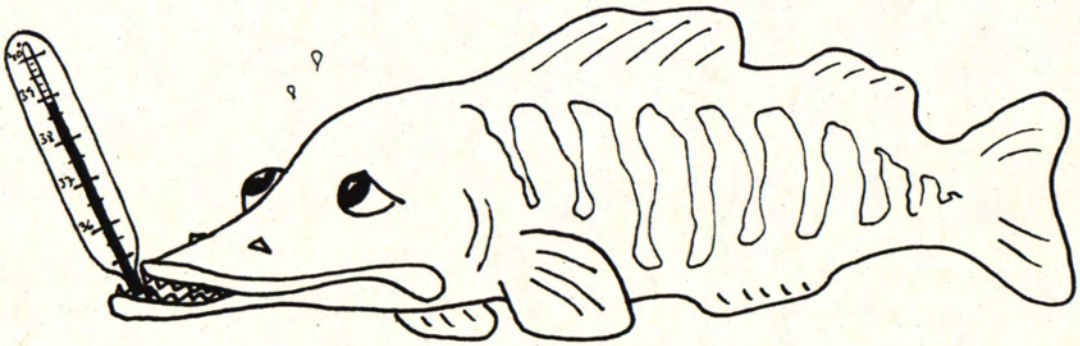
LÄNSSTYRELSEN I
STOCKHOLMS LÄN

RAPPORT

1993:19

Kvicksilver

i gädda och abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992



Miljövårdsenheten

Sammanställning och utvärdering av kvicksilverhalter i gädda och abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992, samt jämförelser med tidigare undersökningar.

Sammanställning och utvärdering: Lars Sonesten

FÖRORD

Föreliggande studie av kvicksilverhalter i fisk från sjöar i Stockholms län tillkom på initiativ av dåvarande fiskenämnden. Landstingets miljövårdsfond har ställt medel till förfogande, vilket möjliggjort att projektet kunnat genomföras. Arbetet genomfördes i samarbete med Länsstyrelsens miljövårdsenhet.

Under 1970- och 1980-talen har punktutsläppen av kvicksilver till luft och vatten minskat kraftigt. Enligt undersökningsresultat från de senaste åren har däremot kvicksilverhalten i fisk, speciellt från sura sjöar, inte sjunkit. Analyser av kvicksilverhalter i fisk från sjöar i Stockholms län har tidigare utförts endast i begränsad omfattning. Målsättningen med denna undersökning är att erhålla en aktuell länstäckande bild av vilka kvicksilverhalter som förkommer i fisk.

Lars Sonesten, Limnologiska institutionen, Uppsala universitet, har utvärderat materialet. Författaren ansvarar själv för det vetenskapliga innehållet samt för de åsikter och värderingar som framförs i rapporten. Provfiske under 1991 och 1992 utfördes i Länsstyrelsens regi av Simon Ridderborg och Lars Rundkvist.

Yngve Ungsgård
länsfiskekonsulent

Svante Pekkari
miljövårdsdirektör

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING 1
BAKGRUND OCH MÅLSÄTTNING 4
Bakgrund till undersökningen 4
Målsättning med undersökningen 5
KVICKSILVER SOM ETT MILJÖGIFT 6
Källor till kvicksilver i miljön 6
Kvicksilverhanteringen i Stockholms län 7
Omsättning av kvicksilver i sjöar och vattendrag 7
Orsaker till förhöjda halter av kvicksilver i insjöfisk 8
Åtgärder för reducering av förhöjda kvicksilverhalter 8
MATERIAL OCH METODER 10
Val av sjöar som ingår i undersökningen 10
Insamling och preparering av fiskmaterialet 10
Kvicksilveranalys 10
Sjöarnas vattenkemi och morfometri 10
Bearbetning och utvärdering av materialet 11
Normering av kvicksilverhalter i gädda 11
Normering av kvicksilverhalter i abborre 12
Saknade vattenkemivärden 12
Utvärdering av materialet 12
Statistisk bearbetning 13
RESULTAT OCH DISKUSSION 14
Fiskmaterialet 14
Förhållandet mellan kvicksilverhalt och fiskens längd resp vikt 15
Normering av kvicksilverhalter i gädda och abborre 18
Kvicksilverhalter i gädda 20
Kvicksilverhalter i abborre 20
Jämförelser mellan kvicksilverhalter i gädda och abborre 22
Jämförelser av kvicksilverhalter i gädda med tidigare undersökningar 22
Jämförelse mellan fisk från insjöar i Stockholms län och Stockholms skärgård 23
Geografisk spridning av kvicksilverhalter i gädda och abborre i sjöar i Stockholms län 23
Skillnader i kvicksilverhalter i gädda och abborre mellan olika avrinningsområden 24
Vattenkemiska och sjömorfometriska parametrars inverkan på kvicksilverhalten 27
SLUTSATSER 32
REFERENSER 33

BILAGOR

Bilaga A ..... Förkortningar
Bilaga B ..... Rådata-tabeller – Fiskdata, samt Hg- och normerade Hg-data
Bilaga C ..... Sjödata – Morfometri, vattenkemi, samt lägesinformation
Bilaga D ..... Spridningsfigurer av normerade kvicksilverhalter
Bilaga E ..... Regressionsfigurer
Bilaga F ..... Stegvis regressionsmodell
Bilaga G ..... Normalfördelningsanalys av residualer från variansanalys av avr omr
Bilaga H ..... Sammanställning av befintlig data rörande Hg i fisk i Stockholms län
Bilaga I ..... Kompletterande Hg-analyser (ej ingående i rapportens provtagningsprogram)
Bilaga J ..... Karta över länets avrinningsområden
Ficka ..... Figur 14 och figur 15

SAMMANFATTNING

I Bakgrund

Kvicksilver är en giftig tungmetall och har uppmärksammats som ett allvarligt miljögift. Trots att utsläppen inom landet har minskat kraftigt, har ett flertal undersökningar visat att kvicksilverhalterna i fisk från främst näringsfattiga sjöar fortfarande stiger. Statens Livsmedelsverks ändring av "svartlistningsbegreppet" till att endast omfatta gränsvärden för saluförandet av fisk och fiskprodukter, ökar det lokala behovet av information.

II Syfte

Målsättningen med denna undersökning har varit att få en länstäckande bild över kvicksilverhalterna i först och främst gädda från insjöar i Stockholms län. På grund av ett begränsat gäddmaterial har undersökningen utökats till att även innefatta abborre.

III Urval och metod

Undersökningen omfattar 59 st sjöar inom Stockholms län med någon av följande egenskaper;

- sjöar som undersökts tidigare
- sjöar speciellt viktiga för sportfiske
- sjöar med lågt pH-värde
- kalkade sjöar

För att få en uppfattning om vilka faktorer som styr de uppmätta kvicksilverhalterna i fisk har materialet bearbetats tillsammans med data ur Länsstyrelsens sjöregister, som bl a berör sjöarnas utformning, storlek (sjömorfometri) och vattenkemi.

För att kunna jämföra kvicksilverhalten i fisk mellan olika sjöar måste halterna normeras. För gädda har en normering skett till halter motsvarande 1 kg gädda och för abborre till 200 g.

IV Utvärdering

Utvärderingen berör:

- den totala spridningsbilden av kvicksilverhalter i gädda och abborre i förhållande till fiskens vikt och längd

- den geografiska spridningsbilden av kvicksilverhalter i gädda och abborre inom länet

- möjliga skillnader mellan kvicksilverhalter i gädda och abborre inom olika avrinningsområden i länet

- vattenkemiska och sjömorfometriska egenskaper i förhållande till kvicksilverhalterna i gädda och abborre

– eventuella förändringar i kvicksilverhalten hos fisk i sjöar där prov redovisats under längre tidsperiod.

V Resultat och slutsatser

Kvicksilverhalterna i gädda från Turingen i Södertälje kommun (eg Lilla och Stora Turingen, sjö nr 128/129 i avrinningsområde nr 61) befanns vara mycket högre än i andra sjöar. I sjön finns stora, kvicksilverförorenade fiberbankar som härrör från tidigare utsläpp från ett närliggande pappersbruk. På grund av den kraftiga avvikelsen av kvicksilverhalten i fisk från sjön Turingen har materialet utelämnats vid den statistiska bearbetningen. Förutom i Turingen, där de normerade halterna i gädda med god marginal överskrider 1 mg/kg vv (1.90 respektive 2.75 mg/kg), var det endast 3 st sjöar där gäddorna befanns ha halter ≥ 1 mg/kg.

Sjöar och kvicksilverhalt

Av de vattenkemiska och sjömorfometriska parametrarna som undersökts befanns vattnets innehåll av lösta joner (vattnets konduktivitet) ha störst påverkan på de uppmätta kvicksilverhalterna i gädda och abborre. Sambandet mellan dessa kvicksilverhalter och mängden lösta joner är negativt, d v s att ju mer joner vattnet innehåller, desto lägre är kvicksilverkoncentrationen i fisken. Detta stämmer överens med flertalet andra undersökningar. Andra viktiga parametrar var kalcium-, och magnesiumkoncentrationen, samt alkalinitet och vattnets närsaltsinnehåll (totalfosfor och -kväve). Samtliga av dessa parametrar är internkorrelerade, d v s att halterna hänger samman med varandra, vilket beror på att de har ett gemensamt ursprung i tillrinningsområdets jordartssammansättning. Sjöar vars omgivning till stor del består av lättvittrade och kalkhaltiga lerjordar, får vanligen högre joninnehåll än sjöar med företrädesvis svårvittrade omgivningar som t ex granitberggrund. Sjöar med högt joninnehåll är oftast näringsrika och högproduktiva vilket innebär stora mängder organiskt material som kvicksilvret skall fördelas över och kvicksilverhalterna blir följaktligen låga ("biologisk utspädning")

Detta stämmer även väl överens med det geografiska mönster som kvicksilverhalterna i gädda och abborre uppvisar. Generellt sett återfinns högre halter i fisk från sjöar som ligger söder om Mälaren jämfört med sjöar i norra delen av Stockholms län. Ett område med höga halter finns även norr om Stockholm, nämligen Rialaområdet nordost om Åkersberga. Sjöarna i norra delen är framförallt omgivna av kalkhaltiga lerjordar och är följaktligen näringsrika och har därigenom lägre kvicksilverhalter i gädda och abborre. Sjöarna i södra delen av länet är generellt omgivna av magra jordar och uppvisar därmed vanligen högre halter i fisken. Lokalt kan det dock vara skillnader i kvicksilverhalter i fisk mellan närliggande sjöar inom samma avrinningsområde. Sjöar som ligger högt upp i ett vattensystem och därmed även högt över havet, har vanligen en mer svårvittrad omgivning än de ofta närmare havet liggande näringsrika lerslättssjöarna. De högt liggande näringsfattigare sjöarna har därför oftast högre halter av kvicksilver i fisk än fisk från sjöar nära havet, vilket återspeglas i ett visst positivt samband mellan halterna i gädda och abborre och sjöns höjd över havet ($r=0.392$, $p=0.01$ för gädda resp $r=0.374$, $p=0.015$ för abborre exkl kalkade sjöar).

Gädda, abborre och kvicksilver

Generellt sett var nivån på de normerade kvicksilverhalterna i gädda från de undersökta sjöarna låg. Trettio av totalt 47 st sjöar hade halter understigande det nationella långsiktiga miljömålet 0.5 mg Hg/kg vv (våtvikt).

De normerade kvicksilverhalterna i abborre var generellt låga. Endast i en sjö översteg halten miljömålet 0.5 mg/kg vv (Tärnan i Vallentuna kommun, nr 138 omr 59/60 med halten 0.55 mg/kg).

Av de sjöar som ingår i denna undersökning har 20 st undersökts vid tidigare tillfällen med avseende på kvicksilver i gädda. En jämförelse visar att i endast en sjö har kvicksilverhalten ökat markant, från 0.33 till 0.81 mg Hg/kg vv (Hersen i Vallentuna kommun, nr 145 omr 59/60). I detta fall baseras det tidigare medelvärdet endast på 2 st fiskar fångade 1976, varför ökningen är osäker. Tendenser till sänkning av medelkvicksilverhalten kan skönjas för ett flertal sjöar. Dock är osäkerheten mycket stor, antingen på grund av att jämförelserna baseras på gamla värden eller också består underlaget endast av enstaka fiskar. Några säkra och tydliga tendenser till ändringar i kvicksilverhalten i gädda i de undersökta sjöarna kan således inte urskiljas. I och med denna undersökning, tillsammans med tidigare utförda undersökningar, finns det dock en god grund för framtida jämförelser avseende eventuella förändringar av kvicksilverhalten i gädda och abborre.

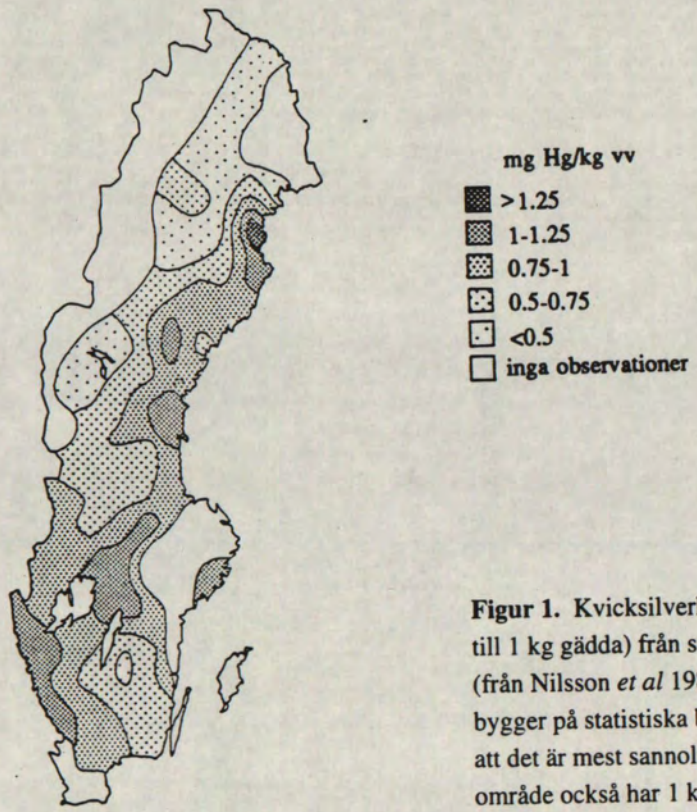
BAKGRUND OCH MÅLSÄTTNING

Bakgrund till undersökningen

Kvicksilver har länge varit känt för att vara en giftig tungmetall. Under senare tid har även metylkvicksilver, som är den vanligaste formen av kvicksilver i fisk (Westöö & Norén 1967), uppmärksammats som ett allvarligt miljögift. Analyser av kvicksilver i fisk från sjöar i Stockholms län har tidigare endast gjorts i begränsad och sporadisk omfattning. Någon länstäckande undersökning har tidigare ej genomförts. En sammanställning av tidigare gjorda undersökningar inom länet under 60-, 70- och 80-talet ingår som en bilaga i denna rapport (bilaga H).

På basis av de tidigare undersökningarna har 4 st sjöar varit svartlistade, d v s halten har vid undersökningstillfällena överstigit 1 mg Hg/kg färskvikt. Dessa sjöar är Älggreten (nr 111 omr 59/60), Turingen (nr 129 omr 61), Stensjön (nr 23 omr 62/63) och Öran (nr 40 omr 62/63). Fisk från ytterligare ett antal sjöar har haft höga halter, men fångstmaterialet har varit alltför knapphändigt för att leda till svartlistning.

Karteringar av kvicksilverhalter i fisk har gjorts i stora delar av landet och förhöjda halter har påvisats i många sjöar i syd- och mellansverige (t ex Nilsson *et al* 1989). I rikstäckande sammanställningar över kvicksilverhalter i fisk är Stockholms län till stor del inritat som ett "vitt" område, d v s dataunderlaget har varit ofullständigt (fig 1).



Figur 1. Kvicksilverhalter i gädda (normerade till 1 kg gädda) från svenska insjöar 1980-1988 (från Nilsson *et al* 1989). Observera att kartan bygger på statistiska beräkningar, vilket betyder att det är mest sannolikt att en sjö inom ett givet område också har 1 kg gädda med en Hg-halt inom intervallgränserna, inte att alla sjöar har det.

Allmänna råd och nationella miljömål

De stigande halter av kvicksilver som konstaterats i sjöar med lågt pH i andra delar av landet, kan förväntas förekomma även i Stockholms län. Speciellt med tanke på att kvicksilverhalten i markens humusskikt har befunnits vara förhöjd inom länet, jämfört med stora delar av övriga Sverige (Nilsson *et al* 1989). Behovet av ett gott underlag för att kunna ge information till allmänheten är stort, särskilt mot bakgrund av att begreppet svartlistning har upphört att gälla fr o m 920101 (SLV 1991). Enligt nuvarande regler är gränsvärdet för saluförande av insjöfisk som abborre, gädda, gös, lake och ål, 1 mg Hg/kg. Gränsvärdet för övriga arter är 0.5 mg Hg/kg. Statens Livsmedelsverks allmänna råd om konsumtion av fisk (SLV 1991) anger bl a följande;

- att abborre, gädda, gös, lake och ål inte bör ätas oftare än i genomsnitt 1 gång per vecka av vuxna icke-gravida människor. Gravida eller ammande kvinnor, samt kvinnor som planerar att skaffa barn inom en "nära framtid", bör dock ej konsumera dessa arter överhuvudtaget, då ev metylkvicksilver i fisken kan orsaka skador på centrala nervsystemet hos foster och nyfödda.

- att övriga fiskarter fångade i insjöar kan ätas av såväl icke-gravida som gravida m fl utan inskränkningar (förutom röding från Vättern som ej bör ätas oftare än 2 ggr per vecka).

- att strömming, lax och havsöring fångade i Östersjön, samt andra fiskarter fångade i kustområden med kraftig industripåverkan, t ex Stockholms skärgård, ej bör konsumeras oftare än i genomsnitt 2 gånger per vecka.

De långsiktiga, nationella miljömål som har angetts är att kvicksilveranvändningen på sikt skall upphöra helt, samt att halterna i insjöfisk ej bör överstiga 0.5 mg Hg/kg, d v s att fisken skall kunna konsumeras av såväl gravida som icke-gravida utan inskränkningar (SNV 1990).

Målsättning med undersökningen

Målsättningen med projektet har varit att erhålla en aktuell länstäckande bild över kvicksilverhalterna i gädda i insjöar. På grund av att gäddmaterialet i ett flertal sjöar blev begränsat, samt då abborre erhölls i relativt god omfattning, har undersökningen utökats till att även innefatta abborre.

KVICKSILVER SOM ETT MILJÖGIFT

Kvicksilver (Hg) har under minst 2 000 år varit känd som en mycket giftig tungmetall. Kvicksilver har bl a använts som läkemedel under medeltiden och används än i dag i vissa läkemedel som konserveringsmedel. Kvicksilvrets giftighet är starkt beroende av dess förekomstform. Denna kan generellt delas in i 3 st huvudformer; elementärt kvicksilver (Hg^0), d v s metalliskt kvicksilver eller kvicksilverånga, samt oorganiska och organiska föreningar. De giftigaste formerna är kvicksilverånga och lågmolekylära organiska kvicksilverföreningar (t ex metyl- och dimetylkvicksilver), vilka är fettlösliga och lätt tas upp av organismer. Kvicksilverångans (Hg^0) giftighet för människan har varit känd sedan lång tid från undersökningar av arbetare inom päls- och hattindustrin (Goyer 1986). Kvicksilver har dessutom varit känt som ett miljögift under ett flertal decennier. Redan på 1950-talet upptäcktes storskaliga effekter av kvicksilver på miljön i Japan. I Minamata-bukten samt i Aganofloden vid Niigata hade stora mängder kvicksilver släppts ut i vattnet från närliggande industrier. Befolkningen, som till stor del livnärde sig på fisk, drabbades av kvicksilverförgiftning och många skadades eller dog (Goyer 1986). En annan stor kvicksilverförgiftningskatastrof ägde rum i Irak 1971-1972, då 6 000 människor togs in på sjukhus och 500 dog till följd av att bröd hade bakats på kvicksilverbetat utsäde (Goyer 1986).

Olika studier har även visat effekter av kvicksilver på människor som ej har utsatts för direkta utsläpp utan har påverkats av mer diffusa kvicksilverkällor. Framförallt har detta iakttagits på barn som redan i fosterstadiet har utsatts för höga halter av metylkvicksilver p g a att mödrarna regelbundet har ätit kvicksilverkontaminerad fisk. Detta har i vissa fall resulterat i en försenad mental utveckling hos barnen (Kjellström *et al* 1986, 1989). Bland annat detta ligger till grund för Statens Livsmedelsverks kostrekommendationer där man avråder gravida kvinnor från att äta viss insjöfisk (se ovan *Bakgrund till undersökningen*).

Källor till kvicksilver i miljön

Kvicksilver i den akvatiska miljön härrör främst från atmosfärisk deposition, utläckage från omgivande mark, tidigare genomförda utsläpp från klor-alkaliindustrin, samt från tidigare användning av fenylkvicksilveracetat som slembekämpningsmedel inom cellulosaindustrin.

Den atmosfäriska depositionen har både naturligt och antropogent ursprung (mänsklig påverkan). Den naturliga delen består av kvicksilver (Hg^0) som avdunstat från jordytan och från vattenmassor. Denna avdunstning beräknas globalt uppgå till något 10 000-tal ton per år (Goyer 1986).

Av de mänskligt orsakade utsläppen till atmosfären är avfallsförbränning, metallhanteringsindustrin (från gruvor till stålverk), förbränning av fossila bränslen samt krematorier, de viktigaste källorna (Lindqvist *et al* 1986, SNV 1991). De antropogena utsläppen dominerar i tätbebyggda områden på jorden. I Europa beräknas utsläpp orsakade av mänsklig verksamhet utgöra 90 % av den totala tillförseln till miljön (SNV 1990).

Mycket har gjorts för att minska de mänskligt påverkade utsläppen av kvicksilver till miljön i Sverige. Exempelvis beräknades att den totala utsläppsmängden per år till luft och vatten i Sverige 1988 var ca 3 ton (LUFT-90, SNV 1991), vilket kan jämföras med ca 30 ton per år i början av 60-talet (SNV 1991) eller med klor-alkaliindustrins totala utsläpp från sekelskiftet till 1984 som beräknas till ca 600 ton (Lindqvist *et al* 1986). Utsläppen förväntas fortsätta att minska i takt med minskad användning av kvicksilverhaltigt material, metodutvecklingar samt effektivare reningsmetoder. En stor del av den atmosfäriska depositionen i Sverige har dock sitt ursprung utanför landets gränser (Håkanson *et al* 1990*a*), varför internationellt samarbete krävs för att markant kunna minska depositionen.

Kvicksilverhanteringen i Stockholms län

I en studie rörande kvicksilverhanteringen i Stockholms län fastställdes att även inom länet har hanteringen minskat under senare år. Den totala hanteringen av kvicksilver inom länet under 1988 har beräknats till knappt 2 ton kvicksilver och den totala mängden för perioden 1970-1988 till ca 81 ton (Axelsson 1989). Det totala lokala kvicksilverutsläppet under 1988 har uppskattats till minst 550 kg (Axelsson 1989), vilket är en betydande del av de ca 3 ton som totalt släpptes ut i landet under samma år (LUFT-90, SNV 1991).

Omsättning av kvicksilver i sjöar och vattendrag

Kvicksilver tillförs sjöar och vattendrag dels via luften genom atmosfärisk deposition direkt på vattenytan, dels genom tillförsel från tillrinningsområdet. Vilken typ av tillförsel som har störst betydelse varierar med tillrinningsområdets storlek i förhållande till sjöytan samt tillrinningsområdets markbeskaffenhet. Då tillförsel av kvicksilver från omgivande mark domineras av humusbundet kvicksilver, blir tillrinningsområdets påverkan påtagligast när området är stort i förhållande till sjöns area samt om marken lätt släpper ifrån sig humusämnen, som t ex moränmark med tunt jordlager. I sjöar med denna typ av omgivning är ofta den totala kvicksilverbelastningen hög och man finner ofta höga halter i fisk (SNV 1991).

Den största delen av sjöars totala kvicksilverinnehåll återfinns i sedimenten i form av oorganiskt kvicksilver och är relativt otillgängligt för högre organismer. En del av detta kvicksilver kan dock metyleras, vilket kan ske både kemiskt och mikrobiellt (Jensen & Jernelöv 1969). Det metylerade kvicksilvret (CH_3Hg^+ eller $(CH_3)_2Hg$) tas däremot lätt upp av organismer (Lindqvist *et al* 1984, Goyer 1986).

Det metylerade kvicksilvret bioackumuleras sedan effektivt i näringskedjan, dels beroende på snabbt och effektivt upptag av organismer (Lindqvist *et al* 1984) och dels p g a lång halveringstid i organismer. Lockhart *et al* (1972) beräknade halveringstiden hos gädda, d v s den tid det tar för gäddans kvicksilverinnehåll att halveras om den ges kvicksilverfri föda, till ca 2 år.

Kvicksilvrets bioackumulerande effekt innebär att de högsta halterna återfinns i toppen av näringskedjan, d v s ofta i gädda och stora abborrar. De högsta halterna i denna typ av topp-predatorer finner man vanligen i sjöar med låg jonstyrka, lågt pH, låg produktivitet och högt humusinnehåll (t ex Lathrop *et al* 1989, Håkanson *et al* 1990*a*). En orsak till de ofta förekommande höga halterna i dessa lågproduktiva vatten är bl a att tillgången på bio-

logiskt aktivt organiskt material är låg och man får således stor andel kvicksilver per mängd organiskt material. Motsatsen, att halterna ofta är låga i näringsrika och högproduktiva vatten, brukar benämnas biologisk utspädning, d v s att den tillgängliga mängden kvicksilver späds ut på en större mängd organiskt material.

Orsaker till förhöjda halter av kvicksilver i insjöfisk

Det minskade antropogena kvicksilverutläppet till miljön som tidigare har nämnts, har dock inte slagit igenom i sjöekosystemen som helhet. Enligt undersökningsresultat från senare år är kvicksilverhalterna inte generellt sett sjunkande, vilket hade förväntats. Halterna har i stället i många fall fortsatt att öka, speciellt i skogssjöar med låga pH-värden (Håkanson *et al* 1988, 1990*a*). Orsakerna till de ökande halterna anses vara dels den alltmer tilltagande försurningen av sjöar och vattendrag samt dels att transporten av kvicksilver till våra vatten från omgivande marker har ökat (SNV 1991).

Försurningens effekter är framförallt att den förändrar omsättningen av kvicksilver i sjöar. När sjöar försuras bildas exempelvis en ny typ av näringskedja som effektivare anrikar kvicksilvret i näringskedjan. Dessutom ökar metyleringen av kvicksilver, vilket innebär en större tillgång av den form av kvicksilver som framförallt tas upp av organismer (SNV 1991).

Den ökade transporten av kvicksilver till sjöarna sker trots att den största delen av det luftdeponerade kvicksilvret binds hårt till markens humusskikt och ytliga jordlager. Endast ca 1/10 av den atmosfäriska depositionen transporteras vidare till sjöar och vattendrag (Lindqvist *et al* 1991). Detta innebär att förråden av kvicksilver i marken alltjämt ökar och kommer att vara en potentiell kvicksilverkälla under lång tid framöver (SNV 1991). För att kunna uppnå det långsiktiga miljömålet med en sänkning av kvicksilverhalter i fisk till 0.5 mg/kg färskvikt, beräknas att den atmosfäriska depositionen måste minskas med ca 80 % (SNV 1990, Lindqvist *et al* 1991).

Åtgärder för reducering av förhöjda kvicksilverhalter

Inom Statens Naturvårdsverks projekt "Kalkning - kvicksilver - cesium", undersöktes olika metoder att reducera kvicksilverhalter i fisk. De metoder som testades var olika varianter av kalkning (sjö-, våtmark- & fullskalekalkning), gödsling, selenbehandling, samt decimeringsfiske (se Håkanson *et al* 1990*b*).

Med kalkningen avsåg man att höja sjöarnas pH, för att på detta vis förändra kvicksilveromsättningen i sjöarna och därigenom minska upptaget.

Tillförsel av näringsämnen till lågproduktiva sjöar innebär att man stimulerar produktionen och därmed får mer biologiskt material som skall ta upp den mängd kvicksilver som finns tillgänglig (biologisk utspädning).

Decimeringsfiske avser att öka fiskproduktionen genom att minska konkurrensen och på detta vis erhålla en biologisk utspädningseffekt.

Tillsats av selen till sjöekosystem har i vissa studier resulterat i att kvicksilverhalten i fisk har minskat, troligtvis genom bildandet av svårlöslig kvicksilverselenid.

Resultatet av SNVs projekt visade att sjökalkning var den mest kostnadseffektiva åtgärden under undersökningsperioden (Håkanson *et al* 1990*b*). Den resulterade i en 50 %-ig minskning av halterna i småabborre (perioden var för kort för att man skulle se någon effekt på gäddor och större abborrar). De negativa effekterna av kalkning på sjö- och landekosystem kan dock vara avsevärda i andra avseenden, varför det ej skall ses såsom någon rekomendation att kalka vatten för att minska kvicksilverhalterna i fisk, utan endast som ett förslag till en möjlig åtgärd. Minskning av den tillförda mängden kvicksilver till miljön, d v s minskade utsläpp, är den enda långsiktiga lösningen. Tillsats av selen till kalkade sjöar resulterade i ytterligare sänkningar av kvicksilverhalten i fisk. Men problem med bl a doseringen av selen i vattenmassan, samt selenets i vissa fall egna kraftiga effekter på ekosystemet, gör att metoden har begränsat värde.

MATERIAL OCH METODER

Val av sjöar som ingår i undersökningen

Undersökningen omfattar 59 st sjöar inom Stockholms län. Sjöarna har valts ut enligt följande kriterier;

- sjöar som har undersökts tidigare
- sjöar speciellt viktiga för sportfiske
- sjöar med lågt pH-värde
- kalkade sjöar

Insamling och preparering av fiskmaterialet

Fiskmaterialet till denna undersökning samlades in m h a nätfiske (maskstorlek 27 mm) under framförallt sommaren 1991 samt med vissa kompletteringar under sommaren 1992. Fisket var främst riktat mot gädda, men i de fall då det erhållna materialet var bristfälligt i antal (målet var minst 5 st gäddor per sjö) kompletterades även provtagningen med abborrar.

I samband med fisket vägdes, mättes och könsbestämdes gäddorna, medan abborrarna endast vägdes och mättes. För kvicksilveranalys, samt för eventuell cesiumanalys, uttogs en bit ryggmuskulatur. Dessutom frampreparerades vingbenen från gäddorna för senare åldersbestämning. Fiskproverna förvarades frysta fram till analystillfället.

Kvicksilveranalys

Kvicksilverhalten i fiskproverna analyserades av ett ackrediterat laboratorium (MeAna - Konsult) enligt en modifierad variant av Svensk Standard SS 02 81 75 (Uhrberg *et al* 1989).

Sjöarnas vattenkemi och morfometri

Vid utvärderingen av detta material har de vattenkemiska och sjömorfometriska data som finns i Länsstyrelsens sjöregister använts. Av de vattenkemiska parametrarna gjordes ett urval av parametrar som bedömdes intressanta för utvärderingen med hänsyn till resultat från tidigare undersökningar samt parametrar som har analyserats för flertalet sjöar. De kemiparametrar som utvaldes var kopplade till sjöarnas närsaltsinnehåll, joninnehåll, pH, humusinnehåll och syrgasförhållande.

Närsaltsstatusen beskrivs dels av vattnets totalfosforkoncentration (Tot-P) och totalkvävekoncentrationen (Tot-N). Fosfor är ofta det ämne som är begränsande för produktionen i sjöekosystem. I vissa fall, speciellt i mycket näringsrika vatten, kan kväveinnehållet vara begränsande.

För att jämföra de uppmätta kvicksilverhalterna i fisk med sjöarnas *joninnehåll* användes dels vattnens konduktivitet, vilket är ett mått på den totala jonstyrkan (egentligen vattnets ledningsförmåga), dels innehållet av kalcium (Ca) och magnesium (Mg), vilka är vanliga katjoner i sötvatten som påverkar vattnets hårdhetsgrad.

Inverkan av vattnens *pH* undersöktes dels direkt m h a pH-värden, dels indirekt genom vattnens alkalinitet (buffringsförmåga). Vattnets alkalinitet kan i sin tur till viss del beskrivas av Ca- och Mg-innehållet, då alkaliniten till stor del påverkas av vittring av kalkhaltiga mineraler i tillrinningsområdet.

Sjöars *humusinnehåll* består av svårnedbrytbart organiskt material och speglar till stor del tillförseln av organiskt material från tillrinningsområdet och där medföljande kvicksilver. Humusinnehållet kan uppskattas m h a vattnets färgtal, samt till viss del genom den totala halten av organiskt kol (TOC), som framförallt i skogssjöar till stor del består av humus.

Vattnets *syrgashalt* påverkar kvicksilveromsättningen i sjöar genom att dels inverka på metyleringen av kvicksilver och därigenom påverka upptaget i organismer, dels genom att styra organismernas förutsättningar för att överhuvudtaget existera. Vid utvärderingen har framförallt vattnens syrgasmättnadsgrad (% O_2) använts, för att på så vis minska effekten av eventuella skillnader i vattentemperatur.

För att få så jämförbara data mellan sjöarna som möjligt valdes data från tidsperioden februari-mars 1990, då ett stort antal av länets sjöar undersöktes med avseende på vattenkemi som ett led i en rikstäckande inventering. För de sjöar som ej undersöktes under den aktuella perioden, har kemidata om möjligt valts från samma tid på året från så närliggande år som möjligt.

Bearbetning och utvärdering av materialet

Normering av kvicksilverhalter i gädda

För att kunna jämföra kvicksilverhalterna i gädda och abborre mellan olika sjöar är det nödvändigt att använda sig av någon form av normering av värdena. **För gädda normeras vanligen halterna till en gädda med en vikt av 1 kg**, vilket är en vanligt förekommande storlek på gädda över en stor del av landet och en storlek som ofta konsumeras. Normeringen har ofta gjorts genom en enkel linjär normering genom att man dividerar kvicksilverhalten (mg/kg) med fiskens vikt (kg) och sedan tar ett medelvärde av dessa normerade värden för att erhålla ett normerat sjömedelvärde för 1 kg gädda. I denna undersökning har dock en annan variant av normering använts, som är baserad på en utvärdering av kvicksilverhalter i gädda över hela landet (SNVs kvicksilverdatabas) och som bättre stämmer överens med reella värden (Meili, muntligen). Den normerade kvicksilverhalten (HgGä-Norm) i mg kvicksilver/kg våtvikt (mg Hg/kg vv) har beräknats fram enligt;

$$\text{HgGä-Norm} = \frac{\text{HgGä}}{0.0133 * (\text{vikt}^{0.63} - 11)}$$

Därefter har sjömedelvärden och spridningen kring medelvärdena beräknats. Jämförelse har även gjorts med den mer traditionella formen av normering (fig 12 sid 20).

På grund av det begränsade materialet är i vissa fall sjömedelvärdena baserade på endast 2 st gäddor och dessutom i en del fall är den normerade kvicksilverhalten baserad på endast 1 fisk, varför dessa bör användas med försiktighet. Vanligen brukar minst 5 st fiskar ingå, men för att göra det bästa möjliga av situationen har dock även dessa värden tagits med i analyserna.

Normering av kvicksilverhalter i abborre

Vid normeringen av kvicksilverhalterna i abborre har enkel linjär normering använts, d v s kvicksilverhalten (mg/kg) dividerades med fiskens vikt (kg) och sedan togs ett medelvärde av dessa normerade värden för att erhålla ett normerat sjömedelvärde (HgAb-Norm). Med hjälp av de ingående abborrarnas viktfrekvensfördelning beslöts att **normera halterna i abborre till 200 g,** vilket var en vanligt förekommande storlek i materialet (fig 3 sid 14) och som dessutom är en storlek som ofta fångas i konsumtionssyfte.

Saknade vattenkemivärden

I de fall då enstaka rådatavärden har saknats för vissa sjöar, har dessa om möjligt beräknats genom kända samband med andra parametrar. Exempel på dylika är avsaknad av enstaka fisklängder eller vikter, som har framräknats m h a det exponentiella förhållandet mellan fiskars längd och vikt (fig 4 & 5 sid 15). Likaså har enstaka saknade Ca- och Mg-värden framräknats genom förhållandet;

$$Mg=0.127+0.168*Ca \qquad r^2 = 0.58$$

Samtliga värden som ej är originaldata utan har framräknats genom dylika samband är angivna i rådata-tabellerna (tab 1 & 2 bilaga B, samt tab 3 bilaga C).

Utvärdering av materialet

Vid utvärderingen har följande frågeställningar undersökts;

- hur ser den totala spridningsbilden av kvicksilverhalter i gädda och abborre i förhållande till fiskens vikt och längd ut
- hur ser den geografiska spridningsbilden av kvicksilverhalter i gädda och abborre inom länet ut
- finns det någon skillnad mellan kvicksilverhalter i gädda och abborre mellan olika avrinningsområden inom länet
- hur påverkar de vattenkemiska och sjömorfometriska parametrarna de uppmätta kvicksilverhalterna i gädda och abborre
- uppvisar kvicksilverhalterna i de sjöar som har provtagits flera gånger någon tendens till skillnader med tiden.

På grund av det begränsade materialet har inga analyser av eventuella effekter av kön och ålder hos fiskarna för de uppkomna kvicksilverhalterna utförts.

Vid utvärderingen befanns att en sjö kraftigt avvek från de övriga beträffande nivån på de uppmätta kvicksilverhalterna i gädda. Halterna i Turingen (eg L. & S. Turingen, nr 128/129 omr 61) var avsevärt mycket högre än i andra sjöar (fig 6 & 7 sid 16), vilket beror på tidigare utsläpp från ett pappersbruk i närheten. Med hänsyn till den kraftiga avvikelsen orsakad av mänsklig påverkan, har Turingen ej tagits med i analyserna av kvicksilverhalter i materialet.

Vid kalkning av sjöar sker en kraftig påverkan dels på sjöarnas vattenkemi, dels även på de levande organismerna i dessa. Vid utvärderingen av de vattenkemiska parametrarnas påverkan på kvicksilverhalterna i fisken, har därför parallella analyser gjorts dels på det totala antalet sjöar, dels på sjöar som ej har kalkats något eller några år före fiskprovtagningen (benämns okalkade).

Vid jämförelser av kvicksilverhalter i gädda i denna och tidigare undersökningar har data hämtats från en sammanställning över tidigare undersökningar (Sironen & Väre 1993).

Statistisk bearbetning

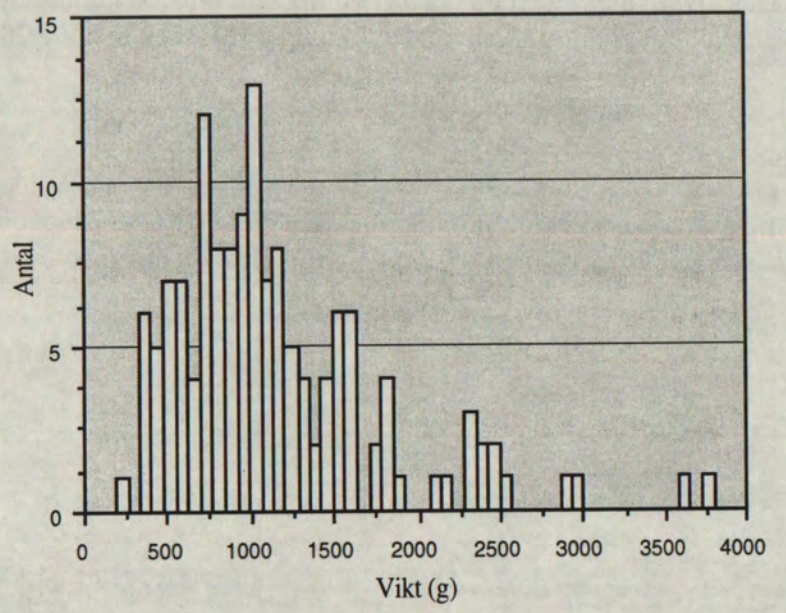
Vid statistisk bearbetning av materialet har programmet StatView III® för Macintosh använts. Vid de statistiska analyserna har en 95 %-ig signifikansnivå använts.

RESULTAT OCH DISKUSSION

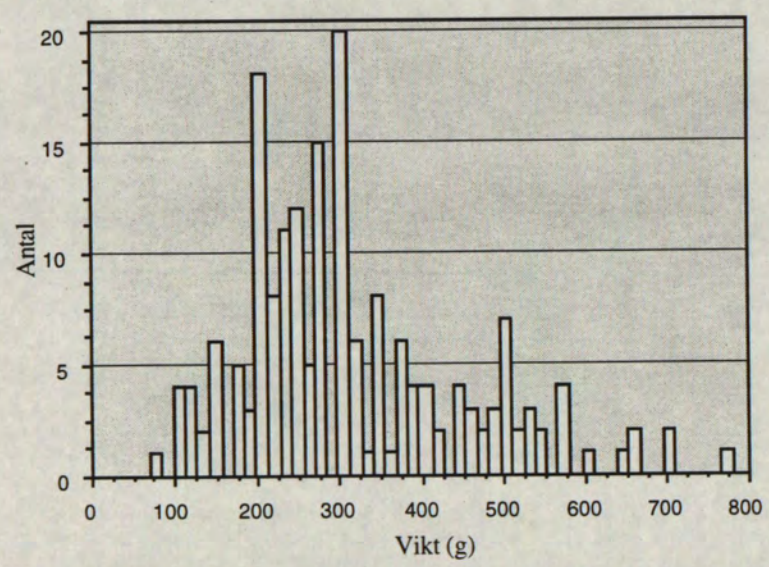
Fiskmaterialet

Av de totalt 63 st undersökta sjöarna fångades ingen fisk i 3 st (Largen, nr 110 omr 59/60, Källtorpssjön, nr 4 omr 61/62, samt Öran, nr 40 omr 62/63). I de övriga sjöarna fångades gädda (47 st sjöar) och/eller abborre (44 st) (tab 1 & 2, bilaga B). Lägeskoordinaterna för samtliga sjöars utlopp, samt uppgifter över vilken kommun sjöarna ligger i finns redovisade i tabell 3, bilaga C.

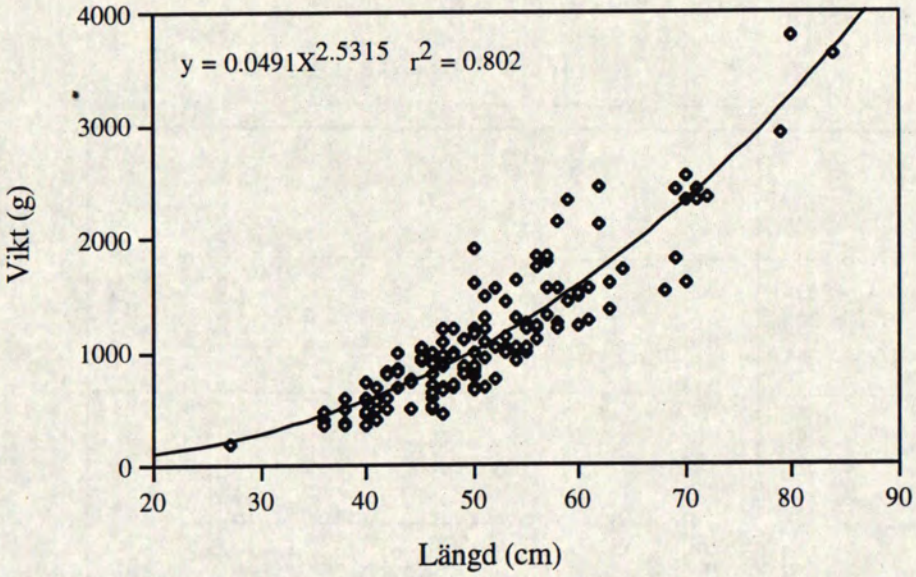
Det insamlade fiskmaterialet bestod av ett för de olika sjötyperna och för fångstmetoden (nätfiske med rel grovmaskiga nät) representativt material för gädda och abborre, både beträffande viktsfrekvensfördelningarna (fig 2 resp 3) och förhållandet mellan längd och vikt för arterna (fig 4 resp 5).



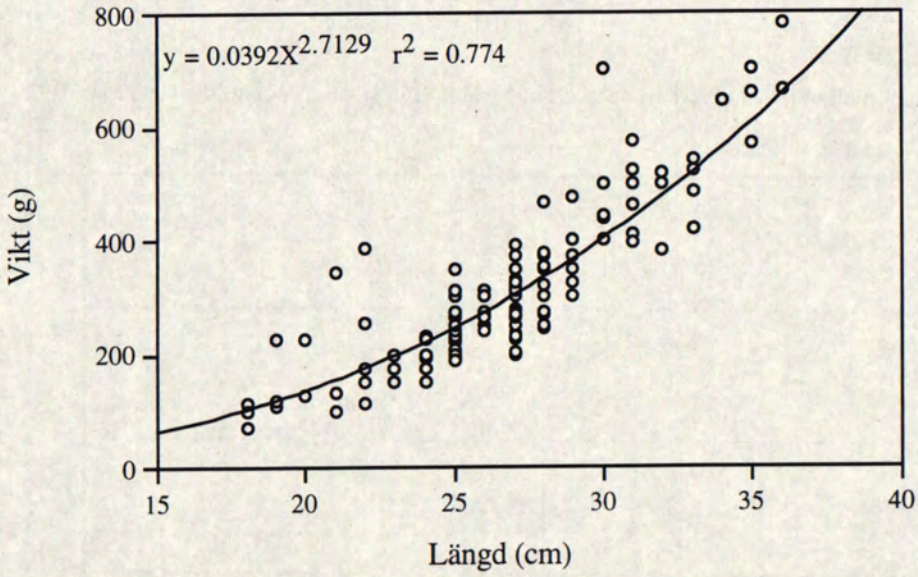
Figur 2. Viktfrekvensfördelning av gäddor fångade i sjöar i Stockholms län 1991-1992.



Figur 3. Viktfrekvensfördelning av abborrar fångade i sjöar i Stockholms län 1991-1992.



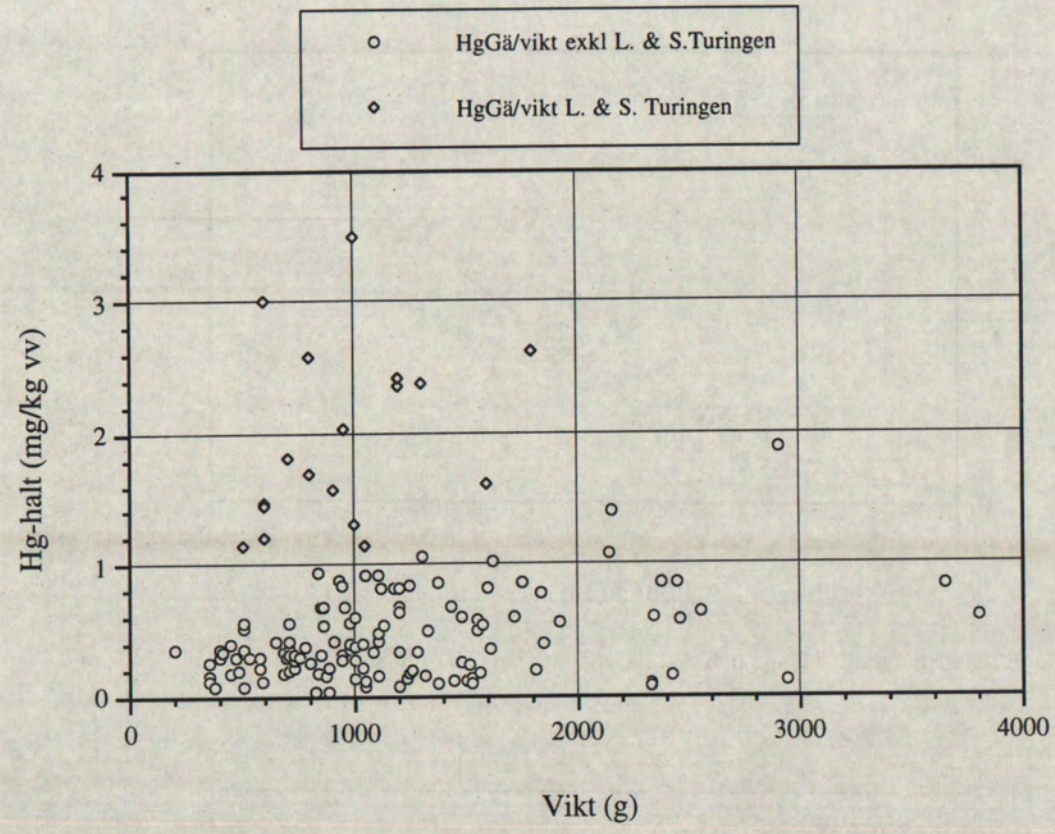
Figur 4. Förhållandet mellan längd och vikt för gäddor från sjöar i Stockholms län.



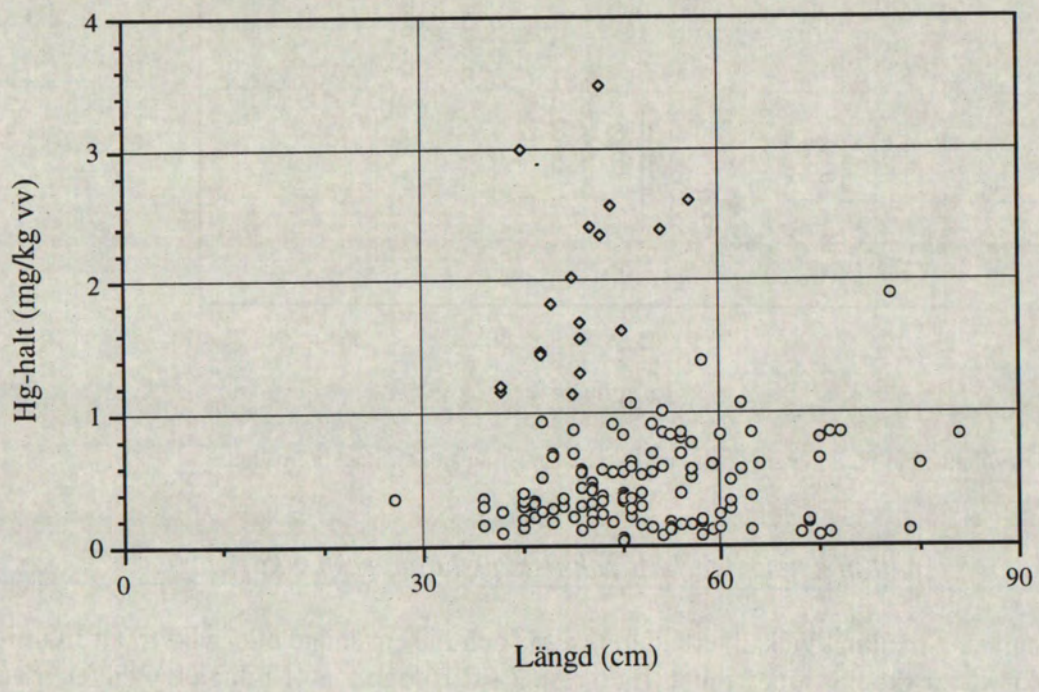
Figur 5. Förhållandet mellan längd och vikt för abborrar från sjöar i Stockholms län.

Förhållandet mellan kvicksilverhalt och fiskens längd resp vikt

Inget samband mellan kvicksilverhalten i gädda och fiskens längd eller vikt totalt i samtliga sjöar kan urskönjas i materialet (fig 6 resp 7 sid 16, samt tab 1 bilaga B), vilket är att förvänta då materialet härrör från en mängd sjöar av varierande storlek, näringsstatus etc. En sjö avviker dock markant ur det gängse mönstret. Kvicksilverhalterna i Turingen (nr 128/129 omr 61) är betydligt högre än i andra sjöar, vilket beror på tidigare utsläpp från ett närliggande pappersbruk. På grund av den mänskliga påverkan på Turingen har denna sjö ej tagits med där jämförelser sker med andra sjöar.

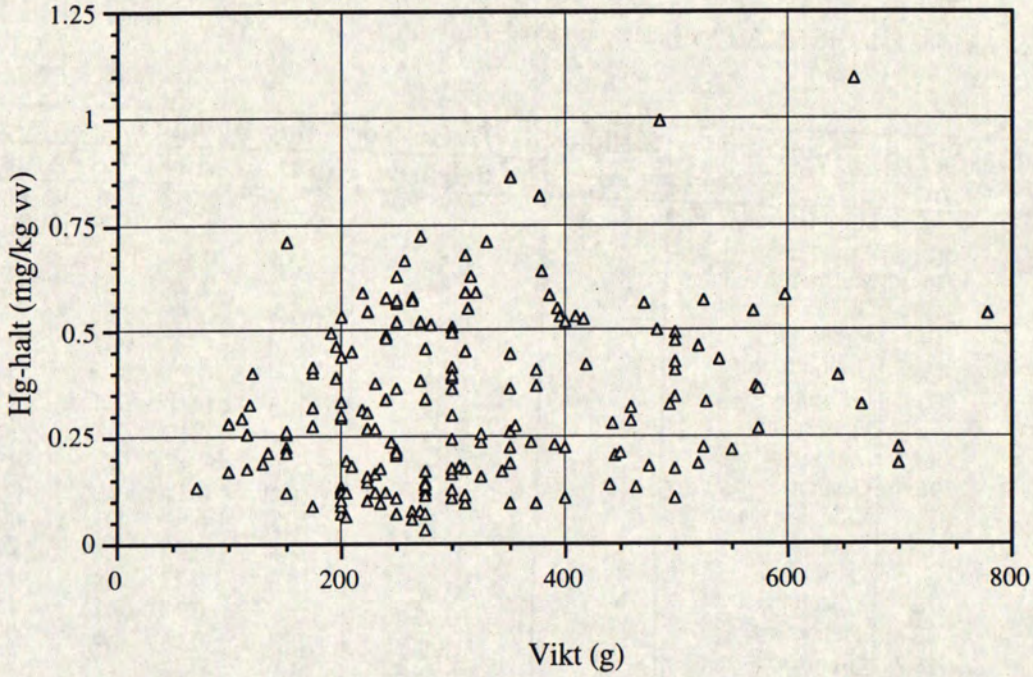


Figur 6. Förhållandet mellan kvicksilverhalt och vikt hos gädda från sjöar i Stockholms län 1991-1992.

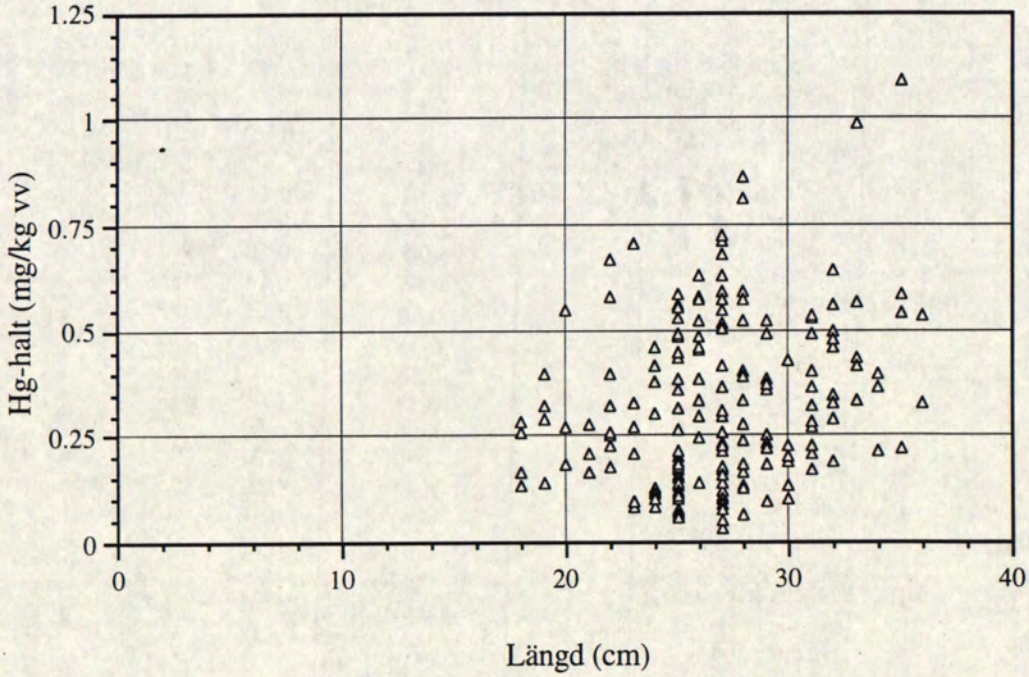


Figur 7. Förhållandet mellan kvicksilverhalt och längd hos gädda från sjöar i Stockholms län 1991-1992. Symbolförklaring enligt fig 6.

Liksom för gädda kan inget signifikant samband identifieras för abborre i den totala spridningsbilden av kvicksilverhaltens förhållande till fiskens längd och vikt (fig 8 resp 9, samt tab 2 bilaga B).



Figur 8. Förhållandet mellan kvicksilverhalt och vikt hos abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992.



Figur 9. Förhållandet mellan kvicksilverhalt och längd hos abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Normering av kvicksilverhalter i gädda och abborre

De normerade kvicksilverhalterna för både gädda (HgGä-Norm) och abborre (HgAb-Norm) uppvisar en godtagbar spridning kring medelvärdet för respektive sjö (tab 4 resp 5, samt fig 10 resp 11 bilaga D).

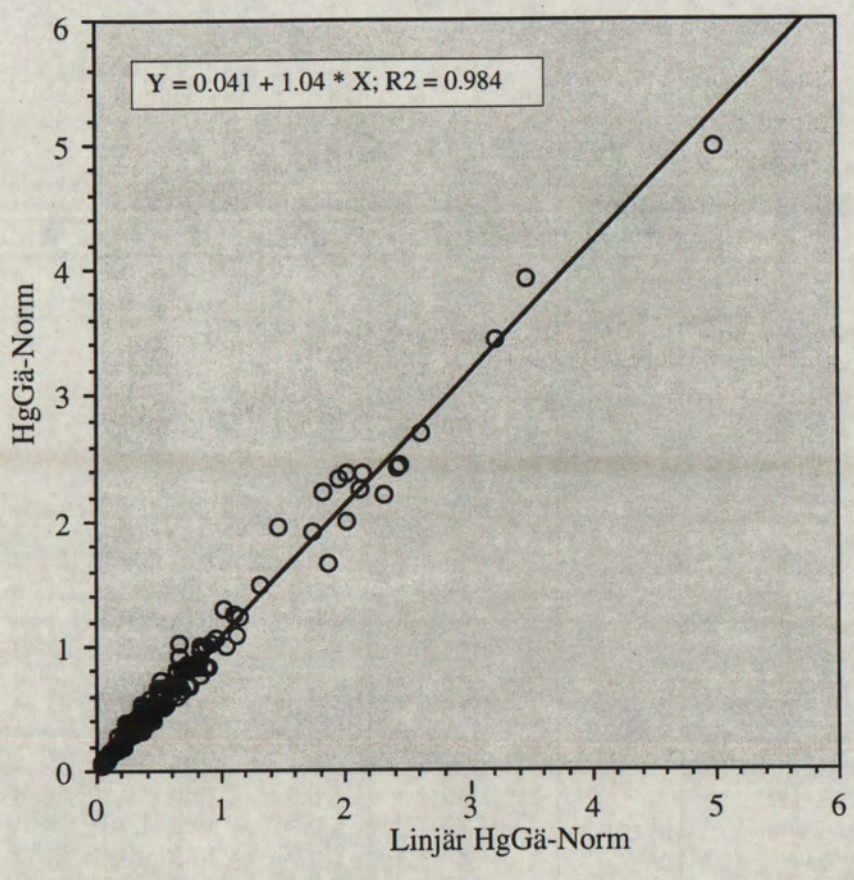
Tabell 4. Normerade kvicksilverhalter för gädda (normerade till 1 kg) från sjöar i Stockholms län 1991-1992

Avr omr	Sjö nr	Sjönamn	Kalkad År	HgGä-Norm (mg Hg/kg vv)				
				Medelvärde	Std Dev	Min	Max	Antal
63	10	Stora Horssjön	-85,-92	**1,01**		1,01	1,01	1
63	12	Akaren	-85,-93	0,68	0,00	0,67	0,68	2
62/63	44	Muskan		0,59	0,14	0,44	0,70	3
62/63	47	Grindsjön		0,57		0,57	0,57	1
62/63	49	Vädersjön		0,80	0,04	0,77	0,83	2
62/63	59	Gullbodasjön		0,52	0,16	0,38	0,78	5
62/63	60	Uddsjön		0,23		0,23	0,23	1
62/63	65	Fjättersjön		0,44	0,15	0,31	0,68	5
62/63	89	Malmsjön		0,13	0,04	0,10	0,17	4
62/63	96	Getaren		0,49	0,03	0,47	0,52	2
62/63	109	Lilla Måsnaren		0,11	0,00	0,11	0,11	2
62/63	124	Ogan		0,87	0,09	0,82	1,00	4
62	7	Drevviken		0,12	0,04	0,09	0,14	2
62	26	Magelungen		0,27		0,27	0,27	1
62	28	Trehörningen		0,15		0,15	0,15	1
62	29	Gömmaren	-84	**1,00**	0,29	0,66	1,65	9
62	30	Orlången		0,28	0,19	0,14	0,41	2
61/62	2	Järlasjön		0,39	0,10	0,24	0,52	5
61/62	7	Ältasjön		0,21		0,21	0,21	1
61/62	66	Långträsk		0,42		0,42	0,42	1
61/62	119	Storsjön		**1,01**		1,01	1,01	1
61	7	Oxundasjön		0,19		0,19	0,19	1
61	15	Norrviken		0,14		0,14	0,14	1
61	22	Vallentunasjön		0,06	0,01	0,05	0,06	3
61	91	Långsjön (Älvsjö)		0,07	0,02	0,04	0,08	5
61	93	Tullingesjön		0,42		0,42	0,42	1
61	94	Aspen		0,18	0,02	0,16	0,20	3
61	102	Uttran		0,42		0,42	0,42	1
61	109	Bornsjön		0,58	0,14	0,47	0,84	6
61	128	L. Turingen		**2,75**	0,96	1,92	4,98	11
61	129	S. Turingen		**1,90**	0,56	1,25	2,68	7
61	136/137	Yngern		0,56	0,14	0,34	0,81	8
61	148	Lejondalssjön		0,40	0,02	0,39	0,41	2
61	150	Lillsjön		0,35	0,09	0,23	0,45	5
60/61	10	Rönningesjön		0,12		0,12	0,12	1
60/61	19	Lötsjön		0,22	0,08	0,15	0,30	3
60/61	21	Kottlasjön		0,29	0,02	0,28	0,30	2
60	1	Drängsjön		0,78	0,31	0,57	1,00	2
60	4	Garnsviken		0,33	0,01	0,33	0,33	2
59/60	93	Långsjön (Brottby)		0,70	0,10	0,61	0,84	4
59/60	145	Hersen		0,81	0,24	0,48	1,08	5
58	1	Gillfjärden		0,34	0,06	0,27	0,38	3
58	11	Erken		0,49	0,18	0,32	0,71	5
57/58	8	Utsundasjön		0,37	0,06	0,32	0,41	2
57/58	13	Blåkaren		0,17		0,17	0,17	1
57/58	20	Bornan		0,53		0,53	0,53	1
57	64	Sottern		0,48	0,09	0,38	0,54	3

Tabell 5. Normerade kvicksilverhalter för abborre (normerade till 200 g) från sjöar i Stockholms län 1991-1992

Avr omr	Sjö nr	Sjönamn	Kalkad	HgAb-Norm (mg Hg/kg vv)				
			År	Medelvärde	Std Dev	Min	Max	Antal
63	10	Stora Horssjön	-85, -92	0,17	0,05	0,13	0,25	6
63	12	Akaren	-85, -93	0,24	0,02	0,22	0,26	3
62/63	44	Muskan		0,39	0,17	0,24	0,66	5
62/63	47	Grindsjön		0,21	0,11	0,14	0,37	4
62/63	60	Uddsjön		0,45	0,10	0,33	0,57	5
62/63	85	Stora Skogssjön		0,14	0,04	0,10	0,21	5
62/63	89	Malmsjön		0,08				1
62/63	96	Getaren		0,25	0,07	0,17	0,29	3
62/63	109	Lilla Måsnaren		0,07	0,02	0,05	0,09	3
62/63	124	Ogan		0,42	0,08	0,33	0,50	6
62	2	Albysjön		0,11	0,04	0,08	0,16	4
62	26	Magelungen		0,08	0,04	0,05	0,13	4
62	28	Trehörningen		0,10	0,05	0,04	0,16	4
62	30	Orlången		0,08	0,04	0,05	0,13	3
61/62	7	Ältasjön		0,16	0,03	0,13	0,19	4
61/62	23	Sågsjön		0,15	0,09	0,10	0,31	5
61/62	66	Långträsk		0,31	0,05	0,28	0,37	3
61/62	119	Storsjön		0,31	0,11	0,19	0,53	9
61/62	126	Kulla Träsk		0,17	0,03	0,14	0,20	4
61/62	139	Fiskmyran	-84	0,42	0,06	0,33	0,53	10
61/62	148	Kvarnsjön		0,36	0,07	0,29	0,46	5
61	7	Oxundasjön		0,10	0,06	0,05	0,16	4
61	15	Norrviken		0,08	0,01	0,07	0,09	4
61	19	Mörtsjön		0,28	0,07	0,20	0,39	5
61	93	Tullingesjön		0,20	0,04	0,17	0,24	3
61	94	Aspen		0,13	0,02	0,12	0,14	2
61	102	Uttran		0,13	0,01	0,12	0,13	4
61	148	Lejondalssjön		0,11	0,01	0,10	0,12	3
60/61	10	Rönningesjön		0,06	0,01	0,05	0,07	4
60/61	17	Säbysjön		0,07	0,02	0,06	0,10	5
60/61	19	Lötsjön		0,06				1
60/61	21	Kottlasjön		0,20	0,03	0,17	0,23	3
60	1	Drängsjön		0,39	0,14	0,28	0,55	3
59/60	62	Länna Kyrksjö		0,11	0,02	0,09	0,14	5
59/60	93	Långsjön (Brottby)		0,15				1
59/60	95	Skären		0,31	0,03	0,26	0,34	5
59/60	116	Losjön		0,31	0,09	0,20	0,46	5
59/60	138	Tärnan		**0,55**	0,23	0,35	0,95	5
58	1	Gillfjärden		0,10	0,00	0,10	0,10	2
57/58	8	Utsundasjön		0,26	0,16	0,14	0,43	3
57/58	13	Blåkaren		0,05	0,03	0,02	0,09	4
57/58	20	Bornan		0,44	0,10	0,26	0,54	9
57/58	60	Ösmaren		0,09	0,01	0,07	0,10	5
57	64	Sottern		0,12	0,01	0,11	0,13	2

Den använda icke-linjära normeringsmodellen för gädda befanns överensstämma väl med den linjära, dock blir värdena generellt sett något högre (i genomsnitt 4%) (fig 12).



Figur 12. Jämförelse mellan den i denna undersökning använda icke-linjära normeringen av kvicksilverhalter och linjär normering för enskilda gäddor.

Kvicksilverhalter i gädda

Förutom Lilla och Stora Turingen i Södertälje kommun (nr 128/129 omr 61), vilka hade kvicksilverhalter som med god marginal överskred 1 mg/kg (1.90 resp 2.75 mg/kg, tidigare svartlistad), var det endast 3 st sjöar där gäddorna befanns ha halter ≥ 1 mg/kg (tab 4 sid 18). För Gömmaren (Huddinge kommun) var medelhalten 1.00 mg/kg (n=9) och för Stora Horssjön och Storsjön (Södertälje resp Värmdö kommun) var halterna 1.01 mg/kg (dock baserat på endast 1 gädda per sjö, varför osäkerheten är stor).

Generellt sett var nivån på de normerade kvicksilverhalterna i gädda från de undersökta sjöarna låg med 30 av totalt 47 st sjöar med halter understigande miljömålet 0.5 mg Hg/kg.

Kvicksilverhalter i abborre

Kvicksilverhalterna i abborre (normerade till 200 g abborre) var generellt låga (tab 5 sid 15), med endast 1 sjö där halten översteg miljömålet 0.5 mg/kg vv (Tärnan i Vallentuna kommun, nr 138 omr 59/60, med halten 0.55 mg/kg).

Trots att nivån på de normerade halterna var låg finns det dock ett flertal sjöar från vilka stora abborrar bör konsumeras med försiktighet. Uppskattningar av vid vilken medelvikt abborren i olika sjöar uppnår kvicksilverhalter överstigande 1 mg/kg, ger att i 15 av totalt 44 st sjöar överstiger halten 1 mg/kg vid medelfiskvikter mellan 0.4 och 1.0 kg, vilket är inte helt ovanliga fiskvikter (tab 6).

Tabell 6. Uppskattning av den medel-fiskvikt vid vilken kvicksilverhalten i abborre i olika sjöar i Stockholms län uppnår 1 mg Hg/kg vv

Avr omr	Sjö nr	Sjönamn	Medelvikt* vid Hg=1 mg/kg		Std Dev	Antal
63	10	Stora Horssjön	1,3		0,364	6
63	12	Akaren	0,8	⇐	0,079	3
62/63	44	Muskan	0,6	⇐	0,206	5
62/63	47	Grindsjön	1,1		0,397	4
62/63	60	Uddsjön	0,5	⇐	0,106	5
62/63	85	Stora Skogssjön	1,5		0,389	5
62/63	89	Malmsjön	2,6			1
62/63	96	Getaren	0,8	⇐	0,279	3
62/63	109	Lilla Måsnaren	2,8		0,78	3
62/63	124	Ogan	0,5	⇐	0,093	6
62	2	Albysjön	1,9		0,567	4
62	26	Magelungen	2,7		1,045	4
62	28	Trehörningen	2,6		1,571	4
62	30	Orlången	2,8		1,293	3
61/62	7	Ältasjön	1,2		0,208	4
61/62	23	Sågsjön	1,5		0,517	5
61/62	66	Långträsk	0,7	⇐	0,095	3
61/62	119	Storsjön	0,7	⇐	0,21	9
61/62	126	Kulla Träsk	1,2		0,187	4
61/62	139	Fiskmyran	0,5	⇐	0,071	10
61/62	148	Kvarnsjön	0,6	⇐	0,109	5
61	7	Oxundasjön	2,4		1,337	4
61	15	Norrviken	2,6		0,312	4
61	19	Mörtsjön	0,8	⇐	0,177	5
61	93	Tullingesjön	1,0	⇐	0,168	3
61	94	Aspen	1,6		0,208	2
61	102	Uttran	1,6		0,089	4
61	148	Lejondalssjön	1,9		0,181	3
60/61	10	Rönningesjön	3,4		0,357	4
60/61	17	Säbysjön	2,9		0,667	5
60/61	19	Lötsjön	3,2			1
60/61	21	Kottlasjön	1,0	⇐	0,148	3
60	1	Drängsjön	0,5	⇐	0,174	3
59/60	62	Länna Kyrksjö	1,8		0,319	5
59/60	93	Långsjön (Brottby)	1,3			1
59/60	95	Skären	0,7	⇐	0,064	5
59/60	116	Losjön	0,7	⇐	0,208	5
59/60	138	Tärnan	0,4	⇐	0,134	5
58	1	Gillfjärden	2,0		0,074	2
57/58	8	Utsundasjön	1,0	⇐	0,488	3
57/58	13	Blåkaren	5,1		2,739	4
57/58	20	Bornan	0,5	⇐	0,144	9
57/58	60	Ösmaren	2,3		0,371	5
57	64	Sottern	1,7		0,184	2

* = Uppskattning baserad på linjärt förhållande mellan vikt och Hg-halt

Sjöar i vilka abborren uppskattas nå 1 mg Hg/kg vid en vikt ≤ 1.0 kg indikeras med ⇐

Jämförelser mellan kvicksilverhalter i gädda och abborre

Kvicksilverhalterna i gädda uppvisar generellt en högre nivå än halterna i abborre (tab 1 & 2 bilaga B), vilket bl a illustreras av att endast en av abborrarna hade en kvicksilverhalt överstigande saluförbudsgränsen 1 mg Hg/kg (en abborre från Ogan som vägde 660 g). Detta beror på att abborren (i det undersökta storleksintervallet) vanligen befinner sig en trofinivå lägre än gäddan i näringskedjan. Abborren har då ofta andra födoobjekt som vanligen är mindre än gäddors normala byten och därigenom innehåller mindre kvicksilver. Detta resulterar i generellt lägre kvicksilverupptag hos abborre.

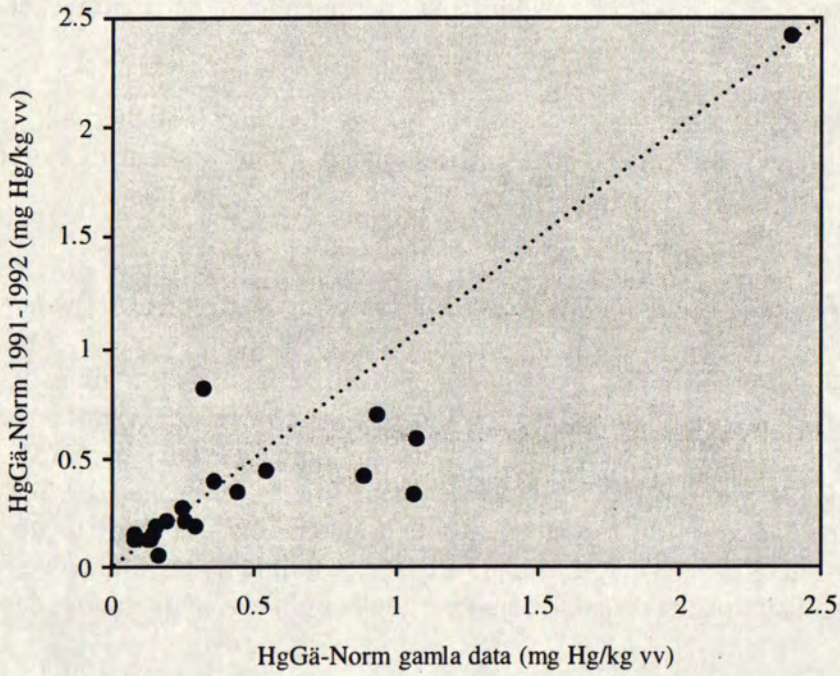
Jämförelser av kvicksilverhalter i gädda med tidigare undersökningar

Av de undersökta sjöarna har data från tidigare undersökningar kunnat uppbringas för 20 st sjöar (inkl Turingen). Jämförelse av 1991-1992 års material med dessa visar att i endast en sjö har kvicksilverhalten ökat markant från 0.33 till 0.81 mg Hg/kg vv (Hersen nr 145 omr 59/60) (tab 7 nedan, fig 13 sid 23). I detta fall baseras det tidigare medelvärdet endast på 2 st fiskar fångade 1976, varför ökningen är osäker. Tendenser till sänkning av medelkvicksilverhalten kan skönjas för ett flertal sjöar (fig 13 sid 23), dock är osäkerheten mycket stor, antingen på grund av jämförelser med mycket gamla värden 1968-1969 eller också är underlaget endast baserat på enstaka fiskar. Några säkra och tydliga tendenser till ändringar i kvicksilverhalt i gädda i de undersökta sjöarna kan således inte urskiljas.

Tabell 7. Jämförelse mellan gamla kvicksilverdata för gädda från sjöar i Stockholms län med 1991-1992 års undersökning

Avr omr	Sjö nr	Sjönamn	HgGäNorm (mg/kg vv) 1991-1992	gamla data*
59/60	93	Långsjön (Brottby)	0,70	0,94
59/60	145	Hersen	0,81	0,33
60	4	Garnsviken	0,33	1,07
60/61	10	Rönningesjön	0,12	0,09
60/61	19	Lötsjön	0,22	0,26
61	7	Oxundasjön	0,19	0,30
61	15	Norrviken	0,14	0,09
61	22	Vallentunasjön	0,06	0,17
61	94	Aspen	0,18	0,16
61	102	Uttran	0,42	0,89
61	109	Bornsjön	0,58	1,08
61	150	Lillsjön	0,35	0,45
61	128/129	L. & S. Turingen	2,42	2,40
61/62	2	Järlasjön	0,39	0,36
61/62	7	Ältasjön	0,21	0,20
62	7	Drevviken	0,12	0,14
62	28	Trehörningen	0,15	0,15
62	30	Orlången	0,28	0,25
62/63	65	Fjättersjön	0,44	0,55
62/63	89	Malmsjön	0,13	0,13

* = enl Sironen & Väre 1993



Figur 13. Jämförelse av normerade kvicksilverhalter i gädda mellan 1991/92 års undersökning och äldre undersökningar av sjöar i Stockholms län.

Jämförelse mellan fisk från insjöar i Stockholms län och Stockholms skärgård

De sjömedelvärden för kvicksilver i gädda och abborre som erhållits i denna undersökning (tab 4 & 5 sid 18 & 19) är generellt något lägre i jämförelse med fisk som fångats i Stockholms skärgård. Kvicksilver i gäddor som fångats i skärgården 1973-1979, uppvisade ett medelvärde på 0.66 mg/kg (spridning 0.23 – 2.80) och abborre fångade 1973-1986, hade ett totalt medelvärde på 0.90 (spridning av årsmedelvärden 0.50 – 1.40, total spridning 0.19 – 5.70) (värden från SLV refererade i Grimås & Suárez 1989). Liknande medelvärden på kvicksilverhalter har erhållits för gäddor fångade i Stockholms skärgård 1968-1969 (Olsson & Jensen 1975). Medelhalterna varierade i nämnda undersökning mellan 0.52 och 1.95 mg Hg/kg för gäddor fångade i Stockholms närhet, medan halterna varierade mellan 0.30 och 0.44 mg/kg för gäddor fångade mellan Stockholm och Landsort. En viss försiktighet bör dock iakttagas vid jämförelserna då samtliga dessa data härrör från gamla undersökningar.

Geografisk spridning av kvicksilverhalter i gädda och abborre i sjöar i Stockholms län

Det geografiska spridningsmönstret av kvicksilver i gädda (figur 14 i ficka) stämmer väl överrens med mönstret för olika typer av jordarter inom Stockholms län (se *Vattenkemiska och sjömorfometriska parametrars inverkan på kvicksilverhalten).* De högsta kvicksilverhalterna återfinns generellt sett i området söder om Mälaren (Södertörn och delar av Värmdö och Södertälje kommuner), samt i ett område norr om Stockholm nordost om Åkersberga, vilket sammanfaller med utbredningen av relativt kalkfattiga jordartstyper (Nilsson & Olsson 1992, Tirén 1992). Lokala variationer i kvicksilverhalter i gädda mellan olika närliggande sjöar förekommer dock, vilket beror på att Stockholms län tillhör den naturgeografiska regionen "Svealands sprickdalsterräng med lerslättsdalar och sjöbäcken",

vilket som namnet antyder medför att den lokala jordartsvariationen inom länet är mycket stor (Tirén 1992).

Spridningsmönstret för kvicksilverhalter i abborre är inte lika tydligt som för halterna i gädda (figur 15 i ficka), vilket främst beror på att skillnaderna i halter mellan olika sjöar är mindre.

Skillnader i kvicksilverhalter i gädda och abborre mellan olika avrinningsområden

Ingen statistiskt säkerställd effekt av att de undersökta sjöarna ligger i olika avrinningsområden har varit möjlig att påvisa för de normerade sjömedelvärdena av kvicksilver i gädda och abborre (tab 8 & 9). Detta beror troligtvis på att variationen mellan sjöar inom samma avrinningsområde kan vara stor, d v s att inom ett och samma område kan det finnas både näringsrika och näringsfattiga sjöar, såväl som bruna humusfärgade sjöar och klarvattensjöar. Detta resulterade även i att inga klara statistiska skillnader har kunnat påvisas i medelkvicksilverhalt i gädda respektive abborre mellan olika avrinningsområden (tab 8, 9 & 10).

Tabell 8. Variansanalys (ANOVA) av avrinningsområdesvisa medelkvicksilverhalter i gädda från sjöar i Stockholms län 1991-1992

ANOVA-tabell för HgGäNorm/avrinningsområde

		DF	Sum of Squares	Mean Square	F-värde	P-värde
Samtliga sjöar	Avr omr	10	0.987	0.099	1.593	0.151
	Residual	34	2.106	0.062		
Okalkade sjöar	Avr omr	9	0.771	0.086	1.779	0.112
	Residual	32	1.542	0.048		

Data för HgGäNorm - samtliga sjöar
Effektparameter: Avrinningsområde

Avr omr	Antal sjöar	Medelvärde	Std Dev	S E
57	1	0.484	•	•
57/58	3	0.354	0.179	0.103
58	2	0.415	0.107	0.076
59/60	2	0.755	0.083	0.059
60	2	0.556	0.321	0.227
60/61	3	0.210	0.084	0.048
61	11	0.306	0.188	0.057
61/62	4	0.505	0.348	0.174
*62**	*5*	*0.364*	*0.363*	*0.162*
62	4	0.205	0.081	0.040
62/63	10	0.475	0.259	0.082
*63**	*2*	*0.845*	*0.239*	*0.169*
63	0	•	•	•

* = inkl kalkade sjöar (kursiv stil)

I de få fall signifikant skilda medelvärden har erhållits för gädda rör det sig om antingen förekomst av kalkade sjöar inom det ena av avrinningsområdena (omr 62 och 63) eller

också om avrinningsområde 59/60, som endast innehåller data från 2 st sjöar. Dessa sjöar har relativt höga kvicksilverhalter i gädda, vilket gör att området avviker från många andra områden, men p g a att medelvärdet endast baseras på 2 st sjöar, blir osäkerheten stor.

Statistiskt säkerställd skillnad av medelkvicksilverhalt i abborre mellan olika avrinningsområden erhölls endast i vissa fall för områdena 60/61 och 62 i jämförelse med andra områden (tab 10 sid 26). Båda dessa områden har låga medelkvicksilverhalter (medelv = 0.098, resp 0.094) i jämförelse med de övriga områdena (förutom omr 58 som endast inkluderar en sjö) (tab 9).

Tabell 9 Variansanalys (ANOVA) av avrinningsområdesvisa medelkvicksilverhalter i abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992

ANOVA-tabell för HgAbNorm/avrinningsområde

		DF	Sum of Squares	Mean Square	F-värde	P-värde
Samtliga sjöar	Avr omr	10	0.253	0.025	1.703	0.122
	Residual	33	0.49	0.015		
Okalkade sjöar	Avr omr		0.232	0.026	1.73	0.124
	Residual	31	0.461	0.015		

Data för HgAbNorm - samtliga sjöar
Effektparameter: Avrinningsområde

Avr omr	Antal sjöar	Medelvärde	Std Dev	S E
57	1	0.121	•	•
57/58	4	0.208	0.177	0.089
58	1	0.098	•	•
59/60	5	0.287	0.174	0.078
60	1	0.394	•	•
60/61	4	0.098	0.066	0.033
61	7	0.146	0.069	0.026
*61/62**	*7*	*0.269*	*0.107*	*0.040*
61/62	6	0.244	0.091	0.037
62	4	0.094	0.015	0.007
62/63	8	0.251	0.152	0.054
*63**	*2*	*0.206*	*0.048*	*0.034*
63	0	•	•	•

* = inkl kalkade sjöar (kursiv stil)

Normalfördelningsanalys av residualerna, d v s den del av variationen av kvicksilverhalterna som ej förklaras av skillnader i avrinningsområden, visade att dessa var approximativt normalfördelade för både kvicksilverhalterna i gädda och abborre (fig 16 bilaga G).

Tabell 10. Multipel t-test (Fisher´s PLSD) på sjömedelvärden av kvicksilverhalter i gädda (A) och abborre (B) mellan avrinningsområden i Stockholms län 1991-1992

A) HgGä-Norm

Avrinningsområde I	Avrinningsområde II	Medel skillnad	Kritisk** skillnad	P-värde
57	58	0.069	0.548	0.799
57	60	-0.072	0.548	0.791
57	61	0.178	0.467	0.443
57	*62**	*0.120*	*0.554*	*0.663*
57	62	0.279	0.500	0.264
57	*63**	*-0.361*	*0.619*	*0.245*
57	63	0.484	•	•
57	57/58	0.130	0.516	0.611
57	59/60	-0.271	0.548	0.321
57	60/61	0.274	0.516	0.288
57	61/62	-0.021	0.500	0.934
57	62/63	0.009	0.469	0.968
57/58	59/60	-0.401	0.408	0.054
57/58	60/61	0.144	0.365	0.429
57/58	61/62	-0.151	0.341	0.375
57/58	62/63	-0.121	0.294	0.408
58	60	-0.141	0.447	0.525
58	61	0.109	0.344	0.522
58	*62**	*0.051*	*0.423*	*0.808*
58	62	0.210	0.387	0.277
58	*63**	*-0.430*	*0.506*	*0.093*
58	63	0.415	•	•
58	57/58	0.061	0.408	0.762
58	59/60	-0.340	0.447	0.131
58	60/61	0.205	0.408	0.314
58	61/62	-0.090	0.387	0.641
58	62/63	-0.060	0.346	0.727
59/60	**60/61**	**0.545**	**0.408**	**0.011**
59/60	61/62	0.250	0.387	0.197
59/60	62/63	0.280	0.346	0.109
60	61	0.250	0.344	0.148
60	*62**	*0.192*	*0.423*	*0.363*
60	62	0.351	0.387	0.074
60	*63**	*-0.289*	*0.506*	*0.254*
60	63	0.556	•	•
60	57/58	0.202	0.408	0.320
60	59/60	-0.199	0.447	0.371
60	60/61	0.346	0.408	0.094
60	61/62	0.051	0.387	0.788
60	62/63	0.081	0.346	0.636
60/61	61/62	-0.295	0.341	0.089
60/61	62/63	-0.265	0.294	0.076
61	*62**	*-0.058*	*0.273*	*0.668*
61	62	0.101	0.261	0.436
61	***63****	***-0.539***	***0.389***	***0.008***
61	63	0.306	•	•
61	57/58	-0.048	0.291	0.740
61	**59/60**	**-0.449**	**0.344**	**0.012**
61	60/61	0.096	0.291	0.508
61	61/62	-0.199	0.261	0.131
61	62/63	-0.169	0.195	0.088
61/62	62/63	0.030	0.265	0.821
62*	***63****	***-0.481***	***0.423***	***0.027***
62	63	0.205	•	•
*62**	*57/58*	*0.010*	*0.369*	*0.955*
62	57/58	-0.149	0.341	0.381
*62**	*59/60*	*-0.391*	*0.423*	*0.069*
62	**59/60**	**-0.550**	**0.387**	**0.007**
*62**	*60/61*	*0.154*	*0.369*	*0.403*
62	60/61	-0.005	0.341	0.975
*62**	*61/62*	*-0.141*	*0.339*	*0.406*
62	61/62	-0.300	0.316	0.062
*62**	*62/63*	*-0.111*	*0.277*	*0.422*
62	**62/63**	**-0.270**	**0.265**	**0.046**
63*	***57/58***	***0.491***	***0.462***	***0.038***
63	57/58	-0.354	•	•
*63**	*59/60*	*0.090*	*0.506*	*0.720*
63	59/60	-0.755	•	•
63*	***60/61***	***0.635***	***0.462***	***0.009***
63	60/61	-0.210	•	•
*63**	*61/62*	*0.340*	*0.438*	*0.123*
63	61/62	-0.505	•	•
*63**	*62/63*	*0.370*	*0.392*	*0.063*
63	62/63	-0.475	•	•

B) HgAb-Norm

Avrinningsområde I	Avrinningsområde II	Medel skillnad	Kritisk** skillnad	P-värde
57/58	57	0.087	0.277	0.527
57/58	58	0.110	0.277	0.424
57/58	59/60	-0.079	0.166	0.341
57/58	60	-0.186	0.277	0.182
57/58	60/61	0.110	0.175	0.210
57/58	61	0.062	0.155	0.420
57/58	*61/62**	*-0.061*	*0.155*	*0.432*
57/58	61/62	-0.035	0.161	0.656
57/58	62	0.114	0.175	0.193
57/58	62/63	-0.042	0.152	0.575
57/58	*63**	*0.002*	*0.215*	*0.983*
57/58	63	0.208	•	•
58	57	-0.023	0.351	0.895
59/60	57	0.166	0.272	0.222
59/60	58	0.189	0.272	0.166
59/60	60	-0.107	0.272	0.430
59/60	61	0.141	0.145	0.056
59/60	**62**	**0.193**	**0.166**	**0.024**
59/60	*63**	*0.081*	*0.208*	*0.432*
59/60	63	0.287	•	•
60	57	0.273	0.351	0.123
60	58	0.296	0.351	0.095
60/61	57	-0.023	0.277	0.867
60/61	58	0.000	0.277	•
60/61	**59/60**	**-0.189**	**0.166**	**0.027**
60/61	**60**	**-0.296**	**0.277**	**0.037**
60/61	61	-0.048	0.155	0.535
60/61	62	0.004	0.175	0.961
60/61	*63**	*-0.108*	*0.215*	*0.314*
60/61	63	0.098	•	•
61	57	0.025	0.265	0.850
61	58	0.048	0.265	0.716
61	60	-0.248	0.265	0.066
*61/62**	*57*	*0.148*	*0.265*	*0.264*
61/62	57	0.123	0.269	0.359
*61/62**	*58*	*0.171*	*0.265*	*0.199*
61/62	58	0.146	0.269	0.277
*61/62**	*59/60*	*-0.018*	*0.145*	*0.800*
61/62	59/60	-0.044	0.151	0.560
*61/62**	*60*	*-0.125*	*0.265*	*0.345*
61/62	60	-0.150	0.269	0.263
61/62*	***60/61***	***0.171***	***0.155***	***0.032***
61/62	60/61	0.146	0.161	0.074
*61/62**	*61*	*0.123*	*0.133*	*0.068*
61/62	61	0.098	0.138	0.160
61/62*	***62***	***0.175***	***0.155***	***0.028***
61/62	62	0.150	0.161	0.066
*61/62**	*62/63*	*0.019*	*0.128*	*0.771*
61/62	62/63	-0.007	0.134	0.918
*61/62**	*63**	*0.063*	*0.199*	*0.524*
61/62	63	0.244	•	•
62	57	-0.027	0.277	0.843
62	58	-0.004	0.277	0.975
62	**60**	**-0.300**	**0.277**	**0.035**
62	61	-0.052	0.155	0.500
62/63	57	0.130	0.263	0.324
62/63	58	0.153	0.263	0.247
62/63	59/60	-0.037	0.141	0.601
62/63	60	-0.143	0.263	0.275
62/63	**60/61**	**0.153**	**0.152**	**0.049**
62/63	61	0.105	0.128	0.107
62/63	**62**	**0.157**	**0.152**	**0.044**
62/63	*63**	*0.045*	*0.196*	*0.647*
62/63	63	0.251	•	•
*63**	*57*	*0.085*	*0.304*	*0.573*
63	57	-0.121	•	•
*63**	*58*	*0.108*	*0.304*	*0.475*
63	58	-0.098	•	•
*63**	*60*	*-0.188*	*0.304*	*0.217*
63	60	-0.394	•	•
*63**	*61*	*0.060*	*0.199*	*0.543*
63	61	-0.146	•	•
*63**	*62*	*0.112*	*0.215*	*0.295*
63	62	-0.094	•	•

* = Inkl kalkade sjöar (kursiv stil)

** = Minsta skillnad för att uppnå signifikans (5%)

Fet stil = Signifikant skillnad (5%)

Vattenkemiska och sjömorfometriska parametrars inverkan på kvicksilverhalten

Av de undersökta parametrarna befanns vattnets innehåll av lösta joner (vattnets konduktivitet) ha det mest signifikanta sambandet med kvicksilverinnehållet i både gädda och abborre ($r = -0.763$, resp $r = -0.634$, $p < 0.0001$ i båda fallen, för okalkade sjöar, tab 11 sid 28-29, samt fig 17-19 bilaga E, resp tab 12 sid 30-31, samt fig 20-22 bilaga E). Andra viktiga parametrar var Ca, Mg och alkalinitet (påverkar bl a konduktiviteten), samt när-saltshalt (totalfosfor och totalkväve). Parametrar med något lägre sambandsgrad var vattnets pH-värde, sjöns höjd över havet samt för gädda även vattnets färgtal.

De parametrar som befanns vara mest signifikant korrelerade till kvicksilverhalten i både gädda och abborre hade samtliga ett negativt samband med kvicksilverhalten (tab 11 sid 28-29, samt fig 17-19 bilaga E, resp tab 12 sid 30-31, samt fig 20-22 bilaga E). Detta innebär generellt att ju högre värden dessa parametrar uppvisar desto lägre kvicksilverhalter har fisken. Samtliga av dessa parametrar är dessutom internkorrelerade med varandra (s k clusterparametrar), framförallt med vattnets innehåll av lösta joner. Detta beror på att sjöar med ett tillrinningsområde som består av lättvittrade jordarter (ofta kalkhaltiga) får generellt sett höga halter av lösta joner i vattnet. Bland dessa joner ingår vanligen Ca, Mg och när-salter, vilket resulterar i att dessa sjöar blir relativt högproduktiva och välbuffrade (hög alkalinitet). Denna typ av sjöar har i många andra undersökningar befunnits ha relativt låga kvicksilvehalter i fisk jämfört med lågproduktiva, humusrika och ofta sura skogssjöar med lågt innehåll av lösta joner (t ex Lathrop *et al* 1989, Håkanson *et al* 1990*a*). Så är fallet även i denna undersökning.

Det negativa sambandet mellan kvicksilverhalt och vattnets joninnehåll illustreras även av det geografiska spridningsmönstret av kvicksilver i gädda (fig 14 i ficka), med låga halter i norra delen av länet där den omgivande marken är relativt kalkrik i jämförelse med de kalkfattigare områdena i södra delen (se ovan *Geografisk spridning av kvicksilverhalter i gädda ...).*

En viss tendens till att sjöar med högt humusinnehåll har högre kvicksilverhalter i gädda (d v s är positivt korrelerade), kan även skönjas i denna undersökning m h a vattnens färgtal ($r = 0.414$ för okalkade sjöar, fig 17 bilaga E). Inget säkerställt samband kunde påvisas med den totala mängden löst organiskt kol (TOC) (tab 11 sid 28-29), som är en annan parameter som kan användas för att beskriva vattnets humusinnehåll. Detta kan bero på att TOC även innefattar andra typer av löst organiskt kol än humusämnen.

En annan parameter som var positivt korrelerad till kvicksilverhalterna i både gädda och abborre, var sjöarnas höjd över havet, vilket är ett mått på hur högt upp i vattensystemen som sjöarna befinner sig. Generellt sett har sjöar som ligger högt upp i ett vattensystem, d v s högt över havet, i högre utsträckning svårvittrade berg inom tillrinningsområdet. Detta resulterar vanligen i att dessa vatten har generellt sett lägre jonstyrka, alkalinitet m m och är ofta även relativt lågproduktiva, jämfört med sjöar som ligger nära havsnivån och som ofta omges av lättvittrade lerjordar. Detta innebär att höjden över havet i sig har ett negativt samband med bl a mängden lösta joner i vattnet och övriga "cluster-parmetrar".

För flertalet av de undersökta parametrarna befanns residualerna för regressionslinjerna vara approximativt normalfördelade, alternativt befanns transformeringar av parametrarna endast marginellt eller inte alls förbättra regressionslinjerna, varför för enkelhetens skull endast otransformerade värden redovisas.

Tabell 11. Korrelationsmatrix för HgGä-Norm samt vattenkemiska och sjömorfometriska

		Sjöarea	Maxdjup	Medeldjup	Sjövolym	H ö h	Avr omr	Oms tid	pH
Sjöarea (km2)	r	**1.000**							
	p	*0*							
	n	45							
Maxdjup (m)	r	**0.505**	**1.000**						
	p	*<0.001*	*0*						
	n	44	44						
Medeldjup (m)	r	**0.382**	**0.959**	**1.000**					
	p	*0.037*	*<0.0001*	*0*					
	n	30	30	30					
Sjövolym (m3)	r	**0.975**	**0.491**	**0.447**	**1.000**				
	p	*<0.0001*	*0.007*	*0.021*	*0*				
	n	28	28	26	28				
H ö h (m)	r	-0.043	-0.080	-0.125	-0.186	**1.000**			
	p	*0.782*	*0.610*	*0.512*	*0.347*	*0*			
	n	45	44	30	28	45			
Avr omr (km3)	r	0.277	0.229	0.101	0.185	**-0.360**	**1.000**		
	p	*0.084*	*0.162*	*0.620*	*0.380*	*0.022*	*0*		
	n	40	39	27	25	40	40		
Oms tid (år)	r	0.331	**0.557**	**0.615**	0.370	-0.012	-0.196	**1.000**	
	p	*0.099*	*0.003*	*0.001*	*0.090*	*0.953*	*0.342*	*0*	
	n	26	26	24	22	26	26	26	
pH	r	0.295	**0.392**	0.329	**0.384**	**-0.579**	0.029	**0.470**	**1.000**
	p	*0.052*	*0.009*	*0.082*	*0.048*	*<0.0001*	*0.860*	*0.017*	*0*
	n	44	43	29	27	44	39	25	44
Alk (mekv/l)	r	0.023	-0.187	-0.248	0.131	**-0.611**	0.019	-0.160	**0.551**
	p	*0.883*	*0.225*	*0.189*	*0.510*	*<0.0001*	*0.908*	*0.438*	*<0.0001*
	n	45	44	30	28	45	40	26	44
Färg (mgPt/l)	r	-0.262	**-0.348**	-0.049	-0.268	0.128	0.142	**-0.456**	**-0.729**
	p	*0.090*	*0.024*	*0.805*	*0.187*	*0.417*	*0.398*	*0.024*	*<0.0001*
	n	43	42	28	26	43	38	24	42
Kond (mS/m)	r	0.009	-0.105	-0.258	0.066	**-0.626**	0.286	-0.303	**0.521**
	p	*0.956*	*0.503*	*0.178*	*0.745*	*<0.0001*	*0.077*	*0.142*	*<0.001*
	n	44	43	29	27	44	39	25	43
Tot-P (µg/l)	r	-0.038	0.059	-0.065	-0.067	**-0.369**	**0.314**	-0.307	0.252
	p	*0.805*	*0.705*	*0.734*	*0.737*	*0.012*	*0.048*	*0.129*	*0.100*
	n	45	44	30	28	45	40	26	44
Tot-N (µg/l)	r	-0.190	**-0.298**	**-0.396**	-0.183	**-0.496**	**0.620**	**-0.502**	0.016
	p	*0.213*	*0.049*	*0.030*	*0.354*	*<0.001*	*<0.0001*	*0.008*	*0.917*
	n	45	44	30	28	45	40	26	44
Ca (mekv/l)	r	0.059	-0.091	-0.113	0.177	**-0.669**	0.310	-0.173	**0.509**
	p	*0.710*	*0.572*	*0.579*	*0.400*	*<0.0001*	*0.062*	*0.435*	*<0.001*
	n	42	41	27	25	42	37	23	41
Mg (mekv/l)	r	-0.047	-0.082	-0.302	-0.065	**-0.581**	**0.419**	-0.271	**0.457**
	p	*0.767*	*0.614*	*0.126*	*0.759*	*<0.0001*	*0.009*	*0.215*	*0.002*
	n	42	41	27	25	42	37	23	41
O2 (mg/l)	r	**0.330**	**0.549**	**0.452**	0.283	**0.338**	0.132	**0.419**	0.204
	p	*0.032*	*<0.001*	*0.017*	*0.163*	*0.028*	*0.438*	*0.046*	*0.196*
	n	42	41	27	26	42	37	23	42
O2 (%)	r	0.270	**0.529**	0.380	0.237	0.254	0.059	**0.470**	**0.354**
	p	*0.088*	*<0.001*	*0.055*	*0.257*	*0.110*	*0.733*	*0.026*	*0.023*
	n	41	40	26	25	41	36	22	41
TOC (mg/l)	r	-0.245	**-0.627**	-0.380	-0.116	-0.184	-0.125	**-0.529**	**-0.381**
	p	*0.158*	*<0.0001*	*0.074*	*0.610*	*0.294*	*0.513*	*0.019*	*0.023*
	n	35	35	23	22	35	30	19	35
HgGä-Norm (mg/kg vv)	r	-0.039	0.131	0.284	0.016	**0.555**	-0.251	0.310	**-0.448**
	p	*0.799*	*0.399*	*0.129*	*0.936*	*<0.0001*	*0.119*	*0.124*	*0.002*
	n	45	44	30	28	45	40	26	44
HgGä-Norm - okalkade	r	0.031	0.237	**0.513**	0.097	**0.392**	-0.202	**0.483**	**-0.365**
	p	*0.848*	*0.136*	*0.005*	*0.647*	*0.010*	*0.232*	*0.019*	*0.018*
	n	42	41	27	25	42	37	23	41

Fet stil = p ≤ 0.05 Förkortningar se Bilaga A

data för sjöar i Stockholms län 1991-1992

Alk	Färg	Kond	Tot-P	Tot-N	Ca	Mg	O2 (mg/l)	O2 (%)	TOC	HgGä-Norm
1.000 *0* 45										
-0.253 *0.101* 43	**1.000** *0* 43									
0.819 *<0.0001* 44	-0.280 *0.069* 43	**1.000** *0* 44								
0.541 *<0.0001* 45	-0.064 *0.683* 43	**0.649** *<0.0001* 44	**1.000** *0* 45							
0.492 *<0.001* 45	0.297 *0.053* 43	**0.607** *<0.0001* 44	**0.591** *<0.0001* 45	**1.000** *0* 45						
0.920 *<0.0001* 42	-0.159 *0.318* 42	**0.907** *<0.0001* 42	**0.552** *<0.001* 42	**0.631** *<0.0001* 42	**1.000** *0* 42					
0.634 *<0.0001* 42	-0.275 *0.077* 42	**0.876** *<0.0001* 42	**0.590** *<0.0001* 42	**0.651** *<0.0001* 42	**0.751** *<0.0001* 42	**1.000** *0* 42				
-0.530 *<0.001* 42	**-0.387** *0.013* 40	-0.275 *0.082* 41	-0.249 *0.113* 42	**-0.416** *0.006* 42	**-0.426** *0.006* 39	-0.173 *0.294* 39	**1.000** *0* 42			
-0.479 *0.001* 41	**-0.432** *0.005* 40	-0.307 *0.051* 41	-0.170 *0.290* 41	**-0.393** *0.010* 41	**-0.464** *0.003* 39	-0.194 *0.239* 39	**0.957** *<0.0001* 41	**1.000** *0* 41		
0.195 *0.265* 35	**0.675** *<0.0001* 35	0.025 *0.889* 35	-0.051 *0.772* 35	0.259 *0.134* 35	0.179 *0.306* 35	-0.168 *0.336* 35	**-0.676** *<0.0001* 34	**-0.679** *<0.0001* 34	**1.000** *0* 35	
-0.604 *<0.0001* 45	**0.349** *0.021* 43	**-0.788** *<0.0001* 44	**-0.507** *<0.001* 45	**-0.491** *<0.001* 45	**-0.678** *<0.0001* 42	**-0.742** *<0.0001* 42	0.202 *0.202* 42	0.159 *0.322* 41	0.123 *0.485* 35	**1.000** *0* 45
-0.558 *<0.0001* 42	**0.414** *0.007* 40	**-0.763** *<0.0001* 41	**-0.459** *0.002* 42	**-0.446** *0.003* 42	**-0.637** *<0.0001* 39	**-0.702** *<0.0001* 39	0.175 *0.288* 39	0.133 *0.429* 38	0.147 *0.426* 32	**1.000** *0* 42

Tabell 12. Korrelationsmatrix för HgAb-Norm samt vattenkemiska och sjömorfometriska

		Sjöarea	Maxdjup	Medeldjup	Sjövolym	H ö h	Avr omr	Oms tid	pH
Sjöarea (km2)	r	**1.000**							
	p	*0*							
	n	44							
Maxdjup (m)	r	0.239	**1.000**						
	p	*0.129*	*0*						
	n	42	42						
Medeldjup (m)	r	0.268	**0.947**	**1.000**					
	p	*0.154*	*<0.0001*	*0*					
	n	30	30	30					
Sjövolym (m3)	r	**0.708**	**0.673**	**0.657**	**1.000**				
	p	*<0.0001*	*<0.0001*	*<0.0001*	*0*				
	n	30	30	28	30				
H ö h (m)	r	-0.157	-0.112	-0.063	-0.154	**1.000**			
	p	*0.311*	*0.481*	*0.744*	*0.420*	*0*			
	n	44	42	30	30	44			
Avr omr (km3)	r	**0.337**	0.169	0.041	0.136	**-0.352**	**1.000**		
	p	*0.038*	*0.320*	*0.842*	*0.503*	*0.030*	*0*		
	n	38	37	27	27	38	38		
Oms tid (år)	r	0.109	**0.624**	**0.72**	0.375	0.043	-0.363	**1.000**	
	p	*0.585*	*<0.001*	*<0.0001*	*0.059*	*0.831*	*0.057*	*0*	
	n	28	28	25	26	28	28	28	
pH	r	0.209	**0.313**	0.291	0.342	**-0.583**	0.025	**0.44**	**1.000**
	p	*0.181*	*0.046*	*0.127*	*0.069*	*<0.0001*	*0.883*	*0.021*	*0*
	n	43	41	29	29	43	37	27	43
Alk (mekv/l)	r	0.063	-0.172	-0.186	0.024	**-0.678**	0.044	-0.132	**0.547**
	p	*0.688*	*0.277*	*0.327*	*0.903*	*<0.0001*	*0.795*	*0.508*	*<0.001*
	n	44	42	30	30	44	38	28	43
Färg (mgPt/l)	r	0.019	-0.214	-0.029	-0.06	-0.032	0.23	**-0.5**	**-0.534**
	p	*0.904*	*0.187*	*0.884*	*0.764*	*0.840*	*0.178*	*0.009*	*<0.001*
	n	42	40	28	28	42	36	26	41
Kond (mS/m)	r	0.158	-0.09	-0.191	0.065	**-0.705**	0.307	-0.234	**0.504**
	p	*0.314*	*0.577*	*0.323*	*0.740*	*<0.0001*	*0.064*	*0.242*	*<0.001*
	n	43	41	29	29	43	37	27	42
Tot-P (µg/l)	r	0.181	0.141	0.058	0.168	**-0.435**	0.297	-0.22	**0.344**
	p	*0.241*	*0.376*	*0.765*	*0.379*	*0.003*	*0.071*	*0.263*	*0.023*
	n	44	42	30	30	44	38	28	43
Tot-N (µg/l)	r	0.077	-0.222	-0.273	-0.035	**-0.565**	**0.659**	**-0.472**	0.163
	p	*0.627*	*0.165*	*0.153*	*0.860*	*<0.0001*	*<0.0001*	*0.012*	*0.306*
	n	43	41	29	29	43	37	27	42
Ca (mekv/l)	r	0.148	-0.068	-0.039	0.118	**-0.759**	**0.387**	-0.175	**0.504**
	p	*0.372*	*0.692*	*0.854*	*0.578*	*<0.0001*	*0.025*	*0.429*	*<0.001*
	n	39	37	25	25	39	33	23	39
Mg (mekv/l)	r	0.212	-0.001	-0.148	0.129	**-0.609**	**0.448**	-0.192	**0.541**
	p	*0.197*	*0.995*	*0.483*	*0.543*	*<0.0001*	*0.008*	*0.384*	*<0.001*
	n	39	37	25	25	39	33	23	39
O2 (mg/l)	r	0.157	**0.469**	**0.471**	0.297	**0.404**	0.128	0.343	0.029
	p	*0.317*	*0.002*	*0.009*	*0.118*	*0.007*	*0.453*	*0.080*	*0.857*
	n	43	41	29	29	43	37	27	42
O2 (%)	r	0.087	**0.457**	**0.44**	0.274	**0.332**	0.054	**0.391**	0.191
	p	*0.586*	*0.003*	*0.018*	*0.160*	*0.031*	*0.755*	*0.047*	*0.233*
	n	42	40	28	28	42	36	26	41
TOC (mg/l)	r	-0.005	**-0.563**	-0.329	-0.247	-0.271	-0.045	**-0.6**	-0.27
	p	*0.976*	*<0.001*	*0.127*	*0.247*	*0.110*	*0.813*	*0.003*	*0.112*
	n	36	35	23	24	36	30	21	36
HgAb-Norm (mg/kg vv)	r	-0.243	0.094	0.224	-0.13	**0.334**	-0.272	0.156	**-0.324**
	p	*0.112*	*0.555*	*0.237*	*0.497*	*0.026*	*0.099*	*0.431*	*0.034*
	n	44	42	30	30	44	38	28	43
HgAb-Norm - okalkade	r	-0.224	0.111	0.352	-0.086	**0.374**	-0.258	0.19	-0.288
	p	*0.160*	*0.502*	*0.072*	*0.672*	*0.015*	*0.136*	*0.366*	*0.072*
	n	41	39	27	27	41	35	25	40

Fet stil = p ≤ 0.05 Förkortningar se Bilaga A

data för sjöar i Stockholms län 1991-1992

Alk	Färg	Kond	Tot-P	Tot-N	Ca	Mg	O2 (mg/l)	O2 (%)	TOC	HgAb-Norm
1.000 *0* 44										
-0.095 *0.551* 42	**1.000** *0* 42									
0.84 *<0.0001* 43	-0.145 *0.360* 42	**1.000** *0* 43								
0.564 *<0.0001* 44	-0.065 *0.682* 42	**0.567** *<0.0001* 43	**1.000** *0* 44							
0.581 *<0.0001* 43	**0.421** *0.006* 41	**0.635** *<0.0001* 42	**0.524** *<0.001* 43	**1.000** *0* 43						
0.937 *<0.0001* 39	-0.003 *0.984* 39	**0.897** *<0.0001* 39	**0.445** *0.004* 39	**0.685** *<0.0001* 39	**1.000** *0* 39					
0.676 *<0.0001* 39	-0.255 *0.117* 39	**0.907** *<0.0001* 39	**0.571** *<0.0001* 39	**0.592** *<0.0001* 39	**0.752** *<0.0001* 39	**1.000** *0* 39				
-0.625 *<0.0001* 43	-0.286 *0.069* 41	**-0.469** *0.002* 42	**-0.238** *0.125* 43	**-0.454** *0.002* 42	**-0.605** *<0.0001* 38	**-0.333** *0.041* 38	**1.000** *0* 43			
-0.606 *<0.0001* 42	**-0.335** *0.032* 41	**-0.49** *<0.001* 42	-0.171 *0.281* 42	**-0.445** *0.003* 41	**-0.634** *<0.0001* 38	**-0.349** *0.031* 38	**0.968** *<0.0001* 42	**1.000** *0* 42		
0.293 *0.083* 36	**0.69** *<0.0001* 36	0.118 *0.496* 36	-0.084 *0.629* 36	0.326 *0.052* 36	0.308 *0.068* 36	-0.103 *0.553* 36	**-0.61** *<0.0001* 35	**-0.615** *<0.0001* 35	**1.000** *0* 36	
-0.583 *<0.0001* 44	0.225 *0.153* 42	**-0.618** *<0.0001* 43	**-0.46** *0.001* 44	**-0.461** *0.002* 43	**-0.608** *<0.0001* 39	**-0.563** *<0.001* 39	0.196 *0.209* 43	0.228 *0.148* 42	0.112 *0.520* 36	**1.000** *0* 44
-0.583 *<0.0001* 41	0.251 *0.124* 39	**-0.634** *<0.0001* 40	**-0.454** *0.003* 41	**-0.455** *0.003* 40	**-0.611** *<0.0001* 36	**-0.568** *<0.001* 36	0.243 *0.132* 40	0.279 *0.085* 39	0.162 *0.370* 33	**1.000** *0* 41

Enkla modelleringar m h a stegvis regression för 9 st utvalda parametrars (de som befanns ha störst förklaringsgrad, d v s de parametrar som bäst förklarade variationen av kvicksilverhalten i gädda och abborre i de enkla regressionsanalyserna ovan och som dessutom fanns representerade för flertalet sjöar) inverkan på kvicksilverhalten i gädda och abborre, visade att konduktiviteten hade i särklass störst förklaringsgrad för de uppkomna halterna ($r^2 = 0.57$ för gädda, tab 13 & fig 23 bilaga F, respektive $r^2 = 0.391$ för abborre, tab 14 & fig 24 bilaga F). De övriga undersökta parametrarnas inverkan på kvicksilverhalten överskuggades av konduktivitetens inverkan (tab 13 & 14 bilaga F), vilket stärker förklaringen att de flesta parametrarna är s k cluster-parametrar som är internkorrelerade.

SLUTSATSER

Kvicksilverhalterna i gädda och abborre från sjöar i Stockholms län, förefaller enligt denna undersökning att styras av ett antal specifika vattenkemiska faktorer som väl överensstämmer med erhållna resultat i andra undersökningar över omsättningen av kvicksilver i sjöekosystem. Det vill säga att de högsta "naturliga" halterna av kvicksilver i fisk återfinns i lågproduktiva sjöar med lågt innehåll av lösta joner, ofta även med lågt pH, medan man i högproduktiva vatten med högt innehåll av lösta joner ofta finner relativt sett lägre halter. Detta beror framförallt på att i lågproduktiva vatten är tillgången på "biologiskt aktivt" organiskt material (d v s ej humus) begränsad och följaktligen blir koncentrationen av kvicksilver hög, medan man i högproduktiva vatten får s k biologisk utspädning (t ex Lathrop *et al* 1989, Håkanson *et al* 1990*a*).

Denna sjötyp med högt joninnehåll återfinns vanligen i områden med lättvittrade jordarter eller berggrund. I Stockholms län finns områden med denna karaktär framförallt i länets norra del, vilket även återspeglas i lägre kvicksilverhalter i gädda i denna del av länet jämfört med dess södra del.

Några generella slutsatser angående eventuella tidstrender av kvicksilverhalter i gädda kan tyvärr ej dras från denna undersökning p g a det begränsade materialet. Men i och med denna undersökning, tillsammans med tidigare utförda studier, finns det dock en god grund för framtida jämförelser avseende eventuella haltförändringar med tiden.

REFERENSER

Axelsson S. 1989. Kvicksilver i Stockholms län. Länstyrelsen i Stockholms län. 49 s.

Goyer R. A. 1986. Toxic effects of metals. I: Casarett and Doull´s Toxicology - The basic science of poisons. Claassen C.D., Amdur M.O. & Doull J.D. (editorer). Macmillan Publishing Company, New York.

Grimås U. & Suárez J.M. 1989. Metaller efter östersjökusten – Vatten, organismer, sediment. *SNV Rapport* **3580**. 94 s.

Håkanson L., Nilsson Å. & Andersson T. 1988. Mercury in fish in Swedish lakes. *Environ. Pollut.* **49**. s 145-162.

Håkanson L., Nilsson Å. & Andersson T. 1990*a*. Mercury in fish in Swedish lakes - linkages to domestic and European sources of emission. *Water, Air and Soil Pollution.* **50**. s 171-191.

Håkanson L., Andersson P., Andersson T., Bengtsson Å., Grahn P., Johansson J.-Å., Jönsson C.-P., Kvarnäs H., Lindgren G. & Nilsson Å. 1990*b*. Åtgärder mot höga kvicksilverhalter i insjöfisk. *SNV Rapport* **3818**. 189 s.

Jensen S. & Jernelöv A. 1969. Biological methylation of mercury in aquatic organisms. *Nature* **223**. s 753-754.

Johnels A.G., Westermark T., Berg W., Persson P.I., & Sjöstrand B. 1967. Pike (Esox lucius L.) and some other aquatic organisms in Sweden as indicators of mercury contamination in the environment. *Oikos* **18(2)**, s 323-333.

Kjellström T., Kennedy P., Wallis S. & Mantell C. 1986. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. Stage 1: Preliminary tests at age 4. *SNV report* **3080**. 96 s.

Kjellström T., Kennedy P., Wallis S., Stewart A., Friberg L., Lind B., Wutherspoon T. & Mantell C. 1989. Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. Stage 2: Interviews and psychological tests at age 6. *SNV report* **3642**. 112 s.

Lathrop R.C., Noonan K.C., Guenther P.M., Brasino.T.L. & Rasmussen P.W. 1989. Mercury levels in walleyes from Wisconsin lakes of different water and sediment chemistry characteristics. *Wisconsin Dept. Nat. Res. Madison, WI. Techn. Bull.* **163**. 41 s.

Lindqvist O., Jernelöv A., Johansson K. & Rodhe H. 1984. Mercury in the Swedish environment. Global and local sources. *SNV PM* **1816**.

Lindqvist O., Johansson K. & Timm B. 1986. Mercury. Occurrence and turnover of mercury in the environment. *SNV rapport* **3265.**

Lindqvist O., Johansson K., Aastrup M., Andersson A., Bringmark L., Hovsenius G., Håkanson L., Iverfeldt Å., Meili M. & Timm B. 1991. Mercury in the Swedish environment - Recent research on causes, consequences and corrective methods. *Water, Air and Soil Pollution.* **55**.

Lockhart W.L., Uthe J.F., Keeney A.R. & Mehrle P.M. 1972. Methylmercury in northern pike (*Esox lucius* L.): Distribution, elimination and some biochemical characteristics of contaminated fish. *J. Fish. Res. Board Can.* **29**. s 1519-1523.

Nilsson Å., Andersson T., Håkanson L. & Andersson A. 1989. Kvicksilver i insjöfisk - kopplingar till selen och kvicksilver i mår och historiska utsläpp. *SNV Rapport* **3593**. 117 s.

Nilsson T. & Olsson M. 1992. Markförsurning och skogsskador i Stockholms län – En sammanställning och utvärdering av olika undersökningar. Stencil Inst för skoglig marklära, Sveriges lantbruksuniversitet.

Olsson M. & Jensen S. 1975. Pike as test organism for mercury, DDT and PCB pollution – A study of the contamination in the Stockholm Archipelago. *Rep Inst Fresh Res Drottningholm.* **54**. s 83-106.

Sironen A. & Väre P. 1993. En sammanställning av befintliga data rörande kvicksilver i fisk i Stockholms län. *Stencil Länsstyrelsen i Stockholms län 1993.* 32 s.

SLV 1991. Statens Livsmedelsverks kungörelse med allmänna råd om konsumtion av fisk. *SLV FS* **1991:25** (inkl bilaga A).

SNV 1990. Naturvårdsverket informerar: Luft -90 – Aktionsprogram mot luftföroreningar och försurning. Statens Naturvårdsverk, Solna. 261 s.

SNV 1991. Kvicksilver i Sverige - Problem och åtgärder. Statens Naturvårdsverk, Solna. 36 s.

Tirén T. 1992. Försurning av sjöar och vattendrag – Underlag för regional miljöanalys. Stencil Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Stockholms län 1992-09-25. 17 s.

Uhrberg R., Borg H. & Håkanson L. 1989. Kvalitetskontroll av analyser inom projektet Kalkning-Kvicksilver-Cesium. *SNV Rapport* **3572**. 64 s.

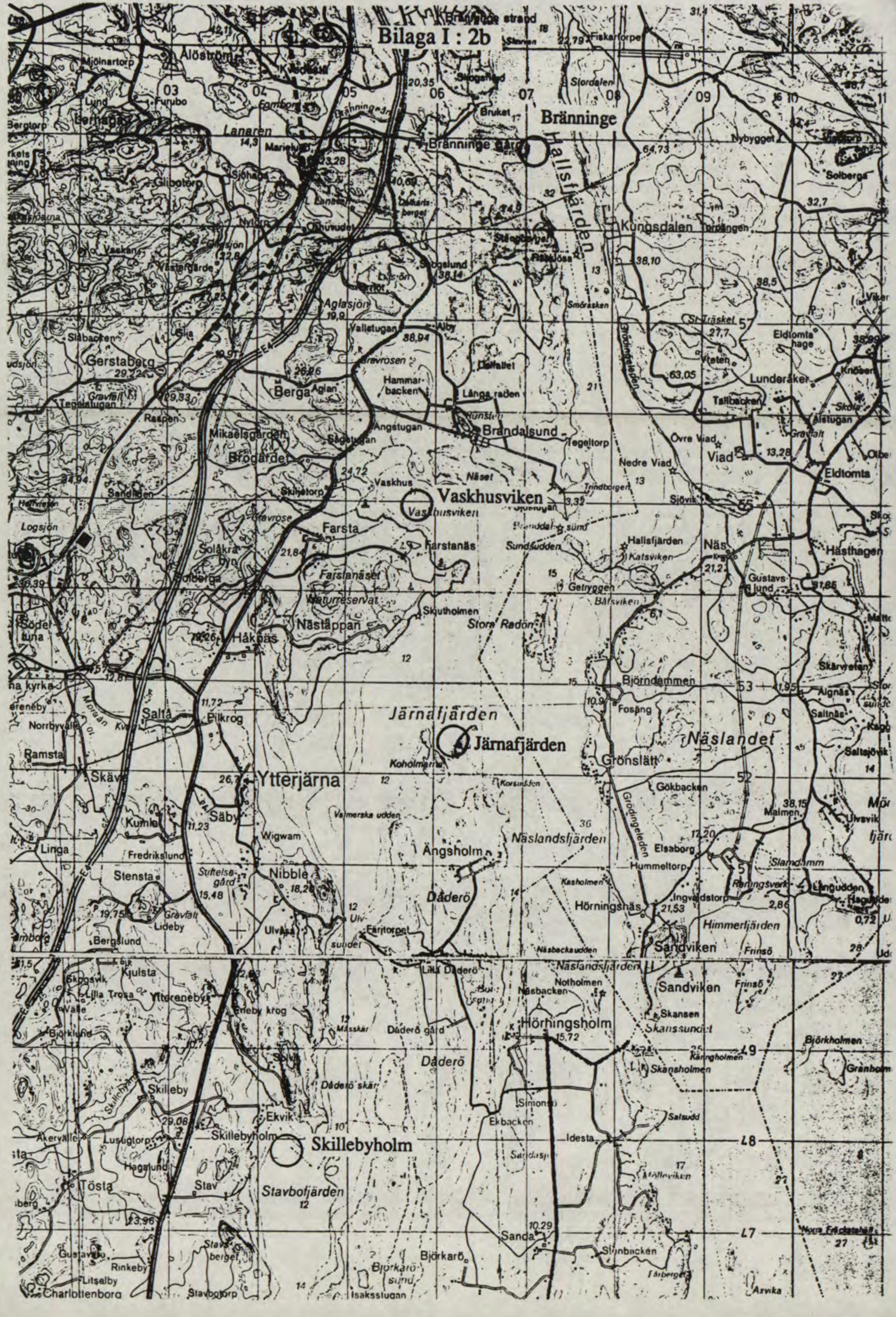
Westöö G. & Norén K. 1967. Kvicksilver och metylkvicksilver i fisk. *Vår Föda* **10.**

Bilagor

Bilaga J

Karta över Stockholms län med sjöar, vattendrag och SMHIs avrinningsområden markerade.

Bilaga I : 2b


Bränninge
Vaskhusviken
Järnafjärden
Skillebyholm
Ytterjärna
Hallsfjärden
Kungsdalen
Näslandet
Näslandsfjärden
Himmerfjärden
Sandviken
Hörningsholm
Stavbofjärden
Dáderö
Ängsholm
Nibble
Säby
Saltå
Farsta
Farstanäs
Nästäppan
Håknäs
Berga
Gerstaberg
Brandalsund
Eldtomta
Viad
Björndammen
Grönslätt
Ekbacken
Idesta
Sanda
Björkarö
Tösta
Skilleby
Ekvik
Stav
Charlottenborg
Stensta
Linga
Ramsta
Skäve
Kumla
Wigwam
Ulvåsa
Lideby
Bergslund
Pilkrog
Aglasjön
Lanaren
Alby
Vallstugan
Hammarbacken
Långa raden
Tegeltorp
Nedre Viad
Övre Viad
Hallsfjärden
Katsviken
Näs
Gustavslund
Hästhagen
Lunderåker
Tallbacken
Fosäng
Gökbacken
Malmen
Elsaborg
Hummeltorp
Ingvaldstorp
Hörningshäs
Kasholmen
Notholmen
Näsbacken
Skansen
Skanssundet
Skansholmen
Simonstorp
Sandviken
Frinsö
Björkholmen
Stora Radön
Skjutholmen
Getryggen
Sjövik
Sundsudden
Koholmarna
Valmerska udden
Daderö gård
Lilla Daderö
Eriksberg
Kjulsta
Ytterenebys
Ytterenebybro
Lilla Trosa
Skogsvik
Björklund
Akervalle
Lustigtorp
Hagalund
Gustavsro
Rinkeby
Litsalby
Stavbotorp
Stavsberget
Isaksstugan
Stenbacken
Solberga
Solåkra by
Sandliden
Mikaelsgården
Brogården
Raspen
Tegelstugan
Logsjön
Söder tuna
Skiljetorp
Angstugan
Sågstugan
Brevrosen
Vaskhus
Naturreservat
Farstanäset
Nybygget
Solberga
Fiskartorpet
Stordalen
Bruket
Bränninge gård
Lanaren
Mariehill
Glibotorp
Sjöhagen
Nyhuvudet
Vasken
Västergärde
Bergtorp
Berghagen
Lund
Furubo
Alöström
Mjölnartorp
Smörasken
Grödingeleden
Tallbacken
Knösen
Alstugan
Gravfält
Sandviken
Hagudden
Långudden
Slamdamm
Reningsverk
Uvsvik
Saltsjövik
Saltnäs
Aignäs
Skärvreten
Norrbyvalle
Kvarn
Fredrikslund
Stiftelsegård
Korsudden
Kvarn
Nästorp

Bilaga I : 2a

Kompletterande Hg-analyser
(ej ingående i rapportens provtagningsprogram)

GÄDDA	Längd	Vikt	Hg	variation
	cm	gram	µg/kg vs	. +-
Skillebyholm 1	51,0	1 225	319	8
Skillebyholm 2	41,5	840	227	4
Skillebyholm 3	49,5	1 175	303	10
Skillebyholm 4	49,0	1 190	240	12
Skillebyholm 5	46,5	950	188	8
Järnafjärden 1	47,0	970	358	12
Järnafjärden 2	46,0	865	333	6
Järnafjärden 3	40,5	695	187	15
Järnafjärden 4	46,5	920	173	14
Järnafjärden 5	41,5	765	209	19
Vaskhusviken 1	53,0	1 380	364	29
Vaskhusviken 2	60,0	2 075	450	34
Vaskhusviken 3	53,0	1 450	273	11
Vaskhusviken 4	52,0	1 345	306	18
Vaskhusviken 5	56,0	1 665	290	16
Bränninge 1	42,0	615	397	28
Bränninge 2	53,0	1 350	461	29
Bränninge 3	34,0	1 335	612	38
Bränninge 4	63,0	2 410	309	29
Bränninge 5	54,0	1 690	592	33
ABBORRE	**Längd**	**Vikt**	**Hg**	**variation**
	cm	gram	µg/kg vs	. +-
Vaskhusviken 6	29,0	445	530	28
Vaskhusviken 7	30,0	455	454	26
Vaskhusviken 8	28,0	415	513	18
Bränninge 6	27,0	400	275	19
Bränninge 7	24,0	215	788	35
Analyserna utförda av Svensk GrundämnesAnalys AB, Luleå.				

Bilaga I : 1

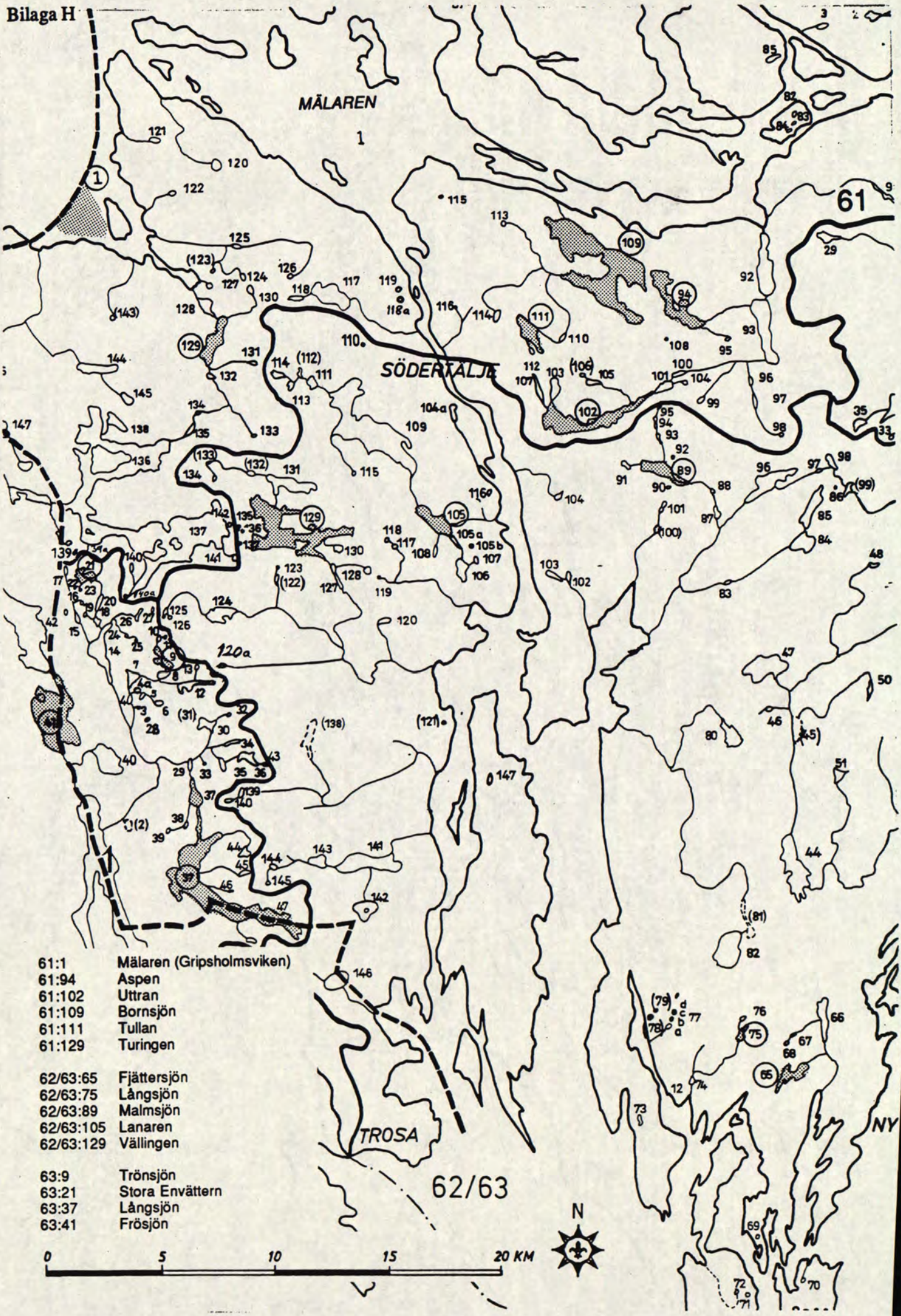
Kompletterande Hg-analyser
(ej ingående i rapportens provtagningsprogram).

KVICKSILVERANALYS PÅ FISK

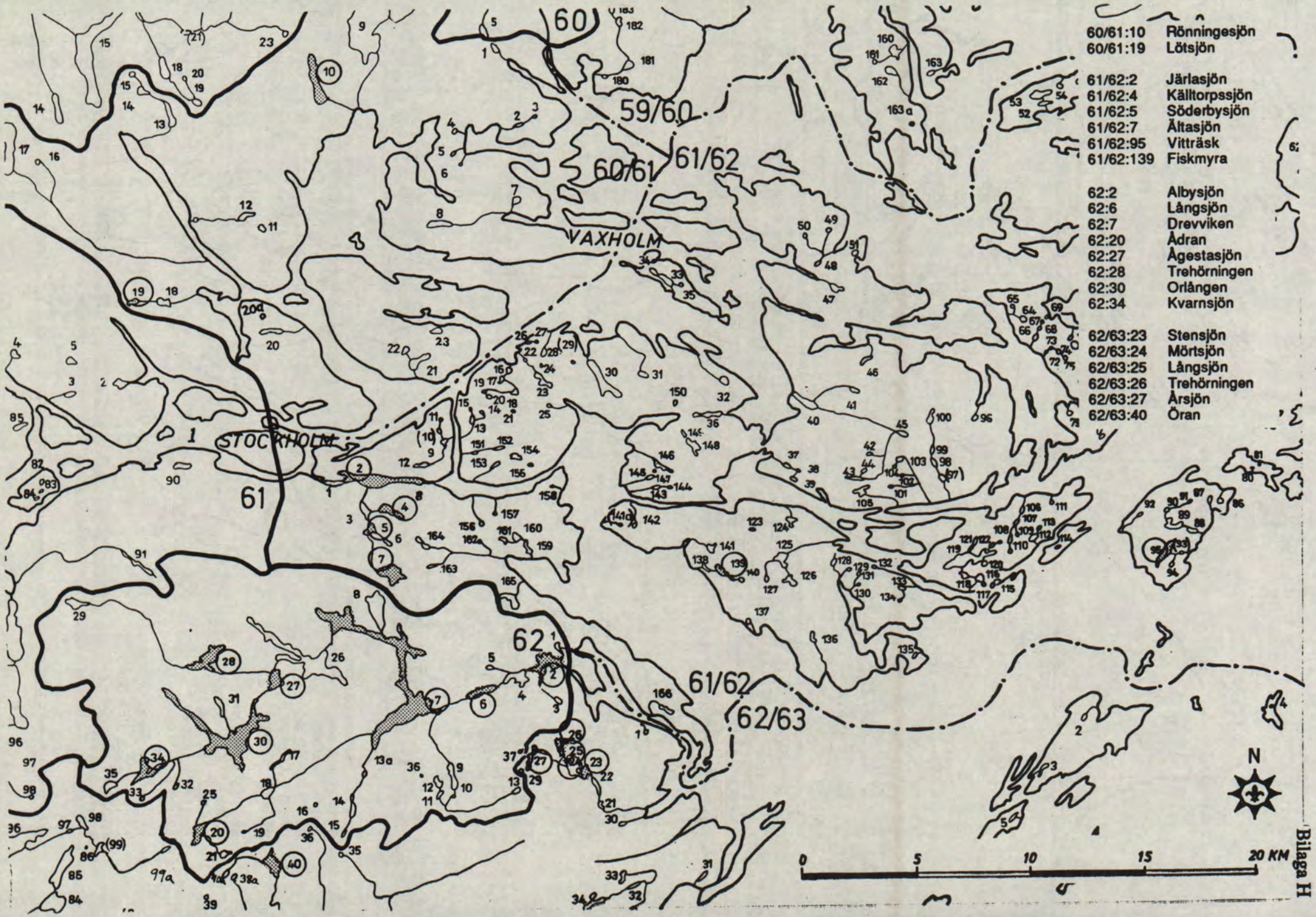
Sjö	Sjönr.	Provtagn-datum	Prov (nr)	Prov-tagare	Art	Hg (mg/kg VS)	Vikt (g)	Längd (cm)	Kön
Långsjön	61:91	1992	1	MK	Gädda	0,043	800	49	----------
Långsjön	61:91	1992	2	MK	Gädda	0,041	1000	50	----------
Långsjön	61:91	1992	3	MK	Gädda	0,114	1800	64	----------
Långsjön	61:91	1992	4	MK	Gädda	0,076	1820	64	----------
Långsjön	61:91	1992	5	MK	Gädda	0,109	1400	60	----------

Sjö	Sjönr.	Provtagn-datum	Prov (nr)	Prov-tagare	Art	Hg (mg/kg VS)	Vikt (g)	Längd (cm)	Kön
Kvarnsjön	62:34	930420	1	MK	Gädda	0,599	1000	----------	
Kvarnsjön	62:34	930419	2	MK	Gädda	1,057	1325	58	Hona
Kvarnsjön	62:34	930420	3	MK	Gädda	1,083	1100	56	Hona
Kvarnsjön	62:34	1992	4	MK	Gädda	0,871	1000	55	Hane
Kvarnsjön	62:34	1992	5	MK	Gädda	0,978	920	55	Hane
Kvarnsjön	62:34	1992	6	MK	Gädda	0,9	2750	73	Hona
Kvarnsjön	62:34	1992	7	MK	Gädda	0,836	3200	77,5	Hona

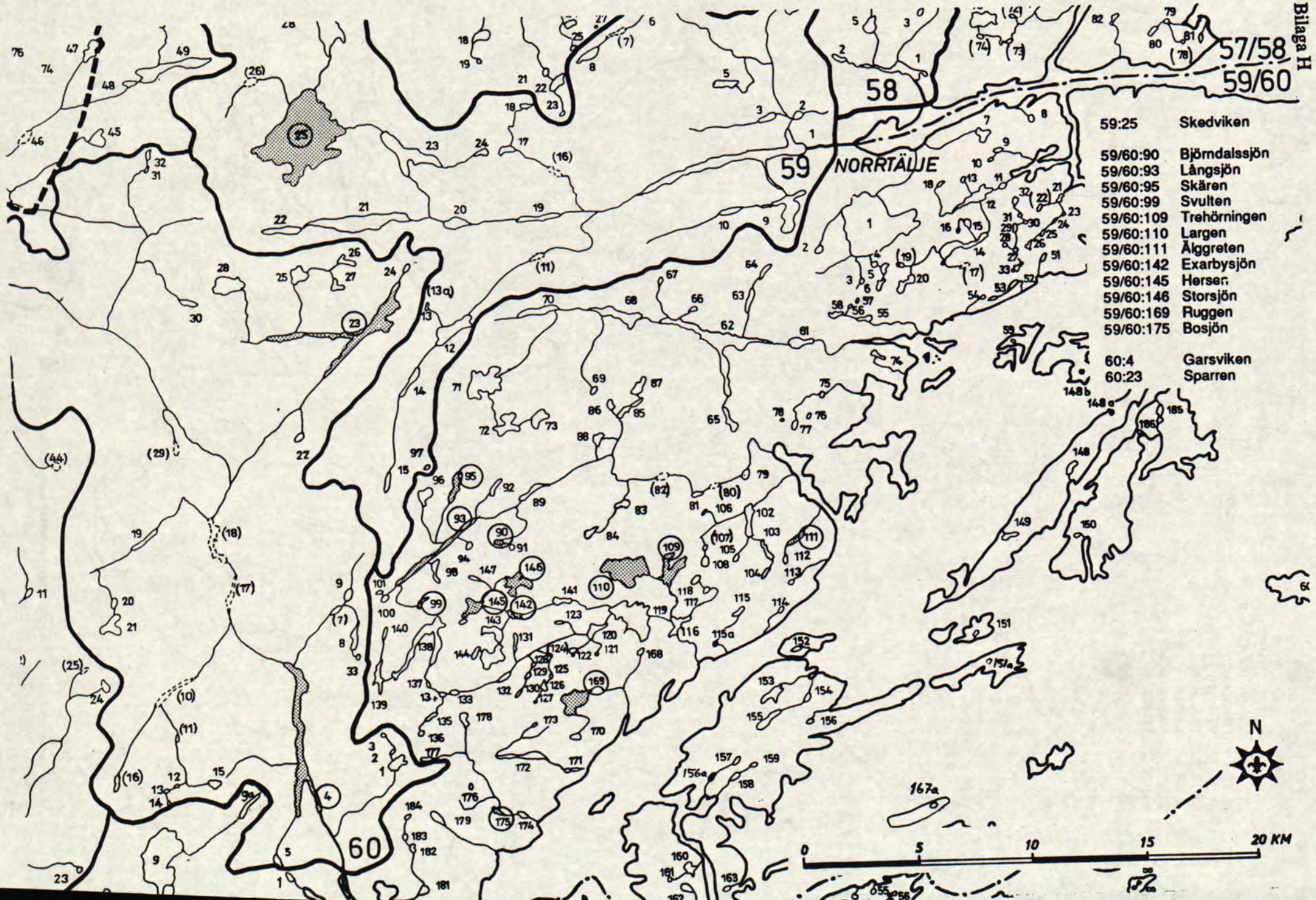
Bilaga H



61:1	Mälaren (Gripsholmsviken)
61:94	Aspen
61:102	Uttran
61:109	Bornsjön
61:111	Tullan
61:129	Turingen
62/63:65	Fjättersjön
62/63:75	Långsjön
62/63:89	Malmsjön
62/63:105	Lanaren
62/63:129	Vällingen
63:9	Trönsjön
63:21	Stora Envättern
63:37	Långsjön
63:41	Fröjön


60/61:10 Rönningesjön
60/61:19 Lötsjön
61/62:2 Järlasjön
61/62:4 Källtorpssjön
61/62:5 Söderbysjön
61/62:7 Ältasjön
61/62:95 Vitträsk
61/62:139 Fiskmyra
62:2 Albysjön
62:6 Långsjön
62:7 Drevviken
62:20 Ådran
62:27 Ågestasjön
62:28 Trehörningen
62:30 Orlången
62:34 Kvarnsjön
62/63:23 Stensjön
62/63:24 Mörtsjön
62/63:25 Långsjön
62/63:26 Trehörningen
62/63:27 Årsjön
62/63:40 Öran
60
59/60
60/61
61/62
VAXHOLM
STOCKHOLM
61
62
61/62
62/63
N
0 5 10 15 20 KM

Bilaga H


57/58
59/60
58
59
NORRTÄLJE
60
59:25 Skedviken
59/60:90 Björndalssjön
59/60:93 Långsjön
59/60:95 Skären
59/60:99 Svulten
59/60:109 Trehörningen
59/60:110 Largen
59/60:111 Älggreten
59/60:142 Exarbysjön
59/60:145 Hersen
59/60:146 Storsjön
59/60:169 Ruggen
59/60:175 Bosjön
60:4 Garsviken
60:23 Sparren
N
0 5 10 15 20 KM

61:1 Mälaren (Brofjärden)
61:7 Oxundasjön
61:8 Fysingen
61:15 Norrviken
61:19 Mörtsjön
61:22 Vallentunasjön
61:150 Lillsjön
SIGTUNA
MÄLAREN
STOCKHOLM
N
0 5 10 15 20 KM

Bilaga 1

Statens Livsmedelsverk
1990-12-21

Kommun Vatten Koord	År	Ant prov	Ant inom int	Medel-värde	Std-avv	Min	Max
UPPLANDS-BRO MÄLAREN M	*1976	4	4	0.396	0.161	0.245	0.620
VÄRMDÖ FISKMYRA 10ISO6574316488	*1983	3	3	0.523		0.420	0.710
VÄRMDÖ VITTRÄSK 10JNV6575616688	*1973	3	3	0.273		0.170	0.410

År som markeras med * betecknar att minst 1 % av analysresultaten ligger inom intervallet.

Medelvärde och standardavvikelse är beräknad på samtliga utförda analyser.

Medelvärdestyp: summa mätvärden dividerat med antalet utförda analyser.

Standardavvikelsen beräknas endast om antalet utförda analyser är större än tre.

Under namnet på vattnet anges koordinaterna för vattnets utlopp.

Bilaga 1

Statens Livsmedelsverk
1990-12-21

Kommun Vatten Koord	År	Ant prov	Ant inom int	Medel-värde	Std-avv	Min	Max
SÖDERTÄLJE							
STORA ENVÄTTERN							
10HSO6555815886							
	*1983	4	4	0.939	0.340	0.580	1.400
SÖDERTÄLJE							
TURINGEN							
10HSO6568715925							
	*1976	5	5	1.689	0.218	1.450	1.970
	*1978	5	5	1.944	0.135	1.850	2.180
	*1980	6	6	2.270	0.688	1.410	3.200
	*1986	18	18	1.879	0.449	1.210	2.840
TYRESÖ							
DREVVIKEN							
10ISO6567916370							
	*1988	3	3	0.381		0.215	0.667
TÄBY							
MÖRTSJÖN							
10INO6594516252							
	*1988	3	3	0.440		0.320	0.670
TÄBY							
RÖNNINGESJÖN							
10INO6594716310							
	*1985	3	3	0.152		0.100	0.195
TÄBY							
VALLENTUNASJÖN							
10INO6597716254							
	*1985	2	2	0.245		0.080	0.410
UPPLAND-BRO							
LILLSJÖN							
11ISV6601716126							
	*1985	5	5	0.429	0.103	0.305	0.590

År som markeras med * betecknar att minst 1 % av analysresultaten ligger inom intervallet.

Medelvärde och standardavvikelse är beräknad på samtliga utförda analyser.

Medelvärdestyp: summa mätvärden dividerat med antalet utförda analyser.

Standardavvikelsen beräknas endast om antalet utförda analyser är större än tre.

Under namnet på vattnet anges koordinaterna för vattnets utlopp.

Bilaga 1

Statens Livsmedelsverk
1990-12-21

Kommun Vatten Koord	År	Ant prov	Ant inom int	Medel-värde	Std-avv	Min	Max
NYNÄSHAMN FJÄTTERSJÖN 09INV6536016211							
	*1988	5	5	0.502	0.082	0.370	0.580
NYNÄSHAMN LÅNGSJÖN 09INV6536516181							
	*1988	5	5	0.492	0.124	0.380	0.700
SOLNA EDSVIKEN 10INO6587 1626							
	*1976	5	5	0.819	0.234	0.610	1.205
SOLNA RÅSTASJÖN 10INV6585416243							
	*1986	5	5	0.178	0.093	0.100	0.310
STOCKHOLM ÄLTASJÖN 10ISO6573916340							
	*1978	8	8	0.224	0.073	0.150	0.340
SUNDBYBERG LÖTSJÖN 10INV6585416231							
	*1986	3	3	0.363		0.270	0.460
SÖDERTÄLJE LANAREN 10ISV6558816044							
	*1971	2	2	0.235		0.230	0.240
	*1972	3	3	0.267		0.210	0.300
	*1973	6	6	0.252	0.058	0.180	0.330

År som markeras med * betecknar att minst 1 % av analysresultaten ligger inom intervallet.

Medelvärde och standardavvikelse är beräknad på samtliga utförda analyser.

Medelvärdestyp: summa mätvärden dividerat med antalet utförda analyser.

Standardavvikelsen beräknas endast om antalet utförda analyser är större än tre.

Under namnet på vattnet anges koordinaterna för vattnets utlopp.

Bilaga 1

Statens Livsmedelsverk
1990-12-21

Kommun Vatten Koord	År	Ant prov	Ant inom int	Medel-värde	Std-avv	Min	Max
HUDDINGE							
ÅDRAN							
10ISO6562516268							
	*1985	5	5	1.460	1.321	0.810	3.820
	*1988	5	5	1.192	0.634	0.610	2.050
NACKA							
JÄRLASJÖN							
10INO6577916330							
	*1979	2	2	0.285		0.260	0.310
	*1980	3	3	0.337		0.180	0.510
NACKA							
KÄLLTORPSSJÖN							
10INO6576816339							
	*1978	4	4	0.287	0.059	0.200	0.330
NACKA							
SÖDERBYSJÖN							
10INO6576316335							
	*1978	7	7	0.291	0.041	0.250	0.370
NORRTÄLJE							
SKEDVIKEN							
11INO6630716411							
	*1988	5	5	0.115	0.054	0.060	0.200
NORRTÄLJE							
SPARREN							
11ISO6619516400							
	*1976	4	4	0.582	0.125	0.460	0.730
NORRTÄLJE							
ÄLGGRETEN							
11JSV6612916611							
	*1976	1	1	1.330		1.330	1.330
	*1979	5	5	1.401	0.249	1.140	1.780
	*1982	5	5	1.393	0.438	0.945	2.020

År som markeras med * betecknar att minst 1 % av analysresultaten ligger inom intervallet.

Medelvärde och standardavvikelse är beräknad på samtliga utförda analyser.

Medelvärdestyp: summa mätvärden dividerat med antalet utförda analyser.

Standardavvikelsen beräknas endast om antalet utförda analyser är större än tre.

Under namnet på vattnet anges koordinaterna för vattnets utlopp.

Statens Livsmedelsverk
1990-12-21

Stockholms län

Vatten, som under minst ett år i perioden 1960-1990 har minst 1 % av analysresultaten inom intervallet 0.000-30.000 mg Hg/kg.

Kemiskt ämne: Hg (mg Hg/kg)
Analysmetod: Analyserad art: gädda
Labkod: Analyserad del: muskel

Kommun Vatten Koord	År	Ant prov	Ant inom int	Medel-värde	Std-avv	Min	Max
BOTKYRKA MALMSJÖN 10ISV6561116151	*1980	5	5	0.182	0.062	0.130	0.280
HANINGE ÖRAN 10ISO6560016297	*1983	4	4	1.482	0.148	1.280	1.630
HUDDINGE KVARNSJÖN 10ISO6565216250	*1985	5	5	0.804	0.226	0.630	1.150
HUDDINGE ORLÅNGEN 10ISO6568316288	*1985	5	5	0.366	0.216	0.170	0.700
HUDDINGE TREHÖRNINGEN 10ISO6569316268	*1982	5	5	0.158	0.028	0.130	0.200
	*1987	2	2	0.460		0.270	0.650

År som markeras med * betecknar att minst 1 % av analysresultaten ligger inom intervallet.

Medelvärde och standardavvikelse är beräknad på samtliga utförda analyser.

Medelvärdestyp: summa mätvärden dividerat med antalet utförda analyser.

Standardavvikelsen beräknas endast om antalet utförda analyser är större än tre.

Under namnet på vattnet anges koordinaterna för vattnets utlopp.

SJÖNR	NAMN	HÖH	Sjö-yta (km^2)	Area km^2 Tillr omr (avr.omr)	Medel-djup (m)	Omsättn. tid	GÄDDA Datum provfiske	Vikt (g)	Gädda Hgmg/kg	Norm.värde Hg 1 "1-kg gädda"	Svart-listad	Datum kalkning	VATTENKVALITETSPARAMETRAR Datum	Prov-tagn.-djup(m)	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Kond (mS/m)	Tot-P (ug/l)	Tot-N (ug/l)	Ca (mekv/l)	Mg (mekv/l)
62/63:105	LANAREN	13,9	0,87	(52,65)	-	-	730915	900	0,29 n=9	0,33			850212	2,5	7,2	1,00	15	26,8	26	1400	1,55	0,50
62/63:129	VÄLLINGEN	33,5	3,86	(27,52)	5,8	-	710131	950	0,48 n=4	0,51			850212	2,5	7,2	0,65	10	16,9	19	530	1,15	0,35
63:9	TRÖNSJÖN	55,5	0,356	3,77	5,5	3,6 år	900509	980	1,57	1,35		-85	850211	2,5	6,2	0,05	45	4,6	7	420	0,21	0,15
							"	1050	1,105													
							"	1230	1,895													
							"	670	0,815													
63:21	STORA ENVÄTTERN	62	0,376	(1,5)	5,0	4,06 år	830504	2430	1,40	1,04		Ref.sjö	850211	2,0	6,67	0,056	27,4	5,03	6	357	0,227	0,094
							"	1520	0,87													
							"	950	0,92													
							"	670	0,88													
63:37	LÅNGSJÖN	20,8	8,52	44,8	10,7	7,66 år	680415	930	0,62 n=3	0,68			850212	2,5	7,5	0,88	10	16,2	21	590	0,90	0,49
63:41	FRÖSJÖN	9,3	4,1	-	3,3	2 mån	681020	940	0,28 n=5	0,32			900327	1,5	7,2	0,55	-	16,0	38	746	0,63	0,43

1) halten beräknad med regressionsanalys
2) " " " " för 500 g

Bilaga H

SJÖNR	NAMN	HÖH	Sjö-yta (km^2)	Area km^2 Tillr omr (avr.omr)	Medel-djup (m)	Omsättn. tid	GÄDDA Datum provfiske	Vikt (g)	Gädda Hgmg/kg	Norm.värde Hg 1 "1-kg gädda"	Svart-listad	Datum kalkning	VATTENKVALITETSPARAMETRAR Datum	Prov-tagn.-djup(m)	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Kond (mS/m)	Tot-P (ug/l)	Tot-N (ug/l)	Ca (mekv/l)	Mg (mekv/l)
62:34	KVARNSJÖN	42,7	0,60	6,3	3	1,5 år	851016	1600	1,15	0,66			850213	2,5	6,6	0,14	70	7,9	15	620	0,50	0,16
							851017	1270	0,63													
							851022	1090	0,66													
							851023	1020	0,63													
							"	1080	0,92													
62/63:23	STENSJÖN	3,51	0,360	-	8,4	-					S	-78 -81	850219	2,5	6,5	0,16	50	5,3	<5	170	0,33	0,08
62/63:24	MÖRTSJÖN	40	0,03	-	2,6	-	77-78			1,28 n=13[1] (ej kalkad)		-78 -82 -81 -86	850219	2,5	6,2	0,14	70	5,5	6	730	0,31	0,08
							81			1,01 n=11[2] (kalkad)												
62/63:25	LÅNGSJÖN	41,0	0,1	-	4,1	-	77			2,46 n=3[1] (ej kalkad)		-78 -82 -81 -86	850219	2,5	6,3	0,07	80	4,6	<5	610	0,28	0,07
							81			1,18 n=9[1] (kalkad)												
62/63:26	TREHÖRNINGEN	52,0	0,03	(0,75)	2,5	-	77			1,11 n=10[2] (ej kalkad)		-78 -82 -81 -86	850219	2,5	5,8	0,01	140	4,6	<5	880	0,28	0,07
62/63:27	ÅRSJÖN	51	0,21	1,59	3,8	-	78			1,37 n=10[1]		Ref.sjö	850219	2,5	5,2	0	35	3,6	<5	700	0,12	0,06
							81			1,18 n=16[1]												
62/63:40	ÖRAN	53,0	0,508	(5,63)	2,0	0,8 år	830503	1150	1,63	1,46	S	-84	850218	2,5	6,5	0,14	60	5,6	5	520	0,37	0,08
							"	1100	1,54													
							"	1430	1,28													
							"	720	1,52													
62/63:65	FJÄTTERSJÖN	21,7	0,700	(2,73)	-	-	880716	820	0,56	0,55			850213	2,5	7,1	0,31	15	8,8	18	630	0,37	0,26
							880719	790	0,51													
							880807	1350	0,49													
							880906	1220	0,58													
							8810	640	0,37													
62/63:75	LÅNGSJÖN	39,8	0,33	(4,08)	1,7	-	880703	730	0,44	0,61			850213	2,0	6,4	0,23	170	7,6	13	850	0,40	0,20
							880704	600	0,44													
							"	990	0,70													
							"	1170	0,50													
							880719	650	0,38													
62/63:89	MALMSJÖN	13,7	0,893	-	3,9	-	8004	780		0,13			850822	2	9,4	1,22	Alg-soppa	23,9	160	1860	1,40	0,41
							"	960	0,17													
								1220	0,13													
								1650	0,20													
								4100	0,28													

SJÖNR	NAMN	HÖH	Sjö-yta (km^2)	Area km^2 Tillr omr (avr.omr)	Medel-djup (m)	Omsättn. tid	GÄDDA Datum provfiske	Vikt (g)	Gädda Hgmg/kg	Norm.värde Hg i "1-kg gädda"	Svart-listad	Datum kalkning	VATTENKVALITETSPARAMETRAR Datum	Prov-tagn.-djup(m)	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Kond (mS/m)	Tot-P (ug/l)	Tot-N (ug/l)	Ca (mekv/l)	Mg (mekv/l)
61/62:7	ÄLTASJÖN	22,9	0,84	5,22	3,1	2 år	7802	610	0,21	0,20			850214	2,5	7,3	1,36	10	47,7	23	680	2,20	0,46
							"	710	0,16													
							"	880	0,17													
								980	0,15													
							"	980	0,22													
							"	1120	0,33													
							7801	2620	0,21													
							7802	2910	0,34													
61/62:95	VITRÄSK	4,0	0,35	1,99	-	-	7309	620	0,17	0,33			820810	1,0	8,3	1,92	10	27,7	11	760	2,22	0,25
							"	730	0,24													
							"	1060	0,41													
61/62:139	FISKMYRAN	29,3	0,20	(1,35)	2,2	11,3mån	830518	1050	0,71	0,88		-84	850219	2,5	6,5	0,25	90	9,6	13	550	0,55	0,15
							"	500	0,42													
							"	390	0,44													
62:2	ALBYSJÖN	13,7	0,862	(237)	5,0	1 mån	680906	1100	0,24 n=4	0,23			880322	Ytan	7,1	0,84	25	25	62	-	-	-
62:6	LÅNGSJÖN	19	0,338	(222)	4,5	0,4 mån	680423	940	0,47 n=5	0,53			850214	2,5	7,3	0,98	25	27,9	66	1100	1,55	0,37
62:7	DREVVIKEN	19,3	5,68	(217)	7,0	1,1 år	680423	860	0,62 n=4	0,81			850214	2,5	7,3	1,04	15	29,4	96	1000	1,50	0,39
							8811	1330	0,26	0,14												
							"	1510	0,22													
							"	3420	0,71													
62:20	ÅDRAN	44,3	0,395	(7,5)	4,4	0,9 år	851021	380	0,81	1,44		-85	850214	2,5	6,5	0,13	70	6,9	8	490	0,45	0,12
							"	600	0,95			-87										
							851023	680	0,82													
							851025	560	0,90													
							"	3000	3,82													
							8803	800	0,99													
							880715	350	0,61													
							880808	1550	2,05													
							880910	1790	1,65													
							880928	470	0,66													
62:27	ÅGESTASJÖN	20,0	0,38	74	0,8	8 dygn	680322	1050	0,24 n=4	0,24			840321	0,8	6,7	0,54	40	21,6	44	1020	-	-
62:28	TREHÖRNINGEN	21,8	0,65	18	2,1	3 mån	870508	1290	0,27	0,15			850214	1,0	6,9	1,12	30	38,4	38	1500	2,05	0,64
							"	7590	0,65													
62:30	ORLÅNGEN	20,8	2,74	42,5	4,5	1,3 år	850919	4900	0,70	0,25			850214	2,5	7,1	0,75	25	16,4	18	830	1,15	0,33
							"	610	0,18													
							"	830	0,17													
							"	1140	0,40													
							"	1390	0,38													

Bilaga H

SJÖNR	NAMN	HÖH	Sjö-yta (km^2)	Area km^2 Tillr omr (avr.omr)	Medel-djup (m)	Omsättn. tid	GÄDDA Datum provfiske	Vikt (g)	Gädda Hgmg/kg	Norm.värde Hg i "1-kg gädda"	Svart-listad	Datum kalkning	VATTENKVALITETSPARAMETRAR Datum	Prov-tagn.-djup(m)	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Kond (mS/m)	Tot-P (ug/l)	Tot-N (ug/l)	Ca (mekv/l)	Mg (mekv/l)
61:129	TURINGEN	5,9	1,02	-	-	-	861009	480	1,42	2,40	S		850211	2,5	6,9	0,44	75	13,7	41	950	0,80	0,23
							"	510	1,50													
							"	530	1,24													
							"	550	1,68													
							"	590	1,21													
							"	620	1,43													
							"	650	1,86													
							"	650	1,55													
							"	680	2,36													
							"	790	2,02													
							"	830	1,89													
							"	830	1,97													
							"	830	2,01													
							"	890	2,13													
							"	940	2.18													
							"	980	1,94													
							"	1040	2,59													
							"	1470	2,84													
61:150	LILLSJÖN	20	0,58	11,7	6,2	1år7mån	8509	450	0,31	0,45			850225	2,5	7,4	1,60	15	23,2	19	1000	1,50	0,35
							"	900	0,40													
							"	970	0,43													
							"	1270	0,42													
							"	1700	0,59													
61/62:2	JÄRLASJÖN	4,7	0,84	19,2	9,4	18 mån	7905	520	0,26	0,36			850214	2,5	7,4	1,05	20	33,1	100	680	1,85	0,35
							"	550	0,31													
							8010	660	0,18													
							"	1210	0,32													
							"	2760	0,51													
61/62:4	KÄLLTORPSSJÖN	23,2	0,40	2,8	4,7	17 mån	7803	260	0,33	0,87			850214	2,5	6,9	0,30	40	12,5	14	450	0,70	0,17
							"	280	0,20													
							"	350	0,31													
							"	500	0,31													
61/62:5	SÖDERBYSJÖN	22,9	0,18	9,9	2,4	1 mån	7802	230	0,37	0,60			850214	2,5	6,9	1,43	20	44,1	39	720	2,35	0,45
							"	580	0,32													
							"	590	0,28													
							"	640	0,28													
							"	690	0,25													
							"	720	0,28													
							"	740	0,26													

SJÖNR	NAMN	HÖH	Sjö-yta (km^2)	Area km^2 Tillr omr (avr.omr)	Medel-djup (m)	Omsättn. tid	GÄDDA Datum provfiske	Vikt (g)	Gädda Hgmg/kg	Norm.värde Hg i "1-kg gädda"	Svart-listad	Datum kalkning	VATTENKVALITETSPARAMETRAR Datum	Prov-tagn.-djup(m)	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Kond (mS/m)	Tot-P (ug/l)	Tot-N (ug/l)	Ca (mekv/l)	Mg (mekv/l)
60:4	GARNSVIKEN	1,4	2,17	(400)	4,9	-	690527	840	0,78 n=4	1,07			850213	2,5	6,8	1,72	60	35,1	53	1400	2,15	0,58
60:23	SPARREN	12,4	3,06	-	6,6	-	7607	1000	0,46	0,44			850307	2,5	7,3	1,40	45	22,8	38	1400	1,65	0,24
							"	1100	0,64													
							"	1600	0,73													
							7608	2000	0,50													
60/61:10	RÖNNINGESJÖN	6,9	0,64	(6,11)	2,9	2,1 år	8510	1090	0,10	0,09			850305	2,5	7,3	2,17	10	36,8	34	1300	2,35	0,49
							"	1510	0,21													
							"	2060	0,16													
60/61:19	LÖTSJÖN	4	0,06	(1,0)	1,5		8603	1370	0,36	0,26			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
							"	1790	0,46													
61:1	MÄLAREN Brofjärden							590	0,24	0,36			870316 (vid Görväln S)	0,5	7,82	0,674	-	17,80	29	733	0,878	0,355
								1030	0,39													
								1080	0,33													
								1820	0,62													
	Gripsholmsviken							900	0,50				870316 (vid S Björkfjärden)	0,5	7,62	0,588	-	16,00	23	705	0,763	0,325
								970	0,30	0,38												
								1090	0,46													
								1110	0,28													
								1200	0,42													
61:7	OXUNDASJÖN	0,3	1,81	(270)	3,3	0,11 år	720213	660	0,2 n=3	0,3			850225	25	7,3	1,94	25	51,7	69	2100	3,29	0,99
61:8	FYSINGEN	1,8	5,4	(120)	-	38 dygn	690317	1100	0,13 n=5	0,19			850225	2,5	6,9	1,66	15	60,1	10	2800	3,59	1,32
61:15	NORRVIKEN	3,5	3,18	(94)	5,40	-	710915	1260	0,11 n=5	0,09			850225	2,5	7,5	2,35	15	42,8	170	2100	2,45	0,66
61:19	MÖRTSJÖN	20	0,047	(0,169)	3,2	4 mån	8801	340	0,33	0,68			730812	-	7.5	-	60	26,4	16	760	-	-
							"	450	0,32													
							"	1850	0,67													
61:22	VALLENTUNASJÖN	7,2	6,10	50,7	2,7	1,8 år	850917	560	0,08	0,17			850225	2,5	7,3	2,36	15	38,5	130	1900	2,25	0,57
							"	2160	0,41													
61:94	ASPEN	18,0	1,88	(7,97)	-	-	701020	730	0,11 n=5	0,16			850213	2,0	7,3	1,67	25	31,8	84	1200	2,10	0,48
61:102	UTTRAN	17,2	3,23	(<25)	6,4	-	680421	740	0,64 n=4	0,89			850213	2,5	7,6	1,37	12	24,8	83	920	2,40	0,42
61:109	BORNSJÖN	14,3	6,7	(49,0)	-	-	680421	900	0,84 n=3	1,08			850307	2,5	7,6	1,32	5	27,7	31	710	1,45	0,45
61:111	TULLAN	20,5	0,77	-	-	-	680615	790	0,46 n=5	0,63			850213	2,5	7,4	0,80	15	20,9	11	550	1,25	0,34

SJÖNR	NAMN	HÖH	Sjö-yta (km²)	Area km² Tillr omr (avr.omr)	Medel-djup (m)	Omsättn. tid	GÄDDA Datum provfiske	Vikt (g)	Gädda Hgmg/kg	Norm.värde Hg i "1-kg gädda"	Svart-listad	Datum kalkning	VATTENKVALITETSPARAMETRAR Datum	Prov-tagn.-djup(m)	pH	Alk (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Kond (mS/m)	Tot-P (ug/l)	Tot-N (ug/l)	Ca (mekv/l)	Mg (mekv/l)
59:25	SKEDVIKEN	14,4	10,964	(90)	3,4	1år6mån	880930	700	0,06	0.11			850307	2,5	7,4	1,53	35	23,4	18	1200	1,80	0,24
							"	740	0,08													
							"	1100	0,20													
							"	1530	0,11													
							"	1800	0,14													
59/60:90	BJÖRNDALSSJÖN	36,2	0,12	(2,7)	-	1 år	760513	425	0,68	1,56			760722	1,0	7,6	0,547	10	15,1	6	440	-	-
							"	450	0,68													
59/60:93	LÅNGSJÖN	29,8	0,702	(18,3)	3,9	8 mån	760513	775	0,73	0,94			900213	2,1	6,6	0,35	40	8,0	20	670	-	-
59/60:95	SKÄREN	49,1	0,286	2,114	4,1	2,14 år	760501	570	0,92	1,61			900213	2,0	6,8	0,28	15	6,6	7,0	360	0,38	0,11
59/60:99	SVULTEN	58	0,006	(0,61)	1,5	1 år 3 v	760527	510	0,83	1,48		Ref.sjö	850225	2,5	5,6	0,02	50	5,0	8,6	260	0,21	0,09
							760530	495	0,66													
59/60:109	TREHÖRNINGEN	23,3	0,669	(9,8)	-	10 mån	760513	400	0,18	0,34			850305	2,5	6,9	1,12	25	17,9	11	1200	1,35	0,16
							"	775	0,18													
59/60:110	LARGEN	27,7	1,50	(4,69)	-	10år8mån	760621	850	0,45	0,53			850305	2,5	7,4	0,65	5	12,3	8	690	0,95	0,13
59/60:111	ÄLGGRETEN	14	0,186	(2,4)	-	-	73	500	0,7				760720	1,0	8,0	0,68	45	14,8	26	650	-	-
							"	750	1,3	1,78	S											
							"	950	1,3													
							7608	1365	1,33													
							721026	800	1,54													
							"	950	1,37													
							"	950	1,85													
							"	700	1,98													
							"	600	1,08													
59/60:142	EXARBYSJÖN	30,9	0,186	(16,8)	-	2 mån	760513	700	0,25				850305	2,5	7,0	0,68	40	12,2	14	690	0,90	0,18
							"	700	0,20													
							"	800	0,44	0,38												
							"	900	0,40													
							"	1100	0,30													
59/60:145	HERSEN	35,8	0,542	(10,25)	-	8 mån	760510	1000	0,32	0,33			850225	2,5	6,9	0,75	70	11,9	26	930	0,85	0,19
							760430	4500	1,52													
59/60:146	STORSJÖN	38,1	0,834	(4,0)	-	7år8mån	760513	600	0,45				820811	1,0	9,4	0,65	15	12,2	22	610	0,92	0,17
							"	700	0,54	0,89												
							"	1500	1,08													
							"	1600	2,08													
59/60:169	RUGGEN	22,6	0,555	(5,03)	-	1år8mån	760503	-	0,56				850305	2,5	6,9	0,81	50	15,0	37	1200	1,00	0,21
							"	1250	0,43	0,28												
							"	2450	0,54													
59/60:175	BOSJÖN	3	0,065	(10,4)	-	-	720115	1230	0,87 n=4	0,72			820811	1,0	7,0	1,09	80	21,9	47	1100	1,29	0,38

Tabell 3

Sammanställning av Hg-halter i gädda från sjöar i Stockholms län.

Bilaga H

Tabell 2: Kvicksilverhalten i abborre.

Avo	Sjö	Sjö	Hg	Vikt	Datum
nr	*nr*	*namn*	*mg/kg*	*g*	
63	10	Stora Horssjön	0,33	280	83 05 11
			0,42	460	83 05 11
			0,39	540	83 05 11
			0,38	670	83 05 11
61	129	Turingen	4,80	660	86 06
			4,90	820	86 06
			3,90	950	86 06
62/63	25	Långsjön	0,68	50	1977
	24	Mörtsjön	0,32	50	1981
	27	Årsjön	0,46	50	1978
			0,46	50	1981
61/62	4	Källtorpssjön	0,39	150	78 03
			0,36	410	78 03
60	23	Sparren	0,34	320	76 07
			0,30	360	76 07
			0,91	400	76 07
			0,44	420	76 07
			0,40	600	76 07
			0,58	710	76 07
60/61	23	Ekholmsnässjön	0,13	50	1979
			0,12	70	1979
			0,10	80	1979
			0,09	110	1979
61	1	Mälaren			
		Bällstaviken	0,68	290	75 08
			0,61	310	75 08
			0,91	530	75 08
			0,83	410	75 08
			0,96	600	75 08
		Brofjärden	0,19	120	76 10
59/60	111	Älggreten	1,32	570	76 08
			1,07	670	76 08
			1,56	700	76 08
			1,67	820	76 08

Bilaga H

Tabell 1: Kvicksilver i 1-kg gädda (normerade värden).

Avo	Sjö	Sjö	Antal	Hg-halt	Referens	Svart-
nr	*nr*	*namn*	*st*	*normerad*		listning
62/63	23	Stensjön	61	1,30	6	S
	24	Mörtsjön -78	13	1,28	4	"S"
		-81	11	1,01	4	
	25	Långsjön -77	3	2,46	4	"S"
		-81	9	1,18	4	
	26	Trehörningen	10	1,11	4	"S"
	27	Årsjön -78	10	1,37	4	"S"
		-81	16	1,18	4	"S"
	40	Öran	4	1,46	2	S
	65	Fjättersjön	5	0,55	7	*
	75	Långsjön	5	0,61	7	*
	89	Malmsjön	2	0,13	5	
	105	Lanaren	9	0,33	6	
	129	Vällingen	4	0,51	6	*
63	9	Trönsjön	4	1,35	3	"S"
	21	Stora Envättern	4	1,04	2	"S"
	37	Långsjön	3	0,68	6	
	41	Frösjön	5	0,32	6	

Svartlistning

S=svartlistad

"S"= >1,0 mg Hg/kg gädda

* = >0,5 mg Hg/kg gädda

Referenser

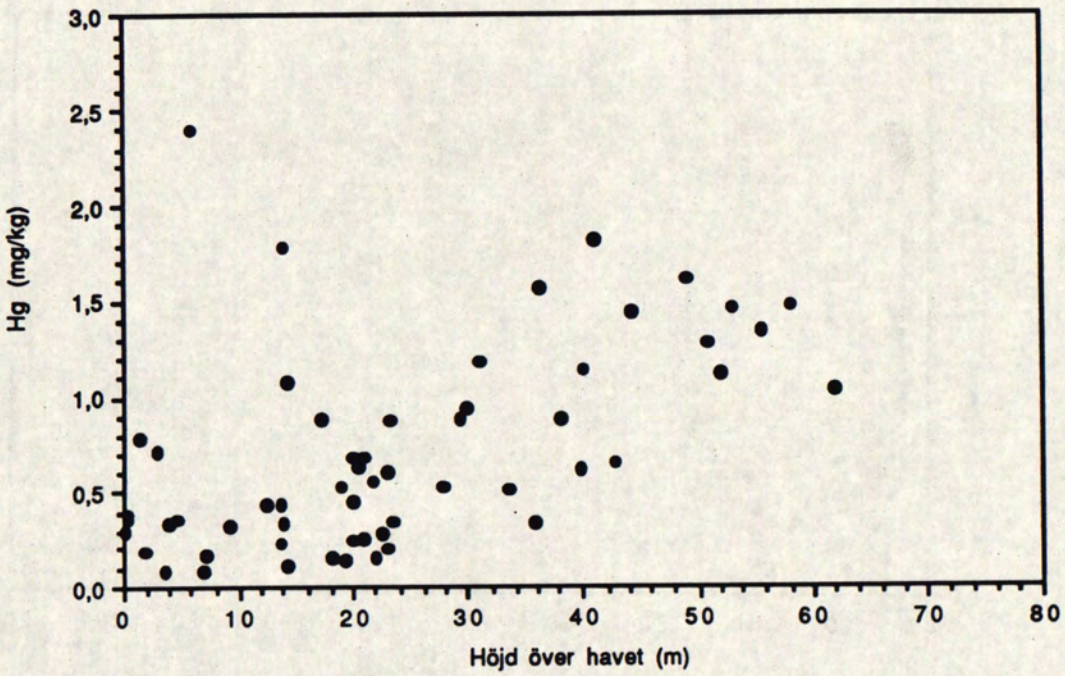
1. Rialaområdets sjöar. Länsstyrelsen i Stockholms län.
2. Provfiske i sju sjöar i Stockholms län. Länsstyrelsen i Stockholms län.
3. Sjöregister. Miljövårdsenheten. Länsstyrelsen i Stockholms län.
4. SNV PM 1771.
5. Vår Föda. vol. 34.
6. Kalkning-kvicksilver-cesium projekts databas. Håkansson m fl SNV Rapport 3818.
7. Statens Livsmedelsverks databas. Birgit Ohlin.

Kalkningsdata från: Kalkningsplan-Åtgärder mot försurning av sjöar och vattendrag. Länsstyrelsen i Stockholms län.

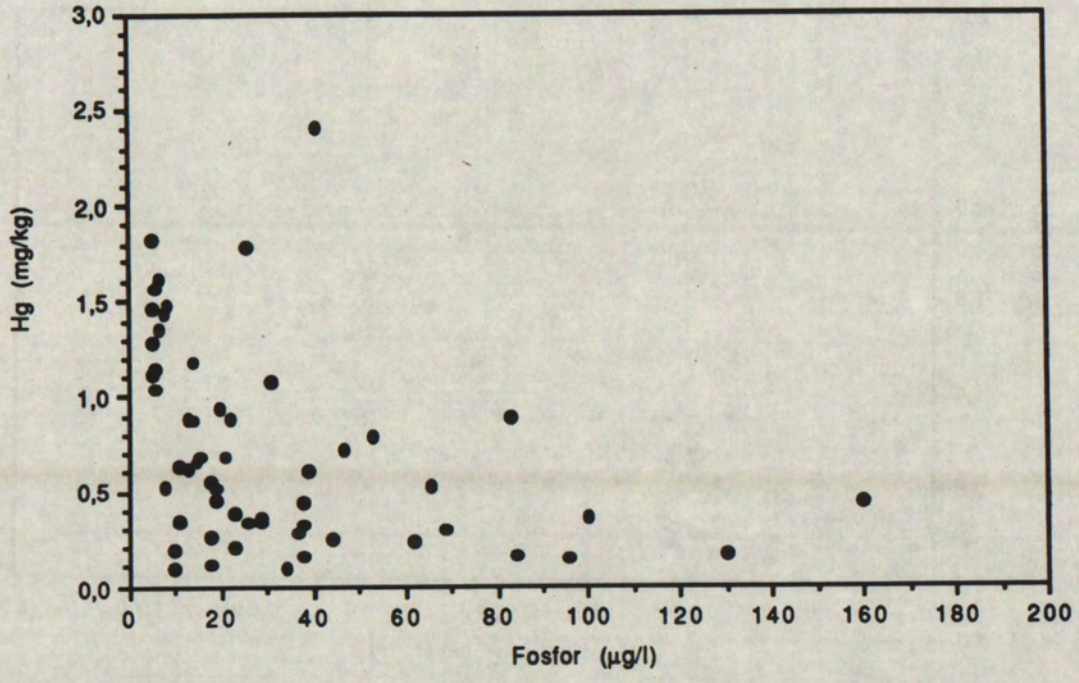
Tabell 1: Kvicksilver i 1-kg gädda (normerade värden).

Avo nr	Sjö nr	Sjö namn	Antal st	Hg-halt normerad	Referens	Svart-listning
59	25	Skedviken	5	0,11	7	"S"
59/60	90	Björndalssjön	2	1,56	1	*
	93	Långsjön	1	0,94	1	"S"
	95	Skären	1	1,61	1	"S"
	99	Svulten	2	1,48	1	
	109	Trehörningen	2	0,34	1	
	110	Largen	1	0,53	1	*
	111	Älggreten	9	1,78	1	S
	142	Exarbysjön	5	0,38	1	
	145	Hersen	2	0,33	1	
	146	Storsjön	4	0,89	1	*
	169	Ruggen	2	0,28	1	
	175	Bosjön	4	0,72	6	*
60	4	Garnsviken	4	0,78	6	*
	23	Sparren	4	0,44	5	
60/61	10	Rönningesjön	3	0,09	7	
	19	Lötsjön	2	0,26	7	
61	1	Mälaren				
		Brofjärden	4	0,36	5	
		Gripsholmsviken	5	0,38	5	
	7	Oxundasjön	3	0,30	6	
	8	Fysingen	5	0,19	6	
	15	Norrviken	5	0,09	6	
	19	Mörtsjön	3	0,68	7	*
	22	Vallentunasjön	2	0,17	7	
	94	Aspen	5	0,16	6	
	102	Uttran	4	0,89	6	*
	109	Bornsjön	3	1,08	6	"S"
	111	Tullan	5	0,63	6	*
	129	Turingen	18	2,40	3	S
	150	Lillsjön	5	0,45	7	
61/62	2	Järlasjön	5	0,36	5	
	4	Källtorpssjön	4	0,87	5	*
	5	Söderbysjön	7	0,60	5	*
	7	Ältasjön	8	0,20	5	
	95	Vitträsk	3	0,33	5	
	139	Fiskmyra	3	0,88	2	*
62	2	Albysjön	4	0,23	6	
	6	Långsjön	5	0,53	6	*
	7	Drevviken -68	4	0,81	6	*
		-88	3	0,14	7	
	20	Ådran	10	1,44	7	"S"
	27	Ågestasjön	4	0,24	6	
	28	Trehörningen	2	0,15	7	
	30	Orlången	5	0,66	7	
	34	Kvarnsjön	5	0,66	7	

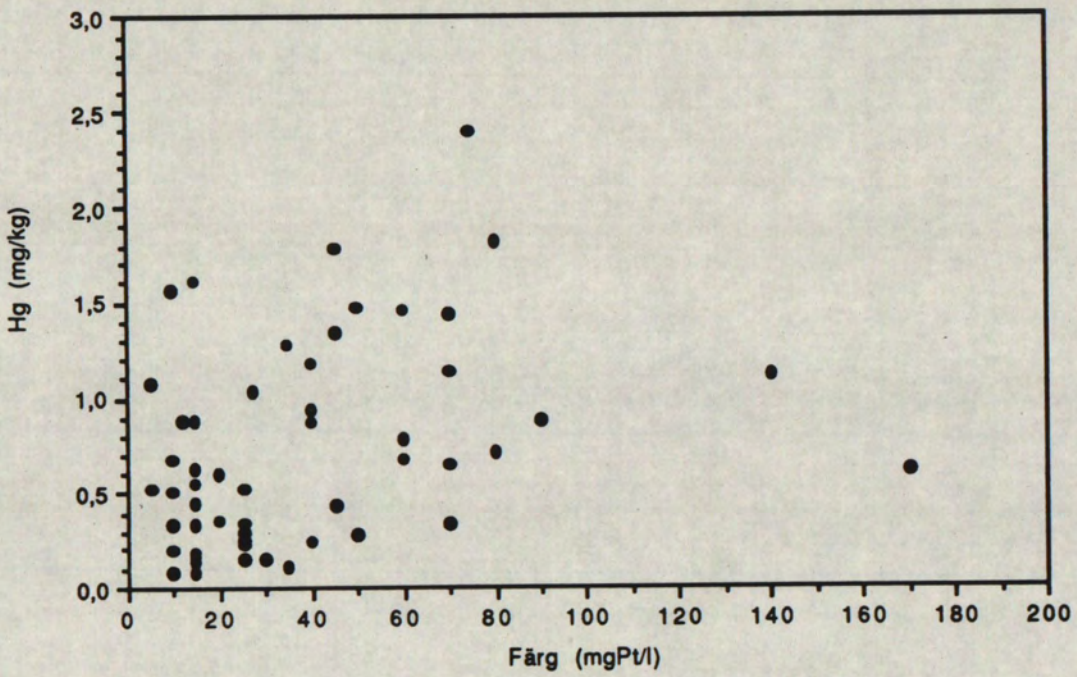
forts. nästa sida



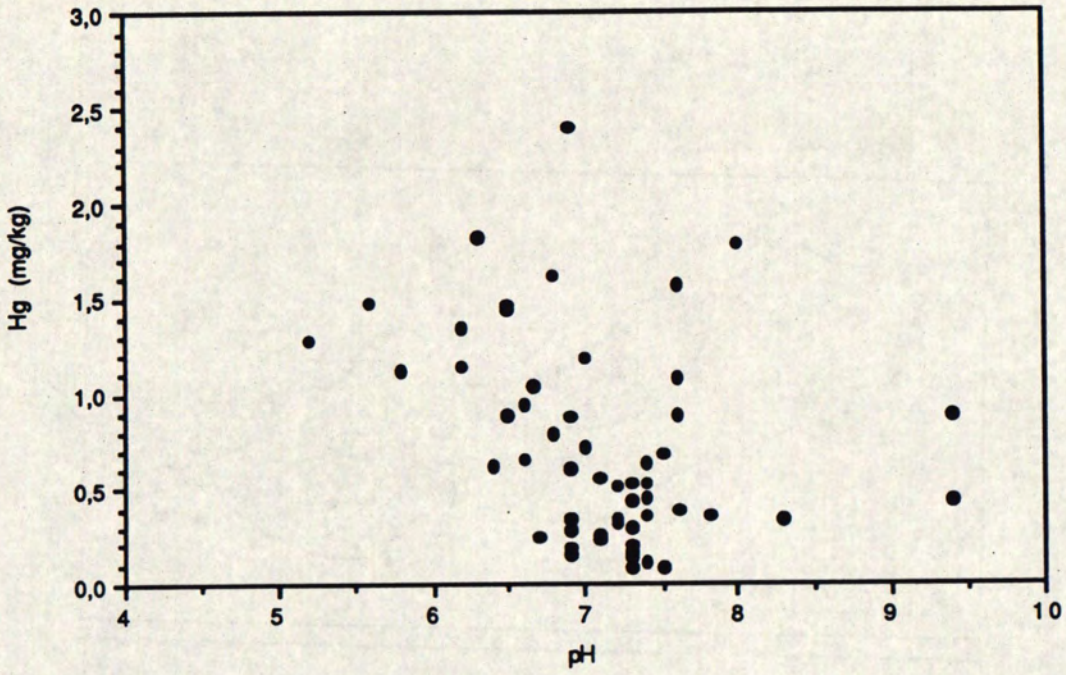
Figur 7: Kvicksilver i 1-kg gädda mot höjd över havet.



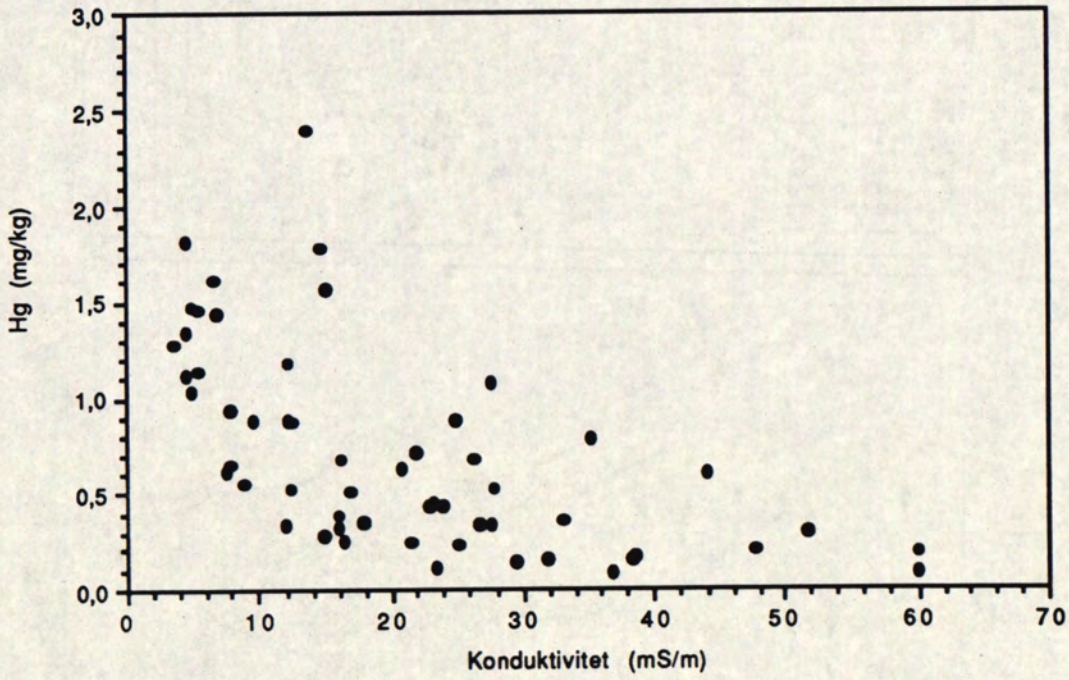
Figur 5: Kvicksilver i 1-kg gädda mot fosfor.



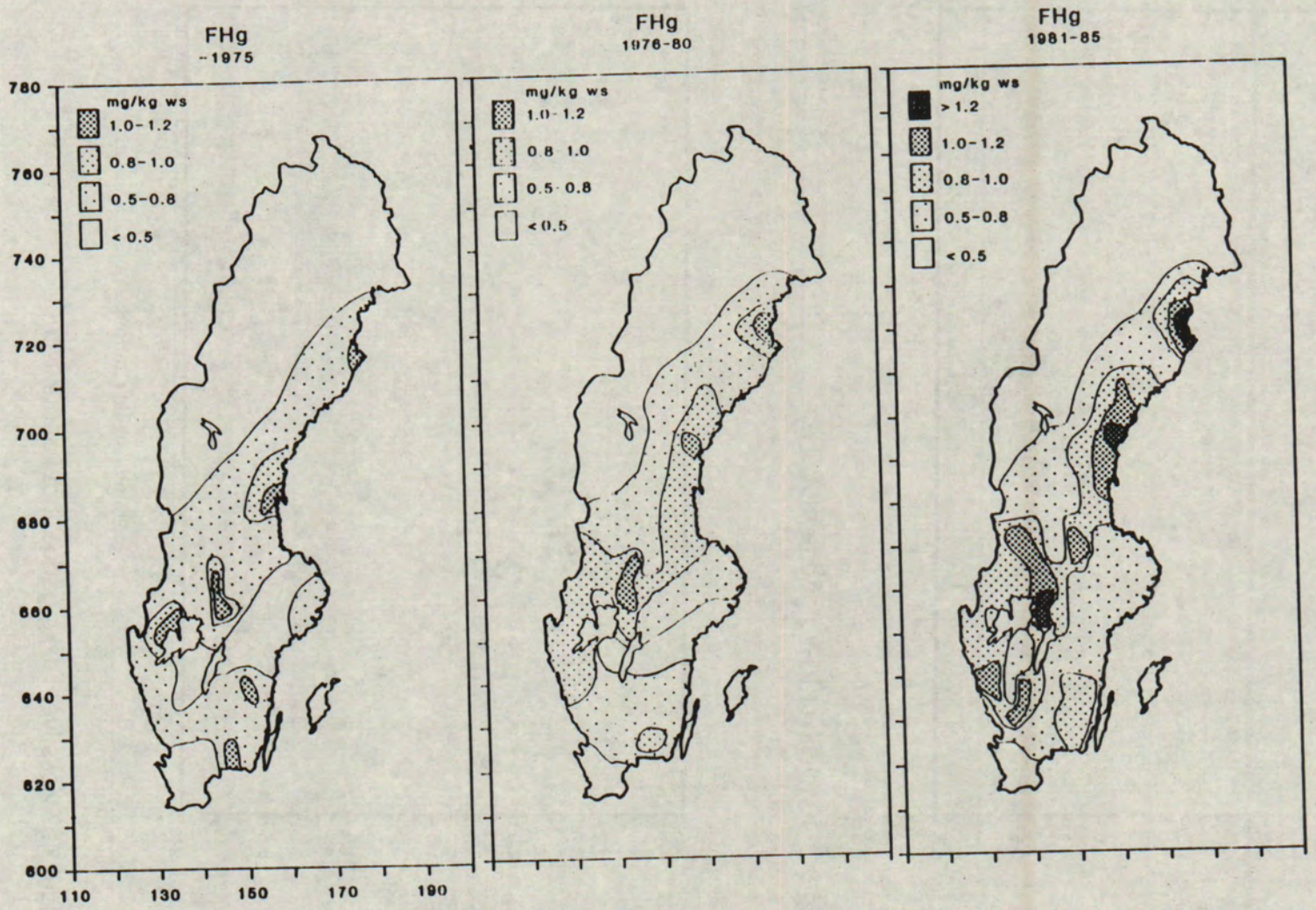
Figur 6: Kvicksilver i 1-kg gädda mot färg.



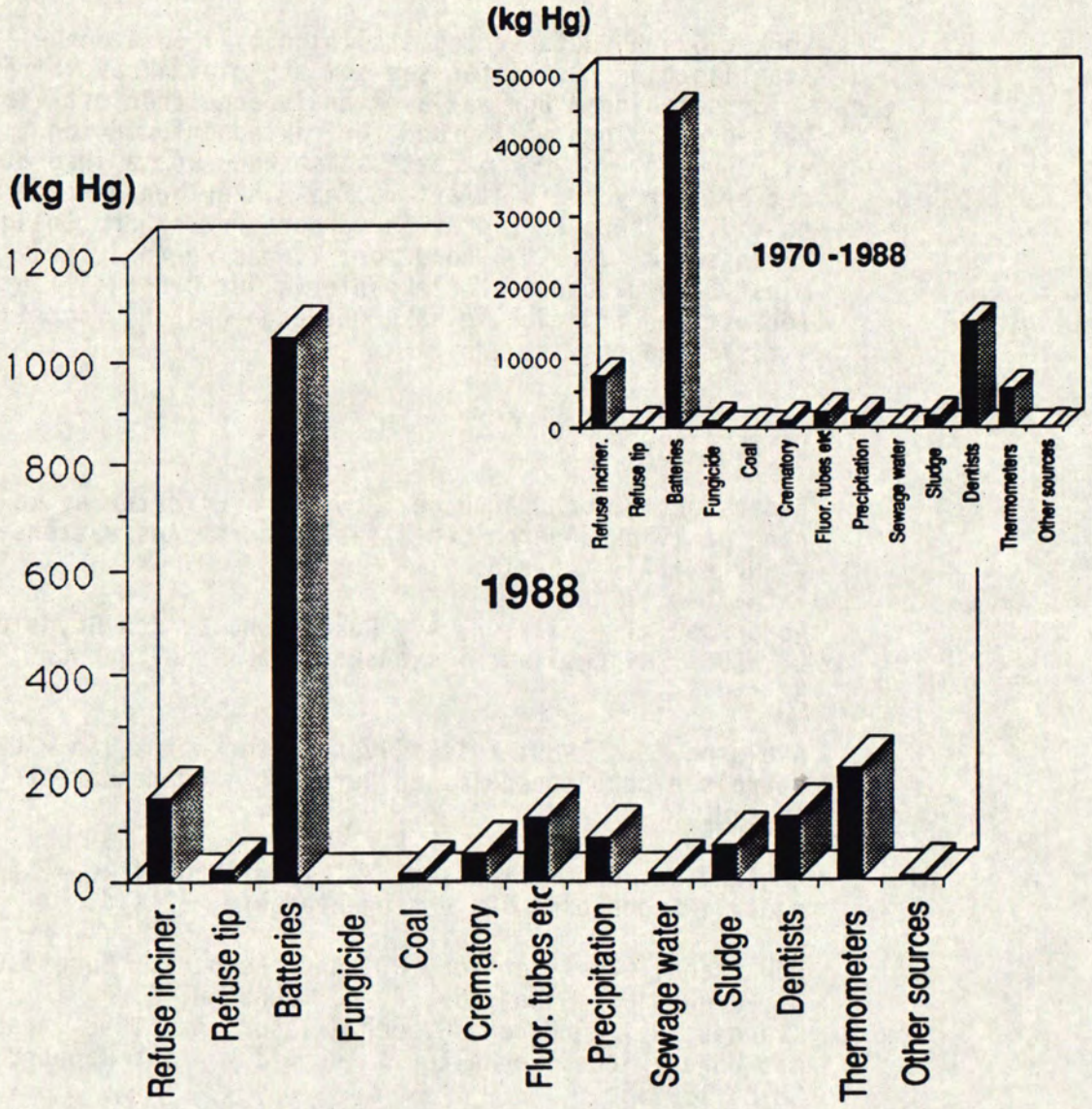
Figur 3: Kvicksilver i 1-kg gädda mot pH.



Figur 4: Kvicksilver i 1-kg gädda mot konduktivitet.



Figur 2: Medelhalten av kvicksilver i "1-kg gädda" (=FHg) i Sverige under olika perioder (Andersson et al, 1987).



Figur 1: Kvicksilvertillförseln till avfallsdeponier, luft och vatten i Stockholms län 1988 fördelad på olika källor, och motsvarande mängder för åren 1970-1988 (Axelsson, 1989).

verket överhuvudtaget tog ställning till en eventuell svartlistning. Detta får ses som ett minimikrav som också i fortsättningen bör gälla om analyserna från ett visst vatten ska ligga till grund för riktad information till allmänheten. Man bör i detta sammanhang komma ihåg att det är mera värdefullt att få fem fiskar analyserade från en sjö, än bara en fisk från vardera fem sjöar. Enligt Håkansson m fl (1990) borde det finnas Hg-analyser från minst 5-10 gäddor i storleksintervallet 0,5 till 1,5 kg för att med tillräcklig säkerhet ange halten kvicksilver i fisk från en viss sjö.

LITTERATUR:

Andersson, P. och Kärrhage, P., 1984: Effekter av kalkning på kvicksilverhalten i fisk från Åvaåns vattensystem - SNV PM 1771, 46 sid.

Andersson, T., Nilsson, Å., Håkansson, L. och Brydsten, L., 1987: Kvicksilver i svenska sjöar - SNV Rapport 3291, 92 sid.

Axelsson, S., 1989: Kvicksilver i Stockholms län - Länsstyrelsen och Stockholms universitet - examensarbete, 49 sid.

Haglund, H. och Mårtensson, S., 1983: Provfiske i sju sjöar i Stockholms län - projektarbete, 37 sid.

Håkansson, L., Andersson, P., Andersson, T., Bengtsson, Å., Grahn, P., Johansson, J.-A., Jönsson, C.-P., Kvarnäs, H., Lindgren, G. och Nilsson, Å., 1990: Åtgärder mot höga kvicksilverhalter i insjöfisk - SNV Rapport 3818, 189 sid.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 1981:9. Rialaområdets sjöar - Sjöarnas tillstånd, vattenomsättning och påverkan av föroreningar, 70 sid.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 1989: Kalkningsplan - Åtgärder mot försurning av sjöar och vattendrag i Stockholms län, 29 sid.

Nilsson, Å., Andersson, T., Håkansson, L. och Andersson, A., 1989: Kvicksilver i insjöfisk - koppling till kvicksilver och selen i mår och historiska utsläpp. SNV Rapport 3593, 117 sid.

Ohlin, B., 1982: Metylkvicksilverhalter i fisk och skaldjur, 1975 - 1981. Vår föda, 34 Supplement 2:46-174.

Viktigt är att

- upprepa analys av fisk från de sjöar som i denna översikt visat sig ha höga Hg-värden, samt komplettera tidigare undersökningar med nya data om både Hg-halter i fisk och sjöns egenskaper

- kartlägga om det i närheten av de nämnda sjöarna finns andra sjöar med liknande karaktär och i så fall analysera Hg-halten i fisk från dessa.

Innan man kan ställa kriterier för vidare undersökningar måste man avgöra om man först och främst vill ha en helhetsbild av situationen i länet eller om man främst vill inrikta sig på att hitta de sjöar som har fisk med de högsta halterna av kvicksilver. Med ledning av här presenterade sammanställning kan man i det senare fallet inrikta fortsatta undersökningar mot

- sjöar med låg konduktivitet och bioproduktion,
- sjöar som ligger relativt högt över havsytan (och som ofta är magra) samt i viss utsträckning mot
- (sjöar med lågt pH).

Om man eftersträvar en helhetsbild av länet måste också sjöar med andra karaktärer tas med, alltså sjöar med hög konduktivitet och bioproduktion. Man måste också se till, att sådana områden, som inte har täckts in av tidigare undersökningar, blir representerade. Sjöns betydelse för fiske är ett viktigt kriterium som bör vägas in så att de i detta avseende speciellt värdefulla sjöarna undersöks.

En rationalisering av systemet hur kvicksilver i fisk övervakas är viktigt om man vill utnyttja existerande resurser så effektivt som möjligt. Detta har varit en viktig aspekt vid införandet av den nya strategin för övervakningen. Länsstyrelsens och kommunernas ansvar för att nå allmänheten med information i dessa frågor har betonats i samband med att den särskilda s k svartlistningen har upphört.

På Länsstyrelsen bör ligga att analysera och beskriva situationen för länet i sin helhet, medan kommunerna bl a bör inrikta kontrollen på den fisk som saluförs. En samordning av resurserna i länet skulle vara gynnsam och bl a kunna ske inom ramen för den regionala miljöövervakningen.

Ett problem som tidigare i viss mån underskattats är den stora variationen mellan fiskindivider från samma sjö. Regeln har varit att analysresultat från minst fem fiskar från samma sjö måste föreligga innan man på Livsmedels-

som saluförs, dock med det väsentliga undantaget för bl a gädda, abborre, lake, gös och ål för vilka arter den högre gränsen 1 mg/kg ligger kvar. I detta material ligger Hg-halten mellan 0,5 och 1,0 mg/kg i 18 sjöar.

Tidigare undersökningar har visat ett samband mellan lågt pH och höga kvicksilverhalter i fisk. De flesta sjöar med halter i fisk som överstiger gränsen 1 mg/kg har i detta material ett pH-värde under 7. Någon tydlig korrelation mellan pH och Hg-halten kan ändå inte ses. Konduktiviteten tillsammans med totalfosfor tycks i stället korrelera i någon mån med Hg-halten (fig 4 och 5). Näringsfattiga sjöar har de högsta Hg-halterna i fisk. Färgtalet, som indikerar sjöns innehåll av humus, visar inget tydligt samband med Hg (fig 6).

De flesta sjöar med höga kvicksilverhalter ligger relativt högt över havsytan, d v s på de områden som har varit utsatta för kraftig vågverkan och lång tid av vittring och erosion överhuvudtaget (fig 7). Dessa sjöar är ofta magra och hotade av försurning. De har alltså låg bioproduktion, vilket befrämjar höga Hg-halter i biota.

DISKUSSION

I de flesta fall grundar sig de normerade värden av kvicksilver som här redovisas på analys av några få fiskar per sjö. Eftersom variationen mellan fiskar från samma sjö kan vara stor är värdena osäkra och några långtgående slutsatser bör därför inte dras från materialet. Dessutom har urvalet av sjöar ursprungligen varit snett, d v s man har i högre grad undersökt sjöar som man misstänkt har höga Hg-halter i fisk.

Det finns dock ett antal sjöar där analysresultaten pekade på hög halt av kvicksilver. Detta borde bekymra myndigheterna och leda till vidare studier. Värden som närmar sig gränsen 1 mg/kg eller överstiger den får inte glömmas i arkiv.

Vi har analyser bara från en bråkdel av Stockholms läns ungefär 750-900 sjöar (antalet beroende av vad man betraktar som sjö). Kvicksilver kan knappast analyseras i dem alla. Man borde i stället försöka hitta kriterier för urval av de sjöar, som borde tas med i en kommande undersökning.

Minskade utsläpp som leder till minskade Hg-depositioner inom tillrinningsområdet leder alltså inte omedelbart, utan först på sikt, till minskade Hg-halter i fisk. (Nilsson m fl 1989).

Kvicksilverhalten i fisk styrs dels av Hg-dosen till sjön, dels av sjöns karaktär (en mängd komplext sammansatta kemiska, fysikaliska och biologiska faktorer). Väsentlig i sammanhanget är tillrinningsområdets egenskaper, som inverkar på flera av de nämnda faktorerna. Andersson m fl (1987) har behandlat dessa faktorer i sin rapport.

MATERIAL OCH METODER

Data för denna överblick av förhållandena i Stockholms län kommer från diverse källor, vilka framgår av noter i anslutning till tabell 1. Från primärdata har vi räknat fram normerade Hg-värden för 1-kg gädda enligt Johnels-Westermarks estimat, som tar hänsyn till att Hg-halten normalt ökar med fiskens vikt:

$$\text{kvicksilverhalt i gädda 1-kg} = \frac{\text{halt}}{\text{vikt}} \times \frac{1}{n}$$

Om det i källmaterialet angetts normerade värden använde vi dem direkt. Som komplettering redovisas också tillgängliga Hg-värden i abborre (tabell 2). Statens livsmedelsverk har överlämnat data redovisade med bara vanliga medelvärden från Hg-analyser. Dessa återfinns separat i bilaga 1.

Kvicksilverdata har vi kompletterat med sjödata (höjd, sjöyta, tillrinningsområdets/avrinningsområdets area, medeldjup och omsättningstid) och vattenkvalitetsparametrar (pH, alkalinitet, färg, konduktivitet, totalfosfor, totalkväve, kalcium och magnesium), som vi har fått från Länsstyrelsens sjöregister (tabell 3).

Hg-haltens variation har grafiskt redovisats mot variationen av pH, konduktivitet, totalfosfor, färg och höjd över havet (figurerna 3 - 7).

RESULTAT

Det kvicksilvermaterial som vi fick till hands omfattar 58 sjöar i Stockholms län (tabell 1). I 16 av dem översteg kvicksilverhalten i 1-kg gädda gränsen 1 mg/kg. Fyra av sjöarna var förtecknade av livsmedelsverket ("svartlistade"). I många länder ligger den s k svartlistningsgränsen på 0,5 mg Hg/kg fiskkött. Som nämnts i inledningen har Sverige också infört denna gräns för fisk

med allmänna råd för konsumtion av fisk och föreskrifter om saluförbud för fisk m m från vissa vattenområden (senaste lydelse SLV FS 1990:24). Därmed upphörde formellt den s k svartlistningen.

Till den nya kungörelsen meddelades allmänna råd om bl a konsumtion av fisk i bilaga (Bilaga till SLV FS 1991:25). För fisk som saluhålls i allmänna handeln gäller att halterna av föroreningar inte får överstiga de gränsvärden som livsmedelsverket fastställt i kungörelsen (SLV FS 1983:1) med föreskrifter om främmande ämnen i livsmedel (senaste lydelse SLF FS 1991:13). Författningsförändringen innebär inte någon väsentlig omvärdering av hälsoproblematiken som sådan eller i de råd som meddelas allmänheten och som också finns med i den nya kungörelsen, utan man har beslutat hantera problematiken med en ny strategi. Kontrollen inriktas på den fisk som saluförs och kombineras med ökad information till allmänheten.

För abborre, gädda, gös, lake, ål, hälleflundra *(Hippoglossus hippoglossus)* och Stillahavshälleflundra *(Hippoglossus stenolepsis)* är den högsta tillåtna kvicksilverhalten 1,0 mg/kg, och för övriga fiskvaror 0,5 mg/kg. För barnmat baserad på fisk är högsta tillåtna halt 0,05 mg/kg.

KVICKSILVER I MILJÖN

Kvicksilver kan räknas in bland de allvarligaste miljögifterna. Hos människan är den främsta riskgruppen kvinnor i fertil ålder och närmare bestämt kvinnor i ett tidigt skede av graviditet. Kvicksilver går lätt genom placentan och skadar det unga, blivande nervsystemet hos fostret.

Trots att de svenska utsläppen av kvicksilver under de senaste decennierna har minskat till en tiondedel, tycks halterna i fisk öka med tiden (fig 2). I över 10 000 sjöar överstiger de den tidigare svartlistningsgränsen. (Det var också insikten om det stora antalet sjöar som skulle behövas svartlistas om listan skulle bli rättvisande som bidrog till att livsmedelsverket ändrade strategi).

Det sker en upplagring av luftburet kvicksilver i marken och en långsam uttransport från tillrinningsområdet med mark- och ytvatten. Detta gör att problemet med höga Hg-halter i fisk har en tidskonstant på flera decennier.

INLEDNING

Människans verksamhet har förorsakat dramatiska förändringar i många tungmetallers - också kvicksilvers - kretslopp. Kvicksilver hamnar i naturen i samband med själva metallens produktion och bruk i olika produkter, men också särskilt tidigare i industriprocesser med anknytning till skogsindustrin och i samband med eldning av fossila bränslen som kol och brunkol.

I Stockholms län var den sammanlagda tillförseln av kvicksilver till avfallsdeponier, luft eller vatten 1 934 kg år 1988 (Axelsson, 1989), fig 1.

Kvicksilverproblemen har uppmärksammats sedan 1960-talet. På senare tid har åtskilliga ansträngningar att ytterligare minska omsättningen av kvicksilver genomförts. Under april månad 1992 genomfördes en kampanj för insamling av febertermometrar med kvicksilver i Stockholms län med Stockholm Vatten AB som huvudfinansiär och med Apoteksbolaget, Landstingets miljövårdsfond och med flertalet stora avloppsreningsverk och avfallsbolag och flera kommuner som medfinasiärer. Inte mindre än 190 000 febertermometrar motsvarande ca 380 kg rent kvicksilver samlades in! Arbetet inriktas nu på att minska utsläppen från bl a tandvårdsinrättningar genom förbättrad tillsyn av amalgamavskiljare.

Syftet med här presenterade arbete har varit att göra en sammanställning över tillgängliga analysdata rörande kvicksilverhalten i fisk (främst gädda) i Stockholms län. Härigenom erhålls en lättare tillgänglig datasamling av tidigare undersökningsresultat, vilka nu är spridda på många håll.

SVARTLISTNINGEN UPPHÖR

I Sverige har tidigare tillämpats en s k svartlistning av vissa vattenområden om Hg-halten i undersökt fisk (vanligen gädda och med värdet normerat till "1-kg gädda") överstiger 1 mg/kg fiskkött. Svartlistningen innebar att fisk från denna sjö inte fick saluföras eller ens ges bort.

Efter ingående diskussioner, bl a inom livsmedelsverkets rådgivande expertgrupp för främmande ämnen i fisk, och efter hörande av en rad remissinstanser våren 1991 (livsmedelsverkets dnr 440/91) har livsmedelsverket den 6 december 1991 (SLV FS 1991:25) beslutat att i och med utgången av 1991 upphäva den kungörelse (SLV FS 1988:5)

FÖRORD

Föreliggande insamling och sammanställning av data rörande kvicksilver i fisk från vattenområden i Stockholms län har genomförts som ett led i studierna i miljövård vid Zoologiska institutionen, Uppsala universitet. Redovisningen gäller data t o m 1990, vilka samlats i en tabell. Den gör inte anspråk på att vara fullständig, men huvudparten av de analyser som genomförts i länet i s k "svartlistningssammanhang" bör vara uppfångad.

Arbetet avser täcka ca 5 veckors studieperiod, varför det inte kan vara alltför omfattande eller djuplodande. De värderingar som kan komma till uttryck är författarnas egna och ska inte åberopas som Länsstyrelsens ståndpunkt.

Länsstyrelsen anser det värdefullt att här fått samlat data som är spridda på många håll och inte helt lätta att överblicka. Länsstyrelsen har med stöd från Landstingets miljövårdsfond följt upp sammanställningen med en samlad undersökning av ca 65 sjöar, från vilka fisken analyserats av ett och samma laboratorium. Denna undersökning avses redovisas senare under 1993. Sammantaget bör därigenom en god bild av det aktuella läget vad gäller kvicksilverhalten i insjöfisk från Stockholms län kunna presenteras.

Länsstyrelsen, februari 1993.

Handledning och bearbetning av text: Torbjörn Tirén
Redigering, figurer och layout: Christina Fagergren

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sid.
1.	INLEDNING	3
2.	SVARTLISTNINGEN UPPHÖR	3
3.	KVICKSILVER I MILJÖN	4
4.	MATERIAL OCH METODER	5
5.	RESULTAT	5
6.	DISKUSSION	6
7.	LITTERATUR	8

Bilaga H

Översiktskarta över Stockholms län med provtagna sjöar markerade.

Bilaga H

EN SAMMANSTÄLLNING AV BEFINTLIGA DATA RÖRANDE

KVICKSILVER I FISK

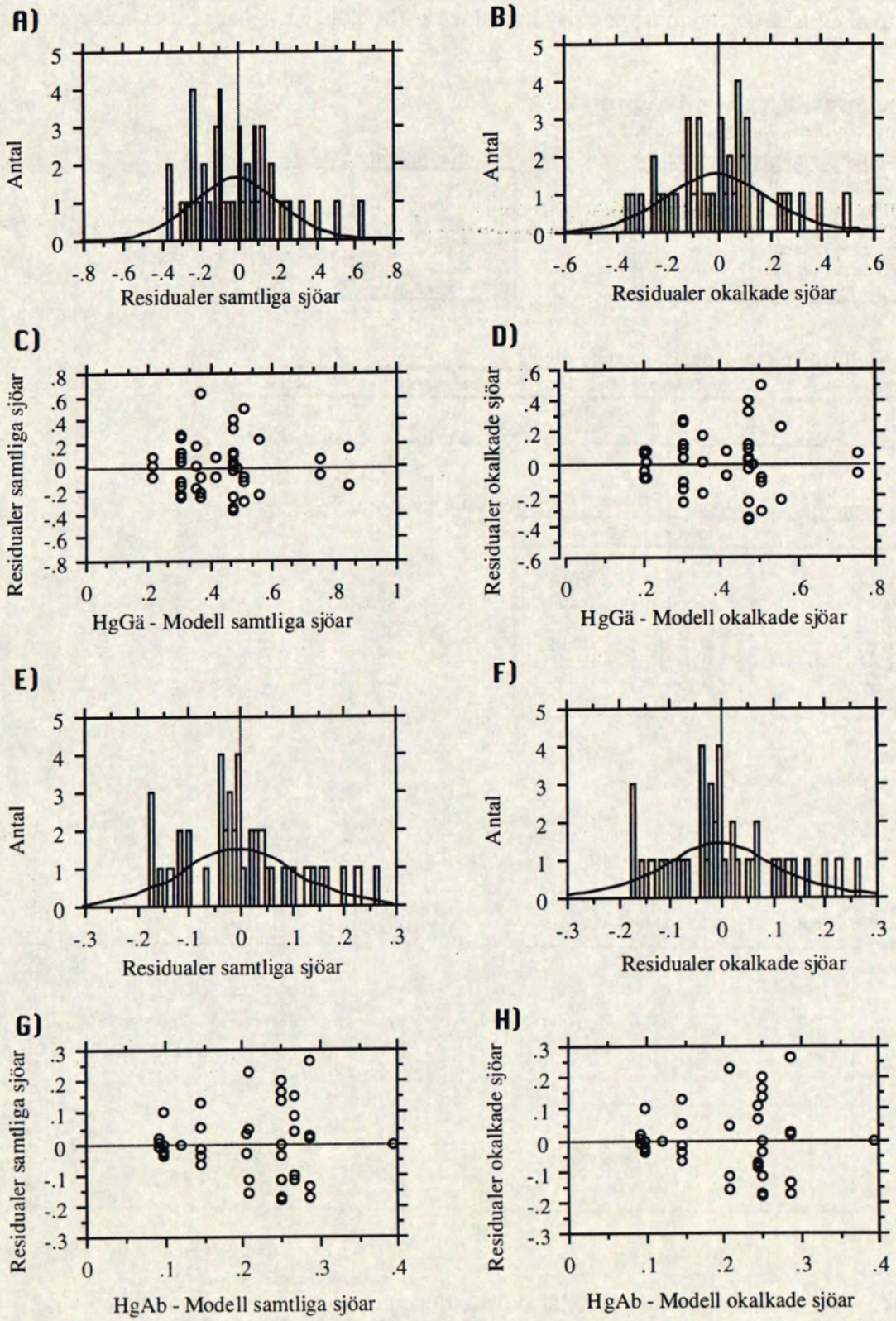
I STOCKHOLMS LÄN.

Anne Sironen Piia Väre

och

Länsstyrelsen i Stockholms län, 1993

Bilaga G



Figur 16. Normalfördelningsanalys av residualerna (den variations som ej förklaras av modellen) från variationsanalys (ANOVA, tab 8 &9) av kvicksilverhalterna i gädda (A-D) och abborre (E-H) mot avrinningsområdena. Figuren visar frekvensfördelningar av residualerna för dels det totala antalet sjöar (A & E), dels för okalkade sjöar (B & F), samt förhållandet mellan residualerna och modellvärden (C, D resp G & H). Linjerna i frekvensdiagrammen visar teoretisk normalfördelning.

Bilaga F:2

Tabell 14. Stegvis regression av normerade kvicksilverhalten i abborre mot 9 st vattenkemiska och sjömorfometriska parametrar för okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992

Sammanfattning Stegvis regression
HgAb-Norm okalkade sjöar mot
9 st oberoende parametrar

F-to-Enter	4
F-to-Remove	3.996
Number of Steps	1
Variables Entered	1
Variables Forced	0
Stepwise Procedure	Forward

Sammanfattning Steg 1

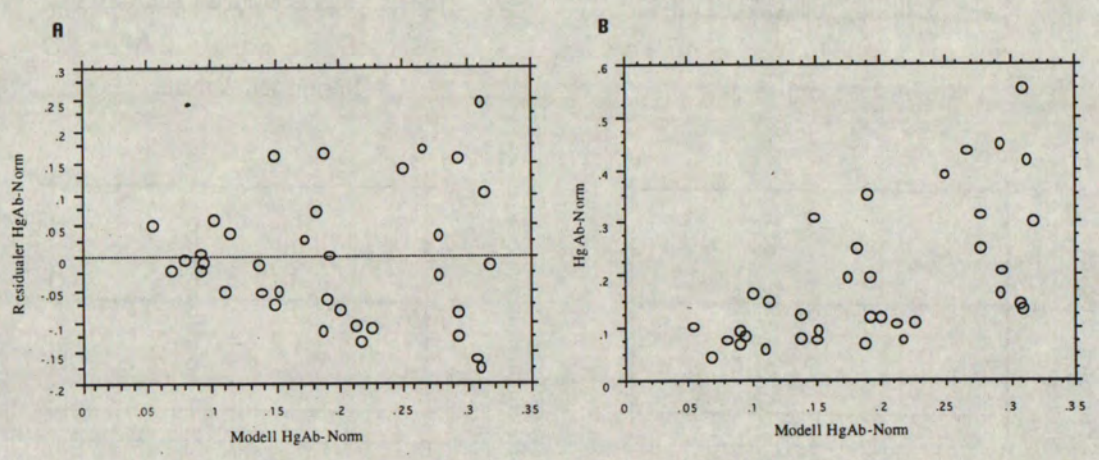
Count	36
Num. Missing	8
R	0.625
R Squared	0.391
Adjusted R Squared	0.373
RMS Residual	0.105

Modell HgAb-Norm okalkade sjöar Steg 1

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	F-to-Remove
Intercept	0.365	0.041	0.365	80.994
Kond	-0.007	0.002	-0.625	21.799

Variabler utanför modellen HgAb-Norm okalkade sjöar Steg 1

	Partial Cor.	F-to-Enter
H ö h	-0.161	0.877
pH	-0.020	0.013
Alk	-0.160	0.869
Färg	0.170	0.984
Tot-P	-0.124	0.518
Tot-N	-0.087	0.253
Ca	-0.159	0.859
Mg	-0.025	0.021



Figur 24. Residualer, d v s den del av variationen av y-parametern som ej kan förklaras av variationen av x-parametern (A) respektive HgAb-Norm (B) mot modellerade HgAb-Normvärden för okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992. Data från stegvis regression (tabell 14).

Bilaga F:1

Tabell 13. Stegvis regression av normerade kvicksilverhalten i gädda mot 9 st vattenkemiska och sjömorfometriska parametrar för okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992

Sammanfattning Stegvis regression
HgGä-Norm okalkade sjöar mot
9 st oberoende parametrar

F-to-Enter	4
F-to-Remove	3.996
Number of Steps	1
Variables Entered	1
Variables Forced	0
Stepwise Procedure	Forward

Sammanfattning Steg 1

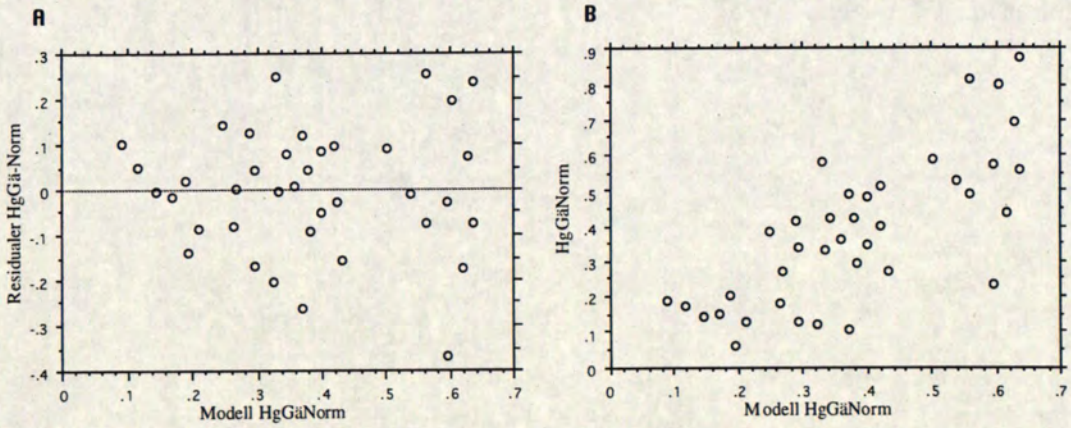
Count	38
Num. Missing	7
R	0.755
R Squared	0.57
Adjusted R Squared	0.558
RMS Residual	0.14

Modell HgGä-Norm okalkade sjöar Steg 1

	Coefficient	Std. Error	Std. Coeff.	F-to-Remove
Intercept	0.748	0.058	0.748	168.376
Kond (mS/m)	-0.015	0.002	-0.755	47.734

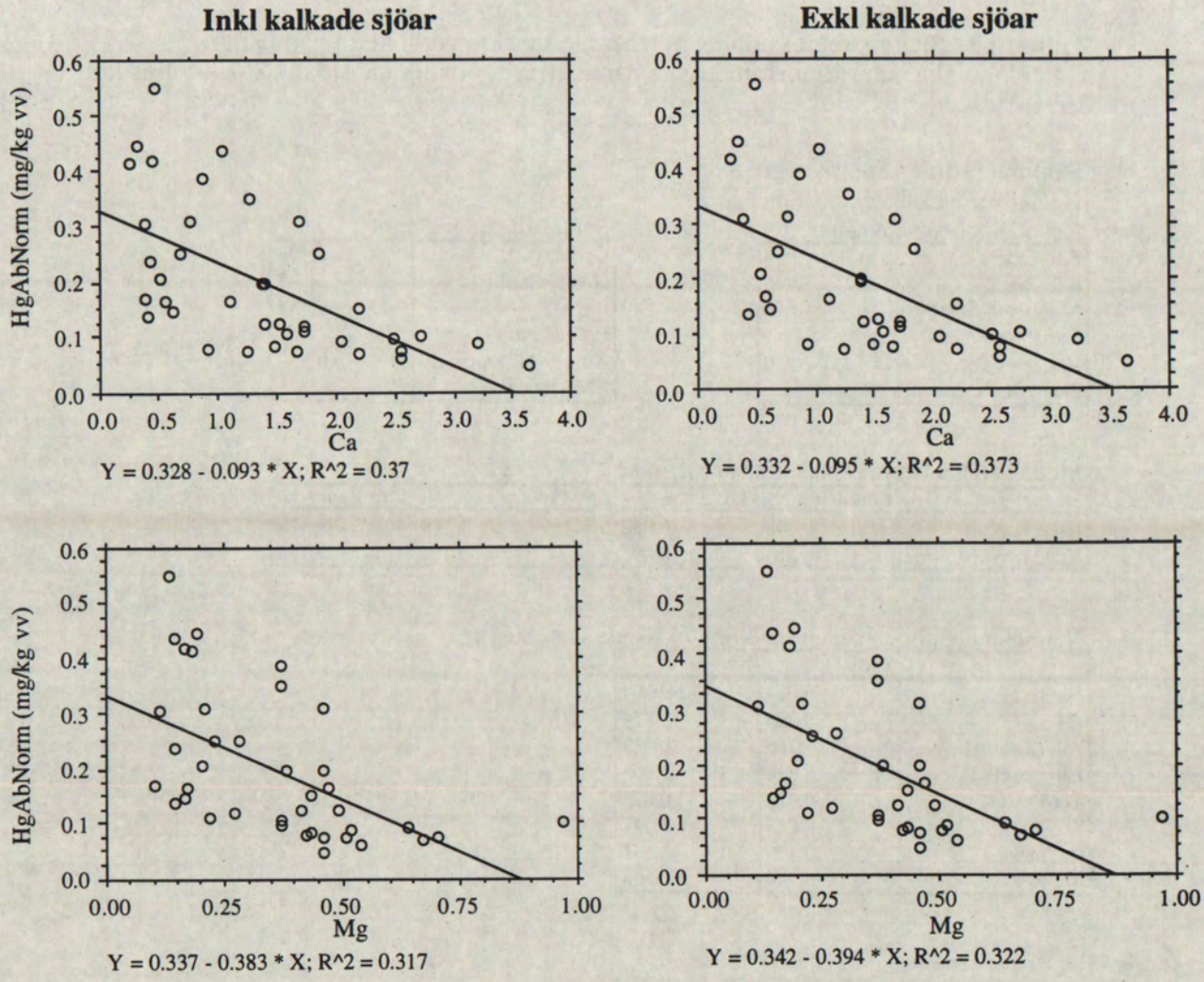
Variabler utanför modellen Gä-Norm okalkade sjöar Steg 1

	Partial Cor.	F-to-Enter
H ö h (m)	0.003	3.16E-04
pH	-0.295	3.329
Alk (mekv/l)	0.05	0.087
Färg (mgPt/l)	0.318	3.945
Tot-P (µg/l)	0.027	0.026
Tot-N (µg/l	0.037	0.047
Ca (mekv/l	0.179	1.153
Mg (mekv/l	-0.124	0.545



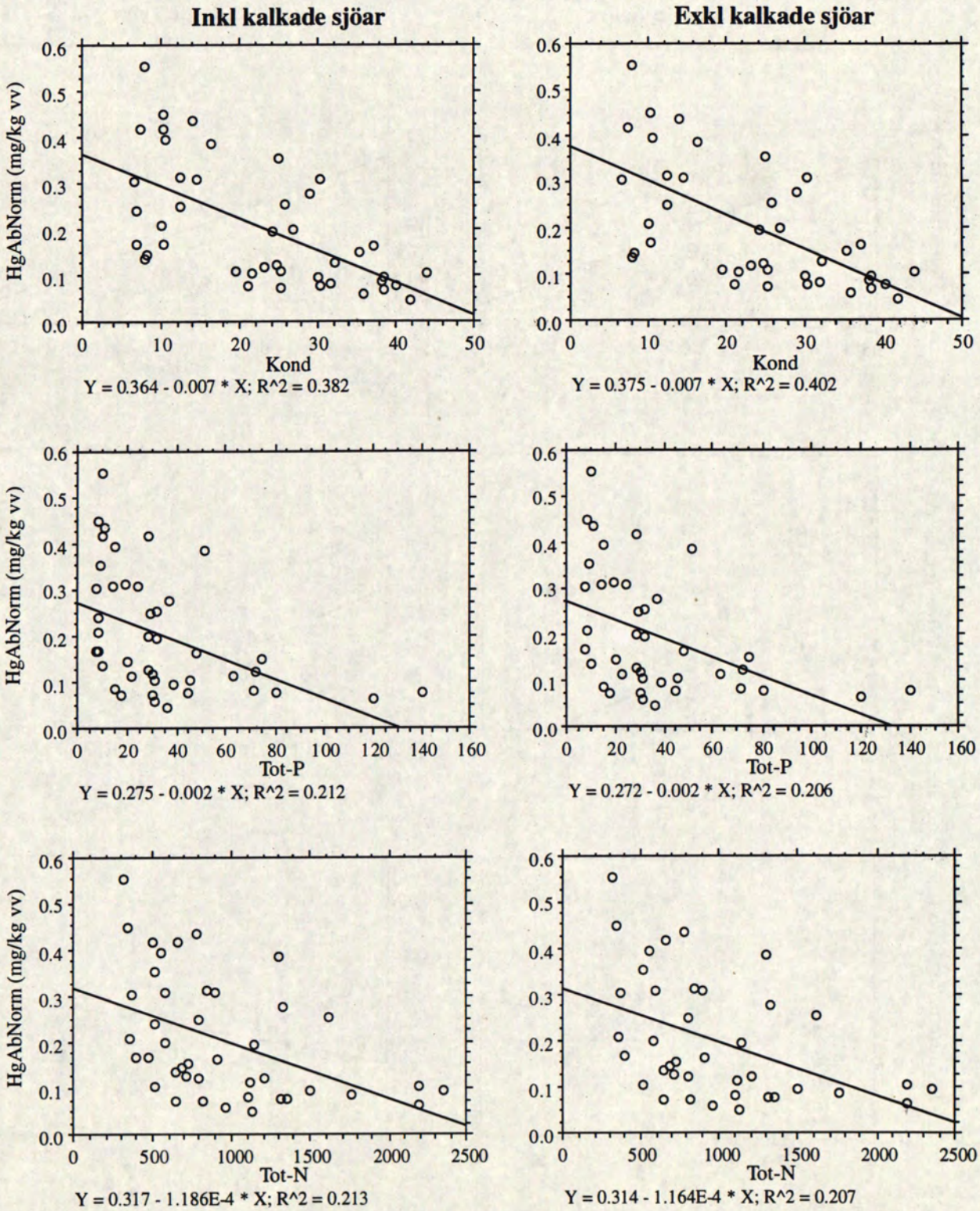
Figur 23. Residualer, d v s den del av variationen av y-parametern som ej kan förklaras av variationen av x-parametern (A) respektive HgGä-Norm (B) mot modellerade HgGä-Normvärden för okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992. Data från stegvis regression (tabell 13).

Bilaga E:6



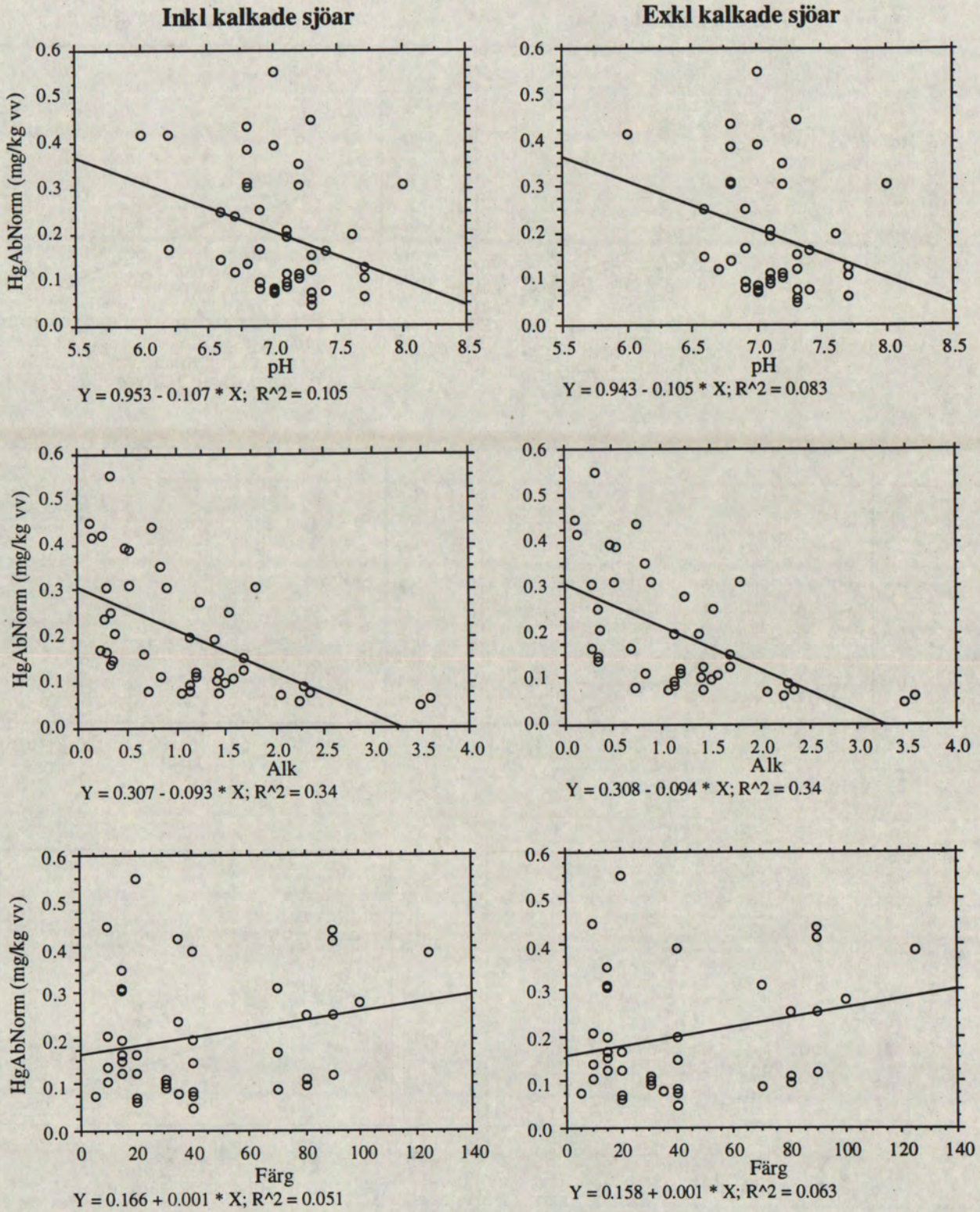
Figur 22. Linjära regressioner av kvicksilverhalten i abborre (HgAb-Norm) mot vattnets kalcium- och magnesiumhalt (Ca resp Mg) för dels totala antalet sjöar, dels okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga E:5



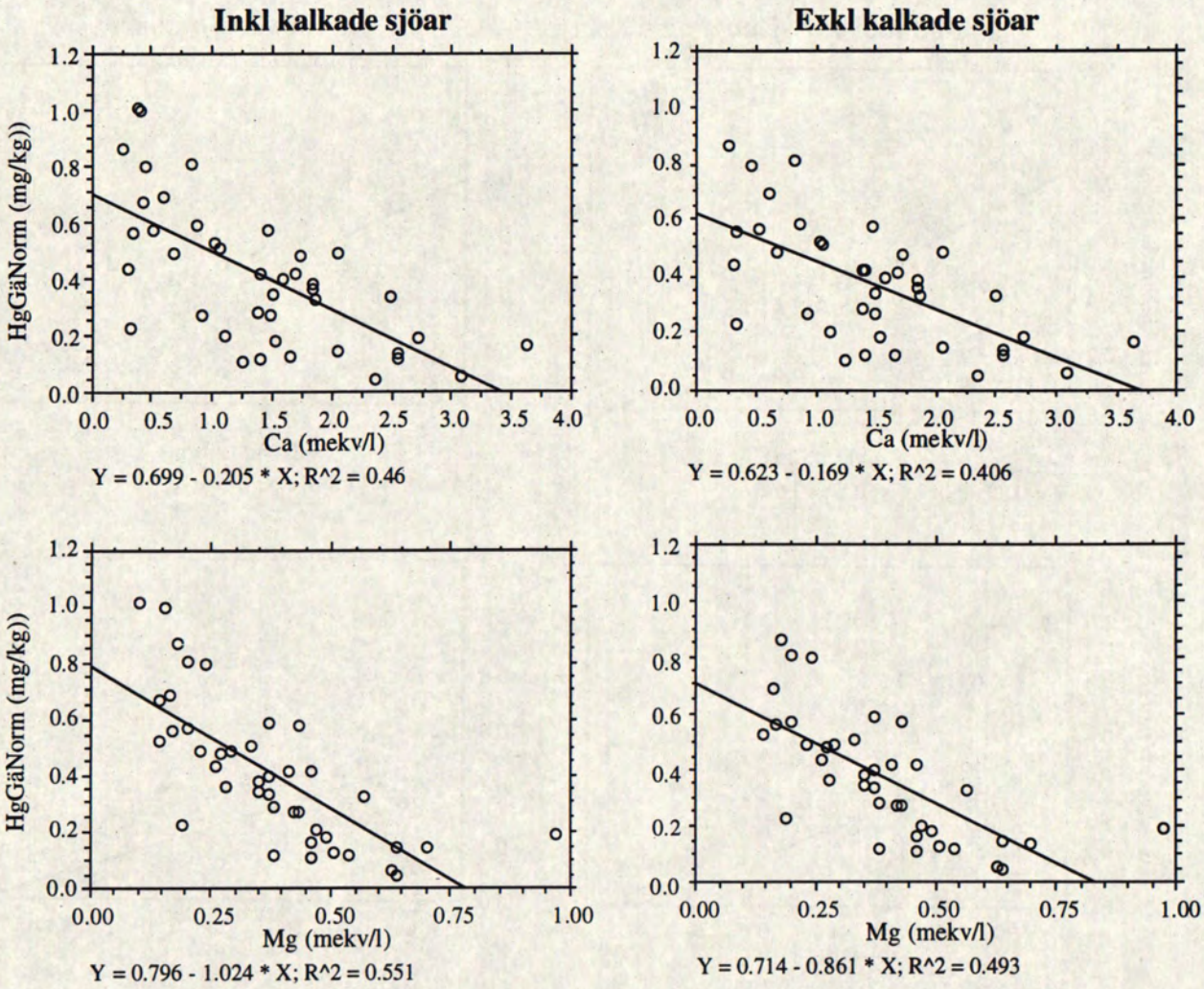
Figur 21. Linjära regressioner av kvicksilverhalten i abborre (HgAb-Norm) mot vattnets konduktivitet, totalfosfor- och totalkvävehalt, för dels totala antalet sjöar, dels okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga E:4



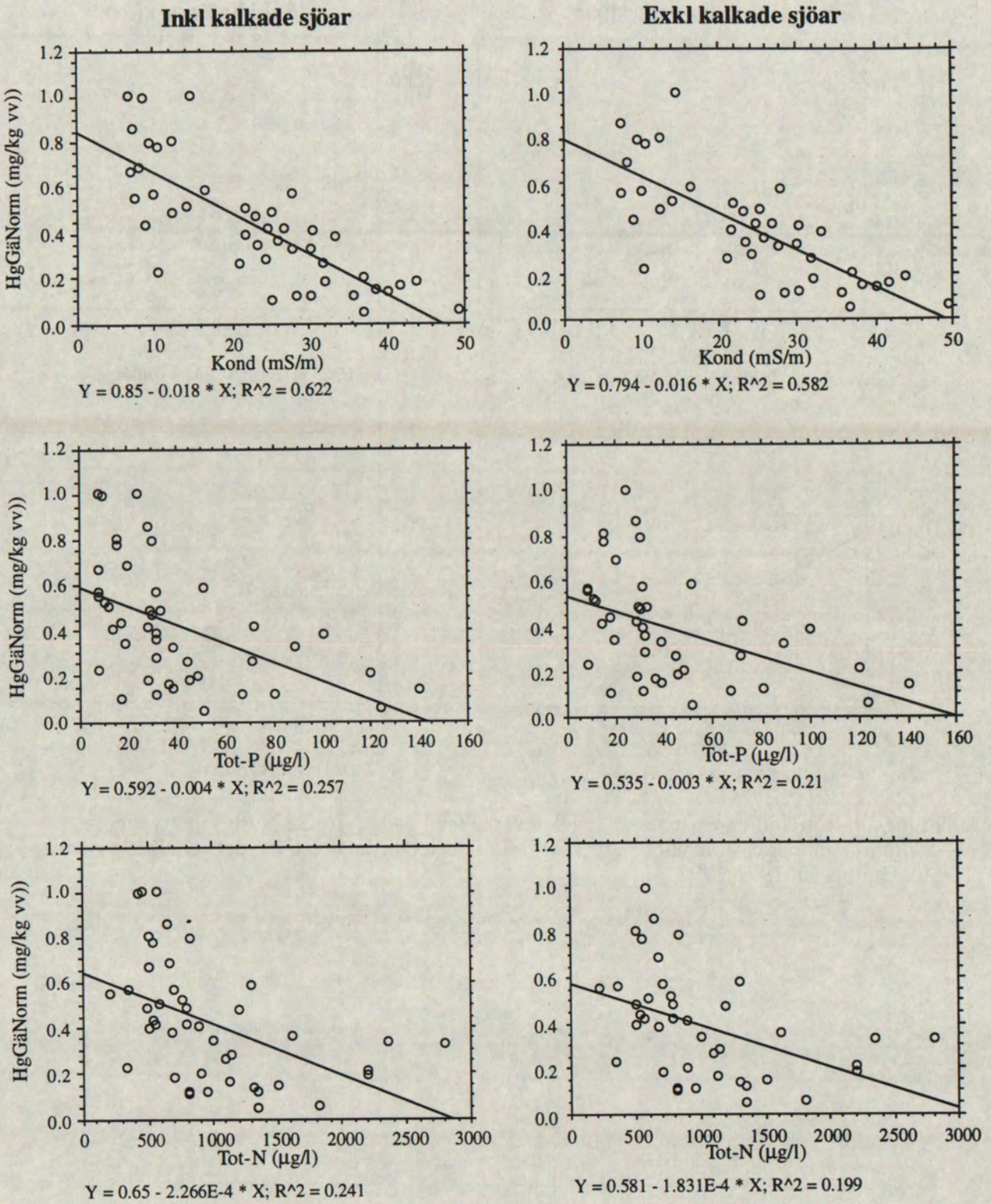
Figur 20. Linjära regressioner av kvicksilverhalten i abborre (HgAb-Norm) mot vattnets pH, alkalinitet och färgtal, för dels totala antalet sjöar, dels okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga E:3



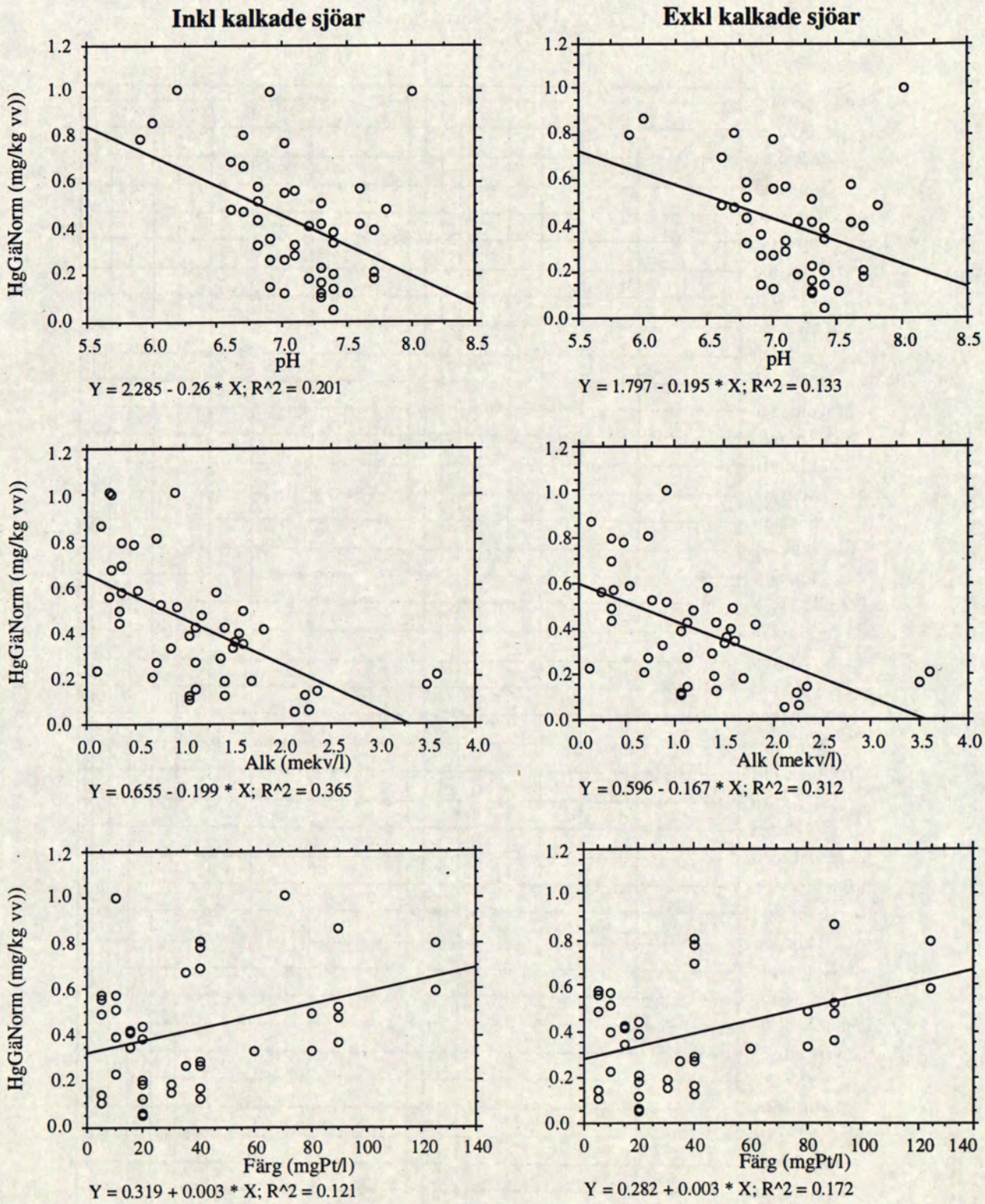
Figur 19. Linjära regressioner av kvicksilverhalten i gädda (HgGä-Norm) mot vattnets kalcium- och magnesiumhalt (Ca resp Mg) för dels totala antalet sjöar, dels okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga E:2



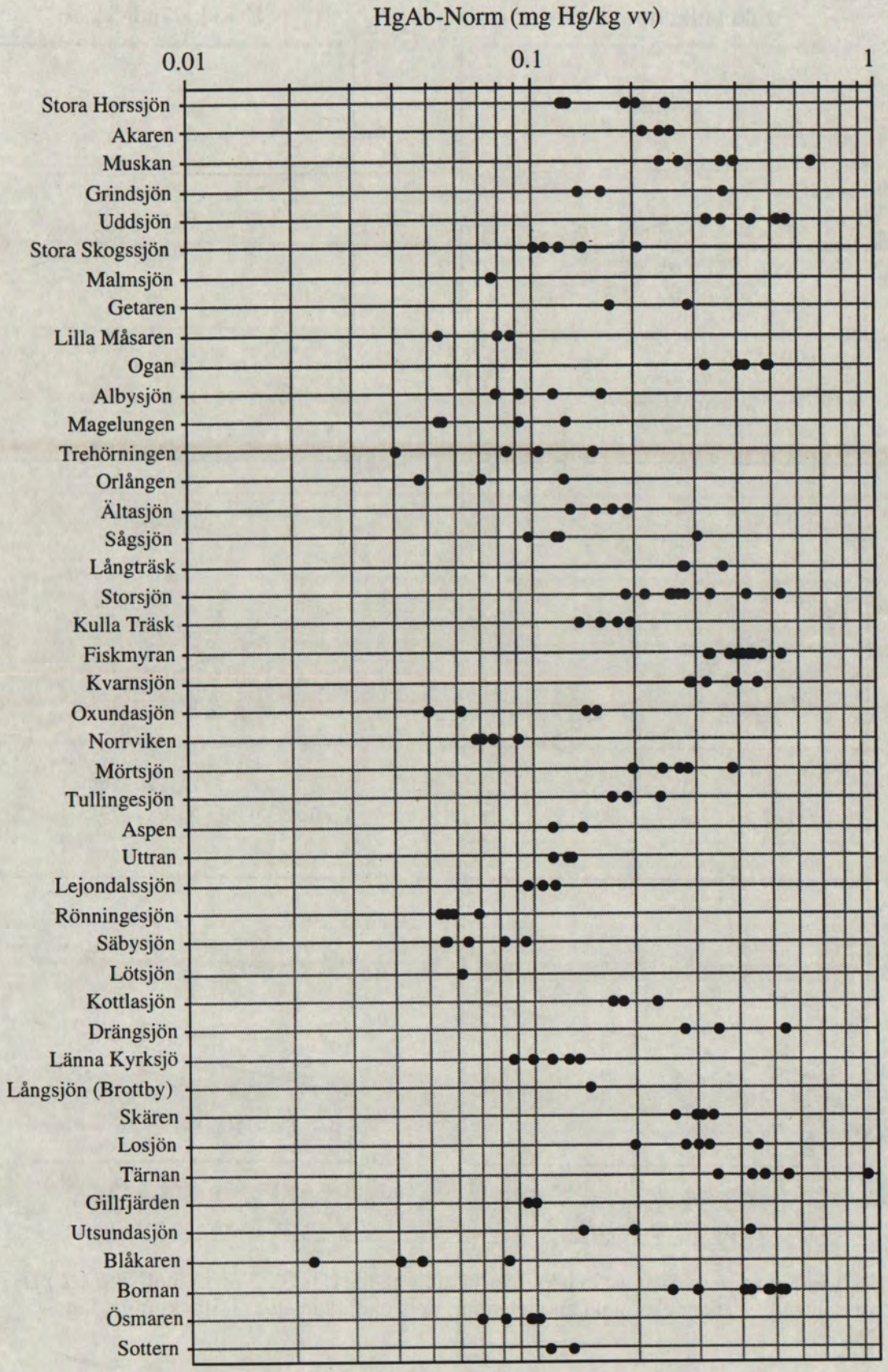
Figur 18. Linjära regressioner av kvicksilverhalten i gädda (HgGä-Norm) mot vattnets konduktivitet, totalfosfor- och totalkvävehalt, för dels totala antalet sjöar, dels okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga E:1



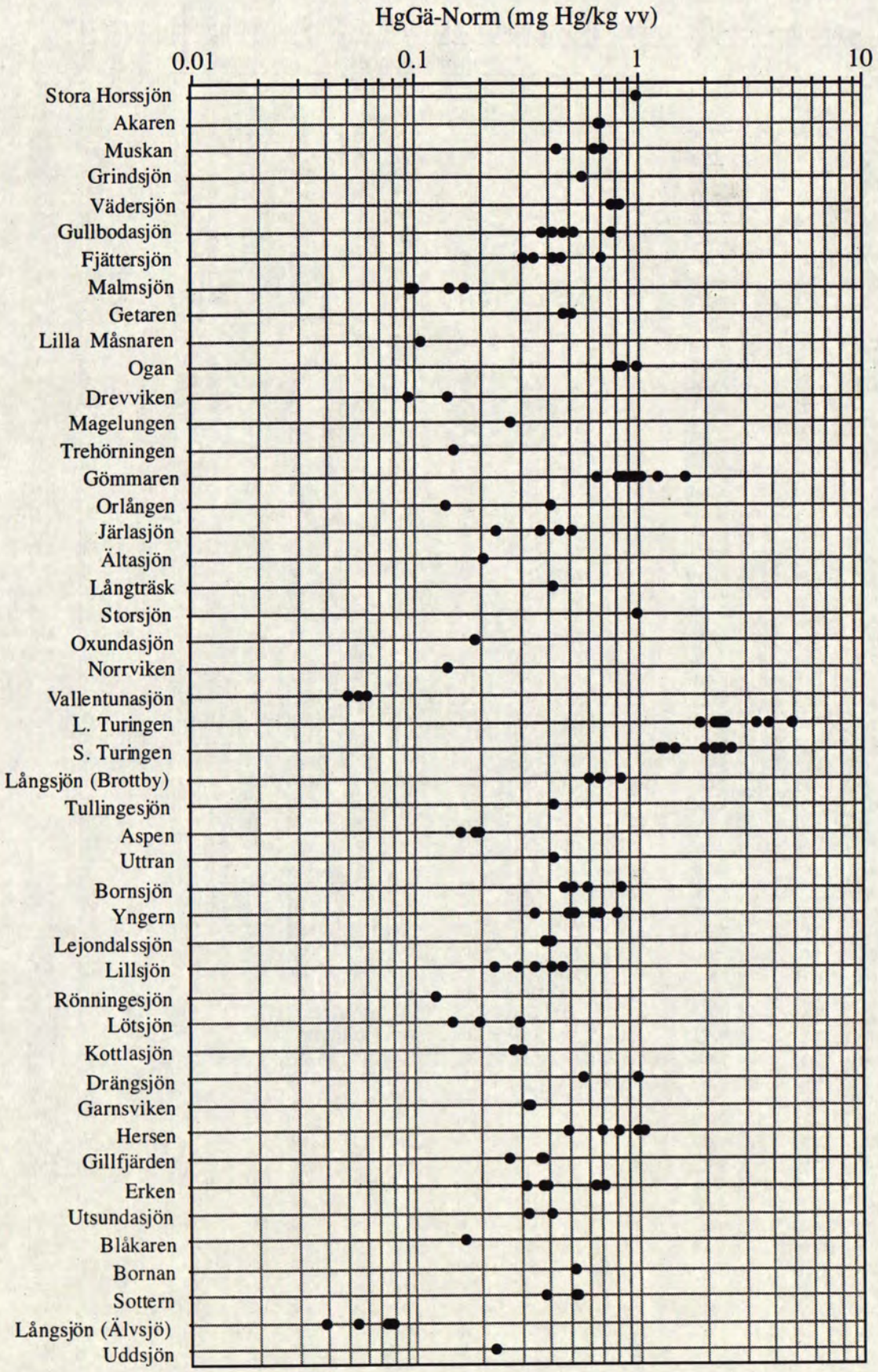
Figur 17. Linjära regressioner av kvicksilverhalten i gädda (HgGä-Norm) mot vattnets pH, alkalinitet och färgtal, för dels totala antalet sjöar, dels okalkade sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga D:2



Figur 11. Den sjövisa spridningen av normerade kvicksilverhalter i enskilda abborrar (normerade till 200-grams abborrar) från sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga D:1



Figur 10. Den sjövisa spridningen av normerade kvicksilverhalter i enskilda gäddor (normerade till 1-kilos gädda) från sjöar i Stockholms län 1991-1992.

Bilaga C:2

i Stockholms län från vilka fisk har undersökts m a p kvicksilverinnehåll 1991-1992

data			Vattenkemiska data												
Höh	Avr omr	Oms tid	Datum	Provdjup	pH	Alk	Färg	Kond	Tot-P	Tot-N	Ca	Mg	O2	O2	TOC
m	*km2*	*år*		*m*		*mekv/l*	*mg Pt/l*	*mS/m*	*µg/l*	*µg/l*	*mekv/l*	*mekv/l*	*mg/l*	*%*	*mg/l*
56.0	1.49	0.50	*900201	2	6.2	0.23	70	6.7	8	460	0.38	0.10	9.3	69	13.8
55.2	3.00	2.63	900205	2	6.7	0.25	35	6.9	8	510	0.42	0.14	11.8	85	9.6
24.3	79.20	0.50	900205	2	6.8	0.53	125	16.3	51	1300	0.86	0.37	9.8	70	12.4
31.9	6.25	10.00	900205	2	7.1	0.37	10	10.0	8	350	0.51	0.20	13.4	95	5.2
35.6	5.50		900206	1	5.9	0.35	125	9.5	30	830	0.46	0.24	3.8	27	13.6
5.0	0.43		850218	2.5	7.3	0.92	10	21.7	12	600	1.05	0.33	11.9	83	
12.0	0.25		820806	0	7.3	0.11	10	10.2	8	340	0.32	0.19	8.5	100	
21.7	2.50		900205	2	6.8	0.34	20	8.7	17	531	0.29	0.26	10.2	76	7.8
46.5	4.14		900206	2	6.8	0.33	10	7.7	10	640	0.40	0.14	12.8	95	10.5
13.7			910212	utlopp	7.0	1.41	40	30.1	80	1350	1.65	0.51	7.9	55	12.4
32.0	32.00		900206	2	6.6	0.34	80	12.3	29	790	0.68	0.23	11.0	76	13.6
27.5			900205	2	7.3	1.05	5	25.0	17	816	1.24	0.46	13.0	94	7.3
34.5			900201	2	6.0	0.13	90	7.3	28	650	0.26	0.18	11.4	82	14.1
13.7	237.00	0.08	880322	0	7.2	0.83	30	25.0	63				11.7	81	
19.3	217.00	1.10	900207	2	7.5	1.05	20	28.2	67	820	1.40	0.38	13.8	100	7.5
19.8	109.00	0.50	900207	2	7.0	1.12	40	31.7	71	1100	1.48	0.43			9.0
21.8	18.65	0.25	850214	1	6.9	1.12	30	38.4	38	1500	2.05	0.64	5.1	35	
45.7	2.00	1.25	900207	2	6.9	0.26	10	8.5	9	430	0.40	0.15	12.0	88	9.6
20.8	45.24	1.00	900206	2	6.9	0.71	35	20.9	44	1100	0.92	0.42	9.2	65	10.1
4.7	20.00	1.50	850214	2.5	7.4	1.05	20	33.1	100	680	1.85	0.35	9.8	70	
23.2	6.06	2.00	900207	2	7.4	0.67	20	37.1	48	900	1.10	0.47	15.8	116	9.5
2.0	2.38	5.10	850214	2.5	7.3	1.68	15	35.2	75	720	2.20	0.43	9.9	70	
4.0	0.78		900220	2	7.2	1.80	15	30.3	14	890	1.68	0.46	5.3	41	14.8
5.4	4.77	9.00	820323	1	8.0	0.90		14.4	24	580			10.8	99	
21.2	1.78	2.14	900207	2	6.9	0.28	15	10.1	7	390	0.55	0.17	12.5	90	8.1
29.3	2.60	0.94	900207	2	6.2	0.24	35	10.2	10	500	0.45	0.16	5.4	40	9.3
16.9	2.18		900208	2	7.2	0.83	15	24.9	9	510	1.26	0.37	10.8	79	10.5
0.3	270.00	0.11	900213	2	7.2	1.40	30	43.7	45	2200	2.72	0.97	9.6	70	8.1
3.5	94.00		900213	2	7.4	2.35	5	40.0	140	1310	2.56	0.70	5.5	42	9.9
20.0	0.17	0.33	810330	0		1.23	100	29.0	37	1334			0.7	5	
7.2	56.80	1.80	900213	2	7.4	2.12	20	36.8	51	1350	2.36	0.64	8.4	64	13.3
31.0	2.15	1.30	790212	2.8		2.26	20	49.4	124	1820	**3.09	**0.63			
0.3			900206	2	7.6	1.12	15	26.8	28	570	1.39	0.46	12.3	90	7.4
18.0	7.97		900206	1.3	7.7	1.68	20	32.0	28	710	1.52	0.49	11.2	85	11.3
17.2	25.00		900205	2	7.3	1.42	15	24.5	72	790	1.40	0.41	13.4	100	9.4
14.3	49.00		850307	2.5	7.6	1.32	5	27.7	31	710	1.45	0.43	10.9	75	
5.9			850211	2.5	6.9	0.44	75	13.7	41	950	0.80	0.23			
38.4	57.25		900201	2	7.0	0.23	5	7.4	8	212	0.34	0.17	13.5	97	5.3
18.8	16.50	5.00	900213	2	7.7	1.56	10	21.6	31	510	1.57	0.37	11.8	85	8.3
20.0	4.62	1.60	850225	2.5	7.4	1.60	15	23.2	19	1000	1.50	0.35			
6.9	6.11	2.10	900213	2	7.3	2.24	20	35.7	31	960	2.56	0.54	5.6	42	9.3
17.4	7.03	1.00	900213	1	7.0	2.06	20	38.3	30	640	2.20	0.67	2.0	15	13.3
4.0	1.00	0.40	910206		7.7	3.60			120	2200			2.9		
11.3	2.49	1.80	900212	2	7.1	1.37	40	24.3	32	1140	1.38	0.38	10.0	75	11.5
36.6	3.28	2.75	870226	utlopp	7.0	0.47	40	10.4	15	550			13.3	91	
1.4	400.00		900213	2	6.8	0.86	60	27.6	89	2800	1.86	0.57	9.2	66	12.3
8.8	89.84	0.40	900221	2	7.1	1.18	80	19.5	22	1120	1.73	0.22	10.4	75	14.3
29.8	18.30	0.67	900213	2	6.6	0.35	40	8.0	20	670	0.60	0.16	9.2	66	10.1
49.1	2.40	2.14	900213	2	6.8	0.28	15	6.6	7	360	0.38	0.11	11.8	86	9.2
14.3	95.90	0.07	920212	2	6.8	0.51	70	12.3	19	830	0.76	0.21	13.0	93	13.4
39.9	13.90	1.75	900213	2	7.0	0.32	20	7.7	10	310	0.47	0.13	11.9	87	8.1
35.8	10.25	0.67	900213	2	6.7	0.72	40	12.3	15	500	0.82	0.20	7.7	56	11.4
0.0	227.00	0.09	900221	2	7.1	1.50	80	30.0	38	2350	2.49	0.37	10.7	76	11.3
11.1	141.00	6.45	900219	2	7.8	1.59	5	25.1	33	490	2.05	0.29	13.9	98	9.4
4.0	27.00		900219	2	6.9	1.52	90	25.8	32	1620	1.84	0.28	3.8	27	19.0
1.0	2.90	1.00	900219	2	7.3	3.49	40	41.7	36	1130	3.64	0.46	1.0	7	16.4
16.5			900219	2	6.8	0.76	90	13.9	11	770	1.03	***0.14	7.3	53	21.0
4.8			900221	1	7.1	2.27	70	38.0	15	1760	3.20	0.52	3.2	24	19.2
9.8	52.50		900219	2	6.7	1.18	90	23.1	30	1200	1.72	0.27	5.1	36	17.0

Bilaga C:1

Tabell 3. Morfometriska och vattenkemiska data samt X- och Y-koordinater för de sjöar

Avr omr	Sjönr	Sjönamn	X-koord	Y-koord	Kommun	Morfometriska			
						Area	Maxdjup	Medeldjup	Volym
						km2	m	m	m3
63	10	ST HORSSJÖN	655328	159158	SÖDERTÄLJE	0.054	5.5	3.2	170 000
63	12	AKAREN	655152	159244	SÖDERTÄLJE	0.383	9.0	4.5	1 740 000
62/63	44	MUSKAN	654353	162104	NYNÄSHAMN	1.650	15.8	7.4	12 251 000
62/63	47	GRINDSJÖN	655284	161919	NYNÄSHAMN	1.390	19.5	9.0	11 960 000
62/63	49	VÄDERSJÖN	655543	162441	NYNÄSHAMN	0.310	1.5		
62/63	59	GULDBODASJÖN	654111	163058	HANINGE	0.096	7.0		
62/63	60	UDDSJÖN	654076	162966	HANINGE	0.069			
62/63	65	FJÄTTERSJÖN	653600	162119	NYNÄSHAMN	0.570	4.8		
62/63	85	ST SKOGSSJÖN	655930	162013	BOTKYRKA	0.738	5.0		
62/63	89	MALMSJÖN	656114	161514	BOTKYRKA	0.893	6.0	3.9	3 490 000
62/63	96	GETAREN	656040	161753	BOTKYRKA	0.796	4.3		
62/63	109	MÅSNAREN	656092	160258	SÖDERTÄLJE	3.450	7.0	2.6	8 990
62/63	124	OGAN	655476	159515	SÖDERTÄLJE	0.580	6.6	4.1	2 390 000
62	2	ALBYSJÖN	656984	164254	TYRESÖ	0.862	11.8	5.0	4 000 000
62	7	DREVVIKEN	656793	163709	STHLM/HUDDINGE/TYRESÖ/HANINGE	5.680	15.4	7.0	
62	26	MAGELUNGEN	657041	163174	STOCKHOLM/HUDDINGE	2.410	13.4	5.1	12 100 000
62	28	TREHÖRNINGEN	656931	162687	HUDDINGE	0.650	4.0	2.1	
62	29	GÖMMAREN	657213	162120	HUDDINGE	0.214	5.0	3.1	640 000
62	30	ORLÅNGEN	656833	162888	HUDDINGE	2.900	10.0	4.5	11 000 000
61/62	2	JÄRLASJÖN	657791	163301	NACKA	0.854	22.4	9.4	8 030 000
61/62	7	ÄLTASJÖN	657393	163395	NACKA/STOCKHOLM	0.840	4.9	3.1	2 450 000
61/62	23	SÅGSJÖN	658321	164067	NACKA	0.325	19.4	8.6	2 692 000
61/62	66	LÅNGTRÄSKET	658479	166267	VÄRMDÖ	0.084	4.0		
61/62	119	STORSJÖN	657464	165993	VÄRMDÖ	1.050	16.0	7.9	8 240 000
61/62	126	KULLATRÄSKET	657424	165233	VÄRMDÖ	0.206	6.5	3.5	720 000
61/62	139	FISKMYRAN	657432	164889	VÄRMDÖ	0.260	6.8	2.2	542 000
61/62	148	KVARNSJÖN	658026	164732	VÄRMDÖ	0.140	11.7		
61	7	OXUNDASJÖN	660637	161566	UPPLANDS VÄSBY/SIGTUNA	1.600	6.0	3.3	5 300 000
61	15	NORRVIKEN	659728	161988	UPPLANDS VÄSBY/SOLLENTUNA	2.670	12.5	5.4	
61	19	MÖRTSJÖN	659454	162523	TÄBY	0.047	5.5	3.2	147 000
61	22	VALLENTUNASJÖN	659771	162546	VALLENTUNA/TÄBY	6.100	5.7	2.7	15 400 000
61	91	LÅNGSJÖN	657450	162262	HUDDINGE/STOCKHOLM	0.280	4.0	2.3	650 000
61	93	TULLINGESJÖN	656939	161809	BOTKYRKA	1.800	24.0		
61	94	ASPEN	656832	161545	BOTKYRKA	1.520	2.5		
61	102	UTTRAN	656562	161394	BOTKYRKA/SALEM/SÖDERTÄLJE	2.400	16.0	6.4	15 400 000
61	109	BORNSJÖN	657245	160890	SÖDERTÄLJE	6.700	17.0		59 600 000
61	28/129	TURINGEN	656875	159257	SÖDERTÄLJE	1.020	10.0	5.0	
61	36/137	YNGERN	656206	159170	SÖDERTÄLJE	14.400	24.5		
61	148	LEJONDALSSJÖN	660523	160785	UPPLANDS-BRO	3.000	14.0	7.4	20 900 000
61	150	LILLSJÖN	659771	160733	UPPLANDS-BRO	0.583	9.5	6.2	
60/61	10	RÖNNINGESJÖN	659479	163100	TÄBY	0.700	4.7	2.9	2 010 000
60/61	17	SÄBYSJÖN	659147	161733	JÄRFÄLLA	0.880	2.0	1.7	1 400 000
60/61	19	LÖTSJÖN	658545	162319	SUNDBYBERG	0.060	2.9	1.5	90 000
60/61	21	KOTTLASJÖN	658281	163532	LIDINGÖ	0.270	7.5	2.7	739 000
60	1	DRÄNGSJÖN	660179	164313	ÖSTERÅKER	0.313	11.1	6.0	1 906 000
60	4	GARNSVIKEN	660018	163987	ÖSTERÅKER/VALLENTUNA	2.170	10.0	4.9	10 640 000
59/60	62	LÄNNA KYRKSJÖ	662114	166021	NORRTÄLJE	2.500	9.8	3.7	7 910 000
59/60	93	LÅNGSJÖN	661319	164670	NORRTÄLJE/VALLENTUNA	0.702	8.0	3.9	2 760 000
59/60	95	SKÄREN	661382	164532	NORRTÄLJE/VALLENTUNA	0.290	6.0	4.1	1 133 000
59/60	116	LOSJÖN	660794	165566	ÖSTERÅKER	0.448	7.1		1 400 000
59/60	138	TÄRNAN	660688	164478	VALLENTUNA	1.000	11.5		5 070 000
59/60	145	HERSEN	660952	164720	VALLENTUNA	0.542	7.0		1 580 000
58	1	GILLFJÄRDEN	663291	166628	NORRTÄLJE	0.920	12.5	5.0	4 570 000
58	11	ERKEN	664060	165948	NORRTÄLJE	23.700	20.6	9.0	213 500 000
57/58	8	UTSUNDASJÖN	666820	165892	NORRTÄLJE	0.450	3.0		
57/58	13	BLÅKAREN	667168	165735	NORRTÄLJE	0.282	3.5		
57/58	20	BORNAN	665517	166624	NORRTÄLJE	3.930	3.5		
57/58	60	ÖSMAREN	664222	166844	NORRTÄLJE	1.510			
57	64	SOTTERN	664445	164905	NORRTÄLJE	2.121	2.5		

* = Tot-P, Tot-N, Ca, Mg samt syrgas från prov taget 911211

** = Approximerat m h a förhållandet [Mg] = 0.123+0.164*[Ca]. Totalhalten Ca+Mg = 3.72 mekv/l

*** = 1.43 enl protokoll, orimligt med hänsyn till tidigare mätningar samt [Ca]

Bilaga B:4

Tabell 2 forts. Längd och vikt, samt kvicksilver- och normerade kvicksilverhalter för abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992

61/62	148	Kvarnsjön	250	27	-91	0.36	0.29
61/62	148	Kvarnsjön	250	28	-91	0.57	0.46
61/62	148	Kvarnsjön	300	29	-91	0.49	0.33
61	7	Oxundasjön	440	30	-91	0.14	0.06
61	7	Oxundasjön	150	24	-91	0.12	0.16
61	7	Oxundasjön	400	30	-91	0.10	0.05
61	7	Oxundasjön	235	25	-91	0.17	0.15
61	15	Norrviken	445	30	-91	0.20	0.09
61	15	Norrviken	475	29	-91	0.18	0.08
61	15	Norrviken	500	31	-91	0.17	0.07
61	15	Norrviken	520	32	-91	0.19	0.07
61	19	Mörtsjön	220	25	-91	0.32	0.29
61	19	Mörtsjön	225	27	-91	0.31	0.27
61	19	Mörtsjön	270	28	-91	0.52	0.39
61	19	Mörtsjön	275	28	-91	0.34	0.24
61	19	Mörtsjön	420	33	-91	0.42	0.20
61	93	Tullingesjön	225	20	-91	0.27	0.24
61	93	Tullingesjön	250	27	-91	0.21	0.17
61	93	Tullingesjön	500	32	-91	0.48	0.19
61	94	Aspen	205	27	-91	0.12	0.12
61	94	Aspen	230	27	-91	0.16	0.14
61	102	Uttran	306	27*	-91	0.18	0.12
61	102	Uttran	369	29*	-91	0.24	0.13
61	102	Uttran	443	31*	-91	0.28	0.13
61	102	Uttran	494	32*	-91	0.33	0.13
61	148	Lejondalssjön	300	25	-91	0.16	0.11
61	148	Lejondalssjön	300	25	-91	0.18	0.12
61	148	Lejondalssjön	345	21	-91	0.17	0.10
60/61	10	Rönningesjön	250	25	-91	0.07	0.05
60/61	10	Rönningesjön	265	25	-91	0.08	0.06
60/61	10	Rönningesjön	300	27	-91	0.11	0.07
60/61	10	Rönningesjön	310	27	-91	0.09	0.06
60/61	17	Säbysjön	175	23	-91	0.08	0.10
60/61	17	Säbysjön	200	25	-91	0.07	0.07
60/61	17	Säbysjön	200	24	-91	0.08	0.08
60/61	17	Säbysjön	205	25	-91	0.06	0.06
60/61	17	Säbysjön	270	27	-91	0.08	0.06
60/61	19	Lötsjön	700	35	-91	0.22	0.06
60/61	21	Kottlasjön	205	25	-91	0.19	0.19
60/61	21	Kottlasjön	210	25	-91	0.18	0.17
60/61	21	Kottlasjön	230	25	-91	0.27	0.23
60	1	Drängsjön	393	27	-92	0.55	0.28
60	1	Drängsjön	313	25	-92	0.55	0.35
60	1	Drängsjön	118	19	-92	0.32	0.55
59/60	62	Länna Kyrksjö	200	24	-91	0.13	0.13
59/60	62	Länna Kyrksjö	200	24	-91	0.12	0.12
59/60	62	Länna Kyrksjö	225	24	-91	0.10	0.09
59/60	62	Länna Kyrksjö	225	25	-91	0.15	0.14
59/60	62	Länna Kyrksjö	275	27	-91	0.14	0.10
59/60	93	Långsjön (Brottby)	350	27	-91	0.26	0.15
59/60	95	Skären	135	21	-91	0.21	0.31
59/60	95	Skären	175	23	-91	0.27	0.31
59/60	95	Skären	150	22	-91	0.26	0.34
59/60	95	Skären	150	22	-91	0.23	0.30
59/60	95	Skären	300	28	-91	0.39	0.26
59/60	116	Losjön	150	23	-91	0.21	0.28
59/60	116	Losjön	200	23	-91	0.33	0.33
59/60	116	Losjön	200	24	-91	0.30	0.30
59/60	116	Losjön	175	22	-91	0.40	0.46
59/60	116	Losjön	300	26	-91	0.30	0.20
59/60	138	Tärnan	100	21	-91	0.28	0.56
59/60	138	Tärnan	200	25	-91	0.44	0.44
59/60	138	Tärnan	150	22	-91	0.26	0.35
59/60	138	Tärnan	175	24	-91	0.42	0.48
59/60	138	Tärnan	150	23	-91	0.71	0.95
58	1	Gillfjärden	275	25	-91	0.14	0.10
58	1	Gillfjärden	325	27	-91	0.16	0.10
57/58	8	Utsundasjön	265	27	-91	0.57	0.43
57/58	8	Utsundasjön	375	29	-91	0.37	0.20
57/58	8	Utsundasjön	460	31	-91	0.32	0.14
57/58	13	Blåkaren	275	28	-91	0.07	0.05
57/58	13	Blåkaren	275	27	-91	0.03	0.02
57/58	13	Blåkaren	265	27	-91	0.05	0.04
57/58	13	Blåkaren	300	28	-91	0.13	0.08
57/58	20	Bornan	240	26	-92	0.58	0.48
57/58	20	Bornan	190	25	-92	0.49	0.52
57/58	20	Bornan	270	27	-92	0.73	0.54
57/58	20	Bornan	225	20	-92	0.55	0.49
57/58	20	Bornan	485	33	-91	0.99	0.41
57/58	20	Bornan	386	22	-91	0.58	0.30
57/58	20	Bornan	350	25	-91	0.45	0.25
57/58	20	Bornan	378	28	-91	0.82	0.43
57/58	20	Bornan	256	22	-91	0.67	0.52
57/58	60	Ösmaren	200	23	-91	0.10	0.10
57/58	60	Ösmaren	230	25	-91	0.12	0.10
57/58	60	Ösmaren	240	25	-91	0.12	0.10
57/58	60	Ösmaren	250	25	-91	0.10	0.08
57/58	60	Ösmaren	310	25	-91	0.11	0.07
57	64	Sottern	350	27	-91	0.23	0.13
57	64	Sottern	400	29	-91	0.22	0.11

* = Längden uppskattad m h a vikten enl Vikt = 0.039*Längd^2.71

** = Kvicksilverhalter normerade till abborre med vikten 200 g. enl HgAb-Norm = 0.2*HgAb/Vikt

Bilaga B:3

Tabell 2. Längd och vikt, samt kvicksilver- och normerade kvicksilverhalter för abborre från sjöar i Stockholms län 1991-1992

Avr omr	Sjönr	Sjönamn	Vikt g	Längd cm	Fångstår	HgAb mg/kg vv	HgAbNorm** mg/kg vv
63	10	Stora Horssjön	598	35*	-91	0.58	0.20
63	10	Stora Horssjön	572	34*	-91	0.37	0.13
63	10	Stora Horssjön	527	33*	-91	0.33	0.13
63	10	Stora Horssjön	482	32*	-91	0.50	0.21
63	10	Stora Horssjön	459	32*	-91	0.29	0.13
63	10	Stora Horssjön	418	31*	-91	0.53	0.25
63	12	Akaren	300	25	-91	0.36	0.24
63	12	Akaren	400	29	-91	0.52	0.26
63	12	Akaren	375	28	-91	0.41	0.22
62/63	44	Muskan	470	32*	-91	0.56	0.24
62/63	44	Muskan	300	27*	-91	0.41	0.28
62/63	44	Muskan	120	19*	-91	0.40	0.66
62/63	44	Muskan	320	28	-92	0.59	0.37
62/63	44	Muskan	315	27	-92	0.63	0.40
62/63	47	Grindsjön	500	31	-91	0.41	0.16
62/63	47	Grindsjön	70	18	-91	0.13	0.37
62/63	47	Grindsjön	500	32	-91	0.35	0.14
62/63	47	Grindsjön	300	26	-91	0.25	0.16
62/63	60	Uddsjön	115	18	-91	0.26	0.45
62/63	60	Uddsjön	100	18	-91	0.17	0.33
62/63	60	Uddsjön	110	19	-91	0.29	0.53
62/63	60	Uddsjön	175	22	-91	0.32	0.37
62/63	60	Uddsjön	100	18	-91	0.28	0.57
62/63	85	Stora Skogssjön	275	28	-91	0.17	0.12
62/63	85	Stora Skogssjön	275	26	-91	0.14	0.10
62/63	85	Stora Skogssjön	310	27	-91	0.17	0.11
62/63	85	Stora Skogssjön	325	27	-91	0.24	0.15
62/63	85	Stora Skogssjön	350	29	-91	0.36	0.21
62/63	89	Malmsjön	235	27	-91	0.09	0.08
62/63	96	Getaren	250	25	-91	0.36	0.29
62/63	96	Getaren	310	26	-91	0.45	0.29
62/63	96	Getaren	500	30	-91	0.43	0.17
62/63	109	Lilla Måsnaren	350	29	-91	0.09	0.05
62/63	109	Lilla Måsnaren	275	27	-91	0.12	0.09
62/63	109	Lilla Måsnaren	275	27	-91	0.11	0.08
62/63	124	Ogan	330	27	-91	0.71	0.43
62/63	124	Ogan	250	26	-91	0.63	0.50
62/63	124	Ogan	230	24	-91	0.38	0.33
62/63	124	Ogan	240	25	-91	0.49	0.41
62/63	124	Ogan	660	35	-92	1.09	0.33
62/63	124	Ogan	350	28	-92	0.86	0.49
62	2	Albysjön	550	34*	-91	0.22	0.08
62	2	Albysjön	450	31*	-91	0.21	0.09
62	2	Albysjön	390	30*	-91	0.23	0.12
62	2	Albysjön	250	25*	-91	0.20	0.16
62	26	Magelungen	465	28	-91	0.13	0.06
62	26	Magelungen	575	31	-91	0.36	0.13
62	26	Magelungen	575	31	-91	0.27	0.09
62	26	Magelungen	700	30	-91	0.19	0.05
62	28	Trehörningen	500	30	-91	0.10	0.04
62	28	Trehörningen	350	28	-91	0.19	0.11
62	28	Trehörningen	525	31	-91	0.23	0.09
62	28	Trehörningen	355	28	-91	0.28	0.16
62	30	Orlången	310	25	-91	0.11	0.07
62	30	Orlången	225	19	-91	0.14	0.13
62	30	Orlången	375	27	-91	0.09	0.05
61/62	7	Ältasjön	200	25	-91	0.13	0.13
61/62	7	Ältasjön	245	28	-91	0.24	0.19
61/62	7	Ältasjön	250	25*	-91	0.22	0.17
61/62	7	Ältasjön	325	29	-91	0.26	0.16
61/62	23	Sågsjön	115	22	-91	0.18	0.31
61/62	23	Sågsjön	200	25	-91	0.12	0.12
61/62	23	Sågsjön	200	25	-91	0.12	0.12
61/62	23	Sågsjön	645	34	-91	0.40	0.12
61/62	23	Sågsjön	665	36	-91	0.33	0.10
61/62	66	Långträsk	270	26	-91	0.38	0.28
61/62	66	Långträsk	280	27	-91	0.52	0.37
61/62	66	Långträsk	240	26	-91	0.34	0.28
61/62	119	Storsjön	570	35	-92	0.54	0.19
61/62	119	Storsjön	409	31	-92	0.53	0.26
61/62	119	Storsjön	130	20	-92	0.19	0.28
61/62	119	Storsjön	210	25	-92	0.45	0.43
61/62	119	Storsjön	200	25	-92	0.53	0.53
61/62	119	Storsjön	300	29	-91	0.39	0.26
61/62	119	Storsjön	380	32	-91	0.64	0.34
61/62	119	Storsjön	395	31	-91	0.54	0.27
61/62	119	Storsjön	525	33	-91	0.57	0.22
61/62	126	Kulla Träsk	500	31	-91	0.49	0.20
61/62	126	Kulla Träsk	520	32	-91	0.46	0.18
61/62	126	Kulla Träsk	540	33	-91	0.43	0.16
61/62	126	Kulla Träsk	780	36	-91	0.54	0.14
61/62	139	Fiskmyran	195	24	-91	0.46	0.47
61/62	139	Fiskmyran	220	25	-91	0.59	0.53
61/62	139	Fiskmyran	250	26	-91	0.52	0.42
61/62	139	Fiskmyran	275	26	-91	0.46	0.33
61/62	139	Fiskmyran	300	27	-91	0.51	0.34
61/62	139	Fiskmyran	310	27	-92	0.59	0.38
61/62	139	Fiskmyran	240	26	-92	0.48	0.40
61/62	139	Fiskmyran	250	25	-92	0.56	0.45
61/62	139	Fiskmyran	310	27	-92	0.68	0.44
61/62	139	Fiskmyran	265	26	-92	0.58	0.44

Bilaga B:2

Tabell 1 forts. Längd, vikt, ålder och kön, samt kvicksilver- och normerade kvicksilverhalter för gädda från sjöar i Stockholms län 1991-1992

Avr omr	Sjönr	Sjönamn	Vikt	Längd	Ålder	Kön**	Fångstår	HgGä	HgGä-Norm***
			g	*cm*				*mg/kg vv*	*mg/kg vv*
61	102	Uttran	971	48	4+		-91	0.37	0.42
61	109	Bornsjön	470	36	6+		-91	0.30	0.60
61	109	Bornsjön	731	40	4+		-91	0.33	0.47
61	109	Bornsjön	977	47	4+		-91	0.41	0.47
61	109	Bornsjön	1 100	47	7+		-91	0.48	0.51
61	109	Bornsjön	1 171	50	9+		-91	0.84	0.84
61	109	Bornsjön	1 433	53	8+		-91	0.69	0.60
61	128	L. Turingen	1 800	57			-91	2.62	1.94
61	128	L. Turingen	600	42			-91	1.47	2.44
61	128	L. Turingen	600	42			-91	1.45	2.41
61	128	L. Turingen	600	40			-91	3.00	4.98
61	128	L. Turingen	900	46			-91	1.57	1.92
61	128	L. Turingen	1 200	48			-91	2.35	2.32
61	128	L. Turingen	1 200	47			-91	2.41	2.38
61	128	L. Turingen	1 000	48			-91	3.48	3.92
61	128	L. Turingen	1 300	54			-91	2.38	2.22
61	128	L. Turingen	800	49			-91	2.57	3.42
61	128	L. Turingen	800	46			-91	1.69	2.25
61	129	S. Turingen	500	38			-91	1.15	2.21
61	129	S. Turingen	600	38			-91	1.21	2.00
61	129	S. Turingen	950	45			-91	2.03	2.37
61	129	S. Turingen	1 050	45			-91	1.15	1.25
61	129	S. Turingen	700	43			-91	1.82	2.68
61	129	S. Turingen	1 000	46			-91	1.31	1.48
61	129	S. Turingen	1 600	50			-91	1.61	1.30
61	136	N. Yngern	700	50			-91	0.36	0.53
61	136	N. Yngern	900	47			-91	0.43	0.53
61	136	N. Yngern	950	45			-91	0.69	0.81
61	136	N. Yngern	1 600	70			-91	0.83	0.67
61	136/137	Yngern	1 202	51			-92	0.64	0.63
61	136/137	Yngern	1 550	57			-92	0.58	0.48
61	136/137	Yngern	1 481	51			-92	0.60	0.51
61	136/137	Yngern	2 459	62			-92	0.58	0.34
61	148	Lejondalssjön	3 640	84			-91	0.85	0.39
61	148	Lejondalssjön	1 555	61			-91	0.50	0.41
61	150	Lillsjön	695	41	3+		-91	0.31	0.45
61	150	Lillsjön	729	44	5+		-91	0.29	0.41
61	150	Lillsjön	797	42	6+		-91	0.26	0.34
61	150	Lillsjön	830	43	3+		-91	0.18	0.23
61	150	Lillsjön	1 846	56	7+		-91	0.40	0.29
60/61	10	Rönningesjön	1 050	55	6+	f	-91	0.11	0.12
60/61	19	Lötsjön	1 000	53	5+	f	-91	0.13	0.15
60/61	19	Lötsjön	1 520	60	7+	f	-91	0.24	0.20
60/61	19	Lötsjön	1 610	63	8+	f	-91	0.37	0.30
60/61	21	Kottlasjön	875	47	4+	m	-91	0.22	0.28
60/61	21	Kottlasjön	700	51			-91	0.21	0.30
60	1	Drängsjön	1 833	57			-92	0.78	0.57
60	1	Drängsjön	1 305	51			-92	1.07	1.00
60	4	Garnsviken	355	40	3+		-92	0.13	0.32
60	4	Garnsviken	937	51	5+		-92	0.28	0.33
59/60	93	Långsjön (Brottby)	350	38	4+	f	-91	0.26	0.67
59/60	93	Långsjön (Brottby)	650	46	3+	f	-91	0.43	0.67
59/60	93	Långsjön (Brottby)	700	47	4+	m	-91	0.41	0.61
59/60	93	Långsjön (Brottby)	700	48	4+	f	-91	0.57	0.84
59/60	145	Hersen	700	48	3+	f	-91	0.33	0.48
59/60	145	Hersen	500	44	4+	f	-91	0.36	0.69
59/60	145	Hersen	450	40	3+	m	-91	0.39	0.82
59/60	145	Hersen	500	42	5+	f	-91	0.52	1.00
59/60	145	Hersen	500	46	5+	f	-91	0.56	1.08
58	1	Gillfjärden	575	41	5+	m	-91	0.22	0.38
58	1	Gillfjärden	450	47	4+	f	-91	0.18	0.37
58	1	Gillfjärden	675	47	4+	f	-91	0.18	0.27
58	11	Erken	2 337	59	9+		-91	0.61	0.38
58	11	Erken	2 136	62	10+		-91	1.08	0.71
58	11	Erken	1 913	50	7+		-91	0.56	0.40
58	11	Erken	1 752	56	9+		-91	0.86	0.65
58	11	Erken	1 275	61	6+		-91	0.33	0.32
57/58	8	Utsundasjön	350	36	4+	m	-91	0.16	0.41
57/58	8	Utsundasjön	725	48	6+	f	-91	0.22	0.32
57/58	13	Blåkaren	1 100	52*			-91	0.16	0.17
57/58	20	Bornan	2 370	72			-92	0.86	0.53
57	64	Sottern	475	40	4+	m	-91	0.19	0.38
57	64	Sottern	525	46	4+	f	-91	0.29	0.54
57	64	Sottern	675	50	6+		-91	0.35	0.53

Bilaga B:1

Tabell 1. Längd, vikt, ålder och kön, samt kvicksilver- och normerade kvicksilverhalter för gädda från sjöar i Stockholms län 1991-1992

Avr omr	Sjönr	Sjönamn	Vikt	Längd	Ålder	Kön**	Fångstår	HgGä	HgGä-Norm***
			g	*cm*				*mg/kg vv*	*mg/kg vv*
63	10	Stora Horssjön	2 900	77*			-91	1.90	1.01
63	12	Akaren	1 000	54	4+	f	-91	0.60	0.67
63	12	Akaren	400	41	3+	m	-91	0.29	0.68
62/63	44	Muskan	500	41			-92	0.33	0.64
62/63	44	Muskan	860	49			-92	0.55	0.70
62/63	44	Muskan	1 035	52			-92	0.40	0.44
62/63	47	Grindsjön	1 125	53	6+	f	-91	0.55	0.57
62/63	49	Vädersjön					-92	0.38	
62/63	49	Vädersjön					-92	0.35	
62/63	49	Vädersjön	403	36			-92	0.36	0.83
62/63	49	Vädersjön	415	36			-92	0.34	0.77
62/63	59	Gullbodasjön	775	50	4+		-91	0.39	0.53
62/63	59	Gullbodasjön	1 000	50	6+	m	-91	0.37	0.42
62/63	59	Gullbodasjön	1 370	63	7+	f	-91	0.86	0.78
62/63	59	Gullbodasjön	1 720	64	10+	f	-91	0.61	0.47
62/63	59	Gullbodasjön	2 550	70	8+	f	-91	0.65	0.38
62/63	60	Uddsjön	1 475	61			-91	0.27	0.23
62/63	65	Fjättersjön	1 000	43			-92	0.28	0.31
62/63	65	Fjättersjön	1 100	47			-92	0.43	0.45
62/63	65	Fjättersjön	750	44			-92	0.30	0.42
62/63	65	Fjättersjön	1 200	50			-92	0.34	0.34
62/63	65	Fjättersjön	1 200	56			-92	0.69	0.68
62/63	89	Malmsjön	1 440	59	7+	f	-91	0.11	0.10
62/63	89	Malmsjön	2 420	69	9+	f	-91	0.17	0.10
62/63	89	Malmsjön	1 250	55	8+	m	-91	0.17	0.17
62/63	89	Malmsjön	1 320	57	7+	m	-91	0.16	0.15
62/63	96	Getaren	1 330	57	4+	f	-91	0.51	0.47
62/63	96	Getaren	2 440	71	9+	m	-91	0.86	0.51
62/63	109	Lilla Måsnaren	1 525	60	7+	f	-91	0.13	0.11
62/63	109	Lilla Måsnaren	1 500	60	7+	f	-91	0.13	0.11
62/63	124	Ogan	1 240	60	7+	m	-91	0.84	0.81
62/63	124	Ogan	1 200	55			-92	0.83	0.82
62/63	124	Ogan	1 050	53			-92	0.92	1.00
62/63	124	Ogan	1 120	56			-92	0.82	0.85
62	7	Drevviken	1 370	63			-91	0.10	0.09
62	7	Drevviken	1 810	69			-91	0.20	0.14
62	26	Magelungen	3 800	80			-91	0.61	0.27
62	28	Trehörningen	1 000	55	6+	f	-91	0.14	0.15
62	29	Gömmaren	2 155	58	9+		-91	1.41	0.92
62	29	Gömmaren	193	27	2+		-91	0.36	1.65
62	29	Gömmaren	828	42	6+		-91	0.94	1.22
62	29	Gömmaren	841	43	4+		-91	0.69	0.88
62	29	Gömmaren	856	43	5+		-91	0.68	0.86
62	29	Gömmaren	926	45	6+		-91	0.88	1.05
62	29	Gömmaren	973	46	4+		-91	0.57	0.66
62	29	Gömmaren	1 103	49	7+		-91	0.92	0.96
62	29	Gömmaren	1 620	54	9+		-91	1.02	0.81
62	30	Orlången	750	52			-91	0.29	0.41
62	30	Orlången	1 565	58			-91	0.17	0.14
61/62	2	Järlasjön	937	47			-92	0.32	0.38
61/62	2	Järlasjön	571	40			-92	0.30	0.51
61/62	2	Järlasjön	1 568	52			-92	0.54	0.44
61/62	2	Järlasjön	1 029	45			-92	0.21	0.24
61/62	2	Järlasjön	1 084	51			-92	0.35	0.37
61/62	7	Ältasjön	870	49	4+	f	-91	0.17	0.21
61/62	66	Långträsk	850	50	6+	f	-91	0.33	0.42
61/62	119	Storsjön	935	54	6+	m	-91	0.85	1.01
61	7	Oxundasjön	1 255	58	5+	f	-91	0.20	0.19
61	15	Norrviken	1 230	56	4+	f	-91	0.15	0.14
61	22	Vallentunasjön	2 325	71	7+		-92	0.09	0.06
61	22	Vallentunasjön	2 325	70	5+		-92	0.08	0.05
61	22	Vallentunasjön	2 935	79	8+		-92	0.12	0.06
61	91	Långsjön (Älvsjö)	1 050	54	6+	f	-91	0.07	0.08
61	91	Långsjön (Älvsjö)	1 200	58	4+	f	-91	0.08	0.08
61	91	Långsjön (Älvsjö)	825	50	4+	f	-91	0.04	0.05
61	91	Långsjön (Älvsjö)	875	50	3+	f	-91	0.03	0.04
61	91	Långsjön (Älvsjö)	1 525	68	6+	f	-91	0.09	0.07
61	93	Tullingesjön	725	46	5+	m	-91	0.30	0.42
61	94	Aspen	380	38	3+		-91	0.08	0.20
61	94	Aspen	500	38*	3+		-91	0.09	0.16
61	94	Aspen	585	46	4+		-91	0.11	0.19

* = Längden uppskattad m h a vikten enl Vikt = 0.049*Längd^2.53

** m = hane, f = hona

*** = Hg-halter normerade m h a ickelinjär regression till gädda med vikten 1 kg, enl HgGä-Norm = HgGä/(0.133*(vikt^0.63 - 11))

Bilaga A

FÖRKORTNINGAR

Förkortning	Betydelse	Enhet
Ca	Kalcium	mekv/l
Mg	Magnesium	mekv/l
Hg	Kvicksilver	mg/kg vv
HgAb	Kvicksilverhalt i abborre	mg/kg vv
HgAb-Norm	Normerad kvicksilverhalt i abborre (200 g)	mg/kg vv
HgGä	Kvicksilverhalt i gädda	mg/kg vv
HgGä-Norm	Normerad kvicksilverhalt i gädda (1 kg)	mg/kg vv
TOC	Totalt organiskt kol	mg/l
Tot-P	Totalfosfor	µg/l
Tot-N	Totalkväve	µg/l
Alk	Alkalinitet (buffringsförmåga)	mekv/l
Kond	Konduktivitet (ledningsförmåga)	mS/m
O_2	Syrgashalt	mg/l
O_2	Syrgasmättnad	%
vv	Våtvikt (färskvikt)	kg
Avr omr	Avrinningsområde	
Var	Varians	
D f	Frihetsgrader	
Std Dev	Standardavvikelse	
S E	Standardfel	
C V	Variationskoefficient	
r	Korrelationskoefficient	
p	Sannolikhet	
n	Antal	

Kvicksilverhalten i fisk, gädda
(normerad till 1 kg gädda)

FIGUR 14

Undersökningar 1991+1992

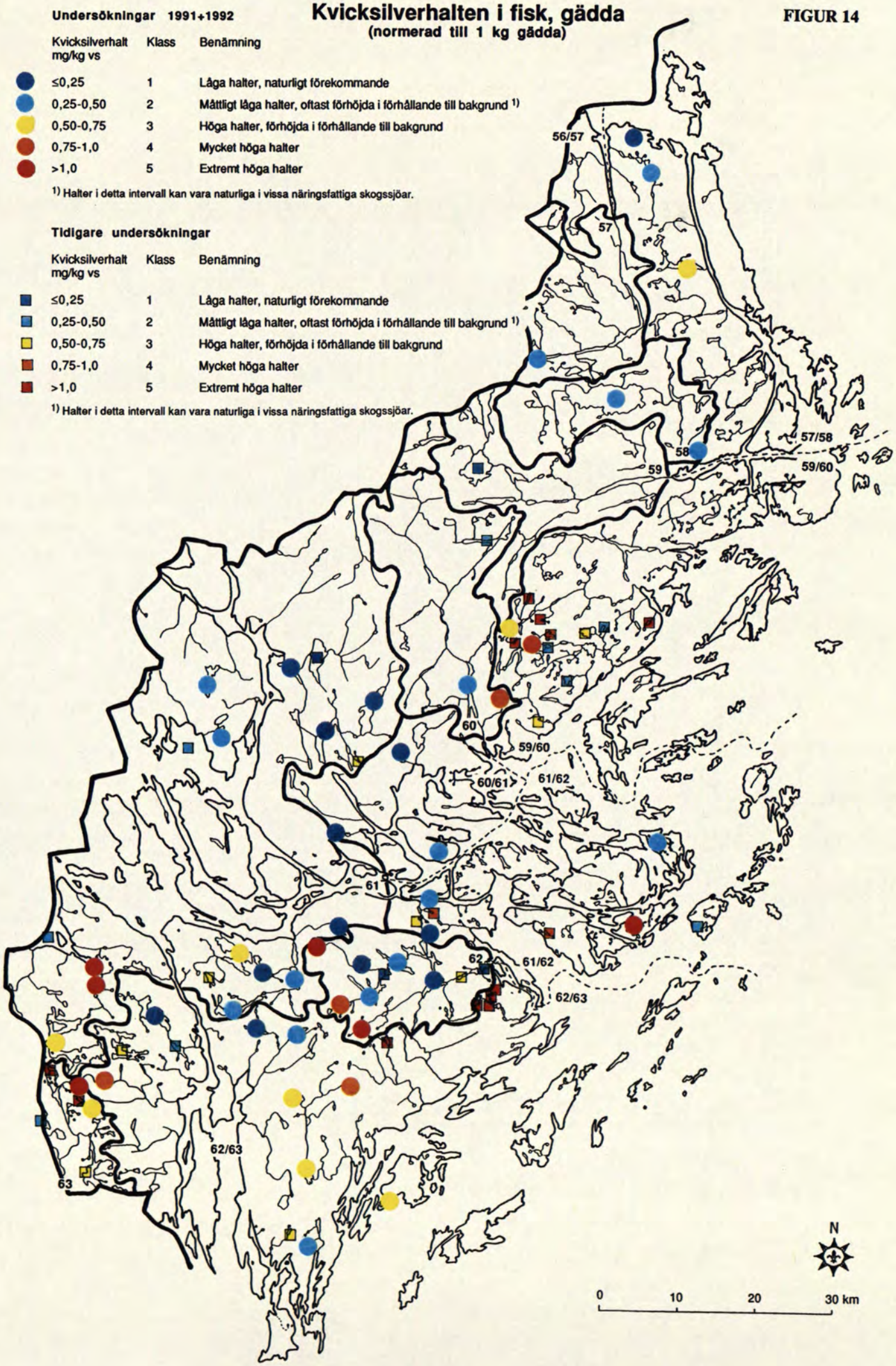
Kvicksilverhalt mg/kg vs	Klass	Benämning
≤0,25	1	Låga halter, naturligt förekommande
0,25-0,50	2	Måttligt låga halter, oftast förhöjda i förhållande till bakgrund [1]
0,50-0,75	3	Höga halter, förhöjda i förhållande till bakgrund
0,75-1,0	4	Mycket höga halter
>1,0	5	Extremt höga halter

[1] Halter i detta intervall kan vara naturliga i vissa näringsfattiga skogssjöar.

Tidigare undersökningar

Kvicksilverhalt mg/kg vs	Klass	Benämning
≤0,25	1	Låga halter, naturligt förekommande
0,25-0,50	2	Måttligt låga halter, oftast förhöjda i förhållande till bakgrund [1]
0,50-0,75	3	Höga halter, förhöjda i förhållande till bakgrund
0,75-1,0	4	Mycket höga halter
>1,0	5	Extremt höga halter

[1] Halter i detta intervall kan vara naturliga i vissa näringsfattiga skogssjöar.



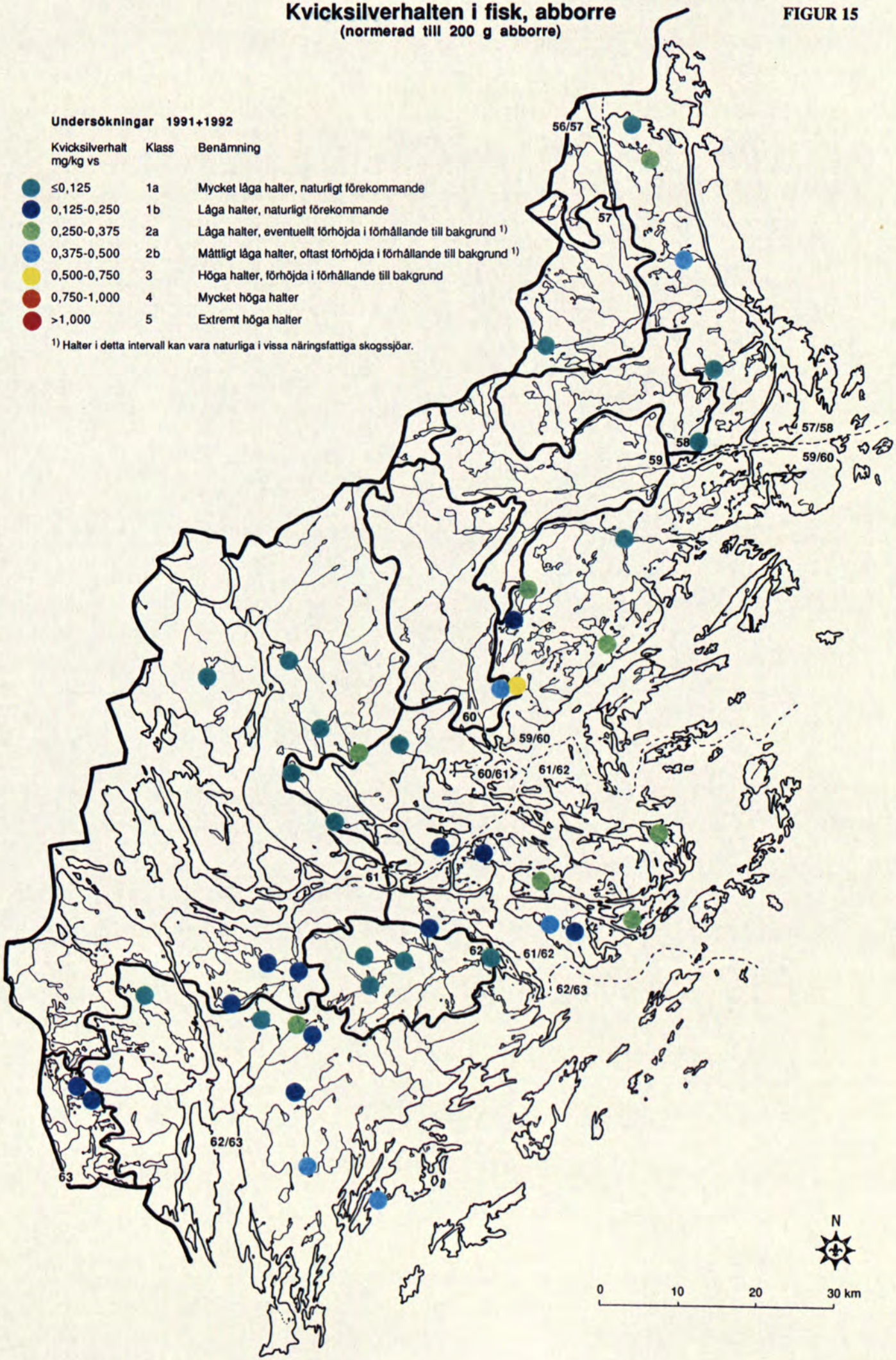
Kvicksilverhalten i fisk, abborre
(normerad till 200 g abborre)

FIGUR 15

Undersökningar 1991+1992

Kvicksilverhalt mg/kg vs	Klass	Benämning
≤0,125	1a	Mycket låga halter, naturligt förekommande
0,125-0,250	1b	Låga halter, naturligt förekommande
0,250-0,375	2a	Låga halter, eventuellt förhöjda i förhållande till bakgrund [1]
0,375-0,500	2b	Måttligt låga halter, oftast förhöjda i förhållande till bakgrund [1]
0,500-0,750	3	Höga halter, förhöjda i förhållande till bakgrund
0,750-1,000	4	Mycket höga halter
>1,000	5	Extremt höga halter

[1] Halter i detta intervall kan vara naturliga i vissa näringsfattiga skogssjöar.



Länsstyrelsens rapportserie

Tidigare utkomna rapporter under 1992/93

1992:1 Invandrarnas väg in i det svenska arbetslivet. – En översikt av projekt i Stockholms län (enheten för regional utveckling)
1992:2 Fortsatt översiktsplanering (planenheten)
1992:3 Vatten i översiktsplaner (planenheten)
1992:4 Högskolorna på 1990-talet (enheten för regional utveckling)
1992:5 Fler arbetsplatser mindre pendling? (enheten för regional utveckling)
1992:6 Planeringen av stora trafikknutpunkter (enheten för regional utveckling och planenheten)
1992:7 Hammerstaån. Vattenkvalitet och närsalttransporter i ån 1987-1990 (miljövårdsenheten)
1992:8 Märstaån Vattenkvalitet och närsalttransporter i ån maj 1988- maj 1989
1992:9 Vass som indikator på stranderosion längs farled i Stockholms skärgård (miljövårdsenheten)
1992:10 Farledsstränders erosionskänslighet (miljövårdsenheten)
1992:11 Vattendrag och Mälarvikar i Ekerö kommun (miljövårdenheten)
1992:12 Igelbäcken -Järvafältets pulsåder (miljövårdsenheten)
1992:13 Tungmetaller i väggmossa (miljövårdsenheten)
1992:14 Tjejer mot strömmen - 10-årig uppföljning av kvinnor med teknisk gymnasieut bildning (enheten för regional utveckling)
1992:15 Näringslivet i Östra Mellansverige (enheten för regional utveckling)
1992:16 Kan Stockholmsregionen hävda sig i det framtida Europa? (enheten för regional utveckling)

1993:1 Privata institutioner för vård eller boende ökar sin andel av länets vårdmarknad (enheten för regional utveckling)
1993:2 Husbyån, Lännaåkersbäcken och Kvarnbrobäcken. Vattenkvalitet och närsalttransporeter 1988-1989 (miljövårdsenheten)
1993:3 Nya Järna – en ny kommun i Stockholms län? (enheten för regional utveckling)
1993:4 Underlagsmaterial till Stockholms skärgård inför 2000-talet (enheten för regional utveckling)
1993:5 Stockholms skärgård inför 2000-talet, 7-punktsprogram för skärgården fram till år 2000 (enheten för regional utveckling)
1993:6 Dennis och miljön (enheten för regional utveckling)
1993:7 De nya långpendlarna (enheten för regional utveckling)
1993:8 Kommunal räddningstjänst vid färjeolyckor (beredskaps- och räddningsenheten)
1993:9 Karta på karta - 350 år i odlingslandskap (kulturmiljöenheten)
1993:10 Åkerströmmen, vattenkvalitet och närsalttransporter i ån (miljövårdsenheten)
1993:11 Igelbäcken, vattenkvalitet och närsalttransporter 1989/90 (miljövårdsenheten)
1993.12 Myndighetssamarbete mot kvinnomisshandel (socialenheten)
1993:13 LVM-statistik 1992 (socialenheten)
1993:14 Miljöpåverkan från avfallsanläggningar (miljövårdsenheten)
1993:15 Polisen i Stockholms län (polisutredningen)
1993:16 Arlandakorridoren som idé och verklighet (enheten för regional utveckling)
1993:17 Barn med svåra hemförhållanden - en uppföljning (socialenheten)
1993:18 Ängar och hagar - kommunsammanställning (miljövårdsenheten)

Ytterligare exemplar av denna rapport kan beställas från Länsstyrelsens miljövårdsenhet, tel 08 785 51 28

ISSN 1100 - 4533