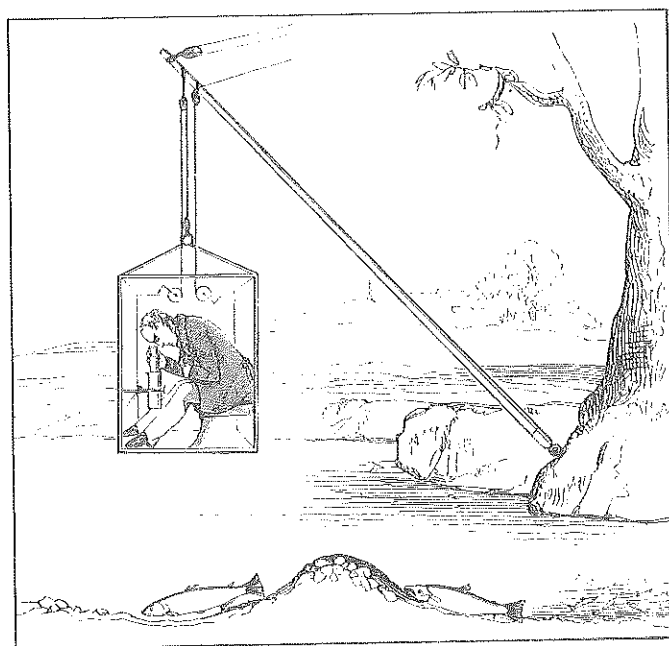


Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



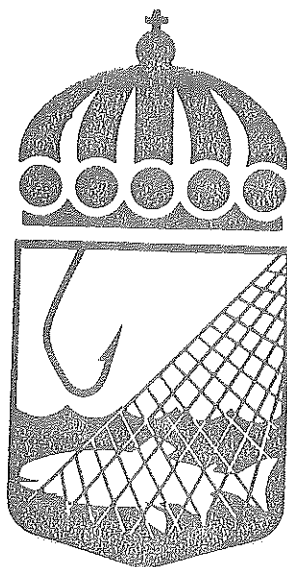
**ERIK DEGERMAN
PER NYBERG**

**Fiskfaunans sammansättning och
täthet i försurade och kalkade
sjöar - en arbetsrapport**

Författare:

Erik Degerman
Per Nyberg

Sötvattenslaboratoriet
170 11 DROTTHINGHOLM

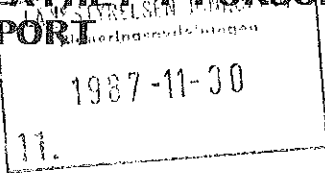


FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

FISKFAUNANS SAMMANSÄTTNING OCH TÄTHET I FÖRSURADE OCH KALKADE SJÖAR - EN ARBETSRAPPORT

Erik Degerman
Per Nyberg



1.	INLEDNING	1
2.	METODIK	2
3.	RESULTAT OCH DISKUSSION	3
3.1	KALKNINGAR	7
3.2	ANDRA STÖRRE FÖRÄNDRINGAR I SJÖUTNYTTJANDET	7
3.3	SJÖMORFOMETRI	8
3.4	VATTENKEMI	10
3.5	FÅNGADE ARTER	14
3.6	ANTAL FÅNGADE ARTER	14
3.7	FÅNGST PER NÄTANSTRÄNGNING	17
3.8	DOMINERANDE ARTER	21
3.8.1	Mört	21
3.8.2	Abborre	26
3.8.3	Gädda	29
3.8.4	Röding	32
3.8.5	Öring	34
3.8.6	Elritsa	36
3.8.7	Siklöja	40
3.8.8	Sik	42
3.8.9	Gers	46
3.8.10	Lake	49
3.8.11	Nors	52
3.8.12	Benlöja	54
3.8.13	Braxen	57
3.9	ÖVRIGA ARTER	60
3.9.1	Sutare	60
3.9.2	Sarv	60
3.9.3	Stensimpa och Bergsimpa	62
3.9.4	Gös	62
3.9.5	Ruda	63
3.9.6	Spigg	63
3.9.7	Id, vimma, faren, björkna, lax	63
3.9.8	Al	64

4.	SAMMANFATTANDE SLUTSATSER OCH FORTSATT VERKSAMHET	64
4.1	EFFEKTER AV FÖRSURNING OCH KALKNING	64
4.2	FORTSATT VERKSAMHET	65
5.	SAMMANFATTNING	67
6.	LITTERATUR	70
7.	ENGLISH SUMMARY: THE COMPOSITION AND ABUNDANCE OF THE FISH FAUNA IN ACIDIFIED AND LIMED LAKES IN SWEDEN	71

1. INLEDNING

Sedan 1982 har Statens Naturvårdsverk det övergripande ansvaret för verksamheten med kalkning av ytvatten. Regionalt ansvarar länsstyrelserna för planering och genomförande av kalkningsinsatserna samt den kemiska effektuppföljningen. Inom vissa län och vissa projekt sker även en regional biologisk uppföljning för att studera om kalkningsinsatserna haft avsedd effekt. Under den tidigare försöksverksamheten med kalkning av ytvatten 1977-1982 bedrevs kemisk och biologisk uppföljning i huvudsak inom de enskilda kalkningsprojekten. Utvärdering av dessa provfisken har skett i olika arbeten och en sammanfattande slutrapport kommer att föreligga 1988.

Sedan 1982 arbetar Fiskeristyrelsens Sötvattenslaboratorium inom kalkningsverksamheten med central uppföljning av effekter av kalkning på fisk. Sötvattenslaboratoriet provfiskar 30-40 sjöar årligen. Dessa sjöar utväljs efter samråd med länsstyrelser och fiskenämnder. Avsikten är att återkomma till de utvalda sjöarna vart tredje till vart femte år. Efter avslutat provfiske i respektive sjö sänds årligen en kort sammanställning till fiskevattensägare, fiskenämnd och länsstyrelse. Successivt sker större utvärderingar av materialet (Nyberg et al. 1986a).

Denna sammanställning och utvärdering av den centrala provfiskeverksamheten möjliggör för de skilda länen att kunna jämföra sina sjöar med ett "riksgenomsnitt". Härigenom underlättas utvärderingen, samtidigt som oväntade resultat enklare kan påvisas. Syftet med denna sammanställning är dock främst att redovisa arbetet till Statens Naturvårdsverk samt att ge underlag för den fortsatta verksamheten.

2. METODIK

Föreliggande arbete syftar främst till att ge en bild av den typ av sjöar och fiskfauna till vilken central effektuppföljning är knuten. Avsikten med den centrala uppföljningen är att övervaka de biologiska effekterna av kalkningsinsatserna på kort och lång sikt. Inom vissa av de sjöar som Sötvattenslaboratoriet provfiskar genomför därför Statens Naturvårdsverk parallellt provtagning av vattenkemi samt växt- och djurplankton. Dessa specialstuderade sjöar är extremt näringsfattiga och mycket försurningskänsliga rödingsjöar i södra och mellersta delarna av landet (Tabell 1).

Kalkningsuppgifter, morfometriska data samt vattenkemiska uppgifter inhämtas via Statens Naturvårdsverks (SNV) kalkningsregister. För vissa sjöar där inrapporteringen varit dålig har komplettering av uppgifterna skett via kalkningsprojekten, Fiskeristyrelsen eller länsstyrelserna.

Det morfoedafiska indexet (Ryder 1965) har beräknats som kvoten mellan konduktiviteten och sjömedeldjupet.

Provfisket genomförs enligt en standardiserad metodik där antalet nätansträngningar bestäms av sjöns areal samt maxdjup (Nyberg 1985). Vid fisket används översiktsnät sammansatta av 14 st nätsektioner med varierande maskstorlek (Filipsson 1972). Bottennäten är 42 m långa och 1.5 m djupa, medan de pelagiska översiktsskötarna är 84 m långa och 6 m djupa. Den fångade fisken längdmäts och vägs artvis per nät. Cirka 50-100 individer av de dominerande arterna provtas för att möjliggöra åldersbestämning. Härvid tas fjäll på samtliga arter utom röding där otoliterna utnyttjas och abborre där gällocket används.

Provfiskeresultatet registreras i ett speciellt anpassat persondatorprogram, vilket bygger på sjönummer, artkoder, kemiska parametrar m.m. enligt SNV's kalkningsregister.

Provfiskeresultaten har bearbetats statistiskt med såväl parametriska som icke-parametriska metoder. De förra har främst använts för att ge matematiska modeller som predikterar fångstutfallet i olika sjöar för att därigenom erhålla ett analysinstrument som anger när det erhållna provfiskeresultatet avviker betydligt från andra sjöar (modellen). Främst har därvid enkel linjär regression och stegvis multipel linjär regression använts. I de flesta fall har den beroende variabeln transformerats för att anpassas till normalfördelning. I huvudsak har transformering skett med $\log x$ för medelvärden av flera nät. För att få fram de parametrar som har störst betydelse för förekomst av enskilda fiskarter har diskriminantanalys använts. Vid denna har, utgående från de standardiserade funktionskoefficienterna, de 2-3 mest signifikant bidragande parametrarna valts till den slutliga diskriminantfunktionen. Persondatorprogramvaran STATGRAPHICS (STSC) har använts för den statistiska bearbetningen. Provfiskemetodiken kommer att beskrivas närmare i ett senare arbete. Längdfördelning och tillväxt hos enskilda arter berörs ej heller i detta arbete, liksom ej heller arternas djupfördelning inom sjön.

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

Totalt har 110 sjöar provfiskats under 1983-86. 31 av dessa sjöar har provfiskats såväl 1983 som 1986. På samma sätt upprepades provfisket 1987 i flertalet av de sjöar som provfiskades 1984 etc. För närvarande är t.o.m. 1986 således det totala antalet sjöprovfisketillfällen 141 (Tabell 1).

Tabell 1. Provfiskade sjöar, sjönummer, län samt provfiskeår. Sjönummer enligt SMHI utgörs av utloppskoordinater i Rikets nät. Länsbeteckning enligt SCB.

SJÖNAMN	SJÖNUMMER	LÄN	PROVFISKEÅR	ANM.
Östra Nedsjön	640458-130232	15	1983,1986	Röding
Rödingehultsjön	643210-148394	5	1983,1986	Röding
Skiren	650581-152471	5	1983,1986	Röding
Unden	651567-141795	16/18	1983,1986	Röding
Lilla Le	653868-127677	15	1983,1986	Röding
Älmheds Långtjärn	659362-130736	17	1983,1986	Röding
V. Rödvattnet	659764-131492	17	1983,1986	Röding

Tabell 1, fortsättning.

Körttjärnet	661648-130509	17	1983,1986	Röding
Södra Örsjön	661730-130842	17	1983,1986	Röding
Norra Örsjön	661866-130674	17	1983,1986	Röding
Ängsjön	664189-133312	17	1983,1986	Röding
Östra Skälsjön	664546-148664	19	1983,1986	Röding
Västra Skälsjön	664620-148590	19	1983,1986	Röding
Trehörningen	664621-132502	17	1983,1986	Röding
Stora Ullen	665302-138478	17	1983,1986	Röding
Norra Gussjön	667936-146937	20	1983,1986	Röding
Upprämen	669253-139468	20	1983,1986	Röding
Hotlamp	669490-132390	17	1983,1986	Röding
Stora Gransjön	669543-132254	17	1983,1986	Röding
Nyckelvattnet	669629-131950	17	1983,1986	Röding
Hällsjön	669815-132313	17	1983,1986	Röding
Häsbosjön	677658-150924	17	1983,1986	Röding
Bösjön	680235-141799	20	1983,1986	Röding
Hälsen	682315-154434	21	1983,1986	Röding
Vällingsjön	697853-156942	22	1983,1986	Röding
Bärmsjön	702995-158946	22	1983,1986	Röding
Linnebjörkesjön	631522-146051	7	1983	
Gyslättasjön	633209-141991	7	1983	
Klintsjön	633437-143286	7	1983	
Stora Skärsjön	633738-142203	7	1983	
Lilla Hallången	636230-132523	15	1983,1986	
Ekhultasjön	636891-137772	6	1983	
Stockasjön	639408-130366	14	1983	
Tansjön	654326-130479	15	1983,1986	
Vågsjön	661998-150929	19	1983,1986	
Långban	663260-141673	17	1983	
Norra Hörken	665755-145080	18	1983,1986	
Stora Låsen	667434-142932	20	1983	
Arnsjön	669141-132462	17	1983	
Backsjön	669593-132298	17	1983	
Ryggsjön	669687-132276	17	1983	
Storlaxsjön	695990-157190	22	1983,1986	

Raslången	623319-141457	10	1984	
Rottnen	629022-146127	7	1984	
Tjurken	630195-140578	7	1984	
Innaren	631978-144393	7	1984	
Hjärtasjön	632371-147279	7	1984	
Lammen	633911-142688	7	1984	
Stora Neden	634378-130353	13	1984	
Illeråsasjön	636118-135902	6	1984	
Stora Hornasjön	636512-129688	13	1984	
Hedgårdessjön	638018-130993	15	1984	
Stora Svansjön	638308-129370	15	1984	
Mjögassjön	638478-131441	15	1984	
Mulserydssjön	640038-138247	6	1984	
Stora Härsjön	640364-129240	14	1984	
Hornasjön	640473-129112	14	1984	
Töllsjön	640854-130982	15	1984	
Skiren	651102-153566	4	1984	
Valingen	655241-156276	4	1984	

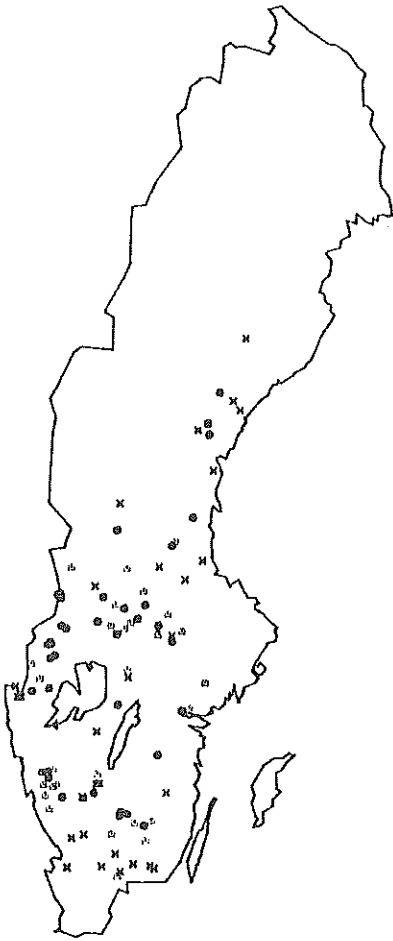
Tabell 1, fortsättning.

Askesjö	655977-128851	15	1984	
Våtsjön	657575-143299	18	1984	
Stora Le	658500-127455	15	1984	
Norra Yxesjön	661703-130037	17	1984	
Lien	663216-148449	19	1984	
Öjesjön	663725-152440	19	1984	
Hecklan	664169-142838	18	1984	
Dalkarlssjön	664697-140625	17	1984	
Silken	665183-143872	18	1984	
Ungen	666556-150149	19	1984	
Rösjön	668094-141411	20	1984	
Tryssjön	670275-146052	20	1984	
Vådsjön	673980-143275	20	1984	
Näcksjön	674203-134132	17	1984	
Grannäsen	678408-151358	21	1984	

Halen	623955-141956	10	1985	
Hörnen	624409-147579	10	1985	
Rössjön	624598-133125	11	1985	
Västersjön	624669-133052	11	1985	
Osbyssjön	624815-138826	11	1985	
Hjortsjön	624894-146895	10	1985	
Mien	625184-144083	7	1985	
Femlingen	626855-141154	7	1985	
Gyltigesjön	629489-133906	13	1985	
Torserydssjön	630037-135928	7	1985	
Store Malen	636195-135723	15	1985	
Stora Hammarsjön	636850-149669	8	1985	
Stengårdshultasjön	638317-138010	6	1985	
Rasjön	638409-138549	6	1985	
Simsjön	647133-138139	16	1985	
Övre Bolsjön	652816-125218	14	1985	
Rotehagssjön	652902-125783	14	1985	
Brämstjärn	654716-124817	14	1985	
Multen	656100-143425	18	1985	
Långbjörken	662910-150724	19	1985	
Övre Rotsjön	671012-137982	20	1985	
Gårdsjön	672042-152996	21	1985	
Fjällgrycken	674155-148608	20	1985	
Vittersjön	675166-155894	21	1985	
Dåasen	684554-147191	21	1985	
Sörbjörken	689953-157708	22	1985	
Hällsjön	696749-155183	22	1985	
Stor Vamsjön	699987-162148	22	1985	
Hinnsjön	701551-161067	22	1985	
Rödingträsket	711920-163154	24	1985	

Stora Holmevatten	644226-127688	14	1986	Röding
Stora Skarsjön	646146-127403	14	1986	
Södra Boksjön	654899-126380	15	1986	Röding
Hornsjön	689767-157351	22	1986	
Norrbjörken	690055-157713	22	1986	

Dessa sjöar ligger i huvudsak i landets sydvästra delar samt utmed södra Norrlandskusten (Figur 1). Flest sjöar har undersökts i Värmlands, Kronobergs och Älvsborgs län (Tabell 2).



Figur 1.

Geografisk fördelning av de 110 provfiskade sjöarna inom den centrala effektuppföljningen.

Tabell 2. Länsvis fördelning av de 110 provfiskade sjöarna under 1983-86.

Län nummer	Län	Antal sjöar
4	Södermanlands	2
5	Östergötlands	3
6	Jönköpings	5
7	Kronobergs	12
8	Kalmar	1
10	Blekinge	4
11	Kristianstads	3
13	Hallands	3
14	Göteborg o. Bohus	8
15	Älvsborgs	11
16	Skaraborgs	1
17	Värmlands	19
18	Örebro	6
19	Västmanlands	7
20	Kopparbergs	10
21	Gävleborgs	5
22	Västernorrlands	9
24	Västerbottens	1

(Unden förd hit)

Provfisken med identisk metodik har också bedrivits i 13 försurade sjöar i fjällregionen i Jämtlands län. Sötvattenslaboratoriet bedriver även likartade provfisken inom andra projekt, t.ex. ålprojektet och kräftprojektet. Vissa län fiskar också enligt samma metodik. Inom Statens Naturvårdsverks "Kvicksilverprojekt" har 13 sjöar också provfiskats med samma metodik. Bearbetning av detta material kommer att ske i samarbete med Sötvattenslaboratoriet. Successivt byggs således ett referensmaterial upp från andra undersökningar i såväl försurade som välbuffrade vatten.

I det följande berörs dock enbart de sjöar som direkt ingår i Sötvattenslaboratoriets verksamhet inom kalkningsverksamheten.

3.1 KALKNINGAR

Av de 110 sjöarna har kalkning genomförts i 105. Så vitt känt har kalkning ännu ej genomförts i Rödningehultsjön, Häsbosjön, Långban, Klintsjön eller Rotehagssjön. Den sistnämnda utgör s.k. referenssjö.

Provfiskena har genomförts året före eller samma år som första kalkningsinsatsen i 20 fall. Huvuddelen av provfiskena har genomförts 1-6 år efter kalkning.

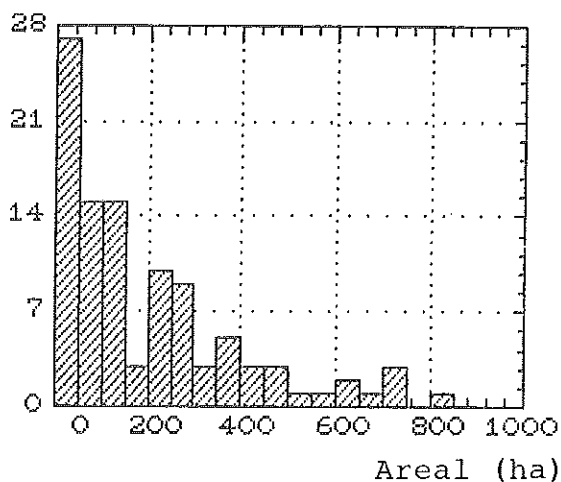
3.2 ANDRA STÖRRE FÖRÄNDRINGAR I SJÖUTNYTTJANDET

I en del sjöar genomför fiskevattenägare i samarbete med fiskenämnder och Sötvattenslaboratoriet olika typer av fiskevårdande åtgärder i samband med kalkningarna. Nätfiskeförbud har införts i sjöarna Stora Ullen och Bösjön för att gynna öring- och rödingbestånden. Introduktion av gös sker i Norrbjörken och Hornsjön. Röding insätts i Stockasjön. Decimeringsfiske av täta abborrbestånd sker i Töllsjön och Mjögassjön samt i Hedgårdessjön där även nors utplanterats. Norsutplantering kombinerat med gödslingsförsök pågår i sjön Hecklan. I flera av sjöarna med öring sker stödutplantering med olika intervall.

3.3 SJÖMORFOMETRI

Areal: Sjöarealen är mellan 11 och 14307 ha, med ett medianvärde av 150 ha. 50% av sjöarna är mellan 51 och 351 ha (Figur 2). Endast 8 av 110 sjöar överstiger 1000 ha och 6 av dessa är 1000-3000 ha, medan Unden (9500 ha) samt Stora Le (14307 ha) är betydligt större än övriga sjöar.

Antal sjöar



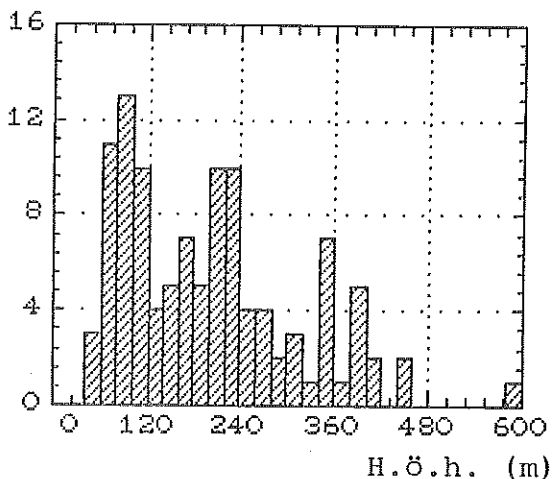
Figur 2.

Sjöareal i hektar för 102 av de provfiskade sjöarna. Åtta sjöar över 1000 ha ej redovisade.

Generellt är de provfiskade sjöarna större än den genomsnittliga kalkade sjön, som har en medianareal av 22 ha (Lessmark och Thörnelöf 1986). Orsaken härtill är främst att de sjöar som föreslagits och utvalts för provfiske varit sådana där regionalt intresse förelagat, dvs i regel större sjöar.

Höjd över havet: Höjden över havet för de undersökta sjöarna är 46 till 582 m. Medianvärdet är 192.5 m och 50% av materialet är beläget på 101 till 267 m.ö.h (Figur 3).

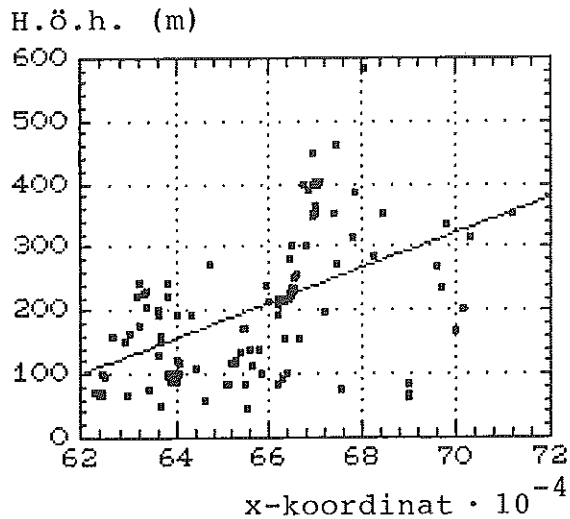
Antal sjöar



Figur 3.

Höjd över havet för de 110 provfiskade sjöarna.

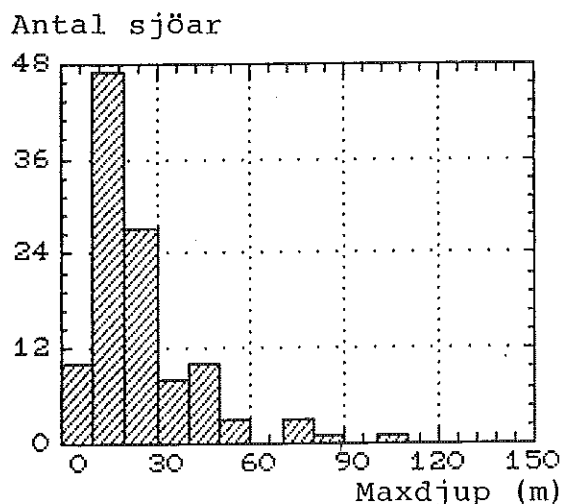
Av naturliga skäl är ingen sjö belägen över 300 m.ö.h. i södra delen av landet, medan endast 7 är belägna under 100 m i mellersta och norra delarna av landet (gränsen satt vid X-koordinat i Rikets nät (RAK) = 660000) (Figur 4).



Figur 4.

Höjd över havet för de provfiskade sjöarna mot geografiska läget (nord-sydläget redovisat som X-koordinat i RAK).

Maxdjup: Maximala sjödjupet i de undersökta sjöarna är 2 - 106 m, med ett medianvärde av 20 m. Djupast är Stora Le och grundast Linnebjörkesjön. Endast 8 sjöar är grundare än 10 m - Linnebjörkesjön, Lammen, Gyslättasjön, Tjurken, Femlingen, Osbysjön, Rotehagssjön och Rödingträsket. Av dessa 8 sjöar är fem belägna i Kronobergs län. Nästan hälften av de undersökta sjöarna har ett maxdjup mellan 10 och 20 m (Figur 5).



Figur 5.

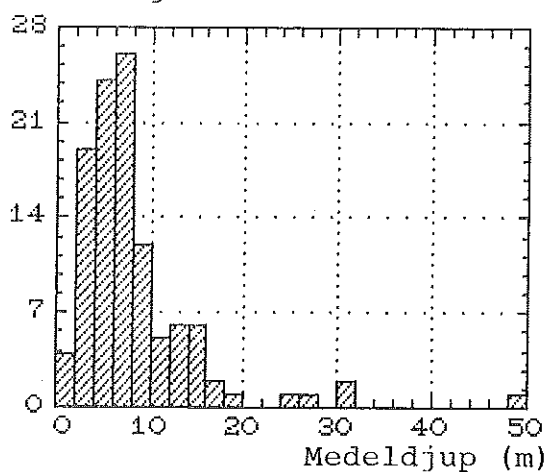
Maximala sjödjupet i de 110 provfiskade sjöarna.

Medeldjup: Medeldjupet för de provfiskade sjöarna är mellan 1.4 och 50 m, med ett medianvärde av 7 m (Figur 6).

Medeldjupet har ofta skattats som en tredjedel av maxdjupet

och kvoten mellan medeldjup och maxdjup ansluter sig väl till en 1:3-linje (Figur 7).

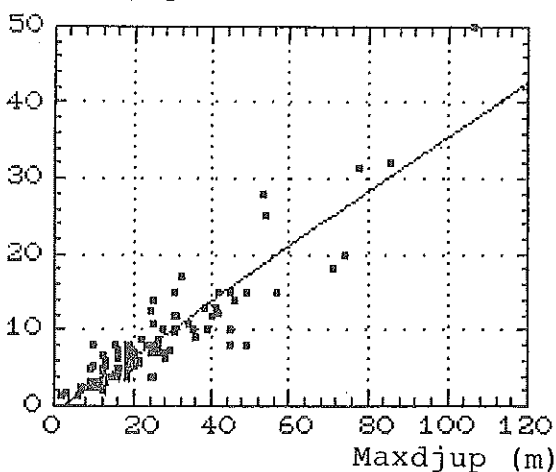
Antal sjöar



Figur 6.

Medeldjup i de 110 provfiskade sjöarna.

Medeldjup (m)



Figur 7.

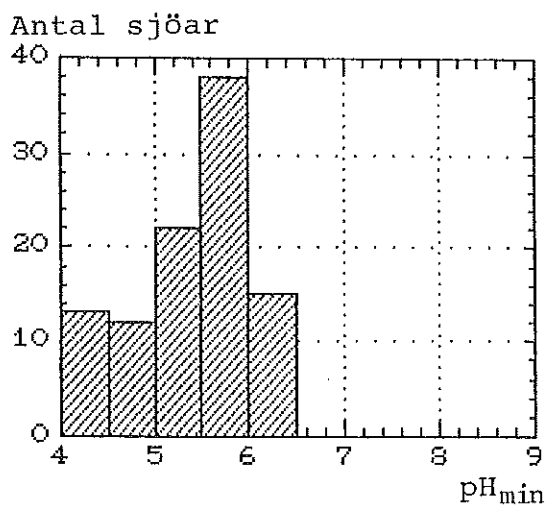
Medeldjup avsatt mot maxdjup i de provfiskade sjöarna.

3.4 VATTENKEMI

Inom projektet insamlas ej vattenprov i egen regi förutom i de 28 rödingsjöar som provfiskas i samarbete med Statens Naturvårdsverk. I dessa sker analys av pH, alkalinitet, konduktivitet, färgtal, aluminium, närsalter och makrokonstituenten i samband med provfisket vart tredje år. För övriga sjöar finns i regel endast de fyra förstnämnda parametrarna samt kalcium (alternativt summa kalcium+magnesium) analyserade inom den regionala effektuppföljningen. Provtagningsintensiteten varierar men understiger sällan en gång per år. Nedan presenteras pH, alkalinitet, konduktivitet samt färgtal i de 110 provfiskade sjöarna. Generellt används i första hand

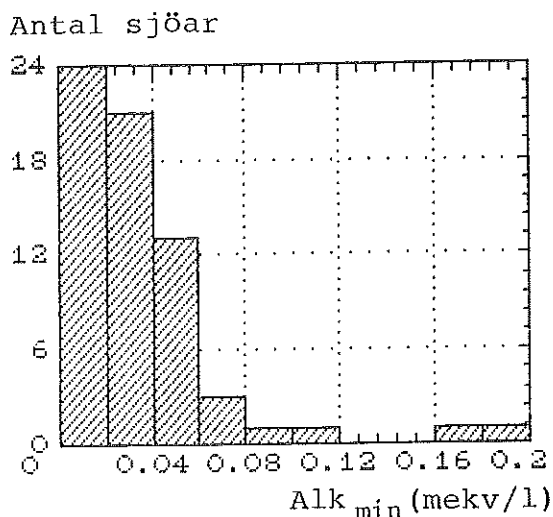
analyser av ytvatten (0.5-3 m) och i andra hand analyser från sjöutlopp. För närvarande föreligger vattenkemiska uppgifter från 100 (101, beroende på parameter) av sjöarna. För huvuddelen av materialet finns tillgång till mätserier från en följd av år, medan för 19 sjöar endast vattenuppgifter från enstaka (1-2) mättillfällen föreligger.

pH: Medelvärden för pH i de provfiskade sjöarna har liten biologisk relevans, varför istället lägsta uppmätta pH här redovisas som ett mått på försurningspåverkan. Lägsta uppmätta pH i materialet var 4.0, men i huvudsak har lägsta uppmätta pH i de enskilda sjöarna varit mellan 5 och 6 (Figur 8). I några sjöar har pH under 6 ej uppmätts. Detta gäller exempelvis sjöarna Långban, Häsbosjön och N. Gussjön från vilka så många vattenuppgifter föreligger att dessa värden kan bedömas vara riktiga. För några andra sjöar kan de höga pH-värdena vara osäkra, då endast ett fåtal mätningar finns tillgängliga.



Figur 8.
Lägsta uppmätta pH i de provfiskade sjöarna.

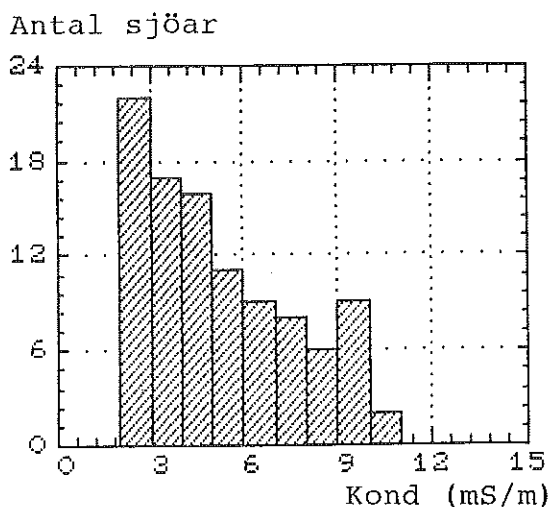
Alkalinitet: Liksom för pH redovisas lägsta uppmätta värde i de provfiskade sjöarna. Uppgifter föreligger från 101 av de 110 sjöarna och dessa hade i medeltal och median en lägsta uppmätt alkalinitet av 0.02 mekv/l. Endast ett fåtal sjöar hade enligt tillgängliga data en lägsta uppmätt alkalinitet över 0.06 mekv/l (Figur 9).



Figur 9.

Lägsta uppmätta alkalinitet i de provfiskade sjöarna.

Konduktivitet: Konduktiviteten (mS/m) anges som medeltal för samtliga mätningar inom en sjö. Konduktiviteten var 2.2 till 10.8 i sjöarna, med ett medianvärde av 4.7 mS/m. Huvuddelen av sjöarna hade en konduktivitet under 6 mS/m (Figur 10).

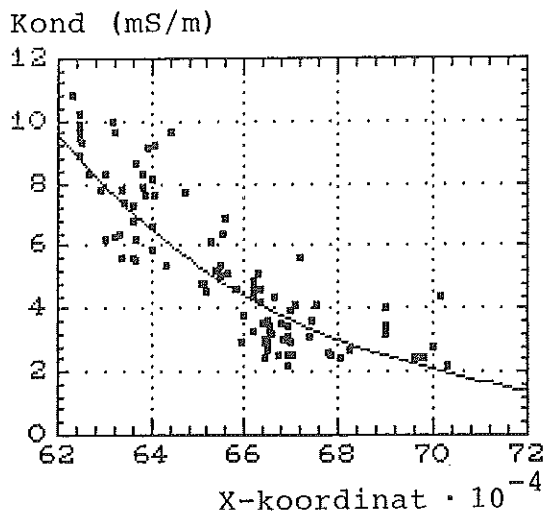


Figur 10.

Konduktiviteten i de undersökta sjöarna.

Konduktiviteten minskade generellt med nordläget för sjöarna, angivet som X-koordinat i rikets nät (Figur 11). Sambandet kan beskrivas som $Konduktivitet = e(14.1 - 0.00002 * X)$. Tas även hänsyn till att konduktiviteten i sjöarna minskade med dessas h.ö.h. erhålles: $Kond. = -8.3 * 10^{-5} * X - 6.1 * 10^{-3} * h.ö.h. + 61$, med $p < 0.001$. Detta förhållande torde inte bero på att atypiska sjöar valts ut. Riksinventeringen 1985, som genomfördes av Statens Naturvårdsverk och länsstyrelserna, visar generellt en konduktivitet över 5.0 söder om en linje Älvsborgs-Uppsala

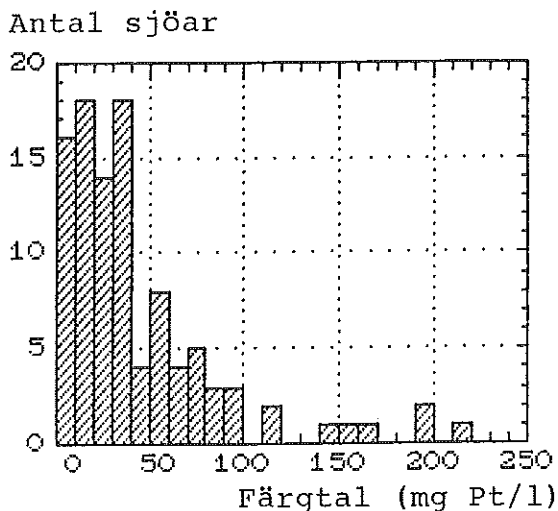
län medan sjöarna norr om denna linje till övervägande del hade värden av 2.5-5 mS/m (Statens Naturvårdsverk 1986).



Figur 11.

Förhållande mellan konduktivitet och nordläge (X-koordinat i RAK) för de provfiskade sjöarna.

Färgtal: Färgtalet (mg Pt/l) anges som medelvärde för samtliga vattenprovtagningar i respektive sjö. Det har som medeltal lägst varit 4 (rödingsjön Skiren) och högst 215 mg Pt/l (Tjurken). Medianvärdet var 33 och övre samt undre kvartil 17 resp 58 mg Pt/l, dvs 50% av materialet hamnade inom dessa gränser (Figur 12). Endast ett fåtal sjöar hade medelfärgtal över 100 mg Pt/l och dessa var (förutom Tjurken) Gyslättsjön, St. Skärsjön, Mulserydssjön, Illeråsasjön, Ungen, Osbysjön och Övre Rotsjön. Fem av åtta bruna sjöar var således belägna i Småland. Riksinventeringen 1985 gav vid handen att sjöar med färgtal över 100 mg Pt/l vintertid är vanliga (ex 55% av sjöarna 1-9 ha, 36% av sjöarna på 10-99 ha) (Statens Naturvårdsverk 1986). Detta innebär att bruna sjöar generellt är underrepresenterade bland de provfiskade sjöarna.



Figur 12.

Medelfärgtal i de provfiskade sjöarna.

3.5 FÅNGADE ARTER

I de 110 provfiskade sjöarna har totalt 27 fiskarter fångats (Tabell 3). Åtta arter har endast påträffats i en sjö vardera. Sjöarna Valingen, Osbysjön och Långban hade arter som vimma, faren, björkna och id. Abborre var den dominerande arten och förekom i 105 av 110 sjöar. I vissa sjöar, ex Stockasjön, var abborre enda fångade art. Gädda var enda fångade art i Illeråsasjön.

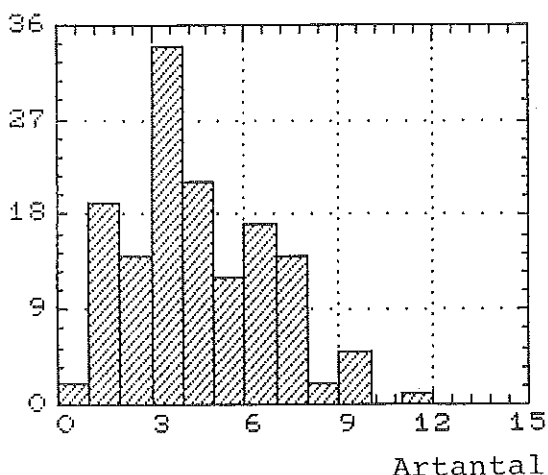
Tabell 3. Antal sjöar (n=110) där enskilda arter påträffats.

ART	ANTAL SJÖAR	ANMÄRKNING
Abborre	105	Ej i Illeråsas., St. Holme., Bösj., Tryss., Rödingt.
Gädda	75	Enda art i Illeråsasjön
Mört	70	
Öring	33	
Sik	31	
Siklöja	31	
Gers	31	
Lake	30	
Röding	29	
Nors	23	Utplanterad bl a i Hedgårdessjön och Hecklan
Elritsa	22	
Benlöja	22	
Braxen	22	
Sutare	11	
Sarv	10	
Stensimpa	6	
Bergsimpa	5	
Gös	4	Utplanterad i Osbysj., Västersj., Skiren, Ungen
Ruda	2	I Valingen och Öjesjön
Storspigg	1	Unden
Småspigg	1	Rödingträsket
Id	1	Långban
Vimma	1	Valingen
Faren	1	Osbysjön
Björkna	1	Osbysjön
Lax	1	Utplanterad i Näcksjön
Ål	1	Ett ex. på 55.5 cm fångat i Rasjön.

3.6 ANTAL FÅNGADE FISKARTER

Antalet fångade fiskarter per sjöprovfisketillfälle varierade mellan 1 och 12 (det högsta värdet från Unden). Medianvärdet och medelvärdet var 5 arter per sjö och vid 50% av sjöprovfiskena erhöles 4-7 arter (Figur 13).

Antal sjöar



Figur 13.

Antalet fångade fiskarter per sjöprovfisketillfälle.

Antalet fångade fiskarter torde direkt bero av antalet förekommande fiskarter. Arten ål fångas ej normalt vid fiske med översiktsnät. Antalet fiskarter insattes, utan transformering, i en stegvis multipel linjär regression mot följande parametrar: X-koordinat, höjd över havet, sjöareal, maxdjup, morfoedafiskt index, lägsta uppmätta pH, lägsta uppmätta alkalinitet, medelkonduktivitet samt medelfärgtal för respektive sjö. Utgående från de sex förstnämnda parametrarna kunde en linjär regression med enbart signifikant bidragande parametrar upprättas (Tabell 4). Denna modell förklarade 59% av variationen i artantal och en god överensstämmelse erhöles mellan modellerade (predikterade) och observerade data (Figur 14).

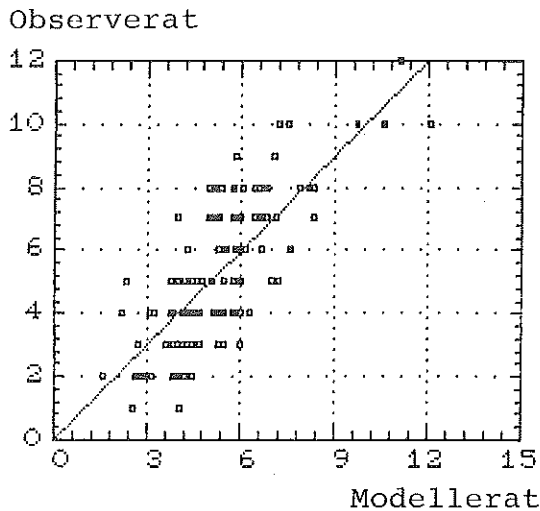
Tabell 4. Resultat av stegvis multipel linjär regression av artantal mot fysikaliska och kemiska parametrar för de olika sjöarna. Medelfärgtal, medelkonduktivitet och lägsta uppmätta alkalinitet gav inget signifikant bidrag till modellen. Modellen har reducerats i Tabell 5 nedan.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	-28.5	-4.99	p<0.001
X-koordinat	3.8*10 ⁻⁵	4.37	p<0.001
Höjd över havet	-9.7*10 ⁻³	-7.18	p<0.001
Sjöareal	3.0*10 ⁻⁴	3.14	p<0.0022
Maxdjup	3.2*10 ⁻²	3.12	p<0.0023
Morfoedafiskt index	6.8*10 ⁻¹	3.75	p<0.0031
Lägsta uppmätta pH	1.6	7.16	p<0.001

R²=0.588, Stand. err. för estimat=1.46, F<0.001, DF=124 + 6

En tvåsidig variansanalys gav dock låg sannolikhet för X-koordinat och maxdjup. Dessa parametrar tillsammans med morfoedafiskt index plockades därför ur modellen för att reducera antalet parametrar.

En reducerad modell med enbart sjöareal, höjd över havet och lägsta uppmätta pH förklarade 51% av variationen i artantal. När även sjöareal eliminerades minskade förklaringsgraden till 39%. Således torde dessa tre parametrar vara tillräckligt för att ge en nöjaktig skattning av det förväntade antalet fiskarter som påträffas vid ett sjöprovfisketillfälle (Tabell 5), om provfisket utförs enligt den standardiserade metodiken (Nyberg 1985).



Figur 14.

Plottning av observerat mot modellerat (predikterat) artantal i de provfiskade sjöarna enligt modellen i Tabell 4.

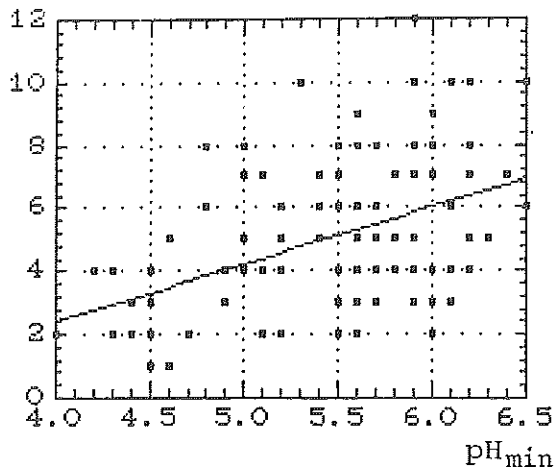
Tabell 5. Resultat av stegvis multipel linjär regression av artantal mot sjöareal, höjd över havet samt lägsta uppmätta pH. Reducering av modellen ovan i Tabell 4.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	-3.28	-2.5	p<0.015
Höjd över havet (m)	$-7.5 \cdot 10^{-3}$	-6.0	p<0.001
Sjöareal (ha)	$4.8 \cdot 10^{-4}$	5.8	p<0.001
Lägsta uppmätta pH	1.8	7.4	p<0.001

$R^2=0.523$, Stand. err. för estimat=1.59, $F<0.001$, $DF=128+3$

Artantalet uppvisade god korrelation med det lägsta uppmätta pH i sjöarna. Enbart denna sistnämnda faktor ger en signifikant förklaring ($R^2=22\%$, enkel linjär regression, $p<0.01$) (Figur 15).

Artantal



Figur 15.

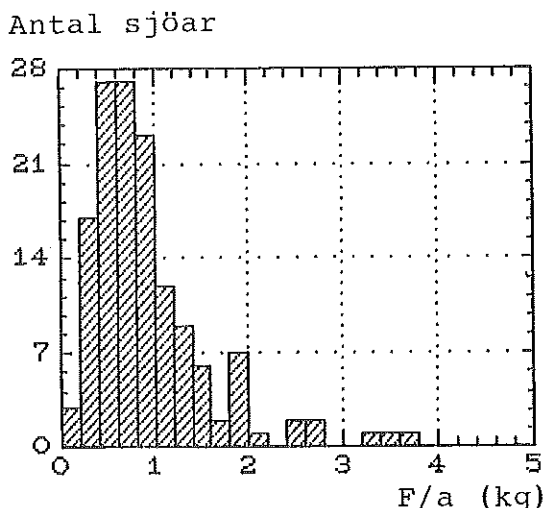
Förhållandet mellan lägsta uppmätta pH och antalet fångade fiskarter i de provfiskade sjöarna.

Förklaringen till att det lägsta uppmätta pH utgör en så viktig bidragande faktor torde bero på två saker: dels indikerar förekomsten av låga pH att sjön generellt är näringsfattigare och därmed inte torde kunna hysa näringskrävande fiskarter, men främst torde orsaken vara att försurningskänsliga arter är utslagna. Arter som öring, elritsa, mört och siklöja har otvivelaktigt försvunnit från de gravast försurade sjöarna (se avsnitt 3.8.1 & 3.8.7). Därmed skulle det stora beroendet av antalet fångade fiskarter på det lägsta uppmätta pH vara ett atypiskt förhållande och visar på den stora omfattningen av artreduktion på grund av försurning i svenska näringsfattiga sjöar.

3.7 FÅNGST PER NÄTANSTRÄNGNING

Då antalet nät samt de använda djupzonerna medför att en grov volymsviktning sker, dvs antalet nät är störst i ytlagren där också vattenvolymen är störst, kan jämförelser ske direkt utgående från den genomsnittliga medelnätfångsten i hela sjön.

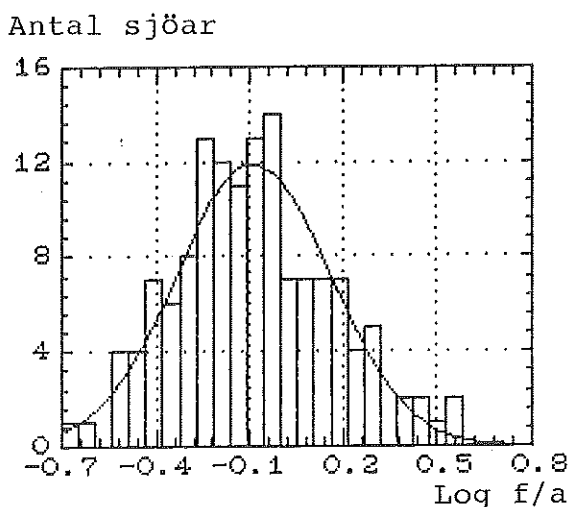
Vikt per bottennätsansträngning: F/a räknat i kg fisk per bottennätsansträngning för hela sjön var 0.02 till 3.73 kg med ett medianvärde av 0.78 och ett medelvärde av 0.95 för de 141 sjöprovfisketillfällena (Figur 16).



Figur 16.

Fångst i kg per bottenät-ansträngning (f/a) som ett medelvärde för hela sjön.

F/a i vikt transformerades med $\log x$ för att anpassas till en normalfördelning (Figur 17). Elva kringparametrar testades i en stegvis multipel linjär regression för att få fram signifikant förklarande parametrar. En modell med de två



Figur 17.

Transformerering av f/a i kg med $\log x$ för anpassning till normalfördelning (linje).

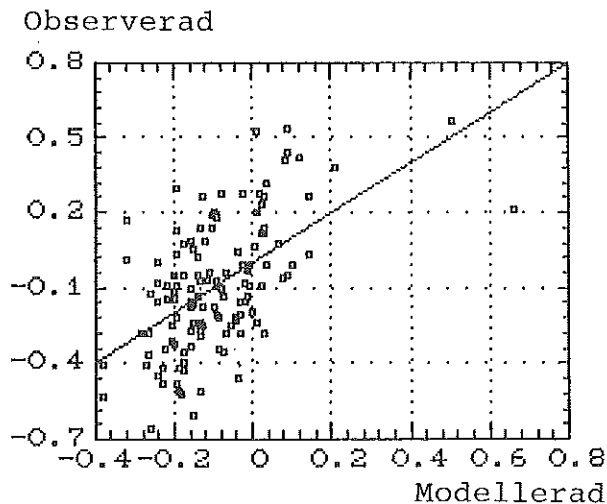
parametrarna höjd över havet samt morfoedafiskt index förklarade 31% av variationen i f/a (vikt) mellan de 141 sjöprov-fisketillfällena (Tabell 6). Detta dock efter att tre sjöar uteslutits ur modellen då de hade avvikande låga f/a. Illeråsasjön var gravt försurad och endast gädda fångades, Backsjön har varit försurad och hade vid provfisketillfället en avvikande låg fisktäthet (Nyberg et al. 1986b), medan Stora Holmevattens fiskfauna varit helt utslagen innan kalkning (Hasselrot et al. 1984) och abborre inte återutsatts utan endast röding och öring. En relativt god överensstämmelse mellan

Tabell 6. Linjär modell för prediktion av 10-log av fångst per bottennätsansträngning för hela sjön. Övriga parametrar ej logaritmerade.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	-0.027	-0.58	p=0.5608
Höjd över havet	-7.1*10 ⁻⁴	-4.2	p<0.001
Morfoedafiskt index	0.104	5.2	p<0.001

R²=0.302, Stand. err. för estimat=0.21, F<0.001, DF=125 + 2

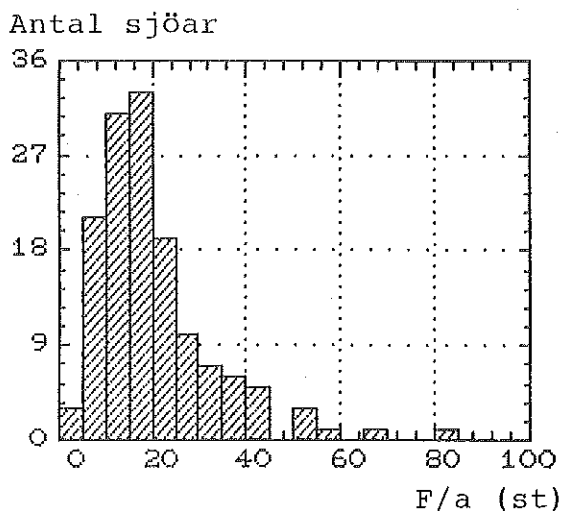
observerade och modellerade f/a erhöles (Figur 18), men den oförklarade variationen är stor. Uppenbart är att andra parametrar än de som testats har stor betydelse för f/a. Bidragande orsaker kan också vara att något linjärt beroende mellan parametrarna ej föreligger. De båda signifikant bidragande parametrarna speglar främst temperatur och näringstillgång i sjöarna. Troligen skulle ett bättre mått på dessa grundläggande faktorer ha ökat modellens förklaringsgrad.



Figur 18.

Förhållande mellan observerad och modellerad f/a i kg enligt modellen i Tabell 6.

Antal individer per nätansträngning: Antalet fångade individer per bottennätsansträngning var från 0.25 till 82.8. Extremerna härrörde från småländska sjöar. Det lägsta värdet var från den gravt försurade Illeråsasjön där endast gädda fångades, medan det högsta värdet var från Femlingen. Medelvärdet var 20 individer och medianvärdet 17 individer per nät. Endast i ett fåtal sjöar översteg fångsten per ansträngning 40 individer (Figur 19). Vid hälften av sjöprovfiske-tillfällena erhöles således 11-25 individer per bottennät som ett medelvärde för hela sjön.



Figur 19.

Antal individer per botten-
nätsträngning som ett
medelvärde för hela sjön.

Fångsten av antal individer per bottennätsträngning (f/a) var endast svagt korrelerad med de kringparametrar som testades mot f/a i vikt. F/a i antal individer minskade generellt något norrut och med ökad höjd över havet. Dessa båda parametrar var sinsemellan svagt korrelerade (Figur 4). En svag tendens till minskad f/a med ökat maxdjup förelåg också. Orsaken till de svaga sambanden är att olika arter uppträder i stort antal i olika typer av sjöar. Mört dominerar i de sydliga, näringsrikare och bruna sjöarna. Abborre dominerar i antal i de nyligen kalkade sjöarna samt i sjöar med få konkurrenter och predatorer. Elritsa kan ha hög numerär i vissa högt belägna sjöar utan mört och med relativt svaga öringbestånd (Nyberg et al. 1986a).

Som berörs nedan kan istället de enskilda arternas f/a relateras till omgivningsparametrar och andra arter, varför det rekommenderas att jämförelse av f/a av antal individer således ej göres för alla arter sammantaget utan göres artvis eller mellan sjöar med samma artuppsättning.

I materialet fanns sjöar med en anmärkningsvärt hög fångst, en f/a överstigande 50. Dessa sjöar kan indelas i tre grupper. Dels en grupp med sjöarna Upprämen och Stora Svansjön, vilka nyligen var kalkade vid provfisket och i avsaknad av andra rovfiskar än äldre abborre. I dessa sjöar hade rekryteringen av ung abborre varit stor, vilket även visats för andra kalkade sjöar där abborre varit enda förekommande fiskart

(Nyberg et al. 1986b). De övriga två avvikande sjötyperna var grunda. I den ena gruppen var Femlingen och Vittersjön (medeldjup 2.5 resp 4 m) som var bruna (medelfärgtal 90 resp 92). En tredje grupp med enbart sjön Brämstjärn avvek genom att en fiskodling är placerad i sjön. I båda dessa grupper var fångsten av mört hög, vilket torde bero av god närings-tillgång och den varma sjötypen.

3.8 DOMINERANDE ARTER

I det följande berörs de 13 arter som förekom i minst 20% av de 110 sjöarna.

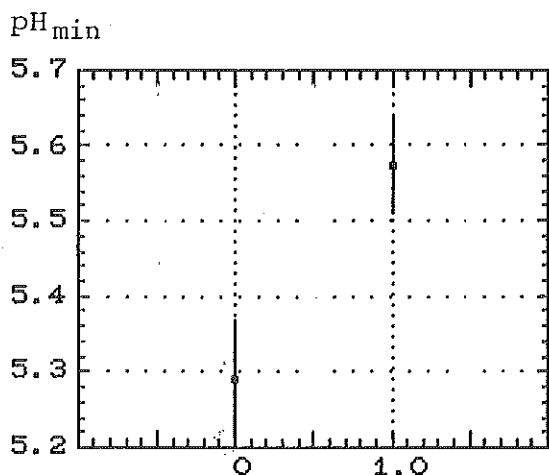
3.8.1 Mört.

Förekomst: För att studera hur förekomsten av mört kunde relateras till morfometriska och kemiska parametrar genomfördes en diskriminantanalys på sjöar med resp utan mört i förhållande till parametrarna; minsta uppmätta pH-värde, färgtal, morfoedafiskt index, höjd över havet, X-koordinat i rikets nät, maxdjup, medeldjup, konduktivitet samt areal. Dessa parametrar gav en statistiskt signifikant diskriminantfunktion, men analysen upprepades efter att de minst diskriminerande parametrarna eliminerats (utgående från de standardiserade diskriminantkoefficienterna). Slutligen erhöles tre statistiskt diskriminerande parametrar; lägsta uppmätta pH-värde, färgtal samt höjd över havet, vilka gav en statistiskt signifikant funktion (Tabell 7). Noterbart är åter hur betydelsefullt det lägsta uppmätta pH-värdet var. Den viktigaste förklarande parametern var dock höjden över havet, vilket dels indikerar betydelsen av de lägre temperaturerna på

Tabell 7. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av mört.

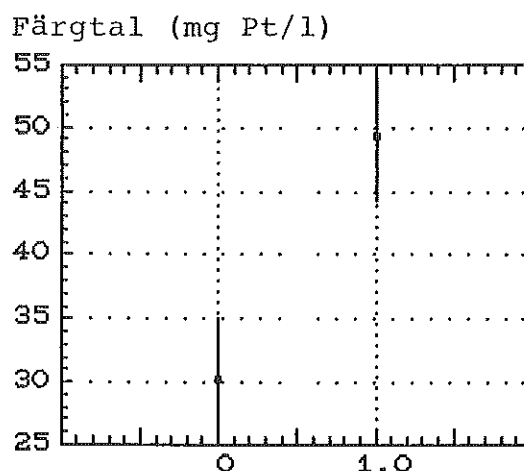
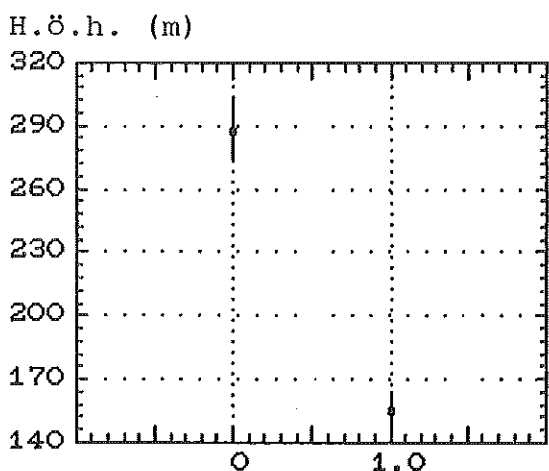
Parameter	Standardiserade diskriminant funktionskoefficienterna	Icke-standard. funkt.koefficienter
Lägsta pH	-0.431	-0.753
Färgtal	-0.302	-7.72*10 ⁻³
Höjd över havet	0.953	0.0105
Konstant	-	2.19

Kan.korr.=0.66, Grp centroid 0.97 & -0.77, X²=72.1, p<0.001



Figur 20.

Medelvärde och S.E. för resp parameter i Tabell 7 i sjöar utan mört (0) och med mört (1). Överst - pH, nederst - höjd över havet och färgtal.



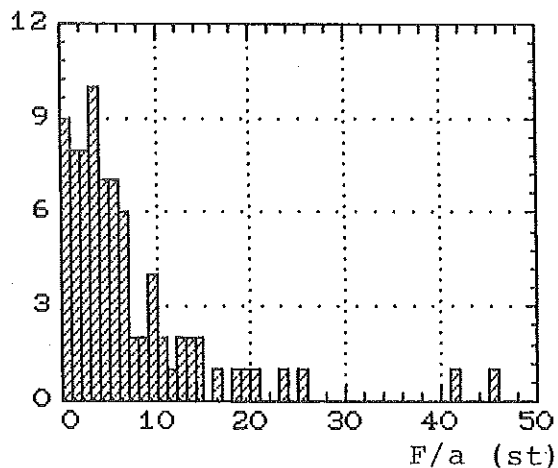
högre höjd men även torde vara beroende av spridningssvårigheter till de högst belägna sjöarna. Lundberg (1899) angav att mörtan endast sällan förekom över 350 m.ö.h. Filipsson (1980) visade dock att isolerade mörtbestånd kunde förekomma i högt belägna bruna sjöar, troligen en effekt av att dessa sjöar värms upp lättare än intilliggande klara vatten (op. cit.) samt att höga färgtal kan indikera en näringsrik miljö. Detta skulle förklara att färgtalet har betydelse för förekomst av mört, men faktorn är klart underordnad de båda tidigare.

Generellt indikerar detta att mörtens förekomst primärt (naturligt) styrs av höjden över havet och att isolerade mörtbestånd kan förekomma i bruna sjöar på hög höjd på grund av dessa sjöars näringsrikedom och högre ytvattentemperatur.

Sekundärt har de försurande utsläppen blivit den dominerande faktorn för mörtens förekomst i näringsfattiga sjöar.

Fångst per ansträngning: Fångsten av mört per ansträngning var från 0.05 - 46 individer per nät, räknat som ett medelvärde för samtliga bottennät i sjön för de 80 sjöprovfiskestillfällen då mört fångades. Medianvärdet var 4.7 mörtar per nät och vid 75% av provfiskestillfällena erhöles färre än 10 mörtar per bottennät (Figur 21). Färre än 1.0 mörtar per nät fångades i 9 sjöar - Stora Härsjön (0.05), Körttjärnet (0.06), Hotlamp (0.13), Hedgärdessjön (0.13), Hinnsjön (0.19), Stora Svansjön (0.24), Storlaxsjön (0.25), Unden (0.47), Stora Neden (0.7).

Antal sjöar



Figur 21.

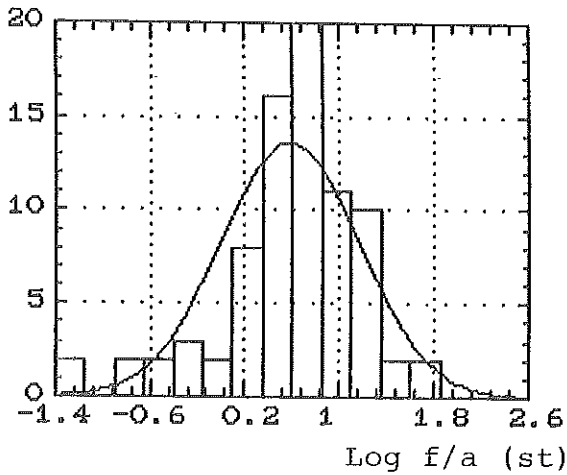
F/a av antal mört per bottennät som medelvärde för hela sjön.

Flera av dessa sjöar hade varit kraftigt försurade och endast enstaka mörtar hade fångats vid provfiske efter kalkning (ex St. Härsjön, St. Svansjön) eller så var det stora, djupa och näringsfattiga sjöar som knappast, eller där endast avgränsade vikar, var lämpliga för arten (ex Unden).

F/a av mört transformerades med 10-log, dvs $\log x$, för att erhålla normalfördelning. Därvid avvek fortfarande fyra sjöar med extremt låg f/a av mört (Figur 22), men efter att dessa undantagits följde materialet väl en normalfördelning (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0.01$). De transformerade värdena insattes i en linjär regression mot 10-log av morfoedafiskt index varvid statistiskt signifikant linjär regression erhöles (Tabell 8, Figur 23). Förklaringsgraden torde öka om ytterligare sjöar med enstaka fångst av mört eliminerats, men det

bedömdes att i och med att f/a anpassats till normalfördelning var förkraven uppfyllda.

Antal sjöar



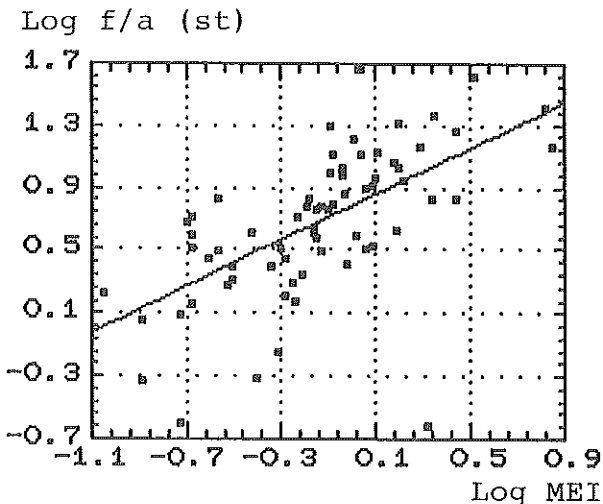
Figur 22.

Log-10 transformering av f/a av antal mört som ett medelvärde för hela sjön.

Tabell 8. Linjär regression av fångst av antal mört per bottennät mot morfoedafiskt index. Fyra sjöprovfisketillfällen ej medtagna på grund av avvikande låg f/a (se text).

$$\text{Log } F/a = \text{Log}(0.73 * \text{Morfoedafiskt index}) + \text{Log}(0.78)$$

$R^2=0.375$, Stand. err. för estimat=0.38, DF= 67+1

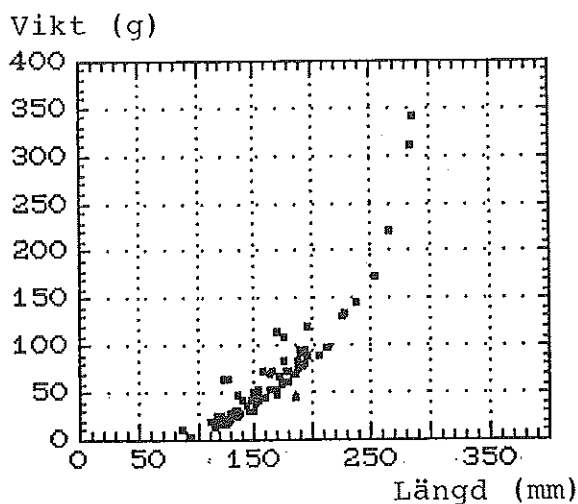


Figur 23.

Linjär regression av f/a av antal mört per bottennätsansträngning mot morfoedafiskt index. Data logaritmerade.

Medelvikt och -längd: Medelvikt och -längd anges för hela den fångade populationen och skall inte förväxlas med data för enskilda individer. Resultatet för hela populationen beror av längdsammansättningen, fiskens kondition och även av de använda nätens maskstorlekar.

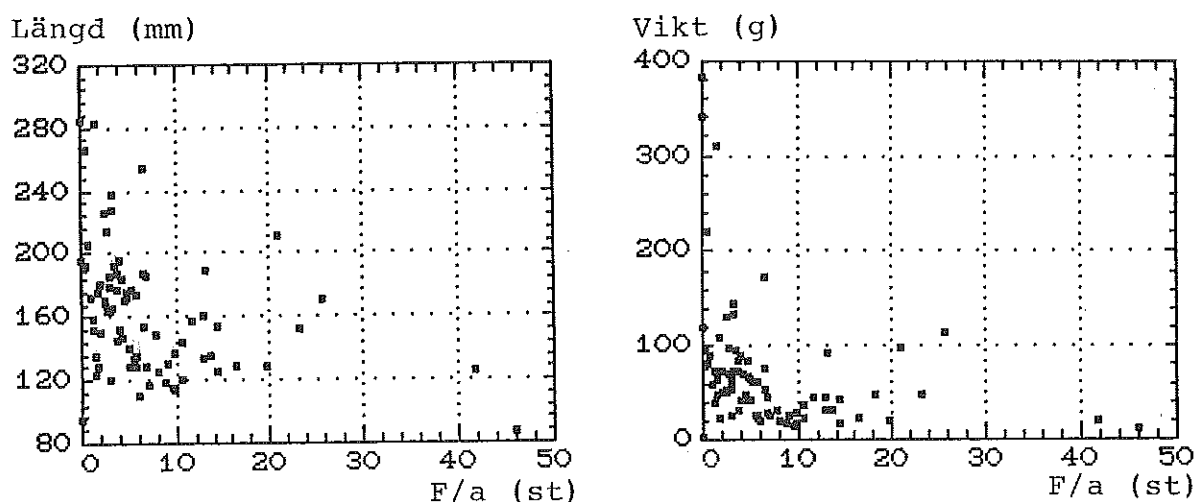
Endast 14% av mörtpopulationerna hade en medelvikt över 100 g och 13% hade en -längd över 200 mm (Figur 24). Medianpopulationen hade en medelvikt av 52 g och en -längd av 152 mm.



Figur 24.
Medellängd och -vikt för den totala fångade mörtpopulationen vid provfisketillfället.

Medelvikten och -längden följde till del f/a av antalet mörts vid sjöprovfisketillfället (Figur 25).

Sjöar där mörtpopulationen hade medelvikt över 100 g resp medellängd över 200 mm var Hjertasjön, Norra Yxesjön, Hecklan, St Neden, St Härsjön, Öjesjön, Västersjön, Rotehagssjön, Simsjön, Hinnsjön, Hotlamp samt Linnebjörkesjön. Flertalet, undantaget Västersjön?, har haft så låga pH att skador på mörtbodytet är troligt. Således kan, som en grov tumregel, dessa medelvikter och -längder användas för att detektera atypiska mörtbodytet.

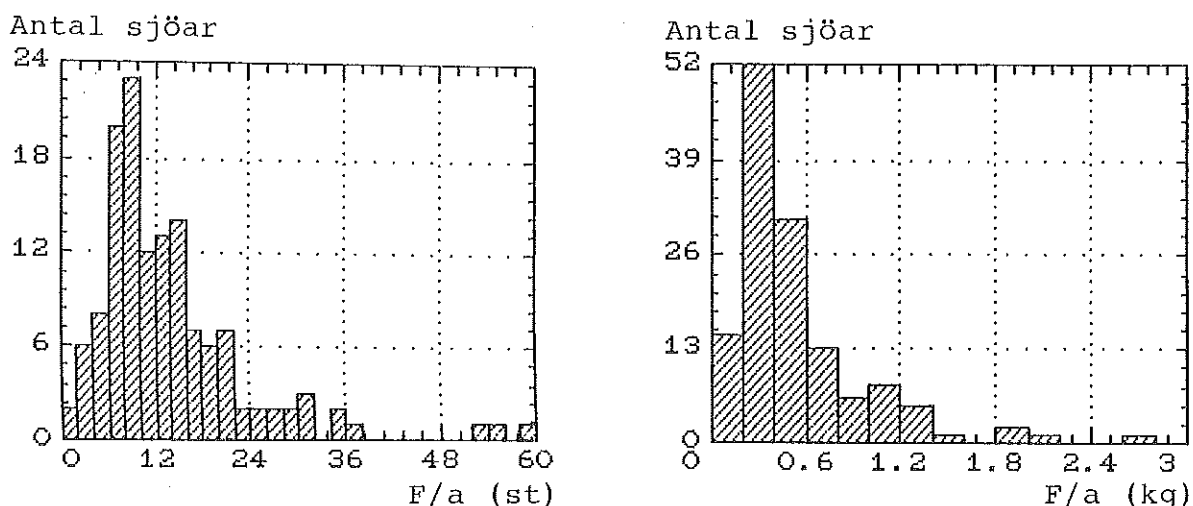


Figur 25. Medelvikt och -längd för mörtpopulationen avsatt mot f/a av antalet mörts i hela sjön.

3.8.2 Abborre

Förekomst: Abborre förekom i alla sjöar utom 5 (Tabell 3). I tre av sjöarna, som är högt belägna, saknas arten troligen på grund av invandringssvårigheter samt låg vattentemperatur. I Illeråsasjön och Stora Holmevatten har arten slagits ut under försurningsfasen. Den förra var ej kalkad vid provfisket och hyser bara gädda, medan den senare sjön återbesatts med endast öring och röding.

Fångst per ansträngning: F/a av abborre var 1.1 - 58.3 i antal individer och 0.08 - 2.65 i kg, med medianvärden av 11.1 resp 0.41. Endast ett fåtal sjöar hade en f/a över 40 individer resp 2.0 kg (Figur 26). Som berörts tidigare (avsnitt 3.7) var detta abborrbestånd som utvecklats gynnsamt efter kalkning i sjöar med få predatorer och konkurrenter.

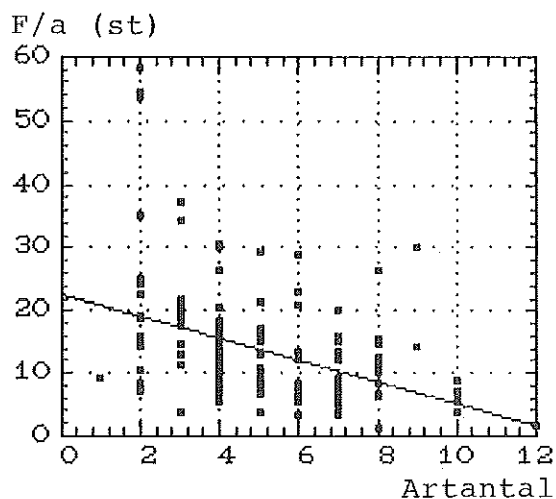


Figur 26. Fångst per nätansträngning av abborre som ett medelvärde för hela sjön. Samtliga sjöprovfiskestillfällen redovisade.

Lägst abborrfångster erhöles i Unden, Backsjön och Hornsjön. Dessa hade antingen en f/a lägre än 2 individer per nät eller 0.1 kg per nät. För den förstnämnda sjön torde förhållandet till en del bero på sjöns storlek och stora djup som gör att den del av sjön som abborre ockuperar relativt sett blir liten och den totala abborrfångsten därmed liten. Backsjön hade mycket låg fångst av abborre trots en tillfredsställande

vattenkemi - pH över 6, alkalinitet efter kalkning 1977 alltid över 0.05 mekv/l och låg totalaluminiumhalt. Sjön är liten (17 ha) med ett stort maxdjup (19.5 m). Tillväxten för enskilda abborrar i sjön var god (Nyberg et al. 1986a). Sjön är dock belägen högt över havet - 364 m - och troligen är det abborrens temperaturkrav som inte helt kan tillgodoses i sjön. Då äldre (2-4+) abborre uppenbarligen tillväxte bra, vilket inte är förvånande i ett så glest bestånd, finns det anledning att misstänka att den låga vattentemperaturen fr a inverkar genom att årsungarna inte hinner växa sig så stora att de klarar den första övervintringen. I Hornsjön slutligen fångades 8 arter och mört dominerade i fångsten. Då abborren generellt är konkurrenssvag torde artrikedomen ha bidragit till den låga f/a av abborre i sjön.

Vid stegvis multipel linjär regression av f/a av abborre mot kemiska, morfometriska och biotiska faktorer erhöles störst korrelation med artantalet, vilket var den enda enskilda parametern som gav en signifikant korrelation med f/a (Figur 27) (Tabell 9). Den förklarade variationen var dock liten. En



Figur 27.
Regression av f/a av antal abborre mot artantalet i sjöarna. Resultat i Tabell 9.

Tabell 9. Enkel linjär regression av f/a antal abborre mot erhållet antal fiskarter i sjön.

$$F/a (\text{antal abborre}) = 22.8 - 1.74 * \text{Artantalet}$$

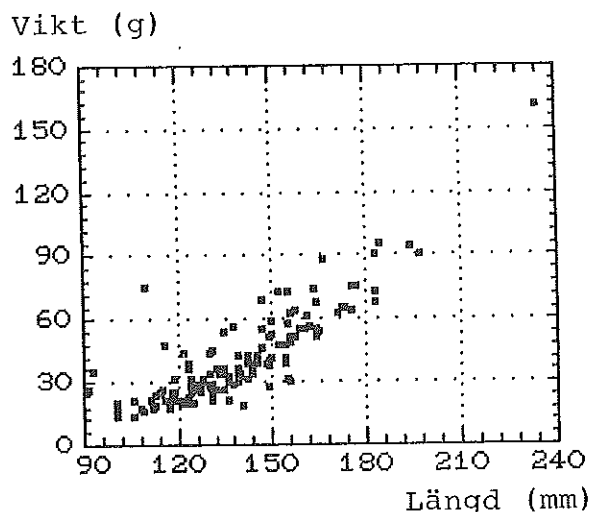
$R^2=0.16$, Standard error för estimat = 8.8, $p < 0.01$.

ringa förbättring av den förklarade variationen erhöles när f/a logaritmerades och även den näst mest förklarande parametern medtogs i modellen. För både f/a i antal individer samt kg kunde endast två signifikanta parametrar erhållas som förklarande till f/a. För f/a av antal individer gav artantalet ihop med morfoedafiskt index (MEI) en förklaringsgrad av 26%, medan artantalet tillsammans med höjden över havet gav 14% f/a i vikt. F/a i antal ökade således med MEI och f/a i vikt minskade med höjden över havet. Förklaringsgraden är dock fortfarande mycket ringa och det är svårt att erhålla bättre förklarande modeller med tillgängliga data för denna konkurrens- och predationskänsliga varmvattensart.

Medelvikt och -längd: Medelvikten för den totala fångade abborrpopulationen vid resp sjöprovfisketillfälle var 14 till 161 g, med ett medianvärde av 35 g. 50% av materialet låg mellan 26 och 53 g. Endast vid ett tillfälle var medelvikten över 100 g. Medellängden var på samma sätt från 92 till 234 mm, med ett medianvärde av 138 mm och 50% av materialet var inom 124 - 154 mm. Abborre uppvisade generellt inte lika jämn längdfördelning inom resp population som mört och sambandet mellan hela den fångade populationens medelvikt och -längd var därför mindre uttalat (Figur 28). Exempelvis avvek abborrpopulationen i Stockasjön betydligt genom att ha en medelvikt av 75 g men en medellängd av endast 110 mm. Orsaken var att sjön varit kraftigt försurad men fortfarande hade kvar ett ganska stort bestånd av äldre abborre. De fångade abborrarna var antingen nyrekryterade individer efter kalkning (kortare än 120 mm) eller äldre individer från försurningsfasen (längre än 200 mm).

Den högsta medelvikten på 161 g och medellängden på 234 mm förelåg i Stor-Vamsjön där f/a av abborre var 7.3 individer per nät. I sjön fångades ytterligare 5 arter - mört, gädda, nors, gers och lake. Arten nors förekom rikligt (f/a var 4.7 individer per bottennät). Också i andra sjöar med storväxt abborrpopulation förekom ofta nors. Provfiske i Skiren 1986 gav en f/a av nors på 0.5 individer. Abborre i sjön hade en

medellängd av 173 mm och medelvikt 66 g. I Lilla Le, där också siklöja förekom, var f/a av nors 0.56 år 1986 och medelvikten på abborre samtidigt 96 g. I Unden samma år fångades nors samt t ex benlöja och abborrharnas medelvikt var 75 g. Således tycks tillgång på bytesfisk som nors och eventuellt benlöja medföra att abborrhpopulationen, eller snarare vissa individer inom populationen, kan bli storväxta. Undantag finnes dock. I Stora Ullen fångade 1986 0.27 nors per nätansträngning och samtidigt förekom siklöja. Abborrhpopulationen var dock småvuxen - 27 g resp 132 mm som medelvärden.



Figur 28.

Medelvikt mot medellängd (g resp mm) för den fångade abborrpopulationen.

3.8.3 Gädda

Gädda saknas ofta i sydsvenska rödingsjöar, som i regel har stort maximalt vattendjup och är näringsfattiga (Nyberg et al. 1986a). Näringsfattigdomen ansågs dock ej vara begränsande för gädda (op.cit.). Det maximala sjödjupet spelar säkerligen endast liten roll för arten och det är snarast så att röding i närvaro av gädda ej kan förekomma i grunda sjöar (op.cit.). Gäddans förekomst är därmed av intresse inför studier av utbredning av röding och även öring.

Liksom för mört studerades förekomsten av gädda i relation till samtliga morfometriska, kemiska och vissa biologiska

parametrar (f/a antal och vikt samt artantal) med en diskriminantanalys. De två mest diskriminerande parametrarna var därvid höjd över havet samt f/a av antalet individer av samtliga övriga arter (Tabell 10).

Den diskriminerande funktionens styrka hade troligen ökat om f/a delats upp i f/a för enskilda arter. En modell där f/a av mört, siklöja, sik, benlöja och nors samt h.ö.h. nyttjades gav en kanonisk korrelation av 0.66. Då denna senare modell dock innehöll så många diskriminerande parametrar valdes den förra som varande enklare.

Tabell 10. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av gädda mot höjd över havet (m) samt f/a av antalet individer av övriga arter.

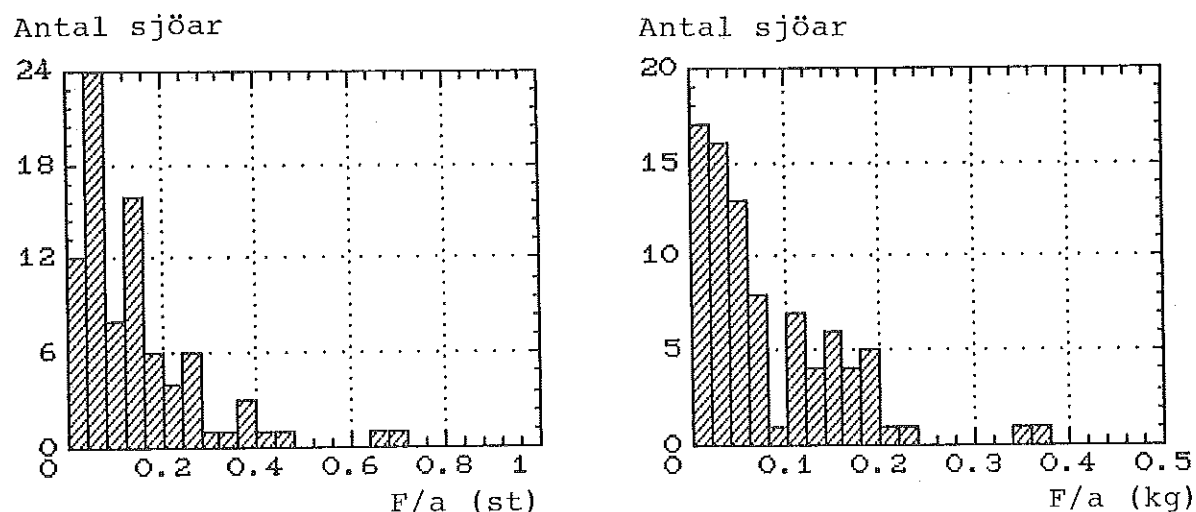
Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskrim. funkt. koeff.
F/a antal	0.997	0.010
H.ö.h.	-0.020	-1.56*10 ⁻³
Konstant	-	-2.13

Kanon.korr.=0.523, Grp centroid 0.90 & -0.60, $X^2=44.3$, $p<0.001$

Orsaken till att f/a av antalet individer av övriga arter bidrar så starkt till diskriminantfunktionen mellan gäddsjöar och övriga sjöar står naturligtvis att söka i att arten lever av andra fiskar. Till en del kan dock även svårigheten att fånga gädda bidra. Gäddas låga numerär i sjöar och artens stationära jaktteknik medför att endast vart fjärde till vart tionde nät fångar gädda vid provfiskena. Härigenom ökar självfallet risken att slumpen medför att ingen gädda fångas trots att arten finns i sjön. Fångas däremot flera individer av andra arter i nätet skulle detta innebära att gädda i större utsträckning lockas till nätet än till ett nät med få individer fångade. Således skulle gädda "upptäckas" lättare i en sjö med rika bytesfiskbestånd p g a denna nätanlockning. Problemet torde dock vara av ringa dignitet.

Höjden över havet gav relativt litet bidrag till den diskriminerande funktionen. Att h.ö.h. dock var väsentlig torde bero på gäddans spridningssvårigheter till högt belägna sjöar.

Fångst per ansträngning: Fångsten per nätansträngning (f/a) av gädda var 0.02 - 0.67 st, med ett medianvärde av 0.11 och 50% av materialet inom gränserna 0.06 - 0.19. I vikt per nät fångades 0.001 - 0.38 kg, med ett medianvärde av 0.06 och 50% av materialet inom 0.03 - 0.13 kg/nätansträngning (Figur 29). F/a av gädda kunde inte korreleras till kemiska eller morfometriska faktorer, medan f/a av mört, sik, siklöja och abborre gav en förklarad variation av 16% för antal gäddor per nätansträngning. Enbart f/a av mört var dock signifikant men denna faktor ensam förklarade endast 5% av variationen. Således kunde inget statistiskt signifikant samband upprättas med stegvis multipel linjär regression som gav en nöjaktigt förklarad variation. Orsaken torde vara dels, som nämnts ovan, att nätprovfiske inte är en fullgod kvantitativ insamlingsmetodik för arten, dels att andra faktorer som litoralzonens utseende, inomartspredation samt tillgången på lekplatser har betydelse för gäddpopulationens storlek.



Figur 29. F/a av gädda i antal och vikt som ett medelvärde för hela sjön.

3.8.4 Rödning

Förekomst: Arten behandlas här endast kortfattat då provfisken från rödingsjöarna 1983 tidigare redovisats (Nyberg et al. 1986a). Vid diskriminantanalys (enligt ovan) utföll f/a av gädda samt sjöns maxdjup som de viktigaste diskriminerande parametrarna (Tabell 11). Orsaken är att röding är mycket känslig för predation från gädda och därför endast kan existera i sjöar utan gädda eller i mycket djupa sjöar så att predationen från gädda minimeras. I djupa sjöar har arten dessutom gott om föda under språngskiktet, där den av temperaturskäl (Nyberg et al. 1986a) tvingas uppehålla sig sommartid.

Tabell 11. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av röding.

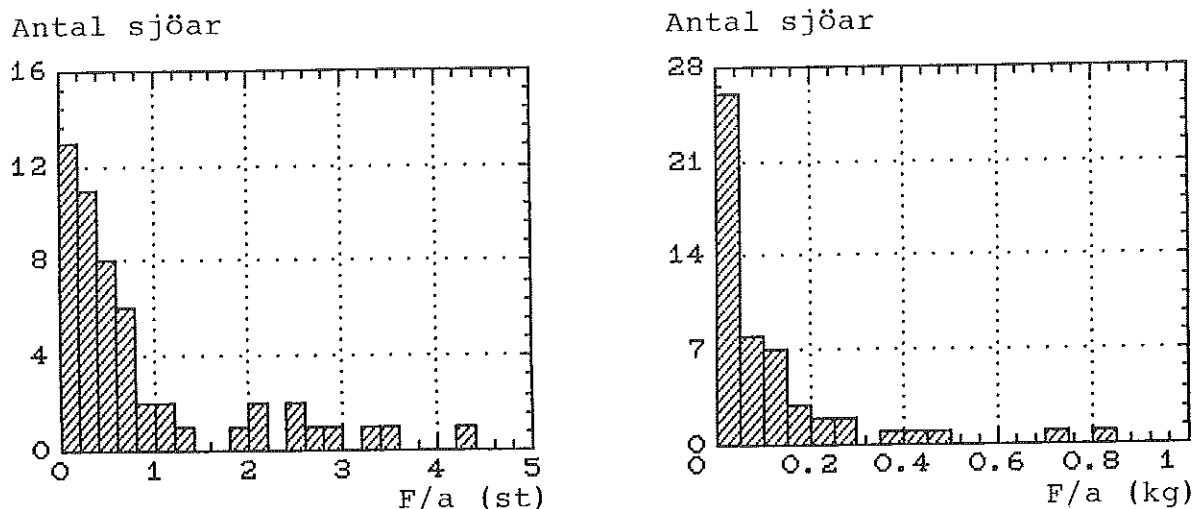
Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskkr.funkt.koeff.
Maxdjup	-0.63	-0.037
F/a antal gädda	0.75	6.64
Konstant	-	0.45

Kanon.korr.=0.511, Grp centroid 0.46 & -0.75, $X^2=41.8$, $p<0.001$

Rödning har återutplanterats efter kalkning i sjöar där arten tidigare slagits ut av försurning; Västra Skälsjön, Stora Holmevatten, Upprämen, Södra Boksjön (Nyberg 1987) samt Hällsjön. Samtidigt som detta anger lyckade restaureringsinsatser visar det också på att arten är känslig för försurning och att lågt pH skulle varit en viktig förklarande parameter för rödings förekomst förutan kalkningsverksamheten.

Fångst per ansträngning: F/a av röding var 0.04 - 4.3 st per nätansträngning med ett medianvärde av 0.5, och 50% av antalet värden inom intervallet 0.22 - 1.0. F/a i vikt var 0.002 - 0.84 kg med ett medianvärde av 0.07, och 50% av värdena inom 0.02 - 0.14 kg (Figur 30). F/a i antal individer kunde endast till ringa del korreleras till kemiska, morfometriska eller biotiska faktorer vid stegvis multipel linjär regression. Även för f/a i vikt erhöles en låg förklarad variation - 22%

- vid liknande modellering. De viktigaste signifikant bidragande faktorerna till den förklarade variationen var maxdjupet och färgtalet (Tabell 12). Den oförklarade



Figur 30. Fångst per nätansträngning i antal och vikt (kg) av röding vid de olika sjöprovfisketillfällena.

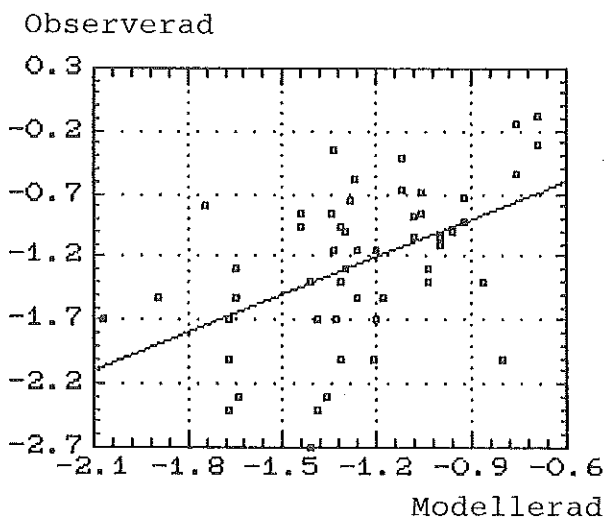
Tabell 12. Stegvis multipel linjär regression av 10-logaritmerad f/a (kg) röding mot övriga parametrar, vilka ej logaritmerats.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	-0.291	-1.16	0.251
Färgtal (mg Pt/l)	-0.022	-3.08	0.0034
Maxdjup (m)	-0.015	-3.68	0.0006

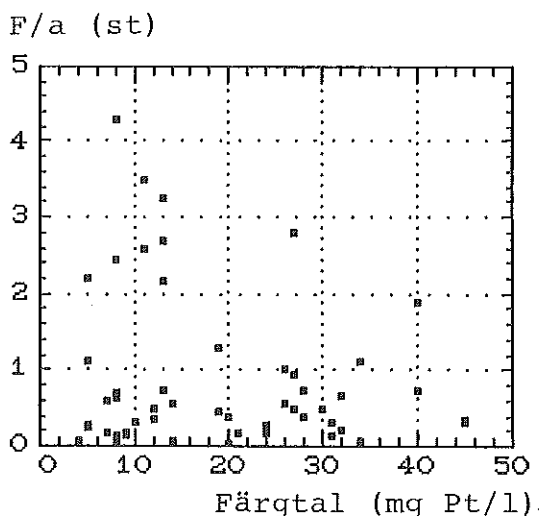
$R^2=0.216$, Stand. err. för estimat=0.54, $F<0.001$, $DF=50 + 2$.

variationen fördelade sig relativt jämnt över det modellerade området (intervallet), varför ingen direkt systematisk felkälla förelåg (Figur 31). Snarare visar detta på att en mängd andra faktorer inverkar. Främst torde det vara fiskeintensitet, utplanteringar och försurningspåverkan (aluminium) som inverkar. Att f/a avtog signifikant med ökat maxdjup kan delvis vara en artefakt, ty i de djupaste sjöarna har ett flertal nät använts även på djup där röding ej fångats. Detta medför att f/a blir låg trots att beståndet kan vara stort. För att erhålla ett säkrare underlag bör därför en förfinad volymsviktning av f/a ske. Minskad f/a med ökat färgtal (Figur 32) kan bero på flera faktorer. Färgtalet är

självfallet korrelerat med sjöns omsättningstid - ett högt färgtal indikerar en mindre sjövolym och en större inverkan av tillrinnande vatten vid snösmältning. En brun sjö har vidare begränsad födotillgång under språngskiktet sommartid.



Figur 31.
Modellerad mot observerad f/a (kg) av röding enligt modellen i Tabell 12. Data logaritmerade.



Figur 32.
F/a av antal röding mot färgtalet (mg Pt/l) vid de skilda sjöprovfiskestillfällena.

3.8.5 Öring

Förekomst: Liksom för röding görs ofta återutplanteringar av öring i försurade sjöar som kalkats. Trots att arten dels är känslig för lågt pH och dessutom har sina uppväxtområden i de försurningsstressade rinnande vattnen, var inte lägsta uppmätta pH en viktig diskriminerande parameter för att skilja öringsjöar från övriga sjöar. Diskriminantanalys gav istället höjd över havet och f/a av antal gädda som viktigaste

parametrar (Tabell 13). Förekomst av predatoren gädda är således liksom för röding negativ och begränsar antalet sjöar lämpliga för utplantering av öring. Att höjd över havet var en viktig parameter kan vara betingat av att

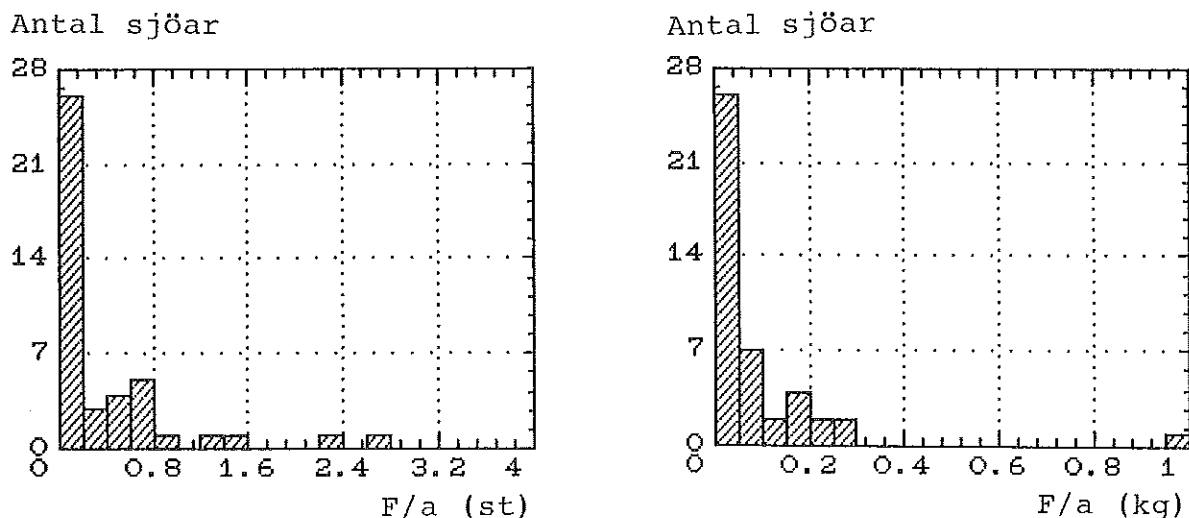
Tabell 13. Diskriminantsanalys av sjöar med resp utan förekomst av öring.

Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskr.funkt.koeff.
Höjd över havet	0.79	$7.7 \cdot 10^{-3}$
F/a antal gädda	-0.46	-3.96
Konstant	-	-1.28

Kanon.korr.=0.488, Grp centroid -0.37 & 0.82, $\chi^2=37.5$, $p < 0.001$

frekvensen lämpliga rinnande vatten ökar med ökad höjd över havet - speciellt med tanke på öringungarnas krav på låg vattentemperatur sommartid och den minskade förekomsten av gädda med ökad höjd över havet.

Fångst per ansträngning: F/a av antal öring var 0.02 - 8.7 med ett medianvärde av 0.13, och 50% av värdena inom intervallet 0.045 - 0.615 individer. F/a i vikt var 0.0003 - 0.98 med ett medianvärde av 0.05, och 50% av värdena inom 0.01 - 0.105 kg (Figur 33). Rödingträsket hade markant större f/a än samtliga övriga sjöar. I sjön förekom endast öring och småspigg. Öringen var småväxt, medellängden var 215 mm.



Figur 33. F/a av öring (antal och vikt) i samtliga sjöar. (Exkl Rödingträsket - där f/a (antal) var 8.7.)

F/a av antal öringar som ett medelvärde för hela sjön kunde korreleras med sjöns höjd över havet (Tabell 14).

Tabell 14. F/a av antal öring per sjöprovfisketillfälle korrelerat med sjöns höjd över havet. F/a har 10-logaritmerats.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	-1.73	-7.96	p<0.001
Höjd över havet (m)	0.0032	4.50	p<0.001

R²=0.320, Stand. err. för estimat = 0.52, F<0.001, DF= 40+1

F/a i vikt av öring kunde efter logaritmering och analys genom stegvis multipel linjär regression korreleras till artantalet och nordläget, angivet som X-koordinat i RAK. Den förklarade variationen var dock låg - 21% (Tabell 15) - och orsaken torde främst vara att arten är föremål för utsättning, samtidigt som förekomst av lekvattendrag och försurningstillståndet i dessa inverkar.

Tabell 15. Multipel linjär regression av 10-log f/a av kg öring mot artantal och nordläget, angivet som X-koordinat i RAK. De båda senare ej logaritmerade.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	-11.4	-2.72	0.0095
Artantal	-0.152	-2.39	0.0215
X-koordinat	1.6*10E-5	2.56	0.0142

R²=0.206, Stand. err. för estimat =0.67, F=0.003, DF=41+2

3.8.6 Elritsa

Elritsa var mer frekvent förekommande i rödingsjöarna än i övriga sjöar, vilket fr a ansågs bero av att de förra sjöarna saknade mört (Nyberg et al. 1986a). Vid diskriminantanalys erhöles en funktion med de tre parametrarna; lägsta uppmätta pH, höjd över havet samt öst-västläge (Y-koordinat i rikets nät) (Tabell 16). Höjd över havet var också viktig för mört, som förekom oftare i de lägre belägna sjöarna, medan elritsa

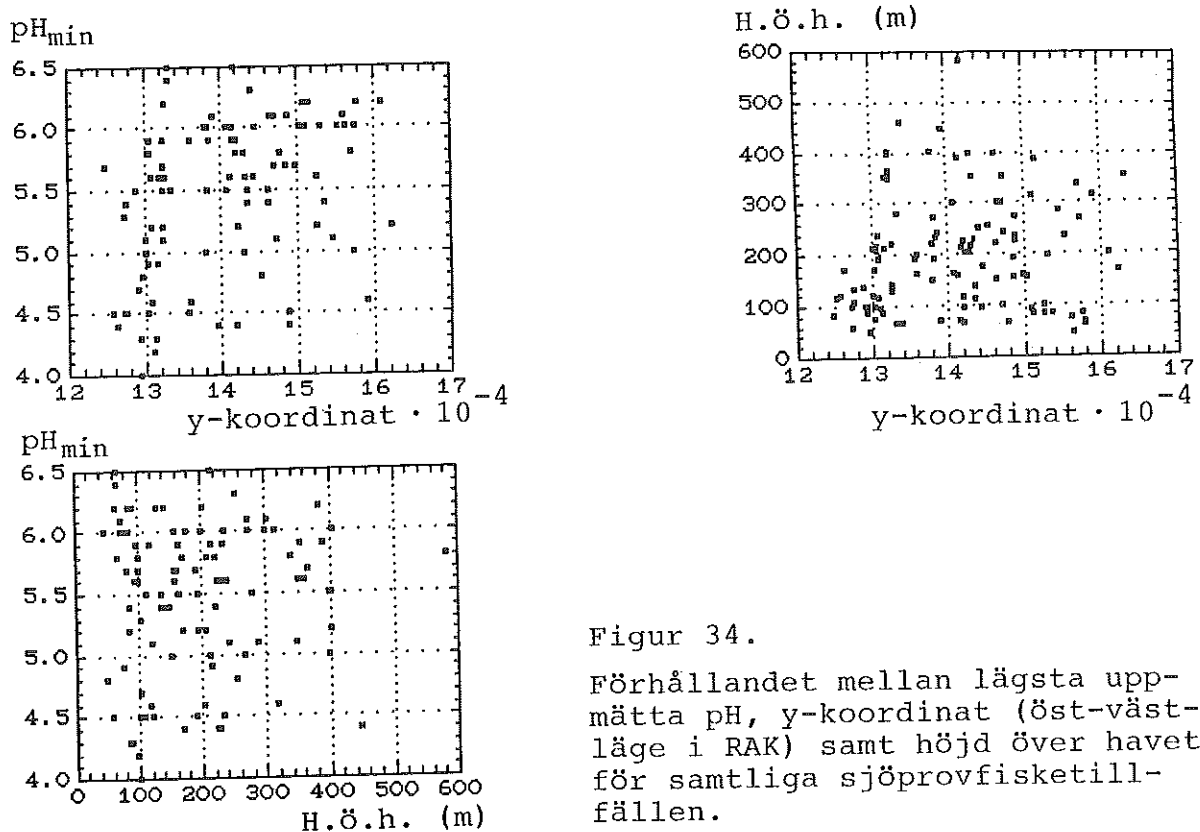
mer frekvent förekom på högre höjd över havet. Höjd över havet gav dock större bidrag till modellen för att förklara skillnader mellan elritsesjöar och övriga sjöar än f/a mört och valdes därför.

Tabell 16. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av elritsa. Se texten ovan.

Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskrim.funkt.koeff.
Lägsta pH	0.56	0.97
Höjd över havet	0.83	0.008
Y-koordinat (RAK)	-0.69	$-7.2 \cdot 10^{-5}$
Konstant	-	3.14

Kanon.korr.=0.546, Grp centroid -0.37 & 1.12, $\chi^2=45.6$, $p < 0.001$

De diskriminerande parametrarna var inte sinsemellan korrelerade (Figur 34). Beroendet av h.ö.h. kan liksom för öring eventuellt vara en effekt av vattentemperaturen i sjöarnas in- och utloppsvattendrag. Beroendet av Y-koordinaten, dvs att sjöar med elritsa var mindre frekventa bland de östligast liggande sjöarna, är svårt att förklara och troligt är att det snarast är urvalet av sjöar som förorsakat förhållandet.



Figur 34.

Förhållandet mellan lägsta uppmätta pH, y-koordinat (öst-västläge i RAK) samt höjd över havet för samtliga sjöprovfisketillfällen.

Att det lägsta uppmätta pH var en viktig diskriminerande parameter beror på att elritsa är mycket försurningskänslig (Almer 1972), speciellt med tanke på att arten tidvis uppehåller sig i rinnande vatten.

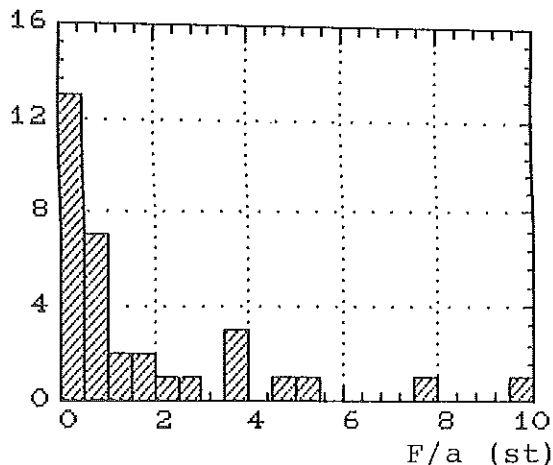
Fångst per ansträngning: Endast antalet individer per nätansträngning redovisas i det följande. F/a av antalet elritsa var i medeltal för de 33 sjöprovfisketillfällen då elritsa fångades 1.8 med ett medianvärde av 0.8, och där 50% av populationerna hade 0.25 - 2.3 individer per nätansträngning. Minsta värde var 0.01 och högsta 9.8 (Figur 35). F/a av antalet elritsa kunde korreleras med X-koordinat (nordläge) och f/a av antalet mört (Tabell 17). Totalt erhöles därvid 41% förklarad variation. Att kallvattensarten elritsa förekom i högre tätheter längre norrut var inte förvånande. Den starka korrelationen till f/a mört kan naturligtvis till del

Tabell 17. Resultat av stegvis multipel linjär regression av f/a antal elritsa mot kemiska, morfometriska och biotiska variabler. F/a av elritsa är 10-logaritmerad, men ej övriga variabler.

Parameter	Koefficient	t-värde	p-värde
Konstant	20.0	2.27	0.030
Xkoordinat	- 0.3*10 ⁻⁴	-2.28	0.029
F/a antal mört	- 0.80	-4.86	<0.001

R²=0.406, Stand. err. för estimat = 0.62, F<0.001, DF=30+2

Antal sjöar

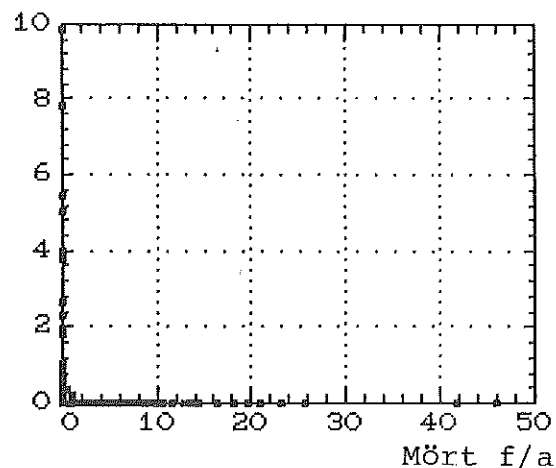


Figur 35.

F/a av elritsa räknat som medelvärde för resp sjöprovfisketillfälle.

bero på att den senare artens täthet minskade ju längre norrut och högre över havet en sjö är belägen. Korrelationen var dock mycket stark och de båda arterna förekommer i stort sett aldrig tillsammans (Nyberg et al 1986a) (Figur 36).

Elritsa f/a



Figur 36.

F/a (st) av elritsa avsatt mot f/a (st) av mört vid samtliga sjöprovfisketillfällena.

Noterbart är dock att Filipsson (opubl.) funnit de båda arterna samlevande och med höga tätheter i den 1 ha stora Skräddartjärn, vid Marsfjället i Västerbotten. Mörten förekommer i denna tjärn utanför sitt sammanhängande utbredningsområde och kan troligen existera på grund av att tjärnen är tämligen brun. Mörtpopulationen uppvisade normal längdfördelning, medan de nyttjade maskstorlekarna gjorde att endast större elritsor fångades. I tjärnen förekom också lake. I denna extrema tjärn kunde således mört förekomma, men var i detta vatten inte så konkurrensstark att elritsa eliminerades. En trolig förklaring är att mört generellt är konkurrensstarkare i näringsrika vatten, medan elritsa kan dominera i de extremt näringsfattiga. I närvaro av humusämnen kan dock mört existera och uppnå goda tätheter även i närsaltfattiga vatten, tack vare humusämnenas tillförsel av alloktion näring. Temperaturregimen medför dock att mörten inte konkurrerar ut elritsa i detta vatten. Detta förklarar också förhållandet att det i de extremt klara rödingsjöarna i södra Sverige föreligger en distinkt näringsnivå vid vilken antingen elritsa eller mört dominerar (Nyberg et al. 1986a).

3.8.7 Siklöja

Förekomst: Siklöja förekom i 31 av de 110 sjöarna (Tabell 3). Arten är utplanterad i sen tid i sjöar som Östra Nedsjön och Stora Ullen. Säkerligen är förekomsten av arten i en del övriga av de provfiskade sjöarna resultatet av tidigare utplanteringar under 1900-talet.

Vid diskriminantanalys med avsikt att särskilja sjöar med resp utan förekomst av siklöja erhöles lägsta uppmätta pH, medeldjup samt X-koordinat (nord-sydläge i RAK) som de tre mest bidragande parametrarna (Tabell 18). Siklöja är känslig för försurning och möjlighet finns att arten försvunnit från några av de sjöar som haft lägst pH. Då arten naturligt endast förekommer under högsta marina gränsen torde förhållandet att sjöar med siklöja var ovanligare norrut, och därmed i regel högre över havet, till en del bero på korrelationen mellan nordläge och h.ö.h.

Tabell 18. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av siklöja.

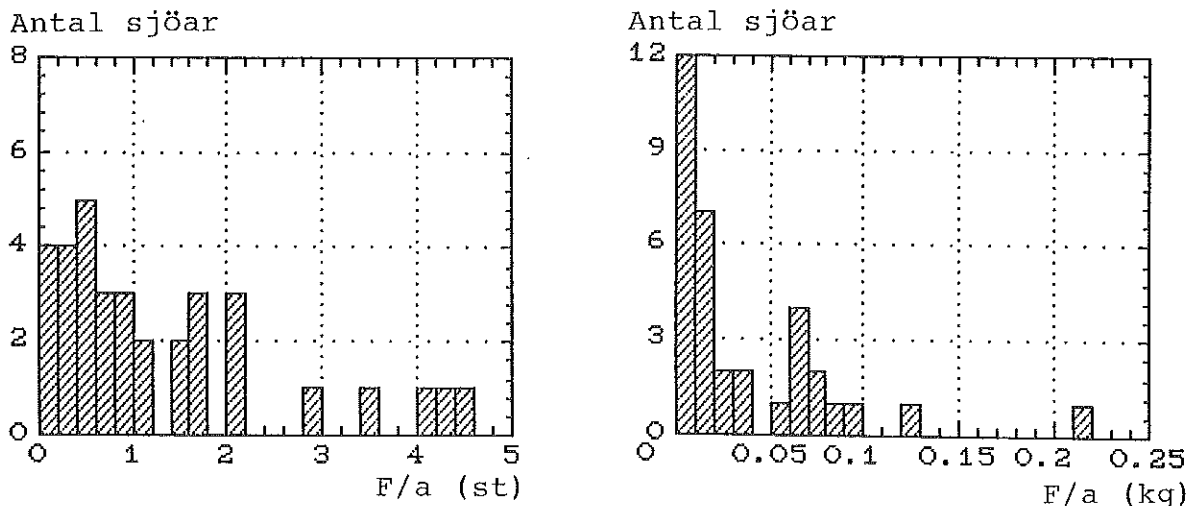
Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskr.funkt.koeff.
Lägsta pH	0.49	0.84
Medeldjup	0.81	0.11
X-koordinat (RAK)	-0.49	$-2.55 \cdot 10^{-5}$
Konstant	-	11.05

Kanon.korr.=0.396, Grp centroid -0.25 & 0.73, $X^2=22.0$, $p<0.001$

Betydelsen av ett stort medeldjup för förekomsten av siklöja belyses av att medeldjupet i sjöar utan siklöja i medeltal var 8.3 och i sjöar med siklöja 13.6 m och skillnaden mellan medeldjupen i sjöarna var signifikant (Mann-Whitney U-test, $p<0.002$). Detta betyder dock ej att sjöar med litet medeldjup alltid saknar siklöja. Tjurken och Öjesjön har ett medeldjup av 3 m, men ändå förekomst av siklöja. Den förra sjön är 610 ha med ett maxdjup av 9 m och den senare 53 ha med ett maxdjup av 11 m. Båda var artrika, 7 resp 8 arter, och hyste bl a mört. Medelfärgtalen, 215 resp 60 mg Pt/l, var över median-

värdet för det samlade materialet (Figur 11). Då siklöjan främst uppehåller sig i det kallare hypolimnion under sommaren, kan arten existera i relativt grunda sjöar om samtidigt språngskiktet etableras så grunt att en stor volym hypolimnion återstår i sjön. Höga färgtal kan bidra till detta, vilket skulle kunna förklara att siklöja kan förekomma i relativt grunda bruna sjöar.

Fångst per ansträngning: F/a av antalet siklöja var 0.03 - 4.48 per nätansträngning, med ett medelvärde av 1.3 och ett medianvärde av 0.85. 50 % av materialet hade 0.5 - 1.75 st siklöja per nätansträngning (Figur 37). F/a i vikt var 0.0006 - 0.22 kg vid de 34 sjöprovfisketillfällena då siklöja fångades. Medelvärdet var 0.04 och medianvärdet 0.02 kg, medan 50% av materialet var 0.01 - 0.07 kg/nätansträngning. F/a av antal siklöja insattes i stegvis multipel linjär regression tillsammans med kemiska, morfometriska, geografiska och biotiska faktorer, men ingen signifikant korrelerad parameter (95%-signifikansnivå) kunde erhållas. F/a i vikt av siklöja kunde dock signifikant korreleras till sjöns medeldjup, så att f/a minskade med medeldjupet (Tabell 19).



Figur 37. F/a i antal och vikt av siklöja.

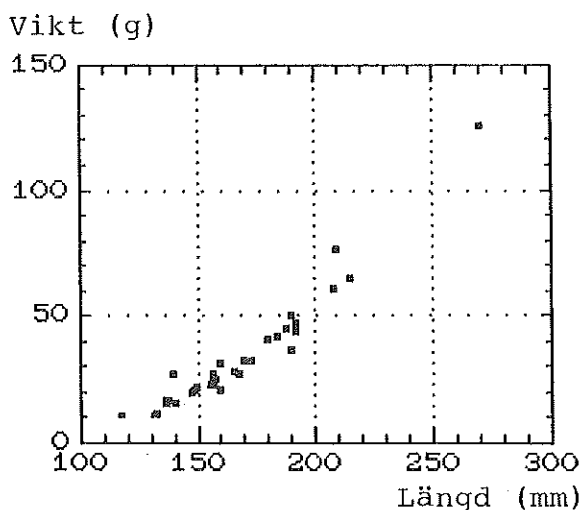
Tabell 19. Linjär regression mellan 10-logaritm av f/a av siklöja (kg) mot sjöns medeldjup (m).

$$\text{Log (F/a siklöja)} = -0.024 * \text{Medeldjup} - 1.305$$

$$R^2=0.156, \text{ Stand. err. för estimat} = 0.51, F<0.017, DF = 29+1$$

Siklöja var således vanligare i sjöar med högre medeldjup, men minskade samtidigt i f/a med ökat medeldjup. Minskningen med ökat medeldjup var dock ringa - en ökning av medeldjupet från 5 till 10 m skulle endast ha minskat f/a med 0.025 kg. Således är sambandet (Tabell 19) troligen snarast att betrakta som irrelevant och kan möjligen vara betingat av avsaknaden av en strikt hypsografisk viktning av f/a, vilket diskuterats ovan för röding.

Medelvikt och -längd: Medelvikten för det samlade fångade beståndet av siklöja vid resp sjöprovfisketillfälle var 11 - 126 g, med ett medianvärde av 27. Medellängden var samtidigt 117 - 270 mm, med ett medianvärde av 160 mm (Figur 38).



Figur 38.

Plottning av medelvikt mot medellängd för siklöja.

En sjö, Simsjön på Billingens sydsluttning, hade betydligt större genomsnittssiklöja än övriga sjöar. F/a av siklöja i sjön var hög (1.75/nätansträngning) och orsaken till den höga medelvikten torde vara att rekryteringen varit skadad under försurningsfasen. Mörten i sjön uppvisade också mycket hög medelvikt och -längd (132 g resp 226 mm), vilket också indikerar rekryteringsstörningar.

3.8.8 Sik

Förekomst: Samtliga sikarter redovisas nedan enbart som sik. Siksystematiken är komplicerad och förutom att siken kan indelas i olika arter skiljer sig dessa arter betydligt

genom att i typfall antingen vara utpräglade djurplanktonätare eller bottendjursätare (Svärdson 1979). Sik fångades i 31 sjöar (Tabell 3). I Uden fångades till exempel två arter, dels den småvuxna blåsiken dels sandsik. Vid diskriminantanalys utföll lägsta uppmätt pH samt sjöareal (logaritmerad) som de variabler som mest särskilde sjöar med sik från sjöar utan sik (Tabell 20). Förekomst av sik var vanligare i större

Tabell 20. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av sik.

Parameter	Standardiserade diskriminant funktionskoefficienterna	Icke-standardiserade funkt.koeff.
10-log Areal	0.92	1.71
Lägsta pH	0.44	0.77
Konstant	-	-7.85

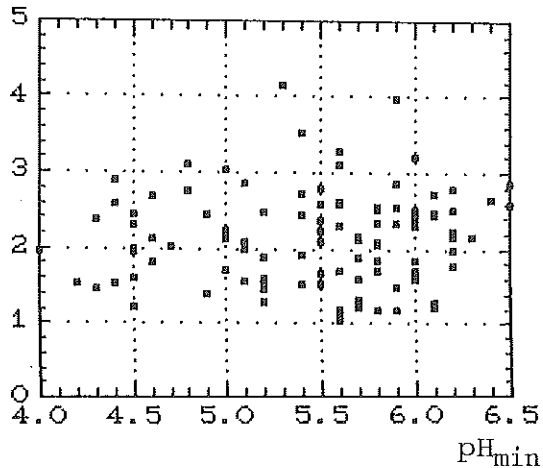
Kanon.korr.=0.549, Grp centroid -0.36 & 1.18, $X^2=46.2$, $P<0.001$

sjöar och i sjöar utan alltför låga pH. Dessa båda parametrar var sinsemellan ej direkt korrelerade (Figur 39).

Endast fyra av siksjöarna hade en areal under medianvärdet för samtliga 110 sjöar, och skillnaden i sjöstorlek mellan siksjöar och övriga sjöar var signifikant (Mann-Whitney U-test, $p<0.001$). Minst sjöareal av siksjöarna hade Hällsjön (41 ha), Ekhultasjön (51 ha) och Lilla Hallången (60 ha). Den första var artrik, 7 arter, för sin ringa storlek, medan de senare hade 4-5 arter, dvs som genomsnittet av sjöarna. Maxdjupen var 11, 18 resp 25 m och medeldjupen 3, 5 resp 8 m. Ledningsförmåga och färgtal var nära genomsnittssjön för latituden. F/a av mört och gädda var kring eller över genomsnittet för samtliga provfiskade sjöar. Enstaka nors förekom i Hällsjön, medan såväl nors som siklöja saknades i de övriga två sjöarna. Siken uppehöll sig invid men över språngskiktet i de tre sjöarna vid provfisketillfällena (2 st i L.Hallången). Sikens krav på stor sjöareal kan till en del vara betingat av att arten kräver stenig botten för sin lek. Ju större sjö desto större vindpåverkan och därmed ökar arealen

minerogena bottnar. Då siken uppehåller sig ovan språngskiktet är den speciellt utsatt för predation från gädda. I större sjöar minskar troligen denna predation pelagiskt, vilket skulle gynna sikförekomst. En ytterligare viktig faktor för sikförekomst i relativt små sjöar är säkerligen frånvaro av konkurrenten siklöja.

Log areal (ha)



Figur 39.

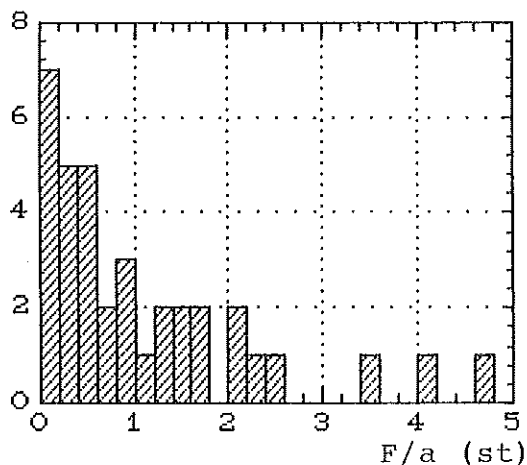
Förhållande mellan logaritmerad sjöareal och lägsta uppmätta pH i de undersökta sjöarna.

Sik resp siklöja förekom vardera i 31 sjöar, men tillsammans endast i 10 sjöar. Dessa sjöar var genomgående stora - endast två stycken var under 600 ha! Dessa två relativt sett mindre sjöar med båda arterna tillsammans var Mulserydssjön och Näcksjön. I dessa sjöar dominerade siklöja och sikfångsten utgjorde 0.5% resp 9.3% av det totala antalet fångade sikar och siklöjor i sjöarna (pelagiska nät inkluderade).

Fångst per ansträngning: F/a av antal sik räknat som ett medelvärde för samtliga nät i sjön var 0.03 - 4.65 vid de 36 sjöprovfisketillfällen då sik fångades. Medelvärdet var 1.1 och medianvärdet 0.69, medan 50% av värdena var inom intervallet 0.27 - 1.6 st/nät (Figur 40). Ingen variabel kunde signifikant korreleras till f/a av sik vid en stegvis multipel linjär regression.

Medelvikt och -längd: Medellängden var i medeltal 263 mm med ett medianvärde av 247 mm för de provfiskade sikpopulationerna. Största medellängd var 645 mm och lägsta 140 mm. Det

Antal sjöar



Figur 40.

F/a av sik som medelvärde för respektive sjöprovfiske.

förra värdet var från Häsbosjön år 1983 då endast en individ fångades. Denna sik vägde 3.3 kg. År 1986 fångades också bara en sik i sjön. Denna sik var 366 mm och vägde 0.48 kg. Lägsta medellängd för fångad sik förelåg i Grannäsen, men även i Dåsen var medellängden under 160 mm. Det var hög f/a i dessa bestånd som troligen utgörs av en strikt djurplanktonätande form och där den inbördes konkurrensen är stor. Medelvikterna för dessa två bestånd var 23 resp 24 g. Generellt kan anges att endast i glesa sikbestånd (f/a lägre än 0.8) översteg medellängden 300 mm. Således erhöles ett statistiskt signifikant ($p < 0.001$) samband mellan f/a av sik och sikpopulationens medellängd.

3.8.9. GERS

Förekomst: Gers förekommer i huvudsak under högsta kustlinjen och har en övervägande östlig utbredning i landet. Arten fångades endast i två av de klara och näringsfattiga röding-sjöarna och påträffades totalt i 31 av de 110 undersökta sjöarna (Tabell 3). Vid diskriminantanalys erhöles höjd över havet, konduktivitet samt sjöareal som de viktigaste förklarande faktorerna för förekomst av gers (Tabell 41).

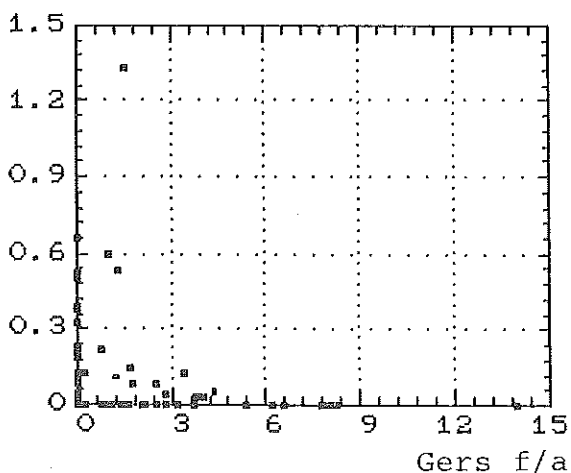
Tabell 41. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan gers.

Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskrim.funkt.koeff.
Höjd över havet (m)	-1.04	-0.010
Konduktivitet (mS/m)	-0.63	-0.281
10-log av areal (ha)	0.71	1.24
Konstant	-	0.85

Kanon.korr.=0.57, Grp centroid -0.4 & 1.2, $X^2=51.6$, $DF=3$, $p<0.001$

Höjden över havet för högst belägna sjön med gers var 313 m, medan medianvärdet för sjöar med gers var 112 m.ö.h. och sjöar utan gers 238 m.ö.h. Mediankonduktiviteten för sjöar utan gers var 4.0 mS/m och för sjöar med gers 4.6, och på samma sätt var mediansjön 104 ha för den förra gruppen och 272 för den senare. Som framgår nedan var de viktigaste diskriminerande faktorerna samma som för lake. Enda skillnaden var att lake vanligare förekom i sjöar med låg konduktivitet, medan gers förekom vanligare i sjöar med hög konduktivitet.

Lake f/a

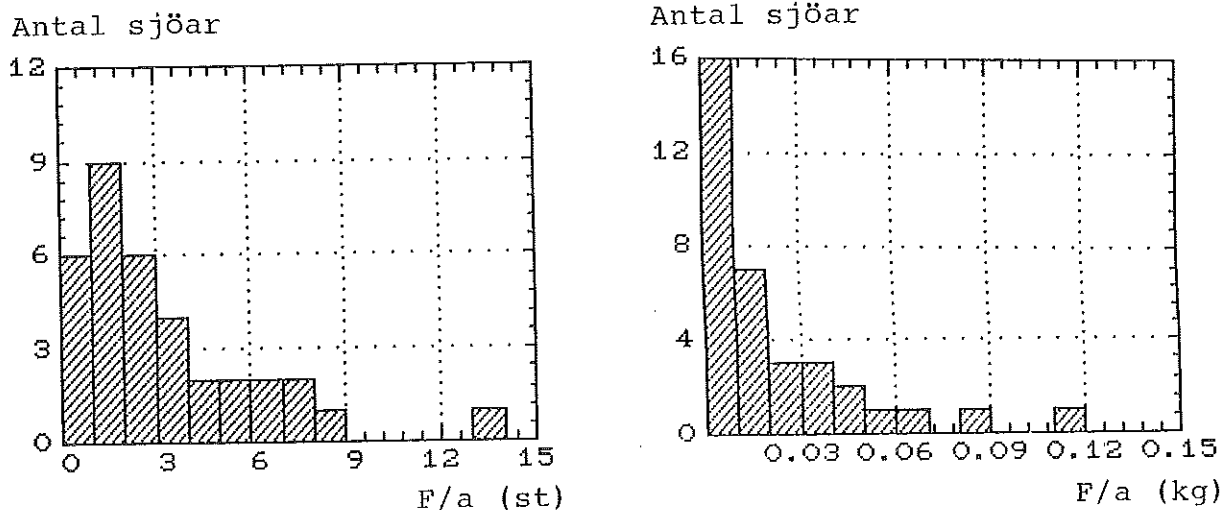


Figur 41.

F/a (st) av gers avsatt mot lake för samtliga sjöprov-fisketillfällen.

De båda arterna förekom oftast i olika sjöar och i de fall de förekom i samma sjö var f/a av arterna låga (Figur 41). Gers beroende av h.ö.h. är en effekt av invandringshistoriska faktorer, medan beroendet av ökad sjöareal dels beror av att de största sjöarna är belägna under högsta marina gränsen men också torde vara en effekt av att små sjöar inte är lämpliga för arten. De minsta sjöarna är inte generellt näringsfattigare, varför någon annan faktor kan vara avgörande. Predation från stor lake kan förklara avsaknaden av gers i klara, näringsfattiga sjöar. I näringsrikare och ytligt varmare sjöar dominerar gersen. Gers kan liksom lake förekomma tämligen rikligt på alla djup.

Fångst per ansträngning: Fångsten per nätansträngning av gers i antal individer var i medeltal 3.3 med ett medianvärde av 2.5. Minsta värde var 0.2 och högsta 14.0, medan 50% av värdena var inom intervallet 1.2 - 4.4 (Figur 42). F/a i vikt (kg) var i medeltal 0.026 med ett medianvärde av 0.02 och 50% av materialet låg inom 0.01 - 0.04 kg.



Figur 42. F/a av antal resp vikt av gers som ett medelvärde för resp sjöprovfisketillfälle.

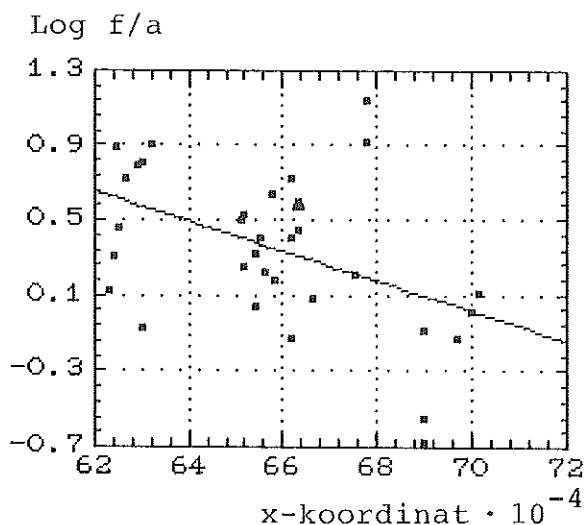
F/a av gers kunde korreleras till nordläget (X-koordinat i RAK) (Tabell 21, Figur 43). En minskning av f/a med ökat nordläge kan till en del bero på lägre trofigrad, men kondukti-

viteten i sig, liksom morfoedafiskt index, gav låg korrelation. Troligt är snarare att det är vattentemperaturen som orsakar sambandet.

Tabell 21. Enkel linjär regression mellan f/a av antal gers mot nordläget (X-koordinat i RAK).

$$10\text{-log (F/a gers)} = 5.58 - 7.95 \cdot 10^{-6} * \text{X-koordinat}$$

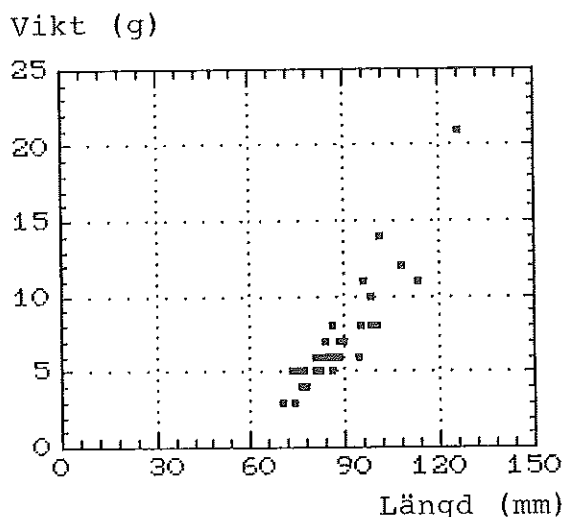
$R^2=0.201$, Stand. err. för estimat = 0.37, DF=1+33, $p<0.05$



Figur 43.

F/a av gers i antal för resp sjöprovfisketillfälle mot nordläget (x-koordinat i RAK).

Medelvikt och -längd: Medelvikten i de fångade gerspopulationerna var 3 - 21 g och medellängden 70 - 126 mm (Figur 44). Störst värden erhöles i Våtsjön i Närke. F/a var också hög (4.35/nät) och i sjön förekom även lake, abborre, mört, sik, gädda och benlöja. Lägst medelvikt och -längd erhöles i Sörbjörken i Västernorrlands län. Även i denna sjö förekom lake, abborre, mört, gädda och benlöja samt även nors och braxen. Sjöarna är båda relativt stora och djupa. Troligen har Sörbjörken aldrig varit utan alkalinitet, medan alkalinitet 0 mekv/l uppmätts i Våtsjön. Skillnaden i medelvikt (-längd) skulle därmed kunna vara en effekt av dålig föryngning i Våtsjön under försurningsfasen.



Figur 44.

Medelvikt (g) mot -längd (mm) för den fångade gerspopulationen vid resp sjöprovfiskestillfälle.

3.8.10. Lake

Förekomst: Lake förekom i 30 sjöar (Tabell 3). Arten var relativt frekvent (35%) i rödingsjöar men förekom även i andra typer av vatten. Vid diskriminantanalys utföll höjd över havet (m), konduktivitet (mS/m) samt sjöareal (ha) som de viktigaste faktorerna för att förklara förekomst av arten (Tabell 22). Generellt förekommer arten sparsamt på svenska västkusten, vilket skulle kunna ha invandringshistoriska orsaker. Troligare är dock att lake begränsas av andra faktorer. I näringsrika vatten tycks gers dominera, men på svenska västkusten finns vatten utan gers där lake ändå saknas. Orsaken kan vara förekomst av ål, en art som inte kan fångas kvalitativt med föreliggande metodik.

Tabell 22. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan lake.

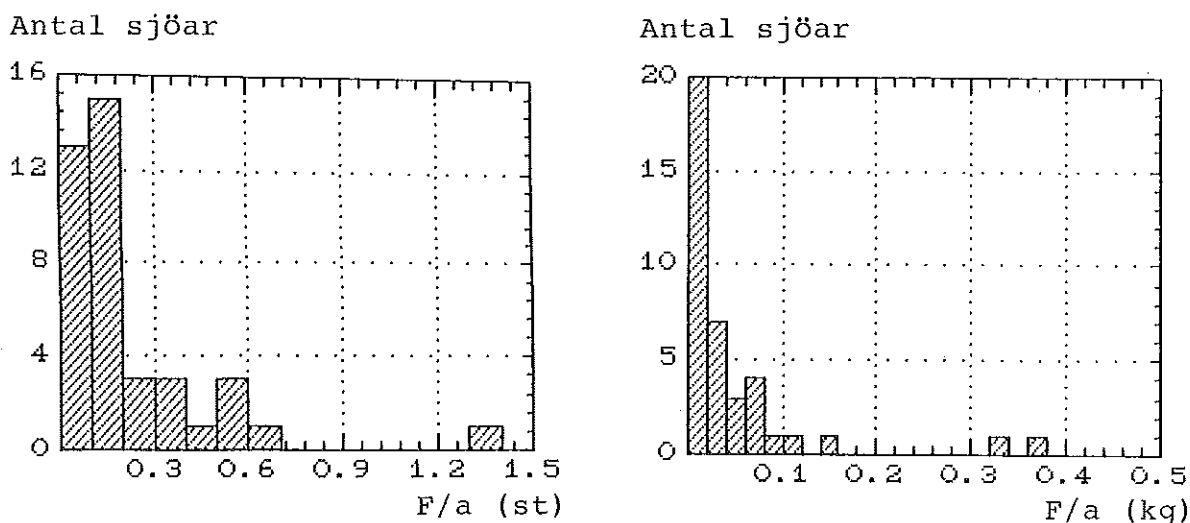
Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskriminant funkt.koeff.
Höjd över havet (m)	-0.94	-8.47*10 ⁻³
Konduktivitet (mS/m)	-1.10	-0.50
10-log av sjöareal (ha)	0.71	1.20
Konstant	-	1.68

Kanon.korr.=0.520, Grp centroid -0.40 & 0.93, X²=41.3, p<0.001

Lake skulle således vara pressad av den västligt förekommande ålen och den östligt förekommande gersen. Gersen tycks dock

vara konkurrenssvag i näringsfattiga vatten och lake kan dominera i sjöar med låg konduktivitet (median 4.4 mot 4.9) och ovan marina gränsen. Beroendet av stora sjöar är inte strikt. Lake förekom i Hecklan (15.5 ha), ursprungligen tillsammans med abborre, mört och öring. Arten var därmed ensam att utnyttja hypolimnion sommartid i denna sjö. I rödingsjön Skiren (20 ha) förekom lake tillsammans med nors och röding under språngskiktet vid provfisket 1983. Vid det upprepade provfisket 1986 fångades ingen röding, men väl övriga arter. I Skiren fann laken tillgång på bytesdjur som nors och flodkräfta. Data tyder på att lake kan förekomma i små sjöar om dessa saknar andra arter som konkurrerar om bottenfaunan under språngskiktet sommartid, och eventuellt gynnas förekomsten av tillgång på större bytesorganismer som nors och flodkräfta. En ytterligare faktor som begränsar artens förekomst i små sjöar torde vara kravet på grusig-stenig lekbotten under isen. I små sjöar kan förekomsten av minerogena bottenar vara mycket begränsad.

Fångst per ansträngning: F/a av lake var i antal individer i medeltal 0.21 och medianvärdet var 0.13. Högsta resp lägsta f/a var 0.02 resp 1.33, med 50% av värdena inom intervallet 0.08 - 0.22 (Figur 45). I vikt (kg) var f/a i medeltal 0.050 med ett medianvärde av 0.02 och 50% av värdena inom 0.01 - 0.05. Högsta värdet (0.37 kg) härrörde från Hinnsjön i

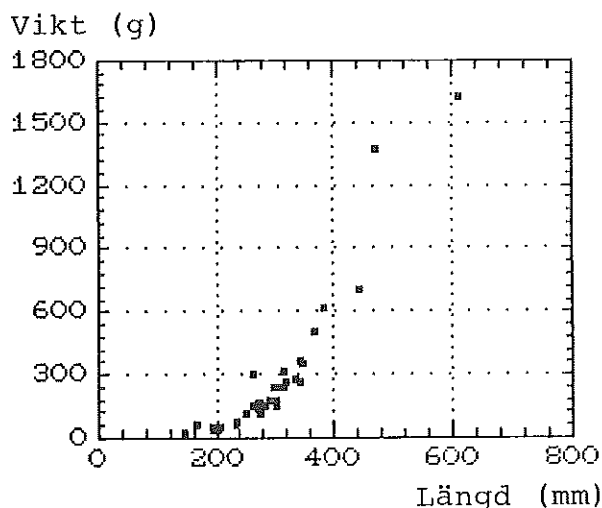


Figur 45. F/a av lake i antal resp vikt per nätansträngning vid resp sjöprovfisketillfälle.

Västernorrlands län. Sjön var stor (616 ha), djup (34 m) och artrik (8 arter). Vid provfisket var sjön ej distinkt skiktad och lake förekom ihop med gers, nors, siklöja, sik och abborre. I denna stora sjö kan troligen unga lakar klara konkurrensen om bottenfödan, samtidigt som större lake kan tillväxa bra på grund av tillgången på bytesfisk. Liknande förhållanden förelåg i Stora Le med en snarlik f/a av lake (0.34 kg).

Vid stegvis multipel linjär regression kunde ingen av de nyttjade biotiska, kemiska, geografiska eller morfometriska parametrarna signifikant korreleras med f/a av lake. Orsaken torde till stor del vara lakens dubbla roll dels som konkurrenssvag bottendjursätare dels som viktig predator på annan fisk. F/a av lake var dock högre i sjöar med nors (0.14) jämfört med sjöar utan nors (0.03 st/nät).

Medelvikt och -längd: Som en följd av vad som sagts ovan spänner lakpopulationerna över en stor vidd av medelvikt och -längd (Figur 46). Endast i undantagsfall överstiger dock medellängden 400 mm och medelvikten 600 g.



Figur 46.

Medelvikt mot medellängd för den fångade lakpopulationen vid resp sjöprov-fisketillfälle.

3.8.11. Nors

Förekomst: Nors förekom i totalt 23 sjöar (Tabell 3) och fångades vid 27 sjöprovfisketillfällen åren 1983-86. Vid diskriminantanalys förelåg störst förklarande bidrag till förekomst av nors från nordläget (X-koordinat i RAK), höjd över havet samt medeldjup (Tabell 23).

Tabell 23. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan förekomst av nors.

Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficient	Icke-standardiserad diskkr.funkt.koeff.
X-koordinat (RAK)	-0.94	-4.74*10 ⁻⁵
Höjd över havet (m)	0.82	7.34
Medeldjup (m)	-0.60	-0.088
Konstant	-	30.45

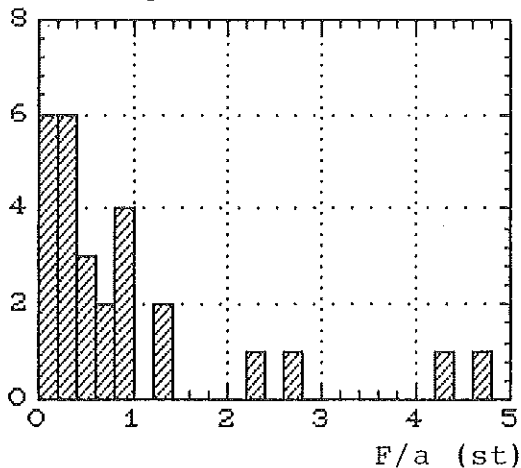
Kanon.korr.=0.480, Grp centroid 0.31 & -0.95, X²=36.0, p<0.001

Nors förekom således i liten utsträckning i de sydliga vattnen och var samtidigt i huvudsak endast förekommande under högsta marina gränsen. Stora Hornasjön i Halland var den sydligaste sjön med nors och i medeltal var norssjön belägen på 173 m.ö.h., medan sjöar utan nors i materialet hade en medelhöjd av 225 m.ö.h. Nors förekom sällan i sjöar med lågt medeldjup, men Hällsjön och Långbjörken hade nors trots låga medeldjup (3 resp 3.1 m). Båda dessa sjöar var relativt små och artrika, bl a förekom sik och benlöja i den förra och benlöja och lake i den senare. Norsbeståndet i Hällsjön var dock mycket svagt och under medel i Långbjörken. Endast två sjöar med medeldjup över 20 m saknade nors - Östra Nedsjön och Silken. Den förra kan sakna nors p g a det västliga läget, medan den senare är högt belägen (253 m.ö.h.), liten (150 ha) och har ett rikt bestånd av siklöja, vilket kan förklara frånvaron av nors.

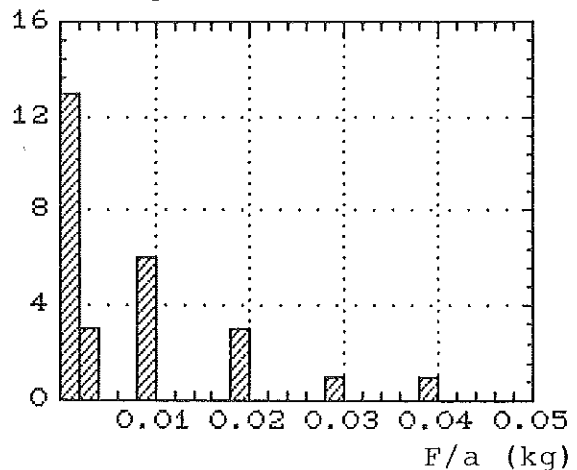
Arten är dock ofta föremål för utplantering, varför enstaka förekomst vid ett provfiske inte skall tas som ett indicium på att arten trivs i en eller annan miljö.

Fångst per ansträngning: F/a av nors var i antal individer 0.06 - 4.7 med ett medelvärde av 0.93. Medianvärde var 0.54 och 50% av materialet låg inom intervallet 0.23 - 1.0 (Figur 47). I vikt var medelvärdet 8 g, medianvärdet 3 g per nätansträngning och högsta värdet 40 g. F/a kunde inte signifikant korreleras till någon annan parameter än artantalet.

Antal sjöar



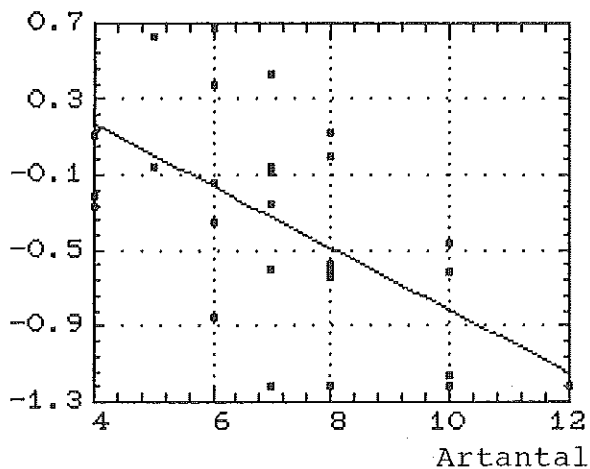
Antal sjöar



Figur 47. F/a av nors i antal och vikt för de 27 sjöprovfiske-tillfällen där nors fångats.

F/a minskade generellt med antalet övriga arter i sjön (Figur 48). Orsaken kan vara en ökad konkurrens från arter som sik och framför allt siklöja, samtidigt som pelagiska predatorer som storvuxen abborre och gös kan tillkomma i artrika vatten.

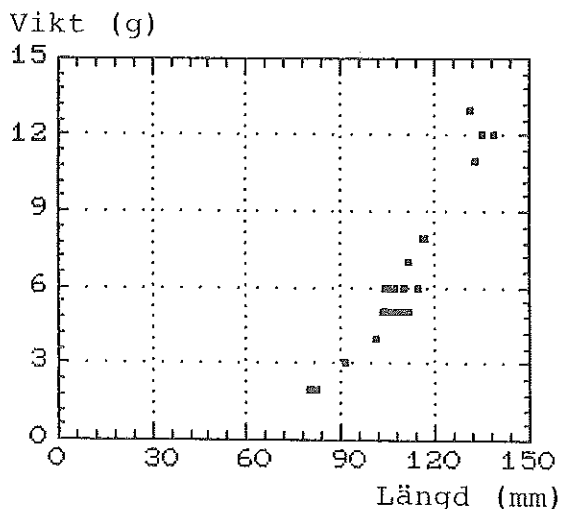
Nors log f/a



Figur 48.

Förhållande mellan f/a av antal nors (10-logaritmerat) samt totala artantalet vid resp sjöprovfisketillfälle.

Medelvikt och -längd: Medelvikten (g) för norspopulationerna var 2 - 13 g, med ett medianvärde av 6 g. Medellängden var 80 - 139 mm, med ett medianvärde av 110 (Figur 49). De extremt



Figur 49.

Medelvikt mot -längd för de fångade norspopulationerna.

avvikande medellängderna, mindre än 90 mm och mer än 120 mm förekom i norsbestånd med låg f/a, och kan delvis bero på att ett litet antal erhållits av populationen. I en sjö, Hedgårdessjön, var dock f/a relativt hög och samtidigt medellängden hög (135 mm). Orsaken var i detta fall att dessa norsar var utsatta i sjön och att rekrytering ej skett.

3.8.12. Benlöja

Förekomst: Benlöja, eller löja, förekom i 22 (20%) av sjöarna (Tabell 3). Arten är framför allt östligt utbredd i landet. I höjddled anses den endast sällsynt förekomma över 300 m.ö.h. De tre faktorer som vid diskriminantanalys gav störst förklaring till förekomst av benlöja var också h.ö.h., samt sjöns medeldjup och färgtal (Tabell 24). Ju grundare sjö och desto högre färgtal, desto vanligare var benlöja. Vattentemperaturens betydelse framgår således av både preferensen för låglandsjöar samt grunda sådana. Även färgtalet bidrar till att sjön blir varmare ytligt, där löjan sommartid strikt uppehåller sig. Således tycks arten fr a vara temperaturbegränsad i landet. Naturligtvis kan ett högt färgtal samtidigt indikera en god näringstillgång. Ju högre näringsnivå desto lägre vattentemperatur torde arten kunna uthärda.

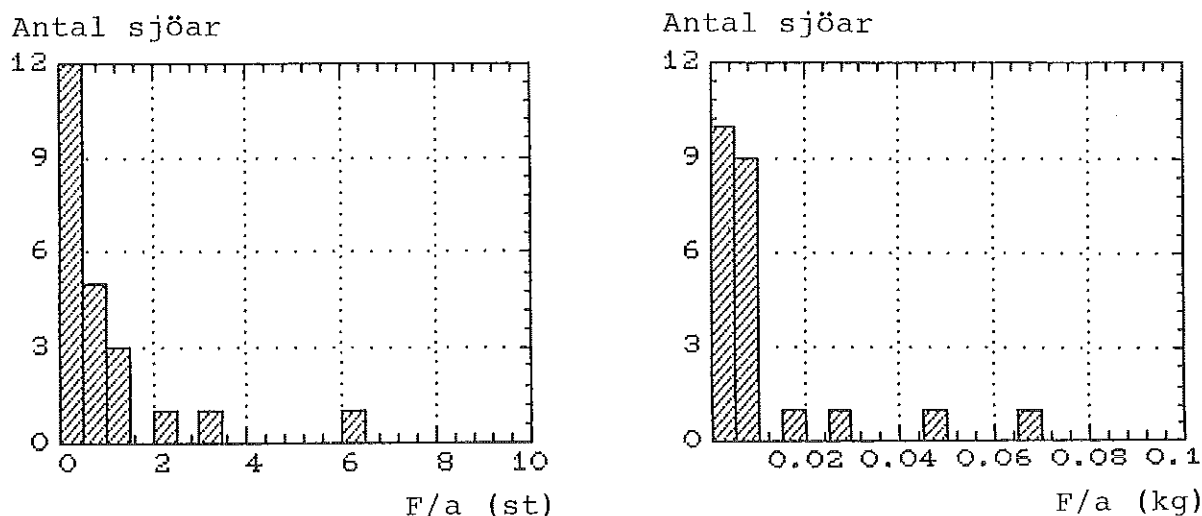
Tabell 24. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan benlöja.

Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficienter	Icke-standard. disk. funkt. koeff.
Höjd över havet (m)	0.87	$8.31 \cdot 10^{-3}$
Medeldjup (m)	0.38	0.053
Färgtal (mg Pt/l)	-0.42	-0.010
Konstant	-	-1.84

Kanon.korr.=0.44, Grp centroid 0.22 & -1.11, $X^2=28.8$, $p<0.001$

Medeldjup var viktigare än konduktivitet eller morfoedafiskt index, vilket ytterligare understryker betydelsen av just vattentemperaturen. Benlöjesjöar var generellt större än övriga sjöar (median 228 ha mot 122), vilket kan vara en effekt av att arten kräver grusig-stenig strandbotten för sin lek under försommaren.

Fångst per ansträngning: Antalet fångade benlöjor per nätansträngning var 0.02 - 6.13 som ett medelvärde för samtliga bottennät vid resp sjöprovfiske. Medelvärdet var 0.9 och medianvärdet 0.5, medan 50% av värdena hamnade inom intervallet 0.08 - 1.03 (Figur 50). I vikt var medelvärdet 11 g och lägsta resp högsta värde 0.5 g resp 70 g. Arten uppträder dock strikt ytligt, varför sjöarna sinsemellan snarare bör jämföras med hjälp av den översta provfiskade djupzonen, 0-3 m. Någon sådan jämförelse görs dock inte i detta arbete.



Figur 50. F/a av benlöja i antal och vikt.

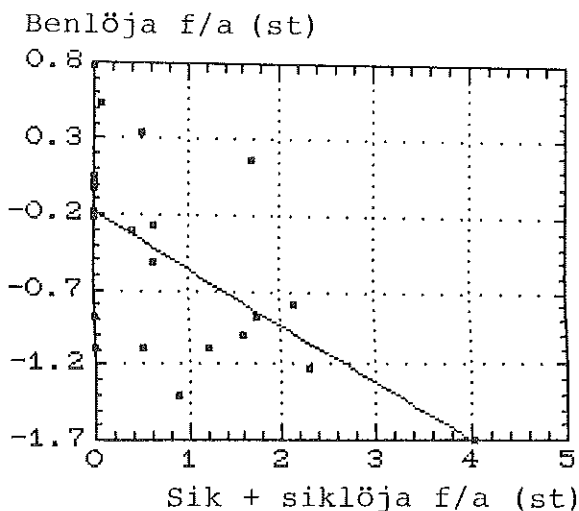
Ingen enskild faktor kunde signifikant korreleras till f/a av benlöja, men f/a av siklöja och sik sammantaget för de resp sjöarna gav dock en signifikant korrelation (Tabell 25).

Tabell 25. Enkel linjär regression mellan 10-logaritm av f/a av benlöja mot f/a av sik och siklöja sammantaget för de resp sjöarna.

$$\text{Log f/a (Benlöja)} = -0.172 * (-0.381 * \text{f/a (sik+siklöja)})$$

$R^2=0.358$, Stand.err.för estimat=0.54, DF=21+1, $p<0.01$

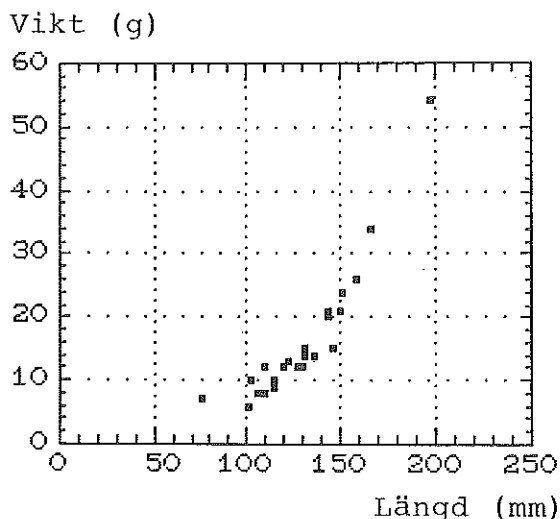
Att mängden benlöja minskar med en ökad konkurrens om planktonfödan är inte speciellt förvånande även om benlöjan s a s funnit en egen ytlig nisch. Variationen mellan skilda sjöar var dock stor (Figur 51) och kanske inverkar även förekomst av mört och predatorer, även om detta inte framgår av föreliggande material.



Figur 51.

F/a av benlöja (10-logaritmerad) mot f/a av sik och siklöja sammantaget.

Medelvikt och -längd: Medelvikten för de fångade benlöjorna var i de olika sjöarna 6 - 54 g, med 50% av materialet inom 10 - 21 g. Medelvärdet var 16 och medianvärdet 13 g (Figur 52). Medellängden var 76 - 197 mm, med 50% av materialet inom 110 - 146 mm. Medelvärdet och medianvärdet var 130 mm.



Figur 52.

Medelvikt mot -längd för de fångade populationerna av benlöja.

Sjön Valingen hade kortast medellängd (76 mm) på de benlöjor som fångades i bottennäten, men endast två individer hade fångats. Samtidigt hade tre individer fångade i de pelagiska näten en medellängd av 145 mm. För övriga sjöar var medellängden för arten alltid över 100 mm. Störst medellängd förelåg i Rösjön där dock endast ett fåtal storvuxna exemplar fångades. I sjön fanns samtidigt rika bestånd av bl a siklöja, mört och abborre varför benlöjan kan vara hårt trängd.

3.8.13. Braxen

Förekomst: Braxen förekom i 22 (20%) av de provfiskade sjöarna (Tabell 3). Arten är generellt knuten till näringsrikare sjöar och konduktivitet var tillsammans med färgtal och höjd över havet viktiga förklarande parametrar (Tabell 26). Konduktiviteten var i medianvärde 7.0 mS/m i braxensjöar och 4.2 i övriga sjöar. Arten förekom i sjöarna Hornsjön och Långbjörken i Västernorrland trots att dessa sjöar hade låg konduktivitet (3.2 resp 3.4 mS/m). Sjöarna är lågt belägna (82 resp 63 m.ö.h.) och hyser även arter som benlöja, nors, gers och mört. I och med den höga korrelationen mellan nordläge och konduktivitet kan därför korrelationen mellan braxen och konduktivitet till en del bero på att arten saknas i stora delar av norra Sverige. Troligen skulle ett bättre mått på näringsrikedom än konduktivitet givit en säkrare förklaring. På samma sätt kan det förhålla sig med färgtalet. Visserligen

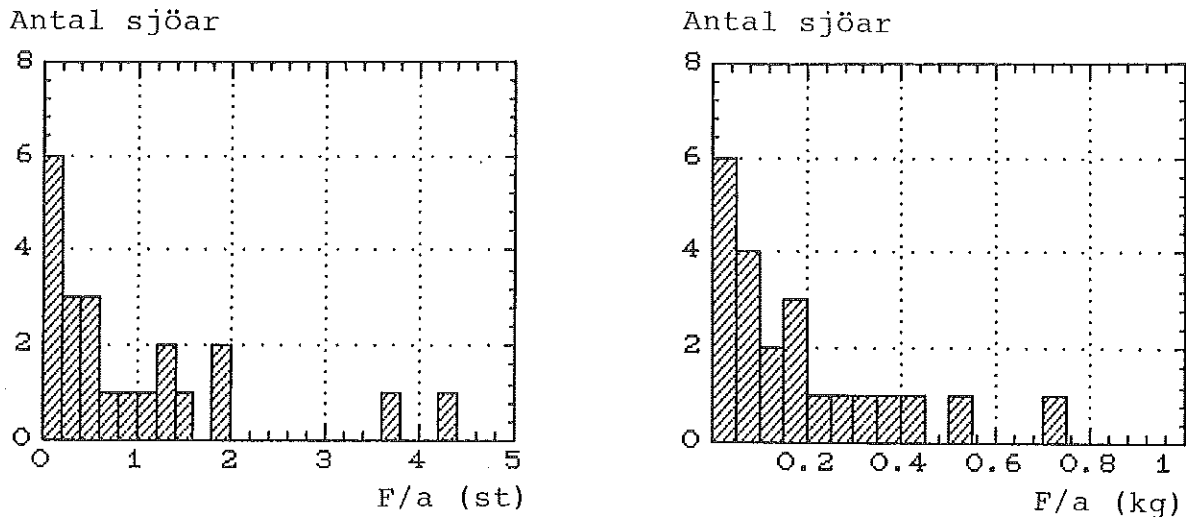
Tabell 26. Diskriminantanalys av sjöar med resp utan braxen.

Parameter	Standardiserad diskriminant funktionskoefficienter	Icke-standardiserad diskrim.funkt.koeff.
H.ö.h. (m)	-0.43	$-4.04 \cdot 10^{-3}$
Konduktivitet	0.30	0.146
Färgtal (mg Pt/l)	0.81	0.022
Konstant	-	-0.769

Kanon.korr.=.603, Grp centroid -0.31 & 1.79, $X^2=59.1$, $p < 0.001$

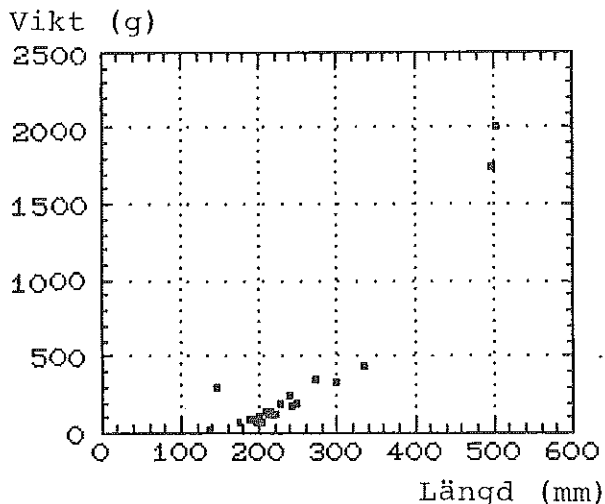
kan ett högre färgtal dels innebära en större näringstillgång dels att ytvattentemperaturen blir högre, men det är också troligt att braxensjöarna är grumligare av plankton och bottenmaterial. Braxen har ju förmåga att skapa en ökad grumlighet i sjön (Andersson et al. 1978). Tydligt i materialet är dock att vattentemperaturen har betydelse även för denna art. Beroendet av höjden över havet var tydligt. Endast i två sjöar över 200 m.ö.h. havet förekom arten. Båda dessa sjöar var sydliga (Lammen - 206 m.ö.h. samt Linnebjörkesjön - 221 m.ö.h.) samt extremt grunda (maxdjup 3 resp 2 m) och bruna (medelfärgtal 100 resp 67 mg Pt/l). Att dessa sjöar var grunda och bruna gör att de har relativt sett högre vattentemperatur än genomsnittssjön i regionen. Detta ger ytterligare en aspekt på braxens förekomst i de två nordliga sjöarna Hornsjön och Långbjörken. Båda har stora, mycket grunda vegetationsrika delar (i NO resp S) där varmvattensarten braxen kan leva.

Fångst per ansträngning: F/a av antal braxar var 0.03 - 4.3 med ett medelvärde av 1.0 och ett medianvärde av 0.54. Av det samlade materialet låg 50% inom intervallet 0.2 - 1.3 (Figur 53). I vikt per ansträngning var medelvärdet 0.19 och medianvärdet 0.12 kg, medan 50% av värdena låg inom 0.03 - 0.26. Ingen parameter gav signifikant korrelation med f/a av braxen i de olika sjöarna. Till detta bidrar att antalet sjöar med braxen var få, men möjligt är också att braxen främst regleras av värme och näringsrikedom och att den främsta konkurrensen föreligger inom populationen.



Figur 53. F/a av braxen i antal och vikt vid de 22 sjöprovfiske-tillfällen då arten fångades.

Medelvikt och -längd: Medelvikten för de fångade braxarna var 21 - 2015 g, med 50% av materialet inom 83 - 296 g (Figur 54). Medellängden var 135 - 503 mm, med 50% av materialet inom 196 - 247 mm. En population avvek betydligt från det samband mellan längd-vikt för den fångade populationen (Figur 54) som förelåg. I Linnebjörkesjön hade braxenbeståndet haft rekryteringsstörningar så att beståndet utgjordes av ett fåtal större och ett flertal små braxar, men inga medelstora. Orsaken kan vara att sjön är högt belägen och följaktligen kan ha relativt sett låg vattentemperatur, men då både mört och abborre också uppvisar längdstruktur som antyder skador så är det troligen försurning som är orsak.



Figur 54. Förhållande mellan medel-vikt och -längd för braxen-populationerna.

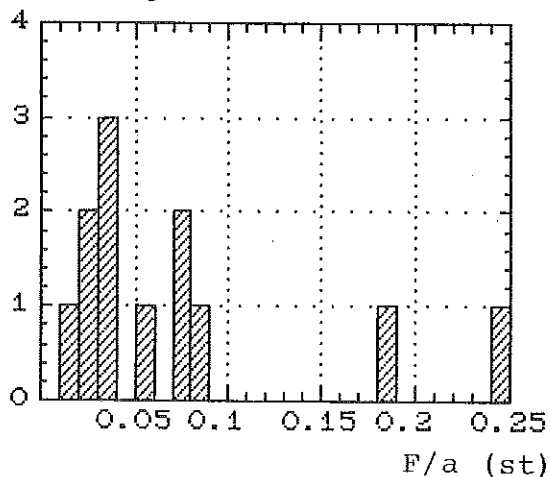
3.9. ÖVRIGA ARTER

Arter som fångats i färre än 20% av sjöarna (Tabell 3) berörs endast kortfattat nedan. F/a i antal samt medellängd och -vikt anges.

3.9.1 Sutare

Sutare påträffades i Östra Nedsjön på västkusten, i Långbjörken i Bergslagen samt i några sjöar i södra Sverige. Arten är naturligt begränsad till området söder Dalälven och på låg höjd, men utplanteringar har skett även utanför detta område. Arten uppehåller sig främst i och intill vattenvegetationsbälten. Rika bestånd av sutare förekom i Töllsjön och Lilla Hallången i Älvsborgs län. I medeltal påträffades 0.08 antal individer per nätansträngning i de olika sjöarna, och ingen sjö hade fler än 0.25 per nätansträngning (Figur 55), vilket var det samma som 8 fångade sutare i Töllsjön. En tendens fanns till ökad f/a med ökat morfoedafiskt index. Medelvikten och -längden var hög utom i ett fall (Figur 56). I Östra Nedsjön fångades endast ett exemplar av sutare 1983 och inget exemplar 1986. Det fångade exemplaret var endast 50 mm och vägde 2 g. Sutare uppges ha förekommit tidigare i sjön.

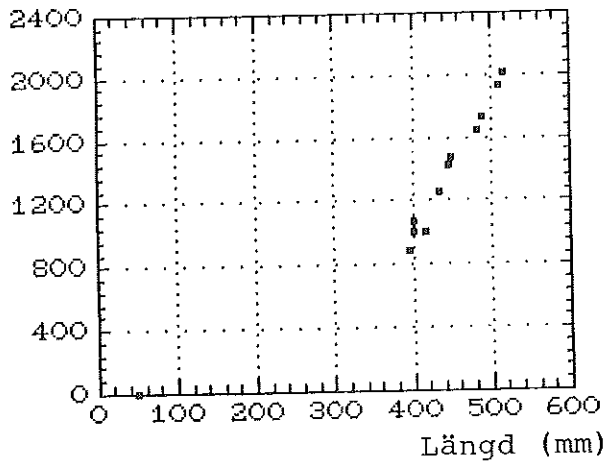
Antal sjöar



Figur 55.

F/a av antal sutare vid de 12 tillfällena då arten fångades.

Vikt (g)



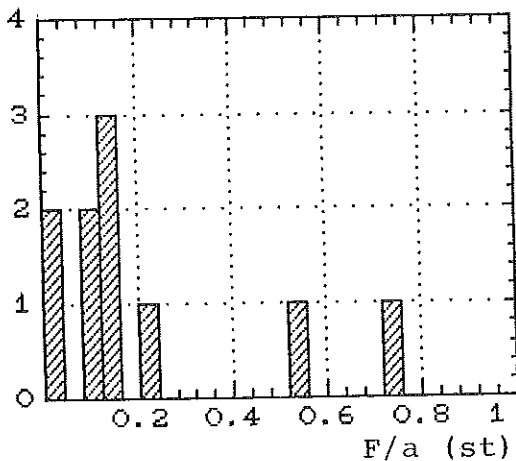
Figur 56.

Förhållande mellan medelvikt och -längd för de fångade populationerna av sutare i resp sjö.

3.9.2 Sarv

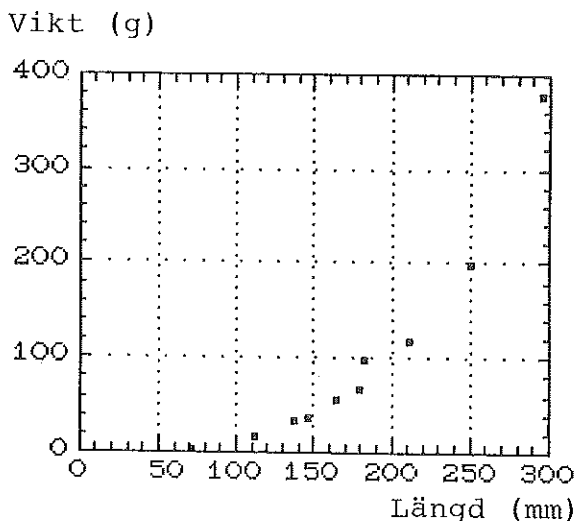
Sarv påträffades i 10 sjöar, vilka var belägna i södra delen av det undersökta området. Öjesjön och Långbjörken i Västmanlands län var de nordligaste sjöar där arten påträffades. I övrigt påträffades arten i lågt belägna sjöar ihop med arter som mört, braxen, sutare och ruda. Sarv saknas ofta i de vattensystem som avvattnas till Västerhavet. Arten förekom dock i St.Hornasjön i Viskans vattensystem. F/a av arten var generellt låg - 0.02 - 0.75 individer, med endast enstaka värden över 0.5 (Figur 57). Medelvikt och -längd var väl korrelerade för de fångade sarvpopulationerna, men sarvens storlek skilde betydligt mellan de olika sjöarna (Figur 58).

Antal sjöar



Figur 57.

F/a av sarv i de 10 sjöar där arten fångats.



Figur 58.

Medelvikt mot -längd för sarvpopulationerna.

3.9.3 Stensimpa och Bergsimpa

Stensimpa fångades i sex sjöar och bergsimpa i fem. Arterna påträffades i stora och djupa eller nordligt belägna sjöar. Stensimpa förekom ofta ihop med röding, medan bergsimpa även förekom i andra sjöar som Storlaxsjön, Vådsjön och Hjortsjön. Enligt artbestämning i fält påträffades både berg- och stensimpa år 1983 i Storlaxsjön, medan endast bergsimpa påträffades 1986. Således föreligger tveksamhet huruvida artbestämningen varit korrekt. Eventuellt förekommer endast bergsimpa i sjön. Generellt fångades endast enstaka exemplar av arterna vid provfisket; 1 - 12 individer totalt för samtliga botten nät i resp sjö. Flest erhöles i Unden och Stora Lee, där också nätinsatserna var höga. Medellängderna på de fångade exemplaren i resp sjö var 64 - 90 mm.

3.9.4 Gös

Gös fångades i fyra sjöar (Tabell 3) och var i samtliga dessa utplanterad och saknade troligen egenreproduktion. I Osbysjön erhöles ett exemplar på 316 mm på bottennäten och samtidigt tre ex med nästan identisk längd på de pelagiska näten. I Västersjön togs ett ex på 133 mm på bottennät. I Skiren (den av de två sjöarna benämnda Skiren som saknade röding) fångades en gös på 650 mm (3.2 kg) på bottennät. I Ungen erhöles en lika stor gös (3.7 kg) på de pelagiska näten.

3.9.5 Ruda

Ruda påträffades i Valingen i Södermanlands län och i Öjesjön i Västmanlands län. I den förra sjön fångades två exemplar - 372 resp 327 mm, och i den senare ett exemplar på 365 mm.

3.9.6 Spigg

Enstaka storspigg påträffades i Unden - 1983 3 st och 1986 1 st. En småspigg påträffades i Rödingträsket, vars fiskfauna för övrigt enbart bestod av småvuxen öring. Småspiggen har introducerats under 1960-talet för att tjäna som bytesfisk. De första åren efter utplanteringen var beståndet av småspigg enligt observationer gott, men har nu drastiskt minskat.

3.9.7 Id, vimma, faren, björkna, lax

Dessa arter påträffades bara i en sjö vardera. Två idar, 375 resp 285 mm, påträffades i Långban, som var en artrik sjö (10 arter) med bl a benlöja, nors, siklöja och gers. Vimma förekom enbart i Valingen där beståndet dock var gott. F/a som ett medelvärde för hela sjön var 2.4 st, vilket motsvarade 0.05 kg. Medellängden på beståndet var 124 mm med en medelvikt av 22 g. Mörtbeståndet i samma sjö var i medeltal 125 mm med en medelvikt av 20 g. I sjön förekom ytterligare 7 arter, bl a braxen, ruda, benlöja och gers. Faren och björkna påträffades i Osbysjön i Kristianstads län. Sjön var artrik och totalt 10 arter fångades, bl a även sarv, benlöja, braxen och gös. Faren var dominerande tillsammans med abborre, gers och mört. Fiskfaunan visar att sjön är betydligt näringsrikare än genomsnittssjön i föreliggande material. Ledningsförmågan och färgtalet var också höga (i medeltal 9.9 mS/m resp 194 mg Pt/l), samtidigt som ett lågt medeldjup (1.4 m) och det sydliga läget gör att sjön är jämförelsevis varm. Lax påträffades i den relativt högt belägna Näcksjön i Värmlands län. Laxen var utplanterad i sjön som för övrigt hyste abborre, gädda, sik och siklöja. Tidigare under 1970-talet har även försök att utplantera fjällröding skett i sjön.

3.9.8 Ål

Enligt uppgifter från fiskevattensägare, fiskenämnder eller kringboende förekommer ål huvudsakligen i de sjöar som avvattnas till Västerhavet samt i flertalet sjöar i de sydliga länen till vilka ålen utplanteras. Detta sker i exempelvis Halen, Hörnen, Rössjön, Femlingen m. fl. Enstaka uppgifter föreligger också om ål i ostkustsjöar upp till och med Gävleborgs län. Totalt förekom enligt uppgift ål i 44 av de 110 sjöarna. På grund av minskad ålinvandring till Sveriges kuster samt ökad försurning av vattendrag och sjöar har dock troligen ålbestånden minskat betydligt i flera sjöar.

4. SAMMANFATTANDE SLUTSATSER OCH FORTSATT VERKSAMHET

4.1 EFFEKTER AV FÖRSURNING OCH KALKNING

Denna genomgång visar tydligt att försurningspåverkan blivit en dominerande faktor för utbredning och populationsstorlek hos fiskarter i oligotrofa vatten. Antalet fiskarter i de undersökta sjöarna förklarades bäst av lägsta uppmätt pH, tillsammans med sjöareal och höjden över havet. Framför allt försurningskänsliga arter som mört, sik, siklöja och elritsa har troligen drabbats av en storskalig utslagning innan kalkningsverksamheten startades. För röding har så vitt känt 8 relikta bestånd slagits ut av försurning söder om Dalälven, och samtidigt har en betydligt större andel insjööringbestånd försvunnit enbart i föreliggande sjöar (Nyberg et al. 1986a). Försurningspåverkan manifesteras också i befintliga populationer som upphörd eller svag rekrytering hos exempelvis mört, braxen och gers.

Efter kalkningsinsatser har generellt rekryteringen åter fungerat och beståndsstorleken blivit i paritet med i jämförbara sjöar. Atypiska beståndsutvecklingar efter kalkning har ej observerats i sjöarna, men på grund av att arter kan ha försvunnit under försurningsfasen kan andra jämviktslägen erhållas efter kalkning. Speciellt utvecklingen av abborr-

bestånd vid kalkning är en funktion av annan fiskfauna i sjön, så att den återupptagna rekryteringen blir speciellt stor i sjöar där konkurrenter och predatorer försvunnit (Nyberg et al. 1986b).

Föreliggande material kan tjäna som jämförelsematerial för provfisken i andra sjöar. I och med att materialet är så omfattande och innefattar en mängd geografiskt och fiskeri-biologiskt skilda vatten kan de redovisade sambanden sägas äga stor giltighet för kalkade vatten i allmänhet.

4.2 FORTSATT VERKSAMHET

En långsiktig övervakning av fiskbestånd i kalkade vatten är viktig för att dels successivt förbättra kalkningsinsatserna, dels för att övervaka att inga oönskade effekter av kalkning uppstår. Slutligen kommer materialet att ge ett underlag för fiskevårdande insatser som kan medföra att sjösystem återförs till en ursprunglig status genom återintroduktion av utslagna arter av fisk och lägre organismer.

Verksamheten kan naturligtvis förbättras med avseende på objekturval, parameterurval m.m. och nedan redovisas de förändringar som bör ske inom kort.

Sjourval: Urvalet av sjöar är inte slumpartat med avseende på ex geografiskt läge, sjöstorlek, försurningspåverkan före kalkning eller fiskfauna. Tack vare den stora mängd sjöar som ingår och den geografiska spridning som ändock skett är materialet tillfyllest i de flesta avseenden. Vad som är underrepresenterat är dock:

- Bruna sjöar
- Små sjöar
- Fjällsjöar
- Okalkade referenssjöar

Dessutom har generellt en stor andel vatten med laxfisk valts ut i jämförelse med sjöar med enbart abborre, gädda och mört. Orsaken är främst att de relikta rödingbestånden i

södra Sverige bedömts som mycket skyddsvärda och samtidigt speciellt känsliga för försurning, varför en stor del av provfiskeinsatsen koncentrerats till dessa vatten.

Parameterurval: Vattenkemin i sjöar insamlas genom SNV's kalkningsregister och omfattar inte aluminiumanalyser eller närsaltsanalyser, vilka borde vara viktiga komplement.

I rödingsjöarna insamlas växt- och djurplankton som komplement till sjöprovfisket. Liknande insamling bör ske i några av de övriga sjötyperna också, eventuellt genom att minska antalet rödingsjöar där dessa analyser utföres.

Metallanalys av fisk bör ske i ett begränsat urval av de provfiskade sjöarna. Då provfiskematerialet frånsett vad ovan redovisats även nyttjas till tillväxtberäkningar erhålles viktig information för metallbelastningsberäkningar.

För fortsatt utvärdering krävs också att bakgrundsdata om marina gränsen insamlas för varje sjö, att hypsografiska kurvor upprättas och att klimatuppgifter (årsmedeltemperaturen) inhämtas. Vidare bör förbättrad information om kräft- och ålbestånd insamlas.

Provtagningsintensitet: För närvarande har valts att återbesöka sjöarna vart tredje år. Detta främst för att även kunna övervaka tillfällig ökning av kortlivade arter efter kalkning. För nors, siklöja och elritsa kan denna provtagningsintensitet vara riktig. En möjlig väg att gå vidare vore dock att fortsatt ha vissa sjöar som intensivsjöar med fiske vart tredje år, medan andra fiskas vart fjärde-femte år. De största förändringarna i fiskfaunan efter kalkning torde också komma åren närmast efter kalkningen, varefter ekosystemet stabiliseras. Detta gör att det är viktigt att fiska ofta i nykalkade sjöar, medan en lägre intensitet kan tillämpas vid omkalkningar.

5. SAMMANFATTNING

Föreliggande arbete utgör en redovisning av Sötvattenslaboratoriets uppföljning av kalkningseffekter på fiskbestånden i svenska sjöar 1983-1986. Samtliga provfiskade sjöars läge, provfisketidpunkt samt det samlade sjömaterialets kemiska och morfometriska karakteristika anges. Materialet har bearbetats statistiskt för att ange vilka omgivningsparametrar som styr förekomst och populationstätheter, uttryckt som fångst per nätansträngning, för de enskilda arterna. Slutligen ges riktlinjer för fortsatt verksamhet.

Totalt har 110 sjöar undersökts och upprepad undersökning har skett i 31, varför antalet sjöprovfisketillfällen är 141. Inalles har 105 av dessa sjöar kalkats och i ett fåtal sjöar har även vissa fiskevårdande åtgärder utförts.

Sjöarealerna är 11 - 14307 ha, höjden över havet 46 - 582 m, maximala sjödjupen och medeldjupen 2 - 106 m resp 1.4 - 50 m och sjöar från 18 län ingår i materialet.

Lägsta uppmätta pH har varit ned till 4 i vissa sjöar, men i huvudsak mellan 5 och 6. Medelvärden och intervall anges även för alkalinitet, konduktivitet och färgtal.

Totalt har 27 olika fiskarter fångats. Abborre erhöles i 95%, gädda i 68 och mört i 64% av sjöarna. Antalet fångade arter per sjöprovfisketillfälle var 1 - 12, med ett medelvärde av 5 arter per sjö. Antalet fångade arter berodde främst på lägsta uppmätta pH, höjden över havet samt sjöarealen. Det starka beroendet av lägsta uppmätta pH kan till en del bero på att de näringsfattiga sjöarna naturligt har lägre pH, men även flera arter anpassade till denna sjötyp saknades till följd av försurning i flera sjöar. Det starka sambandet mellan lägsta uppmätta pH och artantalet visar på den övergripande artutslagningen till följd av försurningen.

Förekomsten av mört styrdes främst av lägsta pH, färgtalet och höjden över havet. De två senare parametrarna visar det naturliga beroendet av näringstillgång och temperatur. Fångsten per nätansträngning, ett mått på populationstätheten, berodde främst av det morfoedafiska indexet, dvs förhållandet mellan sjödjup och konduktivitet - med andra ord indirekta mått på temperatur och näringstillgång. Vidare konstaterades att med nyttjad standardiserad provfiskemetodik kan medelvikt och medellängd på mörtpopulationen överstigande 100 g resp 200 mm tas som indikation på rekryteringsskada.

Fångsten per ansträngning (f/a) av abborre kunde främst korreleras till förekomsten av andra arter, vilket avspeglar att abborren är relativt konkurrenssvag.

Förekomst av gädda berodde främst på höjden över havet samt f/a av övriga arter, medan f/a av gädda inte signifikant kunde korreleras till tillgängliga data.

Förekomsten av röding och öring missgynnades starkt av förekomst av gädda. För röding var också ett stort sjödjup viktigt, medan öring gynnades av ökad höjd över havet. Båda dessa sistnämnda faktorer påverkar temperaturen och röding i de undersökta sydsvenska sjöarna måste sommartid uppehålla sig under språngskiktet pga för hög ytvattentemperatur, medan öring finner lämpligare lek- och uppväxtvattendrag på högre höjd över havet. I materialet ingår flertalet lyckade kalkningar av rödingsjöar och i några fall återutplanteringar av utslagna bestånd. Att inte lägsta uppmätta pH i sjöarna hade betydelse för dessa båda arter beror på att kalkningsverksamheten varit inriktad på dessa arter och varit framgångsrik. F/a av röding minskade bl a med ökat färgtal, men den oförklarade variationen var stor.

Förekomsten av elritsa berodde främst på höjd över havet, lägsta uppmätta pH samt väst-östläget i landet, medan f/a av arten minskade starkt med ökat antal mört. Den senare är konkurrensstarkare i näringsrikare vatten.

Förekomst av siklöja berodde främst på lägsta pH, medeldjup och sydläge, medan f/a av arten minskade obetydligt med ökat medeldjup.

Förekomsten av sik ökade med ökad sjöareal och minskade med lägsta uppmätta pH. Arten samexisterar med siklöja endast i stora sjöar.

Även övriga fångade arter bearbetades enligt ovan och för arterna gers och lake var näringstillgång och höjd över havet viktiga. Lake förekom i princip i sjöar utan alltför stor ålpopulation och tycktes vara ovanligare i näringsrika vatten med gers, dvs under högsta kustlinjen.

Braxen förekom i huvudsak endast i lågt belägna sjöar. Rekryteringsskador som en följd av försurning förelåg i Linnebjörkesjön och kan ha accentuerats av sjöns relativt höga altitud - 221 m.ö.h.

Sammantaget medger materialet att atypiska förhållanden, vad gäller artsammansättning, antal fångade arter och fångst per ansträngning, kan påvisas och därmed har möjligheten till långsiktig övervakning och detektering av ekologiska förändringar ökat. För närvarande föreligger inte i någon sjö indikationer på att negativa effekter erhållits efter kalkning. Däremot har arter försvunnit pga försurning och andra jämviktslägen uppnåtts efter kalkning i dessa vatten, samtidigt som tillfälliga ökning av abborrpopulationer skett i vatten där konkurrenter och predatorer slagits ut. Återutplanteringar av mört och gädda skulle sannolikt snabbt återställa den naturliga jämvikten i detta fåtal sjöar.

Den fortsatta verksamheten bör genom ökat samarbete med Statens Naturvårdsverk och andra institutioner mer inriktas på integrerade studier, av bl a närsalter och metaller samt på övrig faunainsamling. De utvalda sjöarna bör återbesökas vart tredje till vart femte år, samtidigt som komplettering med icke kalkade referenssjöar bör ske.

6. LITTERATUR

- Almer, B. 1972. Försurningens inverkan på fiskbestånd i västkustsjöar. (English summary: The effect of acidification on fish stocks in lakes on the west coast of Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (12). 47 p.
- Andersson, G., H. Berggren, G. Cronberg & C. Gelin. 1978. Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry. Hydrobiologia 59:9-15.
- Filipsson, O. 1972. Sötvattenslaboratoriets provfiske- och provtagningsmetoder. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (16). 26 p.
- Filipsson, O. 1980. Fiskar på gränsen till sitt utbredningsområde. (English summary: Fishes near the margin of their geographical distribution.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 16 p.
- Hasselrot, B., B.I. Andersson & H. Hultberg. 1984. Ecosystem shifts and reintroduction of Arctic char (Salvelinus salvelinus (L.)) after liming of a strongly acidified lake in southwestern Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 61:78-92.
- Lessmark, O. & E. Thörnelöf. 1986. Liming in Sweden. Wat.Air Soil Poll. 31:809-815.
- Lundberg, R. 1899. Om svenska insjöfiskars utbredning. Medd.K. Landtbr.Styr. 10. 65 p.
- Nyberg, P. 1985. PM för Sötvattenslaboratoriets provtagningar och provfisken inom den centrala uppföljningen av effekter av kalkning. 9 p. (Stencil.)
- Nyberg, P. 1987. Reclamation of acidified Arctic char (Salvelinus alpinus (L.)) lakes in Sweden by means of liming. Paper presented at the XXIII SIL Congress, New Zealand. (In press.)
- Nyberg, P., E. Degerman, C. Ekström & E. Hörnström. 1986a. Försurningskänsliga rödingsjöar i Syd- och Mellansverige. (English summary: Acid-sensitive Arctic char, (Salvelinus alpinus), lakes in southern and central Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6). 240 p.
- Nyberg, P., M. Appelberg & E. Degerman. 1986b. Effects of liming on crayfish and fish in Sweden. Wat.Air Soil Poll. 31:669-687.
- Ryder, R.A. 1965. A method for estimating the potential fish production of north-temperate lakes. Contr. 64-1. Ont.Dep. Lands and Forests, Res.Branch, Maple, Ontario. 5 p.
- Statens Naturvårdsverk. 1986. Monitor 1986. Sura och försurade vatten. Naturvårdsverket Inf. 180 p.
- Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 57. 95 p.

7. ENGLISH SUMMARY: THE COMPOSITION AND ABUNDANCE OF THE
FISH FAUNA IN ACIDIFIED AND LIMED LAKES
IN SWEDEN

During the period 1983-86 test fishing has been performed in 110 different lakes in order to evaluate the effect of liming on fish populations. The test fishing has been standardized with regard to the type of survey-nets, the number of nets, fishing depth and fishing period, thus enabling a statistical evaluation of the material. It is planned to revisit each lake every third to fifth year. In each lake the water chemistry is sampled at least once a year (minimum program - pH, alkalinity, colour, conductivity and calcium).

The lakes are situated in the central and southern parts of Sweden. The lakes have surface areas of 11 - 14307 ha, maximum depths of 2 - 106 m and altitudes of 46 - 582 m above sea level.

All in all 27 different species of fish were caught, with an average of 5 species per lake and test fishing occasion. This paper presents the parameters that contribute most to the distribution of different species by using discriminant analysis, as well as the parameters best correlated with the abundance (c.p.u.e.) of different species. Simple population characteristics (c.p.u.e., mean length & weight) are given to facilitate the identification of fish populations that have weak or non-existent recruitment.

The pH, temperature (measured as latitude and altitude) and the nutrient levels (conductivity and colour) were the most important parameters controlling the distribution of fish species. It is shown that the lowest measured pH was a very important parameter for roach (*Rutilus rutilus*), minnow (*Phoxinus phoxinus*), whitefish (*Coregonus* spp.) and cisco (*Coregonus albula*). The lowest measured pH was not as important for the distribution of brown trout (*Salmo trutta*) and charr (*Salvelinus salvelinus*), as these species are usually restocked after liming.