

Botkyrka kommun
Miljöförvaltningen
Rapport 2003:1



**Kvicksilver och bromerade
flamskyddsmedel i gädda från
sjöar i Botkyrka kommun**

**Sammanställning av provtagningar
2001 — 2002**

Utredningsenheten — Miljöövervakning

Tumba 2003-05-12

Omslagsbild: Sjön Axaren.
Foto: Sten Modén.

Innehållsförteckning

	Sammanfattning	4
1.	Inledning	5
1.1	Uppmätta föroreningar, ursprung och effekter	5
1.1.1	Kvicksilver	5
1.1.2	Bromerade flamskyddsmedel	6
2.	Metodik	7
2.1	Val och beskrivning av undersökta sjöar	8
3.	Resultat	9
3.1	Fångst	8
3.2	Kvicksilver, Hg	8
3.2.1	Jämförelse med tidigare undersökningar	13
3.2.2	Kaggfjärden	14
3.3	Bromerade flamskyddsmedel	15
4	Referenser	16
	Kartbilaga	18
	Bilaga	20

Sammanfattning

Under perioden hösten 2001 till våren 2002 insamlades gäddor från Kaggfjärden och 10 sjöar i Botkyrka kommun för analys av kvicksilver. Totalt analyserades 28 st. fiskar. Halterna av kvicksilver varierade kraftigt mellan de olika sjöarna, från mycket låga till mycket höga halter. Sett som 1-kilosgädda återfanns högst halt hos fisk från Brosjön och Tullingesjön, följt av Getaren och Mellansjön. Lägst halt hade Malmsjön, följt av Utterkalven och Axaren. Inte i någon sjö fångades tillräckligt med fisk för att tillståndsklassificera sjön enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Vid jämförelse med tidigare undersökningar kan konstateras att halterna inte har sjunkit i gäddor från sjöar i Botkyrka. Halterna av kvicksilver i gädda från Kaggfjärden är lägre än i dem från insjöar, men sannolikt förhöjda för att vara saltvattenlevande fisk.

I tre fall överskred halten kvicksilver EG-kommissionens högsta tillåtna värde i gädda som livsmedel, om 1,0 mg Hg/kg våtvikt. Högst halter hade stora gäddor från skogssjöar.

Bromerade flamskyddsmedel analyserades i gäddor från 3 av sjöarna. Inga bromerade flamskyddsmedel kunde konstateras i det analyserade materialet. Halterna låg under detektionsgränsen för analysmetoden.

1. INLEDNING

Mätningar av miljögifter i kommunens sjöar ingår som en del av Botkyrka miljöförvaltnings övervakning av miljön. Föreliggande rapport avser analys av kvicksilver i gäddor fångade i sjöarna Aspen, Uttran, Utterkalven, Tullingesjön, Mellansjön, Brosjön, Malmsjön, Axaren, Getaren och Stora Skogssjön samt Kaggfjärden (se Kartbilaga). Rapporten presenterar också analysresultat av bromerade flamskyddsmedel i gäddor fångade i Aspen, Mellansjön och Axaren. Gäddorna fångades under perioden hösten 2001 till våren 2002. Tidigare undersökning finns presenterad i länsstyrelsens rapport *Kvicksilver i gädda och abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992, Rapport 1993:19*, (Sonesten, L. 1993).

1.1 Uppmätta föroreningar, ursprung och effekter.

1.1.1 Kvicksilver

Kvicksilver (Hg) är en mycket lättflyktig metall och är ett av de allra farligaste miljögifterna. Det är ett grundämne och kan därför aldrig brytas ned. Mikroorganismer i mark och vatten kan omvandla den giftiga metallen kvicksilver till en ännu giftigare förening, metylkvicksilver. Denna förening bioackumuleras, dvs. halterna ökar genom hela näringskedjan, med högst halter hos toppkonsumenterna som t.ex. gädda, havsörn m.fl. Det kvicksilver som en gång kommit ut i miljön utgör ett hot mot människor, djur och natur under lång tid framöver. Via luften kan kvicksilver transporteras i atmosfären över långa avstånd. Största delen av kvicksilvernedfallet över Sverige kommer från utsläpp i andra länder.

Kvicksilver kan finnas i produkter som används dagligen, t.ex. strömbrytare, kontakter, lysrör och batterier i klockor, kameror och hörapparater. Enligt Naturvårdsverket finns det idag ca 100 ton kvicksilver bara i de varor som är i omlopp i det svenska samhälle. Upplagrat kvicksilver kan finnas i kemikalie- och elförråd, i bilskrot och annan kasserad utrustning, liksom i vaskar, hoar, vattenlås och avloppssystem i lokaler där man förut hanterat ämnet. Kvicksilverhaltigt amalgam i våra tandfyllningar är också en stor utsläppskälla. Även industrin har i många år använt kvicksilver på olika sätt som resulterat i utsläpp och farligt avfall. Inom svenskt jordbruk användes metyl- och etylkvicksilver som bekämpningsmedel. Användningen av kvicksilverföreningarna ifråga stoppades år 1966.

Metyl- och etylkvicksilver har en mycket stor förmåga att bindas i levande vävnader, och spridning över åkrarna medförde starkt förhöjda kvicksilverhalter hos jordbrukslandskapets fauna. Vissa fågelarter drabbades av så omfattande förgiftningar att de näst intill försvann. Men sedan dess har de drabbade arterna med få undantag återhämtat sig helt. Kvicksilver finns lagrat i betydande mängder i marken, varifrån det under lång tid läcker ut från markskikten till närliggande sjöar och vattendrag, där det kan tas upp av fisk och andra levande organismer. Särskilt i Norrlands kustland, där industrins kvicksilverutsläpp tidigare var mycket stora, har kvicksilverhalterna på så sätt blivit höga i gädda och annan rovfisk. Fisken själv drabbas inte så hårt av kvicksilvret, men för människan är det i längden riskabelt att äta den. Ett alltför stort kvicksilverintag innebär bl. a. fara för skador på centrala nervsystemet. Därför har Livsmedelsverket utfärdat allmänna rekommendationer om begränsad konsumtion av rovfisk från svenska inlandsvatten. Gravida och ammande kvinnor avråds helt från att äta sådan fisk. Halten i kvicksilver i gädda bestäms av en rad faktorer som t.ex. ålder, mängden till sjön tillfört kvicksilver och sjöns karaktär. Fiskar i en näringsrika sjöar har t. ex. generellt lägre

kvicksilverhalter än fiskar från en näringsfattiga sjöar. Detta beror på att en näringsfattig sjö, har mindre mängd organiskt material att sprida ut kvicksilvret på, och koncentrationen av kvicksilver blir därför högre hos framförallt fiskätande djur i näringsfattiga sjöar, t.ex. i gädda.

1.1.2 Bromerade flamskyddsmedel

Syftet med flamskyddsmedel är att minska risken för att det börjar brinna samt hejda utvecklingen om det börjar brinna. Bromerade flamskyddsmedel reagerar med plast och bildar nya ämnen som kväver lågan. Flamskyddsmedel används till en rad olika material, mest i olika plastmaterial, men även i t. ex. textilier, trä och brandskyddsfärg. Materialen används sedan i olika produkter. De vanligaste är elektriska och elektroniska produkter och byggvaror men även i fordon, möbler, skyddskläder m.m. Flamskyddsmedel tillverkas inte i Sverige och de flesta av produkterna som innehåller bromerade flamskyddsmedel importeras till Sverige. Det finns idag omkring 70 olika bromerade flamskyddsmedel.

Flamskyddsmedlen ska skydda under hela produktens livslängd, vilket innebär att de inte får brytas ned för lätt. Just egenskapen att de är svårnedbrytbara gör att de kan vara farliga för hälsa och miljö. En del av dem kan dessutom tas upp och lagras i biologiskt material, dvs. de är bioackumulerbara.

Flamskyddsmedel kan antingen vara reaktiva d.v.s. kemiskt förenade med materialet de ska flamskydda, eller additativa, d.v.s. blandade med materialet utan att vara kemiskt förenade. Additativa ämnen sitter lösare bundna och läcker lättare ut vid användning av materialet och i avfallsledet. Drygt hälften av de bromerade flamskyddsmedlen används additivt.

PBB och PBDE

Polybromerad bifenyyl, PBB, var det första bromerade flamskyddsmedlet som visade sig vara farligt och tillverkas inte längre, men kan finnas kvar i varor en lång tid framöver. PBB har i djurförsök visats sig kunna ge upphov till levercancer. En annan grupp kallas polybromerade difenyletrar, PBDE, och av dem är pentaBDE det bäst undersökta. Det är starkt bioackumulerbart och persistent, dvs. bryts ned långsamt. PentaBDE påverkar lever och sköldkörtelhormon. Försök med möss har visat att musungar som matats med pentaBDE får beteendestörningar i vuxen ålder. Det har bl. a. hittats i den svenska fjällvärlden och i kvinnors bröstmjolk. Andra PBDE är inte lika väl undersökta men okta- och dekaBDE har i djurförsök visats sig påverka fortplantningsförmågan, och dekaBDE kan ge levercancer. De största riskerna för utsläpp av PBB och PBDE föreligger när varorna blivit till avfall. T ex genom utlakning om varor som innehåller ämnena läggs på deponi, eller genom förbränning av varorna. Vid förbränning är det viktigt att de förbränns vid en hög och jämn temperatur för att undvika bildande av bromerade dioxiner. Enligt Kemikalieinspektionen är det inte någon bra idé att återvinna material som innehåller PBB eller PBDE, eftersom detta kan öka spridningen till nya områden. Det enda sättet att minska riskerna är att upphöra med användandet av dem.

TBBP-A

Det vanligaste bromerade flamskyddsmedlet är tetrabrombisfenol A (TBBP-A), som finns i flera olika kemiska former, och används mest i kretskort. Kunskapen om hur TBBP-A påverkar miljön, eller vilka halter som finns runt omkring oss, är begränsad. Man har dock hittat det i sediment, avloppsslam och biologiskt material, och man vet att det är mycket giftigt för vattenlevande organismer. Kemikalieinspektionen arbetar med en riskbedömning av ämnet.

HBCDD

Hexabromcyklododekan, HBCDD, används additivt i plast. Det används mest inom i styva isolerskivor som används inom byggindustrin och förpackningar, t.ex. frigolit. Kunskapen är bristfällig vad gäller påverkan på miljö och hälsa. Kemikalieinspektionen arbetar med en riskbedömning av ämnet.

PBB har på frivillig väg slutat att tillverkas i Europa. EU har nyligen beslutat att förbjuda penta- och oktaBDE inom ramen för Begränsningsdirektivet (76/769/EEC). Förbudet innebär att fr.o.m. 2004-08-15 får inte dessa ämnen släppas ut på marknaden eller användas som rent ämne eller i beredningar i högre halt än 0,1 viktprocent. Varor eller flamskyddade delar till varor som innehåller penta- eller oktaBDE i högre halt än 0,1 viktprocent får heller inte släppas ut på marknaden. I riskbedömningen för dekaBDE påvisades inga direkta risker för hälsa och miljö. Flera frågetecken om ämnets egenskaper kvarstår dock. Bl.a. är det osäkert om det kan brytas ned till mer skadliga substanser som t.ex. pentBDE. Kemikalieinspektionen bedömer att det behövs fler studier innan riskbedömningen kan avslutas. Därutöver är riskbedömningarna för TBBP-A och HBCDD på god väg.

2. METODIK

Under sensommaren 2001 skickades en förfrågan ut till fiskerättsinnehavare, markägare och fiskeföreningar med önskemål om att erhålla gädda för analys av kvicksilver. Till förfrågan bifogades instruktioner om vilken bit av gäddan som var aktuell och hur denna skulle framprepareras, märkas och förvaras. På detta sätt erhöles totalt prov från 11 st. fiskar från sjöarna Uttran, Utterkalven och Axaren samt Kaggfjärden. Dessa fiskar fångades främst med nät, angeldon/sax från is, samt handredskap (endast Kaggfjärden). På grund av att antalet fiskar var lågt och spridningen av sjöar dålig, beslutades att förlänga fångstinsatsen. Resterande fiskar, 17 st., fångades under maj 2002. Den senare fångstinsatsen utfördes med handredskap. På detta sätt fångades gäddor från Södra Aspen, Tullingesjön, Mellansjön, Brosjön, Malmsjön, Getaren och Stora Skogssjön.

Efter fångst vägdes och mättes fisken och stoppades därefter i en fryspåse. Fisken rensades och könsbestämdes och en minst 5 cm bred "kotlett" skars ut mellan bröstfenor och ryggfena, varefter provet frystes vid max -18 C. Provet skickades sedan till Alcontrol Laboratories, där frampreparering av ryggmuskel, och där på följande analys av kvicksilver och bromerade flamskyddsmedel utfördes. Analysmetoden som användes för analys av kvicksilver var SS028175-1 Hg-Avm, mätosäkerhet +/-25 %. Analysmetoden för bromerade flamskyddsmedel var högupplösande gaskromatografi/masspektrometri (HRGC/MS) med negativ kemisk jonisation (NCI). Uppslutningmetod EPA 3540 – Soxhlet, extraktion av fast material (uppgift om mätosäkerhet saknas).

Enligt *Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Sjöar och vattendrag, RAPPORT 4913*, skall gäddor mellan 0,4 och 1,6 kg användas för tillståndsbedömning av kvicksilverhalten. Beträffande konsumtion av gädda tar dock Livsmedelsverket inte hänsyn till fiskens storlek, varför vi i denna undersökning även lät analysera gäddor utanför detta intervall. Gäddor mindre än 0,4 kg släpptes dock tillbaka.

I tillståndsbedömningarna som görs under resultat nedan används endast gäddor mellan 0,4-1,6 kg

Insamlingen under höst och vinter 2001 har utförts av fritidsfiskare i kommunen. Insamlingen under våren 2002 utfördes av Dan Arvidsson och Anders Forsberg, Miljöförvaltningen Botkyrka kommun. Sammanställningen är gjord av Dan Arvidsson.

2.1 Val och beskrivning av undersökta sjöar

Sjöarna valdes ut enligt en eller flera av följande kriterier:

- sjöar viktiga för sportfiske.
 - sjöar som är eller tidigare har varit belastade med vatten från avloppsreningsverk eller lakvatten från deponier.
 - skogssjöar som är opåverkade från annan verksamhet än luftdeposition och skogsbruk.
- Se Kartbilaga.

Sjödata

Namn	Sjönummer (SMHI)	Tot-P (mg/l)	Tot-N (mg/l)	Alkalinitet (mekv/l)	pH
Södra Aspen	61000/094	0,035	1,0	1,17	8,8
Uttran	61000/102	0,054	1,2	1,4	9,2
Utterkalven	61000/101	0,033	0,960	1,31	9,1
Tullingsjön	61000/093	0,020	0,545	1,24	8,8
Mellansjön	62063/094	0,016	0,43	0,49	7,4
Brosjön	62063/093	0,023	0,38	0,52	7,6
Malmsjön	62063/089	0,050	0,85	1,16	8,8
Axaren	62063/087	0,067	0,91	1,11	8,0
Getaren	62063/096	0,037	0,6	0,59	8,0
Stora Skogssjön	62063/085	0,018	0,44	0,33	7,3

Tabell 1. Analysresultat från provtagningar i augusti 2002.

3. RESULTAT

Uppgifterna avser analys av kvicksilver (Hg) och bromerade flamskyddsmedel i ryggmuskel från gäddor (*Esox lucius L.*) fångade under perioden hösten 2001 till våren 2002.

3.1 Fångst

Totalt fångades 29 gäddor och 1 abborre på sammanlagt 11 lokaler. 28 gäddor analyserades, varav 3 från bräckt vatten. I Bilaga presenteras följande fångstdata: fiskarnas kön, vikt samt fångstdatum och fångstlokal (se även Kartbilaga). För fisk fångad i maj 2002 noterades även längd.

3.2 Kvicksilver, Hg

Bedömning av miljö kvalitet utifrån kvicksilverhalten i fisk bör grundas på analys av gädda i storlekar 0,4 – 1,6 kg. För sjöar med en yta upp till 10 km² bör minst fem fiskar utgöra underlag, i större sjöar minst 10 fiskar (Naturvårdsverket 1999).

24 av de 28 analyserade gäddorna låg inom rätt storleksintervall. För bedömning av kvicksilverbelastningen i undersökningen används endast sötvattenfångade fiskar inom rätt storleksintervall (saltvattenfångade, se under avsnitt 3.2.2 Kaggfjärden). Större fiskar analyserades emellertid också, för en bedömning utifrån deras lämplighet som matfisk. Inte i någon sjö fångades tillräckligt antal gäddor i rätt storleksintervall för att uppfylla Naturvårdsverkets kriterier. En osäkerhet i materialet är att fiskarna fångades under olika tider på året. Fiskens kondition och därmed fetthalt, varierar vanligen mellan olika årstider vilket kan resultera i att halten kvicksilver varierar under året.

Klass	Benämning	Hg (mg/kg vs)
1	Mycket låg halt, naturligt förekommande	≤0,2
2	Låga halter, oftast förhöjda i förhållande till bakgrund (halter i detta intervall kan dock vara naturliga i vissa näringsfattiga skogssjöar)	0,2 – 0,5
3	Måttligt höga halter, förhöjda i förhållande till bakgrund	0,5 – 0,75
4	Hög halt	0,75 – 1,0
5	Mycket hög halt	≥1,0

Tabell 2. Tillstånd, kvicksilver i fisk (1-kilos gädda, muskel), enligt Naturvårdsverket 1999.

För att underlätta jämförelser med andra vattenområden och Naturvårdsverkets bedömningsgrunder har kvicksilverhalten *normerats till att gälla för 1-kilosgädda*. Kvicksilverhalten (mg/kg våtsubstans) har härvid dividerats med fiskens vikt i kg. I tabell 3, nedan, framgår vilken varje fisks kvicksilverhalt och motsvarande tillståndsklass enligt naturvårdsverket.

Beträffande konsumtion av fisk med avseende på kvicksilverhalten hänvisar Livsmedelsverket till EG-kommissionens *förordning nr 466/2001 av den 8 mars 2001 om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel*. Enligt förordningen gäller att *högsta tillåtna halt kvicksilver i gädda är 1,0 mg/kg våtvikt* (OBS! Detta gäller *ej* normerade halter).

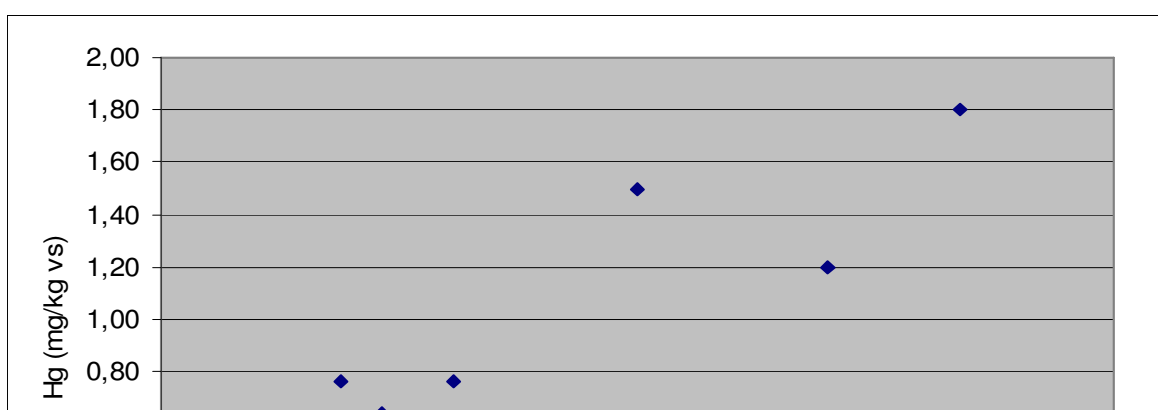
Sjönamn	Sjönummer (enligt SMHI)	Vikt (kg)	Hg-halt (mg/kg vs)	Hg-halt normerad (mg Hg/kg/fiskens vikt i kg)	Hg-medelhalt, normerad, av gäddor mellan 0,4-1,6 kg
Tullingesjön	61000/093	0,750	0,76	1,01	1,01

S. Aspen	61000/094	0,710	0,10	0,14	0,44
S. Aspen	61000/094	0,600	0,23	0,38	
S. Aspen	61000/094	0,400	0,20	0,50	
S. Aspen	61000/094	0,400	0,29	0,73	
Utterkalven	61000/101	0,700	0,22	0,31	0,31
Uttran	61000/102	1,100	0,61	0,55	0,51
Uttran	61000/102	1,000	0,46	0,46	
St.Skogssjön	62063/085	0,525	0,25	0,48	0,44
St.Skogssjön	62063/085	0,975	0,32	0,33	
St.Skogssjön	62063/085	0,400	0,21	0,53	
Axaren	62063/087	2,100	0,43	0,20	0,32
Axaren	62063/087	0,600	0,28	0,47	
Axaren	62063/087	1,400	0,29	0,21	
Axaren	62063/087	2,000	1,50	0,75	
Axaren	62063/087	1,400	0,40	0,29	
Malmsjön	62063/089	0,775	0,07	0,09	0,09
Brosjön	62063/093	0,400	0,36	0,90	1,16
Brosjön	62063/093	0,425	0,60	1,41	
Brosjön	62063/093	3,350	1,80	0,54	
Mellansjön	62063/094	0,575	0,45	0,78	0,70
Mellansjön	62063/094	1,225	0,76	0,62	
Mellansjön	62063/094	0,925	0,64	0,69	
Getaren	62063/096	0,445	0,32	0,72	0,72
Getaren	62063/096	2,800	1,20	0,43	
Kaggfjärden		0,600	0,27	0,45	0,38
Kaggfjärden		0,600	0,25	0,42	
Kaggfjärden		0,450	0,12	0,27	

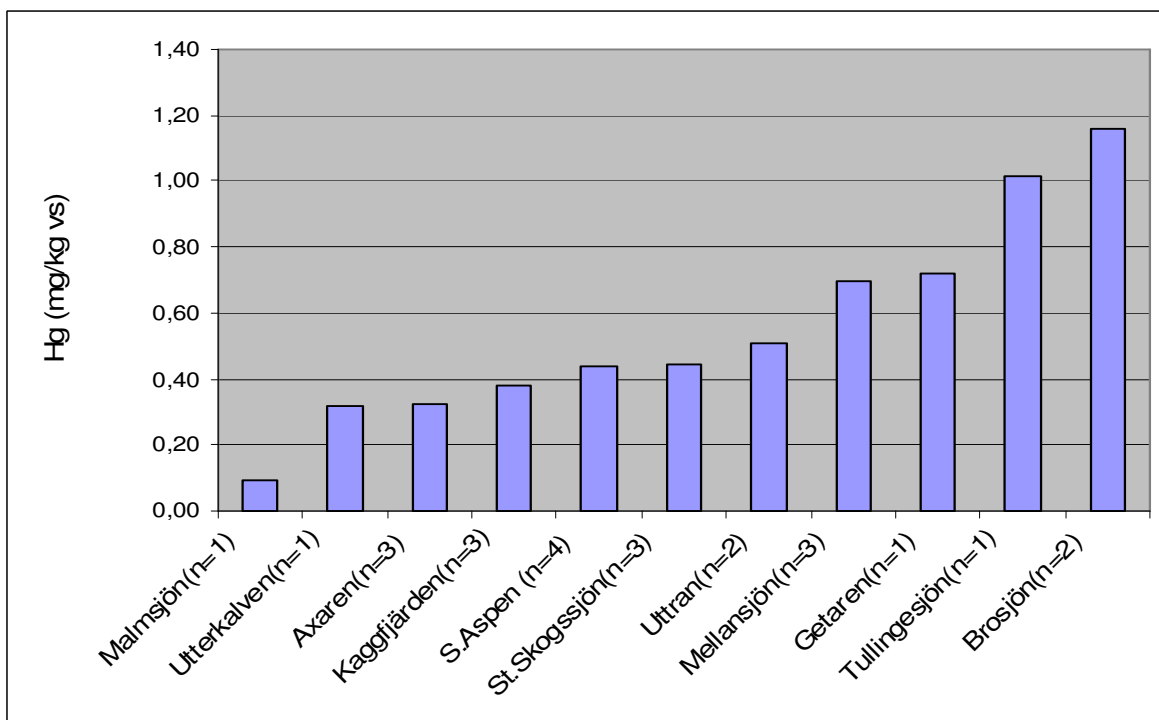
Tabell 3: Provtagningslokal, fiskarnas vikt och kvicksilverhalter samt motsvarande tillståndsklass enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Färgerna motsvarar tillståndsklasserna i tabell 2.)

I tabell 3, ovan, har fisk från Kaggfjärden inte jämförts med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Sjöar och vattendrag RAPPORT 4913, eftersom vattnet i fjärden är bräckt. Jämförelser för dessa fiskar görs istället under avsnitt 3.2.2 *Kaggfjärden*, nedan. I figur 1, nedan, visas förhållandet mellan kvicksilverhalt och fiskens vikt i aktuell undersökning. I figur 2 och 3 presenteras kvicksilverhalten i gäddor från olika sjöar samt antalet fiskar i varje sjö som ingår i analysen. (OBS! I figur 1 presenteras kvicksilverhalten i samtliga analyserade gäddor, oavsett storlek. I figur 2 och 3 endast gäddor mellan 0,4 och 1,6 kg.)

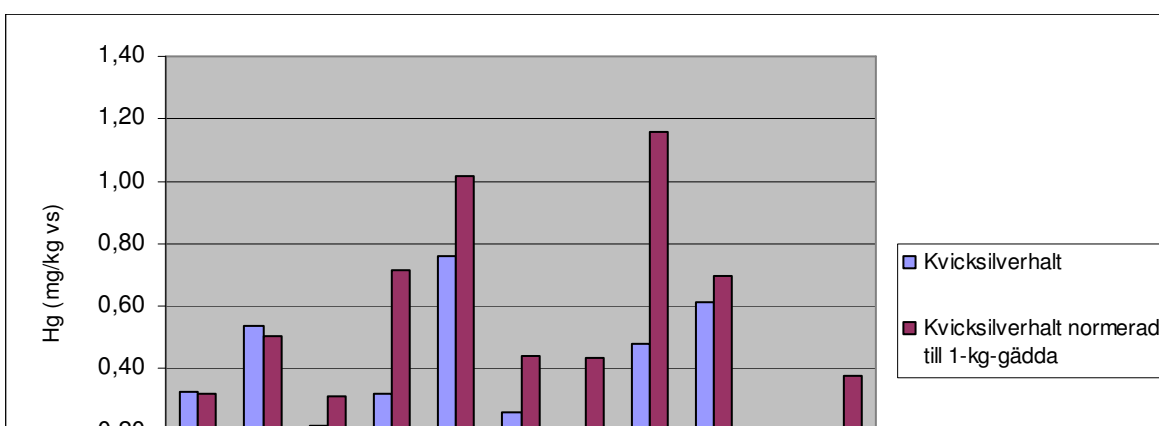
Av figur 1 framgår att de största gäddorna hade de högsta koncentrationerna av kvicksilver. Tre av dem hade halter som överskred EG-kommissionens högsta tillåtna halt i livsmedel om 1,0 mg/kg våtsubstans(vs).



Figur 1: Förhållandet mellan kvicksilverhalt och vikt hos gädda i Botkyrka kommun 2001-2002.



Figur 2: Medelhalten (normerad halt) av kvicksilver i gädda (0,4-1,6 kg) från sjöar och kust i Botkyrka kommun 2001-2002.



Figur 3: Jämförelse av medelhalter av kvicksilver i gädda (0,4-1,6 kg), som normerad och icke normerad halt, från sjöar och kust i Botkyrka kommun 2001-2002.

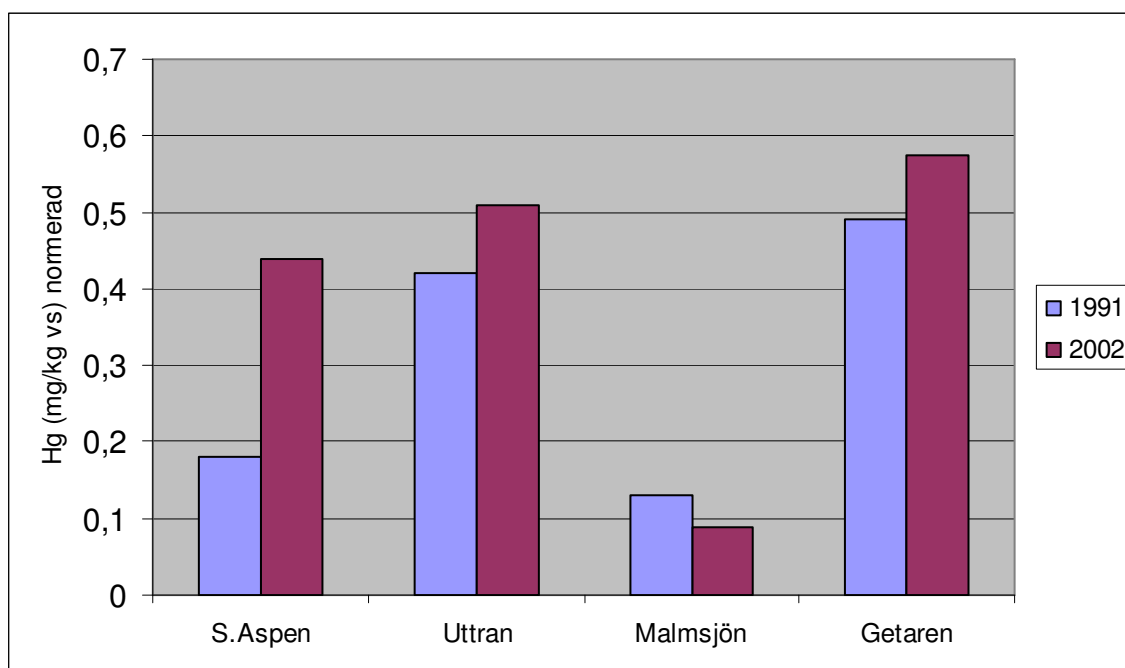
Kommentar:

Skillnaden mellan olika sjöar var stor och varierade mellan 0,09 (Malmsjön) till 1,16 (Brosjön) mg Hg/kg vs, d.v.s. mellan klass 1 och 5 (se avsnitt 3.2). En viss skillnad kunde konstateras mellan Tumbaåns sjösystem, 0,45 mg/kg vs, och Kagghamraåns sjösystem 0,58 mg/kg vs. Skillnaden beror eventuellt på att fler gäddor fångades i näringsfattiga sjöar i Kagghamraåns sjösystem.

Med reservation för att antalet prover är begränsat och därmed statistiskt osäkert följer nedan en diskussion för att finna förklaringar till resultatet av undersökningen. Generellt gäller att högst belastning av kvicksilver hade vi i skogssjöar och lägst i de mest näringsrika sjöarna. Gäddor från Brosjön och Tullingesjön hade de högsta halterna, följt av Getaren och Mellansjön. Brosjön är en relativt näringsfattig skogsjö som saknar utsläpp som kan förklara de förhöjda halterna. Pga. av den låga näringshalten kan man ändå förvänta sig att halterna kan vara förhöjda. Det är dock anmärkningsvärt att, den strax uppströms liggande Mellansjön, inte också uppvisade lika höga halter, eftersom förhållandena i avrinningsområdena är mycket lika. Inte heller Stora Skogssjön, som är en annan näringsfattig sjö, hade speciellt höga halter. St. Skogssjön är dock belägen längre från tätorter och jordbruksområden. Halterna av närsalter i Tullingesjön har sjunkit markant de sista 30 åren, och numera är sjön att betrakta som måttligt näringsrik. Stora delar av tillrinningsområdet utgörs av jordbruksmark och tätort. Tidigare har sjön, via sitt tillrinningsområde, mottagit avloppsvatten från industri, hushåll och sjukhus, bl.a. ett pappersbruk och tre sanatorier. Det är inte osannolikt att nämnda utsläpp kan ha bidragit med till förhöjda kvicksilverhalter i Tullingesjön.

De tre gäddor vars kvicksilverhalt överskred EG:s gränsvärde (Europeiska Gemenskapernas kommission, 2001) för livsmedel kom två från skogssjöar: Brosjön som är ganska näringsfattig och Getaren som är att betrakta som näringsrik. Näst högst halt hade en gädda (2,0 kg) från en mycket näringsrik sjö, Axaren. Fiskaren gjorde dock en skriftlig notering vid fångstillfället att denna gädda var mycket mager, vilket kan vara en förklaring till den höga halten, trots sjöns näringsrikedom (en annan större gädda från samma sjö hade måttligt 0,43 mg Hg/kg vs). Det regionala långsiktiga miljömålet att kvicksilverhalten i fisk inte ska överskrida 0,5 mg/kg, klarades i knappt tre fjärdedelar av materialet. 8 av 28 gäddor hade halter över 0,5.

3.2.1 Jämförelse med tidigare undersökning



Figur 4: Jämförelse mellan medelhalter av kvicksilver (normerade värden) 1991 (Sonesten, L. 1993) och 2002. I jämförelsen ingår all analyserad fisk, dvs. även gäddor större än 1,6 kg. Antal observationer (gäddor): 1991: Aspen 3 st, Uttran 1 st, Malmsjön 4 st och Getaren 2 st. 2002: S. Aspen 4 st, Uttran 2 st, Malmsjön 1 st och Getaren 2 st.

I Länsstyrelsens rapport 1993:19 presenteras även resultat från tidigare undersökningar från sjöar i Botkyrka, som redovisas nedan i tabell 4.

Sjönamn	Sjönummer	Antal	Hg-halt normerat värde (mg/kg vs)	Referens
Aspen	61000/094	5	0,16	1
Uttran	61000/102	4	0,89	1
Malmsjön	62063/89	2	0,13	2

1. Kalkning-kvicksilver-cesium projekts databas. Håkansson m. Fl. SNV Rapport 3818
2. Vår Föda. Vol. 34.

Tabell 4: Tidigare uppgifter om kvicksilverhalter i gädda från sjöar i Botkyrka kommun. (Uppgifterna är hämtade ur Länsstyrelsens rapport 1993:19 (Sonesten, L. 1993).)

Kommentar:

Vid en jämförelse med länsstyrelsens undersökning 1991 (Sonesten, L. 1993) ser halterna av kvicksilver ut att ha ökat, se figur 3 ovan. Antalet observationer i dessa sjöar är dock för litet, både 1991 och 2002, för att dra några definitiva slutsatser. Ingenting talar dock för att halterna har sjunkit sedan 1991. Samtliga av dessa sjöar är att betrakta som näringsrika – mycket näringsrika, och man borde av den anledning kanske ha förväntat sig lägre halter, än det faktiskt var, med undantag för Malmsjön. Genomsnittshalterna i gädda från dessa sjöar är emellertid inte höga.

3.2.2 Kaggjärden

Naturvårdsverket saknar bedömningsgrunder för miljö kvalitet utifrån kvicksilverhalten i saltvattenlevande gädda. För att få en uppfattning om halterna i gädda från Kaggfjärden görs istället jämförelser med data från andra platser.

Analyser av kvicksilver gjordes 1996 och 1997 (Cederborg, D. 1997) i gädda från Hallsfjärden (Bränningeviken och Kungsdalen), med anledning av muddring i sediment med höga halter tungmetaller. I en rapporten *Kvicksilver i gäddor från Norrlandskusten* (Luleå, 2000) framgår att koncentration av kvicksilver i gädda över 0,2 mg/kg kan tyda på lokal påverkan. (I den sistnämnda rapporten har ej värdena normerats till 1-kilosgädda men i rapporten väljer man ändå att jämföra resultatet med 1-kilosgäddor då de fångade gäddorna låg runt 1 kg i vikt (medelvikt 1,05 kg)). I en opublicerad rapport (Brunell, I. 1998) presenteras data från Nyköpingsfjärdarna. Resultatet från de tre rapporterna framgår av tabellen nedan.

Lokal	Antal	Hg-halt normerat värde (mg/kg vs)	Referens
Hallsfjärden 1996	5	0,61	1
Hallsfjärden 1997	9	0,65	1
Norrlandskusten	110	0,11-0,32*	2
Nyköping 1997	20	0,14	3
Kaggfjärden 2001	3	0,38	4

1. Cederborg, D. 1997.
2. Luleå, 2000. *Ej normerat värde
3. Brunell, I. 1998
4. Aktuell undersökning, se tabell 3 sid. 9.

Tabell 6: Uppgifter om kvicksilverhalter i gädda från kustvatten.

Kommentar:

Antalet fiskar från Kaggfjärden är endast 3 st och det är därför vanskligt att dra några definitiva slutsatser. Halterna i Hallsfjärden (1996-1997) var nästan dubbelt så höga som i Kaggfjärden (2001). Detta område var dock erkänt kontaminerat av kvicksilver, vilket kan vara en förklaring till de förhöjda halterna. I Nyköpingsfjärdarna uppmättes däremot en medelhalt på 0,15 mg/kg vs. Nyköpingsfjärdarna ligger geografiskt ganska nära Botkyrka och salthalten är ungefär densamma. Jämfört med Nyköpingsundersökningen var det i Kaggfjärden mer än dubbelt så hög kvicksilverhalt. Som nämnts ovan framhåller rapporten från Norrlandskusten (Luleå, 2000) kan halter över 0,2 mg/kg vs tyda på en lokal påverkan. Med ovanstående siffror som bakgrund tyder koncentrationerna i gädda från Kaggfjärden (0,38 mg/kg vs), på en viss lokal belastningen av kvicksilver. Speciellt som vattnet i Kaggfjärden har en högre salthalt än det längs Norrlandskusten, och att man därför bör man kunna förvänta sig ännu lägre halter här p.g.a. högre jonkoncentration.

3.3 Bromerade flamskyddsmedel

De bromerade flamskyddsmedel som analyserades var följande:

Polybromerade difenyletrar:	2,2',4,4'-TeBDE	Tetrabromdifenyleter
	2,2',4,4',6-PnBDE	Pentabromdifenyleter
	2,2',4,4',5-PnBDE	- ” -
	2,2',4,4,4'-PnBDE	- ” -

	2,2',4,4',5,6'-HxBDE	Hexabromdifenyleter
	2,2',4,4',5,5'-HxBDE	- ” -
	2,2',4,4,4',5'-HxBDE	- ” -
	DekaBDE	Dekabromdifenyleter
Bromfenoler:	TBBP-A	Tetrabrombifenol
	2,4,6-Tribromfenol	Tribromfenol
Hexabromcyklododekan:	HBCDD	

Sjönamn	Sjönummer (enligt SMHI)	Vikt (kg)	Fångstdatum	Kön	Samlingsprov (namn)
S. Aspen	61000/094	0,710	2002-05-23	hona	S. Aspen
S. Aspen	61000/094	0,600	2002-05-23	hona	
S. Aspen	61000/094	0,400	2002-05-23	hona	
Axaren	62063/087	0,600	2001-08-22	hane	Axaren
Axaren	62063/087	1,400	2001-10-27	hona	
Axaren	62063/087	1,400	2002-02-28	hona	
Mellansjön	62063/094	0,575	2002-05-29	hona	Mellansjön
Mellansjön	62063/094	1,225	2002-05-29	hane	
Mellansjön	62063/094	0,925	2002-05-29	hane	

Tabell 7: Gäddor som analyserades med avseende på bromerade flamskyddsmedel.

Parameter	S. Aspen	Axaren	Mellansjön
Fetthalt (g/100g)	0,43	0,52	0,48
2,2',4,4'-TeBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,2',4,4'-TeBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,2',4,4',5-PnBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,2',4,4,4'-PnBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,2',4,4',5,6'-HxBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,2',4,4',5,5'-HxBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,2',4,4,4',5'-HxBDE (ng/g ts)	<1	<1	<1
DekaBDE (ng/g ts)	<2	<2	<2
TBBP-A (ng/g ts)	<1	<1	<1
2,4,6-Tribromfenol (ng/g ts)	<1	<1	<1
HBCDD (ng/g ts)	<1	<1	<1

Tabell 8: Analysresultat av bromerade flamskyddsmedel. Samlingsprov av tre stycken gäddor/sjö, från sjöarna Södra Aspen, Axaren och Mellansjön.

Kommentar: Inga bromerade flamskyddsmedel kunde konstateras i det analyserade materialet. Halterna låg under detektionsgränsen för analysmetoden.

4. Referenser

Cederborg, D. 1997. *Kvicksilver i gädda och abborre. Sammanställning av resultat från kvicksilveranalyser av gädda och abborre fångade i Mälaren och Hallsfjärden 1996 och 1997.* YOLDIA Naturundersökningar.

Brunell, I. 1998. *Kvicksilverundersökning av fisk i Nyköpingsfjärdarna. Vattenlaboratoriet, Nyköpings kommun.* Opubl. rapport.

Kemikalieinspektionen, 2000. *Flamskyddsmedel – ett brännande problem*. Faktablad.

Kemikalieinspektionen, 2002. *Bromerade flamskyddsmedel – Förutsättningar för ett nationellt förbud*. Rapport av ett regeringsuppdrag.

Lindeström, L. 2001. *Mälarfisk Innehåll av metaller och stabila organiska ämnen 2001*. Mälarens vattenvårdsförbund.

Luleå, 2000. *Kvicksilver i gäddor från Norrlandskusten. En undersökning med konsumtionsperspektiv*. Länsstyrelserna i Gävleborgs, Norrbottens, Västerbottens och Västernorrlands län samt Livsmedelsverket.

Europeiska Gemenskapernas Kommission, 2001, *Fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel*, Kommissionens förordning (EG) nr 466/2001.

Naturvårdsverket, 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Kust och hav, RAPPORT 4914*.

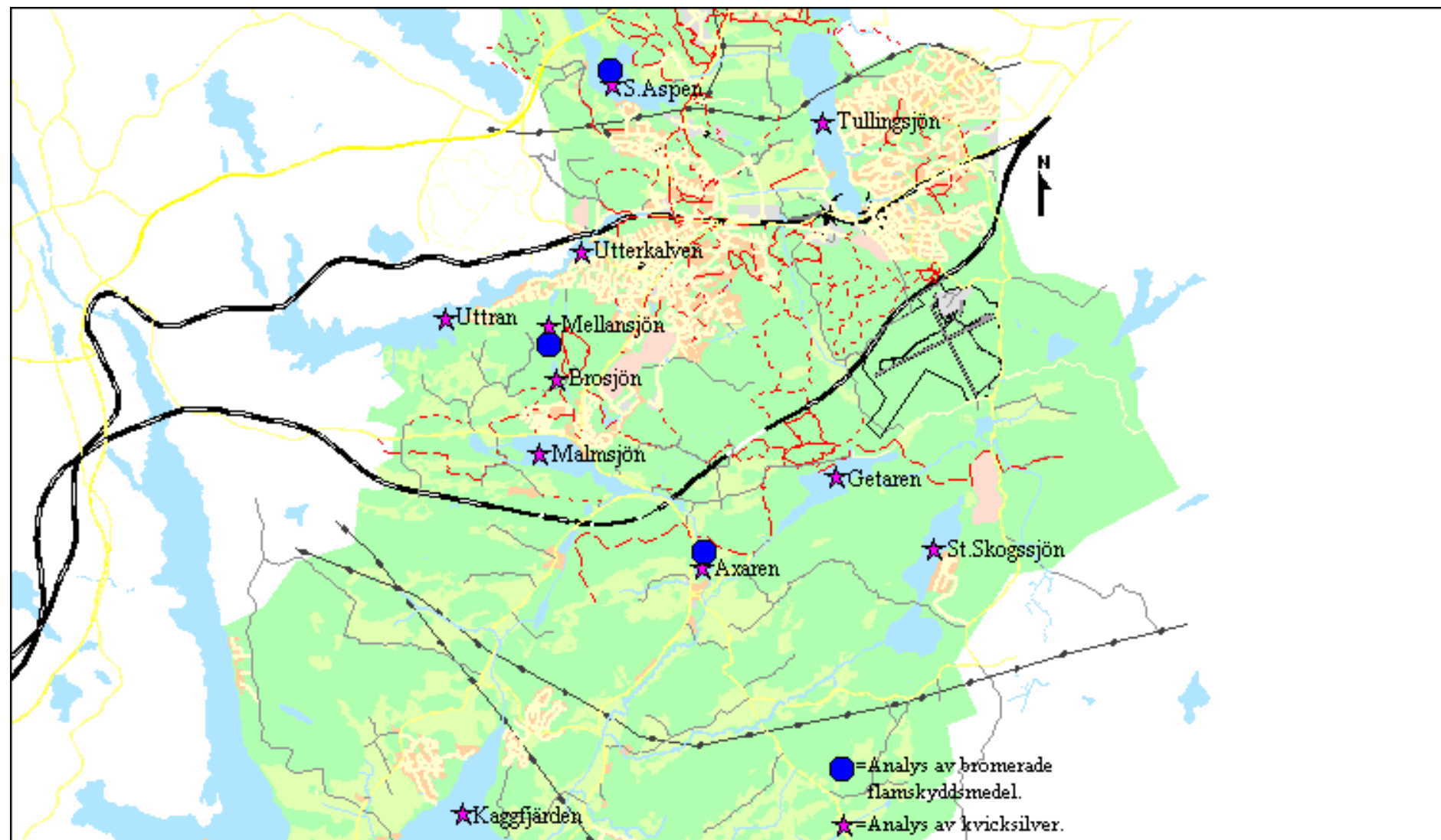
Naturvårdsverket, 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet Sjöar och vattendrag, RAPPORT 4913*.

Sonesten, L. 1993. *Kvicksilver i gädda och abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992, Rapport 1993:19*. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Stockholms län.

www.kemi.se

www.naturvardsverket.se

www.slv.se



Kvicksilver i gädda i Botkyrka kommun hösten 2001 – våren 2002

Sjö	Sjön	Märkning	Gädda nr	Plats	Kön/vikt(kg)	Fångstid	Längd (cm)	Brom.fl.sk.-medelanalys	Kvicksilveranalys	Kommentar
Axaren	62063/087	1		Östra delen	Hona/2,1	2001-08-22			X	
	62063/087	2		Södra del.	Hane/0,6	2001-08-22		X	X	
	62063/087	3		Norrgavik.	Hona/1,4	2001-10-27		X	X	
	62063/087	4		Norra del.	Hona/2,0	2001-08-22			X	Mkt mager.
	62063/087	5		Östra del.	Hona/1,4	2002-02-28		X	X	
Uttran	61000/102	6			Hona/1,1	2002-02-22			X	
	61000/102	7			Hona/1,0	2002-02-22			X	
Utterkalven	61000/101	8			Hane/0,7	2001-09-11			X	
Kaggfjärden	Österjön	9		Östra del.	Hane/0,6	2001-09-09			X	
	Östersjön	10		Östra del.	Hona/0,6	2001-09-09			X	
	Östersjön	11		Östra del.	Hona/0,45	2001-09-09			X	

Getaren	62063/096	12	1	Östra del.	Hane/0,445	2002-05-07			X	
	62063/096	13	2	Södra del.	Hona/2,8	2002-05-07			X	
Tullingesjön	61000/093	14	1	Västra del.	Hane/0,75	2002-05-08	51		X	
St. Skogsjön	62063/085	15	1	V. del söd.	Hane/0,525	2002-05-22	46		X	
	62063/085	16	2	V. del mitt	Hona/0,975	2002-05-22	56		X	
	62063/085	17	3	V.del norr	Hane/0,400	2002-05-22	40		X	
S. Aspen	61000/094	18	1	V. Skårdal	Hona/0,710	2002-05-23	49	X	X	
	61000/094	19	2	V. Ekholm	Hona/0,600	2002-05-23	49	X	X	
	61000/094	20	3	SÖ Ekhol.	Hona/0,400	2002-05-23	40	X	X	
	61000/094	21	4	Ö. Ekolm	Hona/0,400	2002-05-23	44		X	
Brosjön	62063/093	22	1	SV del.	Hane/0,400	2002-05-29	41		X	
	62063/093	23	2	V del.	Hane/0,425	2002-05-29	41		X	
	62063/093	24	3	NÖ del	Hona/3,350	2002-05-29	84		X	
Mellansjön	62063/094	25	1	V del	Hona/0,575	2002-05-29	44	X	X	
	62063/094	26	2	Ö del	Hane/1,225	2002-05-29	58	X	X	
	62063/094	27	3	Ö del	Hane/0,925	2002-05-29	54	X	X	
Malmsjön	62063/089	28	1	S Sjövreten	Hona/0,775	2002-05-30	49		X	