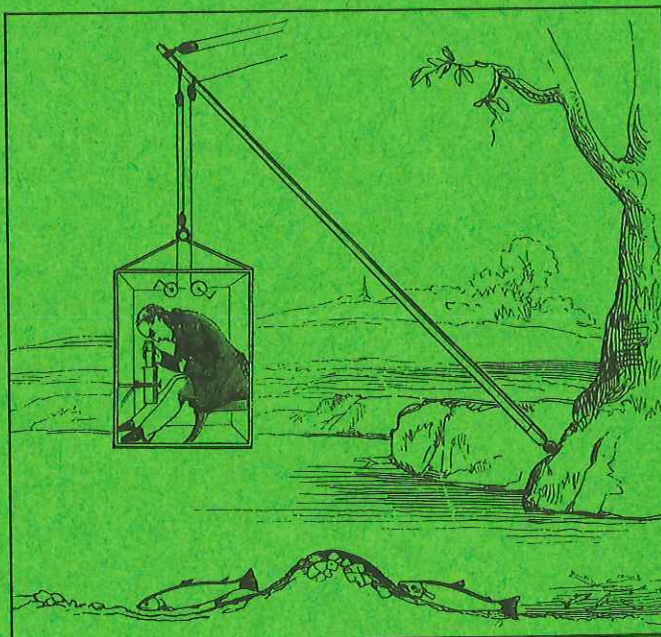


Information från

# SÖTVATTENS- LABORATORIET

## Drottningholm



**OLOF LESSMARK**

**Försurningens inverkan på fiskefaunan i några  
småländska sjöar**



# FÖRSURNINGENS INVERKAN PÅ FISKFAUNAN I NÅGRA SMÅLÄNSKA SJÖAR

Olof Lessmark

|  |    |
|--|----|
| INLEDNING                                    | 3  |
| Orsaker till försurningen                    | 3  |
| Försurningens effekter på fiskfaunan         | 4  |
| Försurningens effekter på övriga trofinivåer | 6  |
| Undersökningens målsättning                  | 6  |
| METODIK                                      | 7  |
| Kemisk-fysikaliska parametrar                | 7  |
| Bottenfauna                                  | 7  |
| Fisk   | 7  |
| Fiskemetod                                   | 7  |
| Födoanalyser                                 | 8  |
| Tillväxt                                     | 9  |
| RESULTAT                                     | 10 |
| Sandsjön                                     | 10 |
| Nässjön                                      | 10 |
| Rottnen                                      | 10 |
| Läen   | 10 |
| Allmänt                                      | 10 |
| Kemisk-fysikaliska parametrar                | 10 |
| Bottenfauna                                  | 11 |
| Fisk   | 11 |
| Fiskfaunans sammansättning                   | 11 |
| Längdfördelning och tillväxt                 | 11 |
| Födoval                                      | 12 |
| Björnsjön                                    | 12 |
| Allmänt                                      | 12 |
| Kemisk-fysikaliska parametrar                | 12 |
| Bottenfauna                                  | 12 |
| Fisk   | 12 |
| Fiskfaunans sammansättning                   | 12 |
| Storleksfördelning och tillväxt              | 13 |
| Födoval                                      | 13 |

|  |    |
|--|----|
| Hurven   | 13 |
| Allmänt  | 13 |
| Kemisk-fysikaliska parametrar  | 14 |
| Bottenfauna  | 14 |
| Fisk   | 14 |
| Fiskfaunans sammansättning   | 14 |
| Tillväxt, storleksfördelning   | 14 |
| Födoval  | 14 |
| DISKUSSION   | 15 |
| Kemisk-fysikaliska parametrar  | 15 |
| Bottenfauna  | 15 |
| Fisk   | 16 |
| Fångststorlek och vertikal-fördelning  | 16 |
| Födoval  | 17 |
| Abborre  | 17 |
| Mört   | 17 |
| Längdfördelning och tillväxt   | 18 |
| Mört   | 18 |
| Abborre  | 18 |
| Teori I  | 20 |
| Teori II   | 20 |
| Teori III  | 21 |
| LITTERATUR   | 22 |
| SUMMARY: THE EFFECT OF ACIDIFICATION ON THE FISH FAUNA<br>OF SOME LAKES IN THE PROVINCE OF SMÅLAND | 24 |

## INLEDNING

Under senare delen av 1960-talet konstaterade flera forskare att det skett och höll på att ske en försurning av många svenska sjöar och vattendrag (Odén 1968, Odén och Ahl 1972).

## Orsaker till försurningen

Flera faktorer är av betydelse vid försurningen. Till de viktigaste hör nederbördens surhet och den förändrade markanvändningen (Odén 1968, Odén och Ahl 1972, Andersson et al. 1973, Dickson 1973, Malmer 1973, Beamish och Harvey 1972).

1. Nederbördens surhet har tilltagit framför allt på grund av den ökade förbränningen av svavelhaltiga oljor. Svaveldioxid tillförs atmosfären, där den kan oxideras till svaveltrioxid, reagera med vatten och tillförs marken i form av svavelsyra. Nederbörden över södra Sverige har under senare år haft ett pH på ca 4.5, jämfört med ca 5.5 i början av 1950-talet.

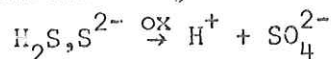
2. Förändringar i markanvändningen inom såväl jord- som skogsbruk kan påverka vattnen enligt följande:

tidigare åkermark planteras med barrskog och därmed följer en biologisk försurning av marken,

minskad åkerkalkning, varvid basfattiga jordars förmåga att neutralisera syranedfall minskar,

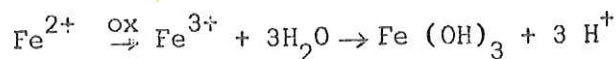
användandet av sura konstgödningsmedel,

utdikning av skogs- och myrmark, varvid vattnets uppehållstid i marken förkortas och möjligheterna till neutralisering innan det når vattendragen minskar. Ökat utflöde av surt myrvatten verkar i samma riktning. Anaeroba markzoner, som innehåller reducerade svavelföreningar i form av svavelväte och sulfider, blir vid en sänkning av grundvattenytan aeroba och en oxidering sker av svavelföreningarna till sulfat och svavelsyra. Vid nederbörd sköljs dessa sedan ut i vattendragen,

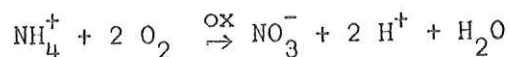


På motsvarande sätt kan salpetersyra bildas vid oxidering av ammonium:

kalhuggning vilket medför en snabbare avrinning. Podsoler friläggs och tvåvärt järn oxideras till trevärt varvid vätejoner frigöres,



skogsgödsling med sura ämnen t.ex. ammoniumnitrat, varvid ammoniumjonen beroende på markens bonitet oxideras till nitrit och nitrat medförande att vätejoner frigörs,



prioritering av barrskog på lövskogens bekostnad, varvid en biologisk försurning sker av marken.



### 3. Direkta sura utsläpp från industrier i vattendrag.

Särskilt känsliga mot försurning är områden med basfattiga jord- och bergarter, där möjligheterna till neutralisering av den sura nederbörden är dåliga.

#### Försurningens effekter på fiskfaunan

En ökad syratillförsel medför många förändringar av ett vattendrags ekosystem. Förändringen har ofta först observerats på fiskbestånden. Fiskens rom och yngel är mindre toleranta mot surt vatten än de vuxna fiskarna och drabbas tidigare vid en försurning.

Hultberg och Stensson (1970) fann vid en rotenonbehandling av två bohuslänska, oligotrofa skogssjöar att fiskbestånden var mycket svaga. I Mörtevatten (pH 4.6) fanns endast ett svagt bestånd av gädda och ål kvar. Ett tidigare (1960) rikt bestånd av abborre hade totalt försvunnit. Gäddbeståndet avvek kraftigt från det normala genom att fisken p.g.a. avsaknad av lämpliga bytesfiskar levde av mindre bottendjur. Detta resulterade i mycket dålig tillväxt. I Krokesjön (pH 4.8) fanns förutom ål enbart en 9 år gammal abborre. Denna var spillran av ett tidigare bra bestånd. Man drog slutsatsen att sjöarnas låga pH var orsaken till de utdöende fiskbestånden.

Almer (1972) har vid undersökning av 50 västkustsjöar konstaterat allvarliga skador på fiskbestånd orsakade av försurning. Mörten befanns vara en god indikator på försurning. Dess reproduktion skadades redan vid ett pH på 5.5. I ett tiotal av sjöarna hade den försvunnit. I flera andra sjöar återstod endast stora fiskar, vilket tyder på att reproduktionen upphört. Beståndsutglesningen hade lett till en bättre tillväxt. Abborren fanns tidigare i samtliga de undersökta sjöarna, men hade försvunnit i en sjö och dess existens var på flera ställen hotad. Gränsvärdet för en lyckad abborr-reproduktion tycks ligga vid 4.0-4.5.

Siklöjan fanns i fem av sjöarna, men bestånden konstaterades ha blivit uttunnade i två av dem (pH hösten 1970 4.2 respektive 4.5). Sikbeståndet i Stora Neden hade inte förändrats trots ett höst-pH på 5.55. Gäddan var på väg att dö ut eller hade dött ut i tre sjöar med vår-pH 1971 på 3.7-4.75. Ett pH på 4.5 verkade vara skadligt på reproduktionen. Elritsan hade försvunnit från minst sex sjöars utloppsbäckar, som under sommaren 1971 hade ett pH på 4.9-5.2. Rödingen hade försvunnit från två sjöar. Öringen hade försvunnit eller var utdöende i flera sjöar. Ål förekom i alla sjöar utom dem, till vilka den inte har någon möjlighet att vandra upp. Den är en av de fiskar, som är mest toleranta mot surt vatten, då dess reproduktion sker i havet.

Grahn et al. (1974) har i tre sjöar i Värmland och tre i Bohuslän funnit att flera fiskarter försvunnit. pH har sedan omkring 1940 sänkts med 1.4-1.7 enheter och låg nu på 4.4-5.4. I Gårdsjön som tidigare hade fasta bestånd av abborre, gädda, mört, sutare, ruda, siklöja och ål fanns endast abborre, gädda och ål kvar 1973. Vuxna abborrar och ål befanns vara mest toleranta mot surt vatten. Trots att abborren ökat när mörten försvann skedde en minskning av fiskbiomassan. Den har i Gårdsjön uppskattats till endast ca 0.3 kg/ha.

Från södra Norge har Snekvik (1972) visat på ett fallande pH i flera vattendrag. En pH-sänkning från i medeltal 5.5 till 4.7 har konstaterats i 12 sjöar på 20-22 år.

Månadsmedelvärden från 7 älvar under 1965-1970 visade lägst värden under höst och vår, alltså vid tiden för fiskens lek då känsligheten är störst för fiskens reproduktion (Henriksen 1972). Vid en inventering av fiskbestånden i 2.083 vatten på Sørlandet var 741 av dessa fisktomma (Jensen 1972). Av 368 fisktomma vatten i Aust-Agder har 366 förlorat sitt fiskbestånd efter 1940. På 1930-talet var överbefolkade, småvuxna öringbestånd vanliga, men dessa hade p.g.a. upphörd rekrytering blivit mer storvuxna. I Mandalselva blev ett småvuxet bestånd först mera storvuxet och försvann sedan. Akut fiskdöd har även drabbat större individer vid mildväder, när stora mängder surt smältvatten från fjällen tillförts älvarna och sänkt pH till 3.9-4.2. Fiskbestånden har ofta först slagits ut i vattensystemens övre delar.

Även från Kanada har försurning och skador på fiskbestånd konstaterats. Av 68 studerade sjöar i La Cloche Mountains-området var 19 - tidigare fiskförande sjöar - fisktomma, 16 sjöar hade liten fiskfauna och i 33 av sjöarna var fiskfaunan inte påverkad (Harvey 1974). Man fann ett klart samband mellan sjöarnas pH och fiskartantal. Svavelemitterande gruvindustri angavs som den huvudsakliga föroreningskällan och en positiv korrelering förelåg mellan ökat avstånd från denna och ökad fiskdiversitet. I Lumsden Lake (samma område) har en pH-sänkning från 6.8 till 4.4 skett från 1961 till 1971 (Beamish och Harvey 1972). Sjöarna i omgivningen har ett pH 4.1-6.0. Man har kunnat konstatera hur den ena fiskarten efter den andra har försvunnit. Laken (*Lota lota*) försvann före 1966, kanadarödingen (*Salvelinus namaycush*) 1967, slimmy sculpin (*Cottus cognatus*) "simpa" 1967-1968, white sucker (*Catostomus commersoni*) 1968-1969, lake herring (*Coregonus artedii*) och trout perch (*Percopsis omiscomaycus*) 1969-1970. Lake chub (*Hybopsis plumbeus*) har varit i avtagande sedan 1971.

Vid akvarieförsök med regnbåge konstaterade Lloyd och Jordan (1964) att det förelåg en positiv korrelation mellan fiskens ålder och överlevnadstid i ett surgjort vatten. Vid ett försök där pH och vattnets halt av fri koldioxid varierade, fann man, att vid pH över ca 4 förkortade en hög halt av koldioxid överlevnadstiden. Vid lägre pH kunde inte höga koldioxidhalter konstateras ha någon betydelse, utan enbart det låga pH-värdet var letalt. Försök gjordes också för att undersöka de fysiologiska effekterna av syra på fisken. Vid pH på 3.0-3.3 fick fisken en "opaque" film på kroppen men inte på gälarna. Histologisk undersökning visade inte någon förändring av epitelceller eller vävnad. Döden orsakades inte av vävnadsförstöring. Man fann att vid en höjd halt av koldioxid i vattnet ökar halten fri koldioxid i blodet. Dess pH sjunker emellertid inte p.g.a. vätekarbonatets buffrande verkan. Om däremot pH sänks dör fisken p.g.a. "acidemia", d.v.s. surgörning av blodet, som vid lågt pH inte kan behålla sin buffrande verkan.



### Försurningens effekter på övriga trofinivåer

Fytoplanktons artantal har visat en markant minskning i intervallet mellan pH 5 och 6 (Hörnström 1973).

Sjöar med ett pH under 6 har ett lägre antal arter zooplankton än mera neutrala vatten (Ekström 1973).

Vid undersökning av bottenfaunan i sjöar med ett pH på 4.4-5.4 har inga mollusker eller ephemeropterer kunnat påträffas. Trichoptera, Odonata, Hemiptera dominerade (Grahn et al. 1974). Gyrinidae och Corixa har blivit vanligare.

Grahn et al. (1974) har påpekat att sjöar går mot en oligotrofiering vid försurning. Mineralisering av dött material går långsammare, då bakterier hämmas i sin aktivitet och i hög grad ersätts av svampar. Lobelia-Isoetesbestånd ersätts i stor utsträckning av Spagnummattor. Följden blir att många joner binds till dessa p.g.a. deras stora jonbyteskapacitet och näringsämnen blir därigenom otillgängliga för andra organismer. Den ökade ansamlingen av grovdetritus på bottenarna förhindrar utbytet av näringsämnen sediment-vatten.

### Undersökningens målsättning

Målsättningen med denna undersökning har varit att studera försurningens inverkan på fiskbestånden i några småländska sjöar. Från en av sjöarna föreligger en 35-årig mätserie med månatliga pH-mätningar, vilken använts för att kunna avgöra vid vilken surhetsgrad eventuella reproduktionsstörningar och andra förändringar av fiskbeståndet inträffat. Övriga sjöar har få äldre värden och en komplettering har därför skett.

En mindre undersökning av bottenfaunan har också gjorts för att sättas i samband med fiskens födoval och för att studera försurningens effekter på denna del av en sjös fauna.

Fiskundersökningen har gjorts med s.k. översiktsnät och koncentrerats till sommaren. Prov för födoval och tillväxt har då insamlats. Undersökningen har koncentrerats till östra Kronobergs län, där tidigare inget arbete gjorts med den ovan skisserade målsättningen. Andersson et al. (1973) har tidigare pekat på området som mycket känslig mot försurning. Dessutom har en sjö i västra Jönköpings län studerats. Hultberg och Stensson (1970) samt Almer (1972) har tidigare dokumenterat hur skador inträffat på fiskbestånden i sjöar belägna nära västkusten.

Ett försök har även gjorts att värdera de faktorer inom de aktuella sjöarnas nederbördsområden som varit orsak till den konstaterade ökade surhetsgraden.

## METODIK

## Kemisk-fysikaliska parametrar

pH-värden från Läen och Rottnen härrör från protokoll som ställts till förfogande av Klippangruppens vattenvårdslaboratorium i Lessebo, där analyserna utförts. Vilken metodik som använts för de tidigare värdena har varit omöjligt att utröna. Värdena är troligen baserade på kolorimetriska bestämningar, vilka inte är lika säkra som senare elektrometriska mätningar. Proven i Läen har tagits vid avflödet medan proven i Rottnen tagits vid en punkt ca 2 km nedanför avflödet. Värdena för Läens tillflöde, Björnsjön, Sandsjön och Nässjön härrör från egna elektrometriska mätningar. Äldre värden kommer från Thunmarks (1937, 1948) undersökningar i området. Värden för Hurven är från undersökningar utförda av Länsstyrelsen i Jönköpings län och Limnologiska institutionen i Lund.

Ledningsförmågan har samma källor som pH-värdena. Alla värden är angivna som  $\mu S_{20}$ .

Närsaltanalyser har utförts vid Limnologiska institutionen, Lund enligt där gängse metodik.

Siktdjupet har mätts med en vit skiva med 25 cm diameter.

## Bottenfauna

Provtagningen har skett en gång under våren och en gång under hösten 1974 i Läen, Björnsjön och Hurven. I Hurven och östra Läen har en profil undersökts från stranden ut mot större djup. I västra Läen har prov tagits från en enda punkt. I Björnsjön har prov tagits vid två enstaka punkter, en i sjöns södra och en i dess norra del. Vid varje punkt har fyra hugg tagits med en Ekmanhuggare vars yta är  $216 \text{ cm}^2$ . Proven har sällats genom ett nät med maskstorleken 0.55 mm och konserverats i fält med formalin. Sortering har skett för hand varefter djuren konserverats i 70 % etanol. Materialet från Läen och Björnsjön har behandlats av författaren, medan värdena från Hurven kommer från en pågående undersökning av Limnologiska institutionen, Lund (Karlberg, muntl.medd.). I Läen och Björnsjön har under höstprovtagningen förekommit stora mängder bentiska copepoder och cladocerer för vilka kvantitativ bestämning inte gjorts. Vidare har det förekommit enstaka ostracoder och kvalster, vilka inte heller tagits med i redovisningen.

## Fisk

## Fiskemetod

Fisket har bedrivits med s.k. "översiktsnät" tillverkade av grön, spunnen nylon och sammansatta av 7 m långa sektioner av olika maskstorlek. Två olika typer av nät har använts. Typ I består av maskstorlekarna 9.5, 14.5, 18, 24, 29.5, 33, 38 och 40 mm. Dessa nät är alltså 56 m långa. Typ II innehåller dessutom maskstorlekarna 13 och 16 mm och är således 70 m långa.



Fisket har koncentrerats till sommaren och har i Låen ägt rum 26-27 juni och 3-4 juli 1972 samt 15-16 maj och 9-10 juli 1974, i Björnsjön 18-19 juli 1972 samt 4-5 juni och 9-10 juli 1974 och slutligen i Hurven 30 juli - 2 augusti 1974. Under 1974 har nättyp I begagnats och under 1972 nättyp II. Fisket har skett på olika djup för att ge en så god bild som möjligt av fiskfaunan samt för att studera de olika arternas vertikala fördelning. Ett nät har lagts på varje djup (Bil. 7). Vid samtliga tillfällen har näten lagts ut på förmiddagen och tagits upp ett dygn senare. Fiske med ett nät på ett visst djup har definierats som en nätansträngning. Under 1972 har i Låen fiskats både i dess östra och västra delar, medan fisket under 1974 koncentrerats till den östliga delen, där de största djupen finns.

Metoden har vissa brister då näten fiskar selektivt. Vissa fiskstorlekar blir överrepresenterade i fångsterna och andra blir underrepresenterade. Särskilt sned blir fördelningen av de minsta fiskarna, under ca 11 cm, som blir kraftigt underrepresenterade. Metoden ger dock en relativt god bild av fiskbeståndets sammansättning och är den bästa metod som kan användas för undersökningar av detta slag.

Fångsten från varje djup har vägts - var art för sig - till närmaste gram. Fiskens längd har angetts som totallängd, d.v.s. från nospetsen till stjärtfenans bakersta kant.

#### Födoanalyser

För att undersöka abborrens och mörtens födoval har magar insamlats vid fisketillfällena 1974. Fisken har vid de flesta tillfällena indelats i 5 cm längdklasser: 50-99, 100-149, 150-199, 200-249 och större än 250 mm. Ett antal magar från varje storleksklass har konserverats i 70 % etanol för senare analysering under preparermikroskop. För mört har hela tarm-innehållet studerats, medan för abborre endast magsäcken undersökts. Några mörtar från Hurven har innehållit stora mängder plankton och ett subsamlingsförfarande har därför använts. Tarminnehållet har uppsamlats i en sprutflaska med vatten, varifrån sedan en del under omskakning sprutats ut. För övriga födoinslag har samtliga födodjur räknats. Födodjurens har indelats i grupper som anges i Bil. 12-14. Oidentifierbara djur och sådana som endast förekommit i något enstaka exemplar har angivits under "övrigt". Sammanlagt har 113 abborrmagar och 29 mörttarmar analyserats.

För att kunna göra en grov uppskattning av maginnehållens energivärde och därmed bestämma de olika födogruppernas betydelse i energihänseende har vissa kaloriberäkningar gjorts, baserade på födoanalyserna. Energivärdesberäkningar har skett med hjälp av torrviktsbestämningar av födodjurens och sedan transformering av dessa värden till kalorier med hjälp av uppgifter från Cummins och Wuycheck (1971). För torrviktsbestämningar har använts djur tagna i Låen och Björnsjön vid bottenfaunaundersökningen eller under försommaren. Djuren har i deglar torkats i värme-skåp vid 105° under ett dygn och sedan vägts. För cladocerer har uppskattningar gjorts direkt från litteraturen. Aasa (1970) uppger för *Bosmina* en våtvikt på  $2.3 \times 10^{-2}$  mg/djur. Med utgångspunkt från andra cladocerer som i storlek ligger nära de i magarna påträffade bentiska cladocererna har dessas våtvikt uppskattats till  $100 \times 10^{-2}$  mg/djur. Torrvikten har uppskattats till 6 % av våtvikten.

Följande energivärden för födodjur har använts:

|                      |         |               |
|----------------------|---------|---------------|
| Zygoptera            | 54.7    | kalorier/djur |
| Anisoptera           | 134.4   | "             |
| Trichoptera          | 21.9    | "             |
| Ephemeroptera        | 1.98    | "             |
| Chironomidae         | 0.66    | "             |
| Chaoborus            | 2.09    | "             |
| Asellus              | 2.26    | "             |
| Bosmina              | 0.072   | "             |
| Bentiska cladocerer  | 0.31    | "             |
| Abborre (74 mm lång) | 2.470.0 | "             |

Övriga sporadiska födoinslags kalorivärde har uppskattats till närmast jämförbara djur. För abborre har hänsyn tagits till fiskens storlek. När maginnehållet varit starkt upplöst har den längsta ryggstrålen mätts. Genom mätningar på hela djur har sambandet totallängd = 7.1 x längsta ryggstrålens längd beräknats. Från en kurva över sambandet fisklängd/vikt har energiberäkningarna gjorts. I redovisningen har materialet förts samman till följande grupper:

- Grupp I "Plankton" planktiska och bentiska crustaceer utom Asellus (cladocerer).
- Grupp II "Diptera" (Chironomidae, Chaoborus, Ceratopogonidae).
- Grupp III "Större insekter" (larver av Odonata, Trichoptera, Ephemeroptera samt Asellus).
- Grupp IV Fisk (abborre).
- Grupp V "Övrigt" (kvalster, landinsekter o.s.v.).

Stora felkällor ligger i bestämningen, men den ger riktvärden för de olika födo gruppernas relativa betydelse. Bland felkällorna kan nämnas att torrviktsbestämningarna gjorts på spritkonserverat material, där en utlösning sker av fett. Ingen hänsyn har heller tagits till att energinnehållet varierar under året.

#### Tillväxt

Åldersbestämningar har gjorts för abborre och mört. För abborre har operculum använts (Le Cren 1947). Materialet från Hurven och Björnsjön har varit lättolkat, medan Läen-materialet varit mera svårtytt. Då osäkerhet rått har provet uteslutits.

För mört har fjäll tagna under sidolinjen och mellan bukfenan och analfenan använts för åldersbestämning och tillbakaberäkning av fiskens längd vid olika åldrar (Kempe 1962). Prov för åldersanalys har i Läen och Björnsjön huvudsakligen insamlats vid det första fisket under 1974, men viss komplettering av större abborrar har skett i Läen under juli. Från Hurven har material insamlats i juli-augusti. Vid uppritande av diagram över tillväxten för abborre har fiskens ålder i maj och juni satts till hela år, medan för dem, som fångats i juli-augusti, halva tillväxtperioden ansetts förfluten.



## RESULTAT

Läen, Björnsjön, Rottnen, Sandsjön och Nässjön är belägna i östra Småland (Bil. 1) och tillhör Ronnebyåns övre vattensystem. De är oligotrofa skogssjöar, med varierande humusinslag. Endast i Rottnen förekommer utsläpp av kommunalt avloppsvatten (Hovmanstorps samhälle). Makrofytvegetationen är sparsam. Berggrunden består av näringsfattiga graniter. Omlandet domineras av barrskog med ett ganska stort inslag av myrmark. Jordbruket är obetydligt. Avrinningen inom området är ca 8 l/km<sup>2</sup>.s. Övriga data framgår av Bil. 2.

## Sandsjön

Från Sandsjön föreligger få äldre vattenkemiska data. En pH-sänkning på knappt en enhet har skett sedan omkring 1940 (Bil. 2). Årstidsfluktuationen under 1974 har varit 1.0 enheter med högsta värde under sommaren (Bil. 3).

Ledningsförmågan har ökat från 33  $\mu$ S (1940) till 50-56  $\mu$ S (1974).

## Nässjön

Från Nässjön finns endast ett äldre pH-värde (Thunmark 1948). I augusti 1944 var pH 5.8 mot nuvarande 5.5-5.7 under juli-augusti. Sjön var redan 1944 så sur att någon ytterligare större nedgång av pH-värdet ej skett. Årstidsfluktuationerna under 1974 varierade med det lägsta värdet i februari (4.2) och det högsta i juli (5.5) (Bil. 3). Ledningsförmågan har ökat från 24.7 till 41-47  $\mu$ S (Bil. 3).

## Rottnen

Ingen nedgång av pH-värdet kan konstateras under perioden 1940-1975 (Bil. 4). Under 60-talet är trenden nedåtgående men vänder senare uppåt. Vissa årstidsfluktuationer kan ses (Bil. 3, 5). Någon större skillnad mellan de bägge tioårsperioderna föreligger inte. Ledningsförmågan har ökat från 42.3  $\mu$ S (Thunmark 1937) till nuvarande 63-70  $\mu$ S.

## Läen

## Allmänt

Sjön är årstidsreglerad med en amplitud på ca 1.5 m. Skiktningen är under sommaren svagt utvecklad p.g.a. det ringa djupet och det exponerade läget. Ett mindre område är under sommaren skiktat, men någon hypolimnion i egentlig mening kan inte anses finnas (Bil. 17).

## Kemisk-fysikaliska parametrar

En serie med månatliga pH-mätningar sedan slutet av 30-talet visar att en försurning skett (Bil. 4). Årsmedelvärdena fluktuerar något år från år, men den nedåtgående trenden från början av 60-talet är entydig. Vid

en jämförelse av årstidsfluktuationerna under två 10-årsperioder, 1943-1952 och 1965-1974, framgår det i båda fallen att de lägsta värdena uppmätts under våren och de högsta under sommaren (Bil. 3, 5). Medelvärde för de olika månaderna har sänkts med 0.36-0.73 enheter. Skillnaden har varit störst under våren och minst under sommaren. Ledningsförmågan har ökat från 33.4 till 54-60  $\mu\text{S}$  (Bil. 2). Närsalthalterna är låga.

#### Bottenfauna

Chironomidernas abundanstal låg i intervallet 550-3.600 djur/ $\text{m}^2$  (Bil. 6). Chaoborus ökade i antal med ökande djup, med de högsta värdena på 12 m djup. Abundanstalet för samtliga djur var 1.900-6.200 djur/ $\text{m}^2$ . Skillnaden mellan olika djup var liten. Någon större skillnad förelåg inte heller mellan höst- och vårvärdena. Sjöns västra del visade genomgående lägre abundanstal än den östra.

#### Fisk

##### Fiskfaunans sammansättning

I Läen har fångats abborre, mört, siklöja, sik och gädda. Dessutom förekommer braxen, sutare, lake och ål sparsamt. Siken och sutaren är ej ursprungliga utan härrör från inplanteringar, tidigast kända år 1897 respektive 1902 (Kronobergs läns hushållningssällskaps årsbok 1864-1913). Inplanteringar har gjorts av röding år 1897 och av öring på 1960-talet, vilka dock inte givit upphov till självreproducerande bestånd.

Fångstens storlek och de olika arternas vertikala fördelning framgår av Bil. 7. Abborren var den vikts- och antalsmässigt dominerande arten. Fångsten under sommaren låg i medeltal på 3.5 kg/anstr. (1.0-7.7 kg) Mörten var den näst abborren dominerande fisken. Fångsten i sjöns östra del varierade under sommaren mellan 1.1 och 3.7 kg/anstr., om man utesluter ett extremt lågt värde. Fångsterna av sik och siklöja har varit störst i sjöns östra del. På siklöjor har fångats under 1974.

##### Längdfördelning och tillväxt

Abborrfångsten dominerades av små individer. Under 1972 hade de flesta en längd på 11 cm (Bil. 8), och 91 % var 100-149 mm långa. 1974 var fiskarna något större, de flesta 13 cm långa och 66 % 100-149 mm. Skillnaden mellan åren beror antagligen på att olika typer av nät använts. Av sammanlagt 1.307 abborrar var endast 14 st (1.2 %) större än 20 cm (Bil. 15). Fisken hade en långsam tillväxt och var vid 5 års ålder 14-16 cm lång. För individer större än 20 cm kunde på operculum ses att tillväxten efter 5-7 års ålder varit snabbare än tidigare (Bil. 9). En 35 cm lång abborre var 11 år gammal.

Små mörtar har helt saknats. Under 1972 var den minsta 15 cm lång och det stora flertalet 20 cm och större (Bil. 10). 1974 var fiskarna något större, de flesta 21 cm och mera. Den minsta var 13 cm. Vid tillbakaberäkning av tillväxten har den visat sig vara betydligt snabbare för fiskar av årsklasserna 1965 och senare än den var för fiskar kläckta före detta år (Bil. 11). De yngre individerna har vid 4 års ålder uppnått en längd som äldre fiskar haft när de varit 6 år gamla.



## Födoval

För abborrar mindre än 20 cm dominerade under försommaren gruppen "Diptera" såväl antalsmässigt som i energihänseende. Övrig föda var av liten betydelse (Bil. 12, 13). Fiskar större än 20 cm har inte fångats, varför dessas näringsval är ovisst.

Under högsommaren var för fiskar mindre än 15 cm *Bosmina* den antalsmässigt dominerande födan. För fiskar i storleksklassen 100-199 mm var födans energivärde mycket lägre än under försommaren. För individer större än 20 cm var energiinnehållet i magarna betydligt högre, då mindre abborrar var mest betydelsefulla som födoobjekt.

I mörtens föda ingick bl.a. detritus och växtdelar, för vilka energiberäkningar inte gjorts. Endast animaliska födokomponenter har redovisats. Under försommaren utgjorde *Bosmina* ett betydande födoinslag, särskilt för fiskar mindre än 20 cm (Bil. 14). För de större individerna var dessutom större födodjur betydelsefulla. Detta förhållande gällde även under högsommaren.

## Björnsjön

### Allmänt

Sjön är under sommaren helt oskiktad (Bil. 17). En sänkning med ca 0.2 m gjordes under 30-talet.

### Kemisk-fysikaliska parametrar

Äldre data saknas. Med utgångspunkt från andra sjöar i området och den förändrade fiskfaunan kan man dra slutsatsen att en försurning ägt rum. pH var under sommaren omkring 5.5. Årsfluktuationen under 1974 har varit 1.0 enhet. Siktdjupet överskred det största djupet (4.1 m). Halten av närsalter var låg (Bil. 2).

### Bottenfauna

Chironomidernas abundanstal var 500-2.800 djur/m<sup>2</sup>, med högst värde under hösten (Bil. 6). *Chaoborus* täthet var störst vid den djupare, norra provtagningspunkten. Vid vårprovtagningen var *Chaoborus* antalsmässigt dominerande på 3.5 m djup, med 3.400 djur/m<sup>2</sup>. Oligochaeternas abundanstal varierade kraftigt med högst värden under hösten vid den något grundare, södra provtagningspunkten. Abundanstalet för samtliga djur låg i intervall 2.100-4.500 djur/m<sup>2</sup>. Det var ingen skillnad mellan höst och vår eller mellan de olika punkterna.

## Fisk

### Fiskfaunans sammansättning

Abborre, mört och gädda har fångats vid provfiskena. Dessutom förekommer sutare och ål. Ålen har inplanterats på 1960-70-talet. Sutare här rör med all sannolikhet från de talrika inplanteringarna i området vid sekelskiftet. Tidigare har i sjön också förekommit lake och inplanterad sik och dessutom elritsa i avflödesbäcken (Claesson, muntl. medd.).

Abborren var den dominerande arten (Bil. 7), och har viktmässigt i fångsterna varierat mellan 3.7 och 7.9 kg/anstr. Mörten var sparsamt förekommande och fångstens storlek varierade kraftigt. Under 1972 fångades 2 fiskar, juni 1974 25 fiskar och i juli inte någon fisk. Vikten blev p.g.a. en hög medelvikt (330 g) betydande trots det ringa antalet fiskar.

#### Storleksfördelning och tillväxt

Abborrfångsten bestod under såväl 1972 som 1974 av större individer än i Läen. Det fanns gott om både större och mindre fiskar (Bil. 8). Tillväxten var god och längden var vid 5 års ålder 17-21 cm (Bil. 9).

De få mörternas var 28-33 cm långa (Bil. 10). Årsklasserna 1957-1964 fanns representerade och hade likartad tillväxt. Den överensstämde upp till 5 års ålder med Läenmörtens av årgångarna 1965-1970, och var sedan något snabbare (Bil. 11).

#### Födoval

För abborren var under försommaren gruppen "Diptera" den huvudsakliga födan. För fiskar i storleksklassen 50-99 mm (Bil. 12) dominerade *Bosmina* antalsmässigt och utgjorde också en stor del av energiinnehållet (Bil. 13). För fiskar i storleksklassen 200-249 mm utgjorde gruppen "Diptera" ett betydande inslag i födan, men den dominerande födogruppen i energihänseende var "större insekter". För fiskar större än 250 mm hade det skett ytterligare en förskjutning mot större bytesdjur. I energihänseende utgjorde "Diptera" en liten del, "större insekter" ett betydande inslag, och abborrar var klart dominerande. Under högsommaren var mönstret i stort sett detsamma, men gruppen "större insekter" var betydelselös. Liksom under försommaren var "Diptera" dominerande för fiskar mindre än 200 mm. För fiskar i storleksklassen 200-249 mm hade abborrar ersatt "större insekter" som dominerande föda. Abborrar var den enda födan för fiskar större än 250 mm. Kalorivärdena var under högsommaren ungefär lika höga som under försommaren.

För mört finns endast material från försommaren, då inga fiskar kunnat fångas under högsommaren. För storleksklassen 28-33 cm har födan huvudsakligen bestått av Chironomider och Chaoborus med inslag av en del större insekter. Plankton har inte haft någon betydelse (Bil. 14).

#### Hurven

##### Allmänt

Hurven är belägen i västra Småland och tillhör Nissans vattensystem (Bil. 1). Den är en oligotrof skogssjö och inga avlopp från samhällen eller industrier förekommer. Under sommaren skiktas sjön. Makrofytvegetationen är sparsam. Berggrunden består av bas- och näringsfattiga graniter. Jordbruket inom nederbördsområdet är ringa. Avrinningen inom området är ca 17 l/km<sup>2</sup>.s. Övriga data framgår av Bil. 2.



### Kemisk-fysikaliska parametrar

pH-mätningar saknas före 1972. De låga värden som uppmätts, den kraftiga försurning som finns beskriven för andra sjöar i området och den onormala fiskfauna, som sjön uppvisar, tyder på att en försurning har ägt rum. pH har under 1974 varierat mellan 5.1 och 5.5 (Bil. 3). Ledningsförmågan har varit 58-61  $\mu\text{S}$ . Närsalthalterna var låga. Siktdjupet var ca 5 m (Bil. 2).

### Bottenfauna

Chironomidernas abundanstal varierade mellan 100 och 2.600 djur/m<sup>2</sup> (Bil. 6). Chaoborus ökade i antal med djupet, vilket var särskilt tydligt under våren, då dess täthet på 20 m djup var 7.900 djur/m<sup>2</sup>. Under hösten var fördelningen jämnare än under våren. Oligochaeternas täthet var mycket högre på 20 m djup än på övriga djup. Abundansen för totala antalet djur var 1.100-9.000 djur/m<sup>2</sup>. Någon skillnad kunde ej ses mellan höst- och vårvärdena.

### Fisk

#### Fiskfaunans sammansättning

Vid provfisket har fångats abborre, mört, siklöja, gädda och braxen. Dessutom förekommer ål. Abborren är den dominerande fisken. Fångsten har varit 1.3-3.2 kg/anstr. med ett medelvärde på 2.05 kg/anstr., om man utesluter ett extremt lågt värde. Mörtfångsten har i medeltal på de djup där mört förekom varit 1.5 kg/anstr. Siklöjan förekom i sjöns djupare delar. På det optimala djupet har fångsten varit 1.6 kg/anstr. (Bil. 7).

#### Tillväxt, storleksfördelning

Abborrens storleksfördelning liknade den i Björnsjön. Både stora och små individer fanns representerade (Bil. 8). Tillväxten var god och liknade den i Björnsjön (Bil. 10). Mindre mört saknades. De, som fångats, har varit 18-25 och de flesta 20-23 cm långa (Bil. 11). Årsklasserna 1961-1965 var representerade i materialet. Skillnaden i tillväxt mellan dem var obetydlig och överensstämde med Läenmörtens av årsklasserna 1960-1964 (Bil. 12).

#### Födoval

Födoanalyser har gjorts endast under högsommaren. För abborrar mindre än 150 mm var "Diptera" den dominerande födogruppen. "Diptera" och "större insekter" var mest betydande för storleksklassen 150-199 mm (Bil. 12, 13). Abborre var den dominerande födan för 200-249 mm långa individer medan "Diptera" utgjorde en mindre del. För fiskar större än 250 mm var abborre den enda födan av betydelse. Mörtens föda dominerades av stora plankton som Leptodora samt av chironomider och Chaoborus (Bil. 14).

## DISKUSSION

## Kemisk-fysikaliska parametrar

För samtliga sjöar i det östliga området, utom Rottnen, kan konstateras, att en försurning skett. Det lägsta pH-värdet har uppmätts i den minsta sjön. Sjöarna är från den mindre till den större Nässjön, Björnsjön, Sandsjön, Läen och Rottnen. pH blir högre i samma riktning. Förklaringen till detta är att de mindre sjöarna med sin mindre vattenvolym snabbare påverkas av tillförsel av surt vatten då tillflödena har lägre pH än sjöarna.

Detta avspeglar sig också i de kraftiga svängningarna under året, som är störst i den minsta sjön och minst i de största (Bil. 3). De lägsta pH-värdena har uppmätts under vår och höst p.g.a. att stora mängder surt vatten tillförs sjöarna vid snösmältning och riklig nederbörd (Bil. 3, 5). De högre värdena under sommaren beror på låg tillrinning och ökad biologisk aktivitet.

De översta sjöarna i ett vattensystem är känsligast och drabbas tidigast vid en försurning. Att Rottnen inte drabbats, beror antagligen på dess större vattenvolym och att den tillförs kommunalt avloppsvatten som har en gynnsam effekt i detta hänseende. Risken är dock överhängande att även Rottnen kan försuras, då den har flera sura källsjöar. Av de i introduktionen upptagna faktorerna som bidrar till försurning, kan flera tänkas vara aktuella för de nämnda sjöarna. Nederbördens ökade surhet har stor betydelse och stora kalhyggen, utdikning av skogs- och myrmark samt skogsgödsling kan vara faktorer som ytterligare förstärker denna effekt. De fattiga jordarna och den därmed ringa andelen jordbruk och lövskog inom området är andra ogynnsamma faktorer. Det är omöjligt att avgöra hur stor betydelse de olika faktorerna haft i förhållande till varandra. Flera ogynnsamma förhållanden har skapat den nuvarande situationen. Det är dock mycket troligt att utdikningar spelat en väsentlig roll för särskilt Nässjön och Björnsjön. Detta framgår bl.a. av de låga pH-värdena i Nässjön redan på 1940-talet och biologiska indikatorer som elritsans försvinnande från Björnsjöbäcken, långt innan man konstaterat en försurning av nederbörden. För Hurven är den rikliga, sura nederbörden i kombination med den dåliga jordmånen och det ringa nederbördsområdet de huvudsakliga försurande orsakerna.

## Bottenfauna

I Stråken, som Läen visade stora likheter med innan den försurades, var chironomidernas antal på 3-12 m djup i medeltal 500-800 djur/m<sup>2</sup> (Brundin 1949). Motsvarande värde har i de undersökta sjöarna tidvis varit högre (Bil. 6).

Det är möjligt att det stora antalet Chaoborus i de sura sjöarna var en effekt av försurningen. I Stråken (Brundin 1949) var dess abundans som högst 1.600 djur/m<sup>2</sup>, men medeltalet för 4-7 och 11-12 m djup var 80 resp. 500 djur/m<sup>2</sup>. I de försurade sjöarna var de högsta värdena 3.500-7.900 djur/m<sup>2</sup>.



I försurade sjöar (pH 4.4-5.4) som undersökts av Grahn et al. (1974) saknades mollusker och ephemeropterer. Trichoptera, Odonata, Hemiptera, Megaloptera var de mest abundanta grupperna. Gyrinidae och Corixa hade blivit vanligare. Tendensen har varit liknande i de undersökta smålands-sjöarna. Anmärkningsvärt har varit avsaknaden av Pisidium. Varken snäckor (Gastropoda), eller musslor (Lamellibrachiata) eller Gammarus har påträffats vid genomsökning av litoralzonen i Läen och Björnsjön. Det beror på att kalkfattiga, sura vatten är ogynnsamma för djurens skaluppbyggnad. I Björnsjöns litoralzon har funnits rikligt med Asellus och Odonata, som är mer toleranta mot surt vatten. Ephemerider, som saknats i de av Grahn et al. op.cit. undersökta sjöarna har påträffats i både Läen och Björnsjön.

Svärdson (1974) har visat på ett klart samband mellan lågt pH och avsaknad av kräftor. Från Björnsjön försvann kräftorna i början av 1950-talet. Det har dock inte tidigare funnits speciellt gott om kräftor (Claesson, muntl. medd.). På 50-talet gick Läens tidigare rika kräftbestånd starkt tillbaka. Det försvann emellertid inte helt, men numera sker inget kräftfiske. Kräftpest har aldrig kunnat konstateras. Man kan därför förmoda att försurningen haft starkt negativ verkan på kräftbestånden i de båda sjöarna. I Rottnen, som är en av sydsveriges kräftrikaste sjöar, kan därför en eventuell försurning väntas få mycket negativa effekter. Faran för detta är överhängande, då sjön har ett nederbördsområde liknande Läens med flera sura källsjöar.

## Fisk

### Fångststorlek och vertikal fördelning

Fisksamhällellenas sammansättning var likartad i de undersökta sjöarna. Abborren var dominerande såväl vikts- som antalsmässigt. En uppfattning, om i vilken av sjöarna fisktätheten var störst (Bil. 7, 15), fås genom att jämföra fångsten på bästa djup och medelfångsten på de djup där fisken förekommer. Utgående från detta var abborrtätheten störst i Björnsjön och minst i Hurven. Mörtbeståndet var tätast i Läen och Hurven och tydligt glesare i Björnsjön. Med ökande djup förändrades fiskbeståndets sammansättning. I det grundaste vattnet levde mörten och abborren. På större djup försvann först mörten och sedan abborren. På det största djupet förekom siklöjan (Bil. 7). De faktorer som främst styr denna fördelning är ljus och temperatur (Hamrin 1971). Mörten är inte så beroende av temperaturen utan styrs framför allt av ljuset. Den föredrar ett gott ljusklimat och håller därför till i det grundaste vattenskiktet. Abborrens vertikala fördelning styrs av ljus och temperatur. Den går ner något djupare än mörten, men inte ner i det kalla bottenvattnet utan föredrar det grunda uppvärmda vattnets nedre skikt. Siklöjans utbredning styrs framför allt av kravet på kallt vatten.

Den största abborrtätheten har legat grundare i Hurven än i de närbelägna sjöarna Fegen och Kalvsjön, som inte är försurade, och där fiske skett under samma tid (Lessmark 1975). Sjöarna har liknande siktdjup, näringsstandard, djup och skiktningförhållanden. Det är möjligt att mörtens utglesning i Hurven medfört att abborren uppsökt grundare vattenpartier.

Försurningen har medfört att mörtens reproduktion störts i samtliga de undersökta sjöarna och bestånden dominerades av stora individer. Reproduktionsstörningar har inträffat vid ett pH strax över 5.5. I de två suraste sjöarna var abborrbeståndet storvuxet, medan det i den minst försurade bestod av små individer. I alla sjöarna fanns abborre i alla storleksklasser och tätheten var relativt hög.

## Födoval

### Abborre

För abborrar mindre än 20 cm långa var Chironomidae och Chaoborus en viktig föda i alla sjöarna (Bil. 12, 13). Det var främst pupporna som togs, förmodligen då de lämnade botten och exponerade sig i det fria vattnet på väg upp till ytan för att kläckas. Chironomidae och Chaoborus var också de dominerande grupperna vid bottenfaunaundersökningen.

Större abborre övergick till större födodjur. En successiv övergång ägde rum från gruppen "plankton" via "Diptera" och "större insekter" till "abborre". Det är anmärkningsvärt att gruppen plankton hade så liten betydelse. I Bolmen (Häggström och Malmqvist 1971) utgjorde plankton den dominerande födan för fiskar i storleken upp till 15 cm längd.

I försurade västkustsjöar (Andersson 1972) förändrades abborrens födoval vid låga pH-värden. Fisk som normalt är den viktigaste födan för vuxna abborrar, ersattes vid sjunkande pH av mindre djur. Vid en måttlig pH-sänkning hade Asellus stor betydelse som föda och ersattes i de suraste vattnen av Corixa. Plankton utgjorde en större del av födan än i normala vatten. Fisk var betydelselös som föda då tillgången på småfisk var dålig.

De undersökta smålandssjöarna skilde sig från västkustsjöarna med motsvarande pH genom att plankton och Asellus var av mindre betydelse. Sjöarna var dock inte så sura som de västkustsjöar där Corixa var viktig. För abborrar större än 20 cm föreligger också skillnader genom att fisk var betydelselös som föda i västkustsjöarna, men var det mest betydelsefulla födoinslaget i smålandssjöarna. Det beror på den goda tillgången på mindre abborrar. Ur energisynpunkt föreligger under högsommaren stora skillnader mellan smålandssjöarna vad gäller den mindre abborren. För Läenabborren i storleken 10-20 cm var energiinnehållet mycket lägre än för abborrarna i de andra sjöarna. Detta berodde på den hårda konkurrensen mellan den stora mängden små fiskar.

### Mört

I Bolmen (Häggström och Malmqvist 1971) var plankton, speciellt Bosmina, den viktigaste födan för små mörtar. För större individer var insektslarver mera betydande. Ett liknande förhållande rådde i de undersökta sjöarna (Bil. 15). Mörten i Läen, speciellt den mindre, tog i stor utsträckning plankton. För större fiskar var större födoobjekt mera betydelsefulla. Mörten i Björnsjön var för stor för att så små djur som plankton skulle vara "ekonomisk" föda. Denna dominerades av insektslarver. I Hurven var stora plankton som Leptodora och insektslarver viktigast.



Mörtens föda skilde sig från abborrens genom att detritus och växtdelar ingick. För övrigt var det stora likheter mellan mörtens och den mindre abborrens födoval. Ett konkurrensförhållande råder mellan dem.

#### Längdfördelning och tillväxt

##### Mört

Mörtens storleksfördelning (Bil. 10) visade en onormal förskjutning mot stora individer. Detta kan sammankopplas med försämrad reproduktion och beståndsutglesning samt god tillväxt. I Halmsjön (Kempe 1962) blev tillväxten snabbare efter en misslyckad rotenonbehandling, där en del mört lyckades överleva. Liknande förhållande konstaterades i en sjö som dämtes upp, vilket medfört en ökning av det tillgängliga utrymmet.

Mörtens goda tillväxt i försurade västkustsjöar berodde också på en beståndsutglesning (Almer 1972). Detta är också orsaken till mörtbeståndens utseende i smålandssjöarna. Den förbättrade tillväxten i Läen fr.o.m. 1965 kan korreleras till en kritisk pH-sänkning under gränsen för normal reproduktion. Medelvärdet för april-maj 1965 var 5.55 mot att tidigare som lägst ha varit 5.7. Medelvärdet för perioden 1943-1952 var 6.01 och de enstaka värdena har varierat mellan 5.5 och 6.4. Motsvarande värden för 1965-1974 var 5.51 och 5.0-5.8. Utgående från dessa värden kan man dra slutsatsen att reproduktionsstörningar för mörten inträffat vid något högre värde än vad Almer (1972) anser kritiskt (5.5). Efter 1965 har en viss reproduktion skett, men varit mycket svagare än under normala förhållanden.

När reproduktionen börjat störas i Björnsjön är svårt att avgöra, men den har sannolikt störts vid samma surhetsgrad som i Läen, då sjöarna tillhör samma vattensystem och vattenkvaliteten är likartad. Det har skett innan 1960 av tillväxten att döma. Föryngringen har nu helt upphört, och har sannolikt inte ägt rum under den senaste 10-årsperioden. pH i april-maj 1974 hade ett medelvärde på 5.05. I Hurven tycks mörten ha slutat föröka sig 1965, men pH-värdet är då okänt. Under 1974 var medelvärdet för april-maj 5.39, klart under gränsen för reproduktion.

##### Abborre

En jämförelse av abborrens tillväxt i några olika sjöar (Bil. 16), visar att fisken i Björnsjön och Hurven haft en snabbare tillväxt, än vad som är fallet under normala förhållanden. Läenabborrens tillväxt däremot har varit långsam. Detta avspeglar sig i storleksfördelningen (Bil. 8). Tillväxten var under de två första åren lika i alla de undersökta sjöarna och blev först därefter bättre i Björnsjön och Hurven. Det är flera vattenkemiska och biologiska faktorer som predation från andra arter, egenpredation och konkurrens från andra arter som styr uppkomsten av olika typer av abborrbestånd.

Kjellberg (1971) har undersökt ett tusenbrödrabestånd av abborre och funnit en situation likartad den i Läen. Under de fyra första åren var tillväxten lika snabb som i sjöar med storvuxna bestånd (Bil. 16), men avtog sedan. Kjellberg anser att abborrens oförmåga att övergå till

fiskdiet och inte bristen på föda var orsaken till den dåliga tillväxten i den aktuella sjön.

Sumari (1971) har gjort en stor undersökning över abborren, dess tillväxt och förhållande till andra fiskarter, i 32 mindre finska sjöar. Abborrbeståndens storleksfördelning var mycket olika i de aktuella sjöarna. Författaren kunde inte korrelera detta till några bestämda faktorer som pH, Fe-halt eller förekomsten av andra arter. I de sjöar där mörten förekom var dess biomassa betydligt större än abborrens. Där mörten saknades var abborrens biomassa större än den var där det fanns både mört och abborre. Han fann också ett samband mellan förekomst av småabborre och god tillväxt för äldre individer och menar att förekomst av småfisk är nödvändig för att abborren ska ha en god tillväxt.

Flera författare har visat på samband mellan tillväxten och fiskbeståndens täthet.

Alm (1946) anser att bland de främsta orsakerna till småvuxna abborrbestånd är att den tillgängliga födan är otillräcklig.

I Lake Windermere (Le Cren 1958) igångsattes 1941 en intensiv utfiskning av ett småvuxet abborrbestånd, vilket medförde att detta blev starkt utglesat, med bättre tillväxt som resultat (Bil. 16). Den bentosätande abborren minskade i antal och biomassa och den fiskätande ökade. Den ökade mängden stora abborrar medförde att predationstrycket på det egna ynglet blev hårdare. Även efter att det intensiva fisket upphört behöll abborren sin goda tillväxt. Den fångade fiskens medelvikt ökade från 30 till 120 g.

I flera försurade västkustsjöar var abborrens tillväxt bättre än i normala sjöar (Almer 1972). pH-värdena hade blivit så låga att en normal abborrproduktion inte kunde ske och "utglesningseffekten" hade medfört att mer föda blev tillgänglig för övriga fiskar.

I de undersökta smålandssjöarna var sannolikt skillnader i individtätheten orsaken till abborrens olika tillväxt. Läen, som hade det individtätaste beståndet, hade också den långsammast växande fisken. Antalet fångade individer på bästa djup var under sommaren 139-296 st/anstr. Motsvarande värden för Björnsjön och Hurven var 81-122 resp. 38-59 (Bil. 17). Vid en jämförelse av födans kaloriinnehåll framgår det tydligt att mängden disponibel föda var låg i Läen jämfört med de andra sjöarna (Bil. 14). Energivärdet var under högsommaren mycket lägre i Läen än i de båda andra sjöarna. Sjöarnas trofinivå är lika och bottenfaunans abundans skilde sig inte så mycket, att detta kunde vara orsaken till differenserna. Det täta beståndet i Läen kunde endast inta små mängder föda per individ p.g.a. inbördes konkurrens. Fisken levde på en energitillgång där en stor del användes för metabolism och en mindre del blev över för tillväxt. I Björnsjön och Hurven kunde varje fisk uppta en större mängd föda och därigenom ha mera kvar för tillväxt. Basmetabolismen torde ha varit ganska lika i de tre sjöarna. De få fiskar i Läen, som kunnat bli så stora att de lyckats övergå till fiskdiet, hade bättre tillväxt.



Dynamiken bakom och orsaken till uppkomsten av de olika abborrbestånden i de undersökta sjöarna kan förklaras med olika teorier.

### Teori I

Abborrens förbättrade tillväxt i Björnsjön och Hurven kan bero på att det låga pH-värdet medfört att en stor del av rommen inte kläckts, utan att årsklasserna utglesats på ett tidigt stadium. Den kläckta rommängden har dock varit tillräcklig för att bibehålla beståndet. Många små abborrar har fångats. Det pH som är skadligt för abborrens reproduktion är enligt EIFAC 4.0-4.5, och enligt Almer (1972) överensstämmer detta värde väl med hans undersökningar. Inom intervallet 4.5-5.0 förekom dock tendenser till reproduktionsstörningar. Det pH-värde vid vilket abborrens reproduktion påverkats negativt kan då i Hurven och Björnsjön ha legat vid pH 4.9-5.3. Dessa värden har uppmätts under våren 1974 och är osäkra p.g.a. det ringa antalet observationer och att pH kan ha varit annorlunda tidigare år. I Läen har inte någon tendens till försämrad rekrytering kunnat påvisas. Beståndet var mycket individrikt. pH under vårarna 1970-1974 har varit 5.3-5.8, vilket inte haft någon negativ verkan på reproduktionen.

### Teori II

Det fanns dock rikligt med mindre abborrar i Hurven och Björnsjön och den äldre abborren levde huvudsakligen på dem. Detta talar mot den tidigare teorin att beståndsutglesningen skulle orsakas av försämrad reproduktion. pH var också högre än vad Almer (1972) anser kritiskt. Förklaringen till de uppkomna bestånden kan då i stället vara följande:

När normala bestånd av abborre och mört lever i en sjö råder det ett starkt konkurrensförhållande mellan dem (Sumari 1971). Småmörten lever till stor del av plankton, vilket också abborren gör under det första och andra levnadsåret. Mörten prederar dessutom på abborrens rom och yngel, då det är nykläckt. Större mört lever till stor del av samma föda som den mellanstora abborren, innan denna övergår till fiskdiet (Häggeström och Malmqvist 1971). Abborren prederar å andra sidan, då den övergått till fiskdiet, på mörten. De båda fiskarterna reglerar på så sätt varandra. Sjöns morfometri m.fl. andra faktorer avgör vilken art som tar överhanden. Då mörten börjar försvinna p.g.a. ett lågt pH, minskar konkurrenstrycket på abborren. Inte bara genom att predationen på rom och yngel minskar utan också genom att den tillgängliga födan blir utnyttjad av endast abborren. Det sker då en massutveckling av abborre såsom fallet varit i Läen. Den stora mängden småabborre, som lever på byten i "Chironomidpuppstorlek", utövar då en hård predation på det egna nykläckta ynglet. Sådana fall är beskrivna från många sjöar (Alm 1946, Sumari 1971). Det normala har då varit att inga nya årsklasser har kunnat uppstå utan sjön har dominerats av en eller ett fåtal årsklasser. Dessa sjöar har emellertid mestadels varit små och inget yngel har lyckats överleva. I de undersökta smålandssjöarna, som är ganska stora, har under den fas, när predationen på det späda ynglet varit hård, en del fiskar lyckats överleva. Dessa har då från början varit starkt utglesade jämfört med årsklasserna före dem. Detta bör ha resulterat i en bättre tillväxt. Då dessa fiskar levt på byten i samma storleksklass, som de något större, bör detta ha favoriserat de mindre, då de kunnat göra ett större nettotillskott i energi per gram kroppsvikt per fångst-ansträngning än större individer. Under en period förekommer då i sjön starkt utglesade årsklasser av yngre fiskar och ett tätt bestånd av något äldre individer. Då de äldre börjar dö bort får de yngre en bättre tillgång på föda. Det är inte tillräckligt många för att äta upp allt



sitt eget yngel på ett tidigt stadium. De har då en jämnare tillgång på yngel som föda under hela tillväxtperioden. En jämnare gallring av bestånden under en längre tid sker då än tidigare. De äldre abborrarna prederar de mindre så hårt att någon ny massutveckling likt den i initialstadiet inte sker. Ett självreglerande abborrbestånd med god tillväxt uppkommer då. Le Cren (1958) har tidigare beskrivit ett sådant fall.

Mycket talar för riktigheten av den skisserade teorin. Läen, som försurats senare och i mindre grad än Björnsjön (samma vattensystem) och Hurven, hade ett småvuxet bestånd. Det är möjligt att bestånden tidigare varit likadant i Björnsjön och Hurven men att detta stadium nu passerats. Den rika tillgången på grov abborre i Björnsjön och Hurven utövar troligen en hård predation på de mindre fiskarna, som är väl representerade. Det är också ganska otänkbart att Björnsjöns och Hurvens abborre skulle ha så god tillväxt om den inte hade god tillgång på mindre fiskar som föda. Då bestånden är relativt täta skulle inga abborrar kunna bli så stora om de tvingades leva på små födodjur.

Om den skisserade teorin är relevant, kommer abborrbeståndet i Läen att bli mera storvuxet, under förutsättning att pH stabiliseras på nuvarande nivå eller endast går ner måttligt. Vid en pH-ökning och expansion för mörten kan annat inträffa.

### Teori III

Enligt den tredje teorin skulle Björnsjön och Hurven under 1960-talet varit något surare än nu. Om reproduktionen för abborren då varit dålig något år, skulle utglesade årsklasser med bättre tillväxt vuxit så bra, att de kunnat predera senare rikligare årsklasser hårt, vilket givit upphov till den i teori II skisserade självregleringen.

En klar artsuccession till abborrens fördel kan ses i de aktuella sjöarna. I Läen förekom förr gott om mört. Den har nyligen gått starkt tillbaka och det har skett en massutveckling av mindre abborrar, som nu ensamma kan utnyttja den nisch de tidigare delat med mörten. I Björnsjön var förr mörten den dominerande fisken. Tidvis förekom det ett intensivt fiske av den (Claesson, muntl. medd.). Vid denna tid var abborren sparsamt förekommande. Mörten var abborren överlägsen i konkurrensen mellan arterna, troligen beroende på det ringa djupet. Nu är förhållandet det omvända. Mörtbeståndet är sedan länge svagt och abborren dominerar sjöns fiskfauna. Abborren reproducerar sig och fiskar av alla yngre årsklasser förekommer. Beståndet är storvuxet och för de större individerna är små abborrar den huvudsakliga födan.

Fiskbestånden är mycket instabila under nuvarande förhållanden och snabba förändringar kan inträffa. I Hurven och Björnsjön kan en ytterligare pH-sänkning medföra att reproduktionen helt misslyckas och att bestånden slås ut. I Läen befinner sig abborrbeståndet i en utvecklingsfas och förändringar kan väntas. En viss reproduktion av mört sker och en mindre ökning av pH-värdet kan medföra att mörten ökar i antal. Om surhetsgraden däremot ökar kommer mörten att helt försvinna.



Det kan därför vara av stort intresse att göra en fortsatt uppföljning av fiskfaunans utveckling i de undersökta sjöarna. Man kan här, i likartade sjöar i samma vattensystem, se en gradient av försurningseffekter. Mycket skulle kunna framkomma för att ytterligare klargöra abborrens och mörtens ömsesidiga påverkan av varandra och konkurrensen mellan dessa arter.

#### LITTERATUR

- Aasa, R. 1970. Plankton i Lilla Ullevifjärden. Limnol.Inst., Uppsala. (Stencil.) 61 p.
- Agnedal, P.O. 1968. Studier av abborre och fiskets avkastning i Erken. Limnol.Inst., Uppsala (Stencil.) 120 p.
- Alm, G. 1946. Reasons for the occurrence of stunted fishpopulations. Medd.Unders.försöksanst.sötvattensfisk. 25. 146 p.
- Almer, B. 1972. Försurningens inverkan på fiskbestånd i västkustsjöar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (12). 47 p.
- Andersson, B. 1972. Abborrens näringsval i försurade västkustsjöar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (17). 21 p.
- Andersson, G., R. Bengtsson och W. Ripl. 1973. Försurning av sjöar och vattendrag i Kronobergs län. Lund. (Stencil.) 51 p.
- Beamish, R.J. och H.H. Harvey. 1972. Acidification of the La Cloche Mountain Lakes, Ontario, and resulting fishmortalities. J.Fish.Res. Bd.Canada 29(8):1131-1143.
- Brundin, L. 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der Südschwedischen Urgebirgseen. Rep.Inst.Freshw.Res.Drottningholm 30. 914 p.
- Cummins, K.W. och J.C. Wuycheck. 1971. Caloric Equivalents for Investigations in Ecological Energetics. Mitt.int.Ver.Limnol. 18. 158 p.
- Dickson, W. 1973. Försurningens inverkan på västkustsjöar. Kemi. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4):61-81.
- EIFAC:s arbetsgrupp. 1969. Kriterium på vattenkvalitet för europeiska insjöfiskar. Om extrema pH-värden och sötvattensfisket. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 29 p.
- Ekström, C. 1973. Försurningens inverkan på västkustsjöar. Zooplankton. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4):19-41.
- Grahn, O., H. Hultberg och L. Landner. 1974. Oligotrofication a self-accelerating process in lakes subjected to excess supply of acid substances. Ambio 3:93-94.
- Hamrin, S. 1971. Fiskpopulationens vertikala fördelning och relativa sammansättning i södra, västra och norra Bolmen 1969-1970. Limnol. Inst., Lund. (Stencil.) 35 p.
- Harvey, H.H. 1975. Fishpopulations in a large group of acid-stressed lakes. Verh.int.ver.Limnol. 19 Part 3:2406-2417.

- Henriksen, A. 1972. Regresjonsanalys av pH og hårdhetsobservasjoner i Sørlandselver. *Vann* (1): 68-76.
- Hultberg, H. och J. Stensson. 1970. Försurningens effekter på fiskfaunan i två bohuslänska småsjöar. *Fauna och flora* 65 (1):11-20.
- Häggström, Å. och B. Malmqvist. 1971. Fiskfaunans näringsval i Bolmen 1970. *Limnol.Inst., Lund. (Stencil.)* 31 p.
- Hörnström, E. 1973. Försurningens inverkan på västkustsjöar. *Fytoplankton. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (4):8-18.
- Jensen, K.W. 1972. Laks, ørret og pH i Sørlandsvassdrag. *Vann* (1): 94-99.
- Kempe, O. 1962. The growth of the roach (*Leuciscus rutilus* L.) in some Swedish lakes. *Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm* 44:42-101.
- Kjellberg, G. 1971. Ett tusenbrödrabestånd (*Perca fluviatilis*) näringsökologi i en mindre skogssjö. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (4). 105 p.
- Kronobergs läns hushållningssällskaps årsbok 1864-1913.
- Le Cren, E.D. 1947. The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. *J.Animal Ecol.* 16:188-204.
- 1958. Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. *J.Animal Ecol.* 27:287-334.
- Lessmark, O. 1975. Fiskfaunan. p. 161-173. Ur Lundqvist, I. m.fl. Fegen, Kalvsjön. *Limnologisk undersökning. Limnol.Inst., Lund. (Offset.)*
- Lloyd, R. och D.H.M. Jordan. 1964. Some factors affecting the resistance of rainbow trout (*Salmo gairdnerii*, Richardson) to acid waters. *Int.J.Air.Water Pollution* 8:393-403.
- Malmer, N. 1973. Om effekterna på vatten, mark och vegetation av ökad svaveltillförsel från atmosfären. *Statens naturvårdsverk PM 402. Solna.* 128 p.
- Odén, S. 1968. Nederbördens och luftens försurning - dess orsaker, förlopp och verkan i olika miljöer. *Statens Naturvetenskapliga Forskningsråd. Ekologikommittén. Stockholm. (Stencil.)* 88 p.
- och T. Ahl. 1972. The longterm changes in the pH of lakes and rivers in Sweden. Ur Supporting studies to: Air pollution across national boundaries. The impact on the environment of sulphur in air and precipitation. Royal Ministry for Foreign Affairs, Royal Ministry of Agriculture. *Stockholm. (Stencil.)* 13 p.
- Snekvik, E. 1972. Försurning av vassdrag i våre sydligaste landsdelar. *Vann* (1):59-67.
- Sumari, O. 1971. Structure of the perch populations in some pounds in Finland. *Ann.Zool.Fennici* 8(3):406-421.
- Svärdson, G. 1974. Kräfter och ål. p. 3-6. Ur Översikt av laboratoriets verksamhet med plan för år 1974. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (1).
- Thunmark, S. 1937. Über die regionale Limnologie von Südschweden. *Sveriges Geol.Unders. Ser.C.* 410. 31(6):1-160.
- 1948. Sjöar och myrar i Lenhovda socken. p. 665-710. Ur Lenhovda. *En värendssocken berättar. Moheda.*



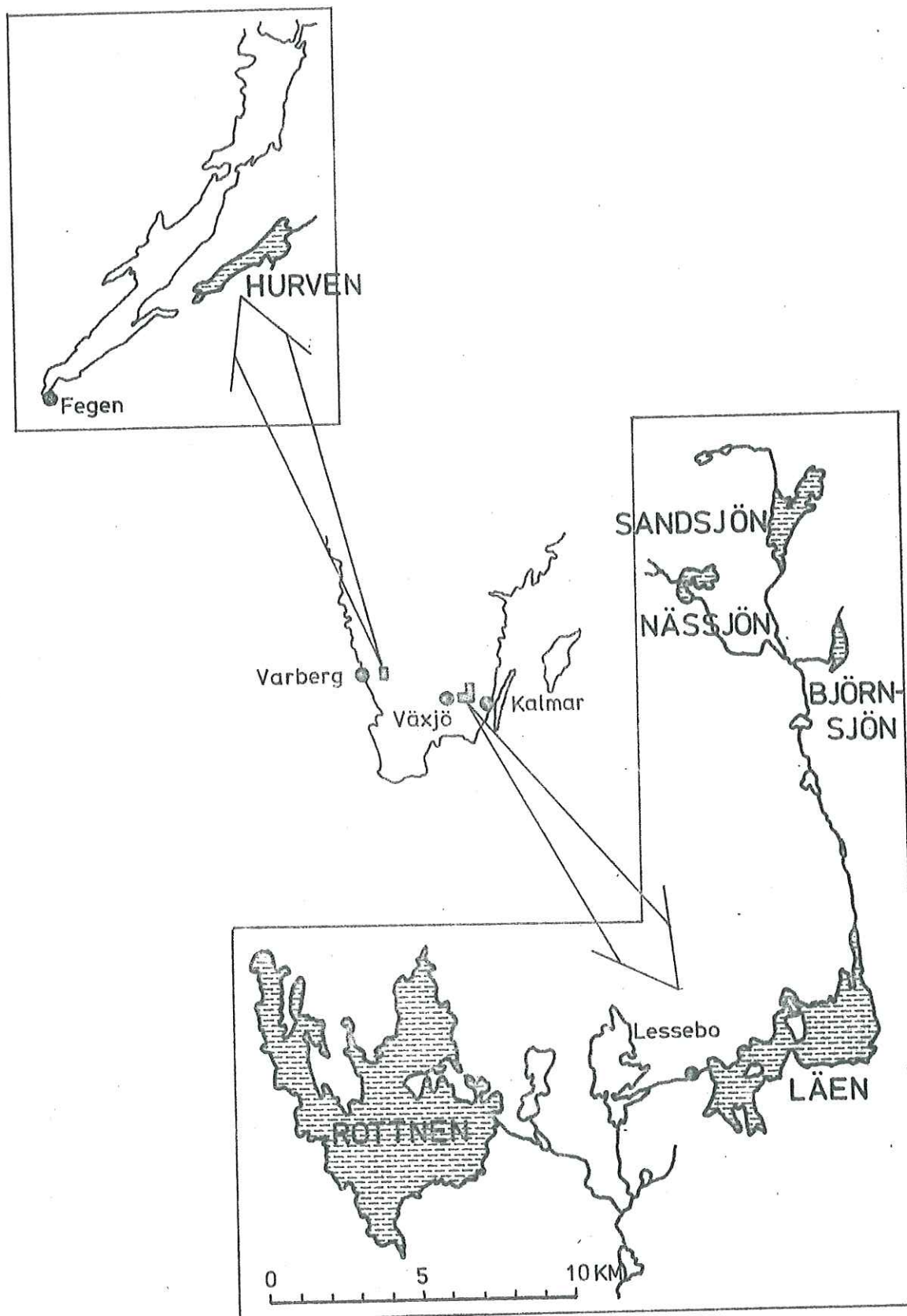
SUMMARY: THE EFFECT OF ACIDIFICATION ON THE FISH FAUNA OF SOME LAKES  
IN THE PROVINCE OF SMÅLAND

The investigation concerns the acidification and its effects upon the fish and invertebrate fauna in three lakes in southern Sweden. The lowest pH-values have been recorded in the spring and autumn and the highest in the summer. From one of the lakes monthly pH-values exist for the past 35 years. These data indicate a pH lowering by about 0.6 units. The greatest decrease occurred in the beginning of the 1960's. The smallest lakes have been most effected by the acidification and they also have the strongest seasonal fluctuations.

The bottomfauna of these lakes was dominated by Chironomidae and Chaoborus. Molluscs and Gammarus species were not present. Perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Leuciscus rutilus*) were the dominating fish species. In the two most acidic lakes (present pH 4.9-5.3 in spring) the roach populations have been decreasing so that only large individuals remain. The perch were fastgrowing and even small individuals were found. In the least acidic lake (pH 5.3-5.8 in spring 1970-74) the roach population was also strongly affected by acidification and only large individuals dominated; but some reproduction was observed. An accelerated growth-rate of roach could be correlated to a pH-lowering to 5.5. A probable reason for this was the greater availability of food since reproduction had been limited, at this pH, and fewer individuals were present. Due to the disappearance of roach, competition between roach and perch also decreased, allowing for overcrowding of small, slowly growing perch. In one of the most acidic lakes roach had been dominating and perch rare, prior to acidification. A succession between the species has occurred and today the roach is rare and the perch population is dense and productive. In the same lake burbot (*Lota lota*) and minnow (*Phoxinus phoxinus*) have disappeared.

The food of small perch and small roach was dominated by zooplankton, small insect larvae and pupae. The dominating food for larger perch and roach was Chaoborus and Chironomidae. The largest perch were mainly feeding upon small perch.

Bil. 1. Karta över de undersökta sjöarna.





| Sjönamn   | Yta, (km <sup>2</sup> ) över havet, m | Höjd över havet, m | Max djup system | Vatten-<br>djup system | pH      | Spec. lednf. µS <sub>20</sub> | Vattenfärg  |          | Siktdjup m | Tot-P µg/l | Tot-N mg/l |           |
|-----------|---------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|---------|-------------------------------|-------------|----------|------------|------------|------------|-----------|
|           |                                       |                    |                 |                        |         |                               | nuvar. tid. | tidigare |            |            |            |           |
| Sandsjön  | 2,4                                   | 230                | 4               | Ronneby-5,5-6,0<br>ån  | 6,7     | 50-57                         | 32,8        | 20-55    | 17         | -          | 2,5        | -         |
| Nässjön   | 0,7                                   | 234                | 1               | "                      | 5,4-5,7 | 5,8                           | 41-48       | 80-180   | 150        | -          | 1,0        | -         |
| Rottnen   | 32,7                                  | 149                | ca.20           | "                      | 6,1-6,5 | 6,8                           | 55-70       | 15-30    | 8          | -          | 5,44       | -         |
|           |                                       |                    |                 |                        | 5,9-6,6 |                               |             |          | 20-45      |            |            |           |
| Läen      | 10,6                                  | 167                | 12              | "                      | 5,5-6,0 | 6,8                           | 46-58       | 20-50    | 18         | 3,6-5,1    | 3,21       | 0,35      |
|           |                                       |                    |                 |                        | 5,9-6,6 |                               |             |          |            |            |            |           |
| Björnsjön | 0,7                                   | 221                | 4               | "                      | 5,3-5,8 | -                             | 48-58       | 40-85    | -          | >4,1       | -          | 13        |
| Hurven    | 1,7                                   | 133                | 22              | Nissan                 | 5,4-5,7 | -                             | 58-61       | 5-25     | -          | 4,0-6,0    | -          | 6-15      |
|           |                                       |                    |                 |                        |         |                               |             |          |            |            |            | 0,22-0,36 |

Alla värden utom för närsalter gäller för juli-augusti.

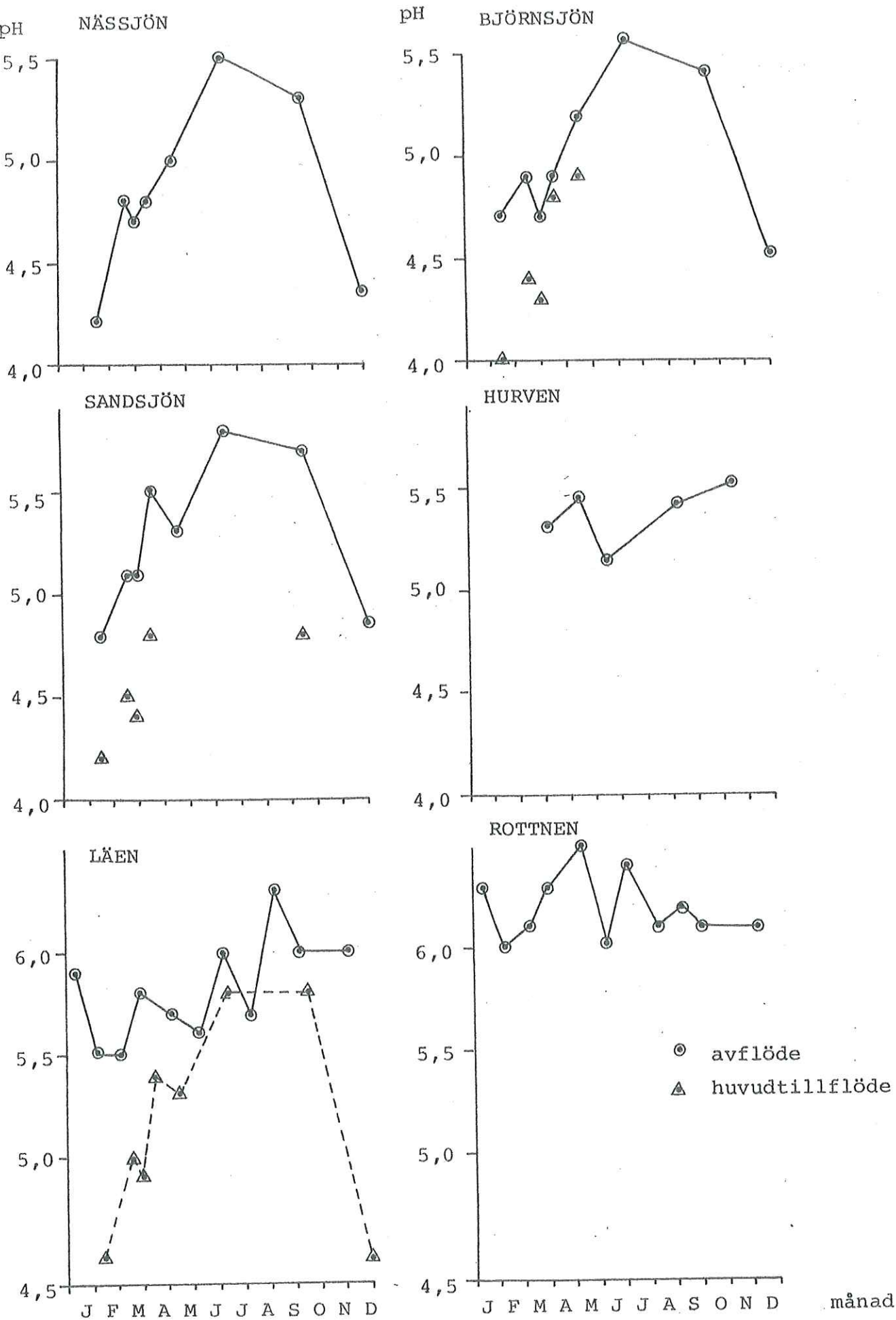
Med nuvarande värden avses värden från 1971-74.

Tidigare värden .... 1935 (Thunmark 1937)

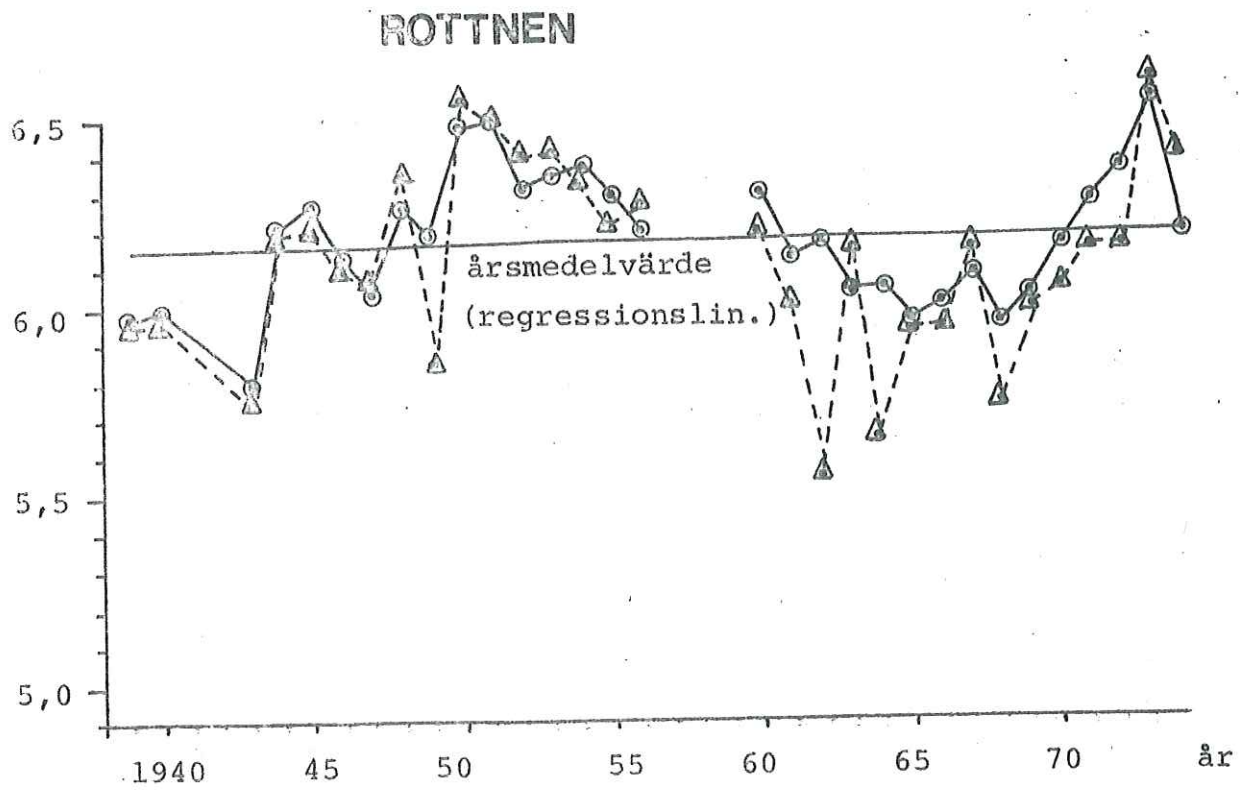
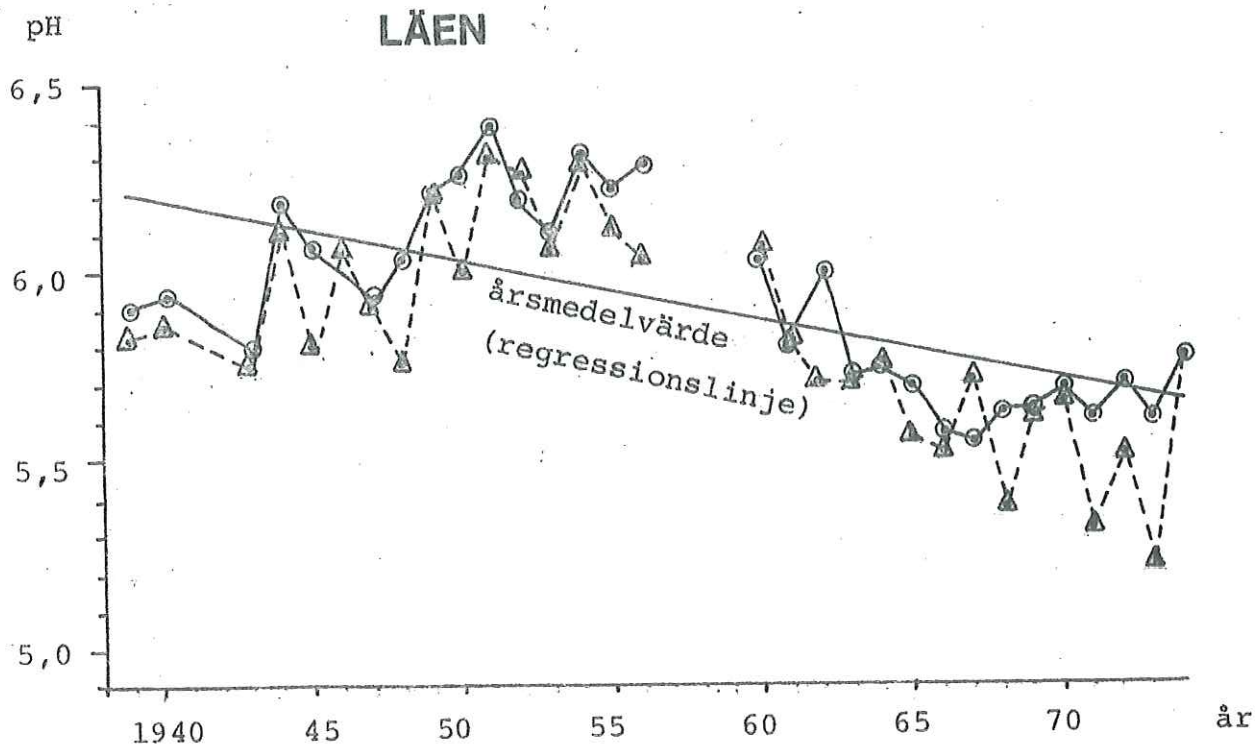
----- 1944 (Thunmark 1948)

\_\_\_\_\_ 1943-52 analysprotokoll från Klippans  
miljövårdslaboratorium i Lessebo.

Bil. 3. pH under 1974 i Nässjön, Björnsjön, Sandsjön, Hurven, Län och Rottnen.

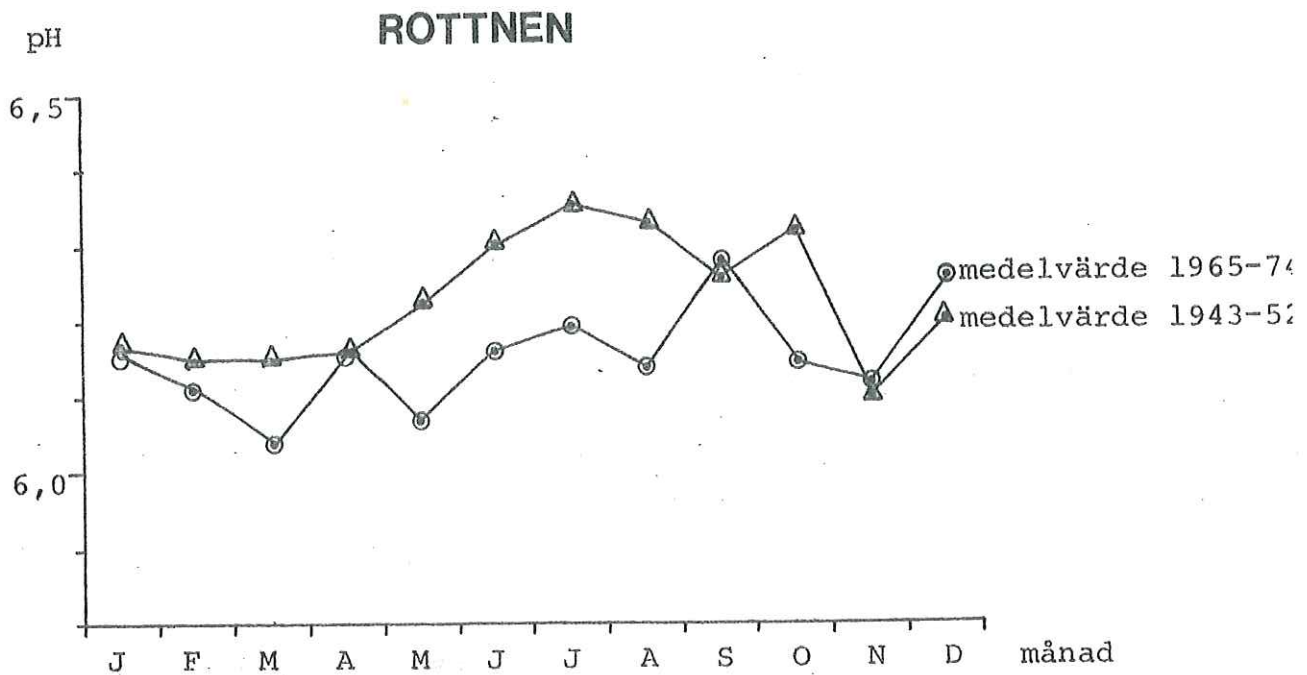
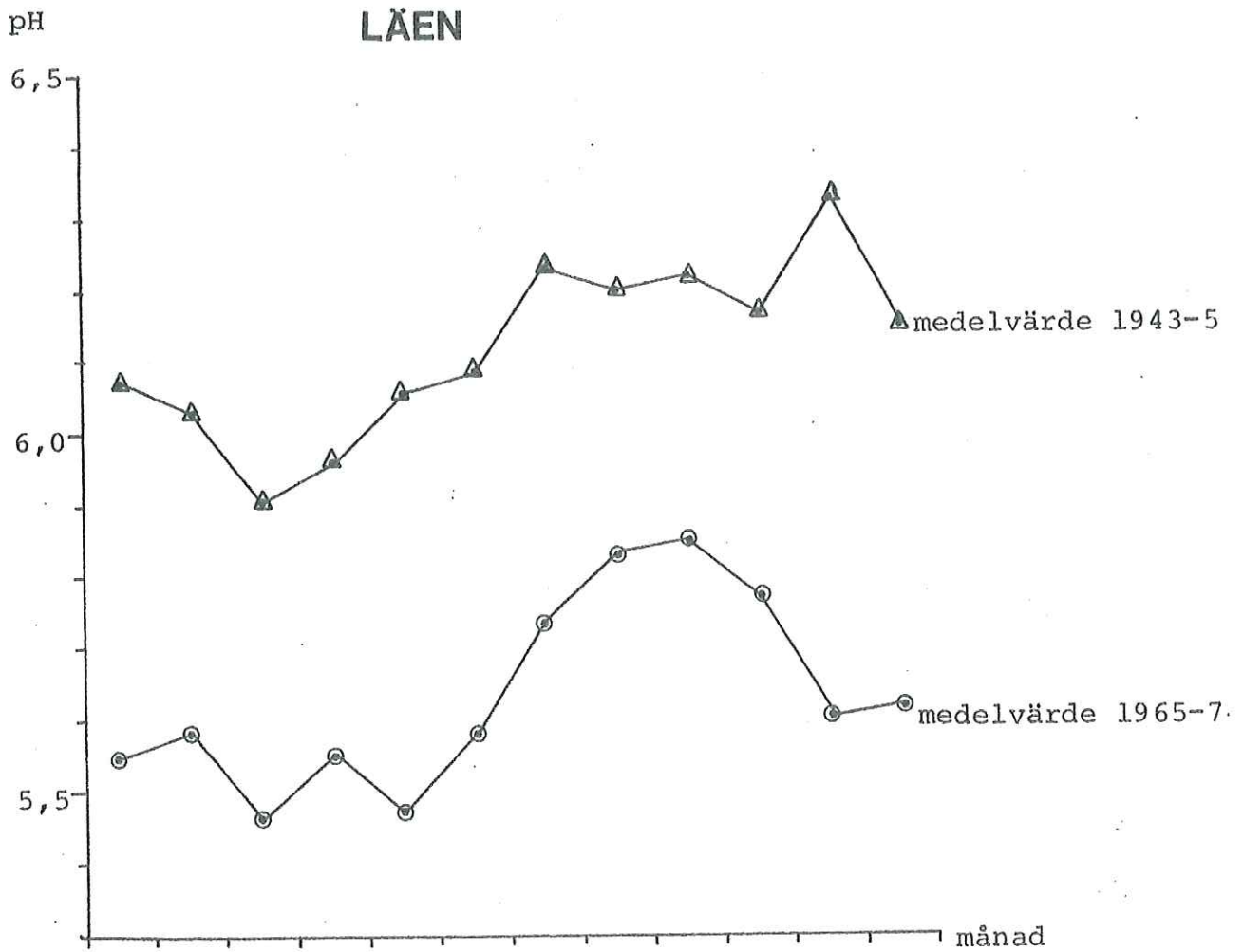







—○— årsmedelvärde  
-▲- medelvärde april-

Bil. 5. Årstidsfluktuationer av pH i Läen och Rottnen under perioderna 1943-1952 och 1965-1974.



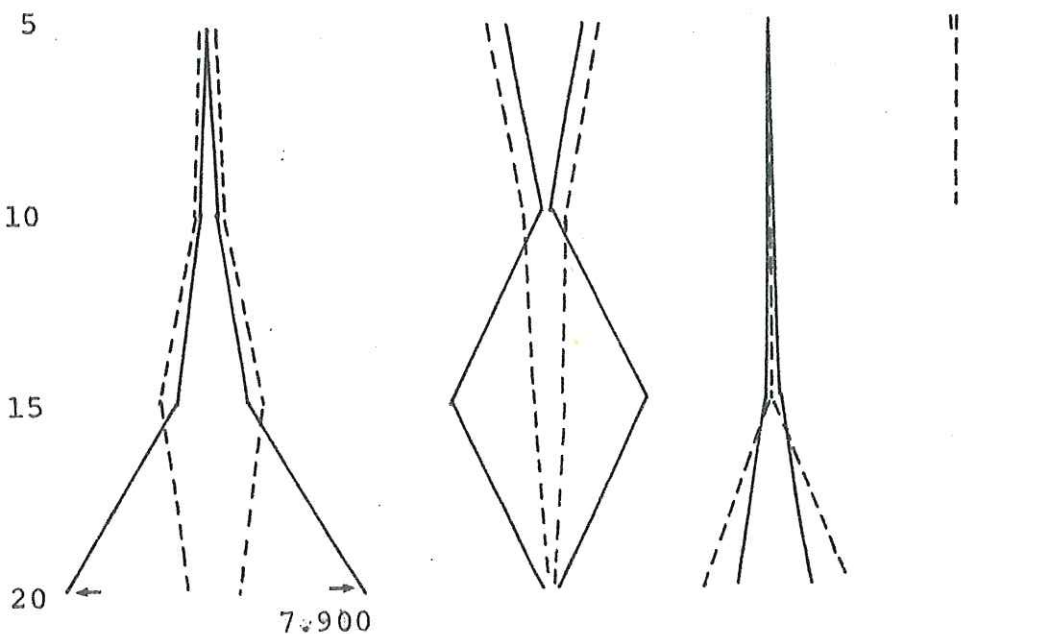


1000 ind/m<sup>2</sup>  


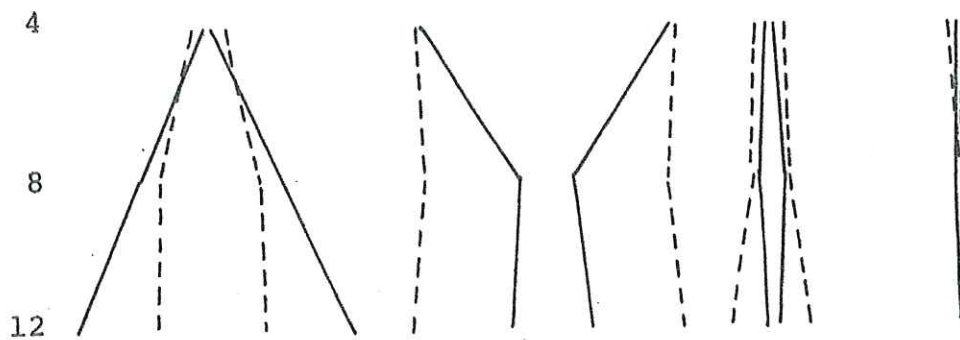
----- Höstvärden  
 \_\_\_\_\_ Vårvärden

Djup (m)      Chaoborus      Chironomidae      Oligochaeter      Övriga

HURVEN



Ö. LÄEN



S. BJÖRNSJÖN



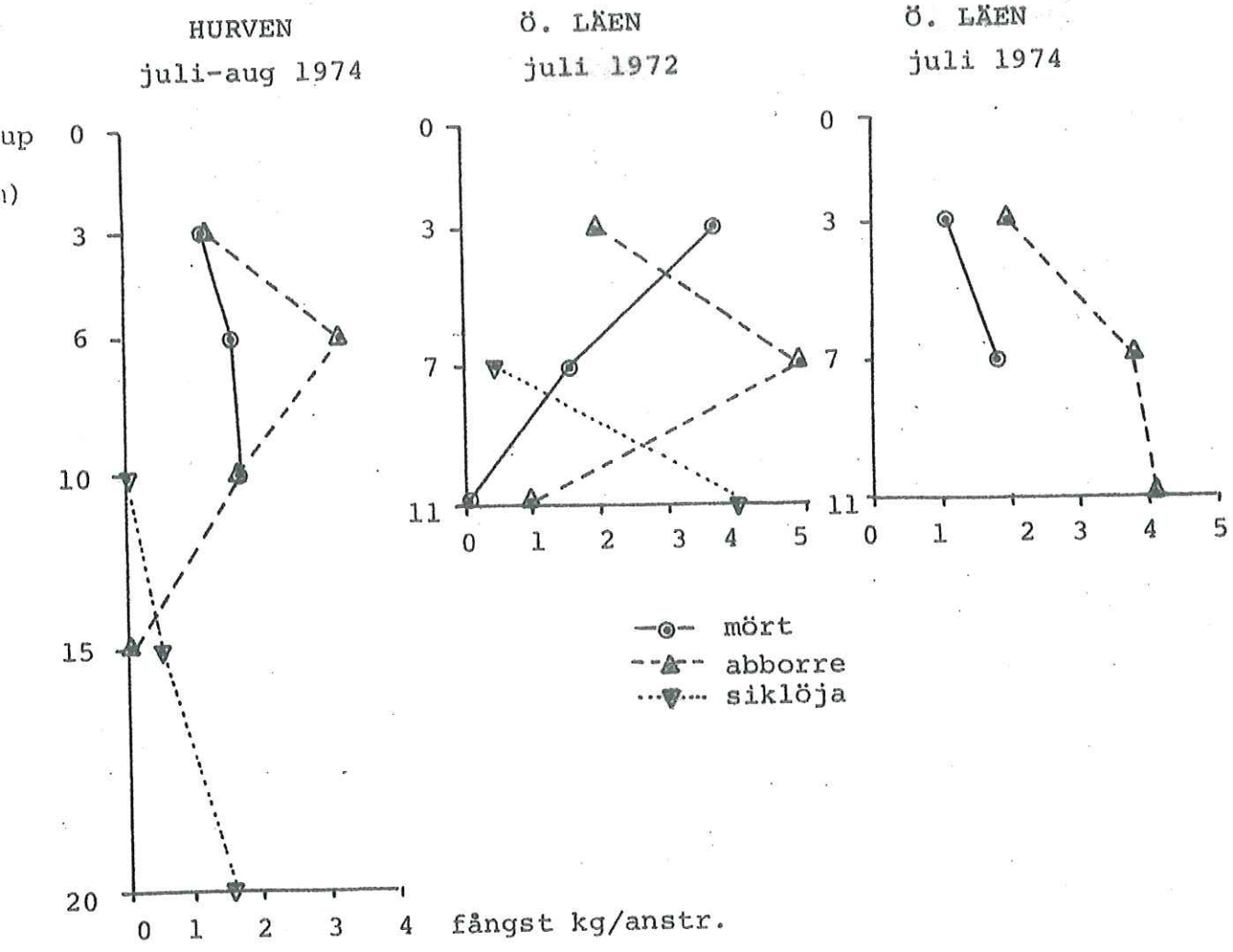
N. BJÖRNSJÖN



V. LÄEN

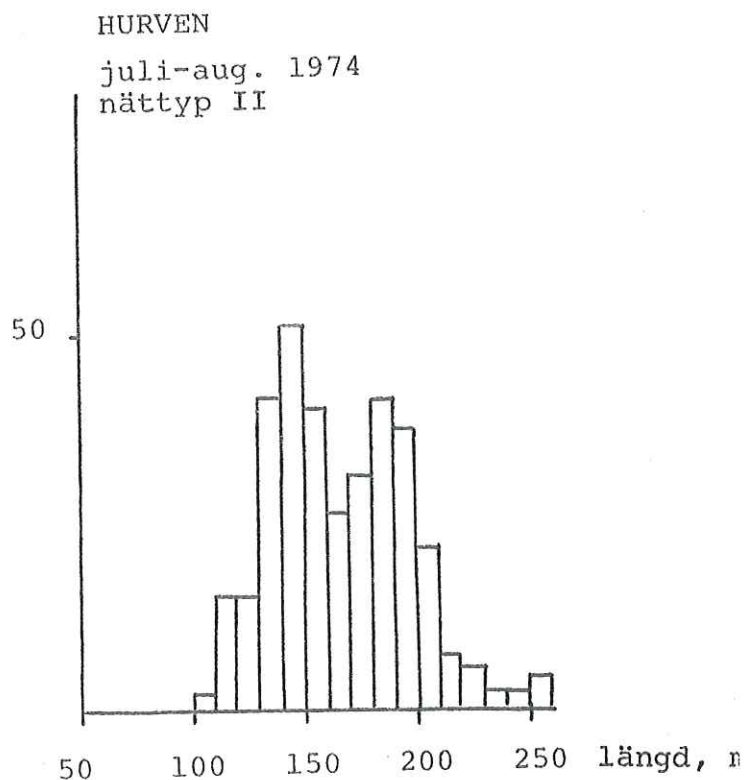
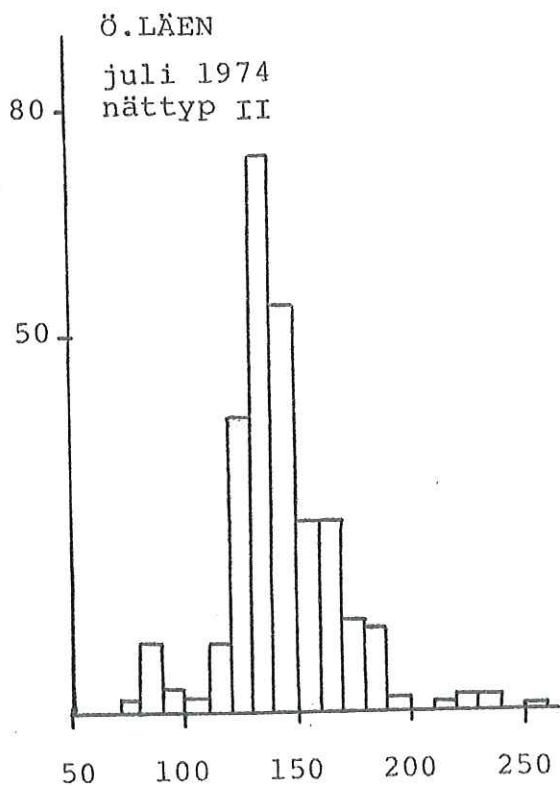
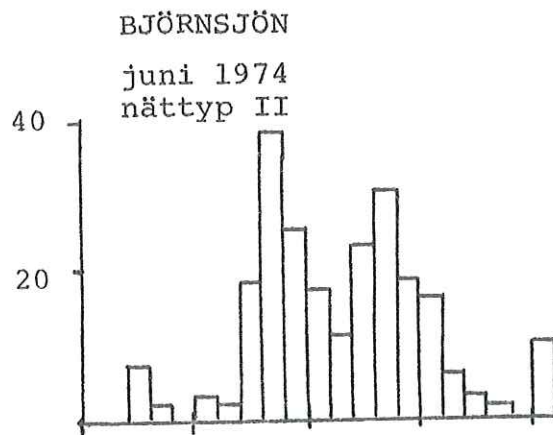
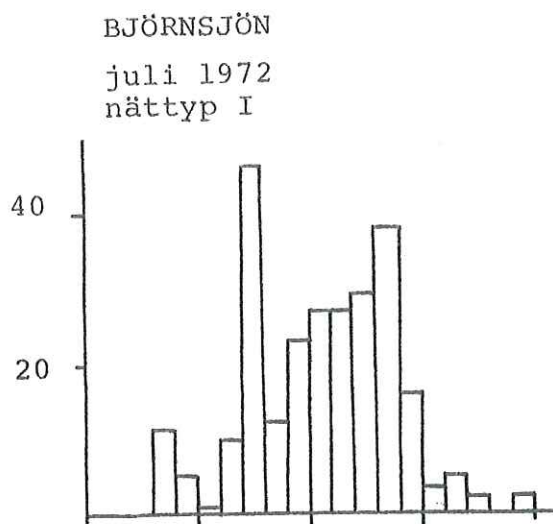
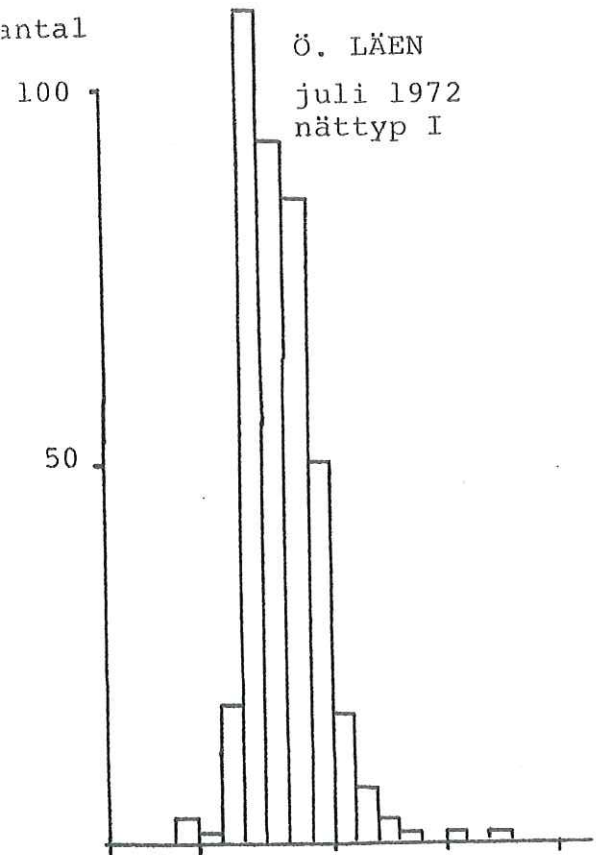


Bil. 7. Fångststorlek på de olika lokalerna.

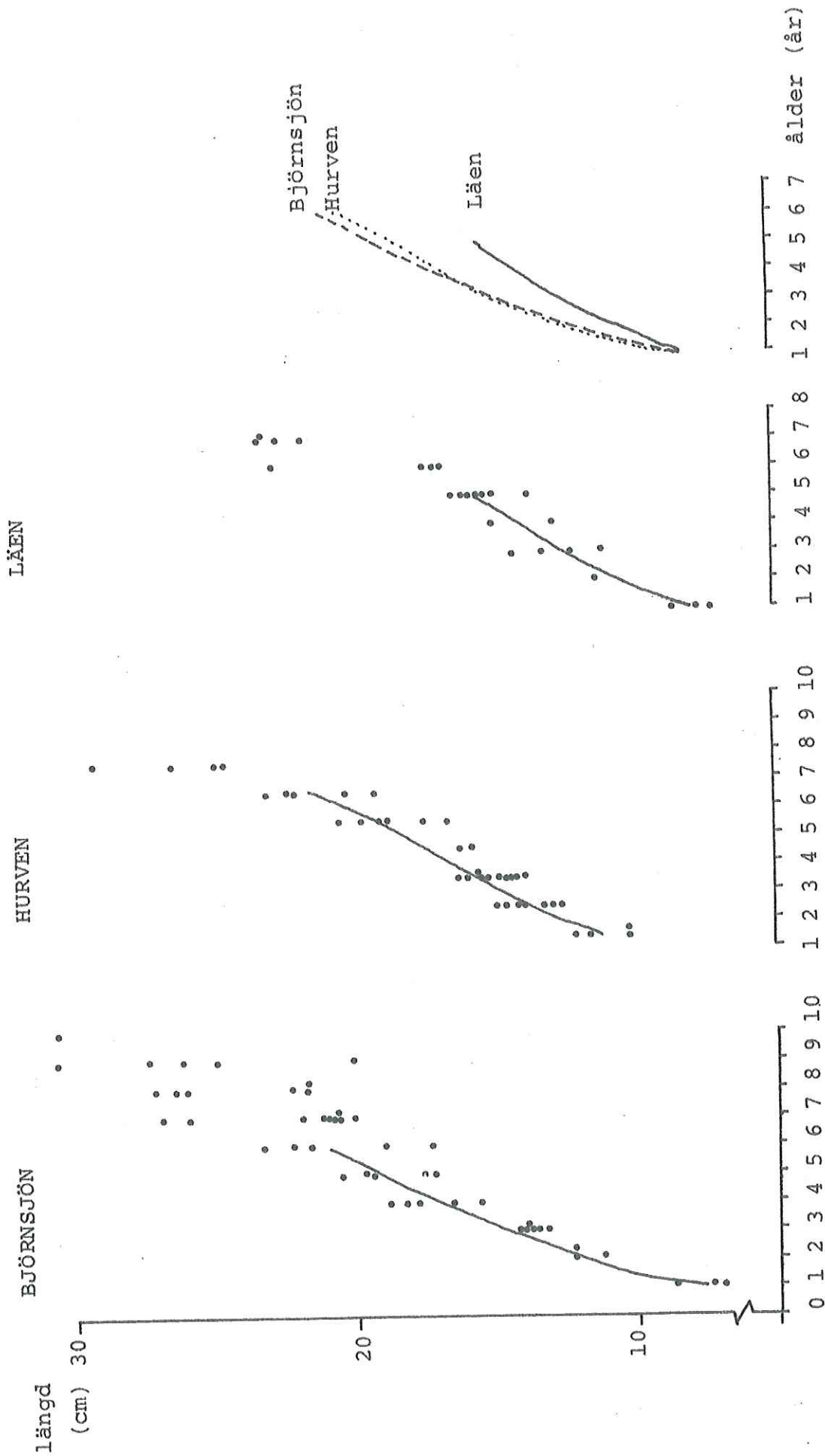


|         | BJÖRNSJÖN |           |           | V. LÄEN   |          | Ö. LÄEN   |          | g/anstr. |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
|         | djup (m)  | juli 1972 | juni 1974 | juli 1974 | djup (m) | juni 1972 | djup (m) |          |
| MÖRT    | 2         | -         | 270       | -         | 3        | 305       | 3        | 1870     |
|         | 3         | -         | 3735      | -         | 5        | 800       | 5        | 475      |
|         | 4         | 550       | 4255      | 0         | 7        | 410       | 8        | 84       |
|         |           |           |           |           |          |           | 11       | 0        |
| ABBORRE | 2         | 5395      | 4640      | -         | 3        | 2860      | 3        | 760      |
|         | 3         | -         | 3720      | -         | 5        | 3600      | 5        | 1220     |
|         | 4         | 5970      | 4655      | 7950      | 7        | 7660      | 8        | 260      |
|         |           |           |           |           |          |           | 11       | 50       |
| SIKLÖJA |           |           |           |           | 3        | 0         | 3        | 0        |
|         |           |           |           |           | 5        | 260       | 5        | 0        |
|         |           |           |           |           | 7        | 60        | 8        | 80       |
|         |           |           |           |           |          |           | 11       | 175      |
| SIK     |           |           |           |           | 3        | 110       | 3        | 0        |
|         |           |           |           |           | 5        | 390       | 5        | 0        |
|         |           |           |           |           | 7        | 285       | 8        | 685      |
|         |           |           |           |           |          |           | 11       | 660      |





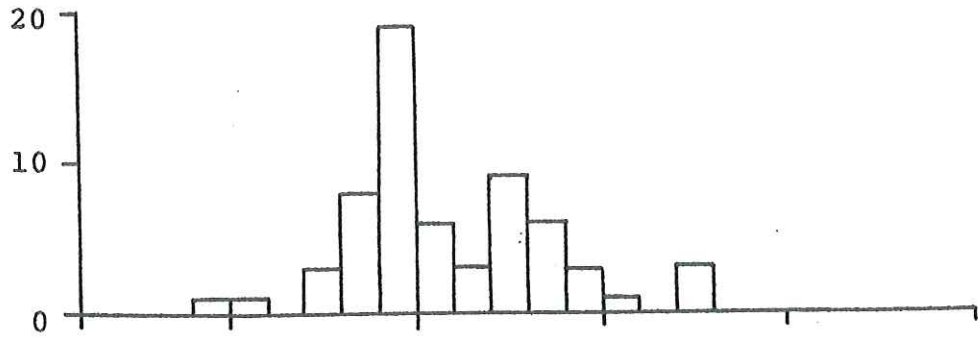
Bil. 9. Abborrens tillväxt i Björnsjön, Hurven och Läen.



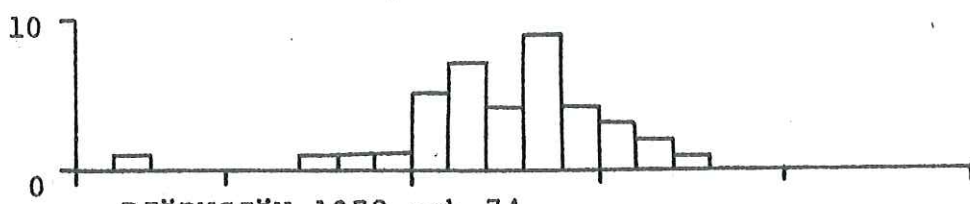


LÄEN 1972

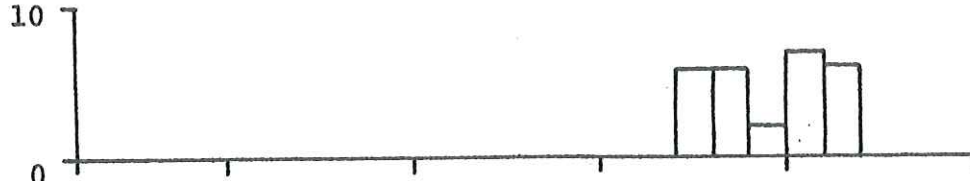
antal



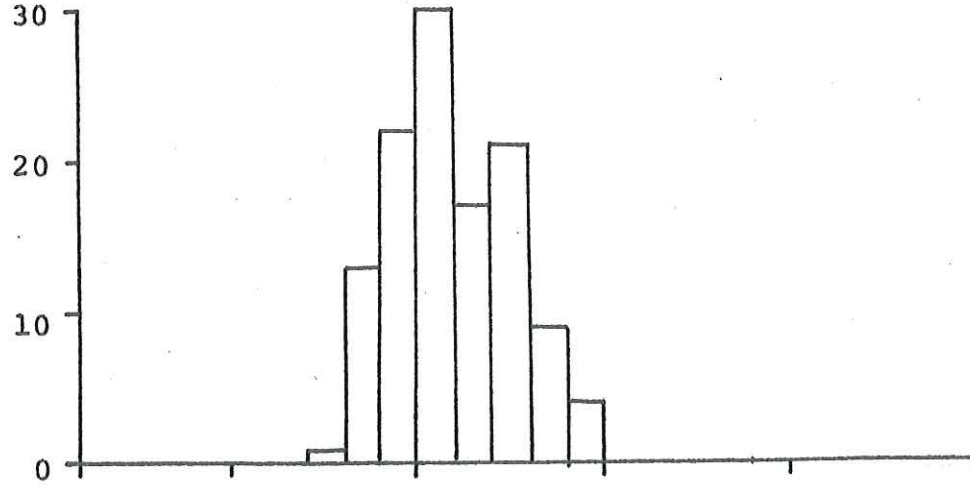
LÄEN 1974



BJÖRNSJÖN 1972 och 74

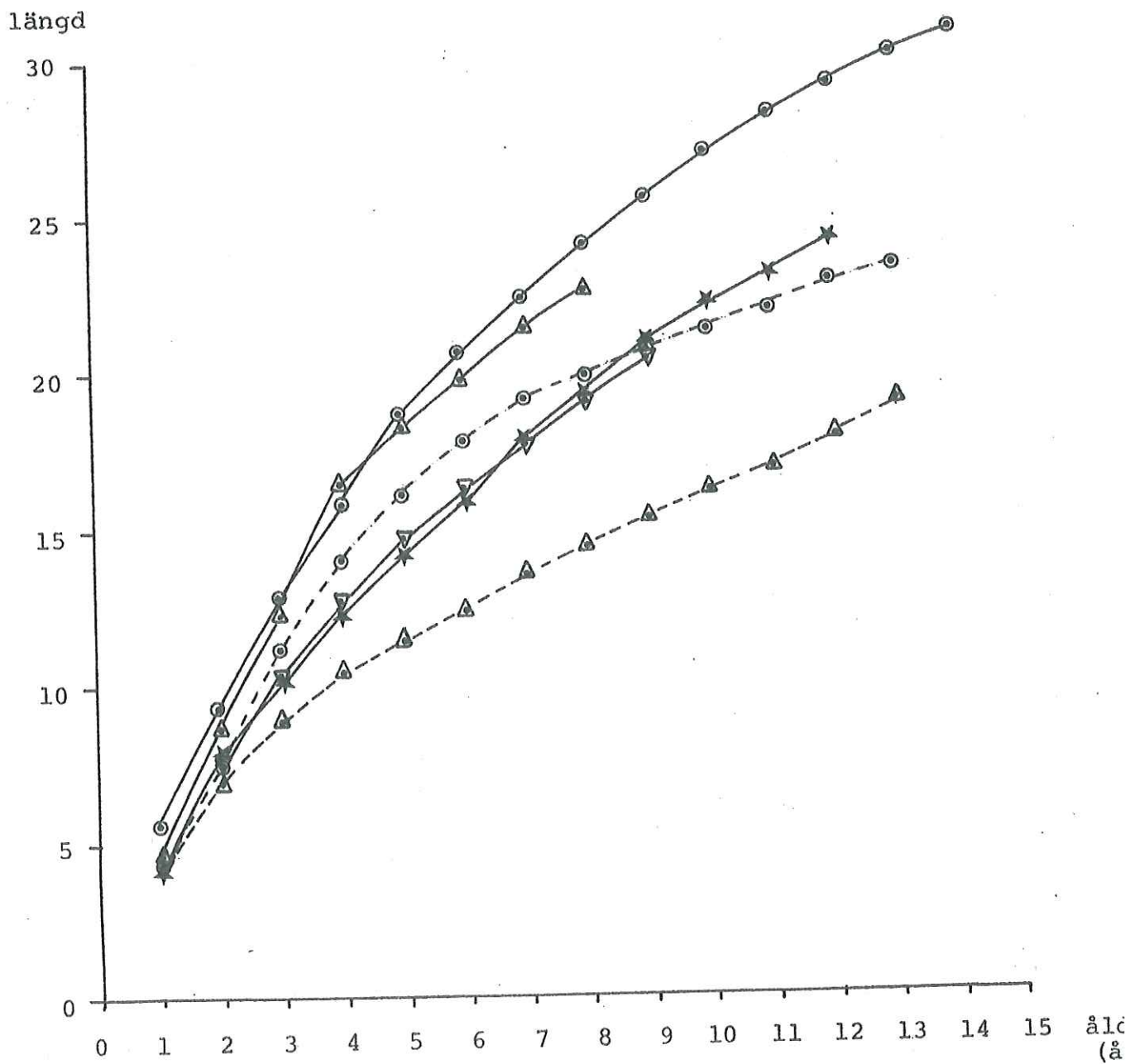


HURVEN 1974



150 200 250 300 350 längd, mm

|                                |         |         |     |
|--------------------------------|---------|---------|-----|
| Björnsjön årsklasserna 1957-64 | n=23    | ○—○     |     |
| Läen                           | 1965-67 | n=11    | △—△ |
| Läen                           | 1960-64 | n=13    | ★—★ |
| Hurven                         | 1961-65 | n=16    | ▽—▽ |
| Mälaren (efter Kempe 1962)     |         | ○- - -○ |     |
| Särnasjön                      |         | △- - -△ |     |

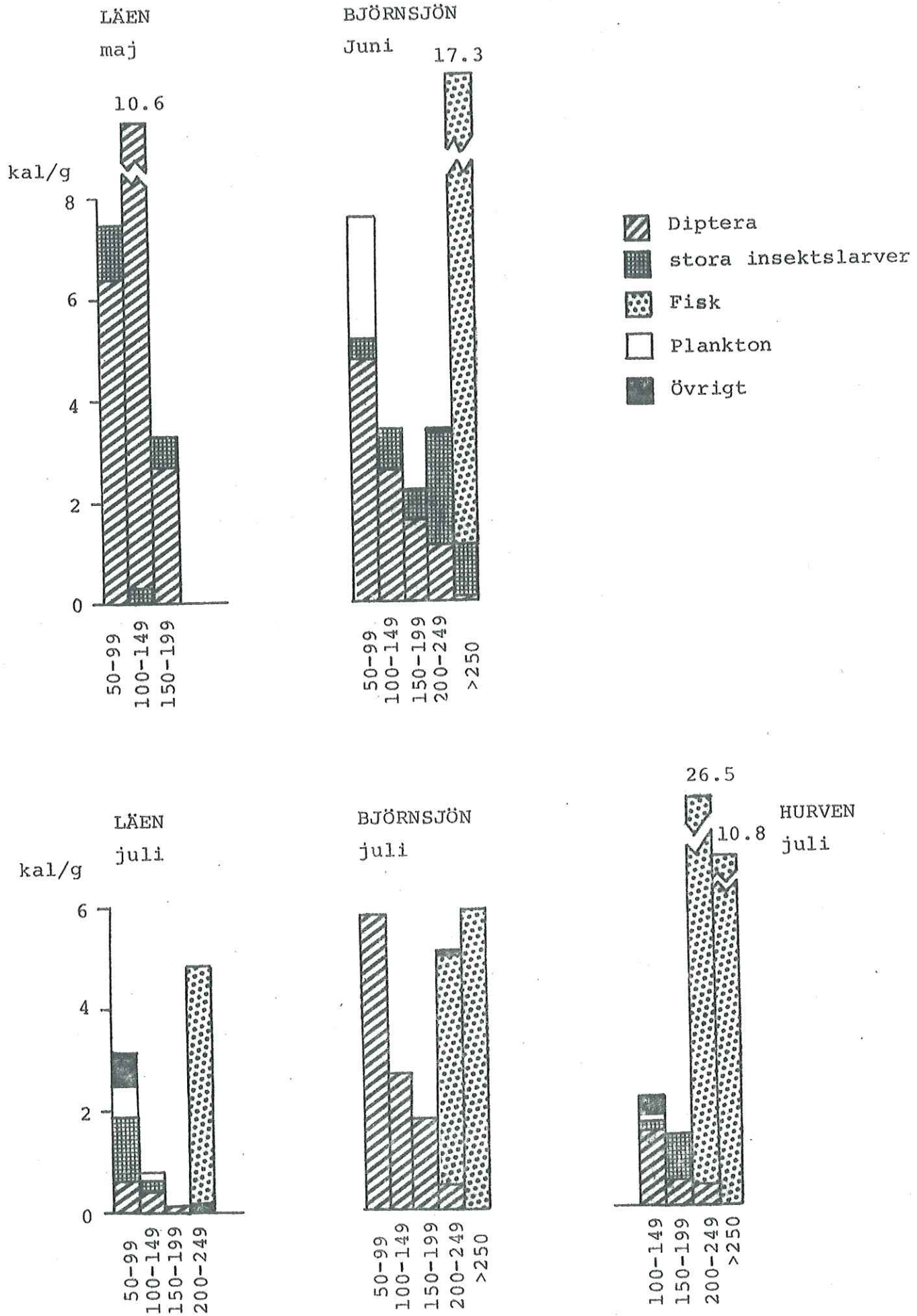




Bil. 12. Födoval Abborre. Antal födodjur/mage i medeltal.

| Sjö                        | Län    |         |         | Björnsjön |         |         | Län    |         |         | Björnsjön |         |         | Hurven |         |         |
|----------------------------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|
|                            | <99    | 100-149 | 150-200 | <99       | 100-149 | 150-200 | <99    | 100-149 | 150-200 | <99       | 100-149 | 150-200 | <99    | 100-149 | 150-200 |
| Datum                      | 740516 | 740516  | 740516  | 740605    | 740605  | 740605  | 740710 | 740710  | 740710  | 740710    | 740710  | 740710  | 740731 | 740731  | 740731  |
| Storleksklass              | <99    | 100-149 | 150-200 | <99       | 100-149 | 150-200 | <99    | 100-149 | 150-200 | <99       | 100-149 | 150-200 | <99    | 100-149 | 150-200 |
| Antal undersökta magar     | 5      | 7       | 7       | 5         | 5       | 6       | 10     | 5       | 6       | 7         | 5       | 2       | 6      | 5       | 7       |
| Crustacea:                 |        |         |         |           |         |         |        |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Bosmina                    | 0.1    |         |         | 131.2     |         |         |        | 27.4    | 33.5    |           |         |         |        |         |         |
| Övr. Cladocera             | 0.2    | 1.5     |         |           |         |         |        | 6.4     | 1.3     | 0.3       | 0.2     | 0.7     | 0.6    | 0.6     | 7.0     |
| Asellus a.                 |        |         |         |           |         | 6.5     |        |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Insecta:                   |        |         |         |           |         |         |        |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Ephemeroptera              |        |         |         | 0.8       | 1.4     | 1.2     | 19.3   |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Odonata:                   |        |         |         |           |         |         |        |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Zygoptera                  |        |         |         |           | 0.2     | 2.0     | 2.7    |         |         |           |         |         |        |         | 0.3     |
| Anisoptera                 |        |         |         |           |         | 0.3     | 0.2    |         |         |           |         |         |        |         | 0.3     |
| Trichoptera:               | 0.2    | 0.3     | 0.3     |           | 0.8     | 0.3     | 1.0    | 5.0     | 0.4     | 0.3       |         | 0.1     | 0.2    | 0.4     | 0.2     |
| Diptera                    |        |         |         |           |         |         |        |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Chaoborus sp (puppa)       |        | 0.5     | 0.7     | 4.6       | 24      | 23.5    | 6.5    | 1.1     | 2.3     | 1.7       | 0.2     | 12.0    | 25.5   | 30.6    | 17.6    |
| " (larv)                   | 2.6    | 55.9    | 5.0     | 5         | 5.8     | 6.7     | 1.2    | 1.6     | 1.3     | 0.9       | 5.0     | 6.7     | 13.8   | 5.4     | 0.2     |
| Ceratopogonidae            |        |         |         |           |         |         | 0.1    |         | 0.2     |           |         | 0.2     | 0.2    | 0.2     | 0.6     |
| Chironomidae (puppa)       | 27.6   | 178.6   | 155.6   |           | 1.0     | 29.8    | 186.2  | 34.6    | 1.4     | 2.3       | 2.1     | 5.8     | 3.0    | 12.0    | 7.0     |
| " (larv)                   | 2.8    | 14.5    | 14.0    |           | 3.6     | 8.7     | 2.0    | 0.3     | 4.8     | 2.2       | 2.7     | 0.5     | 2.8    | 3.6     | 4.0     |
| Arachnoidea, spindel djur: |        |         |         |           |         |         |        |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Acari: kvalster            |        |         |         |           |         |         | 13.8   |         |         |           |         |         |        |         |         |
| Abborre:                   |        |         |         |           |         |         | 0.6    |         |         |           |         |         | 0.1    | 0.2     | 0.7     |
| Övrigt:                    |        |         |         |           |         |         | 0.2    | 0.2     |         | 0.3       | 0.4     |         | 0.4    | 0.5     | 0.2     |

Bil. 13. Energiinnehållet i abbormagar för olika storleksklasser, angivet som kalorier/gram fisk.





| Sjö:                    | Läen    |      | Björnsjön | Hurven  | Läen   |
|-------------------------|---------|------|-----------|---------|--------|
| Datum:                  | 740516  |      | 740605    | 740801  | 740710 |
| Storleksklass:          | 138-191 | 200- | 280-      | 200-249 | 230-   |
| Antal undersökta magar: | 3       | 10   | 5         | 6       | 5      |
| <b>Crustacea:</b>       |         |      |           |         |        |
| Leptodora               | 0       | 0    | 0         | 437     | 0      |
| Bosmina                 | 828     | 510  | 0         | 0,4     | 2      |
| Övr. Cladocera          | 0       | 0    | 0,6       | 10,4    | 19,4   |
| Asellus                 | 0       | 0    | 0,6       | 0       | 0      |
| <b>Insecta:</b>         |         |      |           |         |        |
| Ephemeroptera           | 0       | 11,6 | 5,6       | 0       | 0      |
| Odonata                 |         |      |           |         |        |
| Anisoptera              | 0       | 0,1  | 0         | 0       | 0      |
| Trichoptera             | 0       | 11,8 | 19,8      | 1,5     | 1,8    |
| <b>Diptera</b>          |         |      |           |         |        |
| Chaoborus (pupa)        | 0       | 0    | 140       | 45      | 4,2    |
| " (larv)                | 0       | 1,1  | 50        | 0,8     | 0,8    |
| Ceratopogonidae         | 0       | 0,1  | 0,6       | 0       | 0      |
| Chironomidae (pupa)     | 0,3     | 58   | 0,2       | 7,7     | 0,6    |
| " (larv)                | 0       | 6,2  | 7,6       | 17,7    | 12,4   |
| <b>Arachnoidae:</b>     |         |      |           |         |        |
| Acari, kvalster         | 0       | 7,0  | 0,4       | 1,3     | 1,0    |

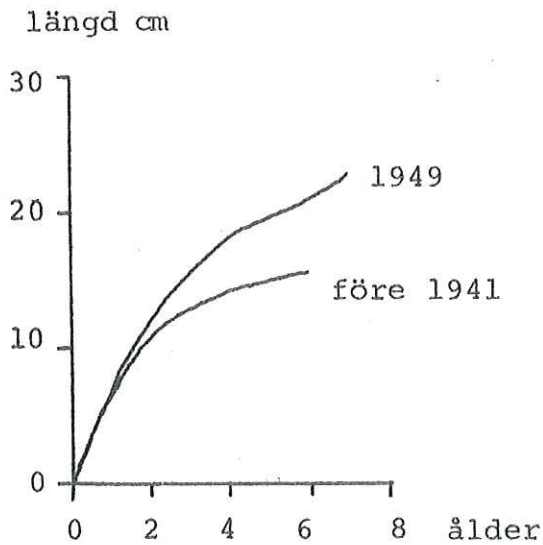
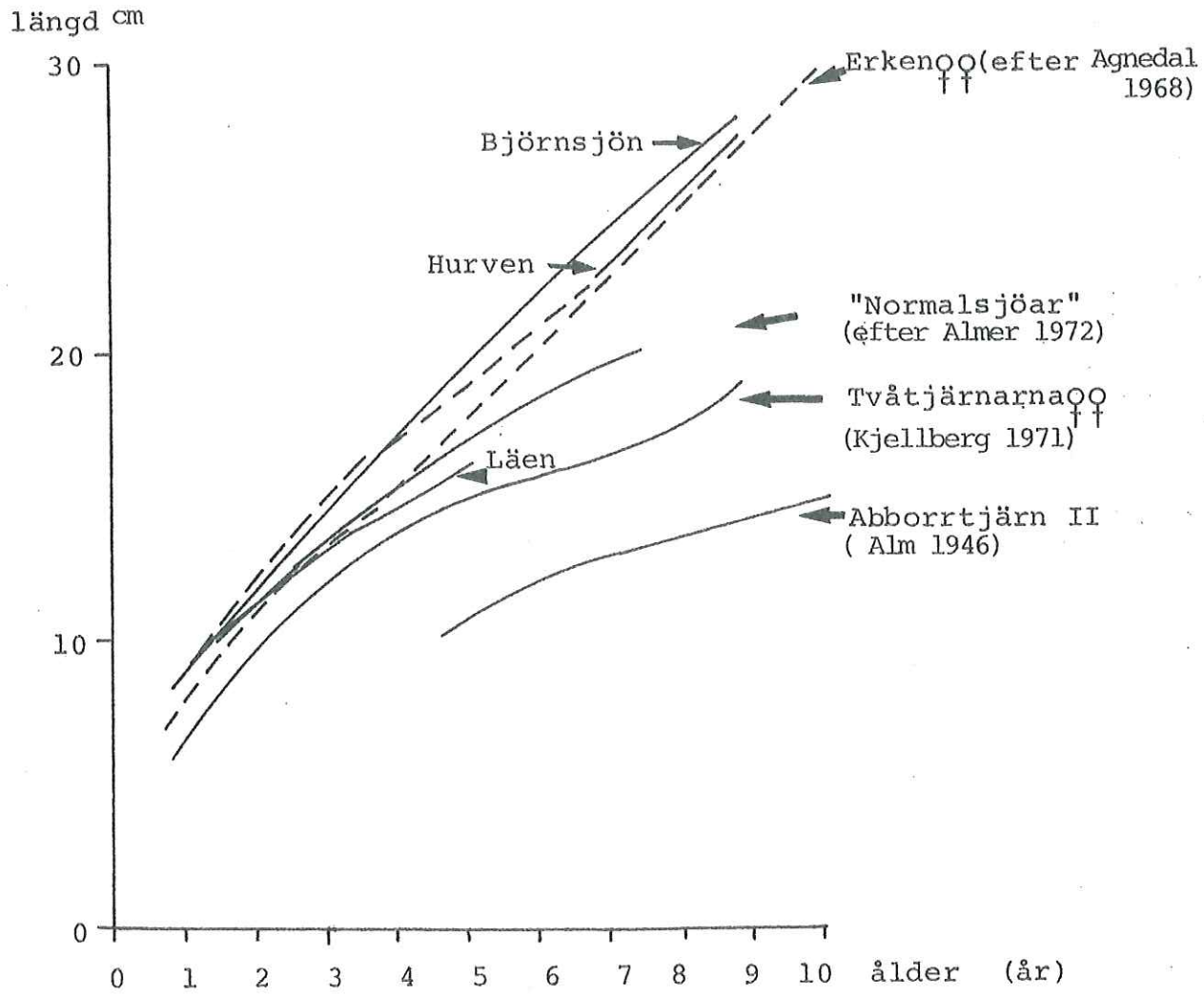
A. Totala antalet fångade abborrar i de olika sjöarna, och procentuella fördelningen på olika storleksklasser. Medelvärdena av fångsterna i kg/ ansträngning, samt antalet fångade fiskar per ansträngning på bästa djup.

|           | antal | %<br><10 | %<br>10-15 | %<br>15-20 | %<br>>20 | medelvärde<br>cm kg/anstr. | antal/anstr.<br>bästa djup |
|-----------|-------|----------|------------|------------|----------|----------------------------|----------------------------|
| Läen      | 1307  | 2        | 85         | 12         | 1        | 3,5                        | 139-296                    |
| Björnsjön | 576   | 5        | 36         | 48         | 12       | 5,4                        | 81-122                     |
| Hurven    | 341   | 0        | 36         | 52         | 12       | 2,1                        | 38-59                      |

B. Totala antalet fångade mörtar i de olika sjöarna, och procentuella fördelningen på olika storleksklasser. Antalet fångade fiskar per ansträngning på bästa djup. Förhållandet antalet mört: abborre i fångsterna.

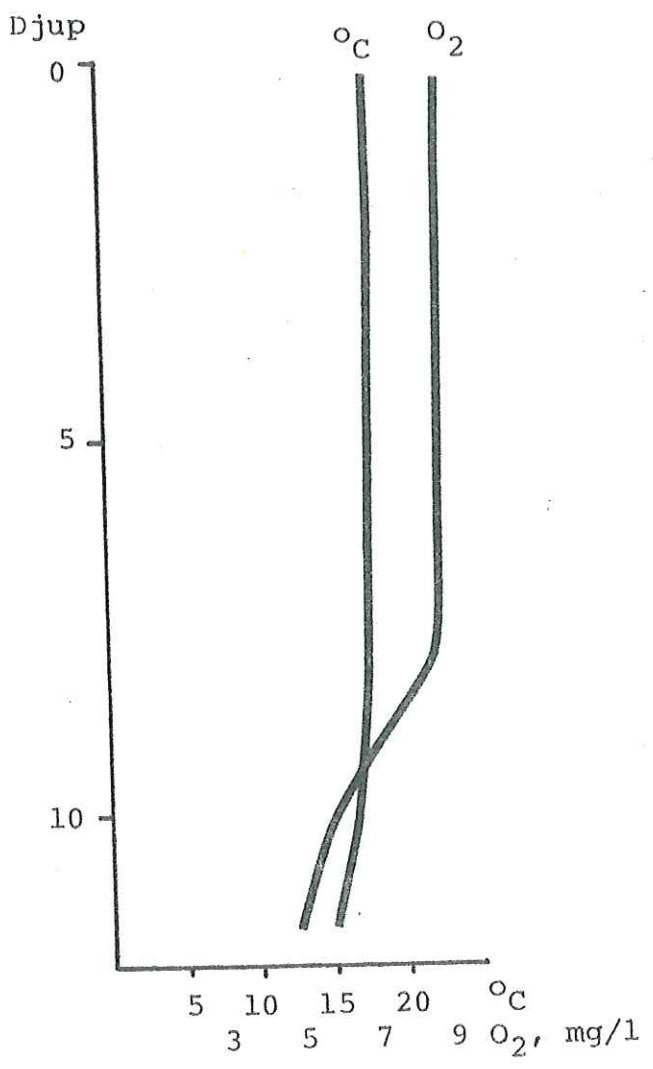
|           | antal | %<br><10 | %<br>10-15 | %<br>15-20 | %<br>>20 | antal/anstr.<br>cm bästa djup | förhållande<br>mört:abborre |
|-----------|-------|----------|------------|------------|----------|-------------------------------|-----------------------------|
| Läen      | 103   | 0        | 1          | 14         | 85       | 9-33                          | 1:12,6                      |
| Björnsjön | 27    | 0        | 0          | 0          | 100      | 0-13                          | 1:21,3                      |
| Hurven    | 117   | 0        | 0          | 12         | 88       | 11-21                         | 1: 2,9                      |



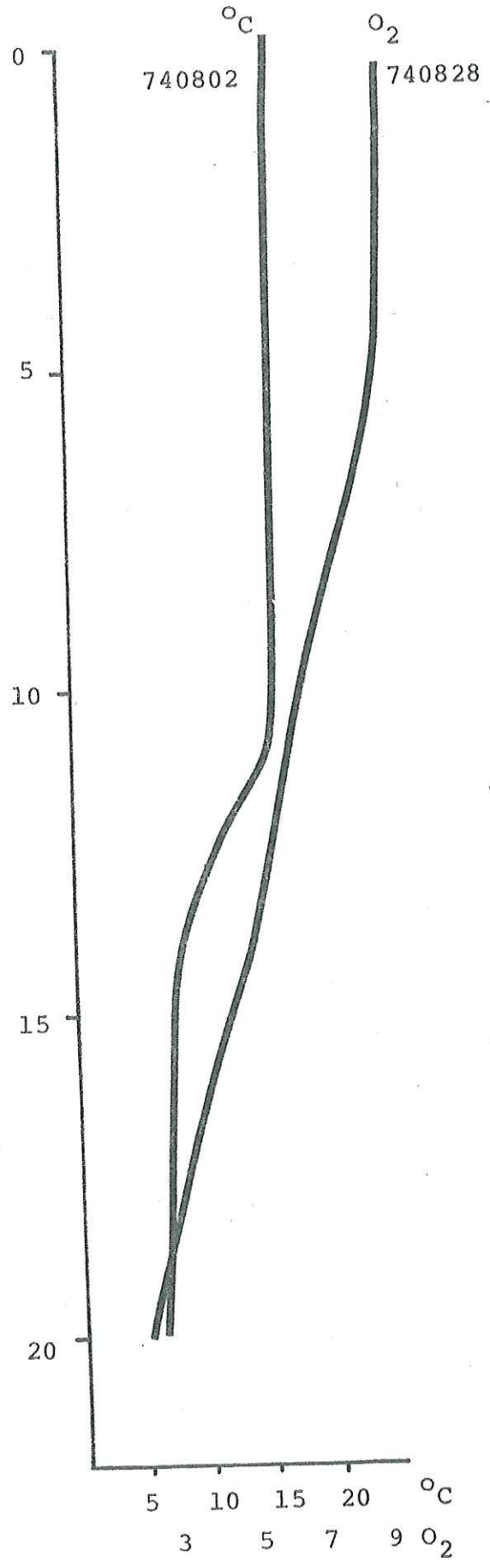


Abborrhanarnas tillväxt i Lake Windermere dels före det intensiva fisket (1941) som minskade abborrtätheten och dels en årsklass (1949) efter beståndsutglesning. (Efter Le Cren 1958)

Ö. Län 740710



Hurven



Björnsjön 740710

