjö
339.	Loftssjön	681247	149066	Sjö
340.	Långgrösten	681505	151345	Sjö
341.	Mållången	679363	150312	Sjö
342.	Norrsjön	680476	151816	Sjö
343.	Råttjärnasjön	681160	148743	Sjö
344.	Råkasjöarna	681145	147709	Sjö
345.	St Glittern	677206	150218	Sjö
346.	Stor Öjungen	682894	148645	Sjö
347.	Stugsjön	682855	149356	Sjö
348.	Sässman	680617	150508	Sjö
349.	Tälningen	678764	149841	Sjö
350.	Ullungen	680789	150100	Sjö
351.	Vägnan-Döholmen	680551	150601	Sjö
352.	Östra Nyasen	680990	150535	Sjö
353.	Övre Tälningen	679283	149349	Sjö
Sandvikens kommun				
354.	Färnebofjärden	668552	155740	Sjö
355.	Gysingen	668656	156180	Vattendrag

356.	Gäddtjärnen	672479	152743	Sjö
357.	Holmsjön	673564	153521	Sjö
358.	Långsjön	673534	153381	Sjö
359.	Lång-Sjön	669631	154732	Sjö
360.	Näsbysjön	671665	154266	Sjö
361.	Oppsjön	669265	154402	Sjö
362.	Ottbaren	671105	154223	Sjö
363.	Stensjön	672914	153398	Sjö
364.	Storsjön	672215	156026	Sjö
365.	Svinsjön	672233	152602	Sjö
366.	Tunasjön	672468	155250	Sjö
367.	Vettsjön	673398	154783	Sjö
368.	Vällingen	673387	155022	Sjö
369.	Ältebosjön	671367	154163	Sjö
370.	Öjaren	672883	155647	Sjö
371.	Övre Sandsjön	674128	153917	Sjö
Söderhamns kommun				
372.	Alebosjön	681231	156267	Sjö
373.	Baggsundet	679988	157255	Kust
374.	Bocksjön	680218	155645	Sjö
375.	Bottenhavet, Vallvik-Granön	678510	157410	Kust
376.	Djupvik, Bottenhavet	679280	157470	Kust
377.	Draggan	677377	155476	Sjö
378.	Florsjön	679755	155350	Sjö
379.	Flugan	677513	155103	Sjö
380.	Färssjön	679869	156914	Sjö
381.	Förtjärnen	678084	155337	Sjö
382.	Gosjön	677506	156174	Sjö
383.	Granö-insjön	677602	157284	Sjö
384.	Hemsjön	677649	154555	Sjö
385.	Henningsesjön	678203	154853	Sjö
386.	Härnbosjön	677797	155153	Sjö
387.	Inr Norrfjärd Bottenhavet	680030	157220	Kust
388.	Järsjön	681168	155957	Sjö
389.	Järvsjön	678677	156613	Sjö
390.	Krankriketjärnen	677160	155898	Sjö
391.	Kultebosjön	677904	157242	Sjö
392.	Lillsjön	677917	154609	Sjö
393.	Lindesjön	681746	155711	Sjö
394.	Ljusne Strömmar	678950	156800	Vattendrag
395.	Ljustjärnen	676994	155593	Sjö

396.	Losesjön	680992	156506	Sjö
397.	Långbrobodsjön	681879	155233	Sjö
398.	Marmen	679231	156470	Sjö
399.	Mellan-Billingen	678552	156082	Sjö
400.	Mörtsjön	678565	155967	Sjö
401.	Nedre Kyrktjärnen	677975	155420	Sjö
402.	Norn	677815	155344	Sjö
403.	Norr-Järnasjön	681590	155004	Sjö
404.	Norrtjärn	680890	155870	Sjö
405.	Näsfjärden	677318	155588	Sjö
406.	Skavsjön	680984	155761	Sjö
407.	Skenstaviken	680431	156661	Sjö
408.	St Mosiesjön	678242	155582	Sjö
409.	Stora Mosisjön	678306	156818	Sjö
410.	Storbillingen	678617	155971	Sjö
411.	Storsjön	677566	154807	Sjö
412.	Stor-Skärjan	677178	156659	Sjö
413.	Stugtjärnen	677477	155910	Sjö
414.	Sunnäsfjärden	677779	157328	Kust
415.	Svansjön	678510	156312	Sjö
416.	Sörsjön	677603	155348	Sjö
417.	Tannsjön	680732	155527	Sjö
418.	Trosstjärn	682176	154818	Sjö
419.	Tygstabodsjön	681093	155029	Sjö
420.	Tönnebro	677088	156297	Sjö
421.	Tönnångers-Gisslingen	677758	155713	Sjö
422.	Tönnångerssjön	677548	155629	Sjö
423.	Vis-storsjön	680536	155492	Sjö
424.	Västansjön	682041	154853	Sjö
425.	Yttre Söderhamnsfjärden, Åsbac	679686	157221	Kust
426.	Östertjärn	680718	155872	Sjö

BILAGA 2 Gävle kommun

Under perioden 1968-2011 har kvicksilverhalter i 420 fiskar från 33 vatten rapporterats från Gävle kommun (Fig. 6). Ingen tydlig trend kan ses under perioden som domineras nästan helt av gädda. Flera av de högsta Hg-halterna återfinns i kustområden, t.ex. Sikvik, vilket troligtvis beror på tidigare utsläpp från pappersmassaindustrier. Det finns begränsat med Hg-data efter år 2000 men Gävle kommun har deltagit i de senaste årens kartläggning med gäddor från sex vatten.



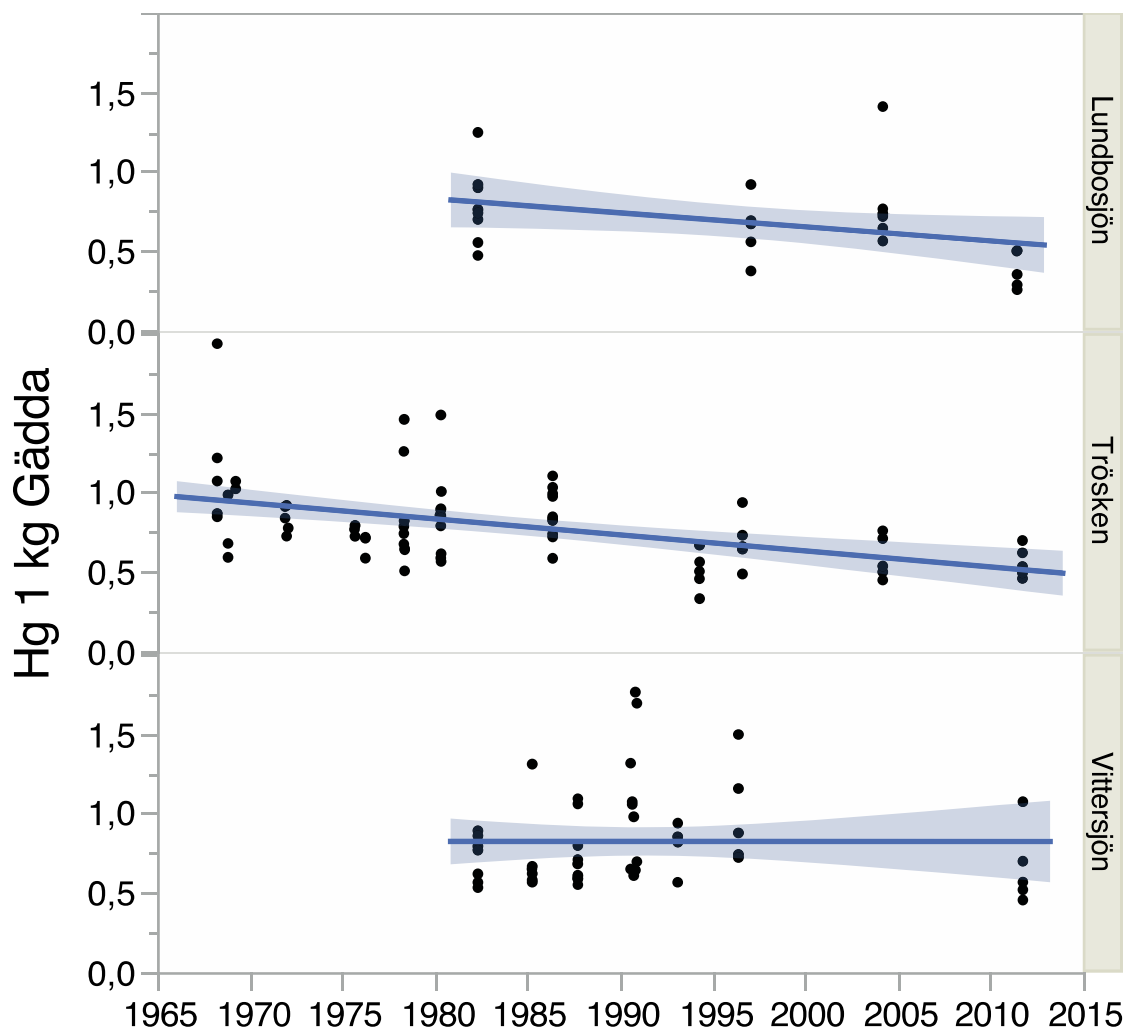
Figur 6. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Gävle kommun under mer än 40 år. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Fyra sjöar och två fjärdar undersöktes efter år 2000 i Gävle kommun, totalt 177 gäddor analyserades under de senaste 13 år. Uppmätta kvicksilverhalter i gäddor varierade mellan 0,15-1,1 mg/kg våtvikt. Median-värdena var under gränsvärdet (1,0 mg/kg våtvikt) i samtliga vatten i kommunen (se tabell 3). Enstaka gäddor hade kvicksilverhalterna över gränsvärdet i sjöarna Vittersjön och Trösken.

Förslag på övervakningsvatten

Det finns tre sjöar i Gävle kommun som har bra förutsättningar för fortsatt eller återupptagen tidsserieövervakning (Fig. 7). Mest undersökt är **Trösken**. Sjön är visserligen påverkad av vatten

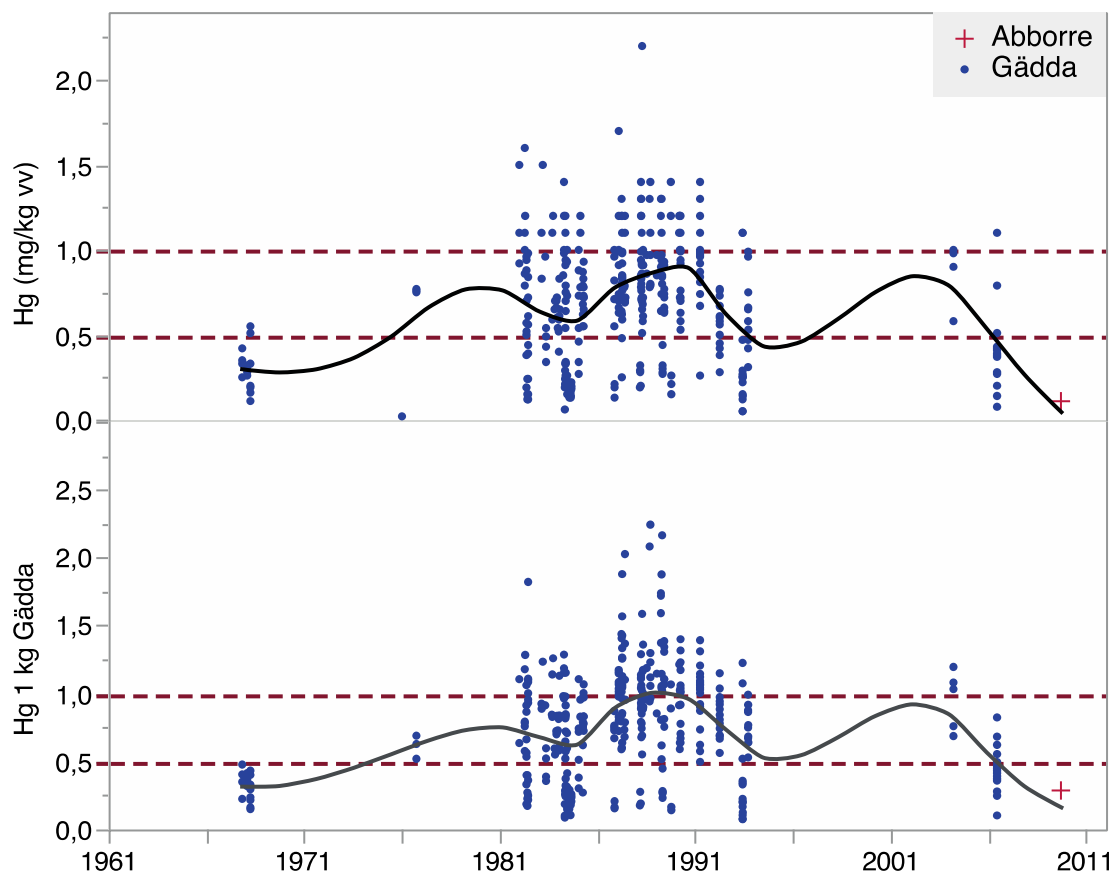
som pumpats från Dalälven men Hg i gädda har undersökts relativt regelbundet sedan 1968 och halterna har minskat under perioden. **Lundbosjön** har provtagits vid fyra tillfällen varav de tre senaste sammanfaller i tid med Trösken och likhet med den sjön verkar halterna ha sjunkit i **Lundbosjön**. **Vittersjön** provtogs regelbundet under perioden 1982 till 1996 varefter det dröjde ända till 2011 innan sjön undersöktes igen. Halterna ser inte ut att ha förändrats under längre tiden.



Figur 7. Kvicksilver i gädda i tre sjöar i Gävle kommun med förutsättningar till fortsatt eller återupptagen tidsserieövervakning.

BILAGA 3 Sandviken kommun

Under perioden 1967-2009 har kvicksilver mätts i 398 gäddor och en abborre från sammanlagt 24 sjöar (Fig. 8). Undersökningarna var intensivast under åren 1982-1993, därefter finns endast ett fåtal Hg-analyser i fisk. Under senare år finns mycket få mätningar och Sandvikens kommun har hittills inte utnyttjat tillfället att vara med i Länsstyrelsens övervakning.

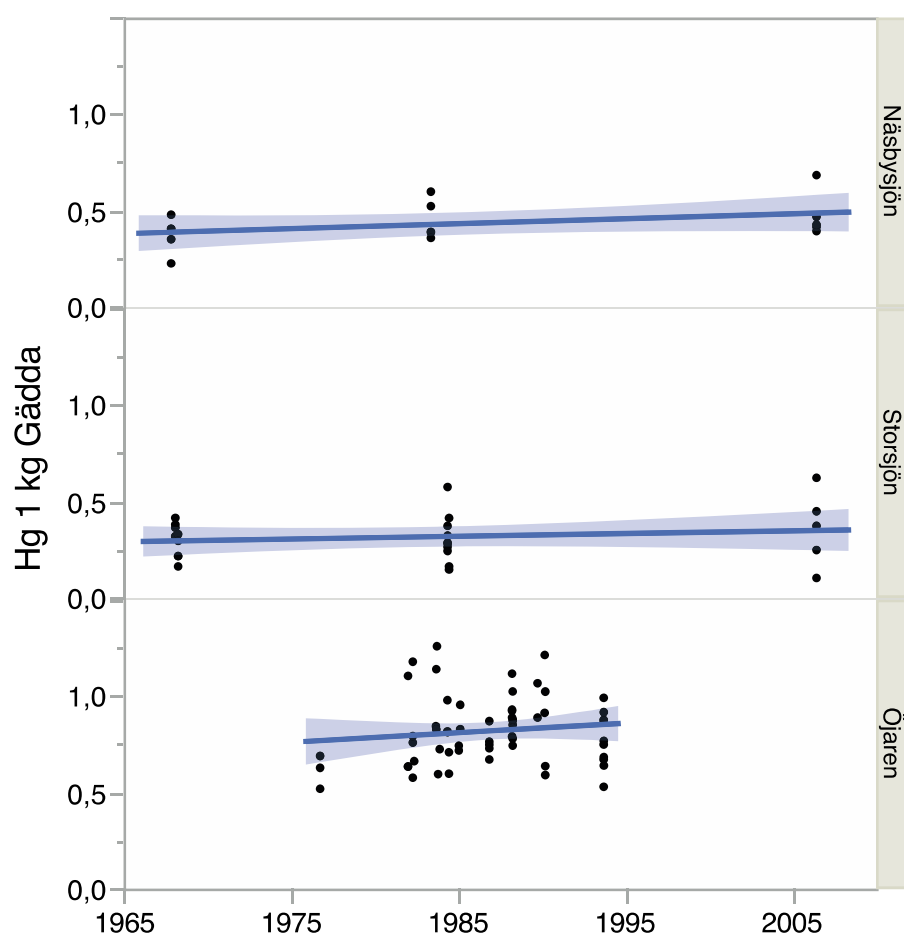


Figur 8. Kviksilverkoncentration i fiskmuskel i Sandvikens kommun. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Totalt fyra sjöar har undersökts minst en gång efter år 2000 i kommunen. I de undersökta sjöarna varierade kvicksilverhalterna mellan 0,13–1,0 mg/kg våtvikt. Median-värdena var under gränsvärdet (1,0 mg/kg våtvikt) i samtliga vatten i kommunen (se tabell 3). Enstaka gäddor hade kvicksilverhalter över gränsvärdet i Gäddtjärnen.

Förslag på övervakningsvatten

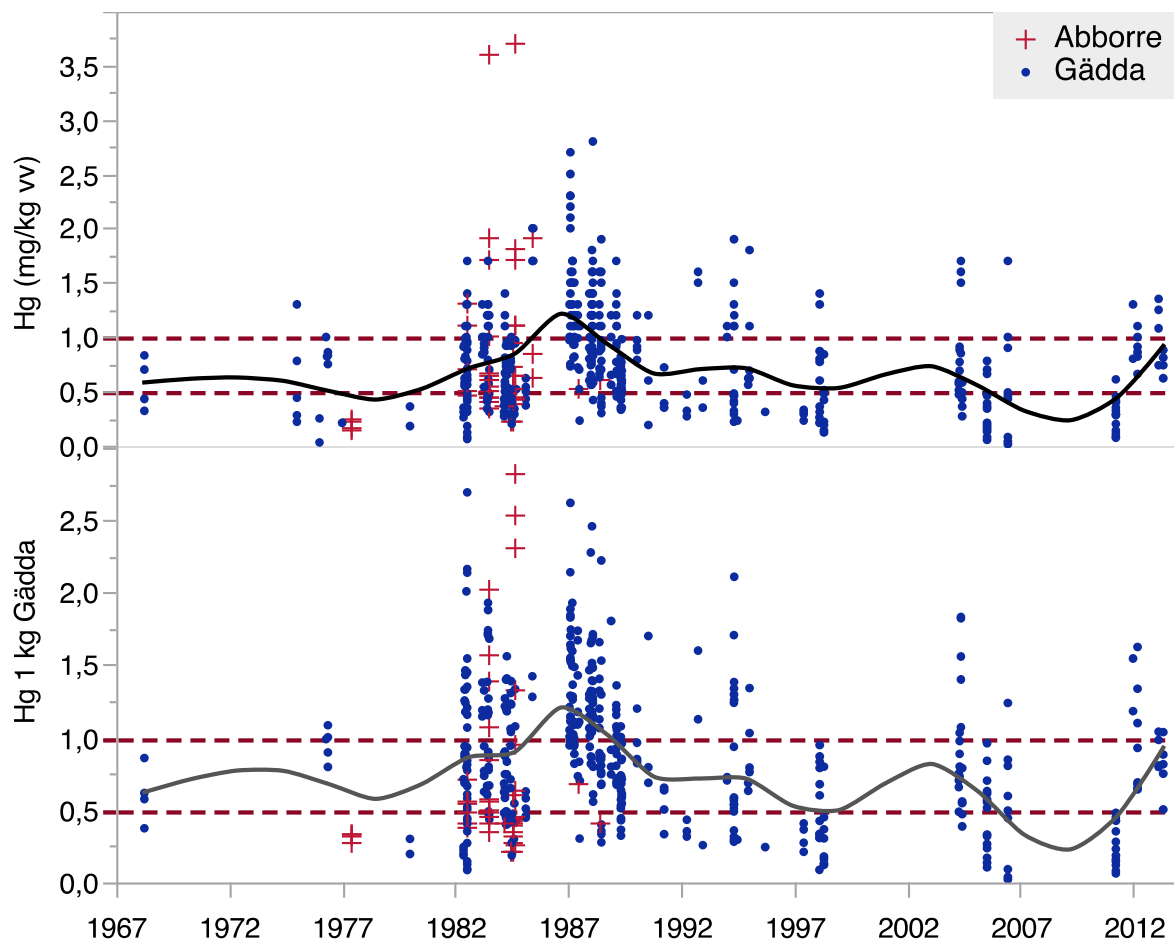
Det finns inga långa tidsserier med regelbunden provtagning. I två sjöar, **Näsbyjön** och **Storsjön**, har det tagits prover senast år 2006 och erbjuder en viss tillbakablick då båda har undersökts under 1960- och 1980-talen. En sjö som tyvärr saknar nya mätningar men provtagits ganska intensivt tidigare är **Öjaren** där halterna var höga under 1980-talet (Fig. 9).



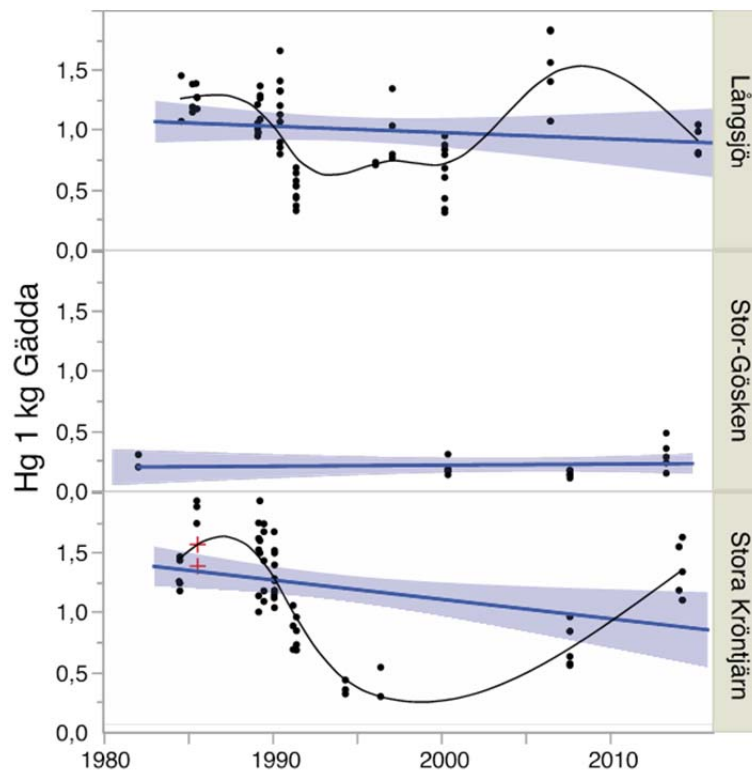
Figur 9. Kvicksilver i en kilos-gädda tre sjöar i Sandvikens kommun.

BILAGA 4 Hofors kommun

Under perioden 1968-2013 har kvicksilverhalter rapporterats i 551 fiskar från 48 vatten i Hofors kommun (Fig. 10). Stor aktivitet under 1980 talet med framförallt kvicksilver i gädda men även en del abborre, därefter enstaka insatser och enbart gädda. Fyra sjöar har dock provtagits två eller fler gånger sedan år 2000. Det finns en tendens till minskande halter sedan 1980-talet men flera sjöar uppvisar höga Hg-halter även under senare år. Hofors kommun har undersökt de senaste åren Hg i gädda mera intensivt under perioden 2011-2013. Totalt 35 fiskar från 8 sjöar har skickats för analys.



Figur 10. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Hofors kommun under mer än 40 år. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.



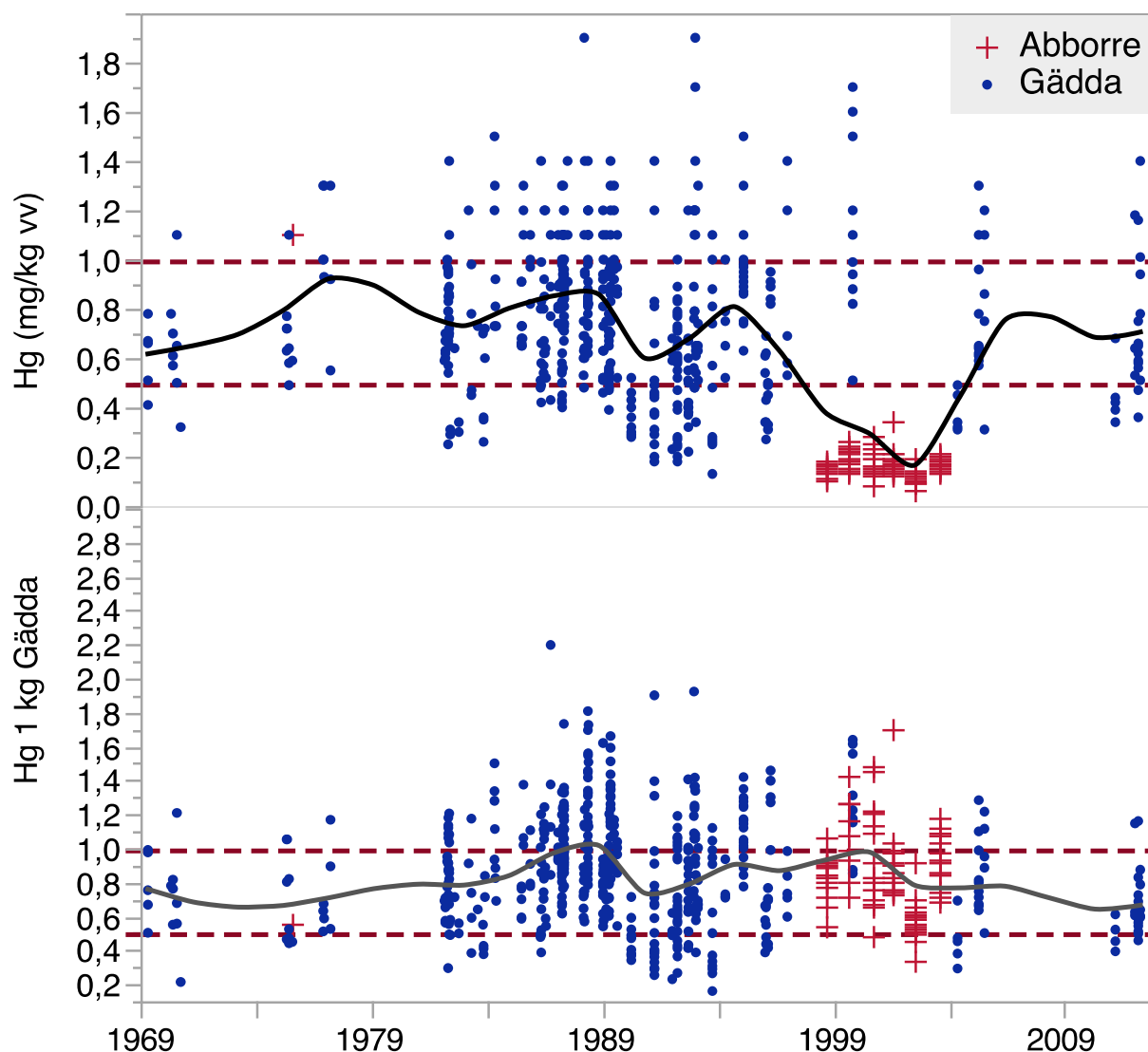
Figur 11. Kvicksilver i gädda i tre sjöar i Hofors kommun med förutsättningar till fortsatt tidsserieövervakning.

Förslag på övervakningsvatten

Det saknas egentligen sjöar i Hofors med bra tidsserier. **Stor-Gösken** och även närliggande **Lill-Gösken** är sjöar som har förvisso provtagits glesst men under lång tid (Fig. 11). Hg-koncentrationen i gädda är låg och ser ut att ha varit relativt oförändrad de senaste 30 åren. **Långsjön** och **Stora Kröntjärn** har undersökts vid fler tillfällen och uppvisar en intressant men komplex dynamik (Fig. 12). Den kraftiga mellanårsvariationen och de relativt höga halterna föranleder misstanke om lokala störningar. Långsjön och Stora Kröntjärn har kalkats för att sänka Hg-halterna mellan 1987-1998 och respektive 1987-2005 inom projekt "Kalkning-Kvicksilver-Cesium" under 1990-talet (Länsstyrelsen Gävleborg, 1992). Stora Kröntjärn verkar halten i gädda troligtvis ha ökat under senare år.

BILAGA 5 Ockelbo kommun

Under perioden 1969-2012 har kvicksilver analyserats i 656 fiskar, främst gädda men även abborre, från 33 sjöar inom Ockelbo kommun (Fig. 12). De flesta analyser gjordes under 1980- och 1990-talet därefter är det gles bortsett från årlig tidsserie med Hg i abborre 1998-2003 (von Wachenfeldt, 2010). Ockelbo kommun har analyserat kvicksilver i gädda: 24 fiskar från fyra sjöar under perioden 2011-2012.

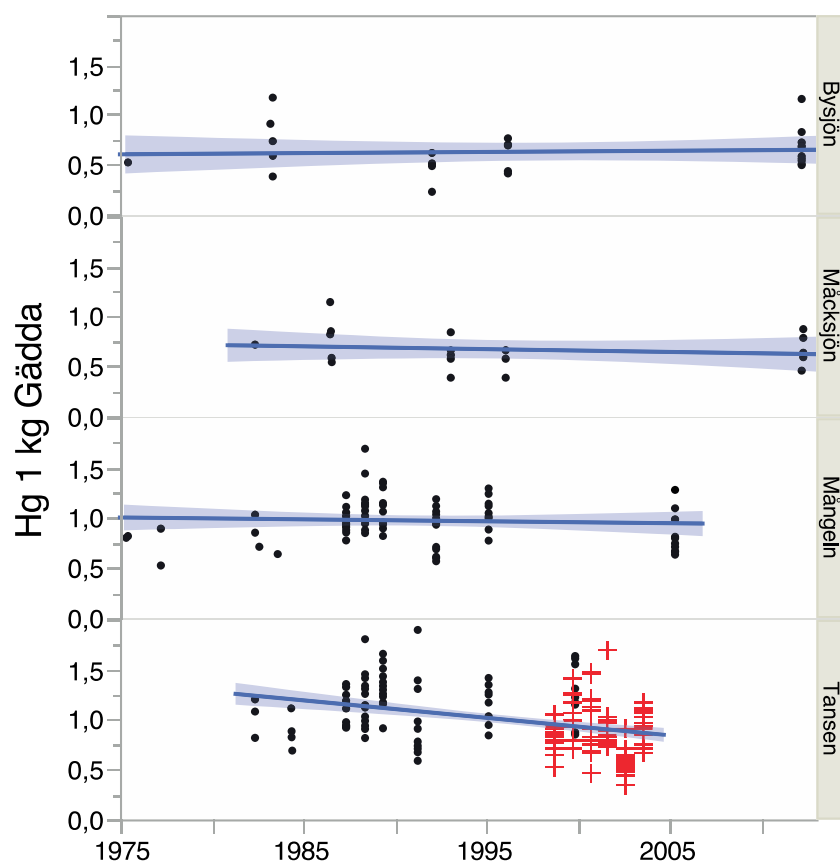


Figur 12. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Ockelbo kommun. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

Fyra sjöar lyfts fram som intressanta för övervakningen (Fig. 13). **Bysjön** och **Måcksjön** har provtagits så sent som 2012. Dessförinnan finns fyra provtagningar längre bakåt i tiden. **Mångeln** har Hg-data från relativt många tillfällen även om det blev fram till den senaste observationen från 2005.

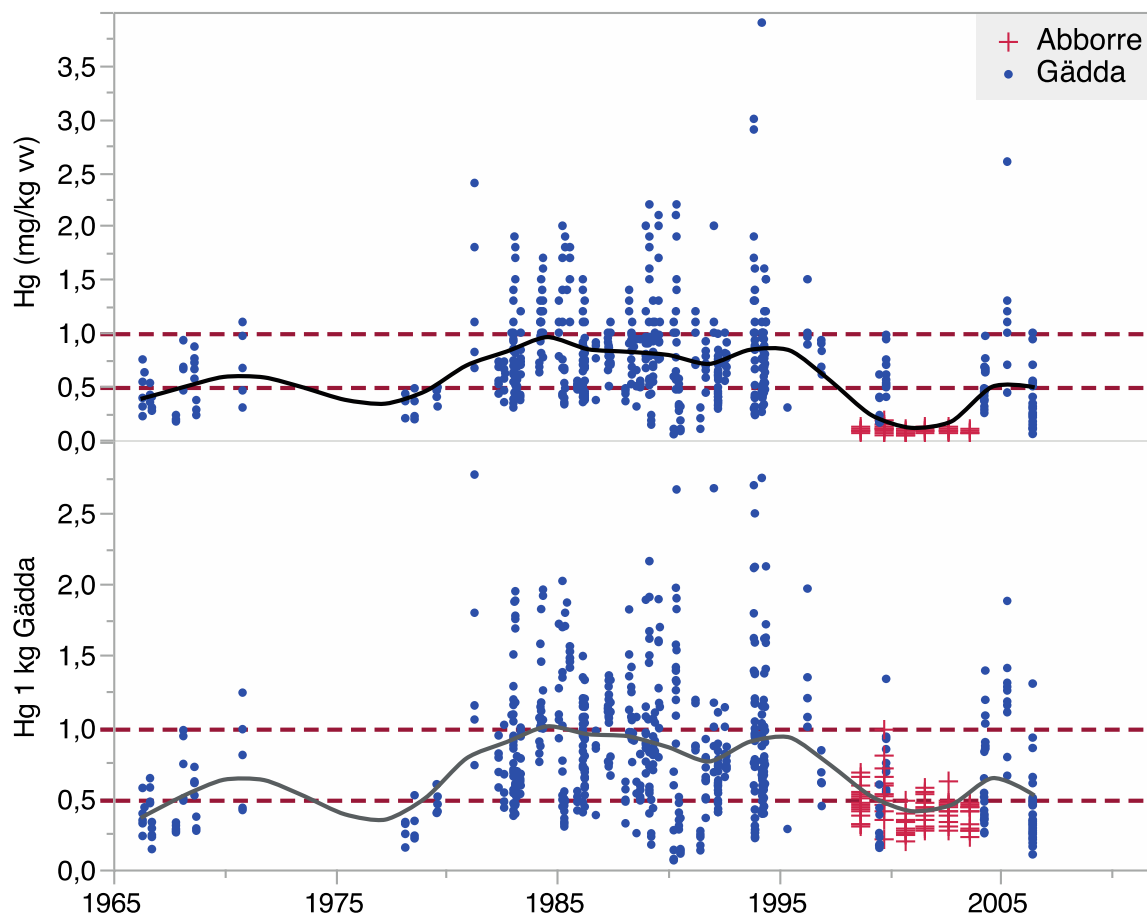
Mångeln har kalkats under perioden 1989-2007. Flest provtagningstillfällen finns för **Tansen**, där man särskilt kan överväga om den årliga provtagningen av abborre skall återupptas.



Figur 13. Kvicksilver i gädda (•) och abborre (+) fyra sjöar i Ockelbo kommun.

BILAGA 6 Söderhamn kommun

Under perioden 1966-2006 har kvicksilver uppmätts i 709 fiskar från 57 vatten i Söderhamns kommun (Fig. 14). Flertalet är gäddor men under perioden 1998-2003 mättes kvicksilver årligen i småabborre i Gosjön inom ramen för ett regionalt miljöövervakningsprogram (von Wachenfeldt, 2010).

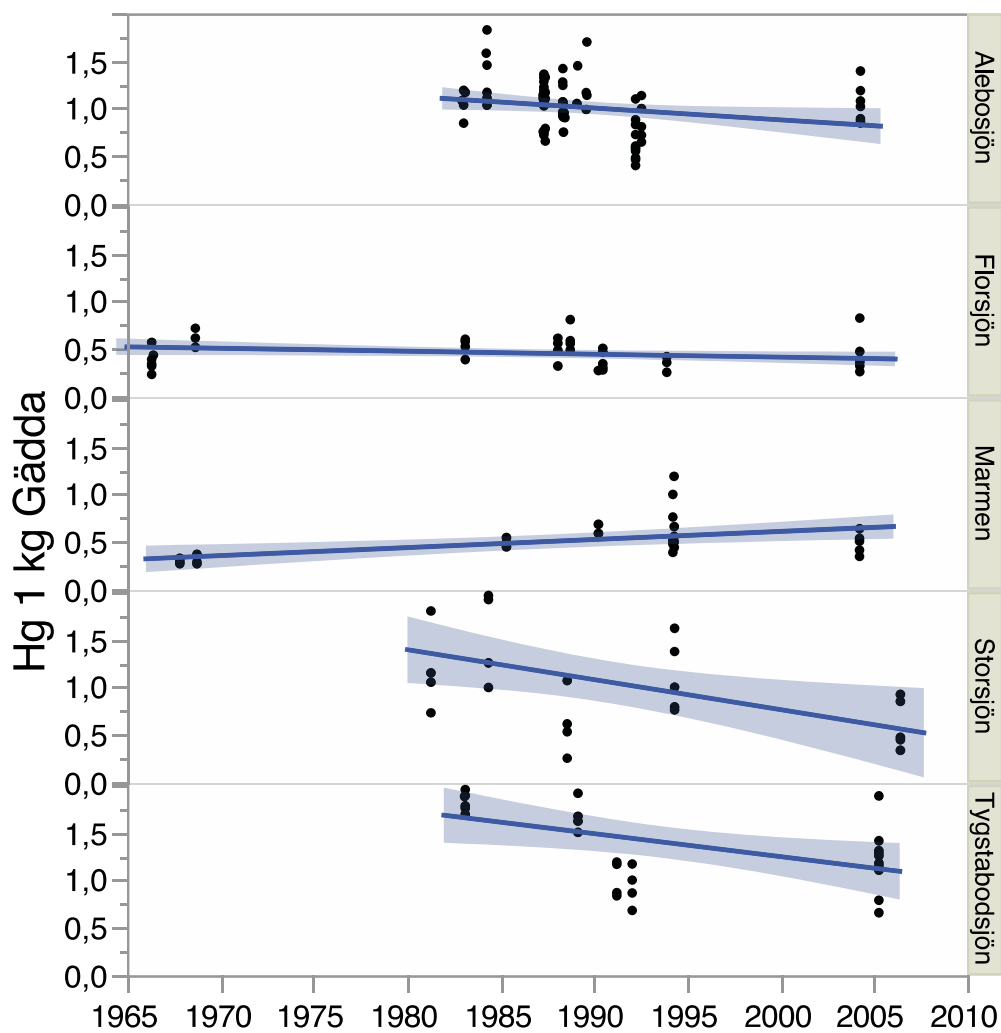


Figur 14. Kvicksilverkoncentration i gädda och abborre från vatten i Söderhamns kommun. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

Söderhamns kommun uppvisar liksom länet i stort en stark koncentration av mätningar kring åren 1983-1995. Flera sjöar har dock provtagits igen under 2000-talet och tidigare mätningar kan alltså användas för att studera haltutvecklingen över längre perioder. Figur 15 visar kvicksilverkoncentration i gädda från fem sjöar över tid: **Alebosjön, Florsjön, Marmen, Storsjön** och **Tygstabodsjön**. I Florsjön och Marmen finns även data från slutet av 1960-talet. I Storsjön och Tygstabodsjön med tidigare höga halter finns en tendens till sjunkande Hg-koncentrationer.

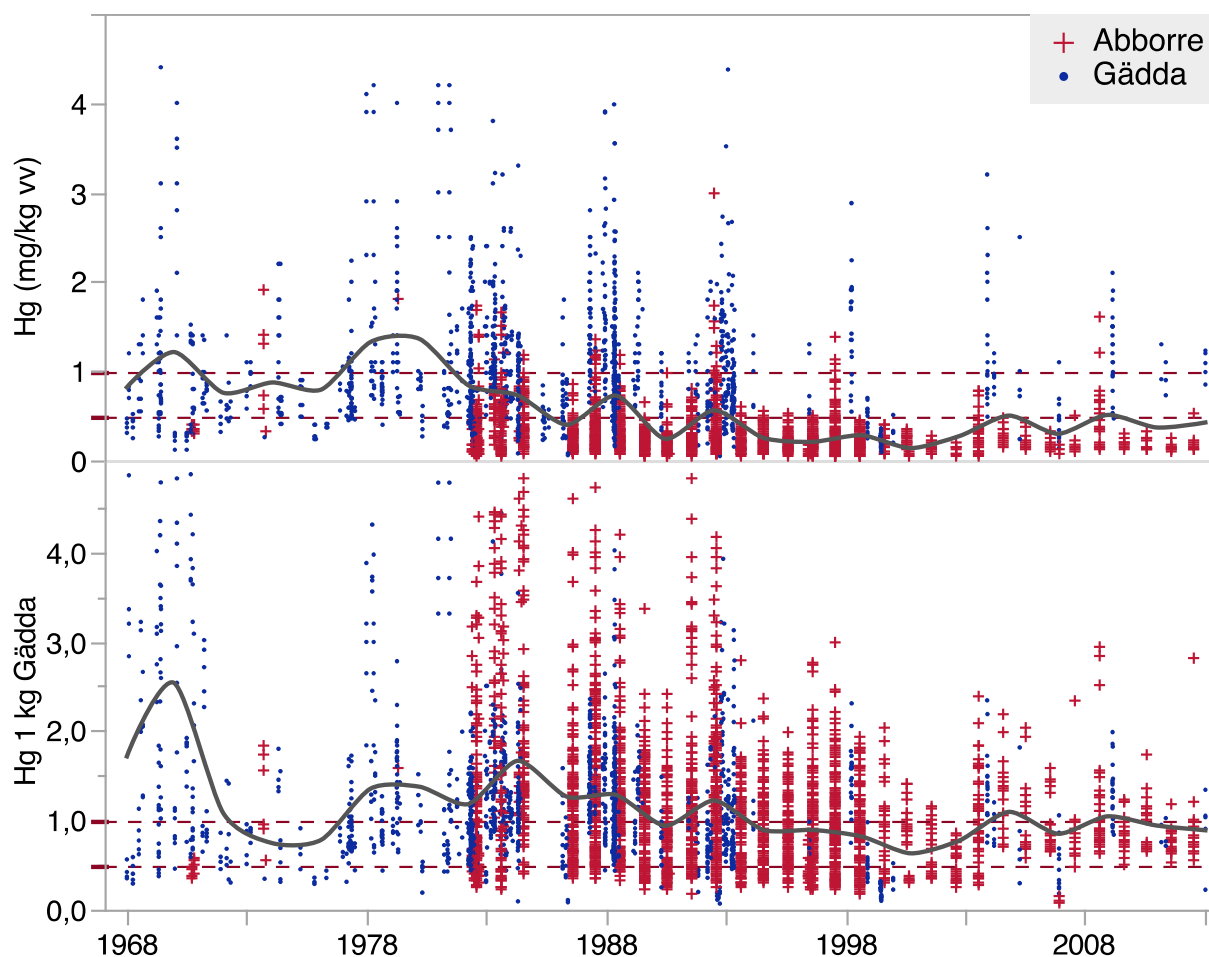
Alebosjön har kalkats under perioden 1987-1992 för att minska Hg-halten i fisk (Länsstyrelsen Gävleborg, 1992)



Figur 15. Tidsserier av kvicksilver i gädda från fem sjöar i Söderhamns kommun.

BILAGA 7 Hudiksvall kommun

Hudiksvall är den kommun i länet som undersökts mest intensivt. Sammanlagt har Hg bestämts i muskel från 4919 fiskar från 75 sjöar under perioden 1967-2013 (Fig. 16). Mycket höga halter har uppmätts under åren. Halterna har minskat under 1990-talet men förefaller ha ökat något under 2000-talet. Den täta provtagningen under de senaste 15 åren utgörs till mycket stor del av Källsjön som är en måttligt kalkpåverkat sjö inom IKEU-programmet.



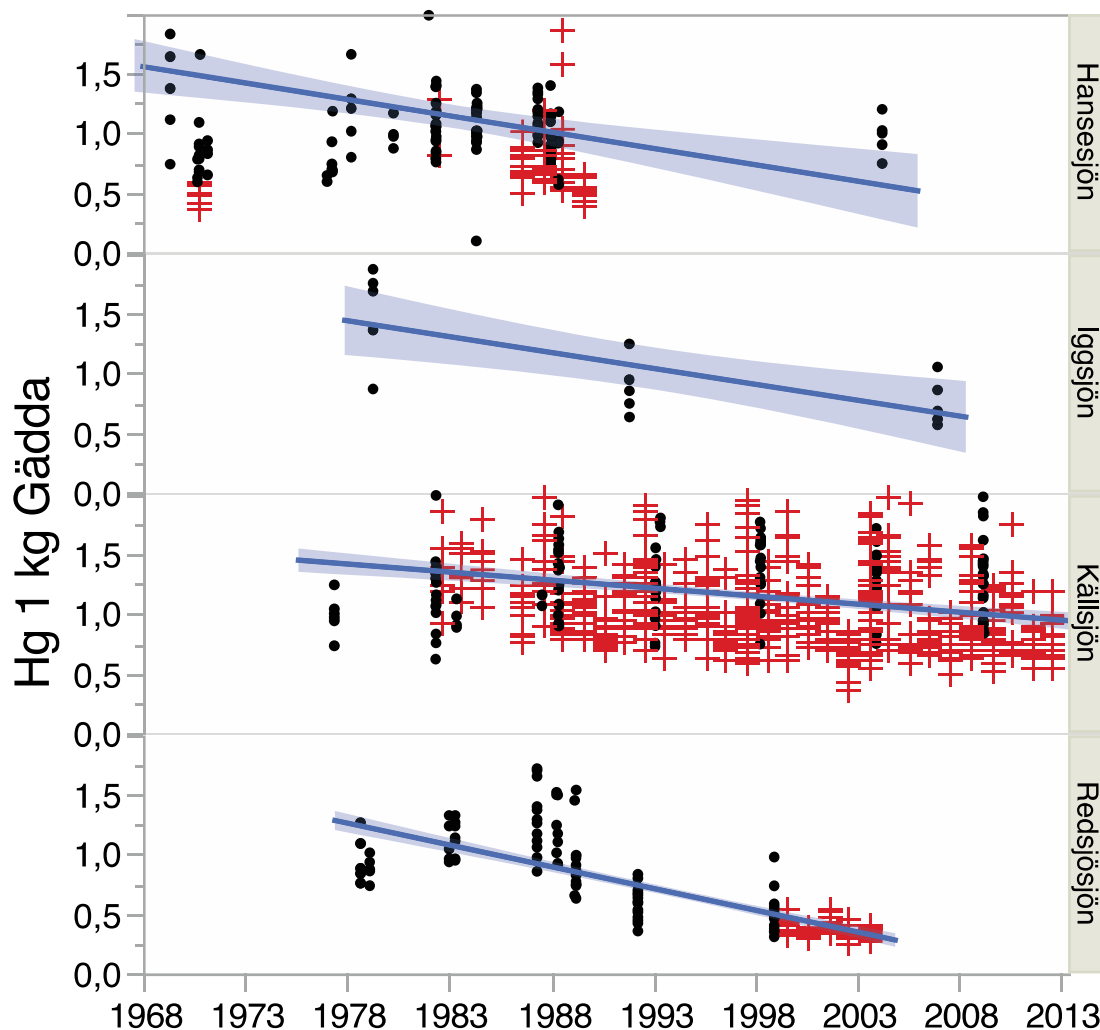
Figur 16. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Hudiksvalls kommun under period 1967-2013.

Notera halterna i småabborre före och efter normering till 1 kg-gädda. Det finns ett antal fiskar som ligger utanför skalan, d.v.s. >5 mg Hg/kg våtvikt. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

Trots det omfattande dataunderlaget i kommunen finns det få sjöar med tidsserier som sträcker sig över millennieskiftet. Fyra sjöar valts ut se Figur 17. **Källsjön** har provtagits intensivt under lång tid men ingår för närvarande i den nationella kalkeffektuppföljningen IKEU. Om IKEU av någon orsak skulle avbryta mätningarna vore detta ett lämpligt vatten för den regionala miljöövervakningen att ta över. Att sjön har kalkats har sannolikt mindre betydelse i detta fall där kalkningen varit lågintensiv

och nu är upphört. Övriga förslag är **Hansesjön** som historiskt har provtagits intensivt men bara en gång under de senaste 25 åren, **Iggsjön** som har undersökts tre gånger sedan 1979, samt **Redsjösjön** som förutom data för gädda 1978-1998 har en intressant tidsserie av småabborre 1999-2003 som skulle kunna återupptas. Redsjösjön har kalkats under perioden 1987-2007 och denna sjö ingick i projektet "Kalkning-Kvicksilver-Cesium" (Länsstyrelsen Gävleborg, 1992).

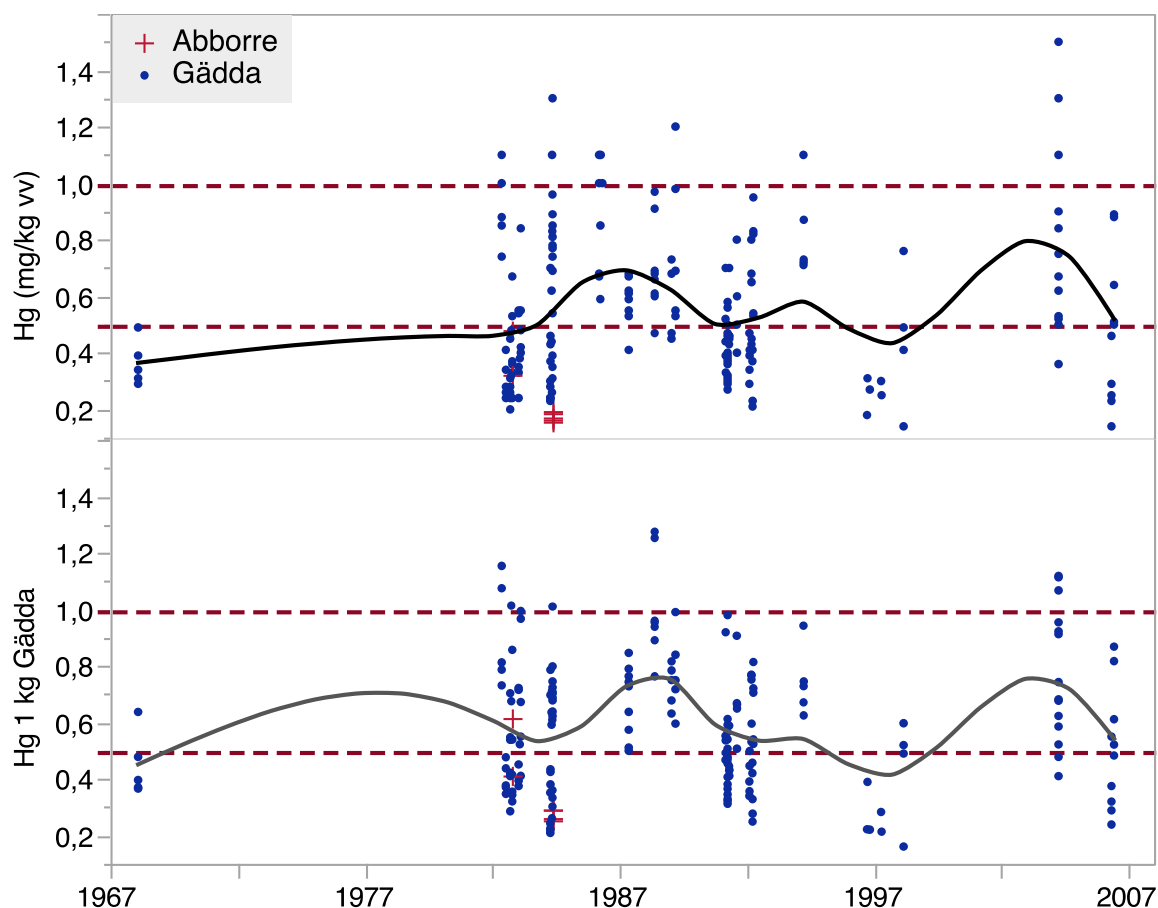


Figur 17. Kvicksilver i gädda (•) och abborre (+) normerat till 1 kg gädda i fyra sjöar i Hudiksvalls kommun med förutsättningar till fortsatt tidsserieövervakning.

Även **Storsjön** vid Forsa är en intressant sjö att fortsätta övervaka Hg-halterna i fisk på grund att gäddorna från Storsjön hade högsta Hg-halter i hela länet. Median Hg-halt var 2,0 mg/kg våtvikt (se Tabell 4). Halterna överskred Livsmedelsverkets gränsvärde för livsmedel vid flera mätningstillfällen. Gäddorna har troligtvis påverkats av kvicksilver som är kvar i sedimentet från förorenade områden uppströms f.d. Forsså Bruk och från Rolfstaån i Näsvisen, ner till Kyrksjön, Långsjön och Storsjön vid Forsa.

BILAGA 8 Ovanåker kommun

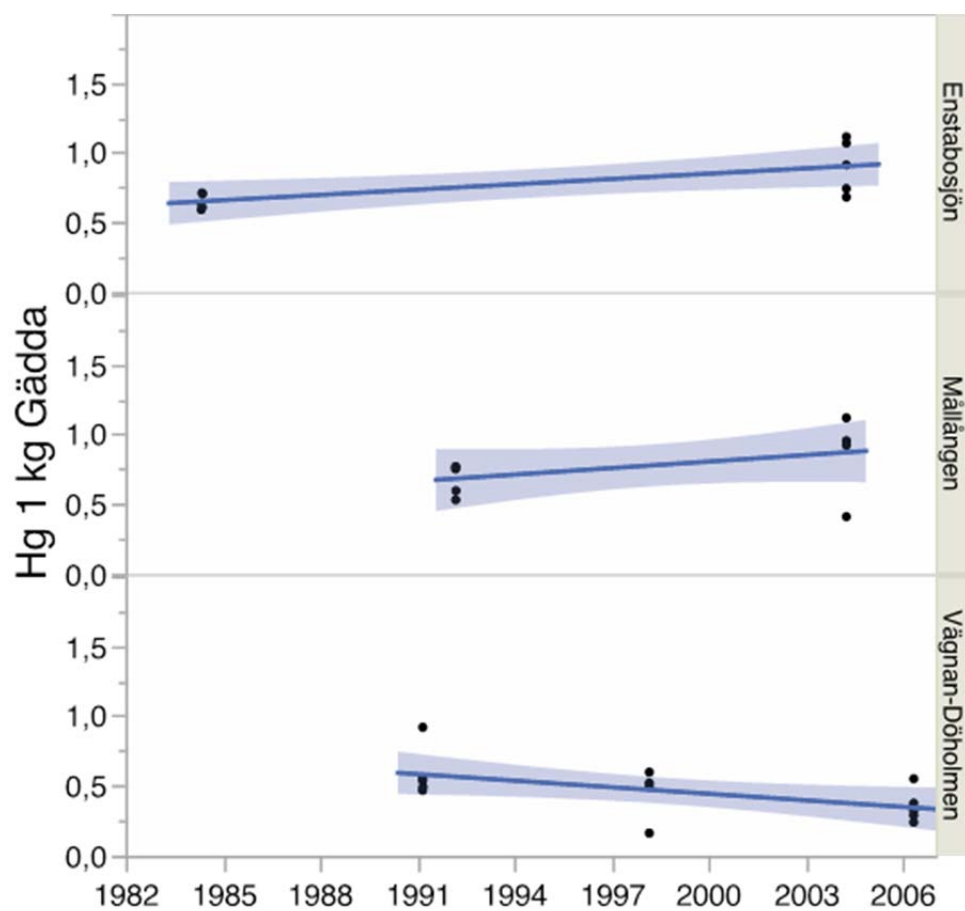
Under perioden 1998-2006 har kvicksilver uppmätts i 205 fiskar från 25 sjöar i Ovanåkers kommun (Fig. 18). Endast sju av dessa är abborre, övriga är genomgående gädda. Under senare år finns mycket få mätningar och Ovanåker kommun har ännu inte deltagit i Länsstyrelsens övervakningsprogram.



Figur 18. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Ovanåkers kommun. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

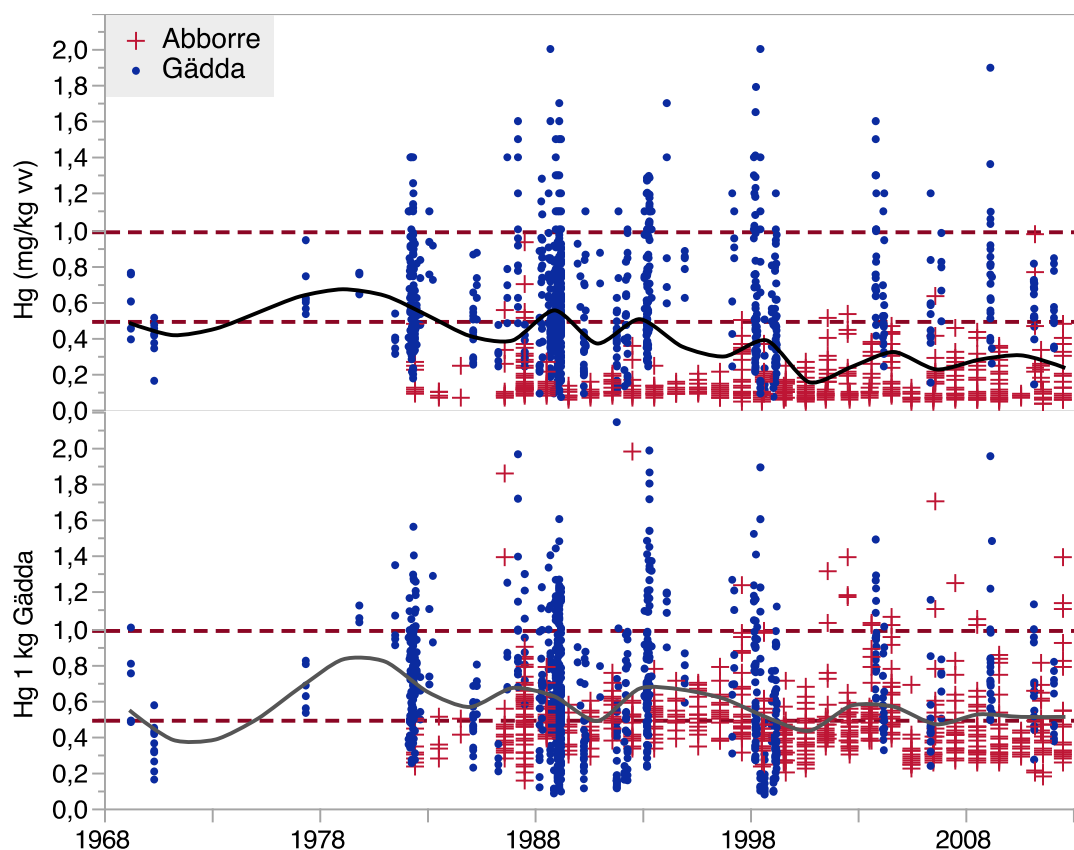
Det saknas längre tidsserier med i kommunen. Det finns tre vatten som provtagits under 2000-talet och vid åtminstone något tidigare tillfälle: **Enstabosjön**, **Mällången** och **Vägnan-Döholmen** (Fig. 19).



Figur 19. Kvicksilver i gädda tre sjöar i Ovanåkers kommun.

BILAGA 9 Ljusdal kommun

Under perioden 1968-2012 har kvicksilverhalter i 1766 fiskar från 95 vatten rapporterats från Ljusdals kommun (Fig. 20). Ungefär hälften av fiskarna, framförallt abborre, kommer från Stensjön, en sjö som ingår i både den nationella miljöövervakningen och IKEU. Tack vare detta kan den långsamt minskande trend som indikeras i Figur 21 betecknas som mer trovärdig än om sjöurvalet hade varierat kraftigt. Ljusdal har under 2011-2012 skickat 32 fiskar från fem sjöar för kvicksilveranalys inom ramen för Länsstyrelsens pågående övervakningsprogram.

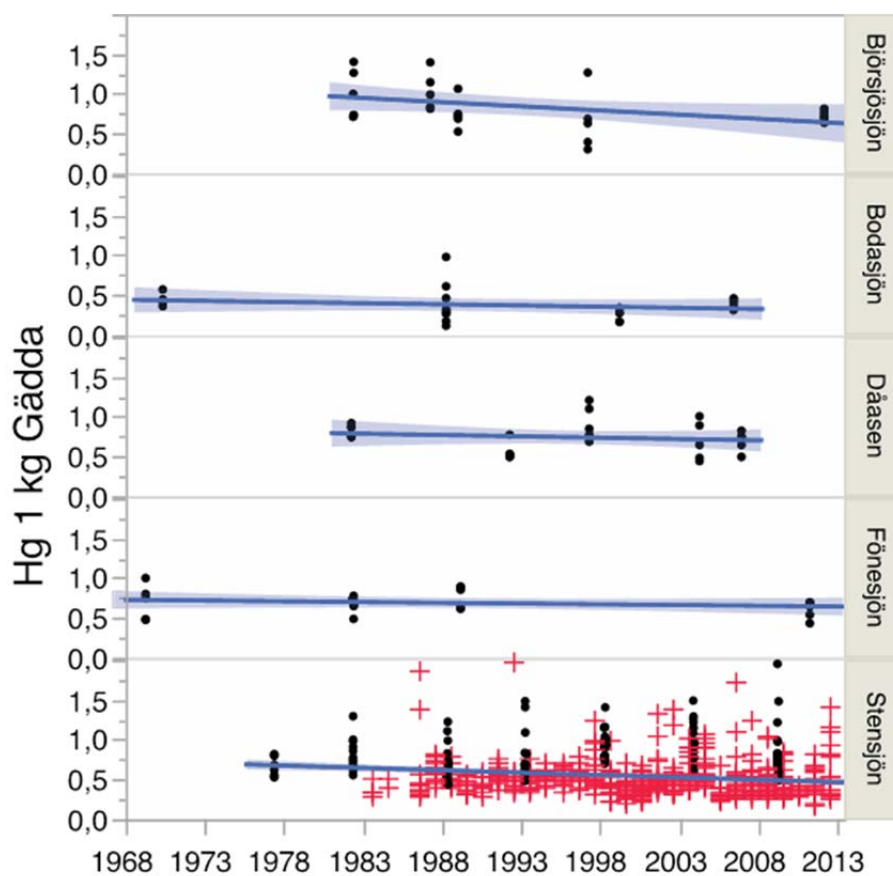


Figur 20. Kviksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Ljusdals kommun. Hg i några enstaka fiskar ligger utanför skalan i figuren. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

Liksom för Hudiksvalls kommun överskuggar den nationella övervakningssjön andra tidsserier. Utöver **Stensjön** finns två sjöar som har undersökts efter år 2010 och för vilka det finns ett antal observationer under en längre period (Fig. 21). Från **Björnsjösjön** finns Hg i gädda från fem tillfällen 1982-2012 och från **Fönesjön** finns data från fyra tillfällen 1969-2011. Ytterligare två sjöar tas med här som potentiella lokaler för tidsserieövervakning av kvicksilver: Bodasjön och Dåasen. Den senare

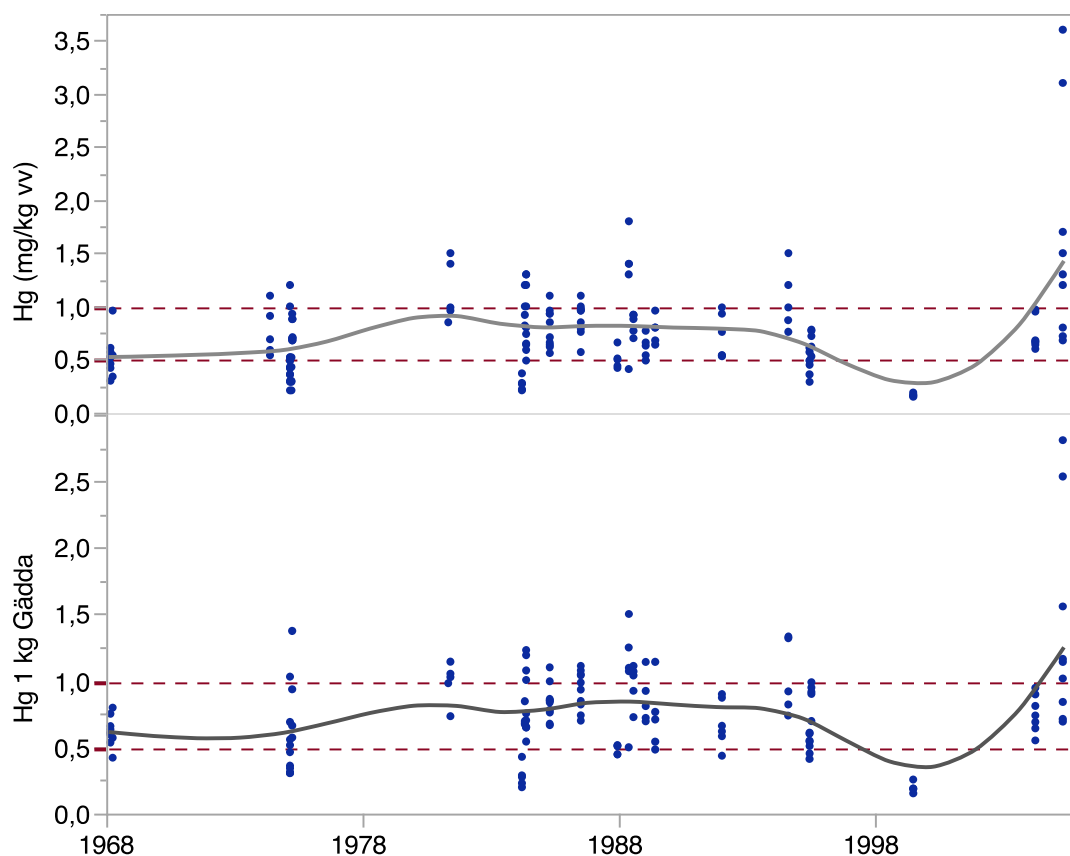
är en ganska stor och högt belägen sjö som provtagits totalt fyra gånger varav två gånger under 2000-talet (Fig. 21).



Figur 21. Kvicksilver i gädda (•) och abborre (+) normerat till 1 kg gädda i fyra sjöar i Ljusdals kommun som har förutsättningar till fortsatt tidsserieövervakning. Stensjön nederst ingår för närvarande i både det nationella miljöövervakningsprogrammet och IKEU.

BILAGA 10 Nordanstig kommun

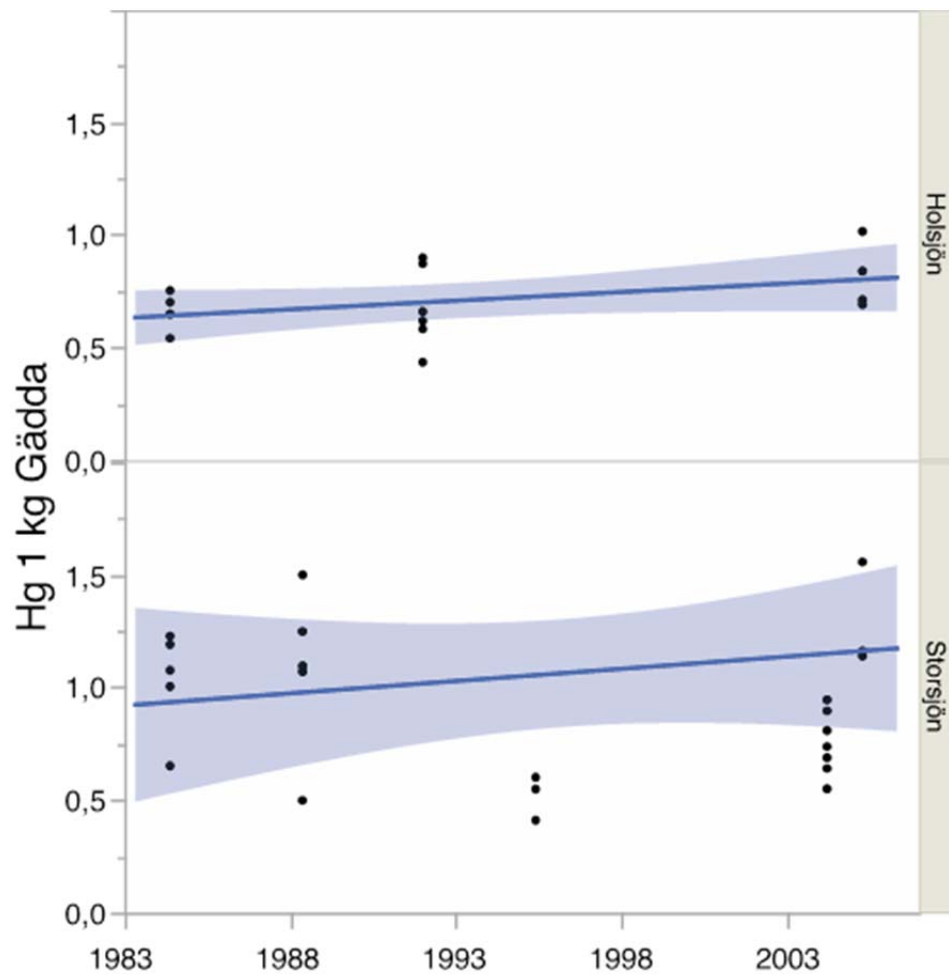
Nordanstig är den kommun i länet med minst antal Hg-analyser totalt sett. Under perioden 1968-2005 har kvicksilver analyserats i 155 gäddor från 20 sjöar. Det finns flera fiskar med mycket höga halter, särskilt vid den sista provtagningen i Storsjön 2005 som starkt påverkar alla försök till trendskattning (Fig. 22; jämfört med Fig. 4). Ännu inga fiskar från Nordanstigs inom pågående regional miljöövervakningsprogram (d.v.s. sedan 2011).



Figur 22. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Nordanstigs kommun. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos-gädda. De röda horisontella linjerna anger EU:s gränsvärden för försäljning av abborre (0,5 mg/kg våtvikt) och gädda (1,0 mg/kg våtvikt). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

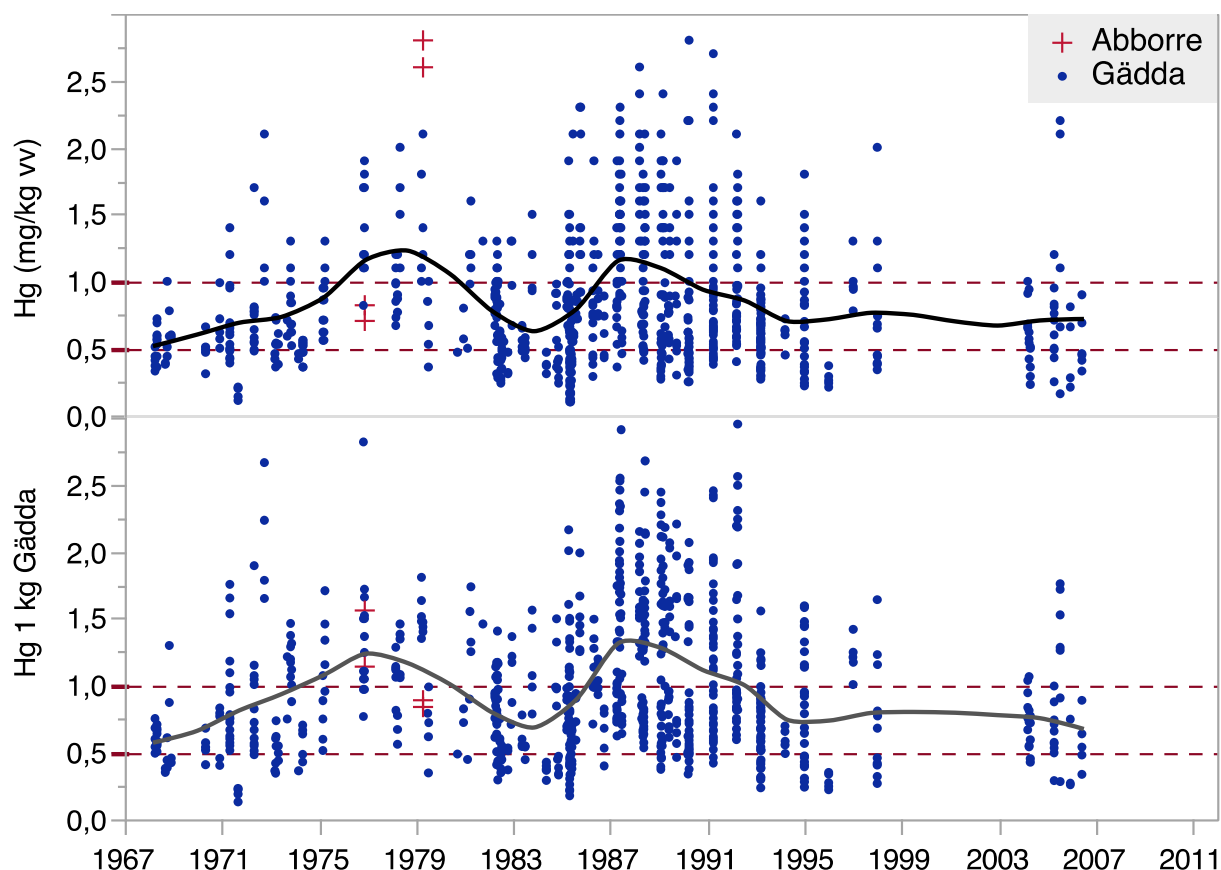
Det finns få tidsserier för Hg-halter i fisk från Nordanstigs kommun. **Holsjön** har provtagits tre gånger 1985-2005 och **Storsjön** fem gånger under samma period. Storsjön uppvisar dock en stor variation, både mellan individer och olika år (Fig. 23).



Figur 23. Kvicksilver i gädda två sjöar i Nordanstigs kommun.

BILAGA 11 Bollnäs kommun

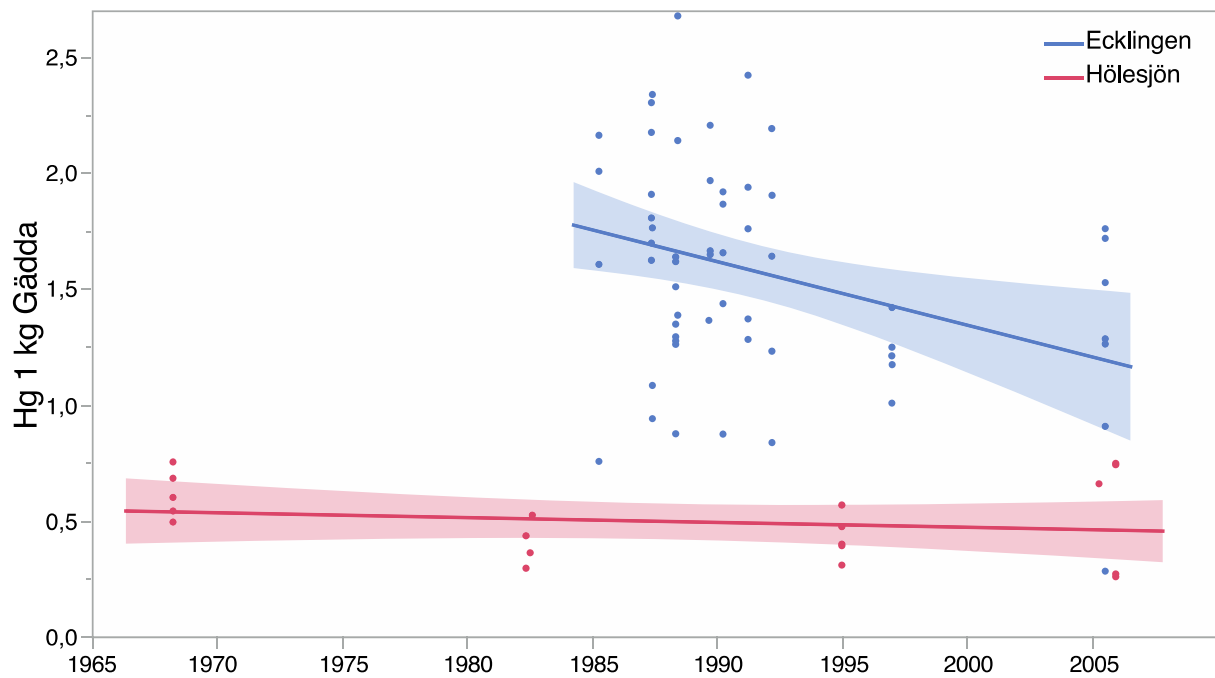
Under perioden 1968-2006 har kvicksilverhalter i 1085 fiskar från 58 vatten rapporterats från Bollnäs kommun (Fig. 24). Ingen tydlig trend kan ses under perioden. Gädda har dominerat nästan helt; endast fyra abborrar finns registrerade men noterbart är att två av dessa var ovanligt stora (2,2 resp. 2,7 kg) och hade högre Hg-halt än det flesta gäddor. Miljöövervakningen av Hg inom kommunen har inte prioriterats under 2000-talet då det endast finns ett antal gäddor från 6 sjöar under åren 2004-2006.



Figur 24. Kvicksilverkoncentrationer i fiskmuskel i Bollnäs under 40 år. Övre figuren visar uppmätta halter, undre figuren halter normerade till att motsvara en kilos gädda. De röda horisontella linjerna anger Eus gränsvärden för försäljning av abborre (0,5) och gädda (1,0). Den svarta kurvan är en splinefunktion som anpassats till data och illustrerar variationen över tid.

Förslag på övervakningsvatten

Det finns två sjöar i Bollnäs kommun som har en har provtagits flera gånger under lång tid och alltså skulle utgöra lämpliga objekt för tidsserieövervakning (Fig. 25). **Ecklingens** sjön har undersökts ganska intensivt mellan 1986 och 1993 och vid två tillfällen därefter. Halterna ser ut att ha minskat något över tid. **Hölesjön** har undersökts ungefär vart tionde år sedan 1968 och uppvisar lägre halter än Ecklingen men ingen tydlig trend. Ytterligare en provtagning i Hölesjön kring 2015-2016 kan motiveras med att det skulle ge en mycket lång (men gles) tidsserie.



Figur 25. Kvicksilver i gädda i de två sjöar i Bollnäs kommun med bäst förutsättningar till fortsatt tidsserieövervakning.

Länsstyrelsens rapporter 2016

- 2016:1 Insektsuppföljning efter stormen Dagmar - Flerårig studie av granbarkborre och rödlistade vedinsekter i fem naturreservat i Hälsingland
- 2016:2 Inventering av ängssvampar i Gävleborgs län 2015
- 2016:3 Kvicksilver i fisk i Gävleborgs län

Tryck: Länsstyrelsen Gävleborg
Rapportnr: 2016:3



**Länsstyrelsen
Gävleborg**

Besöksadress: Borgmästarplan, 801 70 Gävle **Telefon:** 010-225 10 00

Webbadress: www.lansstyrelsen.se/gavleborg