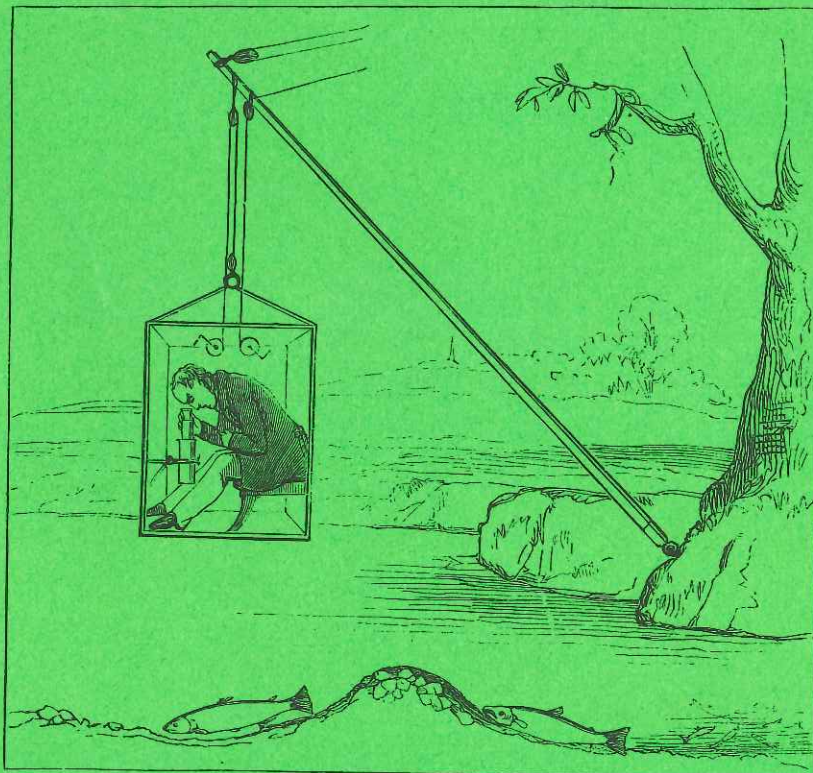


Information från

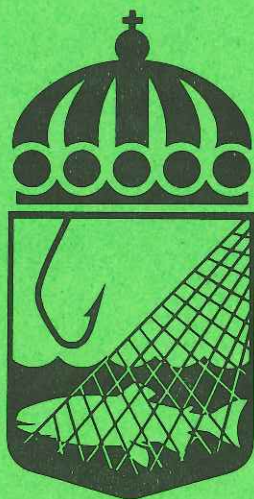
SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



INNEHÅLL

| | | |
|--------------------------------|--|---------|
| Ingemar Näslund Lars Hanell | Rödingstammar för matfiskodling. Försöksverksamhet i Jämtlands län 1986 och 1987 | sid 1-9 |
| Ingemar Näslund | Sportfisket i Ånnsjön och Land- verksströmmen. Fångststatistik för åren 1897-1987 | 10-20 |
| Per Nyström | Flodkräftans (<i>Astacus astacus</i> L.) populationsekologi i en oligotrof sjö i Blekinge | 21-40 |



FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

Rödingstammar för matfiskodling

Försöksverksamhet i Jämtlands län 1986 och 1987

Ingemar Näslund
Lars Hanell

Fiskeristyrelsens Försöksstation
840 64 KÄLARNE

SAMMANFATTNING

Rödingstammar från sjöarna Häckren, Rensjön, Kvesjön, Näckten och Hornavan har undersökts med avseende på lämplighet för matfiskodling. Osorterad (undantag Häckren- och Rensjöröding 1986, utsorterad stor respektive liten fisk), två-årig röding odlades i nätkassar under en tillväxtsång på tre olika lokaler i Jämtlands län. Hornavanröding uppvisade genomgående den bästa tillväxten. Endast sorterad Häckrenröding växte bättre. Tillväxthastigheten (procent per dag) var störst hos den sorterade Häckrenrödingen som i odlingsårsångens inledning närmade sig optimal tillväxt för röding. Tillväxthastigheten för övriga stammar låg betydligt under den optimala. Häckrenrödingen hade också den minsta storleksspridningen, medan röding från Rensjön och Kvesjön hade den största. Foderkoefficienten för Hornavanröding var betydligt lägre än för Rensjöröding men något högre än för sorterad Häckrenröding. Med undantag för försöken 1987 (sjukdomsutbrott) har dödligheten varit genomgående låg. Inga skillnader i fiskmuskelnens vattenhalt eller pigmentering (astaxanthin) förelåg mellan stammarna.

INLEDNING

Under 1980-talet har ett betydande antal matfiskodlingar etablerats i Jämtlands län. Produktionen är idag huvudsakligen inriktad mot uppfödning av regnbågslox. Intrasset för matfiskodling av röding har dock ökat markant. Röding skulle

kunna utgöra ett alternativ eller komplement till regnbåge, eftersom röding har sin optimala tillväxt i relativt kallt vatten och på så sätt är bättre lämpad för odling i nordliga vatten. Dessutom anses den vara en mer exklusiv produkt, som därmed skulle kunna betinga ett högre pris. För närvarande bedrivs ett intensivt utvecklingsarbete i syfte att ta fram metodik och fiskmaterial för rödingproduktion i större skala. Flera fiskodlare i Jämtlands län odlar redan idag röding som ett komplement till regnbåge.

Ett led i det utvecklingsarbete som pågår är att testa vilda rödingstammars lämplighet för kassodling. I denna undersökning har totalt 4 stammar undersökts med avseende på tillväxtpotential. Dessutom har Hornavanröding använts som referensstam. Vidare har infärgningsförsök och mätningar av fiskköttets vattenhalt genomförts. Försöken har finansierats via länsstyrelsen och genomförts i fiskenämndens regi under 1986 och 1987. Insamling av data samt bearbetning och utvärdering har gjorts av Fiskeristyrelsens försöksstation i Kälarne.

FÖRSÖKS BESÄTTNINGAR

I försöken ingick röding från sjöarna Häckren, Rensjön, Kvesjön och Näckten. Häckren är idag ett stort regleringsmagasin (466-493 m.ö.h.) söder om Indalsälven i Åre kommun. Häckrenrödingen är av allt att döma av samma typ som rödingen i den uppströms belägna Ottsjön. Den senare karaktäriseras i naturen av

god tillväxt och betecknas av Sötvattenslaboratoriet som en storrödingstyp. Rensjörödingen härstammar från Storrensjön (502 m.ö.h.), i norra delen av Åre kommun. Den betecknas som större fjällröding och är av intresse som ett alternativ för vattenbruket. Kvesjön (315 m.ö.h.) ligger i Norge, strax väster om Gäddede. Rödingen i Kvesjön betecknas som en hybrid mellan mindre fjällröding och storröding. Näckten (324 m.ö.h.) ligger i Bergs kommun. Rödingen där betecknas som en storröding. Den är konkurrenskraftig och klarar att leva ihop med sik och andra senare invandrade arter och blir som äldre predator på dessa. Som referensstam valdes Hornavanröding från Norrbotten eftersom denna stam idag anses vara den mest intressanta ur odlingssynvinkel. Den Hornavanröding som använts i försöket betraktas som storröding. Stammen har tidigare uppvisat goda tillväxtegenskaper i jämförande försök med andra rödingstammar och dess tillväxtprestanda är väl kända. Den används också i ett avelsprojekt, vars syfte är att ta fram en lämplig rödingstam för matfiskodling. Hornavanrödingen i försöket var den andra generationen i odling. De övriga fyra stammarna utgjorde den första generationen, vilket innebär att de var avkomma från vilda fiskar. Bakgrundsdata för de olika besättningarna framgår av Tabell 1.

Besättningarna bestod av osorterat material i samtliga fall utom två. Den Häckrenröding som användes 1986 härstammade från "stor" fisk som utsorterats för övervintring i dammar hösten 1985. Dessutom sorterades liten fisk bort (12 mm galler) i samband med leverans. Rensjörödingen som odlades 1986 hämtades från "mindre" fisk utsorterad för övervintring. Även här bortsorterades liten fisk (galler 8 mm) i samband med leverans.

FODERTYPER

Följande fodertyper har använts vid försöken i Rind:

| | | |
|----------|------------|--|
| 1986 | 6/6-26/7 | EWOS T40 2p |
| Hornavan | 27/7-9/9 | Lactamin special 4p pigment |
| | 10/9-8/10 | EWOS ET93 6p Rö- dingfoder |
| 1986 | 6/6-14/8 | EWOS T40 2p |
| Rensjön | 15/8-8/10 | Lactamin special 4p pigment |
| 1987 | 18/6-22/7 | EWOS T40 2p |
| Hornavan | 23/7-20/10 | 50% EWOS ET93 4p och 50% EWOS T40 2p |

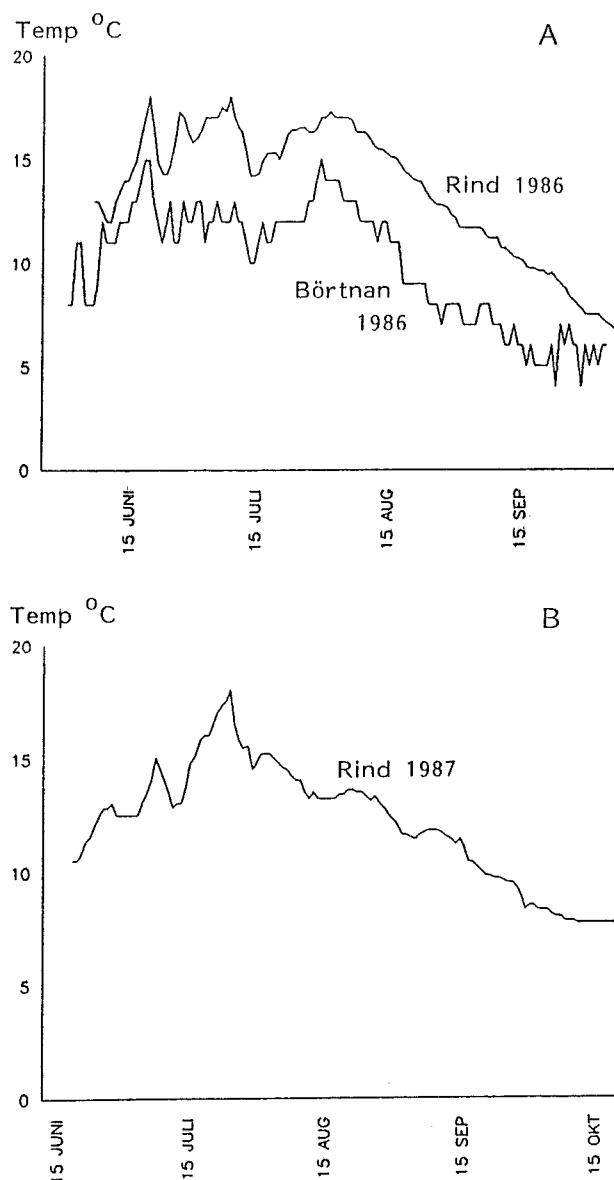
Dessutom fick fisken 1987 medicinfoder (2.5 kg/dag) under en period i juni.

Tabell 1. Romstorlek (ant/l), leverantör, antal utsatta, totalvikt vid utsättning och odlingslokal samt leveransdatum för de olika försöksstammarna. Egg size (no./l), hatchery, number of stocked fish, total weight, locality and stocking date.

| Stam | Års- klass | Romstl. antal/l | Leveran- tör | Utsättning antal vikt (kg) | Odlings- lokal | Leverans- datum |
|----------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1986 | | | | | | |
| Hornavan | 1985 | 13500 | Semlan | 2250 59 | Gäddede | 851016 |
| Kvesjön | 1985 | 11200 | Semlan | 3750 90 | Gäddede | 851016 |
| Hornavan | 1985 | | Kälarne | 3000 134 | Börtnan | 860531 |
| Häckren | 1985 | 11500 | Semlan | 3000 226 | Börtnan | 860527 |
| Hornavan | 1985 | | Kälarne | 3000 139 | Rind | 860606 |
| Rensjön | 1985 | 9400 | Semlan | 3000 71 | Rind | 860603 |
| 1987 | | | | | | |
| Hornavan | 1986 | 10600 | Kälarne | 3100 137 | Rind | 870618 |
| Näckten | 1986 | 7300 | Kälarne | 1550 50 | Rind | 870618 |
| Rensjön | 1986 | 10600 | Kälarne | 1550 71 | Rind | 870618 |

ODLINGSLOKALER

Tillväxtförsöken 1986 genomfördes på tre olika lokaler: Gäddede i Strömsunds kommun, Börtnan i Bergs kommun och Rind i Bräcke kommun. I Gäddede placerades kassarna i sjön Hetögeln (293 m.ö.h.) strax nedströms Gäddede kraftverk. Tack vare strömbildningen från utskovet är lokalen isfri året om. Försöket sköttes av Olle Lindh och Bengt Blom. Odlingsförsöken i Börtnan (Stora Börtnan 446 m.ö.h., Ljungan) gjordes i anslutning till Göran Perssons matfiskodling. I



Figur 1. Vattentemperatur vid odlingslokaler Rind och Börtnan 1986 (A) och vid Rind 1987 (B).
Water temperature at the rearing localities Rind and Börtnan 1986 (A) and at Rind 1987 (B).

Rind sköttes försökskassarna av Rune Åkervall. De var placerade i Sandnäs-fjärden, Revsundssjön (288 m.ö.h.) i anslutning till Åkervalls odling. Vattentemperaturer under odlingssäsongen för Börtnan och Rind framgår av Figur 1A och B.

PROVTAGNINGSMETODIK

I tillväxtförsöken har 100-300 rödingar mätts (gaffellängd) och vägts individuellt vid varje tillfälle. För Håckren- och Rensjöbesättningarna 1986 finns dock vid utsättningstillfället endast uppgift om totalvikt och antal.

Vattenhalten i köttet har bestämts enligt den metod som finns beskriven av Hill & Boström (1985).

I infärgningsförsöken har pigmentet astaxanthin extraherats. Analyserna har utförts av Eva Brännäs, Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

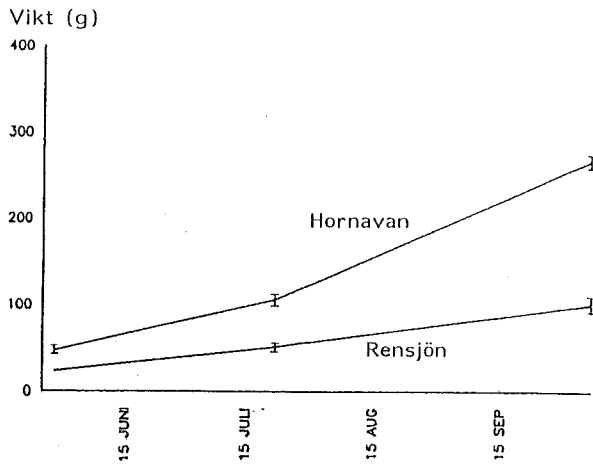
RESULTAT OCH DISKUSSION

Tillväxt

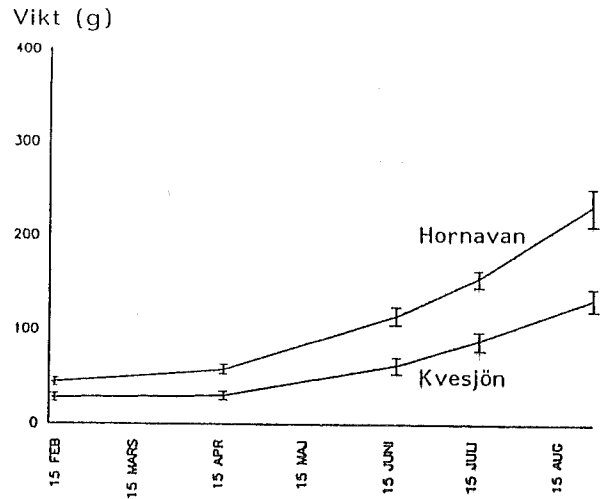
I odlingsförsöken har en så "normal" odlingscykel som möjligt eftersträvat. Fisken har i regel satts ut i kassar i månadsskiftet maj/juni. Avsikten har sedan varit att den skall kunna slaktas i oktober. Mätningar har skett 2-3 ggr under odlingssäsongen.

Börtnan och Rind 1986 (Figur 2 och 3): Eftersom såväl Håckren- som Rensjörödingen storlekssorterats före leverans, kan inga rättvisande jämförelser med referensstammen Hornavan (osorterad) göras. Klart är dock att Håckrenrödingen växer bra under de givna omständigheterna. Hornavanrödingen har vuxit bättre i Rind än i Börtnan vilket torde ha att göra med skillnader i vattentemperatur (jmf Figur 1).

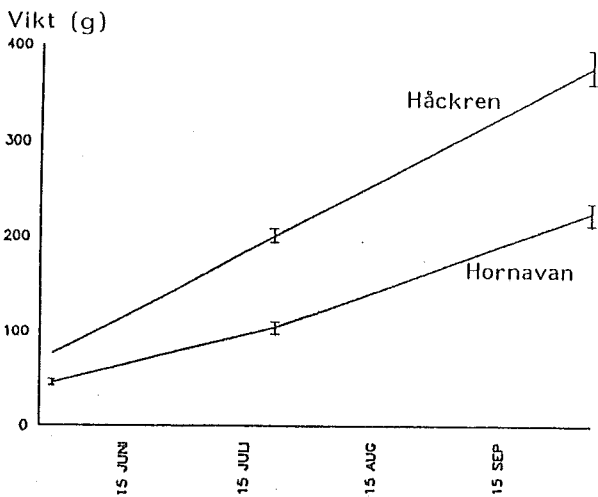
Gäddede 1986 (Figur 4): Försöksfisken sattes ut den 16/10 1985 som ensamrig och har alltså övervintrat i kassarna. Medelvikten var då 26 g för Hornavan och 24 g för Kvesjön. Ingen signifikant skillnad i vikt mellan stammarna förelåg vid utsättningstillfället. Att märka



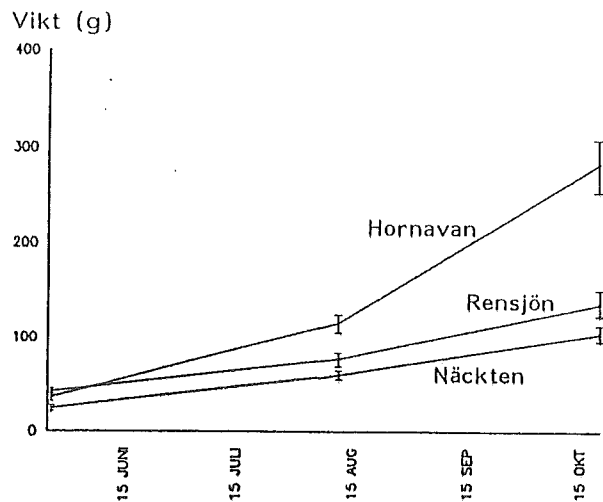
Figur 2. Medelvikt (g) med 95% konfidensintervall för Hornavan- och Rensjöröding i Rind 1986. Mean weight with 95% confidence limits for Hornavan and Rensjön char at Rind in 1986.



Figur 4. Medelvikt (g) med 95% konfidensintervall för Hornavan- och Kvesjöröding i Gäddede 1986. Mean weight with 95% confidence limits for Hornavan and Kvesjön char at Gäddede in 1986.



Figur 3. Medelvikt (g) med 95% konfidensintervall för Hornavan- och Häckrenröding i Börtnan 1986. Mean weight with 95% confidence limits for Hornavan and Häckren char at Börtnan in 1986.



Figur 5. Medelvikt (g) med 95% konfidensintervall för Hornavan-, Näckten- och Rensjöröding i Rind 1987. Mean weight with 95% confidence limits for Hornavan, Näckten and Rensjön char at Rind in 1987.

är att Hornavanrödingen ökat i vikt med 18 g fram till den första mätningen. Mätning har sedan skett vid ytterligare 4 tillfällen under 1986. Klart är att Hornavanröding växer avsevärt bättre än röding från Kvesjön.

Rind 1987 (Figur 5): Under sommaren drabbades odlingen av fisksjukdomen ASA, vilken följdes av omfattande svampangrepp. Detta innebar mycket hög dödlighet, framför allt för Näcktenröding

(54%). Motsvarande siffror för Hornavan och Rensjön var 2 respektive 18%. Dessutom torde de fiskar som angripits, men överlevt, ha påverkats negativt ur tillväxtpunkt. Vidare odlades Näckten- och Rensjöstammarna i samma kasse, vilket innebar att interaktioner (t ex konkurrens) mellan de båda stammarna kan ha påverkat tillväxten. Detta sammantaget gör det mycket vanskligt att dra några slutsatser vad gäller till-

växt. Det är dock uppenbart att Hornavan, under de givna omständigheterna växer betydligt bättre än såväl Rensjöröding som Näcktenröding.

Tillväxtförsök med röding i kassar har även genomförts på andra håll. I Storuman (Lappland) jämfördes röding från Hornavan, Torrön, Rensjön och Tinnsjön (Norge) under 1982-83 (Wiklund 1986). Av dessa växte Hornavanrödingen klart bäst, vilket alltså överensstämmer med försöken i Jämtland. Hornavanröding har även odlats på tre olika lokaler i Norrbotten under 1986 (Nilsson 1988). Försöken har sammanställts i Tabell 2 och är jämförbara med de här redovisade försöken vad gäller odlingsmaterialens ålder, odlingsssäsong, m m. En sådan jämförelse med resultaten från Jämtland ger vid handen att slutvikten blivit betydligt lägre i Norrbotten. Detta kan möjligen förklaras av generellt lägre vattentemperatur och lägre startvikt vid försökets början.

Fiskens tillväxthastighet, uttryckt i procent per dag påverkas av en rad faktorer, bl a vattentemperatur och fiskens storlek. Direkta jämförelser av tillväxthastighet mellan lokaler och stammar måste därför göras med försiktighet. Vidare bör underlaget för beräkning av tillväxthastigheten, bl a tiden mellan mätningarna, vara likartat.

Att notera i Tabell 3 är Håckrenrödningens snabba tillväxt under den första perioden (28/5-22/7). Optimal tillväxt vid 14 °C för röding i denna storlek är ca 2.3% per dag (Eriksson & Wiklund 1988). Under den andra perioden (22/7-7/10) däremot, är tillväxthastigheten betydligt lägre än den optimala. Vad gäller Hornavan så har tillväxthastigheten i juni/juli, i jämförelse med försöken i Storuman (Wiklund 1986), varit ungefär densamma eller något lägre. För den andra hälften av tillväxtsåsongen är den dock något högre än i Storuman.

En jämförelse av tillväxthastigheten för Hornavanröding är också möjlig att göra mellan försöken i Norrbotten (Tansjärv och Nikkaluokta) och försöken i Börtnan 1986 och Rind 1987. Där överensstämmer nämligen utgångsvikterna och tidsperiodens längd i stort. Det visar sig då att tillväxthastigheten är i samma storleksordning under den första perioden. Det är till och med så att det högsta värdet återfinns i Tansjärv, Norrbotten. Under den andra perioden däremot verkar fisken växa snabbare på de jämtländska lokalerna, vilket bl a torde ha att göra med skillnader i temperaturregim.

Tillväxthastigheten i dessa försök är alltså betydligt lägre än den

Tabell 2. Medelvikt (g), tillväxthastighet (% per dag) i vikt, foderkoefficient och dödlighet för Hornavanröding odlad på tre olika lokaler i Norrbotten 1986. (Efter Nilsson 1988).

Mean weight (g), specific growth rate (% per day) in weight, food conversion coefficient and mortality for Hornavan char reared at three localities in the province of Norrbotten. (After Nilsson 1988).

| Lokal | Datum | Medelvikt (g) | Tillväxth. (%/dag) | Foderkoeff. (totalt) | Tot. dödl. (%) |
|-------------|-------|---------------|--------------------|----------------------|----------------|
| Laisvik | 9/6 | 38 | 2.01 | | |
| | 13/7 | 76 | 1.20 | | |
| | 23/9 | 181 | | 2.64 | <1 |
| Tansjärv | 10/6 | 38 | 1.64 | | |
| | 29/7 | 100 | 0.57 | | |
| | 22/10 | 162 | | 2.82 | <1 |
| Nikkaluokta | 10/6 | 38 | 1.51 | | |
| | 31/7 | 82 | 0.88 | | |
| | 2/10 | 143 | | 2.74 | <1 |

Tabell 3. Tillväxthastighet (% per dag) i vikt för de olika stammarna under olika tidsperioder. U = utgångsvikt (g), T = tillväxthastighet, S = slutvikt (g).
Specific growth rate (% per day) in weight for the different arctic char stocks. U = weight (g) at the start of the period, T = specific growth rate, S = weight (g) at the end of the period.

| 1986 | | | | | | | | | | |
|---------|----------|-------------|------|--------------|------|-------------|------|-------------|------|-------|
| Lokal | Stam | 28/5 - 22/7 | | 22/7 - 7/10 | | | | | | |
| | | U | T | U | T | S | | | | |
| Börtnan | Hornavan | 43.4 | 1.49 | 98.5 | 1.00 | 212.9 | | | | |
| | Häckren | 75.5 | 2.08 | 200.4 | 0.82 | 376.0 | | | | |
| Rind | Hornavan | 46.5 | 1.49 | 105.8 | 1.20 | 266.5 | | | | |
| | Rensjön | 23.5 | 1.63 | 51.4 | 0.87 | 100.4 | | | | |
| 1987 | | | | | | | | | | |
| Lokal | Stam | 13/2 - 16/4 | | 16/4 - 18/6 | | 18/6 - 17/7 | | 17/7 - 27/8 | | S |
| | | U | T | U | T | U | T | U | T | |
| Gäddede | Hornavan | 44.1 | 0.35 | 57.4 | 1.09 | 115.1 | 1.01 | 154.7 | 0.98 | 230.8 |
| | Kvesjön | 27.5 | 0.11 | 29.9 | 1.16 | 62.4 | 1.21 | 88.6 | 0.96 | 131.4 |
| 1987 | | | | | | | | | | |
| Lokal | Stam | 29/5 - 11/8 | | 11/8 - 20/10 | | | | | | |
| | | U | T | U | T | S | | | | |
| Rind | Hornavan | 35.9 | 1.51 | 115.0 | 1.28 | 287.9 | | | | |
| | Näckten | 23.7 | 1.19 | 59.5 | 0.79 | 103.4 | | | | |
| | Rensjön | 42.2 | 0.77 | 76.4 | 0.81 | 134.9 | | | | |

Tabell 4. Medelviktens variationskoefficient vid sista mättillfället (höst) vid försöken i Rind, Börtnan och Gäddede 1986. The coefficient of variance of mean weight for the autumn samples taken at Rind, Börtnan and Gäddede 1986.

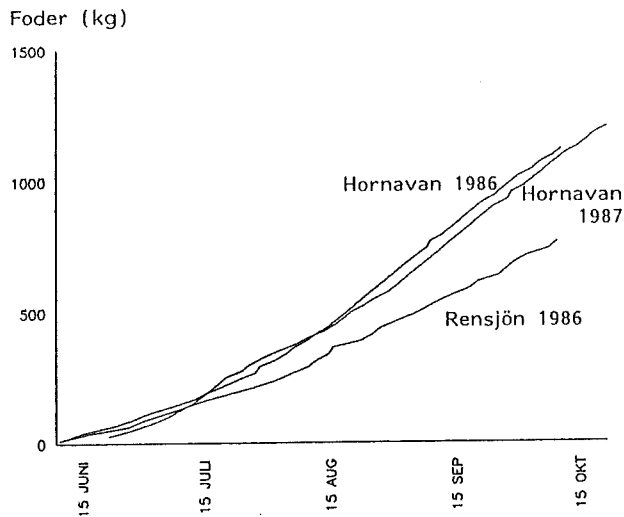
| Lokal | Stam | Variationskoefficient |
|--------------|----------|-----------------------|
| Rind 1986 | Hornavan | 39.8 |
| | Rensjön | 43.9 |
| Börtnan 1986 | Hornavan | 37.4 |
| | Häckren | 31.6 |
| Gäddede 1986 | Hornavan | 49.4 |
| | Kvesjön | 51.2 |

Storleksspridning

Ur fiskodlingssynvinkel är det viktigt att fisken tillväxer så jämnt som möjligt. Stor storleksspridning mellan individer innebär sämre foderutnyttjande m m (Tabell 4). Ett sätt att jämföra spridningen är att beräkna kvoten mellan standardavvikelsen och fiskens medelvikt vid mättillfället, den s k variationskoefficienten. (Ju högre koefficient desto större spridning). Det visar sig då att storleksspridningen är mindre för Hornavanröding i Rind och Börtnan än i Gäddede. Det lägsta värdet noteras för Häckrenrödingen, vilket kan ha att göra med att den storlekssorterats. Någon positiv effekt av att Rensjörödingen sorterats går däremot inte att urskilja. I en norsk undersökning (Jobling & Reinsnes 1987) kontrollerades effekterna av storlekssortering vid odling av röding i tråg. Ett osorterat material delades i "liten fisk" (mindre än 30 g) och "stor fisk" (större än 30

optimala, möjligen till följd av annan vattentemperatur och att materialet är osorterat. Tilläggas kan att optimal tillväxthastighet för röding i storlekssklassen 50-150 g är ca 2% per dag vid 14 °C vattentemperatur.

g). Tillväxt och storleksspridning hos dessa grupper jämfördes sedan med en osorterad kontrollgrupp efter fem månaders tillväxt. Det visade sig då att storleksspridningen i de sorterade grupperna blev avsevärt mindre än i den osorterade. Liten fisk växte jämförelsevis bättre, men sorteringen medförde också att vissa av de större fiskarna växte betydligt sämre. Någon förbättring av utbytet i form av högre biomassa kunde därmed inte registreras. Detta antyder att effekterna av storlekssortering är svåra att bedöma, åtminstone under denna odlingsfas.



Figur 6. Foderåtgång i Rind 1986 och 1987. Feed stuff consumption at Rind in 1986 and 1987.

Foderförbrukning och foderkoefficient

Foderförbrukningen i Rind 1986 och 1987 framgår av Figur 6. Tilldelningen har man försökt anpassa till 3% av fiskvikten.

Foderkoefficienten anger hur många kg foder som åtgått för att producera ett kg fisk. Den visade sig vara lägst för Håckrenrödingen, vilket antyder goda tillväxtgenskaper (Tabell 5). Man måste dock hålla i minnet att detta fiskmaterial var sorterat, vilket innebar ett bättre foderutnyttjande. Jämförelsen med Hornavan blir också något haltande på grund av att utgångsvikterna varierade väsentligt. Jämfört med försöken i Norrbotten (2.73 i genomsnitt) är foderkoefficienten genomgående lägre (jmf Tabell 2), med undantag för Rensjörödingen.

Dödlighet och könsmognad

Med undantag för försöken i Rind 1987 (sjukdomsutbrott) har dödligheten under tillväxtsäsongen varit mycket låg (Tabell 5). Motsvarande resultat erhöles vid försöken i Norrbotten (Tabell 2). I första hand tycks det vara köns mogna hannar som drabbas.

En av de viktigaste tillväxthämmande faktorerna är köns mognad. Ur odlingssynvinkel är därför stammar med en låg andel tidigt köns mognen fisk önskvärda. Vid odling av ett-årig fisk till portionsstorlek är det först och främst hannar som kan bli köns mogna. I Rind 1987 kontrollerades köns mognaden hos de vardera 100 fiskar av varje stam som

Tabell 5. Foderåtgång, total dödlighet och foderkoefficient för försöken i Rind och Börtnan. Amount of fish food used (kg), food conversion coefficient and total mortality for the experiments at Rind and Börtnan.

| Lokal | Stam | Foderåtgång (kg) | Foderk. | Dödlighet (%) |
|--------------|----------|------------------|---------|---------------|
| Börtnan 1986 | Hornavan | 825 | 1.63 | 0 |
| | Håckren | 1275 | 1.41 | 0 |
| Rind 1986 | Hornavan | 1115 | 1.69 | 0.4 |
| | Rensjön | 762 | 3.38 | 1.7 |
| Rind 1987 | Hornavan | 1200 | 1.78 | 7.8 |

mättes. Andelen köns mogna hannar i procent av alla mätta fiskar var hos Hornavanröding 1%, Rensjöröding 23% och Näcktenröding 3%. Motsvarande siffra för Rensjöröding 1986 var 17%. Eftersom könskvoten är okänd hos den provtagna fisken får dock dessa siffror ses som relativt grova mått på köns mognadsfrekvensen.

Vattenhalt

Fiskmuskelns vattenhalt används som ett indirekt mått på fetthalten, dvs ju lägre vattenhalt desto högre fetthalt (Hill & Boström 1985). Vid försöken i Börtnan och Rind 1986 bestämdes vattenhalten i muskel från 10 fiskar från varje stam (Tabell 6). I samtliga fall låg den kring 50% och inga signifikanta skillnader fanns mellan stammar på samma lokal. Detta antyder att även skillnaderna i fetthalt mellan de olika stammarna är små. Däremot visade det sig finnas ett signifikant positivt samband ($r=0.72$) mellan fiskens storlek och muskelns vattenhalt.

Pigmentextraktion

Infärgning av röding har visat sig vara ett problem vid matfiskodling. Liknande erfarenheter har gjorts i Norge (Ugedal & Heggberget 1988). Röd köttfärg hos odlad fisk är ju i högsta grad önskvärd. Halten av pigmentet astaxanthin används som ett mått på hur infärgningen lyckats.

Denna halt bestämdes för 10 fiskar från varje stam vid odlingssäsongens slut i Börtnan och Rind 1986 (Tabell 7). Inga signifikanta skillnader i infärgning föreligger mellan stammarna. Halterna är genomgående låga. För tillfredsställande infärgning krävs ungefär 5 mg/kg fiskkött.

SLUTSATSER

För närvarande pågår en omfattande avelsverksamhet för att ta fram bättre sättfisk för matfiskodling av röding. Aveln är huvudsakligen inriktad på Hornavanröding. Resultaten i föreliggande

Tabell 6. Vattenhalt (medelvärde och standard error) i fiskmuskel från Rensjöröding, Hornavanröding och Håckrenröding.
Water content (%) of muscle tissue (mean and standard error) in Rensjö char, Hornavan char and Håckren char.

| Lokal | Stam | Vattenhalt (%) | Standard error | Antal fiskar |
|--------------|----------|----------------|----------------|--------------|
| Börtnan 1986 | Hornavan | 52.8 | 1.3 | 10 |
| | Håckren | 54.3 | 0.5 | 10 |
| Rind 1986 | Hornavan | 50.5 | 0.9 | 10 |
| | Rensjön | 49.0 | 0.7 | 10 |

Tabell 7. Halten astaxanthin (mg/kg fiskkött) i Rensjöröding, Hornavanröding och Håckrenröding.
Astaxanthin content (mg/kg muscle tissue) in Rensjö char, Hornavan char and Håckren char.

| Lokal | Stam | Astaxanthin (mg/kg kött) | Standard error | Antal fiskar |
|--------------|----------|--------------------------|----------------|--------------|
| Börtnan 1986 | Hornavan | 1.4 | 0.1 | 10 |
| | Håckren | 1.4 | 0.1 | 10 |
| Rind 1986 | Hornavan | 1.4 | 0.1 | 10 |
| | Rensjön | 1.2 | 0.1 | 10 |

undersökning tyder på att denna satsning är riktig vad gäller egenskaper som tillväxt och könsmognad. Eventuella framtida krav på andra egenskaper, som t ex exteriör, kan dock medföra att fortsatt utvärdering av andra rödingstammars lämplighet för matfiskodling är motiverad. Korsningsförsök, där man även tar hänsyn till fiskens exteriör, pågår för närvarande. Det vore också önskvärt med en upprepning av tillväxtjämförelsen mellan Häckren- och Hornavanröding, men då under mer rättvisande betingelser. En annan stam, som visat sig ha så goda tillväxtprestanda att den vore värd att testa, är röding från Visjön (Åre kommun). Ytterligare tillväxtförsök bör dock kompletteras med undersökningar av könsmognadsfrekvens.

Rödingen tillväxer förhållandevis bra i kassar, men tillväxttakten ligger ändå långt ifrån den optimala. Betydligt bättre resultat har nåtts i landbaserade odlingar. Studier av rödingens beteende, i syfte att klargöra orsakerna till denna skillnad i tillväxttakt, är därför en angelägen forskningsuppgift.

Infärgning av röding utgör fortfarande ett problem, åtminstone vid produktion av röding i portionsstorlek. Fortsatta försök i syfte att utveckla foder och metodik för infärgning är därför angelägna.

ERKÄNNANDEN

Ett tack till Olle Ring för analys av vattenhalt och utvärdering av data. Eva Brännäs, Umeå universitet, genomförde astaxanthin-analyserna. Datainsamlingen i Gäddede genomfördes av Olle Lindh, Risede.

LITTERATUR

- Eriksson, L.O. & B.S. Wiklund. 1988. Culturing of arctic charr. Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå. 20 p. (Stencil).
- Jobling, M. & T.G. Reinsnes. 1987. Effect of sorting on size-frequency distributions and growth of arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture* 60:27-31.

Hill, C. & U. Boström 1985. Kvaliteten hos röding i sjöar med introducerad *Mysis relicta*. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 35 p.

Nilsson, D. 1988. Försök med odling av röding i nätkassar. Vattenbruk i Norrbotten. Delrapport 4. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportser. 2. 17p.

Wiklund, B.S. 1986. Erfarenheter från kassodling av olika rödingstammar. Vattenbruk 1:11-13.

Ugedal, O. & T. Heggberget. 1988. Röye som oppdrettsfisk. Nordtröndelagsforskning 7. 52 p.

ENGLISH SUMMARY: ARCTIC CHAR STOCKS FOR CAGE CULTURE. EXPERIMENTS IN THE PROVINCE OF JÄMTLAND IN 1986 AND 1987

The suitability of a number of arctic char stocks was evaluated for cage culture. Stocks from Lake Häckren, Lake Rensjön, Lake Kvesjön and Lake Näckten in the province of Jämtland and from Lake Hornavan in the province of Norrbotten were tested. Two-year-old fish were reared in net cages during one growth season at three localities in the province of Jämtland. Hornavan char proved to grow best. Only size sorted Häckren char grew faster. Specific growth rate for sorted Häckren char was close to the optimum found in arctic char at the beginning of the season but declined later on. The other stocks had specific growth rates well below the optimum. Häckren char also had the most narrow size frequency distribution while char from Lakes Rensjön and Kvesjön had the widest. The food conversion coefficient for Hornavan char was considerably lower than in Rensjön char, but somewhat higher than in sorted Häckren char. The overall mortality was low, except in 1987, for Näckten and Rensjön char due to diseases and fungal infections. No differences in water content of muscle tissue or pigmentation was observed among the stocks.

Sportfisket i Ånnsjön och Landverksströmmen

Fångststatistik för åren 1897-1987

Ingemar Näslund

Fiskeristyrelsens Försöksstation
840 64 KÄLARNE

SAMMANFATTNING

Ånnsjöns östra del och Landverksströmmen (Ånnsjöns utlopp) har utnyttjats övervägande för sportfiske sedan 1897. Dessa vatten domineras helt av öring och röding. Fångststatistik har förts varje år med undantag för tiden för världskriget och enstaka år i övrigt. I strömmen har huvudsakligen flugfiske bedrivits, medan spinnfiske var den vanligaste fiskemetoden i sjön. Fiske-trycket har ökat drastiskt sedan 1959. Det har alltid varit högst i strömmen men under senare år har en förskjutning mot mer sjöfiske ägt rum.

Det totala uttaget av öring och röding har ökat från 100-300 kg före 1959 till 500-900 kg fr o m 1960-talet. I första hand har mer röding fångats i Ånnsjön men även uttaget av öring i Landverksströmmen har ökat. Öringfångsten i kg per ansträngning har varit förhållandevis konstant i strömmen medan den minskat under senare tid i sjön. Rödingfångsten per ansträngning i sjön är betydligt större efter 1959 jämfört med under seklets första hälft. Andelen öring i fångsterna i sjön har minskat från över 90% till under 40% de senaste decennierna. Öringens medelvikt har sjunkit något både i strömmen och sjön sedan 1959, medan rödingens medelvikt halverats sedan 1960-talets början.

De stora förändringarna i artbalans och medelvikt i fångsterna under de senaste decennierna beror troligen på ett ökat nätfisketryck i sjön som helhet. Nätfisket i den östra delen av Ånnsjön har varit av mycket liten

omfattning. Fisket i Landverksströmmen har varit stabilt genom åren och håller än idag mycket hög kvalitet. Detta tack vare liten omfattning, restriktioner för fisket och obetydlig miljöpåverkan.

INLEDNING

Sportfisket i Västjämtland har gamla anor. Redan under senare hälften av 1800-talet arrenderades vatten ut till sportfiskande engelsmän (Cappelen-Smith 1935). Så även delar av Ånnsjön. Det fiske som tillhörde hemmanet på Granön arrenderades under 1890-talet av amiralen sir H. Stewart (Nässén 1960). Via Stewart kunde sedan en annan sportfiskande amiral, W.R. Kennedy, skapa de kontakter som gjorde det möjligt att arrendera fisket i östra delen av Ånnsjön och i Landverksströmmen fr o m 1897. Senare köpte Kennedy in såväl Granöhemmanet som Landverk. Han och hans gäster fiskade sedan i dessa vatten fram till första världskriget. Under kriget dog amiralen och fisket övertogs efter krigsslutet av hans måg, G.W. Stopford, som i sin tur nyttjade vattnen fram t o m 1955, med avbrott endast för andra världskriget. Från 1959 har fisket ägts av Jämtlands Läns Sportfiskeklubb (JLSK).

Fångstjournaler har förts för fisket i Landverksströmmen och i östra delen av Ånnsjön fr o m 1897 fram till idag. Undantagna är endast krigsåren och

1922 samt perioden 1956-58. I journalerna finns uppgifter om dagsfångster i vikt, fångstplats, antal fiskar m m och anmärkningar om fisket, vädret samt vattenståndet. Sättet att föra journal har dock varierat mellan olika tidsperioder. Under Kennedy-eran (1897-1914) har t ex endast totalvikt/dag (öring+röding) angivits. Dessutom är det ibland svårt att avgöra vad som fångats i sjön respektive strömmen under en stor del av den "engelska perioden". Detta till trots har denna fångststatistik ett mycket stort värde. Bl a är tidsserien lång, statistiken av allt att döma tillförlitlig och gäller ett någorlunda avgränsat område. Någon motsvarande sportfiskestatistik torde inte gå att finna i detta land. Statistiken har sammanställts och utvärderats på uppdrag av JLSK. Klubben har också ställt sig positiv till att statistiken på detta sätt görs tillgänglig.

ÅNNSJÖN OCH LANDVERKSSTRÖMMEN

Ånnsjön är en stor (57 km², 526 m.ö.h.) och till största delen grund fjällrandsjö med ett nederbördsområde på ca 1 500 km² (se karta). Fisket har bedrivits



Karta över Ånnsjön.

i sjöns nordöstra del, i princip öster och norr om Årsön. Under Kennedys tid var området något större och omfattade även Bunnerviken. I Ånnsjön dominerar öring och röding, men på senare år har även mindre fångster av kanadaröding och bäckröding gjorts. De två sistnämnda arterna ingår dock inte i fiskestatistiken och kommer inte att behandlas vidare.

Landverksströmmen är Ånnsjöns utlopp och Indalsälvens egentliga början. Till strömmen räknas området från "Stone" till "Meadow pool" (ca 600 m). Strömmen är ca 50 m bred med både djupa och grunda områden. Årsmedelvattneföringen är 44 m³/s medan vattenföringen i juli i medeltal varit 73 m³/s åren 1909-87. I strömmen fiskas huvudsakligen öring. Enstaka rödingar fångas dock, framför allt i Meadow pool.

FISKEMETODER

Såväl redskap som fiskemetoder har naturligtvis förändrats under åren. Dock verkar flugfisket ha varit den dominerande fiskemetoden genom åren. Med flugfiske menas då fiske med flugspö. I sjön fiskade Kennedy även med drag och med naturligt bete (småfisk, mask) när detta förväntades ge bättre resultat. För honom och hans sällskap var fångstens storlek av mycket stor betydelse. Stopford däremot fiskade huvudsakligen med fluga även om spinnfiske förekom. JLSK tillåter både flugfiske och spinnfiske i Ånnsjön. Nät- och utterfiske har däremot inte varit och är fortfarande inte tillåtet i dessa vatten. Enda undantaget utgör den nätfiskerätt som innehas av arrendatorn av gården Landverk. Under den engelska perioden torde dock inte tjuvfiske med dessa redskap ha varit ovanligt att döma av fiskejournalerna. Vid ett flertal tillfällen finns anteckningar om att tjuvfiskare observerats eller infångats.

I strömmen har flugfisket dominerat i det närmaste totalt, även om Kennedy ibland fiskade med drag eller naturligt bete. Också Stopford med sällskap spinnfiskade i strömmen ibland, men i

liten omfattning. Sedan 1959 är enbart flugfiske tillåtet i Landverksströmmen.

Vad gäller minimimått för fångstbar fisk har detta varierat. Stopford (1929-53) tillämpade en vikt av ca 1 pund (0.45 kg) som minimimått för fångstbar fisk. Detta motsvarar fisk i storleksordningen 36-40 cm. Mindre fisk släpptes tillbaka om den var oskadd. Kennedy däremot tycks ha accepterat betydligt mindre fiskar. Detta ligger också i linje med hans stora intresse för fångstens storlek. JLSK tillämpar idag ett minimimått på 30 cm för öring medan all röding räknas som fångstbar.

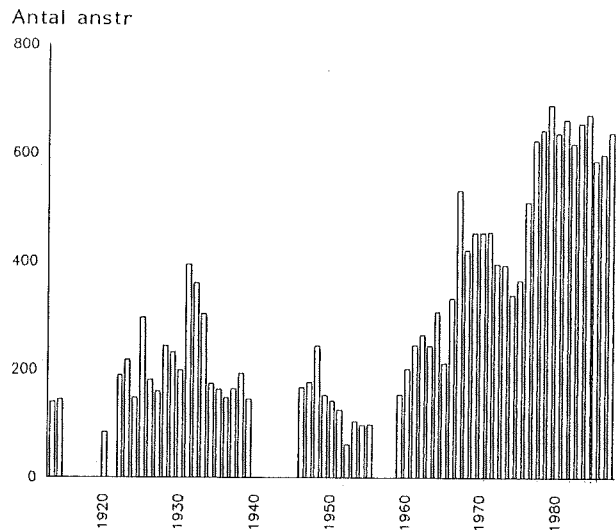
Någon fångstbegränsning i vikt eller antal tillämpades inte av engelsmännen. JLSK däremot tillåter max tio öringar/person/dag för medlemmar och fem för gästande fiskare. Detta oavsett om man fiskar i sjön eller strömmen.

FISKETRYCK

Det är ofta vanskligt att beräkna fisketryck i ett vatten. Fiskarens redskap, tålamod, skicklighet m m kan ju variera högst väsentligt, vilket är avgörande för utbytet. Nedan används begreppet ansträngning. En ansträngning innebär ett fisketillfälle för en person under ett dygn. Fiskar samma person både i ström och sjö under samma dygn räknas dessa som två olika ansträngningar.

Under Kennedys period var, som tidigare nämnts, fångstens storlek av stor betydelse. Man fiskade därför ihärdigt från ankomsten i början av juli till avfärden i september. Att märka är att också damerna deltog i fisket med stor iver. I fångstjournalerna finns dessvärre inte angivet hur många personer som fiskade varje dag (undantaget 1913-14). Vid bearbetningen av Kennedys statistik har därför förutsatts att samtliga närvarande gäster fiskat under dagen.

Stopfords fiskestatistik redovisar även antalet spön, dvs hur många som fiskat varje dag. Stopford med sällskap var också ivriga fiskare, även om intensiteten avtog något med Stopfords stigande ålder (Figur 1). 1955, hans sista år i Landverk, fyllde han 85 år.



Figur 1. Totalantalet ansträngningar i Ännsjön och Landverksströmmen 1913-87. Total number of fishing efforts in Lake Ännsjön and River Indalsälven at Landverk 1913-87.

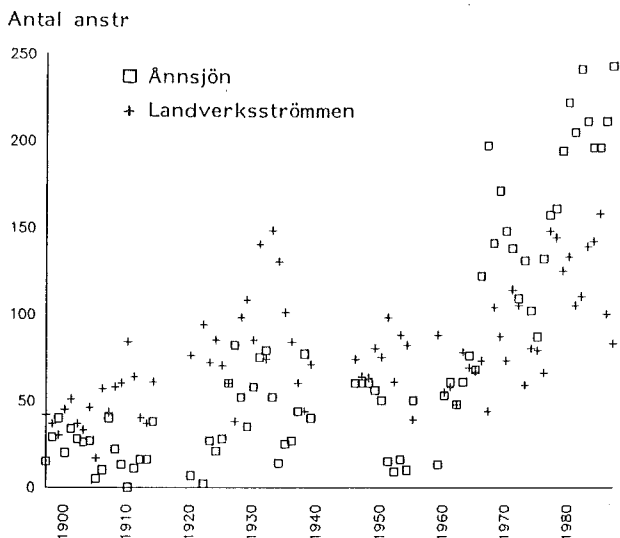
Under 1950-talet stannade han också betydligt kortare tid (endast juli).

Fr o m 1959 finns fångsten per person redovisad. Uppgifter om fiskare som blivit utan fångst är däremot sällsynta. En fiskeansträngning under denna period innebär därmed alltid att fisk fångats, vilket kan vara något missvisande. Totalantalet ansträngningar per år har ökat drastiskt sedan 1959 (Figur 1). En del av denna ökning får tillskrivas ett ökat pimpelfiske under vårvintern, men mönstret är detsamma för juli månad (Figur 2).

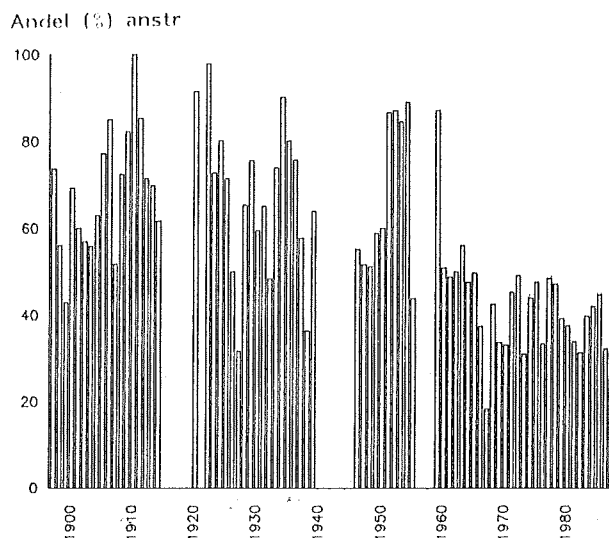
Fiske i strömmen har alltid varit mest populärt (Figur 3). Under senare år har dock intresset alltmer inriktats mot fiske i sjön. Detta hänger samman med att antalet fiskedygn ökat kraftigt, trots att man tillämpat begränsningar (max 5 fiskare/dygn fr o m 1959) för strömfisket. Detta framgår också tydligt om man enbart ser till juli månad (Figur 2). Antalet ansträngningar i strömmen har alltså ökat avsevärt under senare år men inte lika drastiskt som i sjön.

FÅNGSTSTATISTIK

Fångststatistiken har bearbetats på två olika nivåer. Dels har årsfångsterna bearbetats översiktligt, dels har juli



Figur 2. Antal ansträngningar i Ånnsjön respektive Landverksströmmen i juli 1897-1987. Number of fishing efforts in Lake Ånnsjön and River Indalsälven at Landverk in July 1897-1987.



Figur 3. Andel ansträngningar i Landverksströmmen i juli 1897-1987. Percentage fishing efforts in July performed in River Indalsälven at Landverk 1897-1987.

månads resultat bearbetats separat och mer detaljerat. Anledningen till att juli månad valts ut för detaljerad bearbetning är att fisketrycket då varit tämligen jämnt och högt under hela tidsperioden. Dessutom undviker man den störning som lekvandringar kan innebära. Det är t ex så att öring kommer ner i Landverksströmmen redan i augusti inför höstens lek. Vidare är rödingfångsterna störst under juli månad.

För juli månad har fångstresultaten för strömmen och sjön bearbetats var för sig. Under perioden 1897-1914 har ibland både sjö och ström angetts som fångstplats för dagens fångst. Skattningar av hur fångsten fördelats har därför varit nödvändiga. Dessa skattningar har baserats på fångstresultat från dagar då fångstplats angivits mer exakt.

Under denna period har också fångsten (i vikt) av öring och röding redovisats i klump. För att skatta fångstfördelningen i vikt mellan de båda arterna har därför medelvikten för respektive art beräknats, med hjälp av siffrorna för de dagar då antingen enbart öring eller enbart röding fångats.

Fångstuttag

Från att ha legat mellan 100 och 300 kg fram till 1939 och under 150 kg 1946-55 har det totala uttaget av öring och röding ökat markant under de senaste decennierna (Figur 4). Vissa år har närmare 900 kg fisk tagits ut. Att döma av fångsterna i juli (Figur 5 och 6) beror ökningen i första hand på att mer röding fångats i Ånnsjön. Men det är också så att öringfångsterna i juli i Landverksströmmen varit större under perioden 1959-87 ($\bar{x} = 115.7$ kg) jämfört med perioden 1897-1955 ($\bar{x} = 82.3$ kg)

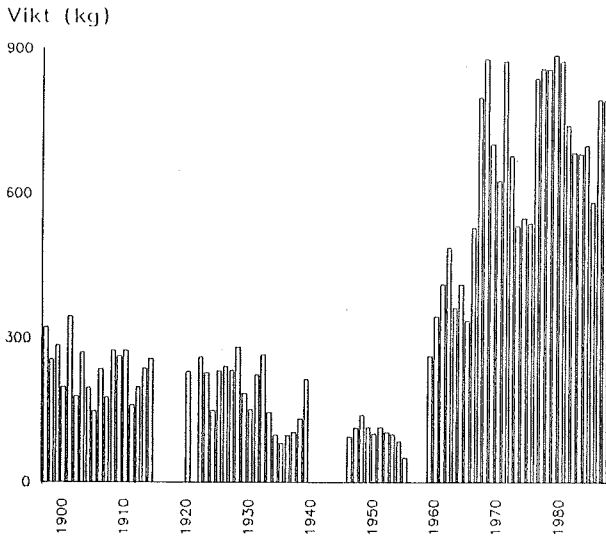
Fångst per ansträngning

Strömmen

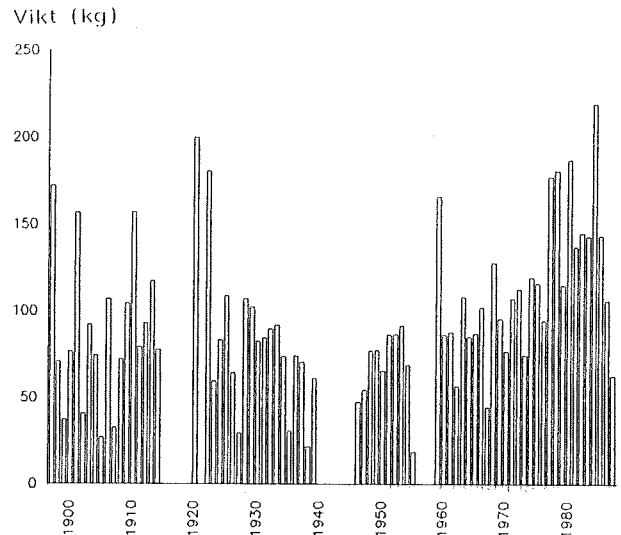
Fångsten i kg per ansträngning under juli månad har varierat förvånansvärt lite genom åren i Landverksströmmen (Figur 7). Den har dessutom legat på en jämförelsevis hög nivå. Med undantag för några år under perioden 1920-55 har fångsten varit 1-2 kg/ansträngning. Detta trots att antalet ansträngningar, dvs fisketrycket, varierat kraftigt (Figur 3).

Fångsten i antal per ansträngning har däremot varierat. Högst var den i seklets början, lägre under 20-50-talet för att sedan öka igen efter 1959 (Figur 7). Dessa variationer kan ha att göra med förändringarna i minimimått för fångstbar fisk.

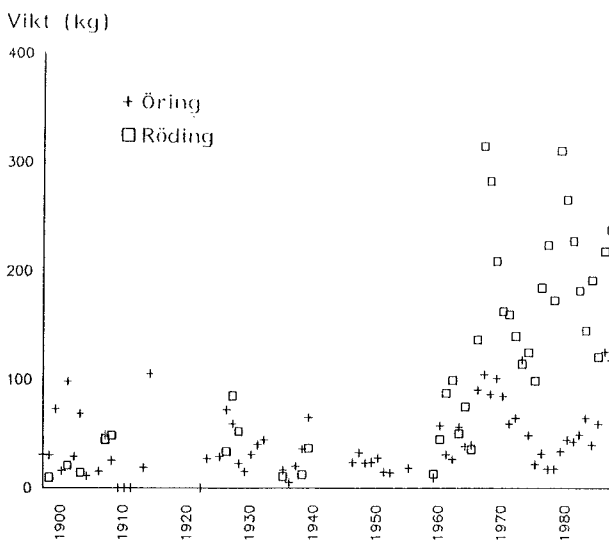
En faktor som i hög grad påverkar sportfisket i strömmande vatten är vattenföringen. Høgt vatten innebär ofta dåligt fiske. År med mycket nederbörd och stora flöden borde därför ge fiskaren sämre utbyte i form av fångst/ansträngning. I Landverksströmmen



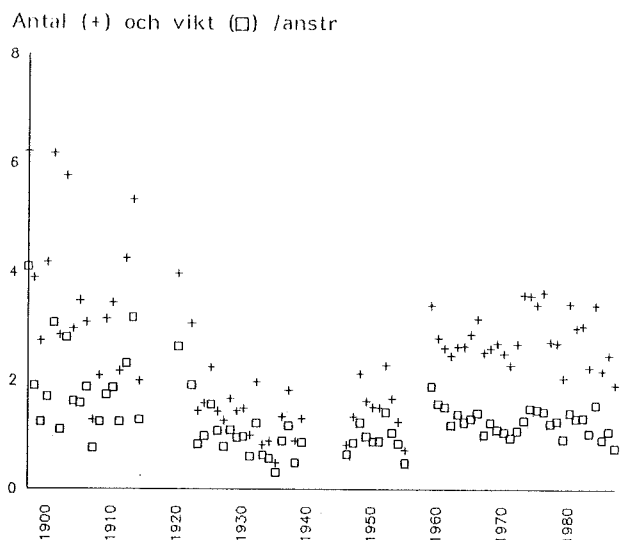
Figur 4. Totalfångst (kg) av öring och röding i Annsjön och Landverksströmmen 1897-1987.
Total catch (kg) of arctic char and brown trout in Lake Annsjön and River Indalsälven at Landverk 1897-1987.



Figur 6. Fångst (kg) av öring i Landverksströmmen i juli 1897-1987.
Catch (kg) of brown trout in River Indalsälven at Landverk in July 1897-1987.



Figur 5. Fångst (kg) av öring respektive röding i Annsjön i juli 1897-1987.
Catch (kg) of brown trout and arctic char in Lake Annsjön in July 1897-1987.



Figur 7. Fångst per ansträngning i vikt (kg) respektive antal i Landverksströmmen i juli 1897-1987.
Catch per effort in weight (kg) and numbers in River Indalsälven at Landverk in July 1897-1987.

har vattenföringen mätts regelbundet sedan 1909. För att undersöka om något samband finns mellan flöde och fångst, har fångst/ansträngning (antal och vikt) i juli månad korrelerats till medelvattenföringen för samma månad. Härvid har materialet indelats i tre tidsperioder: 1920-39, 1946-55 och 1959-87. Några signifikanta linjära samband (5%-nivån) kunde emellertid inte påvisas för någon av perioderna. Detta kan förklaras av att låg vattenföring inte enbart är positivt ur sportfiskarens synvinkel. Alltför lågt vatten kan ju innebära att öringen blir lättstörd och därmed svårångad. Vidare är lågt vattenstånd ofta ett resultat av torrt och varmt väder under en längre period. Detta kan i sin tur ha medfört att förhöjda vattentemperaturer fått öringen att lämna strömmen.

Signifikanta negativa samband (5%-nivån) finns däremot mellan vattenföring och totalmängden (kg) öring som fångas såväl för perioden 1946-55 som perioden 1959-87. Ju högre vattenföring, desto lägre totalfångst under månaden. Detta rimmar dock illa med att utbytet i form av fångst per ansträngning inte försämras med ökande vattenföring. Kanske förhåller det sig så att endast

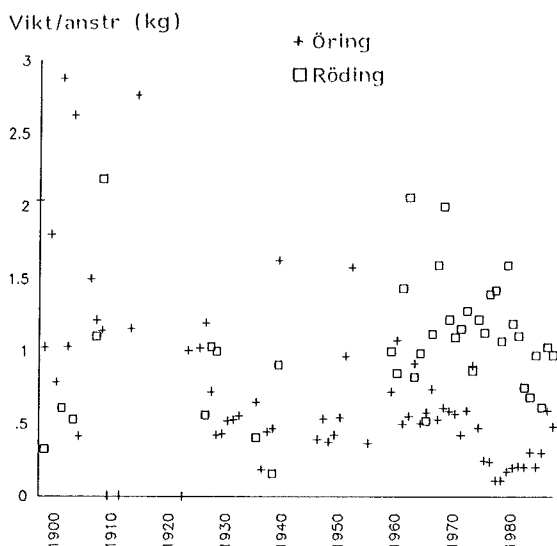
ett fåtal ställen i strömmen blir möjliga att fiska av effektivt vid högvatten. Dessa ger dock tämligen goda fångster trots högvattnet. Antalet sådana "goda" fiskeplatser är sedan omvänt proportionellt mot vattenföringen.

Sjön

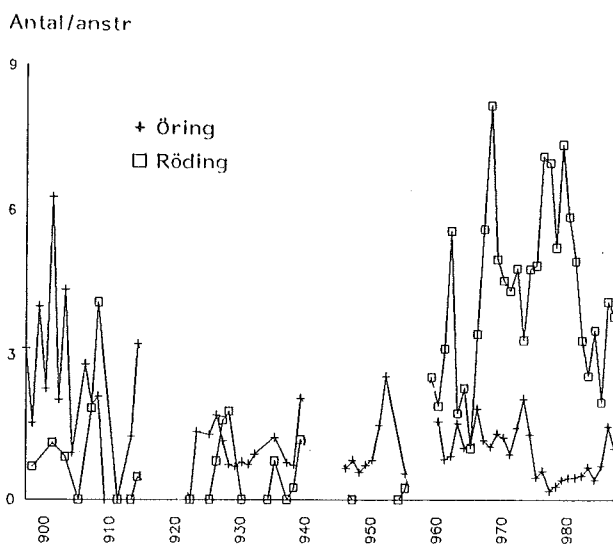
För öring finns en trend till allt sämre julifångster/ansträngning i vikt räknat, framför allt för de senaste tio åren (Figur 8). För röding är förhållandet det omvända med ökat utbyte under perioden 1959-87 jämfört med tidigare. Värt att notera är att rödingfångster helt och hållet saknas för många av åren före 1955. Motsvarande mönster för juli finns för de antalsmässiga fångsterna (Figur 9). Här är de ökade rödingfångsterna än mer framträdande.

Totalt

Ser man till fångsten per ansträngning totalt (öring och röding under hela året) för både Ånnsjön och Landverksströmmen, har antalet fångade fiskar/ansträngning ökat kraftigt sedan 1960 (Figur 10). Utbytet i vikt har däremot



Figur 8. Fångst per ansträngning i vikt (kg) av öring respektive röding i Ånnsjön i juli 1897-1987. Catch per fishing effort in weight (kg) of brown trout and arctic char in Lake Ånnsjön in July 1897-1987.



Figur 9. Fångst per ansträngning i antal av öring respektive röding i Ånnsjön i juli 1897-1987. Catch per fishing effort in number of brown trout and arctic char in Lake Ånnsjön in July 1897-1987.

ökat endast i mindre omfattning. Det finns t o m en trend till minskat utbyte i kg för de senaste tio åren. Totalantalet ansträngningar har inte kunnat beräknas för åren 1897-1912, vilket gör att de inte ingår i jämförelsen.

Medelvikt

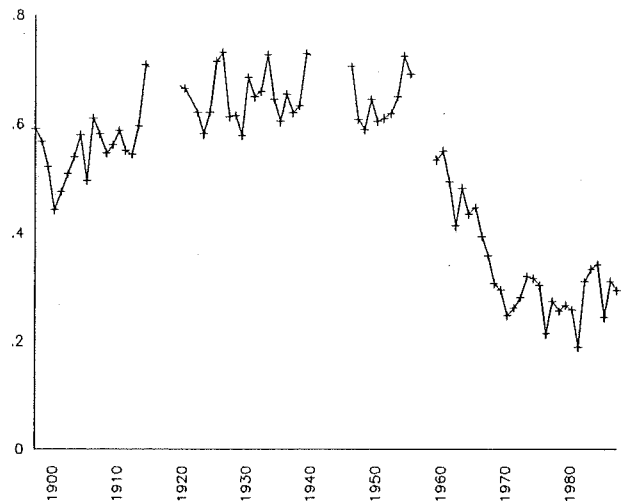
För det samlade fisket i Ännsjön och Landverksströmmen har medelvikten för fångad öring och röding sjunkit rejält, ned mot två hg, sedan slutet av 1960-talet (Figur 11). Under den "engelska perioden" låg medelvikten konstant över fyra hg.

Ser man till Landverksströmmen separat så har medelvikten för öring fångad under juli månad varit tämligen konstant fram till början av 1960-talet (Figur 12). Därefter sjunker den emellertid med åren. Detta samband är signifikant ($r=-0.567$, $p=0.0013$). Med tanke på den mängd öring som tas ut varje år, är dock medelvikten fortfarande mycket hög.

I Ännsjön har öringens medelvikt i stort förblivit oförändrad under åren att döma av resultaten för juli månad

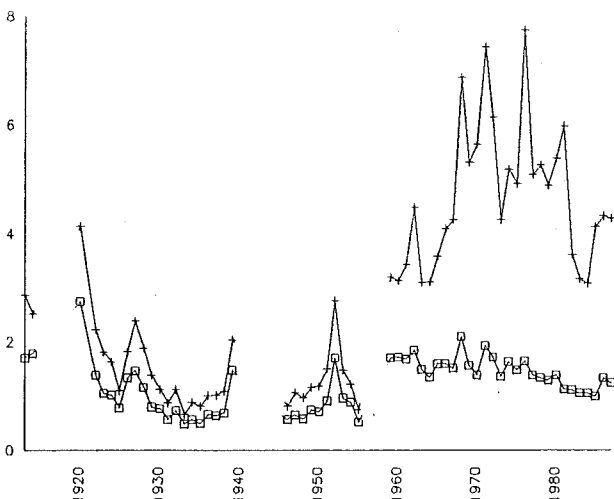
(Figur 13). En nedgång under perioden 1959-87 är dock märkbar. Mönstret är därmed i stort detsamma som för Landverksströmmen. Rödingens medelvikt har däremot sjunkit rejält under 1960-talet.

Medelvikt (kg)



Figur 11. Medelvikt (kg) för öring och röding totalt, fångade i Ännsjön och Landverksströmmen 1897-1987. Total mean weight (kg) of brown trout and arctic char caught in Lake Ännsjön and River Indalsälven at Landverk 1897-1987.

Antal (+) och vikt (□) /anstr



Figur 10. Totalfångst per ansträngning i vikt (kg) och antal av öring och röding i Ännsjön och Landverksströmmen 1897-1987. Total catch per fishing effort in weight (kg) and numbers of brown trout and arctic char in Lake Ännsjön and River Indalsälven at Landverk 1897-1987.

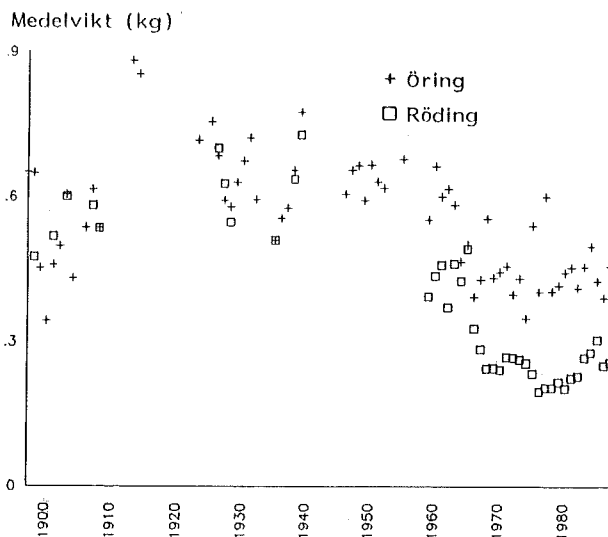
Medelvikt (kg)



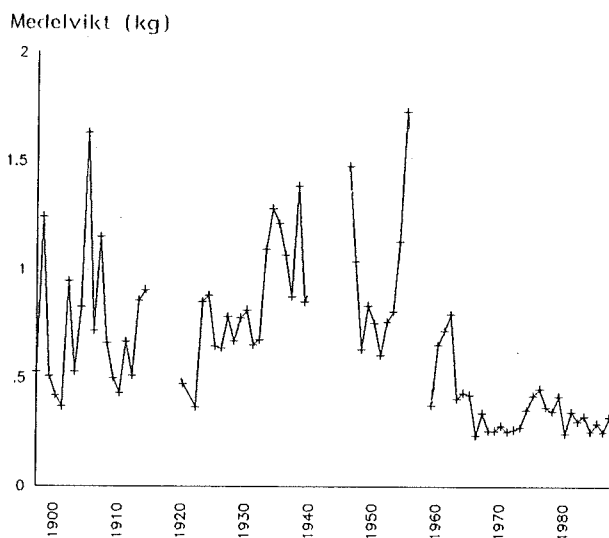
Figur 12. Medelvikt (kg) för öring fångad i Landverksströmmen i juli 1897-1987. Mean weight (kg) of brown trout caught in River Indalsälven at Landverk in July 1897-1987.

Vad gäller de allra största öringarna har medelvikten för dessa pendlat tämligen snävt kring 1.5 kg under hela tidsperioden (Figur 14). Devisen "det var bättre förr" gäller alltså inte för fisket i Landverksströmmen och denna del av Ånnsjön. Dock måste man fånga betydligt fler öringar idag för

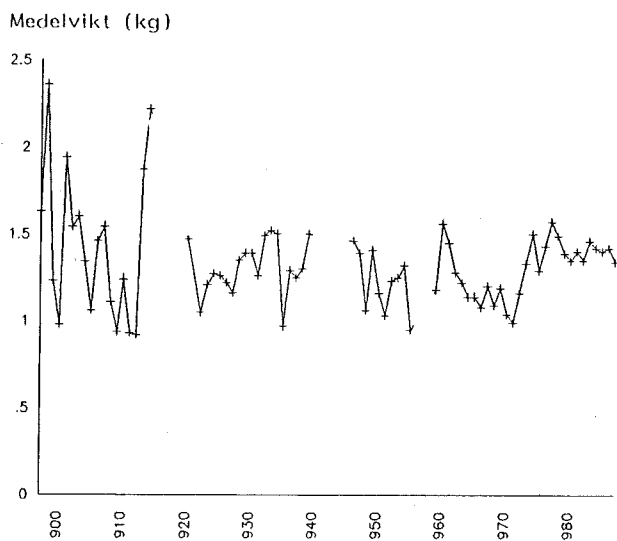
att uppnå samma medelvikt för de 10 största, vilket kan innebära att det blivit glesare mellan de riktigt stora fiskarna (Figur 15). Att notera är också att de flesta stora fiskarna idag fångas i strömmen. Så var inte fallet i början av seklet då de flesta stora öringarna togs i sjön.



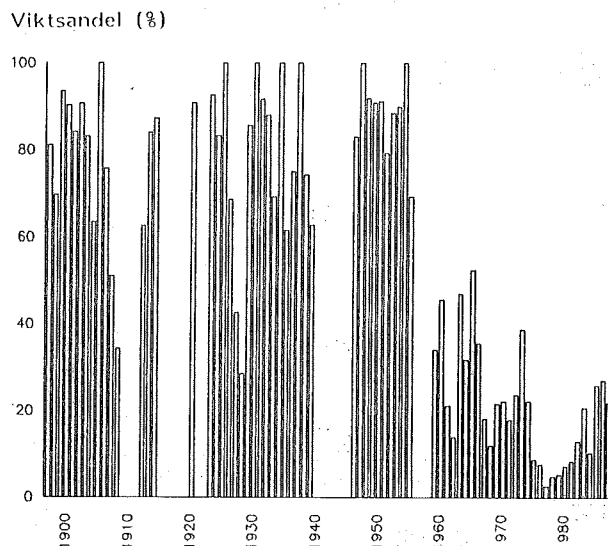
Figur 13. Medelvikt (kg) för öring respektive röding fångad i Ånnsjön i juli 1897-1987.
Mean weight (kg) of brown trout and arctic char caught in Lake Ånnsjön in July 1897-1987.



Figur 15. Medelvikt (kg) för de 10 största öringarna/100 fångade i Ånnsjön och Landverksströmmen i juli 1897-1987.
Mean weight (kg) of the 10 largest brown trout/100 caught in Lake Ånnsjön and River Indalsälven at Landverk in July 1897-1987.



Figur 14. Medelvikt (kg) för de 10 största öringarna fångade i Ånnsjön och Landverksströmmen i juli 1897-1987.
Mean weight (kg) of the 10 largest brown trout caught in Lake Ånnsjön and River Indalsälven at Landverk in July 1897-1987.



Figur 16. Viktsandel (%) öring av totalfångsten i Ånnsjön i juli 1897-1987.
Percentage brown trout of the total catch in weight in Lake Ånnsjön in July 1897-1987.

Artfördelning

De ökade fångsterna av röding i Ånnsjön under senare år avspeglas tydligt i artfördelningen (Figur 16). Såväl i vikt som i antal har andelen öring sjunkit från över 90% till under 40% under de senaste decennierna.

Andelen röding i fångsterna i strömmen har genomgående varit låg (under 5%) och redovisas därför inte.

SLUTSATSER OCH SPEKULATIONER

Den fångststatistik som redovisats representerar resultat av sportfiske under en period av 90 år. Sportfiskets inriktning, redskap m m har naturligtvis förändrats under denna tidsperiod. En del av de trender som kan utläsas ur statistiken kan därför delvis vara ett resultat av förändrat fiskebeteende och inte enbart faktiska förändringar i fiskbestånden. Tolkningarna av resultaten måste därför göras med försiktighet.

Fisket verkar ha varit tämligen stabil ur många synvinklar (fisketryck, totaluttag, medelvikt) t o m 1950-talet. Fiskarens utbyte varierar dock en hel del, framför allt under perioden före 1914. Dessa svängningar kan ha att göra med att relativt få personer fiskat varje år, vilket medför att den enskilde fiskarens beteende får stor betydelse. Efter 1959 ökar däremot antalet fiskare. Då blir också trenderna i fångststatistiken tydligare. Den mest markanta förändringen av fisket i Ånnsjön är att fångsterna av röding ökat kraftigt. Detta förklaras till en del av att fiskesäsongen förlängts sedan JLSK tog över fisket. Engelsmännen fiskade ju endast under juli och augusti, medan man numera pimpelfiskar under vårvintern. Pimpelfisket står dock bara för en mindre del av de ökade rödingfångsterna. De har ju ökat på ett likartat sätt även under juli månad. Andra orsaker är därför troliga:

- ökat intresse för rödingfiske
- bättre redskap
- en faktisk ökning av rödingbeståndet.

Flera av dessa faktorer kan naturligtvis samverka i större eller mindre grad, men mycket talar för att artbalansen förskjutits mot mer röding och mindre öring de senaste 30 åren. Visserligen kan det vara så att engelsmännen var mindre intresserade av röding och/eller hade sämre redskap men de fiskade onekligen efter röding och gjorde ibland goda fångster. Stopford har vissa år också anmärkt i fiskedagboken att rödingfisket varit dåligt. Vidare är det så att sportfiskaren också är intresserad av så goda fångster som möjligt. Det ökade intresset för rödingfiske är säkert ingen slump utan beror på att det ger bra resultat.

Nätfiskare som fiskar i Ånnsjöns västra del menar att artbalansen helt klart förskjutits mot mer röding och mindre öring. Sedan 1950-talet har antalet fiskerättsägare ökat, näten blivit avsevärt mer effektiva och fritiden utökats. Detta tillsammans har troligen lett till ett alltför intensivt nätfiske, vilket drabbat örningen hårt, eftersom den ofta håller till i strandnära områden där de flesta näten läggs. Dessutom är det lätt att stänga av tillrinnande bäckar för att fånga lekvandrande öringar. Rödingbeståndet har drabbats så till vida att en förskjutning skett mot flera individer, men med lägre medelvikt. Liknande erfarenheter av hårt nätfiske har gjorts i andra fjällsjöar (Svärdson 1976, Filipsson & Svärdson 1976). Förskjutningen har bl a att göra med att näten selektivt fångar större fisk och att predationstrycket på rödingen minskat p g a att de fiskätande öringarna blivit färre.

Med ledning av ovanstående skulle förändringarna i fiskbestånden i Ånnsjön som helhet de senaste 30 åren kunna beskrivas enligt följande:

1960-75: Ökande nätfisketryck och effektivare nät leder successivt till att öringbeståndet decimeras kraftigt medan rödingen gynnas antalsmässigt. Eftersom nätfisket är selektivt minskar rödingens medelvikt radikalt.

1975-87: Detta påverkar så småningom även sportfisket i Ånnsjöns östra del, som trots lågt nätfisketryck får vidkännas sämre fångster av öring och lägre medelvikter. En tendens till förbättring finns för de senaste åren, vilken möjligen kan förklaras av ökade restriktioner för nätfisket i Ånnsjöns centrala och västra delar.

Detta resonemang är naturligtvis inte invändningsfritt men stöds i stort av resultaten i denna undersökning. Motsvarande utveckling av fisket har registrerats i många fjällsjöar. De förändringar i fångstresultat som påvisats i Ånnsjöns östra del är antagligen betydligt mindre än i Ånnsjön i övrigt. Kanske är de också till största delen beroende av hur det fiskats i sjön som helhet. Detta eftersom nätfisketrycket i den östra delen varit lågt. Det är dock inte uteslutet att de ökade uttagen av öring i Landverksströmmen medverkat till den art- och storleksförskjutning som registrerats i fångststatistiken.

En faktor vars betydelse inte diskuterats är effekterna av de utsättningar av röding som gjorts i Ånnsjön under 1970-talet. Den röding som inplanterats har varit av en annan stam (från Storrensjön). Om dessa rödingar etablerat sig i Ånnsjön är okänt. Vidare vet man ingenting om deras interaktioner med Ånnsjöns ursprungliga rödingbestånd. Det är dock inte omöjligt att de introducerade rödingarna spelat en viss roll för fiske- och beståndsutvecklingen.

Fisket i Landverksströmmen har genom åren varit stabilt och håller än idag en mycket hög kvalitet. Trots att fisketrycket ökat markant sedan 1960-talet har inte utbytet per ansträngning försämrats. Få öringströmmar i Sverige torde kunna erbjuda liknande fångstmöjligheter. Medelvikten har dock sjunkit de senaste åren, vilket innebär att det inte är troligt att strömmen tål en ytterligare ökning av fisketrycket.

Orsakerna till att det goda strömfisket hittills kunnat upprätthållas är förmodligen tre:

1. Mycket begränsat nätfiske såväl uppströms (Ånnsjöns östra del) som nedströms strömmen.

2. Begränsningar för fisket (endast flugfiske tillåtet, minimimått, fångstbegränsning och begränsat antal fiskare).
3. Obetydlig miljöpåverkan, dvs ingen försurning, reglering eller omfattande rensning för flottning.

Sett i ett större perspektiv torde produktionsförutsättningarna i Landverksströmmen vara extremt goda eftersom den utgör Ånnsjöns utlopp (s k sjöutloppseffekt). Faktum är dock att många andra strömmar i den öring/rödingförande delen av Indalsälven skulle kunna erbjuda ett likartat fiske om fisketryck och inriktning ändrades. Det är ingen slump att fisket i denna del av Indalsälven idag är bäst i de vatten där sportfisket är reglerat och nätfisket mycket begränsat eller förbjudet.

Öring är en fiskart som drabbats hårt av vattenkraftutbyggnad, försurning och annan miljöförstöring. Många populationer har slagits ut helt och hållet. Av andra finns bara spillror kvar som kanske dessutom inte representerar ursprungspopulationen genetiskt sett. I de strömmar som återstår kan det vara svårt att kombinera fiske och fiskevård med bevarande av genetiska resurser. Utan anspråk på att jag gör en genetiskt korrekt bedömning, talar mycket för att öringen i Landverksströmmen förblivit tämligen opåverkad ur genetisk synvinkel. Sättet att fiska i Landverkstvatten skulle därmed kunna stå modell för hur man bevarar den genetiska resurs som en öringstam utgör, samtidigt som den nyttjas för sportfiske.

LITTERATUR

- Cappelen-Smith, D. 1935. Om engelska sportfiskare i Jämtland. Ur Jämtlands läns sportfiskeklubb. Festskrift till 25-årsjubiléet, Östersund. Red.: J. Wikström, R. Arbman & D. Cappelen-Smith.
- Filipsson, O. & G. Svärdson. 1976. Principer för fiskevård i rödingvatten. (English summary: Principles for the management of char population.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 79 p.

Nässén, G. 1960. Sir William Kennedy, en sportfiskets pionjär i Jämtland vid sekelskiftet. Ur Jämtlands läns sportfiskeklubb. Minnesskrift till 50-årsjubiléet 1960, Östersund. Red.: G. Nässén.

Svårdson, G. 1976. Interspecific population dominance in fishcommunities. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 56:144-171.

ENGLISH SUMMARY: THE SPORT FISHERY IN LAKE ÅNNSJÖN AND RIVER INDALSÄLVEN AT LANDVERK. CATCH STATISTICS FOR THE PERIOD 1897-1987

The eastern part of Lake Ånnsjön and River Indalsälven at Landverk, have almost exclusively been used for sport fishing since 1897. The lake is completely dominated by brown trout and arctic char and the river by brown trout only. Catch statistics have been recorded every year except during the world wars, 1920 and 1956-59. In the river, mainly fly fishing has been practiced while spin fishing has been most common in the lake. The fishing intensity has increased drastically since 1959. River fishing has always been most popular but in the last decades lake fishing has increased.

The total catch of brown trout and arctic char has increased from 100-300 kg before 1959 to more than 600 kg today. This is due to increased char catches in the lake and also, to some extent, enhanced trout catches in the river. Catch per effort (in weight) for brown trout in the river has been relatively stable over the years, but has decreased considerably in the lake since 1975. Considerably more char per effort (in weight) has been caught in the lake after 1960 than during the first half of the century. The share of brown trout in the lake catches has changed from over 90% to less than 40% over the last 30 years. The mean weight of brown trout has decreased slightly in the lake and in the river since 1959, while arctic char mean weight is halved during the same period.

The changes in mean weight and species composition of catches recorded in the catch statistics during the last decades are probably due to the increased use of gillnets in the central and western part of the lake. Gillnet fishing is very rare in the eastern part. In contrast to many other rivers in Sweden, brown trout fishing in the River Indalsälven at Landverk has been very stable over the years. This is probably due to strict fishing regulations and the negligible human impact on water quality and stream habitat.

Flodkräftans (Astacus astacus L.) populationsekologi i en oligotrof sjö i Blekinge

Per Nyström

Simontorps Akvatiska
Avelslaboratorium
270 35 BLENTARP

SAMMANFATTNING

Vid ett projektarbete inom Ekologilinjen vid Blekinge Läns Folkhögskola i Bräkne-Hoby har undersökts hur en flodkräftpopulation i en oligotrof sjö förhåller sig till abiotiska och biotiska faktorer. Undersökningen började i mitten av september 1987 och avslutades i slutet av juli 1988.

pH-värdet har varierat kring 6 med 6.6 som maximum- och 5.1 som minimumvärde. Mörtens lek skedde vid pH 5.7. Alkaliniteten har hela tiden varit under 0.1 mekv/l och metallhalterna har varierat stort både i sjön och dess tillrinningsbäck.

Bottenfaunans biomassa var liksom antalet organismgrupper störst vid 0.5 m djup, medan det inte förekom någon makrofauna djupare än 2 m.

Sjöbotten var till stor del täckt av dy, medan utbredningen av lång- och kortskottsväxter som hårslinga (*Myriophyllum alterniflorum*), notblomster (*Lobelia dortmanna*) samt braxengräs (*Isoetes lacustris*) var mycket begränsad.

Fångst per ansträngning (F/A) för abborre (*Perca fluviatilis*) var 15.5, medan F/A för mört (*Rutilus rutilus*) och gädda (*Esox lucius*) var 13.1 respektive 0.12. Ingen mört mindre än 18 cm fångades. Cladocera och insekter utgjorde huvudfödan hos abborre och mört. Mört hade dessutom till stor del konsumerat detritus men inga kräftor ingick i fiskfödan.

F/A för flodkräfta (*Astacus astacus*) var högst i början av undersökningen

(slutet av september) och vid 0.5-1 m djup under alla månaderna med ett maximalt värde på 1.5 som genomsnitt.

Antalet kräftor/m² beräknades vara betydligt färre än 1/m², inklusive årsynglen.

Hankräftorna hade en medellängd på 94.7 mm (carapaxlängd (C.L.)=49.2), medan motsvarande längd för honorna var 90.2 mm (C.L.=45.4). De mindre kräftorna erhöles uteslutande på djup grundare än 1 m.

Andelen kloskadade kräftor beräknades till 9% och konditionsfaktorn till ca 3.0. Tillväxten var ganska liten för årsklasserna 0+ till 3+.

Parningen skedde under en sexveckorsperiod och började vid en vattentemperatur på 10.5 °C. Kräftynglen kläcktes normalt i mitten av juni.

Hanarna ömsade skal i september 1987, juni och juli 1988 och honorna i juli månad 1988.

INLEDNING

Antalet svenska sjöar som innehåller vitala populationer av flodkräfta (*Astacus astacus* Linné) har sedan mitten av 1910-talet reducerats kraftigt. Orsakerna till minskningen kan vara många; några viktiga faktorer är kräftpest, försurning samt förekomst av mink och ål. Klimatet begränsar även utbredningen norrut (Abrahamsson 1972, Fürst 1986). Dessa faktorer i kombination med en felaktigt bedriven fiskevård har reducerat bestånden kraftigt. Eftersom flodkräftan sedan länge utgjort en viktig resurs både

ekonomiskt och ekologiskt, är det viktigt att undersökningar görs i olika typer av vatten för att vi skall kunna förstå olika faktorerers betydelse för flodkräftpopulationernas tillväxt och överlevnad.

Med ett väl genomfört provfiske enligt en standardiserad metod kan resultat från olika vattendrag och undersökningar jämföras (Appelberg och Odelström 1985).

Den undersökta sjön, Lillasjön, är en oligotrof sjö med en population av flodkräfta som under en längre tid varit utsatt för ett visst fisketryck. Dessutom finns det mört (*Rutilus rutilus*), abborre (*Perca fluviatilis*) samt en mindre population av gädda (*Esox lucius*) (Linden et al. 1986).

De biotiska faktorer som kan påverka en flodkräftpopulation är enligt Appelberg & Odelström (1984) bl a predation från fisk som abborre, mört och gädda. Fürst (1977) framhåller även mink och ål som starka predatorer på flodkräfta. Kannibalism är också en faktor som påverkar kräftpopulationen. Vidare kan det i oligotrofa sjöar ske en omstrukturering av ekosystemet med ändrat predationstryck och konkurrens som följd (Appelberg & Odelström 1984, Eriksson et al. 1982).

Temperaturen är en av de abiotiska faktorer som styr många ekologiska beteenden. Hos flodkräftan styr den bl a igångsättande av parningen (Fürst 1986, Westin & Gydemo 1986), kläckning och överlevnad hos yngel (Hessen et al. 1987, Abrahamsson 1971). Surhetsgraden i ett vatten påverkar bland annat reproduktiv framgång, skalömsning och motståndskraft mot sjukdomar (Fürst 1986).

Syftet med denna undersökning är att utifrån flera provfisken enligt Appelberg & Odelström (1985) undersöka en hitintills pestfri population av flodkräfta och dess beroende av abiotiska och biotiska faktorer. Följande huvudhypoteser formulerades:

A) Biotiska faktorer

1) Predation

Eftersom bl a abborre gynnas av oligo-

trof miljö (Svärdson & Nilsson 1985), bör den utöva ett predationstryck på flodkräftan, speciellt om kräftpopulationen är tät.

2) Konkurrens

Då oligotrofa sjöars ekosystem förändras på grund av försurning (Degerman & Nyberg 1987, Eriksson et al. 1982) bör de ändrade relationerna mellan bottenfauna, bottenflora och fisk innebära ändrat födoval hos kräftorna.

B) Abiotiska faktorer

1) pH

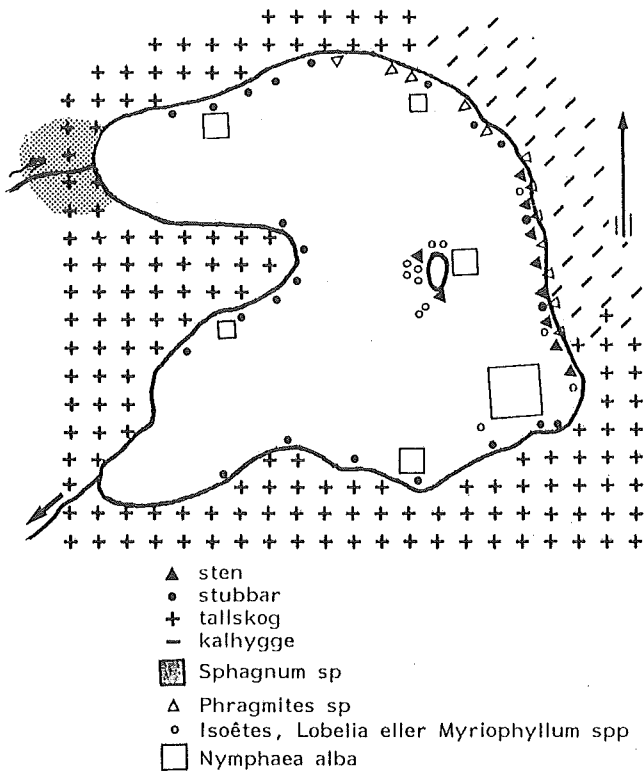
Då Lillasjön är en liten oligotrof sjö bör snösmältning och vårflod leda till ett lägre pH, som direkt eller indirekt påverkar bl a reproduktionen hos flodkräfta och mört. Enligt Fürst (1986) bör pH ej understiga 5.8 under snösmältningen för att romutvecklingen skall ske normalt hos flodkräftan.

2) Temperatur

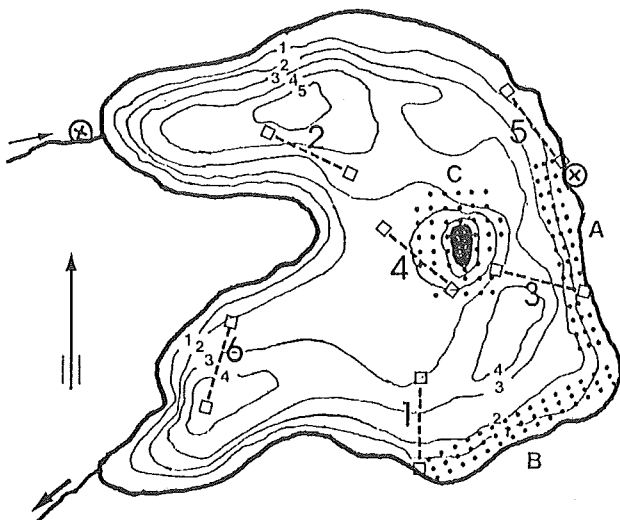
En kall sommar kan försena bl a kläckningen av yngel varvid skalömsning, könsmognad och aktivitet påverkas. Vidare bör överlevnaden av yngel vara liten vid försenad kläckning (Abrahamsson 1972). En varm höst bör försena parningen eftersom denna i regel inte sker förrän vid ca 8 °C (Fürst 1986). Parningen bör resultera i minskad födosöksaktivitet.

UNDERSÖKNINGSOMRÅDE

Lillasjön (Figur 1) ligger i Blekinge i södra Sverige (56°N, 15°Ö) i ett urbergsområde, 38 m över havet. Sjön är grund med ett medeldjup på 2.0 m (Linden et al. 1986). Runt sjön växer barrskog utom vid den östra sidan som domineras av kalhygge. Bottensubstratet är främst dy, men en del rötter, stubbar och sten förekommer, främst i de östra delarna. Utbredningen av makrofyter är begränsad och fr o m 2 m djup finns enbart dy som ibland täcks av en "algmatta". Flytbladsväxterna



Figur 1. Lillasjön har en sjöareal på 10 ha, medeldjup på 2.06 m och ett maxdjup på 5 m. Teoretisk omsättningstid för vattnet är 3.4 år (Linden et al. 1986). Bottenstratet är huvudsakligen dy och makrofytutbredningen är koncentrerad till området runt ön.



Figur 2. De tre olika lokalerna (A, B, C) fiskades med vardera 45 st mjårdar (•). Platserna för nätfångst (6 st) är markerade med siffror 1-6. De två platserna där analysvatten hämtats är markerade med (x).

domineras av vit näckros (*Nymphaea alba*), men gul näckros (*Nuphar lutea*) förekommer också. Utbredningen av lång- och kortskottsväxter är starkt begränsad och utgörs av hårslinga (*Myriophyllum alterniflorum*), notblomster (*Lobelia dortmanna*) samt braxengräs (*Isoetes lacustris*). Mossorna utgörs uteslutande av näckmossa (*Fontinalis* sp.), vars utbredning är begränsad till de grundare områdena. Vitmossa (*Sphagnum* spp.) förekommer ej på sjöbotten utan växer i liten omfattning vid strandkanterna och mera utbredd där tillrinningsbäcken mynnar i sjön.

Undersökningen omfattar den östra delen av sjön. Platserna för mjårdfångst och nätfångst redovisas i Figur 2.

Fältarbetet bedrevs under två perioder, höst och vår/sommar. Höstundersökningen genomfördes under tiden 870921-871124 och vår/sommarundersökningen under tiden 880307-880731.

MATERIAL OCH METODER

Vattenkemi

Vattenprov från 0.5 m djup har analyserats med jämna mellanrum under hela undersökningsperioden. Vattenproven har tagits vid botten på lokal A samt 30 m upp i tillrinningsbäcken (Figur 2). Alkaliniteten har bestämts genom titrering och syremättnad med en WTW OXI 92. pH-värdet har bestämts med en HACH-ONE pH-meter. Övriga abiotiska parametrar som bestämts är nitrat, koppar, järn, aluminium, kalcium, konduktivitet och temperatur. Dessa parametrar har i huvudsak analyserats med hjälp av en Hach spektrofotometer DR/EL 3.

Bottenfauna/flora

För att erhålla ett kvantitativt mått på de födoresurser som finns tillgängliga har provtagning skett på 0.5 m, 1 m och 2 m vid lokal A (Figur 2). Materialet har uppsamlats med hjälp av vattenhåv/skraphåv på en bestämd yta motsvarande 0.5 m² (Ekologisk metodik

1984). Provet fixerades därefter i etanol, varefter makrofaunans sammansättning och biomassa beräknades. Bottenfaunan i sjöns tillflödesbäck 30 m från Lillasjön har behandlats på motsvarande sätt.

Dykare har optiskt och med hjälp av kamera inventerat sjöbotten främst vid lokalerna A, B, och C (Figur 2).

Fisk

Provfiske har genomförts enligt Degerman & Nyberg (1987) vid tre olika tillfällena (870921, 880702, 880724) med sammanlagt 8 ansträngningar. Fisket skedde över en natt och provfiskenät med översiktslänk och 14 olika maskstorlekar har använts. Nätens placering framgår av Figur 2. Det erhållna materialet har bestämts till art och längd- och vikt-mätts. Därefter har fiskarnas maginnehåll från olika storleksklasser konserverats i etanol. Totalt har 43 mörtmagar, 78 abborrsmagar och en gäddmage analyserats. Dessutom har fördelningen av olika födoslag noterats.

Kräftor

Provfiske efter kräftor har skett med en så kallad standardmjärde (Westman et al. 1978) med olika maskstorlekar (10, 14, 21 mm). Fångst har skett på tre olika lokaler (Tabell 1, Figur 2) under perioden 870921-871121. Mjårdarna har placerats med 10 m mellanrum och har uteslutande betats med mört.

Varje mjärdes djup har noterats och vittjning har skett en gång under natten samt påföljande morgon.

Fiske för hand (FFH) har skett i litoralzonen med håv nattetid och dagtid. Vid dykning har dykaren plockat

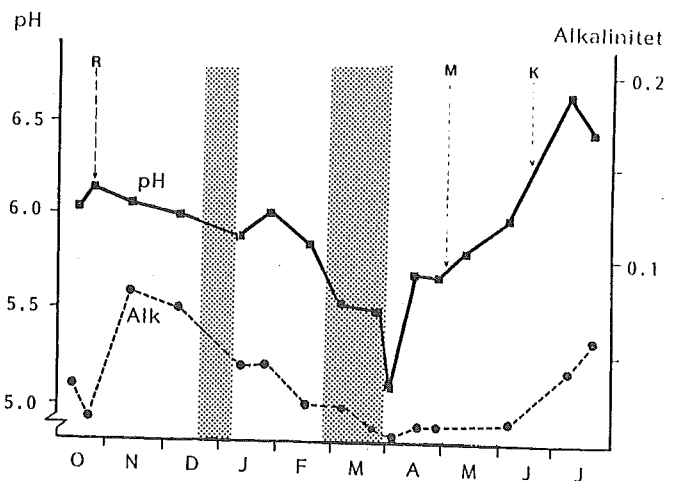
kräftor på lokalerna A och C (Figur 2). Yngeltäthet har uppskattats vid användning av vattenhåv/skraphåv (Ekologisk metodik 1984).

Samtliga kräftor större än 35 mm carapaxlängd (C.L.) har märkts enligt Abrahamsson (1965). Alla kräftor har mätts med skjutmått, vägts med 0.1 g noggrannhet, könsbestämts, och stadiet i skalömsningsfasen bedömts. Dessutom har skador och sjukdomar noterats. Omedelbart efter märkning och protokollföring har kräftorna återutsatts på samma plats.

RESULTAT

Vattenkemi

pH-värdet har varierat kring 6 vid lokal A. Vid romläggningen i oktober var pH-värdet 6.1 men sjönk till 5.1 i samband med snösmältningen i slutet av mars. Då mörtan lekte i slutet av april var pH-värdet 5.7 och i samband med kläckningen av kräfttyngel 6.2 (Figur 3). Det högsta uppmätta pH-värdet var 6.6 under juli månad. I tillrinningsbäcken har pH-värdet varierat kring 4.5



Figur 3. pH-värde (■) och alkalinitet (●) i Lillasjön under månaderna oktober-juli. Skuggat område visar den tid då sjön varit isbelagd. Tidpunkten för kräftans romläggning och kläckning samt mörtens lek anges med R, K respektive M.

Tabell 1. Fördelning av mjårdarna vid lokalerna A, B och C.

| Lokal | Mjårdantal | Maskvidd (mm) | | |
|-------|------------|---------------|----|----|
| | | 10 | 14 | 21 |
| A | 45 | 5 | 20 | 20 |
| B | 45 | 5 | 0 | 40 |
| C | 45 | 5 | 20 | 20 |

Tabell 2. Vattenanalysparametrar för Lillasjön och dess tillrinningsbäck (värden angivna inom parentes) under peiroden 871013-880723. Sjön var isbelagd under två perioder (skugga område). Parametrarna som redovisas är temperatur (T), pH, alkalinitet (ALK), konduktivitet (Kond.), aluminium (Al), järn (Fe), syrgashalt (O₂), syrgasmättnad (O₂M), kalcium (Ca) och färgtal.

| Datum | Para- meter | T (°C) | pH | ALK (mekv/l) | Kond. (µS/m) | Tot-Al (mg/l) | Fe (mg/l) | Cu (mg/l) | NO ₃ (mg/l) | dH ^o | O ₂ (mg/l) | O ₂ M (%) | Ca (mg/l) | Färg (mgPt/l) |
|--------|----------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| 871013 | | 11 | 6.0 | 0.03 | 48.2 | 0.07 | 0.18 | 0.055 | | | | | | 40 |
| 871021 | | 10 | 6.15 | 0.01 | | 0.02 | | | | | | | | |
| 871110 | | 4 | 6.1 | 0.08 | | 0.02 | | | | | | | | |
| 871114 | | 4 | 6.0 | 0.06 | | 0.02 (0.12) | 0.18 | 0.085 | | | | | | |
| 871201 | | 1 | 6.05 (4.7) | 0.07 (0) | | | 0.2 (0.49) | | | | | | | |
| 880108 | | 3 | 5.9 (4.45) | 0.04 (0) | | | | | | | | | | |
| 880120 | | 1.5 | 6.0 (4.6) | 0.04 (0) | | 0.06 (0.51) | 0.25 (0.47) | 0.06 (0.045) | | | | | | |
| 880216 | | 2 | 5.85 (4.35) | 0.02 (0) | | 0.12 (0.52) | 0.10 (0.19) | | | | | | | |
| 880307 | | | 5.55 (4.3) | 0.02 (0) | | 0.08 (0.47) | 0.25 (0.3) | 0.19 (0.11) | 0.8 (0.7) | | | | | |
| 880323 | | 2 | 5.5 (2) | <0.01 (4.45) | | 0.13 (0.50) | | | | | | | | |
| 880330 | | 3 | 5.10 | | | | | | | | | | | |
| 880411 | | 11 (18) | 5.7 (4.45) | <0.01 (0) | | 0.07 (0.22) | 0.22 (0.28) | 0.11 (0.09) | | | | | | |
| 880419 | | 12 (12) | 5.7 (4.5) | <0.01 (0) | | 0.12 (0.53) | | | | | | | | |
| 880508 | | 15 (13) | 5.8 (4.6) | | | 0.08 | | | | | | | | |
| 880603 | | 18 (14) | 6.0 (4.95) | 0.02 (0) | | | 0.14 (1.5) | 0.15 (0.05) | | | | | | 20 (150) |
| 880703 | | 23 | 6.55 | 0.04 | | | | | | | | 101 | | |
| 880715 | | 22 (18) | 6.45 | 0.06 | 75 | | | | 2 | | | | 7.6 | |
| 880723 | | 21 (18) | 6.6 (4.7) | 0.04 (0) | 72 (90) | 0.03 (0.26) | 0.18 (0.77) | 0.04 (0.06) | | | 8.9 (5.5) | 99 (57) | | |

med 5.0 som högsta och 4.3 som lägsta värde (Tabell 2).

Alkaliniteten var i medeltal 0.03 mekv/l (sd=0.02, n=16) vid lokal A med 0.08 som högsta värde i november och närmare 0 i mars (Figur 3). Alkaliniteten i tillrinningsbäcken var hela tiden 0.

Metallhalterna har varierat mycket i både tillrinningsbäcken och sjön. Högst uppmätta värden i sjön var 0.13 mg aluminium/l, 0.25 mg järn/l och 0.19 mg koppar/l, medan motsvarande värden i tillrinningsbäcken var 0.53, 1.5 och 0.11 mg/l. Övriga parametrar redovisas i Tabell 2.

Bottenfauna

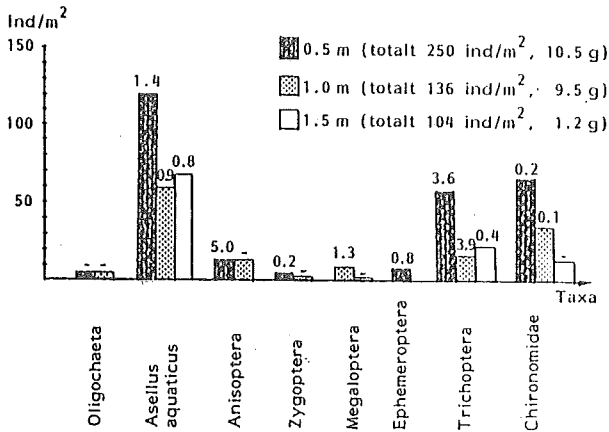
Antalet organismgrupper och biomassa var störst vid 0.5 m djup och dominerades av Anisoptera som utgjorde 5 g/m² (48%) följt av Trichoptera som utgjorde 3.6 g/m² (34%). Sötvattengräsuggan (*Asellus aquaticus*) var också vanlig och utgjorde 1.4 g/m² (14%) (Figur 4).

Vid 1 m djup utgjorde Trichoptera huvuddelen av biomassen vilket motsvarar 3.9 g/m² (41%). Anisoptera och Zygoptera utgjorde tillsammans 3.3 g/m² (35%). Megaloptera och *Asellus aquaticus* utgjorde vardera 1.3 g/m² (14%) och 0.9 g/m² (10%) (Figur 4).

Asellus aquaticus dominerade på 1.5 m djup med en biomassa på 0.8 g/m² (67%), liksom Trichoptera med en biomassa på 0.4 g/m² (33%).

På 2 m djup erhöles ingen makrofauna.

I tillrinningsbäcken, 30 m från sjön, dominerade fåborstmaskarna (Oligochaeta), vilka utgjorde 4 g/m² (52%) på 0.5 m djup. Sötvattengräsuggan var också vanlig och utgjordes av stora individer (3.2 g/m²). Chironomidae och Trichoptera förekom sparsamt (Figur 5).



Figur 4. Fördelning av antalet organismer och biomassa på skilda djup på lokal A. På 2.0 m djup erhöles ingen makrofauna. Biomassen anges i gram ovanför staplarna.

Provfiske efter fisk

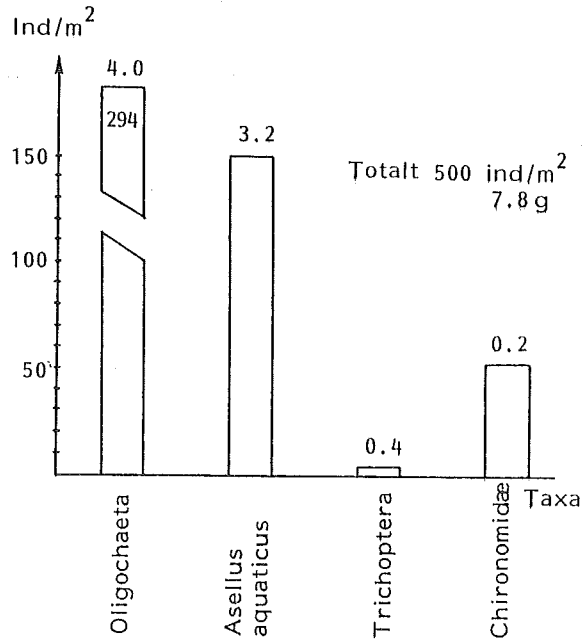
I genomsnitt vid de åtta nätansträngningarna var F/A för abborre 15.5 (n=124), för mört 13.1 (n=105) och gädda 0.1 (n=1).

Vid de tre nätansträngningarna i september erhöles 53 abborrar, 38 mörtar (Figur 6) och en gädda. Abborrarna hade en medellängd av 149 mm (standardavvikelse (sd)=24.5) och en medelvikt av 38.2 g (sd=20.0). Motsvarande värden för mört var 232 mm (sd=23.6) och 134 g (sd=41.0).

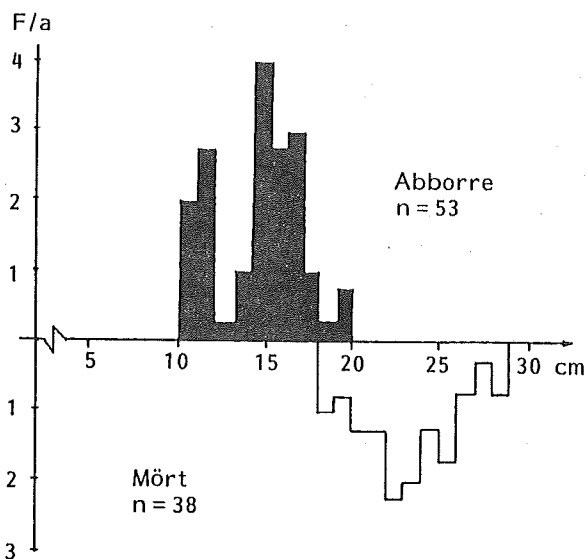
Vid de fem nätansträngningarna under juli erhöles 71 abborrar och 67 mörtar (Figur 7). Abborrarna hade en medellängd av 151 mm (sd=26.2) och en medelvikt av 46.1 g (sd=23.1). Motsvarande värden för mört var 235 mm (sd=17.6) och 148 g (sd=36.5).

Det var ingen signifikant skillnad i medellängd mellan fiskarna fångade på hösten jämfört med de som fångades under sommaren (t-test).

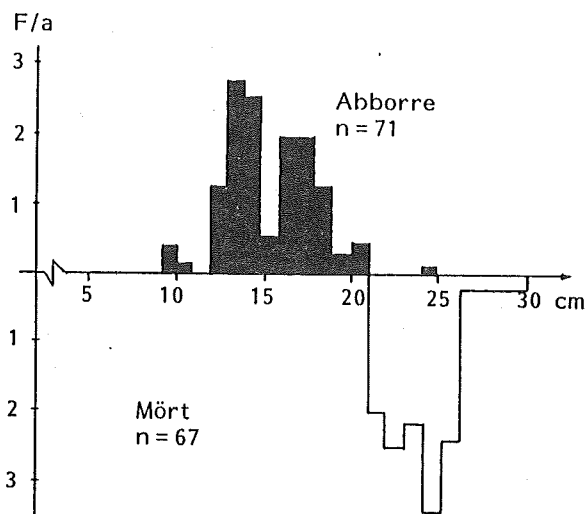
Vidare erhöles 35 fiskar och 2.8 kg fisk vid nätplats 3 i september vid en ansträngning (Figur 2). Motsvarande värden för juli var 24 fiskar (2.7 kg).



Figur 5. Fördelning av antalet organismer och biomassa i tillrinningsbäcken på 0.5 m djup. Biomassen anges i gram ovanför staplarna.



Figur 6. Fångst/ansträngning (F/A) för abborre och mört under september månad. F/A är angivet i förhållande till längdintervall om 1 cm total-längd och är beräknat på 3 st nät-ansträngningar över en natt.



Figur 7. F/A för abborre och mört under juli månad. F/A är angivet i förhållande till längdintervall om 1 cm total-längd och är beräknat till 5 st nätansträngningar över en natt.

Tabell 3. Födoval hos abborre (*Perca fluviatilis*) och mört (*Rutilus rutilus*) inom storleksintervallerna 10-15, >15 cm respektive <25 cm och >25 cm. Födovallet anges dels som individantal (I) och dels som biomassa (B). Klassificeringen av födovallet har skett enligt modellen:

++ mycket vanlig eller mycket stor viktprocent
 + vanlig eller stor viktprocent
 +- förekommande eller betydande viktprocent
 - ovanlig eller liten viktprocent
 -- mycket ovanlig eller mycket liten viktprocent
 0 saknas

| | september | | juli | | september | | juli | | |
|-------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----|
| | ABBORRE | | | | MÖRT | | | | |
| | 10-15 cm n=30 | >15 cm n=23 | >15 cm n=25 | >15 cm n=25 | <25 cm n=30 | >25 cm n=7 | >25 cm n=5 | >25 cm n=5 | |
| | I | B | I | B | I | B | I | B | |
| Detritus | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | ++ | + | | |
| Bosmina sp. | ++ | ++ | + | - | + | - | - | -- | 0 |
| Övr. Cladocera | - | -- | - | -- | 0 | | | | 0 |
| Megaloptera | -- | - | +- | + | + | + | -- | - | - |
| Trichoptera | -- | - | 0 | | + | + | -- | - | ++ |
| Chironomidae | - | +- | + | +- | + | +- | + | +- | - |
| Anisoptera | -- | - | 0 | | +- | + | 0 | | 0 |
| Zygoptera | 0 | | 0 | | -- | - | 0 | | 0 |
| Diptera | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | - |
| Fisk | 0 | | -- | - | - | - | 0 | | 0 |
| Hydracarina | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | -- |
| Asellus aquaticus | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Astacus astacus | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Leptophlebia vespertina | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | -- |

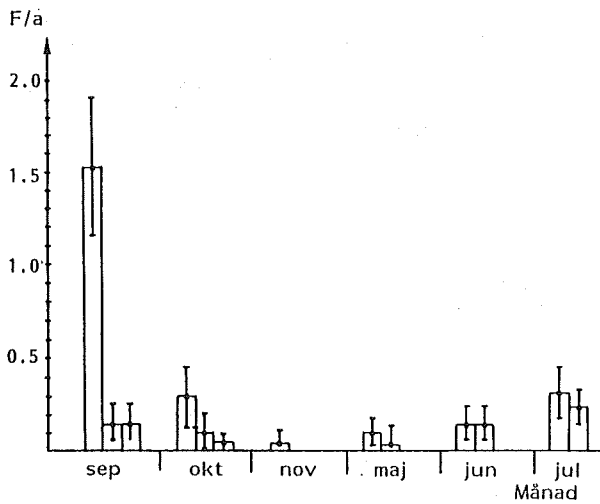
Abborrarna hade huvudsakligen konsumerat små kräftdjur och chironomidlarver (Tabell 3).

Födoalet hos mört dominerades av detritus, även om små kräftdjur och fjädermygglarver (Chironomidae) utgjorde ett viktigt födoinslag (Tabell 3).

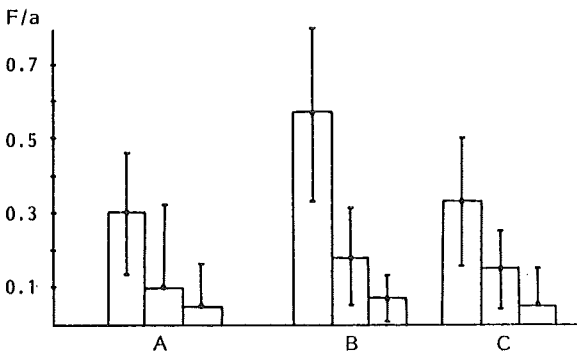
Inga kräftor hittades i magarna.

Provfiske efter flodkräfta

Fångst/ansträngning (F/A) av kräfta varierade inom de olika lokalerna. F/A var högst i början av undersökningen, det vill säga i slutet av september, och var högst på 0.5-1 m djup under alla månaderna, även om variationen

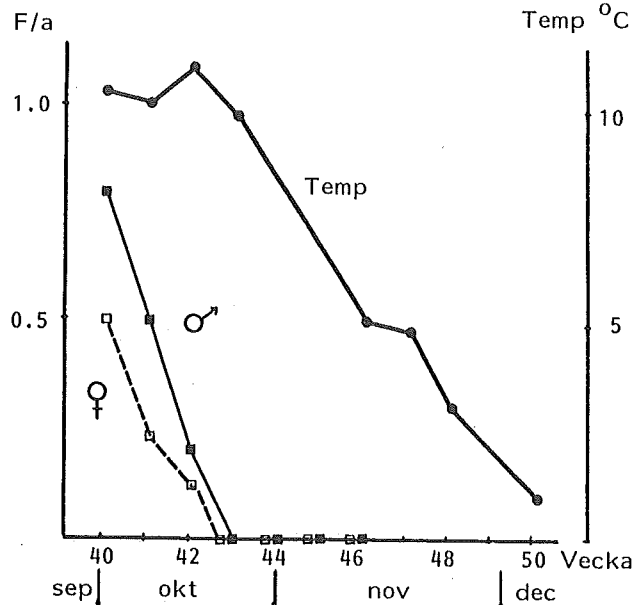


Figur 8. F/A vid lokal A under hela undersökningsperioden. Medelvärde \pm standardavvikelse för djupintervallen 0.5-1, 1-2 och 2-3 m.

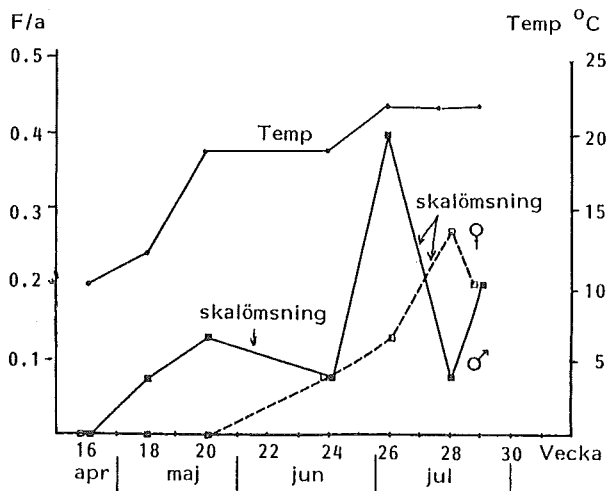


Figur 9. F/A vid lokalerna A, B och C under oktober månad. Medelvärde \pm standardavvikelse för djupintervallen 0.5-1, 1-2 och 2-3 m.

var stor mellan olika mjärdar (Figur 8-9). Efter vecka 42, 1987, erhöles inga kräftor i mjärdarna; vattentemperaturen var då 10 °C (Figur 10). Efter vintern erhöles den första mjärdfångade kräftan under vecka 18, 1988, vid en vattentemperatur om 13 °C (Figur 11). F/A varierade därefter mycket för både hanar och honor.



Figur 10. F/A av kräftor för perioden hösten/vintern 1987. F/A vid lokal A för hanar (♂) och honor (♀) avsett mot veckan då fångsten gjordes. Vattentemperaturen redovisas som ett medelvärde veckovis.



Figur 11. F/A av kräftor för perioden våren/sommaren 1988. F/A vid lokal A för hanar (♂) och honor (♀) avsett mot veckan då fångsten gjordes. Vattentemperaturen redovisas som ett medelvärde veckovis.

Antalet kräftor/m² på lokal A var 0.17 enligt Schnabels metod (Laurent & Vey 1986). Populationstätheten beräknades utifrån 7 st fångstillfällen med mjärdar och ett för hand under hösten 1987 (Tabell 4). Vid motsvarande undersökning sommaren 1988 gjordes endast enstaka återfynd av märkta kräftor. Andelen årsyngel vid lokal A var mindre än 1/m² och inga yngel fanns djupare än 1 m. Populationsstätheten var sålunda låg.

Mjärdfiskade hankräftor hade en medellängd av 94.7 mm (C.L.=49.2 mm) medan motsvarande längd för honorna var 90.2 mm (C.L.=45.4 mm) (Tabell 5). Skillnaden är signifikant enligt t-test (p<0.001, t=4.7). Andelen hanar över 90 mm var 78.6% och andelen honor var 56.2%.

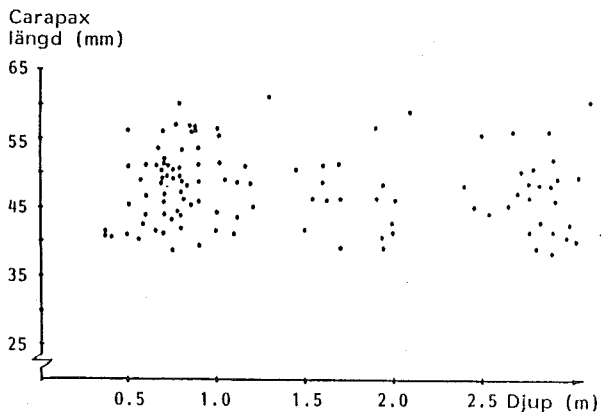
Kräftor större än 35 mm C.L. erhöles på alla djup vid mjärdfiske och fiske för hand (Figur 12,13). De mindre kräftorna erhöles uteslutande grundare

Tabell 4. Kräftpolutionens storlek (N) beräknad för lokal A under höstundersökningen enligt Schnabels metod (Laurent et al. 1986). Beräkningen är gjord utifrån 8 fångstillfällen varav det senaste är gjort för hand (FFH). Ytan är 3 000 m².

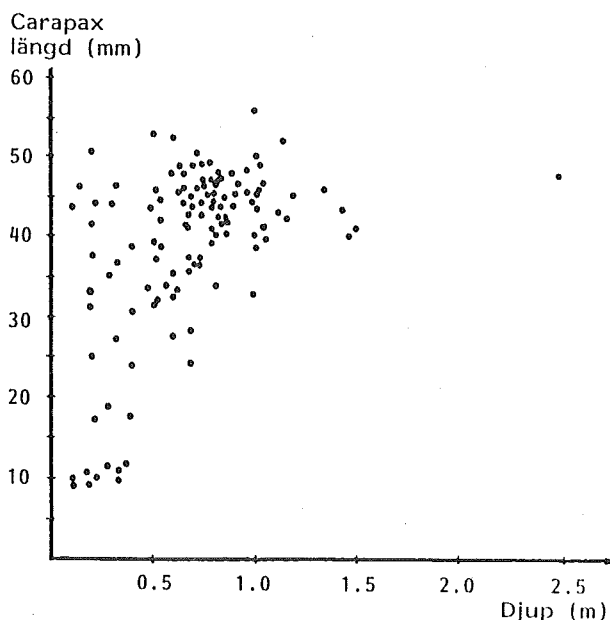
| | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Fångstnummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8FFH |
| Datum | 0922 | 0928 | 0930 | 1006 | 1007 | 1013 | 1102 | 1109 |
| Antal fångade (A) | 8 | 22 | 6 | 18 | 6 | 4 | 1 | 37 |
| Antal märkta (B) | 0 | 8 | 30 | 36 | 54 | 60 | 64 | 65 |
| A x B | 0 | 176 | 180 | 648 | 324 | 240 | 64 | 2405 |
| Sa A x B | 0 | 176 | 356 | 828 | 972 | 564 | 304 | 2469 |
| Antal återf. (C) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $p = \frac{\text{summan A} + \text{B}}{\text{summan C} + 1}$ | - | 88 | 178 | 276 | 324 | 141 | 76 | 494 |
| Individ/m ² | - | - | - | - | - | - | - | 0.17 |

Tabell 5. Medellängd i mm för hanar och honor vid mjärdfiske i Lillasjön. Variationskoefficienten (vk) anges i procent. De minimala och maximala individlängderna för könen anges.

| kön | n | x | sd | min | max | vk |
|------|----|------|------|------|-------|-----|
| hane | 84 | 94.7 | 9.34 | 74.0 | 117.1 | 9.8 |
| hona | 73 | 90.2 | 7.44 | 74.0 | 108.0 | 8.2 |



Figur 12. Carapaxlängd för mjärdfångade kräftor under hela undersökningsperioden avsatta mot fångstdjupet.



Figur 13. Carapaxlängd för kräftor fiskade för hand (n=125) under hela undersökningsperioden avsatta mot fångstdjupet.

Tabell 6. t-värden vid jämförelse av carapaxlängd mellan hanar och honor fångade med mjärde i oktober och juli samt för hand i november. Signifikantnivå anges med: *(p<0.05), **(p<0.01), ***(p<0.001) eller NS (icke signifikant). Medelvärden, standardavvikelse och antal fångade kräftor är också angivna.

| | okt hane | nov hane | jul hane | okt hona | nov hona | jul hona |
|--------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| okt hane | - | 7.19 *** | 1.92 NS | 4.86 *** | 6.08 *** | 3.28 *** |
| nov hane | - | - | -7.19 *** | -2.89 *** | 0.05 NS | -3.98 *** |
| jul hane | - | - | - | 1.88 NS | 4.95 *** | 0.43 NS |
| okt hona | - | - | - | - | 2.77 *** | -1.96 NS |
| nov hona | - | - | - | - | - | -5.99 *** |
| Medelvärde | 50.1 | 42.0 | 46.8 | 44.8 | 41.9 | 46.3 |
| Standardavv. | 5.53 | 4.70 | 5.38 | 3.94 | 2.97 | 3.32 |
| Antal | 42 | 40 | 13 | 36 | 36 | 18 |

än 1 m (Figur 13). Vid lokal A fångades kräftor för hand inom två olika djupområden. Grundare än 0.5 m var medellängden (C.L.) 22.0 mm (sd=12.3, n=22) och på större djup 42.2 mm (sd=3.7, n=41). Variationskoefficienten:

$$vk = \frac{sd}{\bar{x}} \times 100$$

var för hanarna 9.8 och 8.2 för honorna.

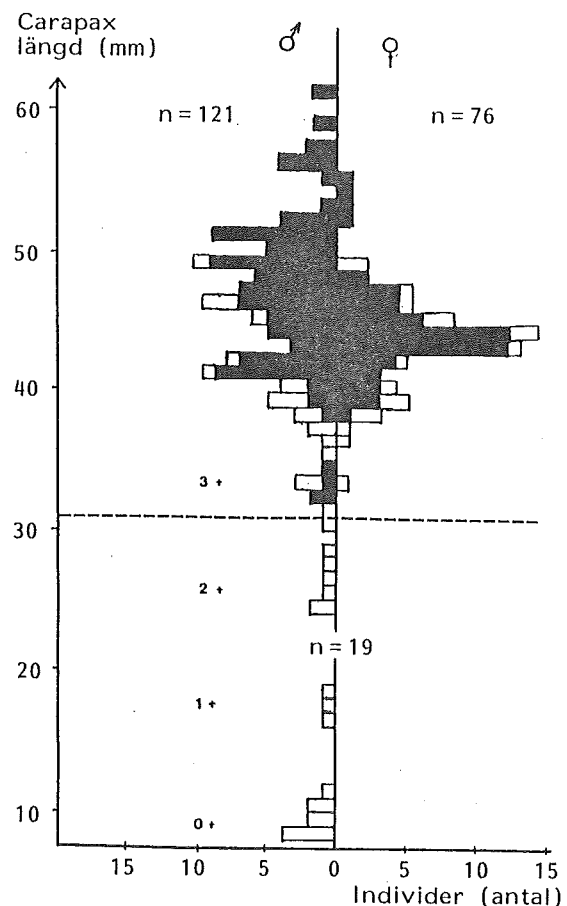
Vid storleksjämförelse mellan hanar och honor var hanarna signifikant större i oktober, medan det inte förelåg någon skillnad mellan könen i november (fiske för hand) och i juli. Både hanar och honor var signifikant mindre i november (Tabell 6).

Vid indelning av höstfiskade hanar respektive honor i klasser om 1 mm C.L. erhålles en längdfördelning och subjektiv åldersfördelning (Figur 14).

Konditionsfaktorn (A) är beräknad ur sambandet vikt=längd³ x A. Hanarna hade enligt t-test signifikant större konditionsfaktor än honorna. (p<0.001, t=8.1). Hanarnas konditionsfaktor var 3.2 (sd=0.35, n=155) medan honornas var 2.9 (sd=0.27, n=106).

Det exponentiella sambandet mellan längd och vikt kan även transformeras till: log vikt (g) = a x b log C.L. (mm). Sambandet mellan vikt och C.L. var enligt korrelationsanalys signifikant för både honor och hanar (p<0.001). Hanarnas vikt var större än honornas i förhållande till längden (Figur 15 och 16).

Andelen kloskadade hankräftor var 8.3% (n=156) och andelen kloskadade honkräftor 12.6% (n=111) vilket totalt ger 9.0% kloskadade kräftor (n=267).

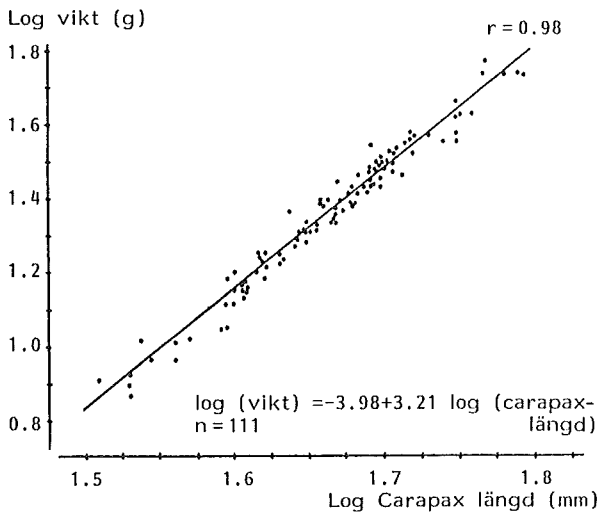


Figur 14. Antal höstfiskade hanar och honor fördelade inom olika carapaxlängdintervaller. Varje intervall är 1 mm. Kräftor <31 mm (carapaxlängd) är inte könsbestämda. Andelen köns mogna kräftor är markerat med svart. Subjektivt bedömda åldersklasser är markerade från 0+ till 3+. Längdklasserna, som beräknats för hanarna, har följande värde: 0+=9.65±1.62 mm, 1+=18.0±1.64 mm, 2+=24.5±0.15 mm, 3+=33.3±0.50 mm (medelvärde ±95% konfidensintervall).

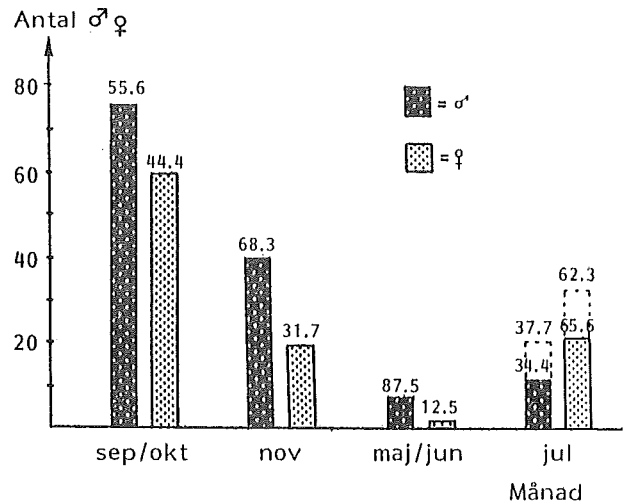
Den procentuella könsfördelningen för kräftor fångade med mjärde och för hand varierade under alla månaderna. Hanarna utgjorde mer än 50% i fångsterna under alla månader utom i juli, då de utgjorde mellan 30 och 40% (Figur 17).

Parningen började vecka 40, 1987 och var avslutad vecka 47. De först parade

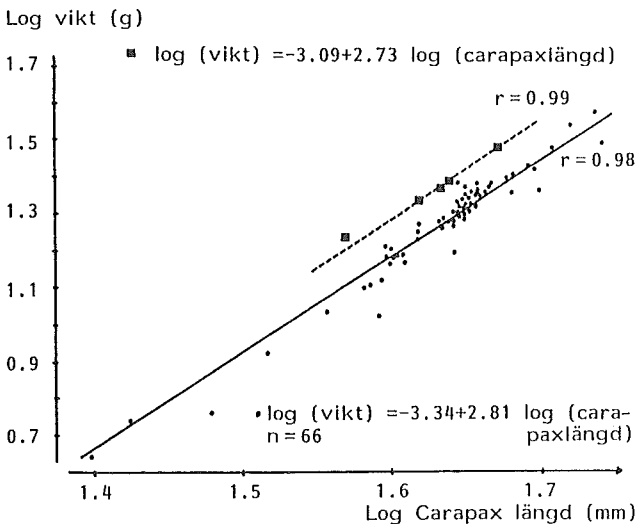
honorna (med spermatoforer fästade under stjärten), erhöles i mjärdarna under vecka 40. Andelen parade honor var vid lokal A 8% vid vattentemperaturen 10.5 °C (Figur 18). Inga rombärande honor erhöles i mjärdarna vare sig under höst- eller vår/sommarundersökningen utan observerades bara vid övrigt fiske.



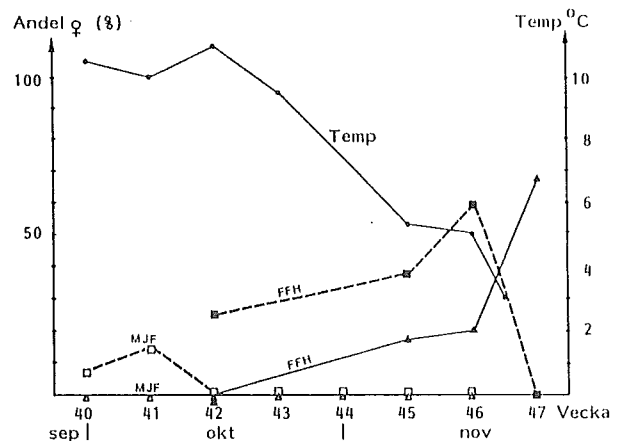
Figur 15. Sambandet mellan carapaxlängd och vikt för höstfiskade hanar är enligt korrelationsanalys signifikant ($r=0.98$).



Figur 17. Antal hanar och honor vid fångst med mjärde (september/ oktober, maj/juni och juli) samt fiske för hand (november och streckad stapel i juli). Den procentuella könsfördelningen anges ovanför staplarna.



Figur 16. Sambandet mellan carapaxlängd och vikt för höstfiskade honor är enligt korrelationsanalys signifikant ($r=0.98$). Sambandet för rombärande honor är beräknat på 5 kräftor och anges med en streckad linje.

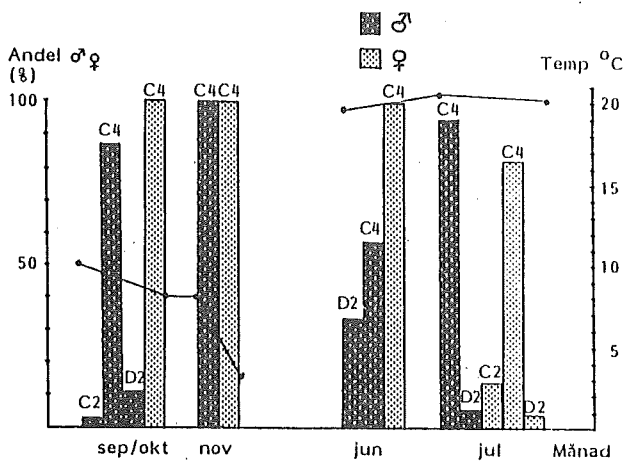


Figur 18. Andelen parade kräftor (lokal A) vid mjärdfiske (□) samt fiske för hand (▨), avsatta mot veckan då fångsten gjordes. På motsvarande sätt anges andelen rombärande honor vid mjärdfiske (▴) samt fiske för hand (▴). Antalet kräftor vid fiske för hand var v 42 12 st, v 45 11 st, v 46 5 st och v 47 3 st. Temperaturen anges som ett medelvärde veckovis.

I vecka 47 utgjorde de 67% av de erhållna honorna (n=3) (Figur 18).

Kläckningen av yngel skedde i mitten av juni, då en hona med ett 40-tal yngel i stadie 2 observerades. Den 2 juli erhöles den första honan som släppt sina yngel (trådar kvar vid simfötterna).

I slutet av september samt i november erhöles endast kräftor som var färdigömsade (C4-stadiet). Under oktober, juni och juli erhöles en del hanar som ömsade skal, vilket också gällde för honorna i juli månad (Figur 19).



Figur 19. Andelen hanar och honor i olika skalömsningsfaser enligt Appelberg & Odelström (1985). Värdena anges månadsvis och könsvis. Ovanför staplarna anges ömsningsfas där C4 är det färdigömsade stadiet. Temperaturen anges i början och slutet av respektive månad.

DISKUSSION

Oligotrofieringsgraden i Lillasjön

En ökad grad av försurning medför förändringar i ekosystem utan att det för den skull behöver innebära någon akut fara. I Lillasjön märktes dessa förändringar på olika sätt. När det gäller utbredningen av makrofyter var den klart begränsad (Figur 1) och vid ca 2 m djup fanns enbart dy som täcktes av en "grönalgs matta", vilket är vanligt i försurningshotade sjöar (Eriksson et al. 1982). Nedbrytningen var dessutom starkt hämmad i sjön vilket också är vanligt i försurningsskadade sjöar (Svärdson & Nilsson 1985).

Bottenfaunan indikerar också en viss anpassning till en ökad försurningsgrad i och med närvaron av mer försurnings-tåliga arter som sötvattengråsuggan *Asellus aquaticus* och nymfer av dagsländan *Leptolebia vespertina* (Mossberg & Nyberg 1979). Enligt Svärdson & Nilsson (1985) är Anisoptera och Megaloptera försurningståliga grupper. Dessa återfanns också i Lillasjön, där deras biomassa utgjorde en stor andel (Figur 4).

Fiskfaunans sammansättning indikerar också förändringar som kan ha sin förklaring i försurningsskador. Vid provfiskena fångades ingen mört under 180 mm längd, vilket överensstämmer med de resultat Linden et al. (1986) erhöles. Svärdson & Nilsson (1985) hävdar att reproduktionen av mört störs vid pH-värde under 5.5, medan abborre klarar sig ned till 4.5. År 1988 lekte mörtarna vid pH 5.7 (Figur 3), varför åtminstone en del av reproduktionen kan ha lyckats. Vid ett enkelt akvarieförsök kläcktes rommen normalt i vatten från Lillasjön. Storleken på mörtarna i Lillasjön var i medeltal 228 mm, vilket innebär att sjön är jämförbar med de 13% av 110 undersökta sjöar i Sverige som har mörtar över 200 mm (Degerman & Nyberg 1987).

Födovallet hos fiskarterna kan också beskriva en förändring i sjöns ekosystem. Födovallet hos abborre bestod främst av Cladocera i form av *Bosmina* sp. och Chironomidae. De större abborrarna hade dessutom ett större inslag av Megaloptera och Trichoptera på bekostnad av Cladocera. Till skillnad från abborren utgjordes en stor del av mörtens föda av detritus. De större mörtarna hade även inslag av insekter som Megaloptera och Trichoptera på bekostnad av Cladocera och Chironomidae i födan. Varken abborre eller mört utnyttjade kräfta, fisk eller sötvattengråsuggan i nämnvärd utsträckning (Tabell 3).

De funna resultaten överensstämmer i stort med de från Össasjön, Hjertasjön och Rottnen med en skillnad, nämligen att i de sistnämnda sjöarna ingick Ephemeroptera förutom Cladocera och Chironomidae som viktiga födo-inslag hos abborre och mört (Appelberg &

Odelström 1984). Avsaknaden av Ephemeroptera i Lillasjön kan bero på den ökade försurningen. Det verkar dessutom som om de större abborrarna inte har tillgång till bytesfisk, vilket annars är ett vanligt inslag i dieten (Stenson 1979). Detta beror troligtvis på avsaknaden av mindre mörtar och därmed tvingas abborren till att äta insekter i ökad omfattning. Avsaknaden av större insekter djupare än 1 m kan vara ett resultat av ökad predation från fisk (Figur 4).

Under provtagningsperioden var dock fiskbiomassan i sjön ganska stor. Vid undersökningen som Degerman & Nyberg (1987) gjorde i 110 försurade och kalkade svenska sjöar erhöles i genomsnitt en medelvikt på 0.95 kg/ansträngning och 20 fiskar. För Lillasjön är motsvarande siffra för nätplats 1 ca 2.8 kg/ansträngning och 30 fiskar (Figur 2).

Är F/A representativt för flodkräftpopulationen?

F/A av kräftor var störst i slutet av september för att sedan minska successivt till noll i november (Figur 8). Det maximala värdet 1.53 som erhöles vid lokal A är lågt jämfört med motsvarande värden från Askesjö (1.93), Hjertasjön (3.01) och Rottnen (6.52) (Appelberg & Odelström 1985). Orsaken till det låga värdet på F/A kan bero på flera faktorer. En faktor är att populationstätheten är låg. I Lillasjön var den betydligt mindre än 1 kräfta/m².

Det finns dock faktorer som påverkar den aktiva andelen kräftor och därmed också F/A och den beräknade populationstätheten. Låg temperatur medför minskad aktivitet hos de växelvarma organismerna och flodkräftan utgör inget undantag. Komplexa rörelsemönster kommer att inhiberas vid låga och höga temperaturer, vilket innebär att t ex flyktreflexen fungerar på bekostnad av andra rörelser (Kivivuori 1980). Den begränsade rörelseförmågan inträffar inte hos kräftorna förrän vid temperaturer under 5 °C, vilket därför inte förklarar det sjunkande värdet på F/A i slutet av september och oktober. Temperaturen i september och oktober var

ca 10.5 °C och F/A sjönk ändå fast temperaturen var konstant (Figur 10). Troligtvis beror minskningen av F/A till stor del på att parningen hade startat, vilket i sin tur reducerar födosöksaktiviteten. Andelen parade honor var vid lokal A 8% i slutet av september.

En annan indikation på att födosöksaktiviteten minskar till följd av parningen är att det vid dykningen i samband med mjärdfisket i slutet av september (lokal C) observerades ett trettiotal kräftor på en yta av 150 m² (0.20/m²), medan F/A för samma område var 0.33 (0.025/m²).

En faktor som kan ge ett missvisande värde på F/A är kräftornas skalömsningscykel. Abrahamsson (1983) menade att kräftorna ej kan förflytta sig på ungefär en vecka i samband med ömsningen. I Lillasjön var det troligtvis endast ett fåtal mindre hanar som ömsade skal i slutet av september (Figur 19), vilket också indikeras av en ganska normal könskvot (Figur 17).

Det troligaste är att F/A är tillräckligt representativt i slutet av september och oktober för att man skall kunna dra slutsatsen att det är en mycket liten kräftpopulation som finns i Lillasjön.

Populationsstruktur

Vid mjärdfiske hade hanarna en medellängd av 94.7 mm och honorna 90.2 mm. Variationskoefficienterna var 9.8 respektive 8.2 (Tabell 5). Dessa värden kan möjligen indikera att det föreligger ett visst fisketryck, eftersom ett ofiskat bestånd i regel medför en större variationskoefficient och fler stora kräftor, medan ett hårt fiskat bestånd i regel har mindre variationskoefficient och få stora kräftor (Appelberg & Odelström 1985). Fiskestrycket i Lillasjön är dock för tillfället ganska litet. I beståndet var fångade hanar och honor signifikant större i september/oktober jämfört med i november (FFH). Denna storleksskillnad kan bero dels på minskad aktivitet hos större individer men framför allt på att de mindre individerna blir aktivare efter en andra skalömsning trots den

låga temperaturen. Detta styrks också av att kräftorna var dagaktiva.

Den totala andelen köns mogna kräftor var under hösten 89% (hanar) och 76% (honor) vilket indikerar en ganska normal reproduktionskapacitet (Figur 14).

Parningen började vid en vattentemperatur på 10.5 °C i vecka 40, 1987 (Figur 18). Den initierande kraften var troligtvis den långsamt sjunkande temperaturen under den varma hösten. Enligt Fürst (1986) sker parningen vanligtvis vid 8 °C men variation är troligtvis stor, eftersom själva temperatursänkningen från den ursprungliga hösttemperaturen initierar själva parningen (Westin & Gydemo 1986). Kortare dagar kan också i viss mån stimulera till parning (Huner & Lindqvist 1985). Att parningen var utdragen i tiden (sex veckor) kan bero på att "temperatureffekten" blev svag medan den minskade dagslängden utgjorde ett svagt stimuli. Normalt sett varar parningen 2-3 veckor hos flodkräftan (Cukerzis 1988).

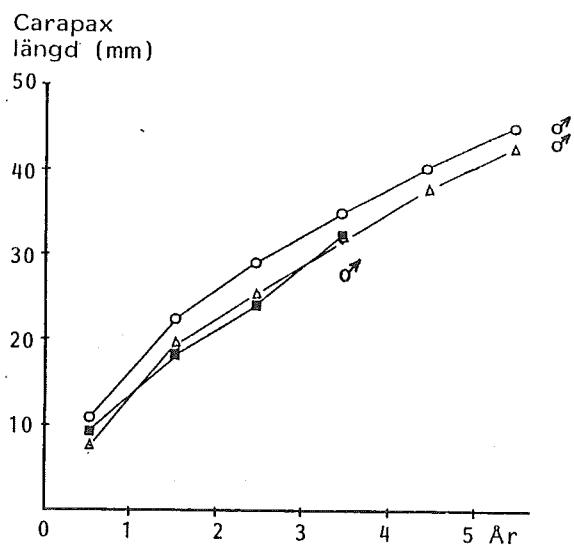
Då sommaren (1987) varit mycket kall innebar detta en försenad skalömsning för de yngelbärande honorna, men hur försenad? Provfiske visade att när alla honorna ömsat färdigt (C-4 stadiet) befann sig 11.3% av de mycket stora hanarna (medellängd av 52.73 mm C.L.) i D2-stadiet. Enligt Odsjö (1971) ömsar hanarna skal före honorna och mindre individer ömsar före större. Vidare menar Odsjö (1971) att honornas ömsning är mer utdragen än hanarnas. Med anledning av Odsjös resultat kan man ställa sig frågan: varför erhöles inga C2- eller D2-stadie honor i Lillasjön?

En trolig förklaring är att under 1988 hade de mindre hanarna ömsat skal för andra gången, vilket kan ske om temperaturen är hög och födotillgången tillräcklig (Abrahamsson 1972). Vid storleksjämförelser var kräftorna signifikant mindre och dagaktiva, vilket styrker hypotesen om en andra skalömsning (Tabell 6). Hur förklaras de stora D2-stadie hanarna? Det troliga är att dessa kräftor redan har ömsat skal, men på grund av det ganska låga pH-värdet kan de bli mjukskaliga (Appelberg 1984a), vilket beror på att kalciumupptaget hämmas (Järvenpää et al. 1983).

Som kontrast till den mycket kalla sommaren 1987 blev sommaren 1988 väldigt varm, med en medeltemperatur i Lillasjön på 20 °C under maj, juni och juli månad. Denna höga temperatur medförde troligtvis att en del av hanarna ömsade skal två gånger, första gången i juni och andra gången i slutet av juli (Figur 19). Dessutom har även andra abiotiska faktorer varit gynnsamma (pH över 6 samt kalciumhalt kring 7 mg/l). Att det skett en andra ömsning stöds också av att könsfördelningen och F/A varierar under denna period (Figur 11, 17). Honorna började ömsa skal i slutet av juni och höll på till slutet av juli, beroende på när de släppt sina yngel alternativt tappat rommen.

Det är svårt att göra en exakt åldersbestämning för kräftor och därför uppskattas årsklasserna utifrån längd/frekvensfördelningen. Appelberg & Odelström (1985) menar att det behövs ca 500-600 kräftor för att erhålla en säker åldersfördelning. I Lillasjön ingick det ganska stora hanar i fångsterna, medan honorna över 45 mm C.L. var få (56.2 jämfört med 78.6%) (Figur 14). Denna skillnad beror troligtvis på att honorna lägger en stor del av sin energi på gonadproduktion istället för tillväxt (Appelberg muntl.medd.).

Utifrån åldersfördelningen erhåller man en ungefärlig tillväxtkurva för hanarna i Lillasjön (Figur 14, 20). I



Figur 20. Tillväxtkurvor för kräftanarna i Lillasjön (■), Yngen (△) och Hjertasjön (○), efter Fagerlind et al. (1985).

jämförelse med kräftornas tillväxt i sjöarna Yngen och Hjertasjön är tillväxten i Lillasjön inte speciellt hög. Detta stämmer även ganska bra om man jämför konditionsfaktorn för kräftorna i Lillasjön med motsvarande värde från andra sjöar (3.2 för hanar och 2.9 för honor). Enligt Appelberg & Odelström (1985) hade kräftorna i Askesjön, Hjertasjön och Rottnen högre konditionsfaktorer för båda könen.

Figurerna 15 och 16 visar också att hanarnas kondition är bättre, dvs vid en viss längdökning erhålls större viktökning för hanarna än för honorna. Detta överensstämmer också med de resultat Huner & Lindqvist (1986) erhöill.

En annan faktor som till viss del beskriver kräftornas kondition är andelen kloskador och sjukdomar. Andelen kloskador var i Lillasjön 8.3% för hanarna och 12.6% för honorna. Dessa värden är måttliga jämfört med t ex Abrahamsson (1966) som fann att andelen kloskadade hanar i Rögle dammar var 31.5% och honor 26%. Motsvarande värden för Ljungan var 11% respektive 12%. I Bäveån erhöill Appelberg & Odelström (1985) 6.3% kloskadade hanar och 5.4% honor, medan Huner & Lindqvist (1986) erhöill totalt 4.6% kloskadade individer vid en undersökning i centrala Finland. Andelen kloskador beror bl a på populationstäthet och tillgång till lämpligt skydd. Lillasjöns låga täthet i kombination med olämpligt bottensubstrat (dy) medför konkurrens om de få skydd som finns.

Några sjukdomar har inte konstaterats hos kräftorna i Lillasjön, men 7 av de 285 fångade kräftorna (2.5%) var så kallade "blåkräftor". Detta orsakas enligt Johnsson (1984) av pigmentförändringar och inte av någon sjukdom.

Tillgången på gröna växter är liten (Figur 1). Växter utgör normalt sett en stor del av födan hos större kräftor (Hessen & Skurdal 1986, Westman et al. 1986, Goddard 1988). Enligt Aiken & Waddy (1987) innehåller växterna karotinoider som ger normal pigmentering. I frånvaro av dessa blir kräftorna grå eller ljusblå.

Abiotiska faktorerers effekt på flodkräftpopulationen

De abiotiska faktorerer som kan begränsa flodkräftpopulationer är bl a lågt pH-värde och de sekundära effekter detta medför. Svärdson & Nilsson (1985) menar att pH-värdet ej bör understiga 6 och att alkaliniteten bör vara mer än 0.1 mekv/l. Enligt Figur 3 bör Lillasjöns flodkräftpopulation vara klart begränsad av det låga pH-värdet. Men är den det?

Till att börja med bör pH-värdet vara minst 6 i samband med själva romläggningen på hösten för att honan inte skall tappa rommen (Appelberg 1984b). Vidare tappar honan huvuddelen av sin rom om pH-värdet inte är över 5.6 i samband med kläckningen. Värdena i Lillasjön låg över dessa båda "flaskhalsar", då pH-värdet var ca 6.1 vid romläggning och 6.2 vid kläckningen (Figur 3). Det är troligtvis dessa två moment i kräftornas livscykel som är känsligast för surt vatten och som starkt påverkar reproduktionen och därmed beståndet.

Det låga pH-värdet i samband med "surstöten" vid issmältningen i slutet av mars har troligtvis inte så stor betydelse för rommen, eftersom normal kläckning konstaterades i mitten av juni. Dock kan det låga pH-värdet ha viss betydelse i det att fler romkorn kan tappas. Enligt Morales & Appelberg (1984) hade 6% av signalkräfthonorna i den då försurningsskadade Lilla Älgsjön skadade romklasar.

Tillrinningsbäcken har haft ett pH-värde omkring 4.5 (Tabell 2), men värdena ner mot 3.7 konstaterades av Linden et al. (1986), 860115. Denna bäck, som i och för sig har ett litet flöde, kan dock, liksom omgivande marker runt sjön, medföra ökat tungmetalltillskott i sjön. Aluminiumhalter omkring 0.5 mg/l uppmättes vid flera tillfällen i bäcken, liksom höga järn- och kopparhalter. Höga metallhalter i vattnet kan ha indirekta effekter på motståndskraften hos många organismer och troligtvis också på kräftor. Nilsson et al. (1987) menar att kräftor är ytterst känsliga för biocider och tungmetaller. Ytterligare en faktor

som kan påverka vattenkvaliteten är mängden humusämnen som kan binda tungmetallerna och på så vis ha en viss avgiftande effekt (Monitor 1981). I Lillasjön är vattnet relativt humusfattigt, då siktdjupet är ca 3 m och färgen 40 mg Pt/l (Tabell 2).

Vilka effekter låga koncentrationer aluminium kan ha på kräftor är oklart, men de högst uppmätta värdena i sjön (0.13 mg/l vid pH 5.5) kan ha orsakat en fysiologisk stress hos kräftorna. Enligt Appelberg (1985) är effekterna på flodkräftan och signalkräftan (*Pasifastacus leniusculus*) små vid en aluminiumhalt av 0.25 mg/l vid pH-värdet 5.0 under 14 dagar.

Effekterna av koppar på kräftdjur kan troligtvis vara förödande redan i små koncentrationer. Enligt Horton et al. (1974) kan koncentrationer på 0.3 mg/l ha en mycket negativ inverkan på kräftpopulationer och då speciellt yngre individer.

Temperaturen har stor betydelse bl a för tidpunkten för kläckning. Detta innebär i sin tur att överlevnaden påverkas (Abrahamsson 1983).

Årsyngel i Lillasjön hade i september den kalla sommaren 1987 en medellängd på 9.7 mm (sd=0.81, n=9). Detta är jämförbart med årsyngel i augusti efter den kalla sommaren 1962 i Ljungan, då medellängden var 11.0 mm. Efter den varma sommaren 1963 hade ynglen i Ljungan en medellängd på 16.1±0.66 mm (Abrahamsson 1972). Vid fisket efter kräftyngel under vår/sommar 1987 fångades inga 0+ eller 1+ kräftor, varför den kalla sommaren 1987 kan ha bidragit till försämrad överlevnad.

Kräftornas vintermortalitet har visat sig kunna vara ganska stor. Morales & Appelberg (1984) fann att en signalkräftpopulation i Lilla Älgsjön reducerades med 2/3 under vintern. Hur stor vintermortaliteten är för de adulta kräftorna i Lillasjön är vanskligt att uppskatta. Dock kan man framhålla följande; under hösten beräknades populationen vid lokal A till ca 500 kräftor (Tabell 4). Om man uppskattar populationstätheten för maj/juni och juli erhålls enligt Schnabels metod (Laurent & Vey 1986) en population på drygt 100 kräftor. Under

denna tid ömsade dock kräftorna skal och uppskattningsvis bör då siffran fördubblas för att komma närmare det sannolika värdet. Detta skulle då innebära ca 250 vuxna kräftor, dvs en mortalitet på 50%. Värdet är givetvis mycket osäkert. Men att en betydande mortalitet kan drabba kräftorna under vintern/våren får stöd i att inga av de ca 100 på lokal A under hösten 1987 märkta kräftorna har observerats eller fångats under 1988.

Biotiska faktorerers effekt på flodkräftpopulationen

Vanligen begränsas populationer av abiotiska faktorer, medan de biotiska har en mer reglerande effekt (Pianka 1978). Vid maganalyser av abborre och mört erhöles ingen kräfta (Tabell 3). Predation påverkar många populationer. Vid maganalyser av abborre och mört erhöles ingen kräfta (Tabell 3). Detta är ovanligt, åtminstone för abborre, men om kräftpopulationen är gles, såsom i Lillasjön, tjänstgör kräftor i mindre utsträckning som föda åt fisken. Dock kan man förvänta sig att det i samband med kläckningen av yngel sker en säsongsbetingad predation från framför allt abborre (Morales & Appelberg 1984, Appelberg & Odelström 1988).

I många sjöar med kräftätande fisk blir kräftpopulationen litoralbunden; mindre individer finns grundare än 0.5 m, medan årsyngel saknas över 1 m djup (Appelberg 1987). Det stämmer bra överens med resultaten från Lillasjön, där tillgången på föda och antalet skydd är begränsat i de djupare områdena.

I Lillasjön kan även minken och människan bidra till regleringen av flodkräftpopulationen, särskilt som kräftorna är aggregerade vid de få skydd som finns vilket indikeras av en stor variation i F/A (Figur 8). Under provfisket noterades minskar och kräftskal.

Fisketrycket har varit mycket stort fram till 1983 med ett intensivt fiske med burar runt hela sjön. Efter 1983 avtog fisket på grund av att F/A var liten, men två personer som varit med

i 10 år och fiskat i sjön, fiskar fortfarande.

Sammanfattande slutsatser

Försurningen kan ha ändrat relationerna mellan bottenfauna, bottenflora, fisk och kräftor. Under undersökningsperioden utgjorde bottenfaunan troligtvis ett viktigare födoslag för de större abborrarna eftersom tillgången på fisk och kräftor var begränsad. Den begränsade mängden makrofyter kan ha påverkat födovallet hos kräftorna och därför kan den höga andelen "blåkräftor" bero på ett minskat växtinslag i dieten.

Det låga pH-värdet syns störa mörtens reproduktion, medan flodkräftan fortfarande inte berörs direkt utan snarare av de sekundära effekter som en ökad oligotrofiering innebär.

Den kalla sommaren kan ha medfört ökad dödlighet hos ynglen då inga yngel påträffades under sommaren året efter. Att parningen resulterar i minskad födosöksaktivitet styrks av direkta observationer och utebliven fångst. Vidare syns en långsam temperatursänkning på hösten förlänga parningsperioden.

De viktiga faktorer som påverkar överlevnaden hos kräftpopulationen i Lillasjön är predation, felaktig fiskevård och sjunkande pH och alkalinitet.

ERKÄNNANDEN

Jag vill rikta ett stort tack till Magnus Appelberg vid Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, och Stellan Karlsson, direktör för Simontorp Aquaculture, för deras värdefulla kritik och hjälp. Dessutom vill jag tacka Ekologilinjen vid Blekinge Läns Folkhögskola och Fiskenämnden i Blekinge län. Ett stort tack också till Lars-Göran Pärklint, Roger Svensson, Bengt Fogelström, Tony Hedlund, Carina Christensen och övriga som hjälpt till med att genomföra undersökningen.

LITTERATUR

- Abrahamsson, S.A.A. 1965. A method of marking crayfish *Astacus astacus* Linné. *Oikos* 16:228-231.
- 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linné. *Oikos* 17:96-107.
 - 1971. Density, growth and reproduction in populations of *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in an isolated pond. *Oikos* 22:273-380.
 - 1972. Fecundity and growth of some populations of *Astacus astacus* Linné in Sweden. *Rep.Inst.Freshw.Res.*, Drottningholm 52:23-27.
 - 1983. Trappability, locomotion, and diel pattern of activity of the crayfish *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* Dana. p. 239-253. *In Freshwater crayfish V.* Ed. C.R. Goldman. *Avi Publ.Comp.Inc.* Westport, Connecticut, USA.
- Aiken, D.E. & S.L. Waddy. 1987. Moulting and growth in crayfish: A review. *Can.Tech.Rep.Fish.Aquat.Sci.* 1587.
- Appelberg, M. 1984a. Kräftor och kräftfiskevård. Sammanställning från Sveriges Fiskevattenägareförbunds kräftsymposium, Jönköping 20-21 mars 1984. 52 p.
- 1984b. Early development of the crayfish *Astacus astacus* L. in acid waters. *Rep.Inst.Freshw.Res.*, Drottningholm 61:48-59.
 - 1985. Changes in haemolymphion concentrations of *Astacus astacus* Linné and *Pacifastacus leniusculus* (Dana) after exposure of low pH and alimnium. *Hydrobiologia* 121:19-25.
 - 1987. Some factors regulating the crayfish *Astacus astacus* L. in acid and neutralized waters. *Annls Soc. r.zool.Belg.* 117:167-169.
 - & T. Odelström. 1984. Betydelsen av predation och näring för kräftpopulationer i kalkade vatten. *Limnol.inst.*, Uppsala univ. Ser. B:8. 15 p.
 - & T. Odelström. 1985. Rekommendationer för provfiske efter kräftor. (English summary: Test fishing for crayfish: Recommendations for Swedish standard. Results and revised proposal.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (7). 28 p.

- & T. Odelström. 1988. Interaction between European perch (*Perca fluviatilis*) and juvenile *Pacifastacus leniusculus* (Dana) in a pond experiment. In Freshwater crayfish 7. (Under tryckning.)
- Cukerzis, J.M. 1988. *Astacus astacus* in Europe. In Freshwater crayfish biology, management and exploitation. Croom Helm. 498 p.
- Degerman, E. & P. Nyberg. 1987. Fiskfaunans sammansättning och täthet i försurade och kalkade sjöar - en arbetsrapport. (English summary: The composition and abundance of the fish fauna in acidified and limed lakes in Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (7). 71 p.
- Ekologisk metodik. 1984. Enkla metoder för ekologisk beskrivning, insamling och analys. Bokförlaget Signum, 1977, tredje tryckningen.
- Eriksson, K., E. Hörnström, P. Mossberg & P. Nyberg. 1982. Ekologiska effekter av kalkning i försurade sjöar och vattendrag. (English summary: Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6). 96 p.
- Fagerlind, Ö., T. Odelström & M. Appelberg. 1985. Undersökning av flodkräftbeståndet i sjön Yngen, Värmlands län, 1983-1984. Delrapport 2. Resultat av produktionshöjande åtgärder. Limnol. Inst., Uppsala univ. Ser. B:7. 17 p.
- Fürst, M. 1977. Flodkräftan och signalkräftan i Sverige 1976. (English summary: The crayfish *Astacus astacus* L. and *Pacifastacus leniusculus* Dana in Sweden 1976.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 32 p.
- 1986. Kräftodling i dammar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 34 p.
- Goddard, J.S. 1988. Food and feeding. In Freshwater crayfish biology, management and exploitation. Croom Helm. 498 p.
- Hessen, D.O. & J. Skurdal. 1986. Analysis of food utilized by *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, SE Norway. p. 187-193. In Freshwater crayfish VI. Ed.: P. Brinck. Int.Ass. of Astacology, Lund.
- T. Taugböl, E. Fjeld & J. Skurdal. 1987. Eggdevelopment and lifecycle timing in the noble crayfish *Astacus astacus*. Aquaculture 64:77-82.
- Holdich, D.M. & R.S. Lowery. 1988. Crayfish - an introduction. In Freshwater crayfish biology, management and exploitation. Croom Helm. 498 p.
- Horton, H., Jr. Hobbs & E.T. Hall Jr. 1974. Crayfishes (Decapoda, Astacidae). Pollution ecology of freshwater invertebrates. p. 195-214. Hart Fuller Academic Press, New York and London.
- Huner, J.V. & O.V. Lindqvist. 1985. Effects of temperature and photoperiod on mating and spawning activities of wild-caught noble crayfish *Astacus astacus* Linné (Astacidae, Decapoda). Paper presented at the World Mariculture Society Meeting, January 1985, Orlando, Florida.
- O.V. Lindqvist. 1986. A stunted crayfish *Astacus astacus* population in central Finland. p. 156-165. In Freshwater crayfish VI. Ed.: P. Brinck. Int.Ass. of Astacology, Lund.
- Johnsson, S.K. 1984. Crayfish and freshwater shrimp diseases. Texas A. & M University Sea Grant College Program.
- Järvenpää, T., M. Nikinmaa, K. Westman & A. Soivo. 1983. Effects of hypoxia on the haemolymph of the freshwater crayfish *Astacus astacus* L., in neutral and acid water during the intermoult period. p. 586-597. In Freshwater crayfish V. Ed.: C.R. Goldman. Avi Publ.Comp.Inc. Westport, Connecticut, USA.
- Kivivuori, L. 1980. Effects of temperature and temperature acclimation on the motor and neutral functions in the crayfish *Astacus astacus* L. Comp. Biochem. Physiol. 65A:297-304.
- Laurent, P.J. & A. Vey. 1986. The acclimation of *Pacifastacus leniusculus* in Lake Divonne. p. 146-155. In Freshwater crayfish VI. Ed.: P. Brinck. Int.Ass. of Astacology, Lund.
- Linden, M., C. Åberg & C. Johansson. 1986. Lillasjön. Ekologilinjen Blekinge Läns Folkhögskola. Ekologisk Rapp. nr 4. 14 p.
- Monitor. 1981. Försurning av mark och vatten. SNV Medd. 3.

- Morales, J. & M. Appelberg. 1984. Studier av en signalkräftpopulation före och efter en sjökalkning. Limnol. Inst., Uppsala univ. Ser B:13. 19 p.
- Mossberg, P. & P. Nyberg. 1979. Bottom fauna of small and acid forest lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 58:77-87.
- Nilsson, N.-A., L. Nyman, M. Fürst, N. Johansson & N.G. Steffner. 1987. Utplantering av fisk och kräftdjur, rekommendationer. (English summary: Stocking of fish and crayfish - recommendations.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 90 p.
- Nyberg, P. & E. Degerman. 1988. Standardiserat provfiske med översiktsnät. (English summary: Standardized test fishing with survey nets.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (7). 22 p.
- Odsjö, T. 1971. Studier över aktiviteten och förloppet av skalömsningsperioden i en population av flodkräfta, *Astacus astacus* (Linné), under skalömsningsperioden. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6). 22 p.
- Pianka, E.R. 1978. Evolutionary ecology. Second Ed. Harper & Row Publ., New York, Hagerstown, San Fransisco.
- Stenson, J.A.E. 1979. Predator - prey relations between fish and invertebrate prey in some forest lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 58:166-183.
- Svärdson, G. & N.-A. Nilsson. 1985. Fiskebiologi. Andra rev.uppl. LTs förlag, Stockholm. 310 p.
- Westin, L. & R. Gydemo. 1986. Influence of light and temperature on reproduction and moulting frequency of the crayfish *Astacus astacus* L. Aquaculture 52:43-50.
- Westman, K., M. Pursiainen & R. Vilkmán. 1978. Försök med nya typer av kräftmjärdar. (English summary: Experiments with new types of crayfish traps.) p. 50-71. Ur Nordiskt kräftsymposium 1977 Red.: M. Fürst. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (14).
- J. Särkkää, M. Pursiainen & O. Sumari. 1986. Population structure and gut contents of the crayfish *Astacus astacus* in two Finnish rivers. p. 166-177. In Freshwater crayfish VI. Ed.: P. Brinck. Int.Ass.of Astacology, Lund.
- Witzig, J.F., J.W. Avault & J.V. Hunter. 1983. Predation by *Anax junius* (Odonata: Aeschnidae) Naiads on young crayfish. p. 269. In Freshwater crayfish V. Ed.: C.R. Goldman. Avi Publ.Comp.Inc., Westport, Connecticut, USA.

ENGLISH SUMMARY: POPULATION ECOLOGY OF THE CRAYFISH *ASTACUS ASTACUS* LINNÉ IN AN OLIGOTROPHIC LAKE IN SOUTHERN SWEDEN

The aim of this work was to study the effects of abiotic and biotic factors on an *Astacus astacus* population in an oligotrophic lake.

Standardized test fishing was used to sample the crayfish and fish populations. The structure of the benthic community was studied and the water quality was analysed during the entire investigation.

The study area was Lake Lillasjön in Blekinge in southern Sweden. It is an oligotrophic forest lake with an area of 10 ha and a mean depth of 2 m.

The macrophyte community consisted of nymphs, isoetids, *Myriophyllum alterniflorum*, *Lobelia dormanna* and mosses. The nymphs occupied the largest areas, and the other macrophytes were very sparse. Mud was the dominating bottom substrate.

The pH values varied between 5.1 and 6.6 with a mean of approximately 6. The pH was above 6 at the time of egg attachment and hatching. When the roach (*Rutilus rutilus*) was spawning in the spring the pH was 5.7.

The bottom fauna was more abundant at 0.5 m depth compared with deeper areas and no macrofauna was found deeper than 2 m. The main taxa were; Chironomidae, Megaloptera, Odonata, Trichoptera and the isopod *Asellus aquaticus*.

Catch per unit effort (CPUE) for perch (*Perca fluviatilis*), roach and pike (*Esox lucius*) were 15.5, 13.1 and 0.12. No roach smaller than 18 cm was caught.

Cladocera and insects were the main food consumed by perch and roach which also ingested a lot of detritus. None of the examined fish had been eating crayfish.

Most of the crayfish were caught in late September at a depth of 0.5-1 m (CPUE=1.53). CPUE declined with depth. The calculated population density was

less than 1 crayfish/m². The smaller crayfish (less than 30 mm C.L.) were not observed deeper than 1 m. The males had a mean length of 94.7 mm (C.L.=49.2) and the females 90.2 mm (C.L.=45.4). Males were proportionally heavier than females, but the age groups suggest a slow growth rate.

9% of the entire crayfish population showed signs of involvement in antagonistic in the form of lost or regenerating chelae.

The mating period lasted for six weeks and started at a temperature of 10.5 °C in late September.