

# Kvicksilver och cesium i fisk

Länsstyrelsen Gävleborg  
*Rapport 1995:6*

## Förord

Data om kvicksilver och cesium i insjöfisk i länet har sammanställts i syfte att beskriva tillståndet i länet som ett underlag för bedömning av konsumtionsmöjligheter enligt de kostråd som finns. Ett annat syfte har varit att systematisera befintliga data för senare uppföljningar inom ramen för den regionala miljöövervakningen.

Vi tackar länets kommuner samt Radiakgruppen i Nordanstig som har ställt sina analysresultat till förfogande. För äldre kvicksilverdata tackar vi Bert Karlsson på Institutet för MiljöAnalys.

Solbritt Alexandersson har sammanställt materialet. Handledare för projektet har varit Anna Helena Lindahl.

Gävle i augusti 1995



Stig Hammarsten  
Miljövårdsdirektör

# KVICKSILVER OCH CESIUM I FISK

## Innehåll

<b>Kvicksilver i gädda</b>	<b>5</b>
Bakgrund	6
Kvicksilvers förekomstformer	6
Belastning	6
Kvicksilverhaltens variationer	7
Kvicksilver i fisk	7
Insamling och bearbetning av data	7
Resultat och diskussion	9
<b>Cesium i gädda och abborre</b>	<b>11</b>
Bakgrund	12
Insamling och bearbetning av data	12
Resultat och diskussion	13
<b>Bilagor</b>	<b>19</b>
1. Kvicksilverhalter i gädda	20
2. Cesiumhalter i gädda	27
3. Cesiumhalter i abborre	29

# Kvicksilver i gädda

# Kvicksilver i gädda

## Bakgrund

### Kvicksilvers förekomstformer

Kvicksilver är ett grundämne, en tungmetall, som kan finnas i flera olika former med varierande giftighet.

I atmosfären förekommer kvicksilver huvudsakligen i två former: förångat metalliskt kvicksilver och oorganiskt tvåvärt kvicksilver ( $Hg^{2+}$ ). Det senare är till stor del bundet till partiklar och faller därför snabbare till marken. Uppehållstiden är i storleksordningen dagar till några veckor. Förångat metalliskt kvicksilver har en mycket längre uppehållstid i atmosfären.

I mark finns kvicksilver till stor del i humusbunden form. När humus transporteras ut till sjöarna med nederbördsvatten följer kvicksilvret med.

Mikroorganismer kan i mark, sediment och vatten omvandla oorganiskt kvicksilver till den mycket giftiga formen metylkvicksilver. Omvandlingen kan även ske genom en kemisk reaktion. Metylkvicksilver tas lätt upp och anrikas i levande organismer. I fisk består kvicksilverinnehållet till mer än 90 procent av metylkvicksilver.

### Belastning

Under perioden 1940-1980 har ca 645 ton kvicksilver släppts ut till luft från olika punktkällor i Sverige, varav 120 ton från Gävleområdet och 90 ton från Sundsvall-Hudiksvallsområdet (Andersson m fl 1987). I vårt län var källorna de numera nedlagda kloralkalifabrikerna, där kvicksilver användes i processen, samt cellulosaströms forna användning av kvicksilverhaltiga bekämpningsmedel. Från dessa punktkällor förekom även stora utsläpp till vatten, varifrån kvicksilver kan avgå till luft och deponeras på land.

Numera ligger kvicksilverutsläppen i Sverige på betydligt lägre nivåer. Under 1990 släpptes det ut 1,5 ton kvicksilver till luft och 0,2 ton till vatten (SNV 1993a). Utsläppen av kvicksilver till luft i länet ligger idag i storleksordningen 50-100 kg/år. Till vatten ligger utsläppen i storleksordningen 10 kg/år.

Den största delen av kvicksilvret som faller ned på mark idag kommer från utlandet, där inte utsläppen av kvicksilver minskat i motsvarande grad. Kvicksilverutsläppen från de europeiska länderna, inkl Östeuropa, uppskattas till ungefär 160 ton/år (SNV 1993a). Den största källan är kolförbränningen.

Trots att utsläppen i Sverige har gått ner kraftigt, ökar kvicksilverhalterna för närvarande i markens översta skikt. För att halterna i marken inte skall fortsätta att öka, måste kvicksilvernedfallet minskas med minst 80 procent (SNV 1993 a).

## **Skillnader i olika sjöars kvicksilverhalt**

Skillnaderna mellan olika sjöars kvicksilverhalt beror till viss del på skillnader i belastning. Andersson m fl (1987) 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; näringssgrad, humusinnehåll, surhet samt avrinningsområdets storlek och karaktär.

Näringsfattiga, humusrika (bruna) skogssjöar är mest drabbade. I en näringssfattig sjö är den totala biomassan lägre än i en näringssrik 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 näringsskedja, som effektivare anrikar kvicksilver fram till fisken. En annan orsak är att den biologiska produktionen av metylkvicksilver ökar i en sur sjö.

## **Kvicksilver i fisk**

Kvicksilver tas till största delen upp av fisk genom födan. De högsta halterna finns i rovfiskar som gädda och stor abborre. Den naturliga bakgrundshalten i fisk bedöms ligga mellan 0,05 och 0,3 mg/kg, beroende på sjöns näringssgrad, humusinnehåll och surhet.

Tidigare svartlistades sjöar med kvicksilverhalter över 1 mg/kg fiskkött. Numera har svartlistningen ersatts med gränsvärdet för försäljning samt kostråd.

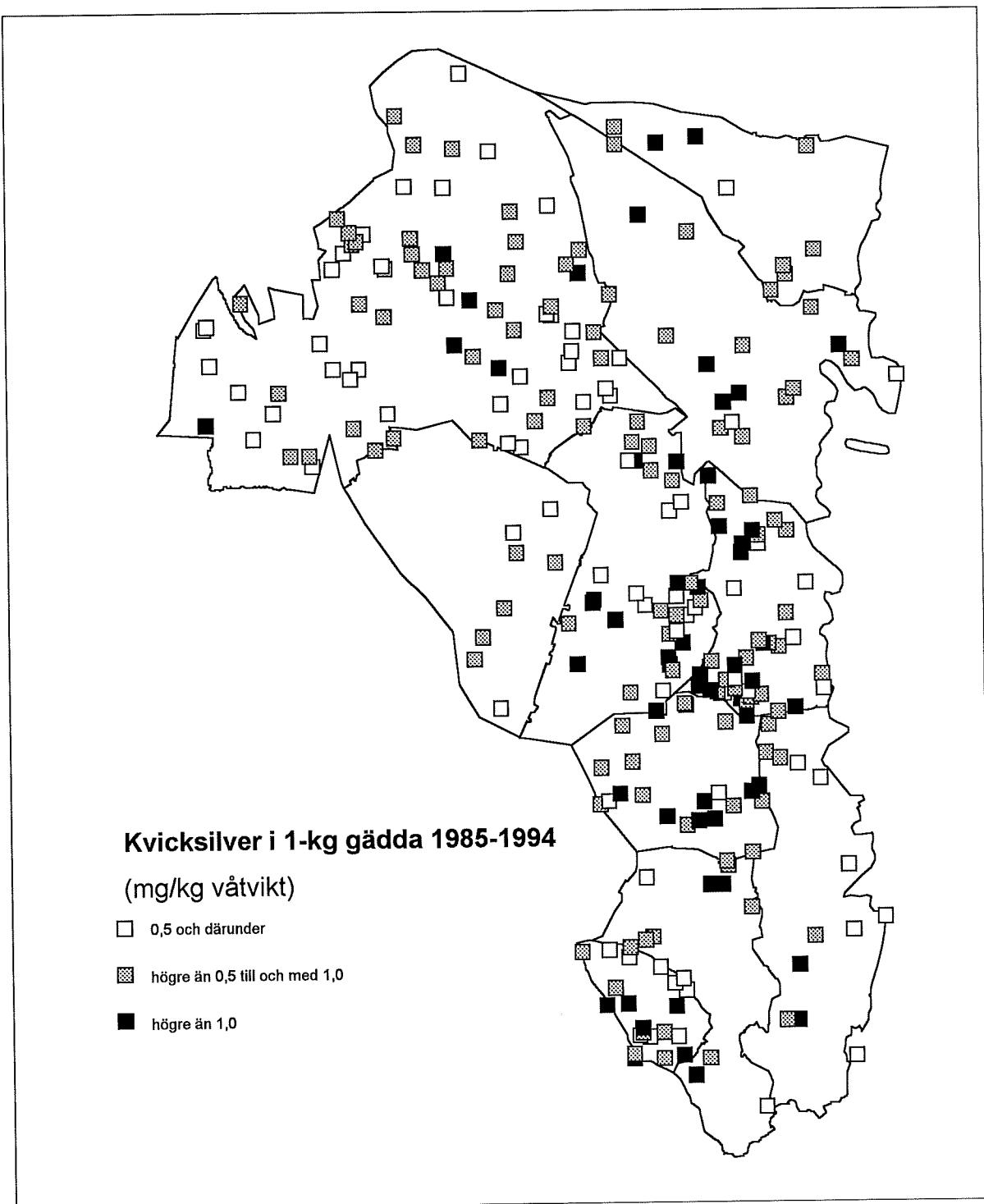
Gränsvärdet för försäljning, alltså den högsta tillåtna halten, är 1,0 mg kvicksilver/kg för rovfisk som gädda, abborre, gös, lake, ål och hälleflundra. För övriga fiskvaror är gränsvärdet 0,5 mg/kg. För barnmat baserad på fisk är dock gränsvärdet 0,05 mg/kg (SLV FS 1991:25). Enligt livsmedelsverkets reviderade kostråd bör gravida och ammande kvinnor avstå från att äta ovannämnda fiskarter. Övriga fiskkonsumenter bör äta dem högst en gång per vecka (Livsmedelsverket 1995).

I de av Länsstyrelsen antagna regionala miljömålen anges att metylvicksilverhalten i fisk ska understiga 0,5 mg/kg (Länsstyrelsen Gävleborg 1993).

## **Insamling och bearbetning av data**

Alla kvicksilveranalyser som utförts i länet under åren 1990-1994 samlades in från kommunernas miljökontor, samt från länsstyrelsernas uppföljningsprojekt (LUPP) till forskningsprojektet Kalkning-Kvicksilver-Cesium. De senare ingår i en utvärdering av kalkningseffekter på förhöjda kvicksilverhalter i fisk (Meili 1995). Tillsammans var det 694 enskilda analysresultat från 138 sjöar. Dessa lades till en databas för länet med kvicksilverhalter i fisk från åren 1966-1989. Denna har tidigare lagts upp av Bert Karlsson vid Institutet för miljöanalys, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Totalt innehåller databasen nu 4188 enskilda kvicksilveranalyser från 411 olika sjöar.



Figur 1.

*Kvicksilverhalter i 1 kg-gädda från Gävleborg under åren 1985-1994 uttryckt i mg/kg våtvikt. Varje markering anger medelvärdet för en sjö som undersökts under perioden. Data från kommunernas mätningar 1990-1994, länsstyrelsens databas över kvicksilver i fisk 1966-1989 samt länsstyrelsernas uppföljningsprojekt (LUPP).*

Kvicksilver i 1-kilosgädda räknades ut genom att dela varje enskilt analysvärde med fiskens vikt. Endast fiskar i viktintervallet 0,5-1,6 kg togs med i beräkningarna. För varje sjö räknades medelvärdet ut. I ett fåtal fall ingår sjöar med ett enstaka värde. För sjöar, som undersökts vid flera tillfällen under perioden, har resultatet från det senaste tillfället använts.

Resultatet för tidsperioden 1985-1994 redovisas i figur 1 (föregående sida) där varje markering representerar en sjö. Totalt har 260 sjöar undersökts under perioden. I bilaga 1 redovisas medelvärden för alla sjöar som ingår i sammanställningen.

För perioderna 1985-1989 och 1990-1994 jämfördes kvicksilver i 1-kilos gädda från 31 återfiskade sjöar med hjälp av ett parat t-test. Sjöar där medelvikterna under perioderna skiljde mer än 0,4 kg har inte tagits med i jämförelsen.

## **Resultat och diskussion**

Stora delar av vårt län ligger inom ett av de mest kvicksilverbelastade områdena i landet. Detta framgår bl.a. av den landstäckande kvicksilverkartan Naturvårdsverket nyligen låtit ta fram, se figur 2 ( nästa sida). I vårt dataunderlag, som är både mer komplett och mer aktuellt, är medianvärdet, eller det mittersta värdet, för samtliga sjöar 0,7 mg/kg. Detta ger en antydan om att kvicksilverkartan kanske ger en väl mörk bild av tillståndet i vårt län.

Av de 260 sjöar som undersöktes under perioden 1985-1994 i vårt län har endast ca en tredjedel (31 %) kvicksilverhalter i fisk på 0,5 mg/kg och därunder, vilket anges i de regionala miljömålen för länet. Närmare hälften av sjöarna (47 %) har halter som ligger mellan 0,5 och 1,0 mg/kg. Kvicksilverhalter i fisk över 1,0 mg/kg förekommer i nästan var fjärde undersökt sjö (22 %).

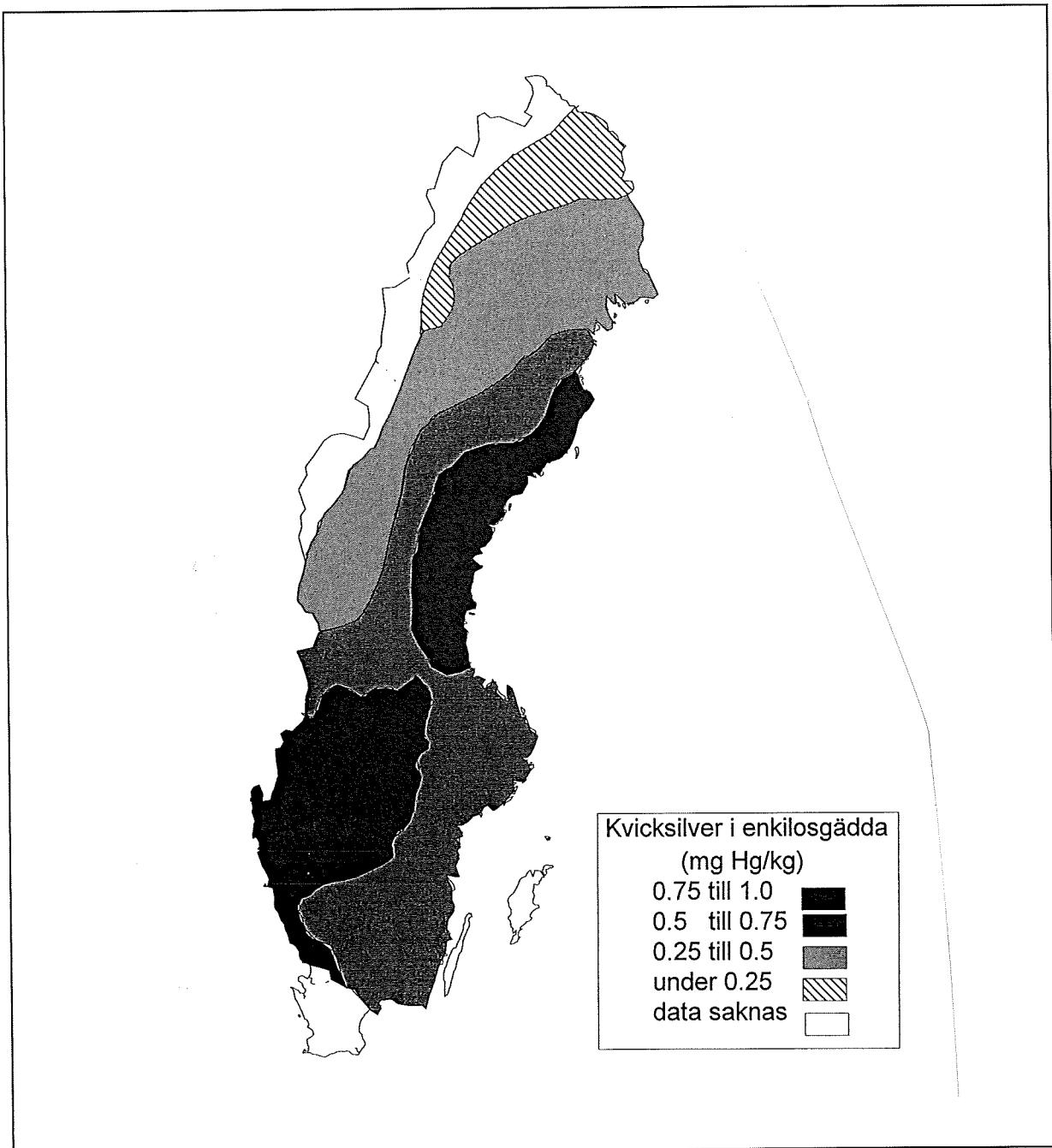
Inom forskningsprojektet Kalkning-Kvicksilver-Cesium beräknades på teoretiska grunder att ca 16 procent av sjöarna i länet har högre kvicksilverhalter i fisk än 1,0 mg/kg (Länsstyrelsen Gävleborg 1992). I vårt dataunderlag har en något större andel sjöar så höga kvicksilverhalter (se ovan), vilket kan tyda på en viss snedfördelning i materialet. Detta är inte orimligt med tanke på att de flesta sjöar som undersöks är sådana som man vet eller tror innehåller fisk med höga kvicksilverhalter.

I de 31 sjöar som har undersökts både under perioden 1985-89 och 1990-94 har den genomsnittliga kvicksilverhalten i gädda sjunkit. Skillnaden mellan perioderna är 0,15 mg/kg ( $p=0,06$ ) eller 17 %. Motsvarande jämförelse mellan perioderna 1978-84 och 1985-89 visar ingen förändring i kvickssilverhalt (Länsstyrelsen opubl.). Detta tyder på att minskningen i kvicksilverinnehållet i fisk är en ny företeelse för 90-talet.

Effektiv sjökalkning har visat sig kunna minska kvicksilverhalterna i gädda med i genomsnitt 20 procent (Meili 1995). Detta anges kunna vara en möjlig förklaring till den minskning i kvicksilverhalt på 10 - 20 % som påvisats också i landet som helhet (SNV 1995). I vårt jämförelsematerial, som bygger på återfiskade sjöar, har dock

kvicksilverhalterna minskat oberoende av kalkningsåtgärder. Detta talar för att minskningen är en generell företeelse. En möjlig förklaring till en sådan är minskat nedfall av kvicksilver och försurande ämnen och/eller minskad tillförsel från de förråd som finns i marken i sjöarnas tillrinningsområden (SNV 1995).

För att kunna fastställa en eventuell fortsatt minskning i kvicksilverhalt i gädda och möjliga orsaker till den är det angeläget att flera sjöar, både kalkade och okalkade, återfiskas för kvicksilveranalyser.



Figur 2.  
Kvicksilverkarta över landet. Data från perioden 1984-1993.  
(Ur Naturvårdsverkets rapport 4397).

# Cesium i gädda och abborre

## Cesium i gädda och abborre

### Bakgrund

I år har det gått nio år sedan kärnkraftsolyckan i Tjernobyl i april 1986. På grund av de väderleksförhållanden som rådde då, hör vårt län till de delar av landet som drabbades hårdast av det radioaktiva nedfallet. En mängd radioaktiva isotoper fanns med i det molnområde som passerade över Sverige. Numera är det bara cesium-137 med en fysikalisk halveringstid på 30 år, som fortfarande har betydelse.

Det radioaktiva materialet tillfördes sjöarna direkt med nederböden och indirekt via tillrinningsområdet. Cesium-137 binds starkt till partiklar och sjunker därför snabbt i vattenmassan till botten av sjön. Genom inverkan av bottendjur samt våg- och strömrörelser kan de cesiuminnehållande partiklarna i bottenmaterialet återföras till vattenmassan (resuspension).

Fisk tar upp cesium via födan. En väg går från bottenlevande alger och växter, via bottendjur till fisk, en annan från växtplankton via djurplankton till fisk. Cesium anrikas på grund av sin likhet med kalium, vilket är ett viktigt mineralnäringsämne för alla organismer. Förutom födovaltet beror fiskens cesiuminnehåll på nedfallets storlek, tillrinningsområdets storlek och sjöns egenskaper som djup, näringssgrad och humusinnehåll.

I denna rapport redovisas cesiuminnehållet i fisk som underlag för bedömning av konsumtionsmöjligheter enligt kostråden nedan.

Gränsvärdet, alltså den högsta tillåtna halten, för insjöfisk till försäljning är 1500 Bq/kg. Dessutom finns det kostråd för egenfångad fisk från de områden som drabbades av det radioaktiva nedfallet från Tjernobyl (SLV FS 1991:25):

Fisk som innehåller upp till 300 Bq/kg kan ätas i normal omfattning.  
 Fisk som innehåller 300-1500 Bq/kg bör inte ätas oftare än en gång i veckan.  
 Fisk med högre halter bör inte ätas mer än några gånger per år.  
 Fisk med halter över 10 000 Bq/kg bör inte konsumeras alls.

I de av Länsstyrelsen antagna regionala miljömålen anges att cesiumhalten i fisk, vilt, svamp och bär ska understiga 300 Bq/kg (Länsstyrelsen Gävleborg 1993).

### Insamling och bearbetning av data

Analysresultat för cesium-137 i gädda och abborre från åren 1991-1994 har samlats in från länets kommuner samt från Radiakgruppen i Nordanstig. Därtill finns några cesiumanalyser i gädda framtagna inom LUPP-projektet (Länsstyrelsen Gävleborg opubliverat). Samtliga data har lagts till de äldre cesiumdata som finns med i sammanställningen Cesium i Gävleborg 1986-1990 (Länsstyrelsen Gävleborg 1991).

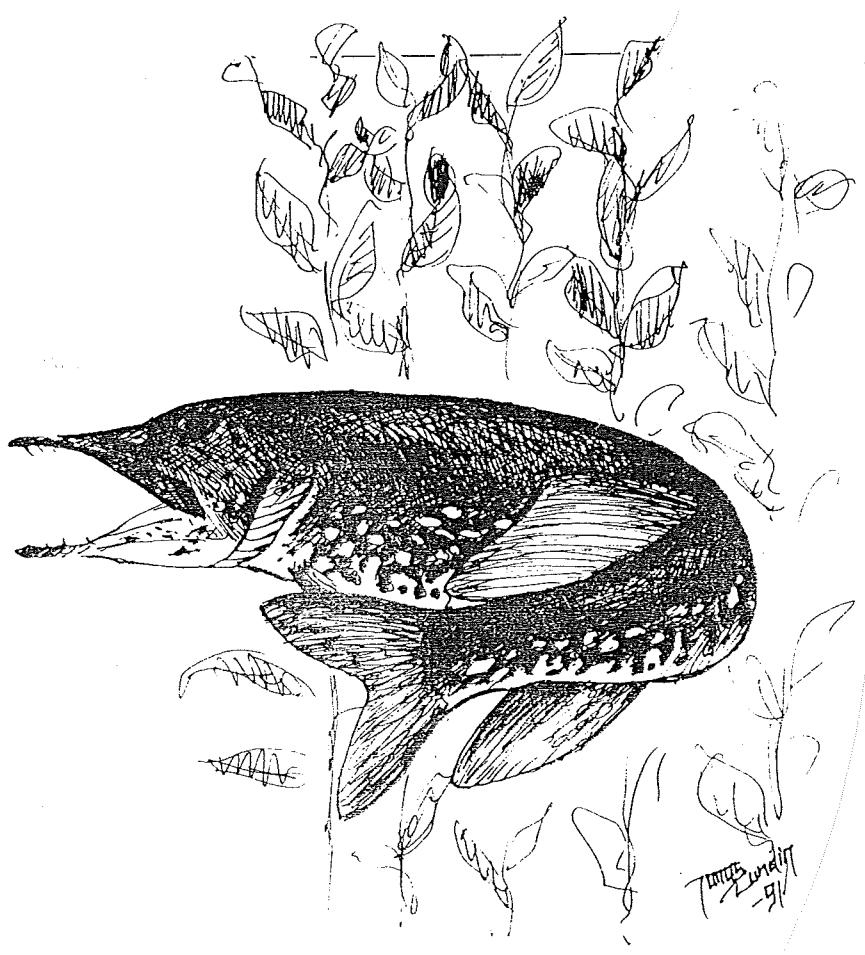
Till största delen består dataunderlaget av analyser på fisk som lämnats in av fiskevårdsområden och allmänhet. Huvuddelen av materialet kommer från de östra delarna av länet där det radioaktiva nedfallet var störst. Betydligt färre fiskprover har dock lämnats in under senare år än under de första åren efter olyckan i Tjernobyl.

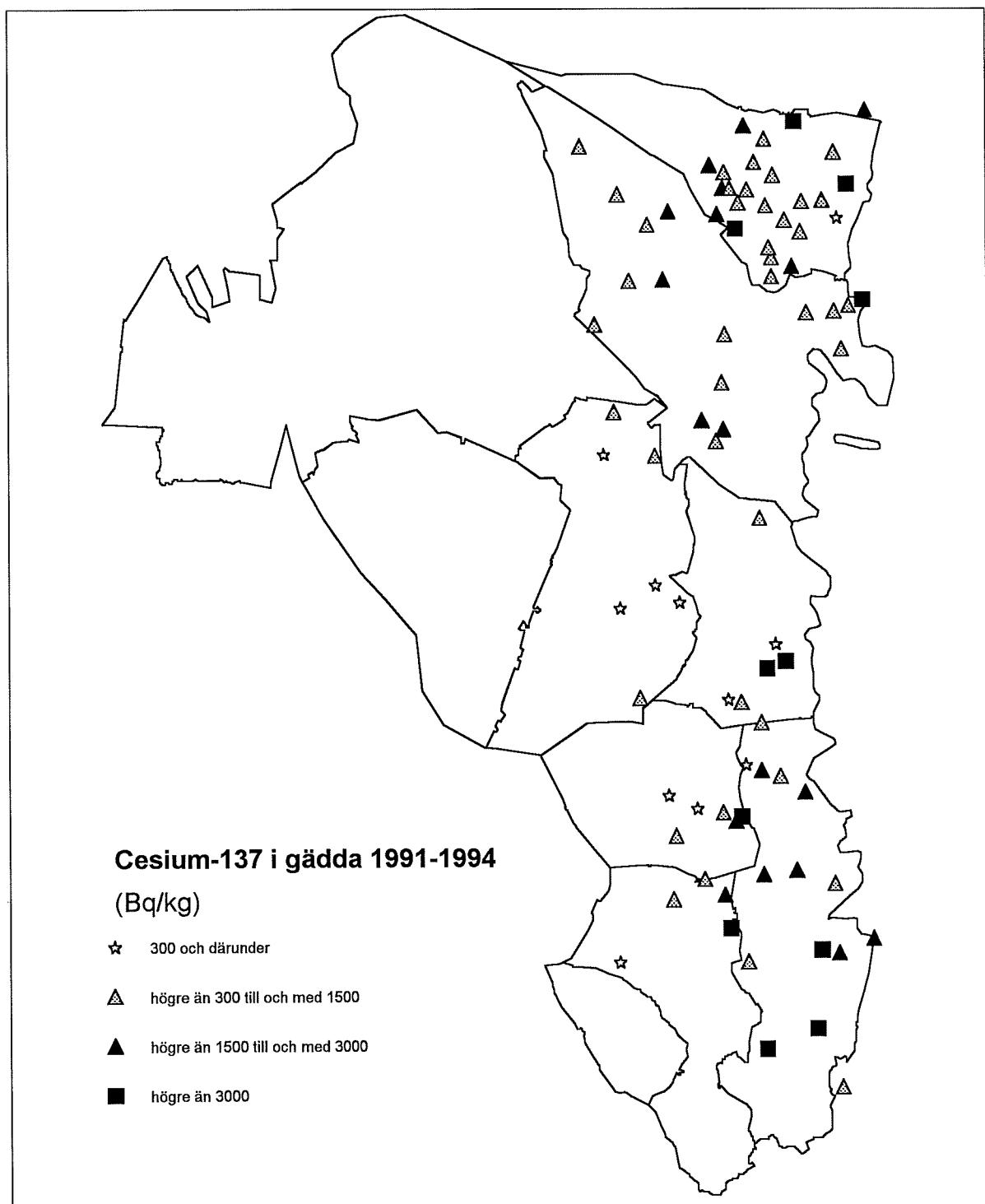
I denna sammanställning har genomgående medianvärdet använts. Medianvärdet, som är det mittersta värdet, ger en mer representativ bild av läget än ett medelvärde, som påverkas starkt av enstaka avvikande värden. Endast sjöar som analyserats med avseende på minst tre fiskar eller ett samlingsprov ingår i dataunderlaget.

Cesiuminnehållet i gädda respektive abborre för de sjöar som undersökts under perioden 1991-1994 redovisas i figurerna 3 och 4. Data finns från 67 sjöar vad gäller abborre och 83 sjöar vad gäller gädda. I bilagorna 2 och 3 redovisas medianvärdena för alla sjöar som ingår i sammanställningen.

## Resultat och diskussion

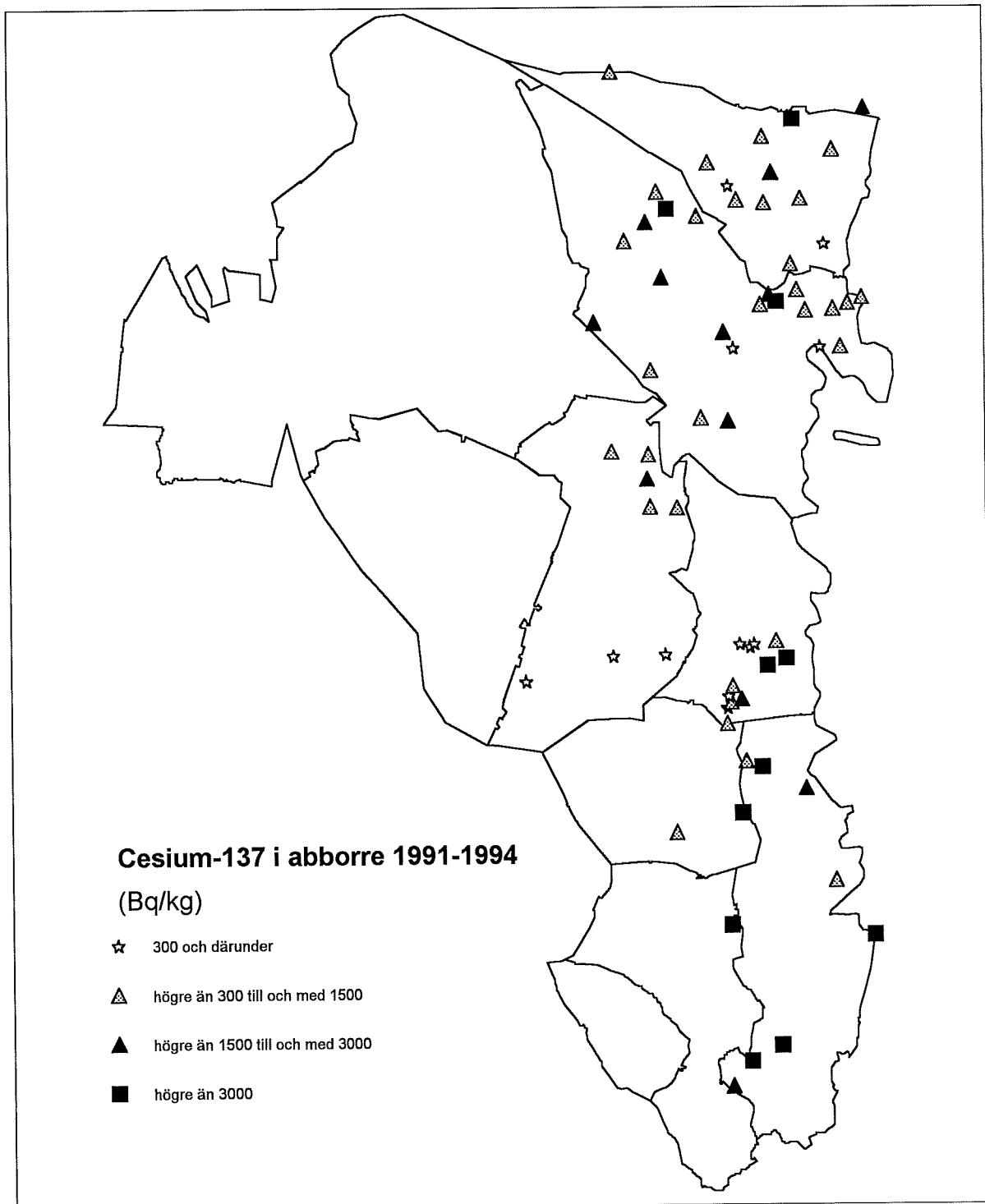
I många av de sjöar som ingår i sammanställningen ligger cesiumhalterna fortfarande över riktvärdet på 1500 Bq/kg. För både abborre och gädda gäller detta drygt en tredjedel av de undersökta sjöarna (34 respektive 36 %). Hälften av sjöarna har cesiumhalter mellan 300 och 1500 Bq/kg. Endast en mindre del av sjöarna, något fler för abborre (18 %) än gädda (13 %), har således halter på 300 Bq/kg eller därunder, vilket anges som regionalt miljömål (Länsstyrelsen Gävleborg 1991).





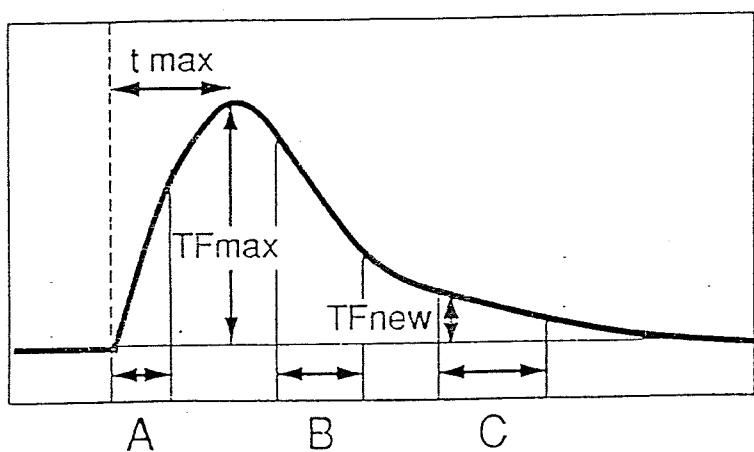
Figur 3.

Cesiumhalter i gädda under 1991-1994. Medianvärdet för de sjöar från vilka minst tre fiskar eller ett samlingsprov har analyserats. Varje symbol i figuren representerar en sjö. Data från kommunernas cesiummätningar, Radiakgruppen i Nordanstig och Länsstyrelsernas uppföljningsprojekt (LUPP).



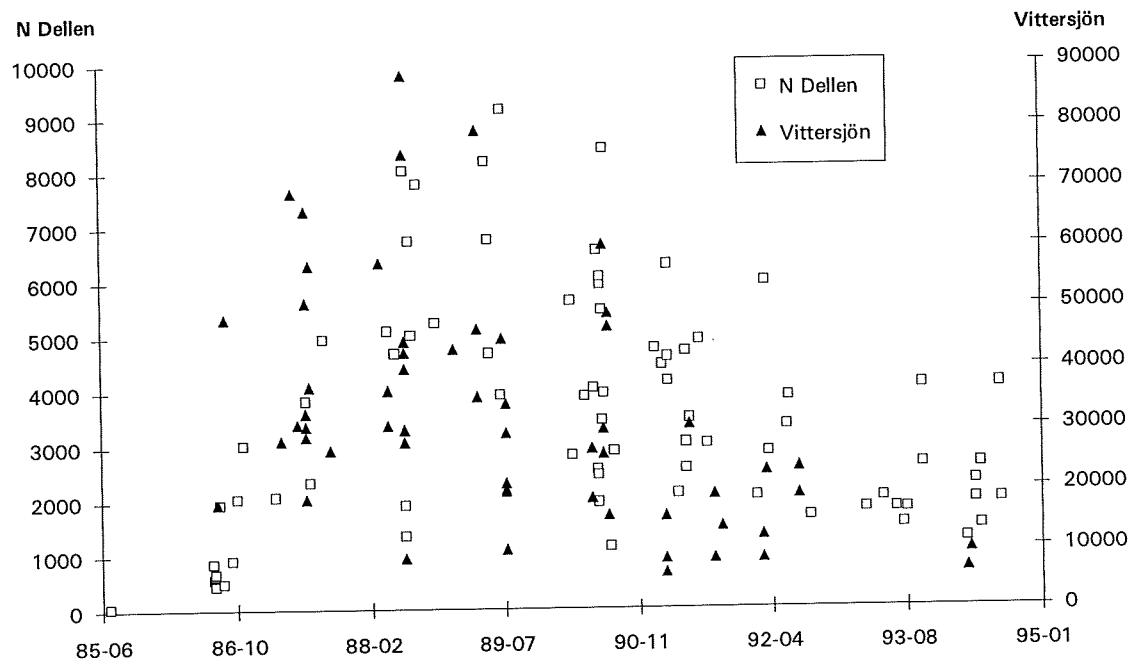
Figur 4.  
Cesiumhalter i abborre under åren 1991-1994. Medianvärden för sjöar från vilka minst tre fiskar eller ett samlingsprov har analyserats. Varje symbol i figuren representerar en sjö. Data från kommunernas cesiummätningar och Radiakgruppen i Nordanstig.

En trolig haltutveckling över tiden har beskrivits av Meili (1991), se figur 5. Den högsta överföringsfaktorn (TFmax) av cesium till fisk kommer efter en anrikningssfas (A), vars längd i huvudsak bestäms av förhållandena i sjön och fiskart. Därefter minskar halterna relativt snabbt till ett "jämviktsläge" där nivån är ungefär 5-15 procent av den högsta halten. Överföringsfaktorn under denna senare fas (TFnew) bestäms i huvudsak av tillförsel från tillrinningsområdet och från bottnarna.



Figur 5.  
Principiell tidsutveckling  
för cesium-137 i fisk  
(från Meili 1991).

Cesiumhalterna i Vittersjön (Ockelbo) och Norra Dellen (Hudiksvall), se figur 6, följer i princip tidsutvecklingen enligt ovan. Trots den stora spridningen i materialet kan man observera en snabb uppgång till maxvärdet som inträffade omkring 1989. Därefter har halterna minskat kraftigt i båda sjöarna om än från olika haltnivåer.



Figur 6.  
Cesiumhalter i abborre, uttryckta i Bq/kg, från Norra Dellen (Hudiksvalls kommun) och Vittersjön (Ockelbo kommun). Varje markering i figuren motsvarar en analys. Observera att skalorna i diagrammet är olika.

I tabell 1 och 2 redovisas årsvis de genomsnittliga cesiumhalterna för samtliga undersökta fiskar i länet. I jämförelse med motsvarande värden från åren 1986-1990 (Länsstyrelsen Gävleborg 1991) har cesiuminnehållet i både abborre och gädda i stort sett halverats. I fortsättningen minskar halterna sannolikt betydligt längsammare, jfr figur 5.

Tabell 1.

*Cesium-137 i gädda från länet sjöar. Samtliga analyser som utförts under åren 1991-94 ingår i denna sammanställning.*

År	Medianvärde Bq/kg	Medelvärde Bq/kg	Stand. avvik. Bq/kg	C.V %	Maxvärde Bq/kg	Minvärde Bq/kg	Antal analyser
1991	1411	2882	3740	130	22500	90	161
1992	1220	2453	3063	125	14900	2	167
1993	1204	2386	2968	124	15000	45	182
1994	840	1555	2486	160	28200	2	228

Tabell 2.

*Cesium-137 i abborre från länet sjöar. Samtliga analyser som utförts under åren 1991-94 ingår i denna sammanställning.*

År	Medianvärde Bq/kg	Medelvärde Bq/kg	Stand. avvik. Bq/kg	C.V %	Maxvärde Bq/kg	Minvärde Bq/kg	Antal analyser
1991	2378	4135	5406	131	30400	65	138
1992	1471	3144	4897	156	37100	172	163
1993	1825	2815	4031	143	31200	77	121
1994	599	1182	1742	147	10900	90	143

Inom projektet Kalkning-Kvicksilver-Cesium prövades olika åtgärder för att minska cesiuminnehållet i fisk. Bland annat undersöktes sjökalkningens effekter. Det visade sig dock att ingen av åtgärderna hade önskad effekt på cesiumhalterna (Andersson 1993).

I fisk från kusten ligger cesiumhalterna under 300 Bq/kg sedan 1988 (SNV 1993a).



# Bilagor

**Bilaga 1. Kvicksilver i enkilos-gädda.** Medelvärden från de i sammanställningen ingående sjöarna. Materialet är indelat i tre grupper: A) 0,5 mg/kg och lägre, B) 0,5-1 mg/kg samt C) över 1,0 mg/kg.

**A) Sjöar med kvicksilverhalter i enkilos gädda på 0,5 mg/kg och lägre**

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Bollnäs	85-05	Fäsjön	679196	154326	0,2
Bollnäs	89-04	Östertjärn	680718	155872	0,3
Bollnäs	85-05	Nedre Herten	679391	153415	0,4
Bollnäs	93-03	Bursjön	677577	153799	0,4
Bollnäs	85-05	Norrsjön	680049	152438	0,5
Bollnäs	93-03	Orsjön	682527	153073	0,5
Bollnäs	85-05	Bälssjön	678855	154086	0,5
Bollnäs	85-06	Mårdnästjärn	679335	154513	0,5
Bollnäs	85-05	Djupasjön	679596	154106	0,5
Bollnäs	90-03	Gäddsjön	681624	154220	0,5
Bollnäs	93-03	Herten övre	679664	153216	0,5
Bollnäs	92-03	Öjungen	681414	154051	0,5
Gävle	94-09	Hillesjön	673800	157774	0,2
Gävle	90-02	Bramsfjärden	669683	157918	0,2
Gävle	93-02	Lössnaren	675975	156698	0,3
Gävle	92-07	Älgsjön	672375	157873	0,4
Gävle	91-08	Hamrångefjärden	675667	157200	0,5
Gävle	94-04	Tröskan	672680	158573	0,5
Hofors	88-06	Stillaren	670103	154037	0,3
Hofors	87-07	Tjärnan	671272	153980	0,4
Hofors	94-05	Nyhytte-Dammsjön	670103	153410	0,4
Hofors	92-04	St Kröntjärn	671832	152967	0,4
Hofors	89-05	Långsjön	671974	152544	0,5
Hofors	91-04	Mörsen	670126	153202	0,5
Hofors	94-05	Sälgsjön	671599	153677	0,5
Hudiksvall	86-06	Aftonsjön	684341	158947	0,1
Hudiksvall	91-11	Mjuggsjön	683344	155338	0,4
Ljusdal	88-12	Bursjön	682837	150738	0,1
Ljusdal	91-11	Myrsjön	685489	143883	0,2
Ljusdal	91-11	Nappo	684088	144583	0,2
Ljusdal	89-04	Breasen	686069	149147	0,2
Ljusdal	92-05	Kyrkbytjärnen	684554	146653	0,2
Ljusdal	86-05	Fågelsjön	685424	143841	0,2
Ljusdal	89-02	Uvåssjön	684077	152610	0,2
Ljusdal	92-03	Sorttjärnen	684639	151796	0,2
Ljusdal	93-03	Sortvattnet	684374	150717	0,3
Ljusdal	92-05	Lossjön	684348	147005	0,3
Ljusdal	89-03	Häckelassjön	688442	149060	0,3
Ljusdal	89-02	Tevsjön	683800	152100	0,3
Ljusdal	90-04	Tevansjön	688502	148220	0,3
Ljusdal	85-03	Kyrksjön	685664	151427	0,3
Ljusdal	90-04	Västersjön	689286	149304	0,4
Ljusdal	89-03	Hybosjön	685321	151892	0,4
Ljusdal	89-04	Västra Sillersjön	687064	146879	0,4
Ljusdal	88-10	Västersjön	683574	147831	0,4
Ljusdal	89-04	Sidskogssjön	682930	150447	0,4
Ljusdal	91-11	Nedra Kölsjön	684636	143964	0,4

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Ljusdal	88-10	Storryggen	685107	146358	0,4
Ljusdal	88-04	Bodasjön	684897	151862	0,4
Ljusdal	93-03	Kalvsjön	683927	152686	0,4
Ljusdal	89-02	Örasjön	689237	150079	0,5
Ljusdal	89-04	Västra Borrsjön	685718	151314	0,5
Ljusdal	93-04	Sandsjön	683067	144879	0,5
Ljusdal	89-04	Kårsjön	687446	147340	0,5
Ljusdal	89-04	Stora Mörtsjön	684739	152905	0,5
Ljusdal	89-04	Nedre Sillersjön	686771	147748	0,5
Ljusdal	93-04	Hötjärnen	683611	145325	0,5
Ljusdal	85-03	Klockarsjön	688055	151349	0,5
Ljusdal	89-02	Lillhamrasjön	682476	146173	0,5
Ljusdal	89-04	Buvallssjön	686706	146636	0,5
Ljusdal	92-04	Dåasen	684554	147191	0,5
Ljusdal	89-03	Hedsjön	690919	149460	0,5
Ljusdal	85-03	Väster-Bursjön	683787	150304	0,5
Nordanstig	87-12	Hasselasjön	688400	155279	0,5
Ockelbo	91-04	Stensjön	675186	152562	0,4
Ockelbo	92-01	Bysjön	675340	154967	0,4
Ovanåker	92-03	Ö Nyasen	680990	150535	0,4
Ovanåker	91-04	St Glittern	677206	150218	0,5
Ovanåker	92-02	Långrösten	681505	151345	0,5
Sandviken	93-06	Ältebosjön	671367	154163	0,1
Sandviken	93-06	V Storsjön	672215	166026	0,1
Sandviken	86-11	Ottnaren	671105	154223	0,2
Sandviken	93-06	Långsjön	673534	153381	0,4
Sandviken	93-06	Färnebofjärden	668579	155949	0,5
Söderhamn	91-06	Färssjön	679869	156914	0,2
Söderhamn	93-12	Norn	677815	155344	0,3
Söderhamn	93-12	Florsjön	679755	155350	0,3
Söderhamn	91-09	Järvsjön	678677	156613	0,5
Söderhamn	85-12	Granö-insjön	677602	157284	0,5
Söderhamn	89-03	Flugan	677513	155103	0,5
Söderhamn	88-10	Tönnångersjön	677548	155629	0,5

**B) Sjöar med kvicksilverhalter i enkilos-gädda högre än 0,5 mg/kg och upp till 1,0 mg/kg**

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Bollnäs	94-03	Tönsen	677989	154009	0,6
Bollnäs	85-06	Hanstjärn	679286	153756	0,6
Bollnäs	86-10	Kyrkbytjärn	679200	154106	0,7
Bollnäs	93-03	Istesjön	682933	153163	0,7
Bollnäs	93-03	Bysjön	682849	153525	0,7
Bollnäs	87-06	Övre Dammen	670197	153726	0,7
Bollnäs	91-04	Lilla Öjungen	679046	151727	0,8
Bollnäs	93-03	Björktjärn	679863	154403	0,8
Bollnäs	91-04	Ramen	677527	153059	0,8
Bollnäs	85-03	Bofarasjön	678788	153934	0,8
Bollnäs	85-04	Nyänget	679507	154642	0,8
Bollnäs	92-03	Brick-örvattnet	682102	154026	0,9
Bollnäs	92-03	St Dalsjön	683377	153277	1,0
Bollnäs	93-03	Bjärken	682309	153577	1,0
Gävle	94-08	Säljsjön	672274	157041	0,6
Gävle	89-03	Björkången	676825	156057	0,7
Gävle	91-06	Fäbosjön	670442	156407	0,7
Gävle	92-08	Tönnebrosjön	677088	156297	0,8
Gävle	92-08	Viksjön	676110	156321	0,9
Hofors	89-05	Holmsjön	671962	151938	0,7
Hofors	88-06	Hästen	669624	153731	0,7
Hofors	90-01	Hålen	669728	153066	0,9
Hofors	90-07	Björktjärn	671164	152674	1,0
Hofors	85-06	Torshytte-Dammsjön	670201	153251	1,0
Hudiksvall	93-04	St Skärsjön	684063	156700	0,6
Hudiksvall	86-03	Skäråssjön	687467	154416	0,6
Hudiksvall	86-03	Lockjärv	689367	152848	0,6
Hudiksvall	92-04	Redsjösjön	683036	155556	0,7
Hudiksvall	86-05	Håckstaviken	684665	157953	0,7
Hudiksvall	92-05	Ingan	685000	155593	0,7
Hudiksvall	86-05	Sättjärasjön	685212	153954	0,9
Hudiksvall	92-05	Stornien	683200	155103	0,9
Hudiksvall	91-10	Iggsjön	683867	156544	0,9
Hudiksvall	91-10	Gansesjön	685796	157081	0,9
Ljusdal	89-04	Båthussjön	687816	146765	0,6
Ljusdal	89-04	Kölströmmen	686716	149143	0,6
Ljusdal	91-11	Korrissjön	689286	149304	0,6
Ljusdal	89-01	Acksjön	682807	147535	0,6
Ljusdal	89-03	Gräningen	690005	148029	0,6
Ljusdal	88-10	Storhamrasjön	682688	146099	0,6
Ljusdal	89-04	Kerstasjön	687498	147024	0,6
Ljusdal	89-03	Övre Stugusjön	686666	148593	0,6
Ljusdal	89-04	Measen	687303	147174	0,7
Ljusdal	89-02	Västersjön	684052	145466	0,7
Ljusdal	89-03	Hedstatjärn	686592	150489	0,7
Ljusdal	89-02	Storsjön	687261	150660	0,7
Ljusdal	93-03	Harsasjön	683402	151036	0,7
Ljusdal	93-04	Växnan	685857	151408	0,7
Ljusdal	89-02	Ljusnan, Laforsmag.	687012	148389	0,7
Ljusdal	89-03	Hennan	687931	150527	0,7

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Ljusdal	88-09	Sånghussjön	684809	149711	0,7
Ljusdal	89-01	Övre Lomsjön	683261	147086	0,7
Ljusdal	88-05	Gryttjen	685304	152337	0,7
Ljusdal	91-11	Stor-Jättsjön	685975	144629	0,7
Ljusdal	89-03	Ängratörn	686703	147800	0,8
Ljusdal	89-02	Ygssjön	685377	150606	0,8
Ljusdal	93-04	Björnsjön	686773	151753	0,8
Ljusdal	89-01	Björsjösjön	686404	148957	0,8
Ljusdal	88-10	Karsjön	685952	147232	0,8
Ljusdal	88-12	Rossen	683010	149833	0,8
Ljusdal	92-04	Rensjön	682669	145699	0,8
Ljusdal	89-01	Gunnarbosjön	686119	152707	0,8
Ljusdal	89-02	Gebbaren	685670	147770	0,8
Ljusdal	93-04	Vålsjön	684729	152512	0,9
Ljusdal	93-02	Milsjön	683890	151336	0,9
Ljusdal	89-03	Fönesjön	685790	150203	0,9
Ljusdal	93-03	Svartsjöarna	687083	152050	0,9
Ljusdal	86-10	Öster-Våsen	689403	148441	0,9
Ljusdal	92-05	Valåssjön	683260	152096	0,9
Ljusdal	89-04	Grötvallssjön	687227	147084	1,0
Ljusdal	89-02	Nedre Enskogssjön	687365	148352	1,0
Nordanstig	92-01	Holsjön	686516	156543	0,7
Nordanstig	85-04	Villsjön	689289	157026	0,9
Nordanstig	85-04	Kittessjön	686715	156491	0,9
Nordanstig	86-01	Stensjön	689727	152843	0,9
Nordanstig	88-05	Storsjön	687058	157146	1,0
Nordanstig	94-08	Bjärtsjön	686183	156234	1,0
Ockelbo	86-04	Östersjön	675075	155297	0,6
Ockelbo	92-09	St Dammsjön	676218	155988	0,6
Ockelbo	85-07	Stor-Kvisjön	676032	153100	0,7
Ockelbo	92-04	Långsjön	673893	155114	0,7
Ockelbo	93-01	Måcksjön	675313	153323	0,7
Ockelbo	86-05	Hedsjön	675905	152415	0,7
Ockelbo	93-02	Lingan	676889	155136	0,8
Ockelbo	85-08	Bresiljorna	676807	152866	0,8
Ockelbo	94-04	Hällsjön	674068	155702	0,8
Ockelbo	93-02	Vittersjön	675166	155894	0,8
Ockelbo	93-01	Mörttjärn	676614	153755	0,8
Ockelbo	91-12	Nätsjön	675118	152389	0,9
Ockelbo	88-03	Långsjön	677298	154270	0,9
Ockelbo	85-12	Melltjärn	674661	154277	1,0
Ovanåker	89-01	Lången öv.o.nedre	683046	147946	0,6
Ovanåker	94-03	Nedre Tälningen	678764	149841	0,7
Ovanåker	91-03	Vägnan-Döholmen	680551	150601	0,7
Ovanåker	92-03	Mållången	679363	150312	0,8
Ovanåker	91-08	Kyrktjärn	680334	151461	0,8
Sandviken	85-02	Gårdsjön	672042	152996	0,6
Sandviken	85-01	Långsjön	669631	154732	0,6
Sandviken	90-03	Öjaren	672883	155647	0,8
Sandviken	85-04	Hosjön	672254	153504	0,9
Sandviken	92-04	Fäbodsjön	672210	153359	0,9

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Sandviken	91-04	Järvsjön	673784	155146	0,9
Söderhamn	94-04	Svansjön	678510	156312	0,6
Söderhamn	92-04	Fläten	678280	149670	0,6
Söderhamn	85-04	Härnbosjön	677797	155153	0,6
Söderhamn	92-04	Losesjön	680992	156506	0,6
Söderhamn	94-04	Näsfjärden	677318	155588	0,6
Söderhamn	94-04	Marmen	679231	156470	0,7
Söderhamn	86-03	Kultebosjön	677904	157242	0,7
Söderhamn	91-09	St Mosiesjön	678242	155582	0,7
Söderhamn	92-04	Norrjärnässjön	681590	155004	0,7
Söderhamn	89-05	Lindesjön	681746	155711	0,8
Söderhamn	86-10	Gårdsjön	677543	154982	0,8
Söderhamn	94-03	Stor-Billingen	678617	155871	0,8
Söderhamn	92-04	Alebosjön	681231	156267	0,8
Söderhamn	86-03	Sörsjön	677603	155348	0,9
Söderhamn	93-12	Skidtjärnen	677420	155682	0,9
Söderhamn	89-06	Norrtjärn	680890	155870	0,9
Söderhamn	86-04	Henningesjön	678203	154853	1,0
Söderhamn	94-05	Mellan-Billingen	678552	156082	1,0
Söderhamn	93-12	Stugtjärnen	677477	155910	1,0

**C) Sjöar med kvicksilverhalter i enkilosgädda över 1.0 mg/kg**

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Bollnäs	93-03	Nyängestjärn	689506	154642	1,1
Bollnäs	86-05	Stor-Flugen	679093	152772	1,1
Bollnäs	85-04	Acktjärn	679773	154571	1,1
Bollnäs	93-03	Bosjön	679873	154137	1,1
Bollnäs	86-05	Norrsjön	679536	152280	1,2
Bollnäs	93-03	Snaten	682525	153240	1,2
Bollnäs	86-07	Mosjön	677127	153641	1,2
Bollnäs	91-04	Bältbosjön	678588	154232	1,3
Bollnäs	85-10	Lötbotjärn	678282	153903	1,6
Bollnäs	91-04	Långsjön	678130	153944	1,6
Bollnäs	85-10	Långsjön	678171	151912	1,7
Bollnäs	92-03	Ecklingen	679481	152245	1,7
Bollnäs	92-04	N Maskinsjön	682510	154116	1,8
Gävle	92-12	Torkholmssjön	671640	156677	1,5
Gävle	91-06	Nilsessjön	670436	156650	1,7
Hofors	94-05	Malmtjärn	670747	154000	1,2
Hofors	92-10	Axen	670279	153251	1,3
Hofors	87-06	Lilla Skällingen	670798	152483	1,3
Hofors	87-04	Bärsen	669652	153071	1,4
Hofors	88-06	Gjusen	669690	154155	1,6
Hofors	90-07	Hosjön	670816	152951	1,8
Hudiksvall	87-05	Hansesjön	684577	154814	1,1
Hudiksvall	92-04	Bottentjärn	683977	155509	1,1
Hudiksvall	91-06	Alsjösjön	687824	153353	1,1
Hudiksvall	89-04	Blackåstjärn	683786	155174	1,8
Hudiksvall	92-05	Färdsjötjärnen	684982	157672	1,9
Ljusdal	88-09	Finnsjön	685059	149296	1,1
Ljusdal	89-03	Strålsjön	684570	150274	1,1
Ljusdal	89-03	Skålwallsjön	687014	149086	1,1
Ljusdal	89-01	Skråsstjärnen	686578	152009	1,1
Ljusdal	93-04	Håvratjärnen	686014	149648	1,2
Ljusdal	93-06	Ylajärv	683355	143854	1,2
Nordanstig	86-01	Lindsjön	689401	153755	1,1
Ockelbo	92-04	Mångeln	674761	154550	1,1
Ockelbo	86-06	Rönnback-Holmsjön	675352	152822	1,1
Ockelbo	92-09	Lillvantjärn	675373	155676	1,1
Ockelbo	91-04	Tansen	674863	153845	1,2
Ockelbo	92-12	Hammarsjön	674792	154889	1,2
Ockelbo	92-12	Lill-rännsjön	675163	154664	1,3
Ockelbo	86-04	Tolvören	675504	155840	1,5
Ockelbo	86-10	Lill-Vrången	677238	154283	1,7
Sandviken	85-04	Vettsjön	673398	154783	1,1
Sandviken	93-06	Oppsjön	669265	154402	1,2
Sandviken	91-04	Vällingen	673387	155022	1,2
Söderhamn	94-03	Draggan	677377	155476	1,1
Söderhamn	86-03	Skavsjön	680984	155761	1,1
Söderhamn	86-03	Stor-Skärjan	677178	156659	1,2
Söderhamn	94-05	Storsjön	677566	154807	1,2
Söderhamn	91-03	Tygstabodsjön	681093	155029	1,3
Söderhamn	93-12	Förtjärnen	678084	155337	1,3

Kommun	Datum	Sjö	X-koord	Y-koord	Hg (mg/kg)
Söderhamn	93-12	Tönnånger-Gisslaren	677758	155713	1,3
Söderhamn	90-05	Vis-storsjön	680536	155492	1,4
Söderhamn	85-04	Lillsjön	677917	154609	1,5
Söderhamn	86-04	Mörtsjön	678565	155967	1,5
Söderhamn	85-06	Tannsjön	680732	155527	1,6
Söderhamn	93-11	Ljustjärnen	676994	155593	1,8
Söderhamn	94-05	Hemsjön	677649	154555	2,1
Söderhamn	90-05	Trosstjärn	682176	154818	2,1

**Bilaga 2. Cesiumhalter i gädda.** Medianvärdet från 1991-94 för de i sammanställningen ingående sjöarna. Materialet är indelat i tre klasser: 300 Bq/kg och därunder, 300-1500 Bq/kg samt över 1500 Bq/kg.

Kommun	Sjö	X-koord	Y-koord	Median Bq/kg
Bollnäs	Östansjöviken	679400	153400	2
Bollnäs	Bosjön	679873	154137	70
Bollnäs	Orsjön	682527	153073	108
Bollnäs	Nyängestjärn	679510	154640	139
Sandviken	Fäbodsjön	672210	153359	195
Ockelbo	Bysjön	675340	154967	208
Ockelbo	Vallssjön	675604	154392	237
Söderhamn	Tönnångersjön	677548	155629	258
Söderhamn	Järvsjön	678677	156613	263
Nordanstig	Jättendalssjön	687338	157862	279
Ockelbo	St Dammsjön	676218	155988	283

Nordanstig	Flarktjärn	687939	155675	320
Hudiksvall	Spjutnäsfjärden	685550	158094	330
Gävle	Bramsöfj Dalälven	669683	157918	370
Nordanstig	Tröstentjärnen	687276	156822	420
Hudiksvall	Norstafjärden	685425	157801	430
Ockelbo	Mångeln	674761	154550	445
Nordanstig	Kyrksjön	686135	156541	448
Nordanstig	Holsjön	686516	156543	451
Hudiksvall	Håckstaviken	684665	157953	452
Nordanstig	Gryttjästjärn	688659	157806	461
Nordanstig	Älgeredssjön	687575	156420	485
Nordanstig	Kittesjön	686715	156491	490
Sandviken	Hålldammen	673482	154483	512
Nordanstig	Bälingsjön	687705	157567	540
Nordanstig	Barrtjärn	687890	156035	540
Söderhamn	Alebosjön	681231	156267	612
Gävle	Storsjön	672215	156026	614
Hudiksvall	Hedåssjön	688776	152597	660
Nordanstig	Flentjärn	688244	155558	662
Hudiksvall	Kastellsjön	685383	157254	678
Ockelbo	Långsjön	673893	155114	699
Gävle	Tönnebrosjön	677088	156297	718
Nordanstig	Ängbotjärn	687628	155878	726
Bollnäs	Bursjön	677577	153799	841
Nordanstig	Storsjön	687058	157146	846
Hudiksvall	Bottentjärn	683977	155509	906
Nordanstig	Annsjön	688945	156402	927
Gävle	Lössnaren	675975	156698	1060
Hudiksvall	Alsjösjön	687824	153353	1060
Hudiksvall	Hedåssjön	686046	153604	1068
Bollnäs	St Dalsjön	683377	153277	1080
Hudiksvall	Järnvallssjön	685164	152897	1096
Söderhamn	Stugtjärn	677477	155910	1130
Nordanstig	Kråkbackssjön	688460	156202	1193
Ockelbo	Vansjön	675256	155504	1234

Bollnäs	N Maskinsjön	682510	154116	1274
Nordanstig	Orrsjon	687674	157174	1326
Gävle	Hillesjön	673800	157774	1350
Hudiksvall	Södra Dellen	684961	155569	1388
Hudiksvall	Tolocksjön	682810	155405	1403
Nordanstig	Grännsjön	688199	156577	1415
Hudiksvall	Sumåssjön	687200	153964	1496

Hudiksvall	Finnsjön	683200	155103	1548
Nordanstig	Storsvarven	686338	156952	1555
Gävle	Lundbosjön	673981	156335	1570
Nordanstig	Hasselasjön	688400	155279	1700
Hudiksvall	Redsjösjön	683036	155556	1748
Nordanstig	Armsjön	689529	158452	1779
Hudiksvall	Drevisfjärden	684665	157953	1848
Gävle	Viksjön	676110	156321	1860
Nordanstig	Ysjön	687407	155437	1893
Nordanstig	Lillmalungen	689209	155989	1922
Hudiksvall	Norra Dellen	686066	154297	2147
Gävle	Hamrångefjärden	675667	157200	2175
Ockelbo	Gnottjärn	675059	155774	2199
Gävle	Älgsjön	672375	157873	2200
Hudiksvall	Skäråssjön	687467	154416	2252
Nordanstig	Längsterbosjön	687931	155555	2266
Sandviken	Åtulen	673560	155553	2310
Gävle	Bosjön	674079	157018	2375
Gävle	Trösken	672680	158573	2570
Gävle	Flatsjön	670853	157429	3045
Nordanstig	Långsjön	687102	155803	3366
Hudiksvall	Långsjön	685662	158411	3500
Söderhamn	Norrbränningen	678153	156427	4342
Sandviken	Öjaren	672883	155647	7555
Ockelbo	Vittersjön	675166	155894	7770
Gävle	Hemlingbysjön	672431	157511	7878
Gävle	Fäbodsjön	670442	156407	8115
Nordanstig	Villsjön	689289	157026	8735
Nordanstig	Lunnsjön	688028	158069	8915
Söderhamn	St Mosisjon	678306	156818	9169

**Bilaga 3. Cesiumhalter i abborre.** Medianvärden från 1991-94 för de i sammanställningen ingående sjöarna. Materialet är indelat i tre klasser: 300 Bq/kg och därunder, 300-1500 Bq/kg samt över 1500 Bq/kg.

Kommun	Sjö	X-koord	Y-koord	Median Bq/kg
Hudiksvall	Drevisfjärden	684665	157552	119
Hudiksvall	Funstasjön	684616	155784	141
Söderhamn	Mellan-Billingen	678552	156082	156
Söderhamn	Näsfjärden	677318	155588	157
Nordanstig	Kyrksjön	686762	157622	160
Bollnäs	Rödtjärn	678412	154343	182
Bollnäs	Mörtsjön	677858	151456	218
Söderhamn	Lill-Billingen	678598	156155	220
Bollnäs	Rödtjärn v	678373	153240	238
Söderhamn	Tönnångerssjön	677548	155629	240
Nordanstig	Flarktjärn	687939	155675	262
Söderhamn	Stor-Billingen	678617	155871	286

Hudiksvall	Spjutnäsfjärden	685550	158094	307
Gävle	Storsjön	672215	166026	330
Söderhamn	Tönnångers-Gissl.	677758	155713	395
Ockelbo	St Dammsjön	676218	155988	410
Nordanstig	Älgeredssjön	687575	156420	411
Nordanstig	Bodsjön	690254	153257	419
Hudiksvall	Kastellsjön	685383	157254	494
Ockelbo	Mångeln	674761	154550	554
Hudiksvall	Gansesjön	685796	157081	559
Söderhamn	Järvsjön	678677	156613	570
Bollnäs	Snaten	682525	153240	614
Söderhamn	Skidtjärn	677420	155682	783
Bollnäs	Maskinsjön	682484	154017	837
Hudiksvall	Norstafjärden	685425	157801	840
Nordanstig	Ängbotjärn	687628	155878	883
Hudiksvall	Finnsjön	683200	155103	910
Nordanstig	Storsvarven	686338	156952	935
Hudiksvall	Håckstaviken	684665	157953	1005
Nordanstig	Hasselasjön	688400	155279	1054
Hudiksvall	Lennsjösjön	687800	154226	1064
Hudiksvall	Sörgimsjön	687300	155038	1119
Söderhamn	Ljustjärn	676994	155593	1121
Gävle	Hillesjön	673800	157774	1207
Bollnäs	Öjungen	681414	154051	1220
Hudiksvall	Burtjärnen	686815	153545	1230
Nordanstig	Annsjön	688945	156402	1259
Hudiksvall	Långsjön	685662	158411	1311
Nordanstig	Gryttjetjärn	688659	157806	1365
Hudiksvall	Nyvallsjön	684189	154075	1378
Nordanstig	Orrsjön	687674	157174	1381
Hudiksvall	Bromsvallssjön	685519	156348	1458
Bollnäs	Iljungen	681368	154608	1496

Söderhamn	Stugtjärn	677477	155910	1768
Hudiksvall	Södra Dellen	684961	155569	1795
Nordanstig	Armsjön	689529	158452	1959
Bollnäs	Bodsjön	681962	153969	1990
Nordanstig	Grännsjön	688199	156577	2070
Hudiksvall	Råbosjön	685714	156527	2355
Gävle	Bysjön	669604	155666	2555
Gävle	Hamrångefjärden	675667	157200	2570
Hudiksvall	Norra Dellen	686066	154297	2645
Hudiksvall	Hornsjön	683143	155656	2685
Hudiksvall	Järnvallssjön	685164	152897	2701
Hudiksvall	Sumåssjön	687200	153964	2754
Gävle	Viksjön	676110	156321	3220
Hudiksvall	Badtjärnen	685570	156667	3281
Hudiksvall	Skäråssjön	687467	154416	3377
Nordanstig	Villsjön	689289	157026	3382
Gävle	Trösken	672680	158573	3600
Gävle	Storsjön Hedesunda	670103	156041	5330
Söderhamn	St Mosiesjön	678306	156818	5700
Söderhamn	Norrbränningen	678153	156427	6794
Sandviken	Öjaren	672883	155647	9080
Ockelbo	Vittersjön	675166	155894	12819
Gävle	Nilsessjön	670436	156650	17620





# Kvicksilver och cesium i fisk

är 1995 års sjätte rapport, utgiven av  
länsstyrelsen i Gävleborg.  
Materialet är sammanställt av miljövårdsenheten.

**Omslagsteckningar:** *Sven Nordqvist*

Rapporten kan beställas från

**Länsstyrelsen**  
**Miljövårdsenheten**  
**801 70 Gävle**

Rapportserien omfattar hittills följande publikationer:

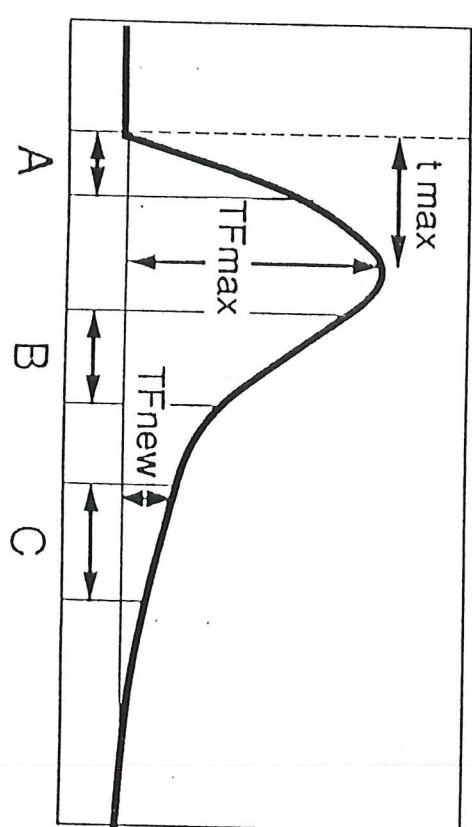
- 1995:1** Behövs infoteket i Ovanåker?
- 1995:2** Regional samhällsplanering för ett miljöanpassat kommunikationssystem i Gävleborg (RES/MAK)
- 1995:3** Befolkningen i Gävleborg 1994
- 1995:4** Utsläpp till vatten från biltvättar och mindre verkstäder
- 1995:5** Trygghet och säkerhet i särskilda boendeformer och dagverksamhet för personer med åldersdemens

ISRN LSTY-X-R--95/6--SE

ISSN 0284-5954

Tryck: W-söner, 500 ex.

*Plättvaror  
se nuvar*



Figur 5: Principiell tidsurveckling för  $^{137}\text{Cs}$ -fisk (från Meili, 1991).

Original sid

