

FISKERIVERKET RAPPORT 1999:1

GÖTEBORGS UNIVERSITETSBIBLIOTEK



1001073724



*Flodkräftodling i Norrland –
biologiska och ekonomiska
förutsättningar*

TOMMY ODELSTRÖM
SÖREN JOHANSSON

*Utvecklingen av kräftodlingen i
Sverige under 1980- och 90-talen*

HANS ACKEFORS

GÖTEBORGS UNIVERSITET
Inst. för tillämpad
miljövetenskap/Bibl.
Medicinaregatan 20 A
413 90 GÖTEBORG
Tel. 031-773 37 72



FISKERIVERKET

Ansvarig utgivare: Generaldirektör Karl-Olov Öster
Redaktionskommitté: Avdelningschef Ingemar Olsson
Chef Sötvattenslaboratoriet Stellan F Hamrin
Informationschef Lars Swahn
Informationsassistent Monica Bergman

FISKERIVERKET producerar sedan september 1997 två nya serier;
Fiskeriverket Information (ISSN 1402-8719)
Fiskeriverket Rapport (ISSN 1104-5906).
Dessa ersätter tidigare serier;
Kustrapport (ISSN 1102-5670)
Information från Havfiskelaboratoriet Lysekil (ISSN 1100-4517)
Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm (ISSN 0346-7007)
Rapport/Reports från Fiskeriverket (ISSN 1104-5906).

För prenumeration och ytterligare beställning kontakta:
Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, Monica Bergman,
178 93 Drottningholm
Telefon: 08-62 00 408, Fax: 08-759 03 38
Artiklar publicerade under 1998 och 1999, se insidan på pärmens baksida

Tryckt på Munken Lynx miljövänligt papper i 1 000 ex
Mars 1999
Göteborgs Länsstryckeri AB

ISSN 1104-5906

*Flodkräftodling i Norrland –
biologiska och ekonomiska
förutsättningar*

TOMMY ODELSTRÖM
SÖREN JOHANSSON

*Utvecklingen av kräftodlingen i
Sverige under 1980- och 90-talen*

HANS ACKEFORS

GÖTEBORGS UNIVERSITET
Inst. för tillämpad
miljövetenskap/Bibl.
Medicinaregatan 20 A
413 90 GÖTEBORG
Tel. 031-773 37 72

Innehåll

Flodkräftodling i Norrland –
biologiska och ekonomiska förutsättningar sid 7-58

Utvecklingen av kräftodlingen i Sverige
under 1980- och 90-talen sid 59-81

Flodkräftodling i Norrland – biologiska och ekonomiska förutsättningar

Tommy Odelström

Erkenlaboratoriet, Norr Malma 4200,
761 73 NORRTÄLJE

Sören Johansson

Delgränd 7,
871 33 HÄRNÖSAND

Innehåll

Sammanf attning	9
Allmän bakgrund till produktion och odling av flodkräfta i Norrland	10
Skäl till kräftodling i Norrland	19
Projektet "Kräftodling i Norrland"	22
Tekniska och biologiska förutsättningar för kräftodling, samt resultat från projektet "Kräftodling i Norrland"	24
Analys och slutsatser	38
Marknadsförutsättningar och ekonomiska kalkyler	48
Erkännanden	49
Referenser	50
English summary: Noble crayfish farming in northern Sweden - biologic and economic prerequisites	53
Bilaga 1. Kostnader och finansiering av projektet "Kräftodling i Norrland"	55
Bilaga 2. Projektets organisation	58

Sammanfattning

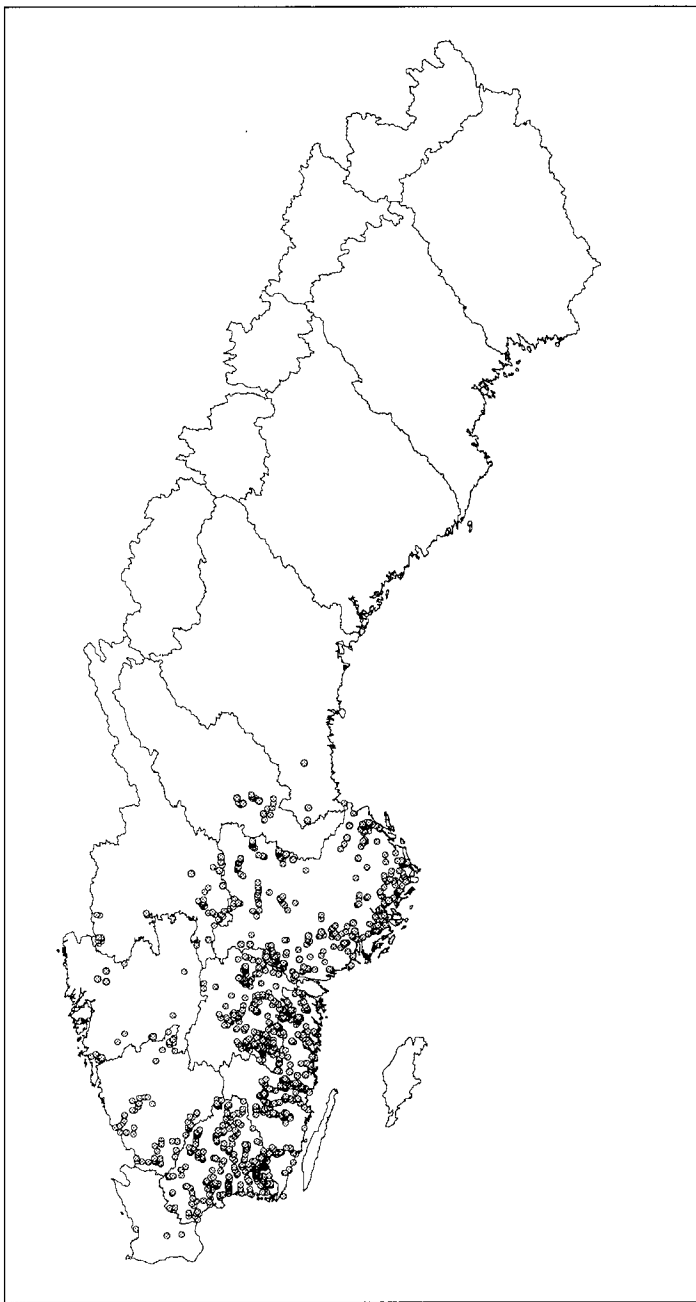
Flodkräftan utgör sedan länge en av de mest värdefulla sötvattensresurserna i Sverige. I början av 1900-talet uppgick årsfångsten i landet till uppskattningsvis 1 000-1 500 ton, men kräftpest och olika miljöförändringar har medfört att dagens fångst i naturvatten sannolikt är endast ca 50 ton.

Endast en liten del av Norrland ingår i flodkräftans naturliga utbredningsområde, vilket nådde upp till mellersta Värmland, södra Dalarna och södra Hälsingland. Under de senaste ca 100 åren har emellertid gränsen flyttats åt norr och väster och idag (1996) förekommer flodkräftor på minst 300 lokaler i Norrland. Genom denna utökade spridning ökade allmänhetens intresse för kräftor och kräftodling i Norrland. I Västernorrlands och Jämtlands län inleddes i slutet av 1980-talet ett arbete med att skapa ett projekt för att studera förutsättningarna för norrländsk odling av flodkräfta. Fiskeriverket, med Sötvattenslaboratoriet i Drottningholm engagerade sig i detta arbete och 1989 inleddes forsknings- och försöksprojektet "Kräftodling i Norrland". Försöksodlingar byggdes upp i Ensillre i Västernorrlands län och i Valne i Jämtlands län, medel ställdes till förfogande av en rad finansiärer och en projektorganisation byggdes upp. Projektet avsågs pågå under två treårsperioder, eller sammanlagt sex år.

Syftet med föreliggande rapport är att sammanställa tillgänglig kunskap om odling av flodkräfta, med särskild inriktning på norrländska förhållanden. Samtidigt utgör den en slutrapport över ekonomi och organisation i "Kräftodling i Norrland", riktad till projektets intressenter och finansiärer. Erfarenheterna från "Kräftodling i Norrland" utgör väsentliga delar av rapporten. En utveckling av kräftodling i Norrland bedöms vara motiverad utifrån kommersiella, regionalpolitiska och turistiska skäl, men även bevarandeaspekten är betydelsefull. I Fiskeriverkets och Na-

turvårdsverkets nyligen publicerade "Åtgärdsprogram för flodkräfta" pekas på att odlingsproducerade flodkräftor kan komma att användas till återetableringar i pestdrabbade och i försurade/kalkade vatten. Med erfarenheterna från projektet och uppgifter hämtade från tillgänglig litteratur kan vi ge följande råd till framtida kräftodlare. Åretrunddammar bör vara relativt stora med flacka strandprofiler och de bör anläggas i "täta" jordarter. Sommardammar bör vara små, grunda och tömningsbara för att underlätta insamlingen av småkräftorna. Det är viktigt att noga kontrollera råvattentäkterna inför odlingsstarten. Därigenom kan problem med dålig vattenkvalitet och olika fiskarter undvikas. För reglering av åretrunddammars vattenstånd och för tömning fungerar de plastmunkar som finns i marknaden tillfredsställande. Munkarna bör placeras i "brunnar" av grova plåtrör i dammvallarna för att de inte skall frysa. Rikligt med gömslematerial fördelas på bottenarna. Lämpliga undervattensväxter bör planteras i dammarna. Växterna bidrar till att höja produktionen av viktiga födoorganismer. Kläckerilokaler med tråg eller bassänger, recirkuleringsystem, filter och uppvärmningsutrustning behövs för vinterförvaring av avelskräftor och för produktion av kräftyngel. Kläckning av "strippad" rom som inkuberas i kläckningsapparat vid 18-20 °C ger bäst kläckningsresultat. Efter ynglens första skalömsning efter ca 10 dygn kan de samlas ihop och överföras till tråg eller sommardammar för vidare uppfödning. Kräftors tillväxt styrs av skalömsningar under tillväxtsäsongen. I dammar bör de kunna ömsa två gånger per säsong och därmed nå en tillväxt av ca 10 mm CL (motsvarar ca 20 mm TL) per säsong. Om denna tillväxt kan uppnås kan kräftbeståndet i en kräftdamm öka sin biomassa med ca 40%, vilket bör kunna ge utrymme för en ekonomisk avkastning.

Vattenmassan i sjön Erken värmdes upp betydligt långsammare än luftmassan och den maximala vattentemperaturen på 2,5 m djup nåddes först i slutet av augusti (Figur 2). Under hösten var avkylningsprocessen också långsam och fördröjd jämfört med luftens avkylning. Många viktiga kräftaktiviteter sker under sensommar och höst och kräftorna gynnas naturligtvis av de högre vattentemperaturerna under denna årstid.



Figur 3. Registrerade utbrott av kräftpest under 1977-97.

Gränsen för utbredningen gick ursprungligen genom mellersta Värmland, sydöstra Dalarna och södra Hälsingland och en allmän uppfattning var att flodkräftor ej förekom norr om 61°N (Vallin 1942). Inom detta område var dock förekomsten sparsam i många vattensystem som mynnar direkt i Östersjön eller Västerhavet. Sedan slutet av 1800-talet har omfattande utplanteringar av flodkräfta ägt rum, och artens utbredningsområde har utvidgats till att omfatta också ett område längs Norrlandskusten ända upp till finska gränsen.

Under samma tidsperiod har förekomsten av flodkräfta minskat dramatiskt i hela dess utbredningsområde, varför den norrländska utvecklingen måste ses som ett anmärkningsvärt undantag. Den främsta orsaken till artens tillbakagång är spridningen av kräftpest, en sjukdom orsakad av en sötvattenssvamp som är en mycket specifik parasit på kräftor, men även förurning och andra miljöförändringar har bidragit till minskningen. Effekterna av kräftpesten har förvärrats genom att flera nordamerikanska kräftarter, som är resistent mot kräftpest, har introducerats i Europa. Dessa arter har utvecklat ett normalt parasit-värdförhållande med kräftpestsvampen, dvs kräftan är ofta angripen av parasiten men denna dödar normalt inte sin värd. Inplantering av nordamerikanska kräftarter i ett vatten innebär därför nästan alltid att pestsvampen blir permanent förekommande i det aktuella vattensystemet. I Sverige har den nordamerikanska signalkräftan, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), planterats in i en mängd vatten i landets södra och mellersta delar. I dessa vattenområden är det inte möjligt att på sikt bevara flodkräftan. Större, sammanhängande områden med flodkräfta finns idag endast på Gotland och i Norrland norr om Ljusnan.

I Norrland har utbrott av kräftpest noterats i två avrinningsområden, dels i Gavleåns vattensystem där det senaste utbrottet skedde under 1996 och dels i Ljusnans vattensystem under 1985-86 (Figur 3). Signalkräftan får inte planteras ut norr om Dalälven, men arten har spridits till ett begränsat antal lokaler i Gästrikland och Dalarna. Eftersom kräftpesten och signalkräftan har mycket begränsad utbredning i Norrland utgör istället förurning och fysiska ingrepp i sjöar och vattendrag de främsta hoten mot de norrländska flodkräftbestånden. Flodkräft-

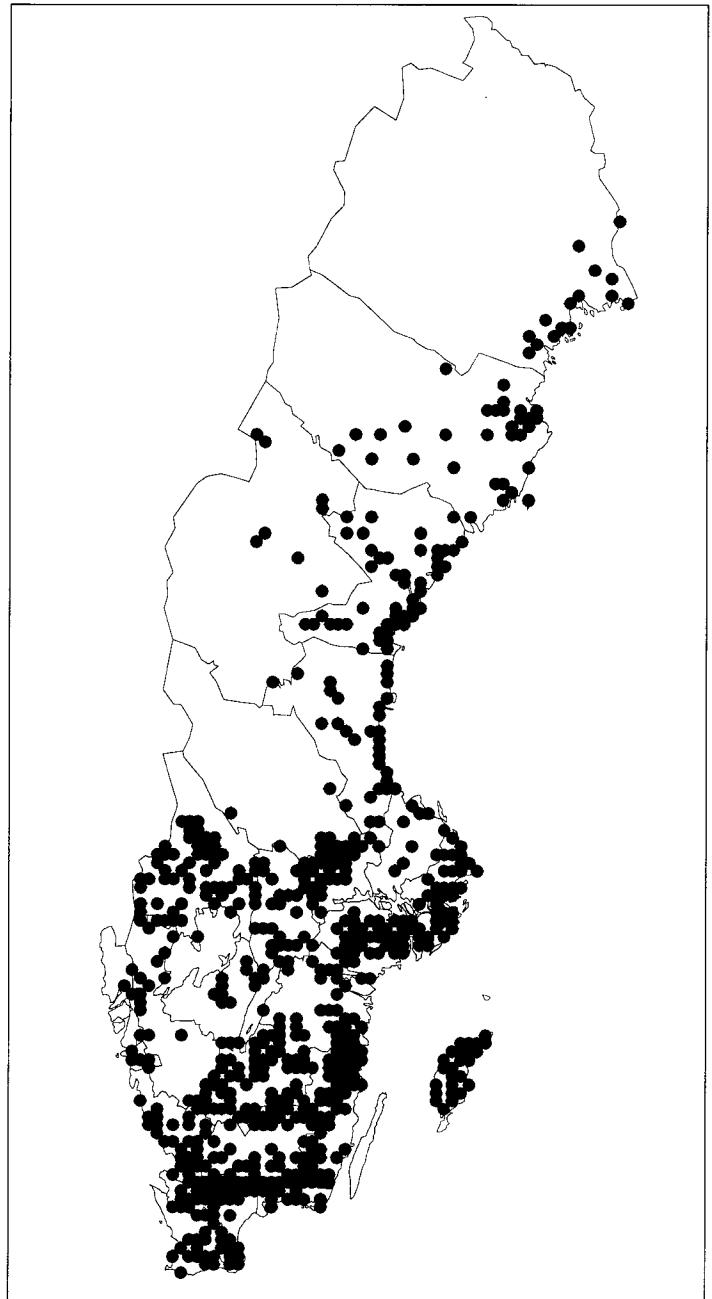
tan är mycket känslig för lågt pH i vattnet och denna känslighet gäller främst reproduktionen och de yngsta kräftorna (Appelberg & Odelström 1990). Trots att de svenska begränsningarna av svavelutsläppen har varit omfattande kommer stora delar av landet under lång tid framåt att vara påverkade av surt nedfall. Fysiska ingrepp i form av vattenståndsförändringar och flödesregleringar kan leda till allvarliga skador på kräftbestånden. Det bör emellertid påpekas att kräftpest förekommer i flodkräftområden i norra Finland, varför det finns en potentiell risk för att pesten införs i landet norrifrån. Av tradition har flodkräftor från norra Finland använts för inplanteringar i norra Sverige.

Vid en enkätundersökning, som riktades till länsstyrelserna 1996, rapporterades flodkräfta förekomma på minst 1 596 lokaler i Sverige (Fiskeriverket & Naturvårdsverket 1998). I norrlandslänen rapporterades flodkräfta från ca 300 lokaler, varav omkring 180 utgjordes av vattendrag, 100 av sjöar och de resterande av dammar eller odlingar (Figur 4). Huvuddelen av de norrländska lokalerna är belägna i kustområdet, men flodkräftan förekommer även långt upp i vissa älvar (Figur 4). Antalet flodkräftlokaler i Norrland utgör sannolikt en underskattning. Kräftfiske har inte samma traditionella förankring i Norrland som i södra Sverige och troligen saknas kännedom om kräftförekomst i åtskilliga vatten.

Flodkräftans biologi

Flodkräftan förekommer i många olika typer av vatten, från stora sjöar till små bäckar. Genom inplanteringar har arten också spridits till många isolerade dammar och vattenfyllda stenbrott. Avgörande för flodkräftans möjligheter att etablera sig i ett vatten är lokala temperaturförhållanden, vattenkemin samt bottenstrukturen. Vid låga vattentemperaturer under sommaren fördröjs rommens kläckning. Om kläckningen inte sker före juli månads utgång överlever knappast ynglen till påföljande sommar. Självreproducerande flodkräftpopulationer har konstaterats i vattendrag där temperaturen överstiger 15 °C under minst 55 dagar, eller 10 °C under minst 110 dagar (Pursiainen & Erkamo 1991). I sjöar krävs troligen något längre perioder med hög temperatur för att reproduktionen ska lyckas. Detta temperaturberoende begränsar flodkräftans utbredning mot norr och mot

högre höjdlägen. Även antalet dygnsgrader (antal dygn $\times$ temperatur i °C) under perioden 1 oktober-31 juli, vilken är kräftans romutvecklingstid fram till kläckning, har använts för att belysa kräftornas beroende av vattentemperatur över tid. Mellan 1 500 och 1 900 dygnsgrader har ansetts nödvändiga för flodkräfta vid kläckning i naturen (Cukerzis 1973, Hessen m fl 1987). Vid försök med odling av flodkräfta har förvärmning av de



Figur 4. Flodkräftans utbredning i Sverige 1997.

rombärande honorna inneburit att antalet dygnsgrader har kunnat reduceras till ca 1 300 (Cukerzis m fl 1979, Hessen m fl 1987).

Flodkräftan är mycket känslig för lågt pH och lågt kalciuminnehåll i vattnet. Kräftbeståndens täthet påverkas redan i vatten där pH är lägre än 6 och i gravt sura vatten saknas flodkräfta helt (Appelberg 1993). Flodkräftan lever främst i strandnära och relativt grunda områden. Förekomsten påverkas starkt av tillgången till skyddsmöjligheter. Lämpliga miljöer för arten är t ex områden med stort inslag av sten av lämplig storlek, rötter m m, eller områden dominerade av fasta bottenar i vilka kräftan själv kan gräva skyddande hål. Sådana miljöer finns ofta rikligt i näringsfattiga sjöar och rinnande vatten, men förekommer sparsamt i övergödda sjöar där en kraftig sedimentation, orsakad av hög produktion av växtplankton eller vattenväxter, leder till att skyddande hålrum på hårdbotten fylls igen och blir otillgängliga för kräftor.

Flodkräftan blir könsmogen vid 6-8 cm längd vilket motsvarar en ålder av 3-7 år. Efter det att könsmognad har inträtt parar sig som regel hannarna varje år. Under gynnsamma förhållanden kan de flesta honorna producera rom varje år, men det är vanligt att en del av honorna står över parningen och parar sig varannat eller t o m vart tredje år (Abrahamsson 1972). Parning sker på hösten vid ca 12 °C och den induceras i huvudsak av sjunkande vattentemperaturer, men även en minskad dagslängd tycks påverka tidpunkten (Huner & Lindqvist 1985, Westin & Gydemo 1986). Beroende på klimatvariationer inträffar parningen under perioden från slutet av september till november i olika delar av landet. Vid parning placerar hannen spermiekapslar (spermatoforer) i närheten av honans könsöppningar och befruktning sker när honan lägger rommen 1-3 veckor efter parningen. Honan bär sedan rommen under stjärten ända fram till kläckningen. Beroende på temperaturen, inträffar den omkring midsommar i södra Sverige och i mitten eller slutet av juli i norra Sverige (Abrahamsson 1972). Rommängden ökar med honornas storlek (Skurdal & Qvenild 1986). Hos en hona med totallängden 10 cm kan antalet inre romkorn uppgå till flera hundra, medan antalet fastsittande romkorn strax före kläckning vanligen är färre än 150 (Skurdal & Qvenild op. cit.). Ynglen lämnar honan 8-10 dagar ef-

ter kläckningen (Lagerqvist & Nathorst-Böös 1980). De har då ömsat skal en gång och är 11-13 mm långa.

Tillväxten hos kräftor sker genom skalömsningar och tillväxthastigheten bestäms av tillväxten per ömsning och av ömsningsfrekvensen. Frekvensen avtar med ökande storlek. Yngel kan troligen ömsa skal ända upp till 7 gånger under första sommaren, medan könsmogna flodkräftor ömsar skal bara 1-2 gånger per sommar. Könsmogna kräftor växer mellan 2 och 8 mm per skalömsning. Trots att längdökningen vid en skalömsning är mindre än 10% kan viktökningen uppgå till så mycket som 40-50% (Furst 1986). Könsmogna hannar växer snabbare än honor, och viktökningen per ömsning är större hos hannar än hos honor pga en större klotillväxt. De könsmogna honorna utnyttjar en del av sin intagna näring/energi till att producera rom, dvs till reproduktion. Tillväxten varierar kraftigt mellan olika vatten beroende på temperaturförhållanden och tillgång till föda. Det fångas sällan större flodkräftor än 13 cm, men den maximala storleken uppgår till 17-19 cm. Den maximala åldern är omöjlig att fastställa, men troligen kan flodkräftor bli mer än 20 år gamla (Skurdal & Taugbøl 1994).

Liksom andra kräftarter är flodkräftan i alla stadier omnivor, dvs såväl växter och djur som delvis nedbrutet organiskt material ingår i födan (Odelström & Appelberg 1988). Kräftor är inte utpräglat selektiva när det gäller att söka födan och andelen djur i födan är oberoende av kräftornas storlek (Hessen & Skurdal 1986). Många studier har visat att sötvattenskräftor är nyckelarter när det gäller att strukturera flora och fauna i sjöar, dammar och vattendrag (Momot 1995). Vid hög täthet kan kräftor starkt begränsa bottenvegetationens utbredning, både genom betning och genom rent mekanisk påverkan, utan att växterna utnyttjas som näring (Abrahamsson 1966, Lorman & Magnusson 1978, Lodge & Lorman 1987). Det finns även exempel på att vegetationen ökat kraftigt när kräftor försvunnit från ett vatten, t ex efter utbrott av kräftpest (Abrahamsson 1966). Bland bytesdjuren är speciellt snäckor känsliga för predation från kräftor, men också andra evertebraters (rygggradslösa djur) täthet och/eller relativa förekomst kan påverkas. Kräftor kan också spela en viktig roll i ekosystemet genom att de omsätter och bryter ned dött organiskt material. Det fin-

fördelade växtmaterialen kan utnyttjas av övriga, mindre bottenjur och frigjorda näringsämnen kan bli tillgängliga för ny produktion av alger och vattenväxter.

Ett flertal inomartsinteraktioner påverkar flodkräftbestånden. Kannibalism är kanske den bäst kända av dessa interaktioner. Honors kannibalism på sin egen avkomma (Jonsson 1992, Skurdal & Taugbøl 1994) och andra vuxna kräftors kannibalism på yngel kan medföra en svår åderlåtning på den yngsta åldersklassen (Abrahamsson 1972, Edsman 1997, Momot 1993). Kannibalism förekommer även i samband med skalömsningsperioderna, då hårdskaliga kräftor kan attackera mjukskaliga. Flodkräftan är en revirhävdande art (Odelström pers obs, Edsman, pers obs) och revirens storlek sammanhänger med bl a beståndstäthet, tillgång till gömslen och födotillgången. I täta bestånd, både i naturen och i odlingar, är det vanligt med kräftor som har tappat en eller båda klorna, troligen i samband med strider med andra kräftor (Skurdal m fl 1988). I kräftbestånd råder en uttalad dominansordning. Detta innebär att stora kräftor dominerar över mindre, att hannar dominerar över honor, att kräftor med relativt sett stora klor och utan skador på klor och antenner har en fördel i konkurrensen med andra individer, och att kräftor vinner strider oftare om de slåss på sitt eget revir (Edsman & Jonsson 1996, Ranta & Lindström 1993). Denna ordning medför att de starkaste kräftorna ockuperar de bästa bottenarna med optimal tillgång på gömslen och föda. Samtidigt medför dessa interaktioner inom arten, att man bör se till att man både har en god tillgång till gömslen och att man fördelar födan över hela ytan, vid utfodring av kräftorna. På så sätt minskas riskerna för interaktioner mellan individerna med medföljande skador. Detta blir speciellt viktigt i dammbesättningar med blandade åldrar och storlekar där skillnaderna i konkurrensförmåga är mest uttalade.

Kräftan utgör en viktig födoresurs för många fiskarter. I Sverige gäller detta framför allt för abborre (större än ca 20 cm), gädda (Morales & Appelberg 1984), ål (Svärdson 1972) och lake. En annan fiende till kräftan är minken, vilken är införd till Europa från Nordamerika för att odlas i pälsfarmer. Förrymda minkar har etablerat sig och bildat fasta, vilda bestånd i nästan hela Skandinavien. Dessutom kan flodkräfta ingå i födan

hos flera fågelarter, t ex häger, storlom och storskrak.

Flodkräftans biologiska förutsättningar i Norrland

Endast en liten del av Norrland ingår i det naturliga utbredningsområde som Wallin (1942) angav för flodkräftor. Ju längre åt norr eller väster man kommer i Norrland desto kärvarer blir klimatet, med allt kortare somrar och allt lägre vattentemperaturer. En låg vattentemperatur under vår och försommar medför att romkläckningen försenas. Ynglens första tillväxtsång blir därmed förkortad (Appelberg m fl 1982). De fertila honorna ömsar skal ca tre veckor efter det datum då ynglen ömsar skal första gången och samtidigt blir fria från honan. Om alla dessa steg blir försenade kommer honan inte att hinna med att även producera ny, inre rom till parning och romläggning under den efterföljande hösten. Honor som "hoppas över" reproduktionen under år med långsam vårutveckling och/eller kyliga somrar anses vara relativt vanliga i norrländska vatten (Abrahamsson 1972). Förhållandena blir särskilt svåra i högt belägna, stora och djupa sjöar, där temperaturutvecklingen är utpräglad långsam. I sådana sjöar kan romkläckningen ske så sent som i slutet av juli (Appelberg m fl 1982).

Tidigare erfarenheter från utsättningar av flodkräfta i Norrland

Utplantering av flodkräfta i norrländska vatten har skett under ganska lång tid genom länens Hushållningssällskap, regionala myndigheter, skogsbolag och privatpersoner. Det är dessa insatser som ligger bakom flodkräftans utvidgade utbredning i Norrland under det senaste århundradet. Utsättningarna inleddes under den senare delen av 1800-talet, ofta på initiativ av personer som flyttat in från de södra delarna av Sverige och som tagit med sig seden att äta kräftor.

Under perioden 1956-58 genomförde t ex dåvarande Kungliga domänstyrelsen omfattande utsättningar av flodkräfta i Norrland och i norra Svealand. Av totalt utsatta 43 500 kräftor under dessa år härstammade 30 205 från norra Finland. Utsättningarna gjordes i vattendrag och sjöar i Norrbottens och Västerbottens län. Från Ljungan (Alby) hämtades 11 040 kräftor som sattes ut i Jämtlands, Västernorrlands, Kopparbergs och Gävle-

borgs län. Resterande 2 210 kräftor togs från söderhamnstrakten för utsättningar i Gävleborgs län. Även SCA genomförde omfattande utsättningar under 1950- och 1960-talen, men det är oklart varifrån deras utsättningsmaterial kom. Utsättningarna koncentrerades till strömmande vatten och kustnära sjöar i mellersta Norrland (A. Bergsten, muntl. medd.).

Ett av de starkaste flodkräftbestånden i landet finns numera i Råne älv i Norrbottens län. Beståndet kan härledas till utsättningar av ca 2 000 kräftor som länets Hushållningssällskap genomförde med finska kräftor i mitten på 1950-talet (Å. Åberg, Råneå, muntl. medd.).

I Västerbottens län kunde 156 utsättningar under åren 1866-1987 dokumenteras och av dessa bedömdes ca 20 vara lyckade (Gydemo & Gydemo 1990). I Västernorrlands län spårades 315 utsättningar, vilka huvudsakligen hade skett under 1900-talet, vid en regional kräftinventering 1986. Totalt genomfördes provfisker i 136 av dessa vatten och man påträffade 75 flodkräftbestånd, varav 18 tidigare var okända (Birkö 1989). I samband med provfiskerna undersöktes flera faktorer som kunde tänkas påverka förekomsten av flodkräftor. Vattnets höjdlägen var en av de undersökta faktorerna. I provfiskade sjöar som låg på 0-50 m ö h hade 36% av introduktionerna lyckats. Andelen sjöar med lyckade inplanteringar sjönk därefter med ökande höjd; 30% vid 50-100 m ö h, 0% vid 101-150 m ö h och ca 20% över 150 m. I rinnande vatten var resultaten genomgående bättre än i sjöar med 71% lyckade introduktioner vid 0-50 m ö h, med ca 50% mellan 50 och 150 m ö h och ca 20% över 150 m.

Vid inventeringen mättes vattentemperaturen på alla provfiskelokalerna. Resultaten visade att sommartemperaturerna genomgående var lägre i rinnande vatten än i sjöar. Dessutom noterades att temperaturerna i sjöarnas utlopp var betydligt högre än i inlopp. Birkö (op. cit.) bedömde därför att sjöprocenten i vattendragen (andelen sjöyta av totala avrinningsområdets yta) borde vara en viktig faktor för etableringen av kräftbestånd genom att sjöar höjde vattendragens temperaturer. Sjöar bidrog dessutom med ökad näringstillgång i vattendragen, vilket gynnade kräftproduktionen. Av länets älvar är Ljungan och Fjällsjöälven varma älvar, som hyser goda kräftbestånd. Ljungan är den

varmaste älven och den uppnår under perioden 1 oktober till 31 juli i genomsnitt ca 1 450 dygnsgrader. På flera kräftlokaler i vattenmagasin i Ångerman-, Fjällsjo-, Fax- och Indalsälvarna kommer temperaturen inte varje år upp till "miniminivån" 1 300 dygnsgrader t o m slutet av juli månad. Eftersom goda bestånd ändå finns längs dessa älvar så måste andra faktorer vara avgörande för utvecklingen av fungerande kräftbestånd. Birkö (op. cit.) spekulerar kring utsättningskräftorna från norra Finland (Rovaniemi, 66 °N) och deras eventuella anpassning till ett kallare klimat.

Majoriteten (99,3%) av de undersökta vattnen hade pH-värden mellan 5,5 och 7,2. Undersökningen visade att inom pH-intervallet 6,1-7,2 hade nära hälften (45,8%) av utsättningarna lyckats, medan andelen endast var ca 30% vid pH 5,5-6,0. I provfiskade sjöar fanns ett klart samband mellan kräftförekomst och vattnets pH-värde, medan kräftförekomsten i de rinnande vattnen inte alls var lika pH-beroende. Andelen lyckade inplanteringar i rinnande vatten var ca 50% eller högre vid pH-värden mellan 5,5 och 7,2. Under pH 6,0 i sjöar och pH 7,0 i rinnande vatten hittades emellertid inga reproducerande kräftbestånd. Orsakerna till att kräftor klarar förurningen bättre i rinnande vatten kan vara att syrgashalten är högre och att detta kompenserar för låga pH-värden eller att näringstillgången är bättre i rinnande vatten än i sjöar. Då vattnet är i rörelse passerar födan kontinuerligt förbi kräftorna, vilket gynnar dem näringsmässigt.

Birkö (1989) försökte även beskriva orsakerna till misslyckade kräftinplanteringar i länet. Även om faktorerna i uppställningen kan överlappa mellan lokalerna/vattnen ger han följande förklaringar:

Förurning	23 lokaler	Ligger under alkaliniteten 0,09 för sjöar och 0,05 för rinnande vatten
Fel bottnar	32 lokaler	dy eller sandbotten
Kalla vatten	23 lokaler	ligger över 250 m ö h.
Minkpredation	4 lokaler	kraftiga minkbestånd
Syrebrist	1 lokal	dog ut pga syrebrist

Misslyckade inplanteringar av kräftor berodde ofta på låga pH-värden/låg alkalinitet, förhållanden som i efterhand kan förklaras med den generella förurningsprocessen som har pågått i sjöar och vattendrag. Andra

vanliga orsaker var felaktiga bottenmaterial i sjöarna eller alltför höga lägen med sammanhängande låga vattentemperaturer.

Ett av Norrlands mer välkända och produktiva kräftbestånd fanns längs sträckan Holmsjön-Ljungavärk i Ljungan (Ahl 1957). Idag är beståndet i den övre delen mellan Holmsjön och Ångesjön kraftigt decimerat, sedan vattenflödet 1976 avleddes till det nyanlagda kraftverket Järnvägsforsen, som kom att ersätta de gamla kraftverken i Alby och Ringdalen. Fiskerikonsulent Bertil Eriksson, Länsstyrelsen i Gävleborgs län, kontaktades för att delge sina kunskaper om ljungan-kräftorna. Han hade kunskap om historien bakom Ljungans kräftbestånd och om kräftfångsterna. Dessutom hade han aktivt arbetat med att dokumentera kräftfångster före och efter ingreppet. Han deltog även aktivt med de åtgärder som Vattendomstolen meddelade för att kräftproduktionen i älven skulle kunna vidmakthållas (B. Eriksson, skriftligt utlåtande 1997-01-16)

Kräftorna introducerades i älven i början av 1900-talet. Kräftfisket i älven började troligen någon gång under 1940-talet och intensifierades sedan under 1950- och 1960-talen. Före 1975 fångades årligen ca 8 ton flodkräftor längs sträckan Östavall-Ljungavärk och fisket bedrevs av ca 600 fiskeutövare. Fångsten torde ha motsvarat nära 10% av landets totala fångst av flodkräfta vid den tiden. Förutsättningarna för kräftproduktion i denna del av Ljungan var goda beroende på lämpliga bottenar längs merparten av sträckan, på goda syrgasförhållanden och på en drift av organiskt material, som bedömdes spela en stor roll i kräftornas födointag. Materialet hade sitt ursprung i Holmsjön och i flera årsregleringsmagasin i anslutning till Ljungan. Den gynnsamma temperatursituationen i Ljungan har tidigare belysts.

Efter vattenavledningen till Järnvägsforsens kraftverk 1976 kom den tidigare älvfåran att bli i det närmaste torrlagd. Tidigare hade medelvattenföringen i denna del av Ljungan varit 70 m³/s och den sänktes nu till ca 3 m³/s. Längs sträckan anlades närmare tio grunddammar för att behålla vattenspeglar i den tidigare älvfåran. Tanken var också att dessa skulle bidra till att garantera en restproduktion av kräftor trots det låga vattenflödet.

I samband med den första vattendomen inför anläggandet av Järnvägsforsen 1970

startade en insamling av fångststatistik från den berörda sträckan av älven. Statistikinsamlingen pågick sedan t o m 1990. Sammanställningar av dessa fångstdata visade på mycket goda fångster, t ex fångades 1975 nära 120 000 kräftor, innan det nya kraftverket startades. Med den lägre vattenföringen minskade fångsterna snabbt. 1982 fångades 45 050 kräftor och 1990, sista året med insamling av fångstdata, fångades endast 15 700 kräftor, varav 11 560 fångades i Ovensjö i den nedre delen av sträckan. Skadorna på kräftbeståndet var störst i de övre delarna av sträckan och skulle kunna vara ett resultat av att den organiska driften från den uppströms liggande Holmsjön och från andra årsregleringsmagasin numera styrdes direkt från Holmsjön till Ångesjön genom bergtunneln via det nya kraftverket.

Vattendomstolen ålade kraftverksägarna att påbörja åtgärder för att kompensera det skadade kräftbeståndet. Fil Dr Sture Abrahamsson, Lunds Universitet, anlätades av ägarna för att leda detta arbete. Baserat på hans förslag lades stenmaterial ut i sjön Aldern uppströms Alby samt åtgärdades vissa grunddammar för att bättre passa kräftor. Abrahamsson ansåg dessutom att minimitappningen vintertid skulle kunna sänkas till 0,5 m³/s, utan att skadorna på kräftbeståndet skulle förvärras. Åsikten bestreds kraftigt av de av Vattendomstolen förordnade kräftsakkunniga för allmänt och enskilt fiske, som ansåg att redan en minimitappning av 3 m³/s utgjorde ett allvarligt hot mot ett varaktigt kräftbestånd i Ljungan. Försämringen av kräftbeståndet blev både snabbare och kraftigare än vad de mest pessimistiska hade förutspått. Man beslutade därför att på försök starta en kräftodling i Alby för att producera småkräftor för kompensationsutsättningar i älven. Odlingsarbetet startade 1981, då rombärande honor, efter vinterförvaring och förvärmning i Bollnäs fiskodling, sattes ut i den gamla intagskanalen till Alby kraftverk. Under efterföljande vår samlades småkräftorna ihop, räknades och sattes ut i Ljungan på en rad platser. Albyodlingen drevs troligen t o m 1986 med tillfredsställande resultat, t ex kunde drygt 6 000 ettåriga småkräftor utplanteras i Ljungan i slutet av maj detta år (Bertil Eriksson, skriftl. dok. 1986-10-30). De enda problem som redovisades rörde förvärmningen av romhonorna. Det gällde att styra kläckningen till en tidpunkt

sammare avfolkning av just glesbygden. Naturturism med inriktning på jakt- och fiskeaktiviteter utgör en viktig del och i denna sektor kan kräftfiske vara ett betydelsefullt komplement. Med ett "öppnare Europa" kan kräftfiske vara en aktivitet som kan locka fler européer till Sverige. I många av Europas länder är kräftorna idag utslagna av flera olika anledningar. Kräftfiske bör därför vara en exklusiv aktivitet för europeiska turister. Försäljning av kräftfiske ger rejäla intäkter och blir ett viktigt argument för uppbyggnad av nya företag med ökad sysselsättning som följd.

Möjliga produktionsformer

Materialet i detta kapitel skall ses mot bakgrunden av de tidigare belysta specifika förhållanden som styr kräftproduktion i Norrland. Dessa är bl a kort tillväxtsång, låg vattentemperatur och näringsfattiga vatten. Med kräftproduktion i dammar kan dessa problem mildras. Dammars relativt sett små vattenvolymer värms upp snabbt, vilket förlänger odlingssäsongen. Även om vattnet i sig är näringsfattigt kan dammar svara för en tillräcklig produktion av kräftföda i form av växt- och djurmaterial. Vattenvegetationen tar en stor del av sin näring ur bottenmaterialet och produktionen är således inte enbart beroende av vattnets näringsförhållanden. Kräftproduktion kan bedrivas i extensiv, halvintensiv eller intensiv form (Forskningsrådsnämnden 1982, Westman m fl 1992, Ackefors 1999).

Extensiv produktion

Extensiv produktion bedrivs huvudsakligen i naturvatten, dvs i sjöar och vattendrag. Även extensiv dammproduktion kan naturligtvis förekomma. Utmärkande för denna produktionsform är att den inte kräver några styrningar av de olika kringfaktorer som påverkar kräftorna. Dessutom krävs mycket små investeringar. Produktionsformen är bäst lämpad för vuxna kräftor till konsumtions- och utsättningsändamål.

Halvintensiv produktion

Produktion i dammar bedrivs bäst i halvintensiv form, med styrning av t ex vattenflödet, temperaturförhållandena och födotillgången. Det är även möjligt att kontrollera och styra kräftbeståndens storlekssamman-

sättning för att kunna maximera tillväxten. Det innebär att man eftersträvar kontroll över både odlingsförloppet och resultaten (Forskningsrådsnämnden 1982). Produktionsformen kräver investeringar för uppbyggnad av dammar, ev munkar för nivåreglering och rörläggning. Viss utrustning för kontroll av vattentemperatur, syrgashalt och pH kan behöva anskaffas. Även dammodling är lämplig för produktion av vuxna kräftor. Tillväxten kan naturligtvis förbättras ytterligare med tillskottsmatning. Småkräftor är närmast omöjliga att fånga med redskap. Om man vill samla in dem till försäljning som utsättningsmaterial måste dammarna vara tömningsbara och helst bör botten luta ner mot utloppet. Efter tömning kan kräftorna samlas in utan alltför stor arbetsinsats.

Intensiv produktion

Intensiv kräftproduktion kräver en inomhusanläggning med odlingstråg eller bassänger (Nyström & Rönn 1990). Hela odlingsprocessen kräver noggrann kontroll av vattenflöde, -temperatur och -kvalitet (Forskningsrådsnämnden 1982). Besättningarna i tråg eller bassänger kan styras mot optimala sammansättningar och fodergivorna kan utformas för maximal tillväxt. Intensiv produktion är den klart mest kostnadskrävande av de olika produktionsformerna. Investeringar behövs för byggnader, tråg eller bassänger, rödragning, pumpar, filtrerings- och uppvärmningsapparatur mm. Med tanke på höga investerings- och hanteringskostnader och på ett svagt kunskapsunderlag är det inte troligt att det för närvarande går att uppnå lönsamhet vid intensivodling av vuxna kräftor.

Produktion av yngel i sommardammar

Med en kombination av intensivodling och dammodling kan ensomriga kräftyngel produceras för utsättningsändamål. Metoden går ut på att man kläcker kräftrom inomhus i tråg eller i särskilda kläckningsapparater (Järvenpää & Ilmarinen 1995). De rombärande honorna kan antingen förvaras inomhus under föregående vinter eller fiskas upp i dammar i samband med islossningen. Romkläckningen kan tidigareläggas om honorna förvaras i uppvärmt vatten under en tid innan kläckningen. Efter kläckning och ynglens första ömsning samlas de in och flyttas till

små, tömningsbara dammar (sommardammar) med ytan 10-20 m² för tillväxt (Pursiainen m fl 1983). Med lämpligt foder kan ynglen uppnå en betydligt bättre tillväxt än den i naturvatten. Det är viktigt att kläckningen planeras in i tiden så att temperaturen i sommardammarna överstiger ca 15 °C. Om temperaturen är alltför låg kan dammarna inte erbjuda tillräckliga mängder av kräftföda. Ynglens födokonsumtion blir därmed låg, vilket orsakar dålig tillväxt och överlevnad. Vid tillväxtsåsongens slut kan ynglen samlas in och endera utnyttjas för utsättning i egna dammar eller säljas.

"Put and take"

Som ett alternativ till halvintensiv dammproduktion av kräftor kan man pröva "put and take", som innebär att man sätter ut vuxna kräftor i dammar med avsikten att de omedelbart skall fiskas upp av personer som betalar för förmånen att få fiska kräftor. Principen har länge använts vid utsättning av fis-

karter i dammar och mindre sjöar för sportfiskeändamål. "Put and take"-dammarna kan naturligtvis anläggas i hela Norrland, men vi tror att de skulle vara särskilt lämpliga i norra Norrland, i anslutning till fjällkedjan eller i höglänta områden annorstädes. Dammägaren blir inte beroende av sina lokala produktionsbetingelser utan köper in utsättningsmaterialet från andra odlare. Metoden kräver mycket lite arbete och kan ge goda inkomster. Den bör vara särskilt lämplig att kombinera med olika aktiviteter för turister. "Put and take"-verksamheten kräver små investeringar. Utöver dammkostnaderna kan man behöva investera i bryggor, båtar och fångstredskap. Vid kombinationer med andra turistaktiviteter kanske övernattningsstugor, vindskydd och grillplatser redan finns i företaget. Det är oklart i vilken omfattning denna verksamhet bedrivs idag. Det kan troligen vara svårt att i dagsläget finna utsättningskräftor i den omfattning som krävs för "put and take".

Projektet "Kräftodling i Norrland"

Inledning, projektets historik

Under 1980-talet blomnade intresset för kräftodling i Sydsverige och många odlingar av varierande storlek startades. I Norrland trodde man att allmänna medel hade satsats på detta och krav framfördes på att motsvarande satsningar skulle göras även här. Bakom de nystartade odlingarna i sydsverige låg emellertid nästan uteslutande privat kapital. Tankarna på kräftodling i Norrland måste ändå ses som en av orsakerna till att detta projekt så småningom utvecklades och startades i juni 1989.

Dåvarande lantbruksnämnderna hade inlett arbetet med "Åtgärdsprogrammet för jordbruket i norra Sverige". För detta program fanns medel avsatta för olika slags projekt, för forskning och försöksverksamhet och för ekonomiskt stöd till kompletterande verksamheter i jordbruket. I både Västernorrlands och Jämtlands län hade projektledarna för landsbygdsutveckling, som bl a hantlade det ovan nämnda "åtgärdsprogrammet", knutit kontakter med familjer i Ensillre i Ånge k:n och i Valne i Krokoms k:n, som var intresserade av att starta kräftodlingar.

Vid ett möte i Ånge träffades en representant för Sötvattenslaboratoriet, projektledaren för landsbygdsutveckling i länet och familjen i Ensillre. Man diskuterade familjens möjligheter att starta en kräftodling och att erhålla medel från tidigare nämnda "Åtgärdsprogram". Sötvattenslaboratoriet trodde inte på en kommersiell satsning, men informerades om sin pågående planering. Laboratoriets tanke var att huvudsakligen allmänna medel borde satsas i ett framtida projekt. Man ansåg även att många odlingsproblem ännu var olösta och att det var ett forskarintresse att utveckla odlingsmetoder innan rådgivning förmedlades till potentiella odlare. Sötvattenslaboratoriet krävde för sin medverkan i projektet att en försöksodling lokaliserades till ett område med lägre medeltemperatur än den i ljugandalen. Familjen från Valne kom därmed att passa väl in i projektet.

Vid Sötvattenslaboratoriet vidareutvecklades projektplanerna och en interimistisk styrgrupp med företrädare för de båda länen, Sötvattenslaboratoriet och Stiftelsen Vatten-

bruksutveckling tillsattes. Projektledaren för landsbygdsutveckling i Västernorrlands län fick uppdraget att undersöka om medel kunde sökas för en planerad första treårsperiod.

Vid ett möte i Ånge i januari 1989 beslutades att projektet skulle startas. Medel för en första treårsperiod fanns då reserverade. Vid mötet togs även beslut om olika praktiska och administrativa rutiner i det nya kräftodlingsprojektet.

Tidsplan

Den ursprungliga tidsplanen omfattade två 3-årsperioder, 1989-1992 (period 1) och 1992-1995 (period 2). Projektet skulle utvärderas efter slutet av period 1 och de framtagna resultaten skulle ligga till grund för ett beslut om fortsatt verksamhet under period 2.

Målsättningar

Vid projektstarten var den viktigaste målsättningen "att utveckla metoder för kräftodling under norrländska förhållanden, vilka innebär kort tillväxtsäsong och låga vattentemperaturer" (Odelström 1993). Vidare påpekades att "Arbetena skall bedrivas vid projektets odlingar i Valne och Ensillre".

Verksamheten skulle innebära fullskaleodling av flodkräfta, med bl a produktion av ensomriga kräftungar för utsättning i naturvatten. Efter projekttidens slut skulle "verksamheten sammanfattas både vad gällde biologiska, tekniska och ekonomiska förutsättningar för en framtida norrländsk satsning på kräftodling och resultaten förmedlas till projektets intressenter och till allmänheten".

Sedan period 1 hade avslutats under hösten 1992 redovisades de tre årens verksamheter vid ett möte i Östersund i januari 1993. Samtidigt presenterades ett forskningsprogram med ny huvudmålsättning, med innebörden "att analysera och pröva förutsättningarna för odling av flodkräfta i Norrland". Som delmål angavs bl a "att sluta reproduktionscykeln i de båda odlingarna", och "att genom tidigarelagd romkläckning förlänga ynglens första tillväxtsäsong" (Odelström 1995). Trots att målsättningarna förändrades något under projektets gång kan de sammanfattas med följande fyra frågeställningar, vilka kan sägas vara projektets kärnfrågor:

1. Går det att odla kräftor i Norrland?
2. Går det att odla fram kräftor för utsättning i naturvatten och dammar?
3. Går det att odla kräftor för konsumtionsändamål?
4. Är det ekonomiskt lönsamt att odla kräftor i Norrland?

Ekonomi

Projektet belastades med kostnader dels för anläggningar, dvs projektering, dammar och kläckerier, och dels för drift, med bl a löner, rese- och administrativa kostnader samt avelskräftor. Anläggningskostnaderna uppgick till **3 049 700 Kr**, fördelade på 1 304 600 Kr i Ensillre, 1 647 100 Kr i Valne och 98 000 Kr för gemensam projektering. Merparten av dessa kostnader inföll under period 1. Driftskostnaderna under perioderna 1 och 2 uppgick till **2 534 000 Kr**. Eftersom driftskostnaderna var gemensamma kan dessa inte på motsvarande sätt delas mellan de bägge anläggningarna. Projektets totalkostnader blev

därmed **5 583 700 Kr**. Projektet bekostade 713 900 Kr av anläggningskostnaderna och hela driftskostnaden 2 534 000 Kr, eller totalt **3 247 900 Kr**.

Projektets sammanlagda intäkter under perioderna 1 och 2 uppgick till **2 195 000 Kr**. Vid projektslutet 1995 belastades således projektet med ett underskott på 1 052 900 Kr, vilket kommer att reduceras till **602 900 Kr** när de kvarvarande reserverade 450 000 Kr har fakturerats. En utförligare beskrivning av kostnader och intäkter redovisas i Bilaga 1.

Organisation

Projektet "Kräftodling i Norrland" organiserades med **intressenter/finansiärer, styrgrupp, odlare, projektledare, projektgrupp** och **anslagsförvaltande myndighet**. En detalerad beskrivning av personsammansättning och funktioner i de olika grupperingarna redovisas i Bilaga 2.

Tekniska och biologiska förutsättningar för kräftodling, samt resultat från projektet "Kräftodling i Norrland"

Lokalisering och utformning av anläggningarna

I det projektförslag som togs fram av Sötvattenslaboratoriet fanns önskemål om två odlingar i skilda klimatzoner. Lokaliseringen av den ena anläggningen till Ensillre nära Ånge föll sig naturlig med tanke på det tidigare redovisade förarbetet till projektet. Samarbete mellan projektledarna för landsbygdsutveckling i Y och Z län medförde att även lokaliseringen av den andra anläggningen till Valne nära Näliden snabbt blev klar (Figur 1). Medeltemperaturen i Valne bedömdes vara lämplig med tanke på Sötvattenslaboratoriets krav, med en klimatskillnad mellan odlingarna motsvarande en eller möjligen två zoner enligt trädgårdsnäringens zonkarta. På båda orterna fanns familjer med intresse för kräftodling, med jordbruksfastigheter där disponibel mark fanns tillgänglig och byggnader för kräftodlingsverksamhet. Båda orterna låg dessutom nära Fiskeriverkets försöksodling i Kälarne, som ursprungligt lanserades som projektets centralpunkt. Idén kom dock aldrig att realiseras, då det framkom att kräftor från avlägsna vattendrag skulle kunna överföra fisksjukdomar till de olika öringstammar som förvarades i genbank i kälarneanläggningen. Sötvattenslaboratoriet kom istället att bli projektets centrum.

Sötvattenslaboratoriets projektförslag omarbetades av en konsult under vintern-våren 1989 till underlag för anbudsinfordran för byggandet av kräftodlingarna i Valne och Ensillre. När väl offerter kom in till projektet visade det sig att de låg långt över de ekonomiska ramarna. Odlarna hade emellertid kontaktat lokala entreprenörer som hade möjligheter att bygga anläggningarna till acceptabla kostnader. Arbetet kunde därigenom inledas under sommaren 1989.

Införskaffande av avelskräftor

Tanken var att införskaffa avelskräftor från naturliga bestånd i odlingarnas närhet. Det är en allmän uppfattning att kräftor till nyetableringar helst bör införskaffas så nära den nya lokalen som möjligt. Fiskenämden i Y län påbjöd att flodkräftor till ensillreodling-

en endast fick hämtas från det befintliga beståndet i Ljungan. Inom projektet ansågs detta ställningstagande vara välgrundat. Kräftor kan vara bärare av olika fisksjukdomar och myndigheten önskade skydda Ljungans bestånd av laxartade fiskar. Meningen var också att fylla valneodlingens behov med kräftor från lokala bestånd.

När odlingarna började byggas upp under sommaren 1989 knöts kontakter med kräftfiskare längs sträckan Östavall-Borgsjö vid Ljungan för beställning av kräftor. Till ensillreodlingen inköptes senare under hösten ca 2 500 ljungankräftor på den lokala marknaden. I Storsjöbygden i Jämtland finns flera flodkräftbestånd. Storsjön, Nälidsjön och Alsensjön har alla kräftor, men även i mindre sjöar och flera rinnande vatten finns kräftor. När kräftor skulle köpas till valneodlingen fanns emellertid inga tillgängliga leverantörer. Enda undantaget var en mindre sjö norr om Krokum, som kom att bli den enda leverantören av jämtländska kräftor. Kontakter togs därför med personer längs norrlandskusten. Leveranser kunde ordnas från kramforstrakten och från Ulvön, där mindre kvantiteter erhöles. Sent på hösten tvingades sedan projektet fylla merparten av kräftbehovet med uppländska flodkräftor för att odlingsarbetet skulle kunna inledas enligt planerna. Totalt inköptes ca 600 avelskräftor till valneodlingen under den första hösten. Ursprungsområden för kräftor till de båda odlingarna framgår av Figur 1. Under åren 1990-1995 kompletterades avelsmaterialen vid odlingarna med ytterligare kräftor, med påföljd att det totala antalet inköpta avelsdjur blev 4 758 i Ensillre och 2 822 i Valne. De olika kräftstammarna i Valne har fortlöpande hållts separerade. I Tabell 1 redovisas de årliga inköpen till de båda odlingarna. Skälen till kompletteringar var dels att ersätta kräftor som dött på naturlig väg eller genom predation och dels att förstärka de relativt små bestånden.

Försöksverksamheten i Valne och Ensillre

I de två följande avsnitten beskrivs hur dammar och kläckerier vid de två försöksodlingarna byggdes upp. Avsnitten bygger på tidiga-

Tabell 1. Antal inköpta avelskraftor till odlingarna i Ensillre och Valne under åren 1989-1995. Från och med 1993 köpte odlaren i Ensillre nya avelsdjur enbart i privat regi.

År	Ensilire					Valne				
	Honor med rom	Övriga honor	Hanar	Ej könsbest	Summa	Honor med rom	Övriga honor	Hanar	Ej könsbest	Summa
1989	0	1120	1398	0	2518	0	315	224	0	599
1990	0	508	432	0	940	32	623	278	16	949
1991	0	400	260	0	660	4	167	51	59	281
1992	0	400	240	0	640	82	148	93	0	323
1993	0	0	0	0	0	0	60	40	0	100
1994	0	0	0	0	0	176	108	121	112	517
1995	0	0	0	0	0	32	5	16	0	53
Totalt										
1989-95	0	2428	2330	0	4758	326	1486	823	187	2822

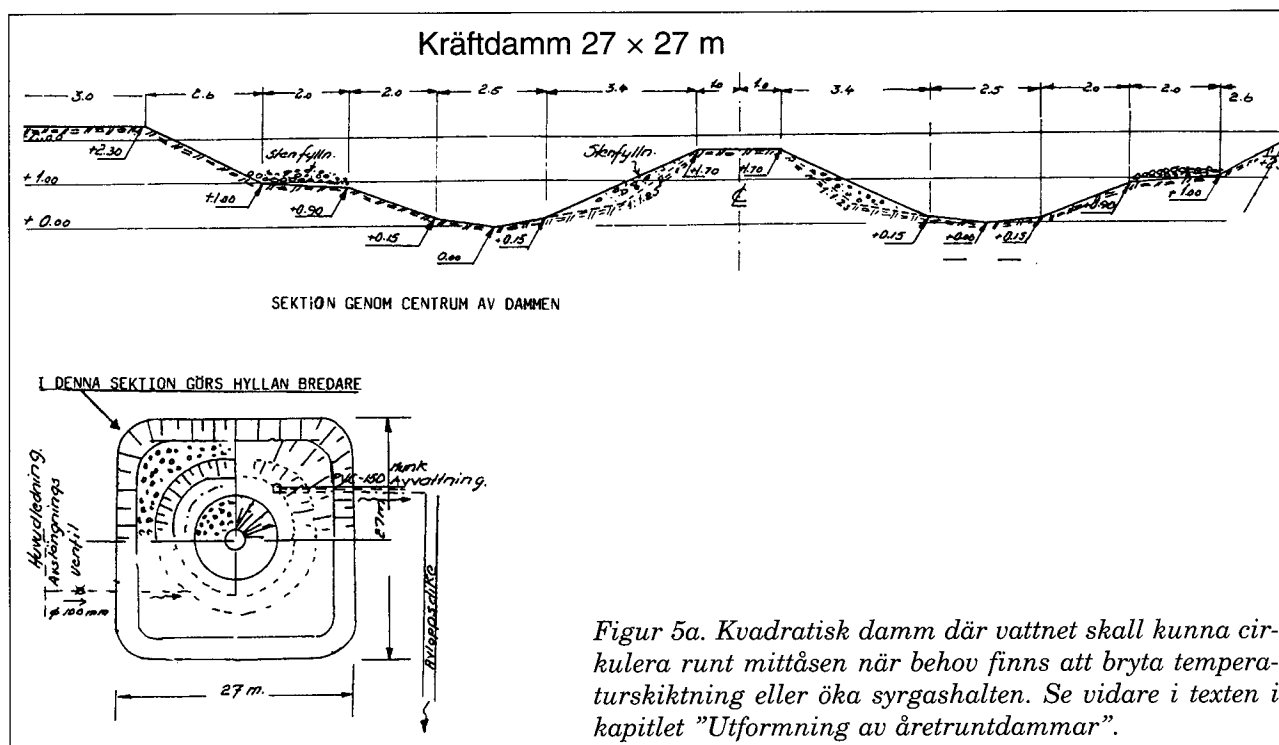
re sammanställda verksamhetsberättelser för perioderna 1989-1992 och 1993-1994 (Odelström 1993, 1995) och utgör både sammanfattning och syntes av samlade erfarenheter från projektarbetet. Därutöver har några kompletteringar med resultat från 1995, projektets sista år, tillfogats.

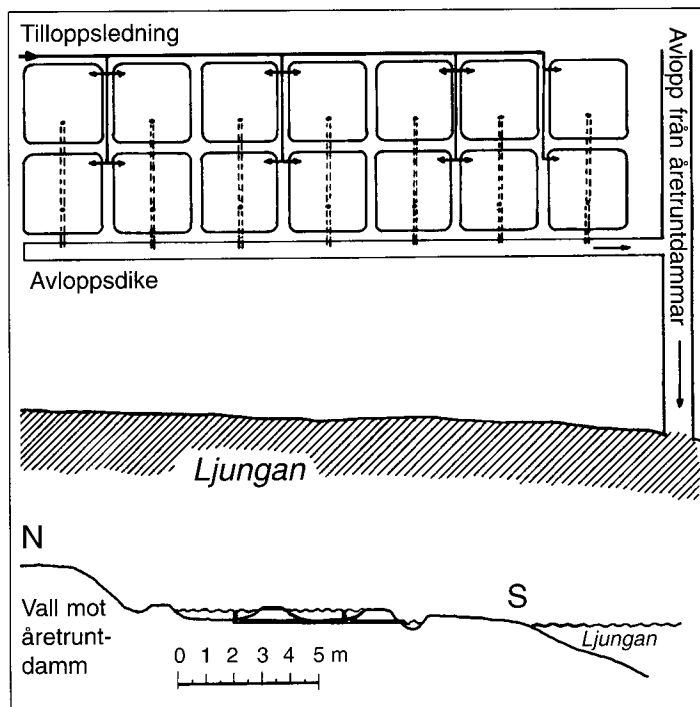
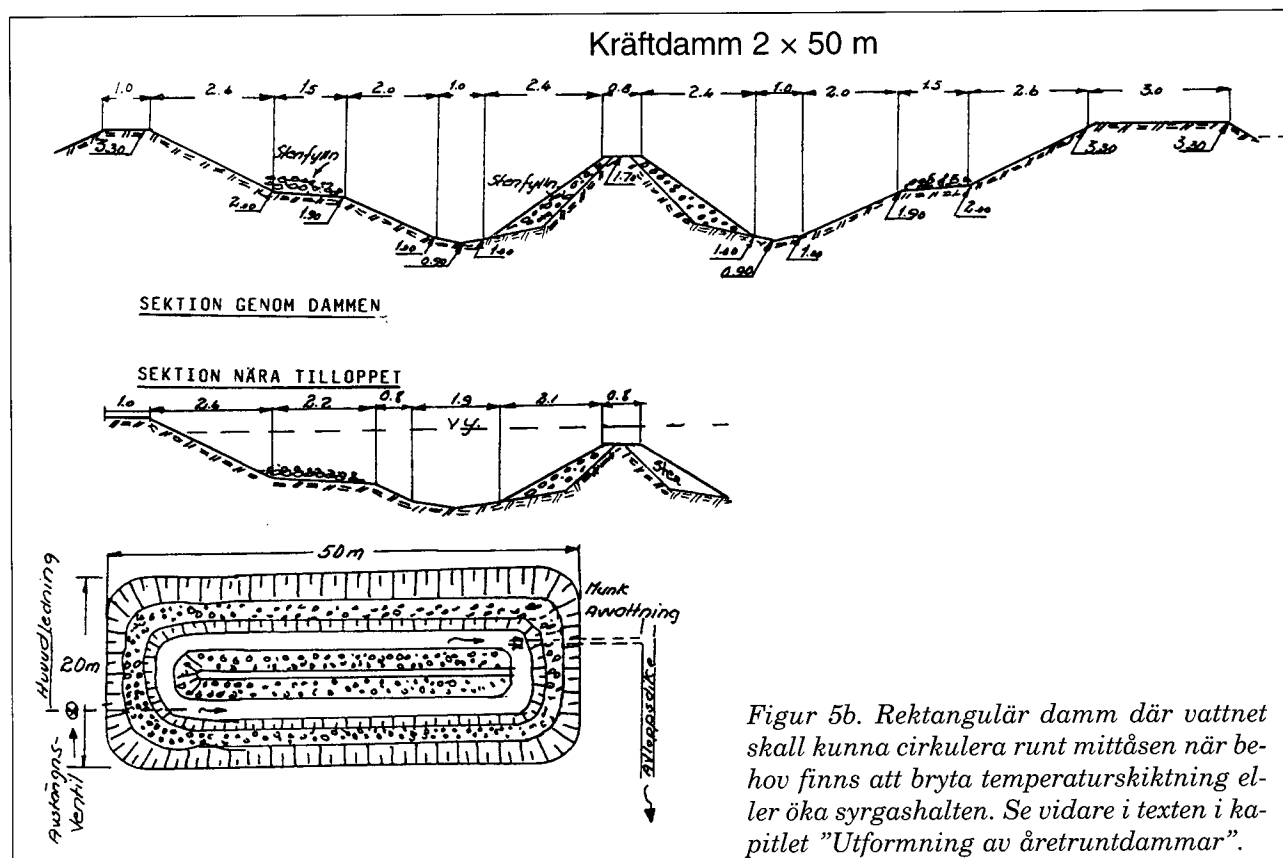
Dammar

Utformning av åretrunddammar

I anläggningarna ingick rektangulära och kvadratiska dammar med 2,4 m vattendjup

(Figur 5a och b) i enlighet med de dammtyper som Fürst (1986) förordade. I de rektangulära dammarna var vattenspegelns yta ca 20×50 m och i de kvadratiska ca 27×27 m. Båda dammtyperna var konstruerade med grundrygg eller grundområde i centrum. Tanken bakom detta var att minska istjockleken under vintrarna. När ett 10-15 cm istäcke hade bildats skulle vattennivån sänkas. Isen skulle "hängas upp" på grundet och det luftskikt som bildades under isen skulle isolera mot fortsatt isbildning. Det visade sig att isen





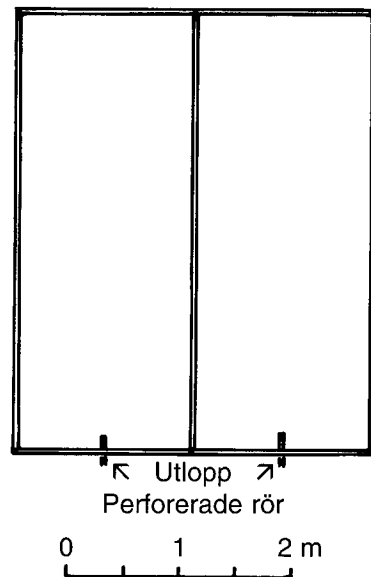
Figur 6. 1991 års sommardammar i Ensillre. Dammarna konstruerades med fiberduk på lera. Avlopp genom PE-slang med 32 mm diameter. Planskiss och nord-sydlig tvärsnitt genom ett dammpar. Se vidare texten om "Sommardammar" och "Vattenförsörjning".

genom sin plasticitet snabbt sjönk mellan grundet och stranden och metoden blev därigenom mindre effektiv. Eftersom det första istäcket frös fast mot grund och strand var det just där som en viss isoleringseffekt kunde noteras. De centralt placerade grunden skulle samtidigt tvinga det inkommande vattnet att strömma runt i dammarna innan utflödet. Dammarnas och grundens sidor försågs med avsatser, "hyllor", med ca 1 m vattendjup. På avsatserna placerades olika slags kräftgömslen (Figur 5a och b).

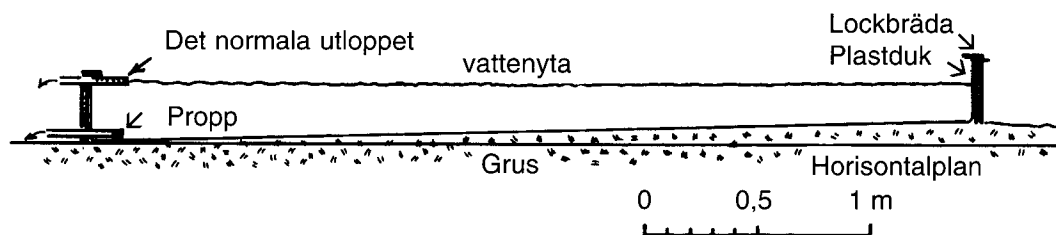
Ensillreanläggningen omfattade 5 rektangulära dammar av den ovan beskrivna typen samt en bredare damm med måtten ca 30x50 m. Den bredare dammen tillkom som ett resultat av utrymmesbrist i strandområdet närmast Ljungan och den kom att ersätta två dammar som ursprungligen ingick i projektunderlaget. Den totala dammytan i Ensillre är 6 500 m². I Valne fanns 4 rektangulära och 5 kvadratiske dammar med den totala ytan 8 400 m². Det disponibla markområdet medgav att den rektangulära dammen närmast Alsensjön gjordes bredare, ca 30x50 m, men utan grundrygg.

Figur 7. Sommardamm av typen "låddamm". Dammen består av en brädsarg som placeras på en lutande, grusad markyta. En plastduk läggs i lådan och fixeras med lockbräda ovanpå sargen. Två utloppsrör monteras genom sargen. Det övre röret monteras strax under lockbrädan och detta rör fungerar som överströmningsrör. Röret tätas i den inre ändan och perforeras för att hindra rymning. Det andra röret monteras i underkant av sargen nära botten och används vid tömning eller vid insamling av kräftynglen. Dammodellen har tagits fram av Knut M. Svensson, efter idé från Kraftkräftan, Svenbacka, Kristianstad.

Låddammar sedda uppifrån.
De byggs lämpligen i par



Låddamm. Längdsektion



Utformning av sommardammar

Sommardammar är små, grunda dammar som används som tillväxtmiljöer för nykläckta kräftyngel. Fördelen med sådana små dammar är att de snabbt värms upp på våren-försommaren och att det är enkelt att sköta utfodring och tillsyn. I de grunda sommardammarna är det dessutom relativt enkelt att samla ihop småkraftorna efter tillväxtsångens slut. Den snabba uppvärmningen medför att produktionen av alger och smådjur, exempelvis planktonorganismer och olika insektslarver, kommer igång tidigare än i större dammar och sjöar. Denna "basproduktion" utgör grunden för god tillväxt och hög överlevnad hos kräftynglen. Ensomriga kräftungar från sommardammar blir därför i allmänhet större än de som vuxit upp i större dammar eller sjöar.

Under sommaren 1990 byggdes två sommardammar i Valne med ca 12 m² vattenyta och 0,3 m vattendjup. Dessa första dammar konstruerades på allra enklaste sätt. Rektangulära fördjupningar skapades i marken. Presenningar lades över groparna och fixerades med jord överst på kanterna. Groparna fylldes sedan med vatten. Dessa dammar saknade utlopp, vilket medförde att de inte kunde förses med genomströmmande vatten. Under hösten 1991 byggdes 14 sommardammar i Ensillre. De placerades på markområdet mellan åretrunddammar och Ljungan (Figur 6). Marken bestod här av övervägande leror. Varje damm hade en yta av ca 8 m² och djupet ca 0,3 m. Dammbottnarna kläddes med Geotex (textilduk som bl a används vid vägbyggnation) för att hindra småkraftorna från att gräva ner sig i leran.

Under våren 1994 anlades ett tiotal nya sommardammar i Valne. I dessa användes billiga plastpresenningar lagda ovanpå en enkel jordvall. Samtidigt fick projektet hjälp av Knut M. Svensson, Sötvattenslaboratoriet, att konstruera sex sommardammar av "lådtyp" i Ensillre (Figur 7). Träramar med ytan 6 m² placerades ut på en svagt sluttande, avgrusad markyta. Lutningen skapades för att kräftorna vid tömning skulle samlas längs en av kortsidorna. I lådorna lades en plastduk som fixerades med en lockbräda ovanpå ramen. Lockbrädan hindrade samtidigt kräftorna från att krypa över kanten.

Vattenförsörjning till dammar

Vattenförsörjningen till åretrunddamarna utgick i bägge anläggningarna från en gemensam vattenreservoar och nedgrävda PVC-ledningar (Ø 160 mm). Med ventiler vid varje enskild damm reglerades sedan vattenflödet. I Valne samlades vatten från ett system av skogsbäckar, med huvudsakligen grundvatten, till reservoaren. I Ensillre pumpades ljuganvatten via en pumpstation upp till reservoaren och driften styrdes automatiskt av en nivåvakt. Råvattnet från Ljugan (Ensillre) och skogsbäcken (Valne) hade vid alla provtagningstillfällen bra vattenkvalitet för kräftodlingsbruk (Tabell 2; analysresultat från 1993-05-14). Båda råvattnen hade höga pH-, alkalinitets- och konduktivitetsvärden. De geologiska förhållandena i aktuella områden i Jämtland och Medelpad ger vatten med god kvalitet för kräftor. Halterna av de analyserade kväve- och fosforfraktionerna var låga, med undantag för nitrat som före-

kom med måttliga halter. Syrgasmättnaden var 81% i ljuganvattnet och 63% i skogsbäcken. Mellan provtagningpunkten och dammarna tillförs syrgas dels i en kort strömsträcka och dels i ett fall på 2 m i utloppet ur reservoaren. Syrgasförhållandena i dammarna har därför alltid varit goda, t ex var syremättnaden 101% i det utgående vattnet från en av dammarna 1993-09-26.

De tidigaste sommardammarna i Valne fylldes med vatten från kran i kläckeriet. De 14 sommardammarna i Ensillre låg långt från kläckeriet, varför ljuganvatten togs ut i slutet av PVC-stammen från reservoaren. Med olika PVC-detaler minskades rördiametern 160 mm ner till slangdiametern 25 mm och vattnet leddes fram till dammarna och fördelades ut till de enskilda dammarna med 12 mm slang. Vattnet leddes ut genom centralt placerade polyetenrör (Ø 32 mm) till ett dike som mynnade i Ljugan. Rören lades ut i samband med att dammvallarna byggdes upp och avslutades i dammarnas centrum med en 90° PVC-vinkel för rördiameter 32 mm. Ett hål togs upp i Geotexduken, som krängdes över PVC-vinkeln för optimal tätning. I vinkelröret monterades en stump polyetenrör, vars längd anpassades för lämplig vattennivå i dammen.

Vattenförsörjningen till 1994 års sommardammar i Valne ordnades via kläckeriet på samma sätt som skedde för de allra första sommardammarna. Utlopp saknades även i dessa dammar och vatten påfylldes endast för att ersätta avdunstningen. Till laddammarna i Ensillre togs vattnet från den näraliggande reservoaren med ett slangsystem och hävert-

Tabell 2. Vattenkvaliteten i grundvattentäkterna till kläckerierna samt i råvattentäkterna till kräftdamarna i Valne (skogsbäcken) och Ensillre (Ljugan) 1993-05-14. Värden från en alternativ vattentäkt till valnekläckeriet redovisas också; provet taget 1994-02-16.

Odling/ Vattentäkt	pH	Alk mekv/l	Kond mS/m	Ammonium µg/l	Nitrit µg/l	Nitrat µg/l	Fosfat µg/l	O ₂ mg/l	O ₂ %
Valne									
Grundvatten	7.04	1.22	35.8	2	0	3,510	4	9.2	76
Skogsbäck	8.03	2.35	44	14	3	704	2	8.6	63
Alt. vatten- täkt	7.58	4.14	72.8	72	1	265	2	ej analyserat	
Ensillre									
Grundvatten	8.23	3.06	41.4	63	0	586	2	2.4	22
Ljugan	7.6	0.39	5.1	8	0	301	0	10.2	81

principen. Vattnet togs ut i strandkanten i reservoaren, vilket innebar att djurplankton följde med vattnet till sommardammarna. Utloppsrör monterades i ramarnas överkanter och det utgående vattnet från alla sex dammarna leddes i gemensamt rör till en av åretrunddammarna.

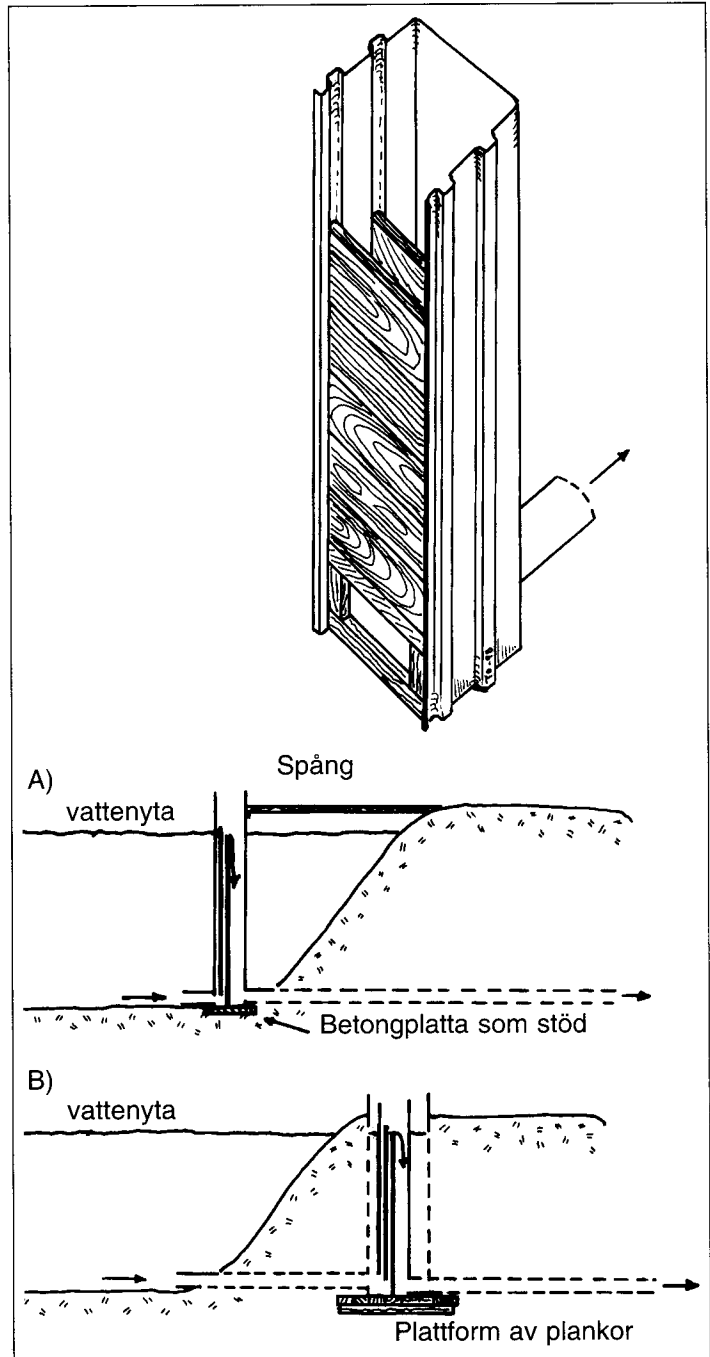
Munkar för reglering av vattennivåer i åretrunddammarna

Dammarnas vattennivåer och utflödet reglerades med munkar av glasfiberarmerad styrenplast (modell Lockne, Figur 8). I Ensillre var munkarna placerade ute i dammarna, vilket krävde att de försågs med bryggor för ankra i dammvallarna för att möjliggöra nödvändiga nivåregleringar och tillsyn. Som sättare utnyttjades brädlappar enligt traditionella principer. I Valne placerades munkarna i plåtrör, "brunnar", inne i dammvallarna för att minska risken för fryssning. "Brädsättarna" ersattes här av skivor av aluminiumplåt med längder motsvarande vattendjupet. Skivorna kantskoddes med gummilister för effektiv tätning i spåret i munktrumman.

Bottensubstrat och vattenvegetation

Bottenmaterialet i dammarna styrdes av jordartsfördelningen på de markområden som utnyttjades. I Valne dominerade leriga jordar med inslag av skiffer i form av skärvar, stenar och block. Lerinslaget medförde att valnedammarna blev relativt täta med måttligt läckage genom dammvallarna. Ensillredammarna grävdes i anslutning till Ljungan. Där dominerade svallade jordarter, vilket innebar att grus, sand och lera förekom lagrade på varandra. Dammvallarna kom därmed att bli relativt genomsläppliga för vatten.

I samband med dammbyggnationerna fördelades stenmaterial ut på hyllorna (Figur 5a och b) för att erbjuda gömslen åt kräftorna. I Ensillre inköptes harpsten (överskottssten från sållverk) från ett grustag och i Valne utnyttjades deponerat stenmaterial från intilliggande jordbruksmark. Natursten kompletterades i båda odlingarna med skrotat taktegel och dräneringsrör som placerades ut på botten strax ovanför hyllorna. Observera att tegel som läggs så grunt att det blir infrysning i isen kommer att frostsprängas till skärv, som ger dåligt skydd åt kräftorna. I viss mån sparades befintligt stenmaterial i samband med grävningsarbetet, även om det ansågs fördröja arbetet.



Figur 8. Utloppsmunk av typen "Lockne". Principskiss med normala brädsättare. Figuren visar munken med sättarna arrangerade för bottenappning, vilket innebär att i det yttre spåret (ut mot dammen) sitter nederst en ram som släpper igenom vattnet. Vattnet passerar sedan upp i utrymmet mellan "sättarväggarna", flödar över den andra "väggen" översta sättare och faller ned till munkens botten där avloppsröret är beläget. Om man vill ordna ytaavlopp får man istället placera ramen i botten på den inre "väggen". Nätramar kan placeras överst i "väggarna" för att hindra rymning. A) Munkens placering ute i dammen som i Ensillre. B) Placering i plåtrumma i dammullen som i Valne.

per månad även under vintrarna. De som förvarades i uppvärmt vatten matades däremot en eller två (yngel) gånger per vecka. Ynglens födokonsumtion är starkt temperaturoberoende och de som förvarades i varmt vatten matades ofta för att optimera tillväxten. Vuxna kräftor matades huvudsakligen med skuren fisk både i åretrunddammar och i kläckeritrågen. I princip användes fryst fisk, som krävde upptining innan den kunde sönderdelas. Under höstarna utnyttjades även potatis som foder. Yngel i sommardammar och tråg matades med olika frysta akvariefiskfoder, t ex plankton (*Bosmina* sp. eller *Cyclops* sp.), slamrörmaskar (*Tubifex* sp.), fjädermygglarver (*Chironomus* sp.) eller malt musselkött. Alla dessa foderslag kan köpas, ev efter beställning, i de flesta akvarieaffärer. Fodret är fryst i kakor och bitar av lämplig storlek bryts av, tinas, blandas med vatten och hålls ut i dammar och tråg. Under vissa perioder fördelades torra allöv eller torkat alris i tråg och sommardammar som föda och som kompletterande skydd. Under sommarna håvades så långt möjligt plankton i Ljungan och i naturdammar i närheten av odlingarna och fördelades ut till kräftynglen.

Kräfthonors fertilitet och fekunditet

I följande kapitel används förkortningarna CL för ryggsköldslängd (carapaxlängd) och TL för totallängd. TL är approximativt lika med $2 \times \text{CL}$.

De honor som har utvecklade romanlag inför parningen i månadsskiftet september-oktober är fertila. Sedan honorna blivit könsmogna vid 6-8 cm TL blir flertalet fertila varje år, men ju kallare klimatet är desto större andel icke-fertila honor påträffas i bestånden. I projektets kläckerier kontrollerades avelshonorna inför parningarna under höstarna och de som ej var fertila, dvs ej hade utvecklade romanlag, sorterades ut och återbördades till åretrunddammar. Fördelningen av fertila och icke-fertila honor noterades under åren 1990-93, även om vissa luckor finns i materialet. De fertila honorna utgjorde 64-93% av det totala antalet honor som togs in för parning i Valne under dessa år (Tabell 3). Den lägsta andelen fertila honor (64%) noterades 1993 bland nyköpta avelshonor från ett av ursprungsbestånden, som kom att bli de enda honor som undersöktes detta år. I Ensillre noterades 68-86% fertila honor under de aktuella åren. Under 1993 undersöktes

Tabell 3. Fördelningen av fertila och icke fertila flodkräfthonor vid kräftodlingarna i Ensillre och Valne. Kontroller utförda inför parningen under höstarna 1990-93.

Odling/År	Tot antal honor	Fertila %	Icke fertila %
Ensillre			
1990	656	86	14
1991	256	79	21
1992	1283	80	20
1993	160	68*	32*
Valne			
1990	260	90	10
1991	641	93	7
1992	0		Ej noterat
1993	61	64**	36**

*) Fördelning hos honor fångade i åretrunddamm och reservoar 1993-06-15.

**) Fördelning hos nyfångade honor från ursprungsbestånd.

endast 160 av de honor som hade fångats i en åretrunddamm och i reservoaren då dessa tömdes för lakbekämpning. Bland dessa honor var endast 68% fertila.

Termen fekunditet används som ett mått på honornas reproduktionspotential och uttrycks vanligen som antal romkorn per hona i ovariet, fästa vid pleopoderna (stjärtfötterna) eller som antalet kläckta yngel per hona. I projektets odlingar beräknades aldrig antalet romkorn i ovarierna. Sådana beräkningar innebär att honorna måste dödas och avelshonor ansågs vara alltför värdefulla i odlingsförsöken för att medge sådana ingrepp. Antalet pleopodfästa romkorn räknades däremot under senvårarna åren 1990-94 och i viss mån även 1995. Under 1990 (endast i Valne), 1994 och 1995 räknades dessutom antalet stadium II- yngel (Tabell 4).

I Ensillre hade honorna i medeltal 37-91 pleopodfästa romkorn under åren 1990-1995. Alla honor hade förvarats i kläckeriet under tiden mellan parning/romläggning och romräkning, med undantag för 120 honor som fångades i en åretrunddamm och i reservoaren i samband med lakbekämpningen under försommaren 1993. Honorna förvarades normalt i tätheter mellan 30 och 40 honor/m² i trågen. På grund av ständiga problem med

Tabell 4. Fekunditet uttryckt som antal romkorn och som stadium II-yngel per hona samt kläckningseffektivitet vid kräftodlingarna i Ensillre och Valne under åren 1990-1995. Antalet romhonor och andelen rombärande av totala antalet honor redovisas också. Romräkningarna vanligen genomförda under vår-försomar och yngelräkningarna utförda efter kläckning under sommaren.

Odling	Rombärande honor	Andel av tot antal honor	Romkorn		Stadium II-yngel		Kläcknings- effektivitet
År	(n)	(%)	totalt (n)	per hona (n)	totalt (n)	per hona (n)	(%)
Ensillre							
1990	694*)	72	5782	37		0	0
1991	1085	80	65993	61		0	<1
1992	952	82	61952	65		0	0
1993	537	65	36131	67		Ej räknat	
1993	120**)	80	8045	67		Ej räknat	
1994	351	74	23139	89	13116	51	57
1995	550	Okänt	50000	91	37800	29	32
Valne							
1990	10	3		20		0	0
1990	33***)	100	Ej räknat		3564	108	
1991	0	0	0	0		0	0
1992	0	0	0	0		0	0
1992	82***)	100	7596	93		Ej räknat	
1993	24	25	427	18		0	0
1993	61***)	100	Ej räknat			Ej räknat	
1994	0	0	0	0		0	0
1994	171***)	100	20709	121	12233	72	60
1995	119***)	100	13805	116	6700	56	30

*) Bland dessa rombärande honor ingick både parade och oparade. Romantalet baseras på de 157 som hade blivit parade.

**) Honor som insamlades i åretrunddammar i samband med lakbekämpningen.

***) Nyfångade, utvalda honor med bra romtillgång.

vattnet under vintrarna hade de kläckeriförvarade honorna i Valne inga eller mycket få romkorn kvar vid motsvarande kontroller under åren 1990-94. För att garantera en produktion av yngel skaffades nya rombärande honor från ursprungsbestånden under åren 1990, 1992 och 1994. Under 1990 köptes 33 honor med ett okänt antal romkorn. Efter kläckningen och ynglens första skalömsning fanns 108 stadium II-yngel per hona. Under 1992 inköptes 82 honor med i medeltal 93 romkorn. Resultatet i form av stadium II-yngel blev aldrig kontrollerat under detta år. Inför kläckningen i kläckningsapparat 1994 skaffades 171 nya avelshonor med i medeltal 121 romkorn. I detta material ingick både honor fångade i åretrunddammar och nyköpta från ursprungsbestånden. Till 1995 års

kläckning fångades 119 romhonor med i medeltal 116 romkorn i åretrunddammar. Fekunditeten uttryckt som antal stadium II-yngel per hona blev 1994 och 1995 51 resp 29 i Ensillre och 72 resp 56 i Valne (Tabell 4).

Romkläckning. Metoder och resultat

Från projektstarten och några år framåt satsades helt på att kläcka all rom i trågen i kläckerierna. Kräfter fångades i åretrunddammar under september och förvarades i tråg i kläckerierna inför och under parningen. Efterhand som honorna blev parade sorterades de ut och flyttades till andra tråg, där de förvarades under vintrarna fram till kläckningen, som inföll i juni eller i början av juli. För att underlätta utsorteringen av de parade honorna märktes hannarna med

varsin vit punkt (TippEx). Därigenom kunde de lätt identifieras och endast honor behövde lyftas upp för parningskontroll (spermatoforförekomst). Under de första åren 1990-1993 misslyckades kläckningarna, varför kläckningseffektiviteten blev 0% (Tabell 4). Under åren 1990, 1992 och 1994 skaffades nya rombärande honor från ursprungsbestånden till valneodlingen. Endera sattes de nykläckta ynglen ut i sommardammar eller så sattes honorna omgående ut för kläckning i åretrunddammar. Inget av dessa försök medgav beräkningar av kläckningseffektiviteten, eftersom aldrig både rom- och yngelantal blev räknade.

Inför säsongen 1992 rekommenderades vi att i större utsträckning flytta ur de rombärande honorna till sommar- och åretrunddammar för kläckning. På så sätt skulle vi kunna bedöma om misslyckad romkläckning berodde på undermålig rom. Kläckningen i sommardammar gav fortsatt nollresultat. I några av åretrunddammar kunde kläckning konstateras, men eftersom dessa yngel inte kunde samlas in och räknas kunde kläckningseffektivitet aldrig beräknas. Situationen blev i stort densamma under 1993.

I 1994 års kläckningsverksamhet användes de nyinstallerade kläckningsapparaterna. I Ensillre inkuberades 23 139 och i Valne 20 709 romkorn. Efter kläckningen kunde 13 116 och 12 233 stadium II-yngel (efter ynglens första skalömsning) räknas samman i Ensillre respektive Valne (Tabell 4). Tiden mellan rommens kläckning och ynglens första skalömsning (från stadium I till stadium II) utgjorde 9-11 dygn. Baserat på antalet inkuberade romkorn och antalet stadium II-yngel kunde kläckningseffektiviteten 57% beräknas för ensillreodlingen och 60% för valneodlingen (17-79% beroende på avelsmaterial i Valne; Tabell 4). De fria stadium II-ynglen fördelades sedan ut i sommar- och åretrunddammar samt tråg för tillväxt.

Försöken med kläckningsapparaterna upprepades 1995 och resulterade i 6 700 stadium II-yngel i Valne och 37 800 i Ensillre (Tabell 4). Kläckningseffektiviteten blev detta år 30 resp 32%.

Yngelöverlevnad efter kläckning i tråg och sommardammar

All kläckning under säsongerna 1989/90-1992/93 gav mycket klena resultat. Överlevnaden bland de yngel som förvarades i tråg i

kläckerierna var närmast obefintlig. Försommaren 1990 sattes 3 560 yngel ut i två sommardammar i Valne i direkt anslutning till deras första skalömsning (Tabell 5). Av dessa kunde 513 yngel insamlas i början av oktober, motsvarade 14% överlevnad. Under 1993 genomfördes försök i Ensillre med utsättning av rombärande honor med kända romantal. Då ynglen samlades in vid säsongens slut visade det sig att ca 2% hade överlevt i ett tråg och ca 1% i de 14 sommardammarna.

Med hjälp av kläckningsapparaterna producerades under 1994 en mängd stadium II-yngel vid de båda odlingarna (Tabell 4). Ynglen fördelades till tråg, sommar- och åretrunddammar (Tabell 5). Överlevnaden under tillväxtsåsongen var i Ensillre 39% i tråget, 23% i naturdammarna (de gamla sommardammarna) och 47% i de nya låddammarna. I Valne var överlevnaden 28% i sommardammarna och 93% i det enda av fyra utnyttjade tråg där överlevnaden blev kontrollerad. Kläckningsverksamheten fortsatte i Ensillre under 1995 med en yngelöverlevnad på 42%. I Valne inträffade ett ca sex timmars strömavbrott i samband med den mest intensiva romkläckningen. Merparten av kläckande rom och stadium I-yngel slogs ut i det närmaste fullständigt. Stadium II-yngel, som hade kläckts tidigare, överlevde strömavbrottet, men drabbades istället vid utsättningen i sommardammar. I dammarna fanns mängder av buksimmare, *Corixa* sp., rovtlevande vatteninsekter som omgående attackerade och dödade mängder av yngel. Valneodlingens resultat kom därför att bli mycket dåligt under detta år.

Naturlig reproduktion i åretrunddammar

Under åren 1991-1995 kunde yngel och småkräftor regelbundet observeras i åretrunddammar i Valne och Ensillre. I många fall gjordes dessa observationer efter försök med utsättningar av rombärande honor för kläckning, men observationer gjordes även i dammar där sådana honor inte hade satts ut. I samband med bekämpning av lake i reservoaren och i två åretrunddammar i Ensillre under sommaren 1993 insamlades bl a småkräftor, av vilka 2 st bedömdes vara födda 1990, 50 st födda 1991 och 93 st födda 1992. Yngeltätheten var relativt hög i alla dessa dammar, men ynglen var mycket svåra att upptäcka och fånga i bottenlammet. I dessa dammar hade inte några försök genomförts med romkläckning, varför småkräftorna mäs-

Tabell 5. Överlevnad och längdtillväxt (mm CL) hos flodkräftyngel vid kräftodlingarna i Valne och Ensillre under åren 1990-95. Kläckningen har skett i olika odlingsmiljöer (Å=åretrunddam; S=sommardam; L=låddam; T=tråg). Återfångst vanl. i september-oktober.

Odling År	Odlings-miljö	Utsatta (n)	Medel-längd (mm CL)	Åter-fångade (n)	Medel-längd (mm CL)	Över-levnad %	Tillväxt (mm CL)
Valne							
1990	S (2)	3560	5.62	513	7.14	14	1.52
1993	T (1)	-	~5.50	127	15.04	-	~9.50 ²⁾
1994	S (9)	6711	5.29	1884	7.64 ³⁾	28	2.35
	Å	5735	5.59	-	-	-	-
	T (3)	900	5.36	186	7.50	93	2.14
Ensillre							
1992	Å	9700 ¹⁾	~5.50	0	-	0	-
	S (14)	~14000 ¹⁾	~5.50	0	-	0	-
1993	Å (2)	~7000 ¹⁾	~5.50	15	8.85	-	~3.30
				49	14.92	-	~9.40 ⁴⁾
	S (14)	~2500 ¹⁾	~5.50	25 ⁵⁾	7.08 ⁵⁾	~1 ⁵⁾	~1.60 ⁵⁾
	T (1)	~1000 ¹⁾	~5.50	19	6.92	~2	~1.40
1994	S (14)	10022	~5.50	2347	11.00	23	~5.50
	L (6)	3243	~5.50	1522	10.16	47	~4.70
	T (1)	1121	~5.50	439	10.35	39	~4.90
1995	?	37800	~5.50	15700	-	42	-

¹⁾ Utsättning av romhonor med angivet romantäl.

²⁾ Ej räknade som stadium II-yngel. Räknade och längdmätta i juli 1994 (efter ca 1 år).

³⁾ Beräknat på två av nio använda sommardammar.

⁴⁾ Beräknat i augusti 1994 (efter ca 1 år).

⁵⁾ Beräknat i sommardammen med bästa resultatet.

te vara resultat av naturlig reproduktion under åren 1990-92. Under 1993 insamlades sammanlagt 23 årsyngel och 4 äldre kräftungar i tre av fem åretrunddammar i Valne, där rombärande honor inte hade satts ut 1992-93.

Överlevnad hos vuxna kräftor

Under projektets sex år förvarades vuxna kräftor i åretrunddammar, sommardammar och tråg och i många fall räknades antalet utsatta och kvarvarande kräftor efter försöksperioderna. Som exempel på överlevnad vid olika försöksbetingelser redovisas några av resultaten i Tabell 6. Överlevnaden i åretrunddammar studerades under tillväxtsäsongen 1990. I Ensillre sattes kräftor ut i fyra

dammar i juni och fiskades upp i början av oktober och i dammarna fanns då 63-73% kvar av de utsatta. I Valne användes endast en damm för motsvarande försök och överlevnaden var där 67-92% beroende på ursprungsbestånd. I Ensillre sattes 238 rombärande honor ut i sommardammar under juli 1992. De hölls i perforerade facklådor, vilket gjorde att de på nytt kunde räknas sedan rommen hade kläckts och ynglen lämnat dem. Efter 12 dygn återstod 170 levande honor (71%). Vid vinterförvaring av avelskräftor i kläckerierna mellan parning och romkläckning (oktober till ca 1 juli 1993) överlevde 88% av honorna och 56% av hannarna i Ensillre samt 78% av honorna och 47% av hannarna i Valne.

Tabell 6. Exempel på vuxna kräftors överlevnad i åretrunddammar och tråg vid kräftodlingarna i Ensillre och Valne.

Odling		Utsatta		Återstående		Överlevnad (%)	Anm
		(n)	Datum	(n)	Datum		
Ensillre	Damm 1	390	Jun 1990	278	Okt 1990	71	Åretrundt. Bl kön
	Damm 2	390	"	281	"	72	"
	Damm 3	395	"	250	"	63	"
	Damm 4	513	"	352	"	67	"
Valne	Stam 1	61	"	56	"	92	"
	Stam 2	75	"	50	"	67	"
	Stam 3	178	"	141	"	79	"
	Stam 4	188	"	165	"	88	"
Ensillre		238 honor	92-06-18	170 honor	92-06-30	71	Kläckningsförsök
Ensillre	Tråg	1 120 honor	89-09-20	991 honor	90-06-29	88	Vinterförvaring
		1 314 hanar	"	737 hanar	"	56	"
Valne	Tråg	766 honor	90-11-20	597 honor	91-06-27	78	"
		403 hanar	"	190 hanar	"	47	"

Kräftors tillväxt

Tillväxten (längdtillväxt) undersöktes vid många tillfällen i Ensillre och Valne. Ynglens tillväxt har inte alltid kunnat anges exakt, beroende på att deras initiallängder som stadium II inte alltid mätts. I dessa fall har schablonlängden 5,50 mm CL använts. Vuxna kräftors tillväxt studerades under säsongen 1990 med hjälp av individuell märkning av 2 242 kräftor. Efter återfångst under hösten, efter ca 3 månader, beräknades tillväxten för könen tillsammans i fyra dammar i Ensillre till 2,06-3,11 mm CL. Skillnaden mellan dammarna var signifikant (ANOVA, $p < 0,0001$). I Valne var tillväxten under motsvarande period 2,12-2,83 mm CL med signifikant skillnad mellan de fyra testade bestånden (ANOVA, $p < 0,0001$). Ulvökräftorna hade den bästa tillväxten. Eftersom tillväxtförsöken inte var identiska vid odlingarna kunde inte tillväxtskillnader mellan odlingarna bedömas statistiskt.

En del av de avelskräftor som köptes in till valneodlingen under sommaren 1994 märktes före utsättning i åretrunddammar. Efter ett år (1995) återfångades 8 honor och 4 hanner. Tillväxten hos dessa hade i genomsnitt varit 4,5 resp 6,5 mm CL. Efter två år (1996) återfångades 1 hona och 1 hanne med tillväxten 8,7 och 20,3 mm CL, vilket motsvarar en årlig tillväxt med 4,3 resp 10,1 mm CL.

Årsynglens tillväxt undersöktes i tråg inomhus och i sommar- och åretrunddammar utomhus. Den första beräkningen gjordes i Valne 1990, då ynglen i två sommardammar under en tid av 2 månader ökade sin medellängd med 1,52 mm CL (Tabell 5). Under 1993 genomfördes försök med yngeluppfostring i ett tråg och av ett okänt antal insatta stadium II-yngel återstod i juli 1994 127 st med medellängden 15,04 mm CL. Tillväxten under ett år hos dessa yngel var 9,5 mm CL. I september fångades 6 småkräftor i en av åretrunddammarna. Dessa härstammade från 1992 års utsättning av romhonor och de hade på 15 månader nått medellängden 19,18 mm CL, vilket motsvarade tillväxten 13,8 mm CL. Under 1994 sattes stadium II-yngel ut i åretrunt-, sommardammar och tråg. Ynglens tillväxt kunde kontrolleras i tråg och i sommardammar där deras tillväxt under ca 2 mån blev 2,14 respektive 2,35 mm CL.

I Ensillre fångades 15 yngel i den ena av två åretrunddammar där rombärande honor sattes ut 1993. Längdökningen var efter ca 2 mån ca 3,3 mm CL och efter drygt 1 år (aug 1994) ca 9,4 mm CL (Tabell 5). Ynglen som sattes ut i sommardammar och tråg under 1993 hade en tillväxt av ca 1,6 och 1,4 mm CL. De yngel som producerades 1994 fördelades i tråg och sommardammar. Tillväxten i tråg blev 4,9 mm CL och i sommardammar 4,7 och 5,5 (lådammarna) mm CL.

Yngel och kräftungar som samlades in i Ensillre i samband med lakbekämpningen 1993 längdmättes och tillväxten hos årsklassen 1992 hade varit 9,7 mm CL (1 års), årsklassen 1991 var 19,0 mm CL (2 års) och årsklassen 1990 var 25,4 mm CL (3 års tillväxt).

Produktion av kräftor i dammar

Resultaten från de sex årens arbete i projektet "Kräftodling i Norrland" kan i princip inte utnyttjas för beräkningar av kräftproduktion i dammar. Sådana beräkningar kräver noggranna uppgifter om kräftornas täthet (ind/m²) i dammarna och sådana uppgifter registrerades normalt inte. I samband med märkningsförsöket i Valne 1990 var emellertid både antalet utsatta och återfångade kräftor känt, varför en översiktlig produktionsberäkning kan göras utifrån de re-

sultaten. Efter märkning utsattes 499 kräftor i åretrunddamm, motsvarande tätheten 0,5 ind/m². Kräftornas sammanlagda vikt var 17,2 kg. Efter 3 mån återfångades 429 kräftor, motsvarande tätheten 0,43 ind/m². Det bör noteras att ett okänt antal kräftor fortfarande fanns kvar i dammen efter avslutat fiske. Den sammanlagda vikten var 16,4 kg, vilket innebar en minskning med 0,8 kg över försöksperioden. Utslaget på dammens totala yta motsvarade detta en biomassa av 17 g/m² vid utsättningen och 16 g/m² vid tiden för återfångsten. Kräftproduktionen var således negativ under försöksperioden och kräftbiomassan sjönk med 1 g/m². Resultatet representerade en miniminivå som dels orsakades av att dammarnas produktionskapacitet var låg under de första åren och dels av att alla kräftor inte kunde fångas.

Analys och slutsatser

Åretrunt- och sommardammar

Utformningen av de rektangulära och fyrkantiga åretrunddammarna blev bra (Figur 5), även om alla dammarna inte blev 2,4 m djupa som angavs i projektunderlaget. Det förelåg aldrig någon risk för att dammarna skulle bottenfrysa. Merparten av kräftgömslorna placerades avsiktligt på hyllorna med ca 1 m vattendjup. Om isen hade nått gömslorna på hyllorna skulle detta ha noterats under vårarna i form av döda kräftor, men sådana påträffades aldrig. Försöken med att sänka vattennivån i dammarna efter isläggningen fungerade inte alls som det var tänkt och efter vintern 1989/90 tillämpades metoden inte vidare.

När dammodling av kräftor tog fart i södra Sverige i början av 1980-talet förordades den smala och förhållandevis djupa "dikesdammen". Odlarna hade problem med denna dammtyp med branta sidor, som ibland drabbades av ras eller jordskjutningar som blockerade djupområdena och hindrade vattengenomströmningen. De smala diken växte också lätt igen (Nyström & Rönn 1990). Dammav typen "viltvatten" förordades även, för att de passade bra in i landskapsbilden (Ridderstolpe 1987). De två dammtyper som valdes i detta projekt var bredare än "dikesdammen" med flackare strandprofil och hittills har inga ras noterats.

De sommardammar som byggdes under de första åren liknade de sommardammar som användes för produktion av ensomriga flodkräftor i Evo fiskodling i Lammi i Finland (Pursiainen m fl 1983). Dammarna gjordes grunda, vilket innebar att de snabbt värmdes upp under försomrarna och den naturliga produktionen av föda kom igång snabbt. Utfiskningen av småkräftorna vid tillväxtsångens slut var emellertid tidskrävande. Den senare introducerade "låddammen" (Figur 7) med sluttande botten visade sig kräva mindre tid vid tömning. Möjligen skulle en ned-sänkt nätlåda vid utloppet ytterligare förenkla tömningsarbetet. Bästa resultat erhålls om dammarna töms nattetid. Kräftorna är då aktiva och rör sig ute på dammbottnarna. Flertalet kommer att följa med det sjunkande vattnet till dammens lägsta punkt.

Slutsatser: Åretrunddammar bör vara relativt stora med flacka strandprofiler. I sådana dammar uppstår inga kantras som kan påverka vattenomsättning. Sommardammar för produktion av ensomriga kräfttyngel bör konstrueras så att de kan tömmas vid utfiskning. "Låddammar" kanske är de mest praktiska, men även "presenningsdammar" kan göras tömningsbara.

Vattenförsörjning till dammar

Åretrunddammarna i Ensillre försörjdes med ljuganvatten via en pumpstation. Systemet fungerade tillfredsställande under försöksperioden, men driftskostnaderna blev höga. Metoden var i det närmaste helt okänslig för väderleksförhållandena. I Valne försörjdes åretrunddammarna med utströmmande grundvatten via ett system av skogsdiken. Metoden blev av naturliga skäl känsligare för klimatförhållandena, men samtidigt betydligt billigare. Vattnet räckte till, även om flödet till varje damm begränsades under de torraste somrarna. Syrgasmättnaden var låg i bäckvattnet, vilket är normalt för grundvatten. Vattnets passage genom reservoaren konstruerades emellertid så att syrgashalten kunde höjas. Det bör påpekas att vattenväxter och alger avger syrgas till vattnet i samband med fotosyntesen. Vid starkt solsken är växternas syreproduktion hög och extra insatser för att syresätta vattnet behöver då inte tillgripas.

Det kan alltid diskuteras om sommardammar skall förses med genomströmmande vatten eller ej. Ett tillskott av grundvatten kan späda ut eller spola bort naturligt producerade eller tillförda djurplanktonorganismer. Om däremot vattentillskottet kommer från t ex en damm med hög produktion av djurplankton, som var fallet med "låddammar" i Ensillre, kan detta istället vara till fördel för kräftproduktionen.

Allt vatten som utnyttjades i åretrunt- och sommardammar i de två odlingarna hade hög kvalitet ur kräftodlingssynpunkt (Tabell 2). Under projektiden noterades inga problem som kunde kopplas till kvaliteten i de vattentäkter som användes till dammarna.

Slutsatser: När en kräftodling skall planeras/anläggas måste befintliga råvattentäkter kontrolleras omsorgsfullt. Vattendrag ger

de bästa förutsättningarna, bl a för att det rinnande vattnet oftast har högre syrgashalt än stillastående. Även vattnets temperatur, pH-värde och näringsstatus bör kontrolleras. Kräftodling i dammar kräver inte nödvändigtvis genomströmmande vatten. Däremot måste man ha tillgång till vatten för att ersätta avdunstning och ev läckage. När dammar drabbas av försämrade vattenkvalitet, t ex sjunkande syrgashalt, åtgärdas problemet enklast med tillskott av nytt, friskt vatten. Yngelproduktion i sommardammar kräver ett minimum av vattengenomströmning. Kraftiga genomflöden kan spola ut viktiga födoorganismer, vilket i så fall ger en sämre yngeltillväxt.

Munkar för reglering av vattennivån i åretrunddamarna

Under försöksperioden visade det sig att den valda typen av munk för utlopp ur åretrunddamarna inte fungerade bra vid placering i damm enligt den lösning som valdes i Ensillre (Figur 8). Munkarna frös vid stark kyla och horisontella rörelser i isen orsakade kraftig press på de lodräta munktrumorna, som försköts i sidled av isen. Till slut bröts infästningen mot utgående rör genom dammvallarna sönder varpå dammarna tömdes. De uppkomna problemen med ispress kan ha orsakats av underdimensionerade munkstöd, som gjöts på plats. Annars kan problemen ha orsakats av att munkstöden successivt sjönk allt djupare i dammbottnarna som ett resultat av de svallade jordarterna. Däremot var munkmodellen idealisk för placering i plåttrummor i dammvallarna på det sätt som skedde i Valne (Figur 8). Munkarna och plåttrumorna ställdes här på stabila plattformar av plank för att inte sjunka i jordmaterialet. En munk av totalt nio frös här sönder under en tid av sju vintrar. Detta skedde under den ovanligt kalla vintern 1995/96. Trots detta kan det vara motiverat att rekommendera att plåttrumornas översta del, som når ovan markytan, isoleras för att ytterligare minska frysningsrisken. Försöket i Valne med att byta ut de traditionella brädsättarna i munkarna mot gummiskodda aluminiumplåtar var däremot inte lyckat. Plåtarnas längd motsvarade vattendjupet i respektive damm, eller ca 2,4 m, och vattentrycket på plåtarna blev därigenom mycket stort. Det blev närmast omöjligt att utföra justeringar av dammarnas vattennivåer. Försöket med

plåtskivorna gjordes därför att brädsättarna var svåra att komma åt nere i plåttrumorna. Troligen måste ett specialverktyg konstrueras för arbetet med sättarna. Verktöget måste vara så långt att det når ner i botten på de ca 2,5 m djupa munktrumorna och det måste ha en "klämfunktion" för att brädorna skall kunna manövreras upp och ned i spåren.

Som ett alternativ till att köpa prefabricerade munkar finns möjligheten att bygga munkar av lösvirke. En ritning på en sådan munk har tidigare publicerats av Fürst (1986). Kostnadsbilden för detta alternativ är oklar, men om tryckimpregnerat virke används torde egenproducerade munkar ändå bli relativt dyra.

Slutsatser: I kräftdammar som anläggs i områden med kallt klimat bör munkarna placeras i plåtrör i dammvallarna för att undvika frysning. De plastmunkar som finns i marknaden kan rekommenderas. Om brädsättare används kan nödvändiga justeringar av dammarnas vattennivåer utföras.

Bottensubstrat och vattenvegetation

De befintliga jordarterna och det utlagda sten- och tegelmaterialet fungerade tillfredsställande under försöksperioden. Kräftbesättningarna i de olika dammarna nådde aldrig sådana tätheter att det fanns skäl till att misstänka att tillgången på gömslen blev begränsande. Inga försök gjordes för att kontrollera om antalet gömslen var tillräckligt för att hysa täta kräftbestånd. Materialen som lades ut som kräftgömslen bildade inte särskilt djupa lager. I undersökta naturliga kräftbestånd har det visat sig att kräftor utnyttjar stenbottnar ner till åtminstone 0,3 m substratdjup (Odelström & Lindqvist 1991). Utifrån sådana resultat kanske det hade varit motiverat att komplettera gömslematerialet i dammarna både i Valne och Ensillre. Troligen blir frågan aktuell först när besättningarna har nått större tätheter.

Om växtlighetens betydelse i kräftdammar har ytterst lite fakta publicerats tidigare. Flertalet artiklar berör istället kräftornas roll som växtbekämpare (Magnusson m fl 1975, Lodge & Lorman 1987). Vuxna kräftor är emellertid beroende av vattenväxter som födoresurs (Odelström & Appelberg 1988) och småkräftorna behöver bottenvegetationen som skydd mot kannibalism från vuxna kräftor och predation från olika fisk- och insekts-

arter. Dessutom utgör växtligheten ett viktigt substrat för de olika smådjur som småkräftorna utnyttjar som föda. Det har ansetts att kransalger av släktet *Chara* sp. fyller flertalet av dessa kriterier och de är dessutom kalkinlagrade, vilket ytterligare höjer deras värde för kräftor (Furst 1990). Det finns därför flera skäl till att så snabbt som möjligt etablera vattenväxter i kräftdammar.

Slutsatser: Kräftdammar bör anläggas i täta jordarter, t ex leror. Sandiga och grusiga jordarter kan ge läckageproblem. I dammarna bör rikligt med gömslematerial fördelas över bottenarna. Om tegelmateriel används måste det läggas ca 1 m djupt (lägsta vinter-vattenstånd), för att inte hamna i is och frostsprängas. Lämpliga undervattensväxter, t ex kransalger *Chara* sp., planteras i dammarna så snart vattnet blivit klart (allt slam från grävningsarbetet har sedimenterat). I en "mogen" kräftdamm är vattenväxter en av de viktigaste förutsättningarna för en hög kräftproduktion. Med tiden kan växtrester lagras på bottenarna. Om inte nedbrytningen av äldre växtmaterialet sker i samma takt som nytt tillväxer kan syrgashalten successivt försämrast.

Kläckerierna

De båda kläckerierna användes huvudsakligen till parningsarbete och till förvaring av rombärande honor under tiden mellan parning och romkläckning. I mindre utsträckning förvarades yngel i tråg för kontroll av tillväxt inomhus. De resurser som utnyttjades i kläckerierna var plasttråg, grundvatten, anläggningar för vattenrecirkulation, filttering, och uppvärmning av vatten samt utrymmen för arbetet med kräftor, kräftrom och administration (Figur 9). Trågen tillverkades av polyetenplast, vilket medförde att smuts och kalkbeläggningar var lätta att avlägsna utan syra eller andra kemikalier. Däremot var de svåra att tömma genom utloppen, som var monterade i underkant på ena gaveln. För att underlätta tömning bör de förses med bottenavlopp med sil och en modifiering diskuterades med tillverkaren, men problemet har ännu ej åtgärdats.

Till båda kläckerierna fanns grundvattentäkter med bra vattenkvalitet (Tabell 2). I Ensillre var tillgången på grundvatten god hela tiden och dessutom fanns möjlighet att ta in ljuganvatten från reservoaren. Ljuganvattnet innehöll en del partiklar som belastade filtret då det tillfördes recirkule-

ringsvattnet. Om det istället fördelades direkt till trågen uppstod en påtaglig sedimentering som krävde regelbundna rengöringar. I Valne var däremot tillgången på grundvatten under de sju vintrarna 1989/90 till 1995/96 alltid mindre än behovet. Två villor och en mindre verkstad var anslutna till samma vattentäkt. Inspädningen av nytt grundvatten i recirkuleringen tvingades därigenom vara alltför låg och närsalthalterna, främst kväveföreningar, steg därför successivt under vintrarna. Anrikningen medförde att honorna varje vinter tappade närmast all rom. Behovet av en ny vattentäkt diskuterades under flera år, men först under hösten 1997 kunde en ny djupborrad brunn tagas i bruk. Vattentillgången i denna brunn är mycket god och härigenom garanteras fortsatt kräftverksamhet i valneanläggningen.

Recirkulationsanläggningarna med monterade filter fungerade i stort enligt ursprungliga önskemål. Filtren var dock i minsta laget och de krävde täta returspolningar då kräftor fanns i alla tråg. Med tanke på anrikningen av närsalter i valnekläckeriet borde en INKA-luftare installeras för att reducera vattnets kväveinnehåll. I INKA-luftaren blandas vattnet med finfördelad luft, varvid gaser i vattnet tas upp av luftbubblorna och transporteras ut ur vattensystemet. Värmning av vatten fungerade bäst i Ensillre, där värme genererades i en fliseldad panna och överfördes till det recirkulerade vattnet via en värmeväxlare. Önskad vattentemperatur kunde ställas in med ett termostadvred, som dock hade alltför låg precision. Temperaturändringar krävde upprepade justeringar och relativt lång tid innan den valda temperaturen kunde erhållas. I Valne skedde temperaturregleringar med hjälp av två termostatstyrda elektriska luftvärmare. Från början installerades en elektrisk varmvattenberedare för varmvattentillskottet, men luftvärmarna visade sig vara effektivare.

Under vintrarna uppstod ständigt problem med kondens på fönstren. Orsaken till detta var naturligtvis att det relativt sett varma vattnet i trågen avdunstade till den kallare inomhusluften. Utomhusluften var dock ännu kallare och bidrog till att fönstren blev rummets kallaste ytor, där fuktigheten kondenserades. Fönstrens isoleringsförmåga var dessutom klart undermålig. Med kondens följer ofta mögelproblem. Det finns flera lösningar på kondensproblemen. I Valne instal-

lerades en avfuktare som tog hand om merparten av inomhusluftens fuktighet. Troligtvis skulle de befintliga fönstren bytas mot nya, välisolerade för att minska problemen till kommande år.

Takteglet som användes till skydd åt kräftorna fungerade tillfredsställande ur skyddssynpunkt. Däremot medförde de tunga arbetsmoment för odlarna i samband med insamling av kräftorna och vid rengöring av trågen. Gömslematerial med lägre vikt och som är lättare att flytta i och ur trågen bör därför anskaffas för framtida verksamhet.

Möjligheterna att arbeta med kräftor, romhantering och registrering av data har fungerat väl i de båda kläckerierna. Vinter-tid var arbetsplatserna tämligen kalla, som ett resultat av att de inte var skilda från kläckeriernas trågutrymme.

Slutsatser: Kläckerilokaler för förvaring av rombärande honor under vintrar och för yngeluppfödning måste utrustas med tråg eller bassänger, recirkuleringsystem, filter och apparatur för värmning av vatten. Grundvatten av god kvalitet måste finnas tillgängligt. Om grundvattnet innehåller lösta gaser eller om odlingsaktiviteterna tillför mycket kväve till det recirkulerade vattnet kan man vara tvungen att installera INKA-luftare för att avlägsna gas- och kväveöverskott. I stort sett fungerade de planlösningar och den utrustning som användes vid projektets försöksodlingar i Ensillre och Valne som det var tänkt. Grundvattenbrist i Valne skapade problem med stigande kvävehalter i recirkuleringsvattnet. De filter som användes i anläggningarna var i minsta laget och krävde täta returspolningar för att vattenkvaliteten skulle bibehållas. Man bör därför satsa på rejäla grejor från början. Projekterfarenheterna visar att vattenvärmning bäst ordnas med en fliseldningsanläggning och värmväxlare. Naturligtvis kan andra fasta värmesystem utnyttjas. Kläckerierna drabbades av kondensproblem under vintrarna till följd av temperaturskillnader mellan odlingsvattnet, inom- och utomhustemperaturen. Med välisolerade fönster kan sådana problem undanröjas. Det kan vara fördelaktigt att iordningställa ett avskilt och uppvärmt utrymme för administrativt arbete och för laborativt arbete med kräftor.

Matning av kräftorna

I projektets odlingar användes huvudsakligen tinad och skuren fisk, fryst akvariefiskfoder eller levande djurplankton som kräftfoder. Problemet med utfodring av kräftorna ligger inte i själva fördelningen av fodret, utan snarare i valet av lämpliga mängder i förhållande till kräftornas behov. Odlaren måste lära sig att anpassa fodergivorna under tillväxtsåsongen med tanke på kräftornas aktivitet och födokonsumtion vid varje tidpunkt. Ej konsumerat foder påskyndar bildningen av bottenlam, som i dammarna försämrar syrgashalten nära botten och i trågen kräver tätare rengöring. Det bör även noteras att arbetet med att fånga fisk och att håva djurplankton kan vara tidsödande. Det kan vara fördelaktigt att inventera befintliga dammar där det kan finnas djurplankton i odlingens närområde. Dessutom kommer djurplanktonbestånd att utvecklas i året-runddammar efter några år. Valet av fryst fisk bör ses som en säkerhetsåtgärd i odlingsarbetet. I de fall då fisken kom från avlägsna vatten innebar infrysningemomentet t ex att kräftpestsporer inte kunde introduceras med foderfisken. Kräftpestens zoosporer dör vid temperaturer under 0 °C.

Slutsatser: Fisk, fryst akvariefiskfoder och levande djurplankton har utgjort lätthanterade foderslag i projektets odlingar. Med tanke på att kräftor kan drabbas av "foderleda" efter relativt kort tid kan det vara bra att emellanåt erbjuda speciellt vuxna kräftor vegetabiliska foderslag. Speciellt kräftfoder i pelletsform finns att tillgå i marknaden. Det är svårt att ange lämpliga foder-mängder. Man får lära sig att dosera efter kräftornas behov genom att kontrollera mängden foderrester. Använd alltid väl fryst fisk!

Problem utöver de rent odlingsmässiga

Under åren har kräftodlarna haft periodvisa minkproblem. Döda, delvis uppätta kräftor och kräftdelar har kunnat observeras längs dammkanter, på dammvallar och i utloppsdi-ken. I Valne har under åren ett stort antal minkar fångats. Okänt antal i Ensillre. När det gäller mink måste man alltid vara observant och det är lämpligt att ha minkfällor ut-placerade i kräftodlingars till- och frånlopp under de årstider då minken inte är fredad. Om problemen är särskilt svåra kan det finnas skäl att kontakta länsstyrelsen för att diskutera möjligheter till skydds-jakt.

I Valne var det aldrig några problem med fiskar i dammarna eller fiskpredation på kräftorna. Bäcksystemet som förser dammarna med vatten är inte fiskförande. I Ensillre uppstod däremot tidigt problem med lake i åretrunddammarna och redan 1992 observerades de första smålakarna. Dammarna tömdes på försommaren 1993 för att lakarna skulle kunna samlas in och dödas. Vid tömningen påträffades många lakar och dessutom abborrar, mörtar och sikar. Lakrom och yngel av de övriga fiskarterna hade passerat igenom singelbädden i lunganstranden där intaget till pumpstationen var beläget. Lakrom är svår att värja sig emot, eftersom rommens diameter endast är ca 0,7 mm. Dessutom svävar den fritt i speciellt rinnande vatten, eftersom tätheten är närmast identisk med vattnets. Ynglen sögs sannolikt med i vattenflödet till pumparna därför att de gärna uppehåller sig i det varma, strandnära vattnet under försomrarna. För att hindra lakrommen från att på nytt komma in i dammarna konstruerade Knut M. Svensson, Sötvattenslaboratoriet, ett filter som monterades på inloppsröret i reservoaren under sommaren 1993. Trots detta har lakar på nytt observerats i ensillredammarna och den troliga förklaringen är att några lakar överlevde bekämpningen, troligen i rörstammen mellan reservoaren och dammarna. Rören blev inte tömda i samband med att dammarna tömdes. Fiskarna har sedan kunnat simma tillbaka in i reservoaren och lekt där och rom eller yngel har sedan följt med vattnet ut i dammarna. Vid valet av vattentäkt till en kräftodling är det särskilt viktigt att kontrollera förekomst av olika fiskarter, framförallt av lake.

De fågelarter som har ställt till problem i odlingarna är storskrak (Valne), olika vadare (båda), kanadagås (Ensillre) och sädesärlor (båda). Storskrak är en erkänd kräftpredator som kan behöva bekämpas. Olika vadarfåglar, t ex drillsnäppa och storspov, springer längs stränderna och plockar småkryp av olika slag. Klara bevis på att de även plockar kräftyngel saknas emellertid. Kanadagäss uppehöll sig i sommardammarna i Ensillre och där betade de av påväxtalger. Det är oklart om de samtidigt kunde få tag på kräftyngel.

Av de vattenlevande insekterna har tidigare ryggsimmare, trollsländenympor och dykarbaggar med larver rapporterats vara

predatorer på små kräftyngel (Dye & Jones 1974, Gydemo m fl. 1990, Westman m fl. 1992). Troligen är predationen mest allvarlig på nykläckta yngel, t ex fann Hirvonen (1992) att redan två månader gamla yngel av signalkräfta kunde undvika predationen från ryggsimmare genom att kasta sina klor vid en attack. I Ensillre och Valne har inga iakttagelser gjorts med dessa predatorer. Däremot observerades i Valne att buksimmare, som är en mindre släkting till ryggsimmare, fångade stadium II-yngel i samband med utsättningen i sommardammar 1995. Buksimmarna grep ynglen och simmade runt med dem. Med sina sugande mundelar sög de samtidigt in ynglens upplösta innanmäte och släppte sedan de tomma skalerna. Vid utsättningstillfället var det gott om buksimmare och ett stort antal yngel dog på detta sätt. Eftersom både dykarbaggar, ryggs- och buksimmare är flygande insekter som lätt förflyttar sig mellan olika vattensamlingar kan det vara skäl att täcka sommardammar med finmaskigt nät eller odlingsväv. Odlingväv skulle dessutom kunna gynna temperaturförhållandena i dammar genom att utjämna skillnader under dygnet. Väven hindrar ljusinstrålning och uppvärmning på dagarna och minskar energiutstrålningen på nätterna.

Slutsatser: Kräftodling är förknippad med en rad problem som man inte alltid tänker på. Mink, olika fisk- och insekterarter och vissa fåglar kan orsaka svåra förluster av kräftor. Minkfällor bör finnas utplanterade under lovliga fångsttider. Problem med fiskarter åtgärdas bäst i valet av råvattentäkt. Vattenlevande insekter skadar främst nykläckta yngel och med finmaskigt nät eller odlingsväv kan man utestänga insekter från olika typer av sommardammar. Fågelarter är svårare att kontrollera och ev bekämpa, men det går troligen att använda sådan utrustning som används i lantbruket för att skrämma t ex ringduvor från åkrarna.

Honors fertilitet och fekunditet

Det är alltid motiverat att inför parningen på hösten kontrollera avelshonorna och skilja ifrån dem som inte är fertila. Det är relativt enkelt att kontrollera vilka honor som är fertila genom att avläsa om de har mogna eller befruktningsdugliga romsäckar i sina ovarier (romsäckar). Ovariet är beläget innanför ryggsäcköden mellan de två gälkamrarna. Romsäckerna syns ganska klart genom det tun-

na membranet mellan ryggskölden och stjärten och kontrollen sker genom att man försiktigt böjer isär stjärten från ryggskölden. En ytterligare möjlighet att bedöma fertiliteten är att undersöka förekomsten av körtelvävnad under stjärten. Körtlarna bildar blåvita till gulvita fält i kanterna av skaldelarna på stjärtens undersida och de framträder tydligt under perioden mellan honornas skalömsning i augusti och parningen i månadsskiftet september-oktober.

I projektets odlingar var merparten av avelshonorna fertila inför parningen under höstarna. Det har tidigare påvisats att andelen fertila honor kan bli större efter förvaring i odling jämfört med andelen i ursprungsvattnen (Westin & Gydemo 1995). I Ensillre och Valne utgjordes avelsmaterialet av en relativt stor andel återanvända honor, vilket skulle kunna förklara att så stor andel som 79-93% av honorna var fertila (Tabell 4). Nyanskaffade honor i Valne (64% fertila) och nyfångade i bl a reservoaren i Ensillre (68% fertila) var de med lägsta andelen fertila. Valnehonorna kom från ett naturbestånd och ensillrehonorna från den egna reservoaren, där beståndet bör betraktas som ett naturbestånd som tidigare inte hade beskattats.

Även i naturbestånd av flodkräfta är normalt merparten av honorna fertila. I den norska sjön Steinsfjorden var 80-100% fertila under hösten 1987 (Taugbøl & Skurdal 1989). I fyra gotländska kräftdammar som undersöktes åren 1987-89 var 19-100% fertila, med stora skillnader både mellan de olika dammarna och mellan åren (Westin & Gydemo 1995). Med tanke på att kräftthonor som lever i kalla områden anses ha svårigheter att bli fertila varje år (Abrahamsson 1972) måste andelen fertila honor i projektets odlingar betraktas som hög.

I Ensillre ökade fekunditeten som antal pleopodrom per hona från 37 till 91 under åren 1990-95 (Tabell 4). Orsakerna till ökningen kan ha varit förbättrad skötsel av kläckeriet, effektivare hantering av honorna och/eller förvärvade kunskaper om kräftors biologiska krav. Den låga fekunditeten vid kontrollen 1990 orsakades bl a av att många oparade honor ingick i materialet. Deras oöfruktade rom dog successivt under vintern 1989/90. Eftersom valnekläckeriet inte fungerade tillfredsställande för vinterförvaring av romhonor skaffades nya från ursprungsbestånden eller fiskades egna upp ur åretrunt-

dammarna. Vid de tillfällen då pleopodrom räknades innan kläckning hade sådana honor i genomsnitt 93-121 romkorn. I Norge hade honor från naturbestånd 70-88 pleopodfästa romkorn under åren 1984-86 (Taugbøl m fl 1988) och i en odlingsanläggning i genomsnitt 18-46, beroende av tätheter och skyddsmöjligheter (Taugbøl & Skurdal 1990). Honorna i Valne och Ensillre hade jämförelsevis mycket rom, men de norska honorna var mindre och tätheten var högre i den odlingen.

Få uppgifter finns att tillgå när det gäller fekunditet som stadium II-yngel hos flodkräfta. Vid den finländska odlingen i Evo kalkylerade man emellertid med att varje hona med storlek mellan 8 och 10 cm TL skulle kunna ge 80 stadium II-yngel (Pursiainen m fl 1989). En finsk flodkräftodlare erhöll med hjälp av kläckningsapparat 131, 146 och 85 stadium II-yngel under åren 1990-92 (T. Järvenpää, Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutet, Helsingfors 1998-02-06 (muntl. medd.)). Under 1994 och 1995, när kläckningen fungerade i Ensillre och Valne, nåddes fekunditeter mellan 29 och 72 stadium II-yngel per hona (Tabell 4). Resultaten är acceptabla, men bör kunna höjas under åren framöver.

Slutsatser: Om en kräftodlare avser att låta kräftor para sig inomhus är det viktigt att kontrollera honornas fertilitet inför parningen på hösten. Vid all slags yngelproduktion är det lämpligt att kontrollera honornas fekunditet i form av pleopodfäst rom eller som stadium II-yngel. Med hjälp av dessa kontroller kan icke-fertila honor och honor med få romkorn sorteras ut i ett tidigt skede. Man bör kunna räkna med att 70-90% av kräftthonor är fertila, att normalstora honor (ca 10 cm TL) har närmare 100 pleopodfästa romkorn vid tiden för kläckning och producerar åtminstone 50 stadium II-yngel. Några års vana vid arbetet med odlingen och kräftorna kan ge högre resultat.

Romkläckning

De första årens försök med romkläckning i tråg i Ensillre och Valne misslyckades, varför kläckningseffektiviteten blev 0% (Tabell 4). I Ensillre verkade själva kläckningen ske normalt, men stadium I-ynglen dog successivt under de första ca 10 dygnen fram till sin första skalömsning. Flera tänkbara orsaker diskuterades men det är fortfarande oklart vad som faktisk hände. I Valne förlo-

rade honorna i kläckeriet merparten av rommen under vintrarna 1990-1994, som ett resultat av dålig vattenkvalitet. De ersättningshonor som anskaffades och utsattes i året-runddammar kläckte fram yngel, som dock inte kunde samlas in och räknas. Under 1994-95 fungerade kläckningen tillfredsställande i kläckningsapparaterna med kläckningseffektiviteter mellan 30 och 60% (Tabell 4). Med denna metod lyckades kläckningen trots att honorna hade hanterats på samma sätt som tidigare. Därför bör inte utformningen av kläckerierna eller hanteringen av honorna fram till kläckning ha varit bristfälliga. Brist på lämplig föda för ynglen skulle kunna vara en anledning till de första årens misslyckade yngelproduktion, men i kläckningsapparaterna överlevde stadium I-ynglen utan utfodring under motsvarande tidsperiod. De ca 10 dyggen som förflöt mellan romkläckning och ynglens första skalömsning tycks vara normal (Ackefors m fl 1995).

Elavbrott kan utgöra ett allvarligt hot i samband med artificiell romkläckning. Valne drabbades av ett elavbrott på ca sex timmar under den mest intensiva kläckningen 1995, vilket medförde att romkopporna blev stillastående. I kopporna med nyligen kläckta yngel och kläckande romkorn avled merparten. Vattentemperaturen var 20 °C i apparaten och den höga temperaturen torde ha förvärrat dödligheten. Ett reservelaggregatet hade anskaffats för att kunna sättas in vid elavbrott, men det var vid detta tillfälle inlämnat för reparation. I Ensillre drivs, av säkerhetsskäl, utrustningen med 12 V via ett system med vanliga blyackumulatorer och en nätansluten laddutrustning. Vid elavbrott kopplas ackumulatorerna in automatiskt - ett arrangemang som kan rekommenderas.

Slutsatser: Kläckning av strippad rom i kläckningsapparater vid 18-20 °C är den metod som ger bäst resultat. Metoden kräver att döda romkorn regelbundet avlägsnas och att vattenkvaliteten kontrolleras, vilket gör den mer arbetsintensiv än andra metoder. Så snart ynglen har ömsat till stadium II måste de samlas ihop och flyttas till odlings-tråg eller sommardammar. Ynglen är tätt packade i plastkopporna och när de konsumerat sina tomma skal tenderar de snabbt att bli kannibalistiska. Någon form av reserv behövs för att undvika effekter av elstörningar.

Yngelöverlevnad i tråg och sommardammar

Under projektets första år var ynglens överlevnad i alla försök mycket låg. En fortlöpande utveckling av metoder och dammtyper resulterade i bättre överlevnad under 1994-95, då ca 40-90% av yngel uppfödda i tråg och ca 20-50% av yngel uppfödda i sommardammar överlevde sin första tillväxtsång (Tabell 5). I Norge genomfördes liknande försök med inomhusodling och överlevnaden efter 9 månader var 10-32% (Taugbøl & Skurdal 1992) och på Gotland efter 9 månader 30-65% (Gydemo 1989). Den uppnådda överlevnaden i tråg i Ensillre och Valne kan därför anses vara acceptabel. När det gäller yngelöverlevnad i sommardammar finns endast litteraturuppgifter från odling av signalkräftyngel och deras överlevnad under den första tillväxtsången beräknades till 60-80% (Westman m fl 1992). För att erhålla en hög yngelöverlevnad är det viktigt att hålla en stabil vattentemperatur, helst nära 18 °C, en god vattenkvalitet med hög syrgashalt, pH-värden mellan 6 och 8 och fodergivor i nivå med ynglens födokonsumtion. Överbilivet foder försämrar vattenkvaliteten och kan ge ökad bakterieförekomst. När sådana problem uppstår måste vattengenomströmningen genom tråg och sommardammar ökas. Rovlevande vatteninsekter kan i hög grad försämma ynglens överlevnad i sommardammar.

Slutsatser: En hög yngelöverlevnad kräver en stabil vattentemperatur vid ca 18 °C, god vattenkvalitet, pH-värden mellan 6 och 8 och lämpligt foder i lämplig mängd. I sommardammar måste dessutom rovelvande vatteninsekter utestängas.

Naturlig reproduktion i åretrunddammar

Att kräftorna reproducerar sig i Ljungandalen i Medelpad torde knappast förvåna någon. Området utgör flodkräftans "vagga" i Norrland. Storsjöbygden i Jämtland är inte på samma sätt känt som ett kräftområde, men flodkräftbestånd finns lokalt i Storsjön och i näraliggande sjöar och har antagligen funnits i Storsjöbygden sedan början av 1900-talet. Kräftbestånden i området måste därför kunna reproducera sig naturligt, på samma sätt som de sedan lång tid kända bestånden längre norrut i Jämtland, de i Västerbottens och Norrbottens län och de i norra Finland (Pursiainen & Erkamo 1991, Fiske- riverket & Naturvårdsverket 1998).

Den konstaterade naturliga reproduktionen i projektets åretrunddammar var förväntad. Dammar erbjuder normalt bättre förhållanden för kräftor och kräftproduktion än sjöar. Faktorer som snabbare temperaturutveckling, större naturlig födoproduktion och avsaknad av predatorer ger i allmänhet tätare kräftbestånd och snabbare tillväxt i dammar. Om vattenkemin (pH, syrgas m m) dessutom är förenlig med kräftors behov kommer även reproduktionen att fungera bättre i dammar än i sjöar.

Slutsatser: Kräftodlare i Norrland kan räkna med att de klimatiska förutsättningarna i allmänhet tillåter naturlig reproduktion. Undantag kan vara dammar i höga lägen och extremt skuggade dammar, där temperaturutvecklingen kan vara särskilt långsam.

Överlevnad hos vuxna kräftor

Vuxna kräftors överlevnad i åretrunddammar under perioden juni-oktober 1990 var 63-92% (Tabell 6). I Ensillre jämfördes överlevnaden i fyra dammar och i Valne hos fyra olika stammar utsatta i en gemensam damm. Beräkningen av överlevnaden baserades på individuell märkning av kräftorna med lödpenna (modifierad metod enl Abrahamsson 1965) och det är möjligt att själva märkningen kan ha bidragit till en viss dödlighet bland kräftorna. Vid vinterförvaringen av avelskräftorna i kläckeritrågen var honornas överlevnad ca 80-90%, medan den var endast ca 50% bland hannarna (Tabell 6). Taugbøl & Skurdal (1990) redovisar motsvarande överlevnad vid vinterförvaring av rombärande flodkräft-honor i en norsk odling. Hannarnas aktivitet var högre vintertid och särskilt i samband med matning kämpade de intensivt om födan och många förlorade sina klor. Vid sådana tillfällen dog många hannar, troligen till följd av blodförluster. Den svaga överlevnaden bland hannar vid inomhusförvaring tvingade oss att snarast efter parningen sätta ut dem i åretrunddammarna igen för att spara på avelsmaterial. Könslundna skillnader i vinteraktivitet kan vara en förklaring till honornas bättre överlevnad vintertid. Flertalet honor i Valne och Ensillre var rombärande under vintrarna och de var mycket inaktiva med låg födosöksaktivitet. Vintern är en erkänt svår årstid för kräftor och det anses normalt med 70-80% överlevande efter vintersäsongen (Westman m fl 1992). Vid ett tillfälle kontrollerades överlevnaden

bland rombärande honor som sattes ut för kläckning i sommardammar. Efter 12 dygn levde 71% av antalet utsatta. En förklaring till detta otillfredsställande resultat kan vara att de facklådor där honorna förvarades hade alltför få och små hål för att garantera ett tillräckligt vattenutbyte. Syrgassituationen i lådorna kan därigenom ha blivit dålig.

Vinterförvaring av vuxna kräftor inomhus innebär alltid risk för hög dödlighet. Argumentet för att förvara dem inomhus är t ex att romhonorna är lättåtkomliga när det är dags att "strippa" rommen inför inkubering i kläckningsapparat. Alternativet är att hålla kräftorna i åretrunddammar och att parningen sker naturligt. I Norrland kan detta medföra problem. Sen islossning och problem att fånga kräftorna efter islossningen innebär sen inkubering av "strippad" rom. Fekunditeten är dock normalt högre hos de honor som lever i dammar.

Slutsatser: I projektets odlingar har de vuxna kräftornas överlevnad legat på normala nivåer för kräftodlingar. Vid vinterförvaring inomhus överlever honor betydligt bättre än hannar och för att spara avelsmaterial är det lämpligt att hannarna återutsätts i åretrunddammar efter höstens parning.

Kräftors tillväxt

Vuxna kräftors längdtillväxt i åretrunddammarna under säsongen 1990 var 2-3 mm CL, vilken är jämförbar med tillväxten 6-8 mm TL hos hannar (Abrahamsson 1965) och 4-4,5 mm TL hos honor i ljunganbeståndet (Abrahamsson 1972). I en liten skogstjärn i södra Finland var tillväxten per skalömsning under åren 1976-1979 hos vuxna honor $4,0 \pm 1,106$ (S.D.) mm CL och hos vuxna hannar $5,3 \pm 1,021$ (S.D.) mm CL (Westman m fl 1993). Under 1995 och 1996 återfångades ett fåtal märkta kräftor, vars årstillväxt uppgick till 5,5-10 mm CL. Den förbättrade tillväxten bör vara ett resultat av att dammarna hade utvecklats positivt under de gångna åren. De kräftor som hade den bästa tillväxten kan naturligtvis ha ömsat två gånger under tillväxtsången.

Slutsatser: I norrländska kräftodlingar bör flodkräftor kunna tillväxa med ca 3 mm CL, eller ca 6 mm TL per skalömsning. Kräftodlaren bör sträva efter att kräftorna ömsar skal två gånger per tillväxtsång, vilket kan uppnås om dammar placeras i fördelaktiga lägen med tidig uppvärmning och om kräftorna har tillgång till lämplig föda.

Produktion av kräftor i dammar

Den översiktliga produktionsberäkningen som genomfördes i åretrunddammen i Valne 1990 visade att kräftproduktionen var negativ. Biomassaminskningen (vikten av alla kräftor) under 3 månaders försöksperiod kan ha flera orsaker. För det första lyckades vi inte, trots upprepade fisken, återfånga alla kräftorna. Året efter observerades flera kräftor i dammen och de lyckades även reproducera sig. För det andra var kräftornas överlevnad tämligen låg (Tabell 6), vilket kan ha berott på märkningen eller på minkpredation. Märkningen skedde en kort tid före säsongens första skalömsning. Mjukskaliga kräftor påverkas troligen mer av själva märkningsprocessen, eftersom värme från lödpennan snabbare tränger igenom det mjuka skalet.

I Danmark beräknades produktionen av flodkräfta i en mindre sjö. Små kräftor (<9 cm TL) svarade för produktionen 268 kg (våtvikt) ha⁻¹ år⁻¹ och stora kräftor (>9 cm TL) för 32 kg (våtvikt) ha⁻¹ år⁻¹ (Andersen & Helmgård 1990). Beståndet hade beskattats med ca 25 kg år⁻¹, enbart hannar, men författarna ansåg att det uttaget var alltför högt. Baserat på den faktiska produktionen bedömdes att ett uttag av ca 10 kg år⁻¹ var biologiskt motiverat.

Några få uppgifter om kräftproduktion i dammar har tidigare redovisats. I Skåne beräknades produktionen av signalkräftor (>6 cm, mjärdfångade) i två dammar till 101 och 90 kg ha⁻¹. Kräftor >9 cm TL svarade för 66 och 59 kg ha⁻¹ (Nilsson & Johansson 1986). Kräftor <6 cm TL var ej inkluderade i undersökningen och författarna diskuterar de problem som sammanhänger med beräkning av dammars totala kräftproduktion.

Gamla svenska uppgifter om avkastning i naturbestånd har sammanställts av Westman m fl (1992). Avkastningen av flodkräfta i Hjälmarén, Nömmen och Erken var 3, 14 och 10-36 kg ha⁻¹ och författarna bedömer att 10-15 kg ha⁻¹ bör vara en rimlig nivå. Värdena är beräknade på sjöarnas totala arealer. Inom områden med lämpliga kräftbottnar bör avkastningen per ytenhet ha varit betydligt högre.

Kräftdammars produktion och avkastning (det årliga uttaget) är alltså dåligt kända. Odlingsresultatet kommer att styras av bl a beståndstäthet, överlevnad, tillgång på gömslen, temperaturförhållanden och av kräftornas födokonsumtion. Odlarens kunskaper om kräftbiologi och odlingsmetodik

kommer därför att vara mycket betydelsefulla. Om man gör ett tankeexperiment där vuxna kräftors (90-120 mm TL) årliga tillväxt är ca 10 mm CL (2 skalömsningar), motsvarande en individuell viktsökning med drygt 20 g (förhållandet längd-vikt; se Andersen & Helmgård 1990) och överlevnaden 70% skulle beståndets biomassa öka med ca 40%, vilket borde vara tillräckligt för att ge ett ekonomiskt utbyte. För att ge en produktion som varaktigt skall kunna beskattas måste kräftdammarna konstrueras så att de kan hysa tätare besättningar än vad som är normalt i naturbestånd. Överlevnaden måste dessutom höjas över den normala nivån 70% och den årliga tillväxten ökas till närmare 10 mm CL.

Slutsatser: För att produktionen i kräftdammars skall nå nivåer som skapar förutsättningar för ett ekonomiskt utbyte måste besättningstäthet, överlevnad och tillväxt höjas över de nivåer som förekommer i naturbestånden. Odlarens kunskaper om kräftbiologi och odlingsmetodik måste vara goda.

Hur har projektets målsättningar kunnat uppfyllas?

Efter sex års försöksverksamhet kan vi konstatera att alla faserna i kräftornas reproduktionscykel till slut fungerade. I kläckningsapparaterna kunde rommen kläckas till stadium I-ungel. Ynglens överlevnad var god och många kunde ömsa till stadium II. Sådana yngel kunde sedan odlas vidare i tråg och somrardammars med hygglig överlevnad och tillväxt och som ensomriga kräftungar flyttas till naturvatten eller dammar. En fungerande romkläckning utgör en central funktion i kräftodling och de problem som var förknippade med romkläckningen gjorde att vi hade begränsad tillgång till material för försök med odling till konsumtionsstorlek. Samtidigt var de vuxna kräftornas överlevnad normal och tillväxten, sedan dammarna väl hade utvecklats, tillfredsställande. Därmed finns förutsättningarna för att även odla fram konsumtionskräftor i norrländska kräftdammars. Slutsatsen måste därför bli att det går att bedriva kräftodling i Norrland.

Kostnader och finansiering

Med tanke på de stora kostnader som projektet medfört måste hela kostnadsbilden analyseras. Frågan är vilka kostnader som kan vara relevanta för en person som tänker starta en kräftodling.

Anläggningskostnaderna (Bilaga 1-Tabell 1) är fasta kostnader som utgör särkostnader i olika produktionsalternativ. Projektstödet till åretrunddamarna baserades på ett underlag som beräknades enligt MARK-AMA och det användes senare som underlag vid upphandlingen av dammanläggningarna. De inkomna anbuderna låg högt över projektstödtaket, varför nya förfrågningar utgick till lokala gräventreprenörer. Avtal kunde senare slutas med dessa till lägre kostnad för odlarna. I efterhand kan konstateras att byggandet skedde vid en extrem överhettning i byggkonjunkturen, varför anläggningskostnaderna kan anses ha blivit onödigt höga.

Kostnaderna för åretrunddamarna i Ensillre och Valne blev 92 Kr/m² i Ensillre (6 500 m²) och i Valne 117 Kr/m² (7 900 m²). En marknadsmässig kostnad för att anlägga motsvarande dammar skulle i dagsläget (1998-01-01) vara ca 20 Kr/m². Förutsättningen är att lokala entreprenörer kan anlitas.

Det är viktigt inför framtiden att minimera anläggningskostnaden. Vid placering av dammar i terrängen bör man tänka på att utnyttja naturliga markprofiler, vilket underlättar utplaceringen av överskottsmassorna och samtidigt minskar kostnaderna.

Kläckerierna blev mycket dyra för projektet. Den enskilde odlaren, som har tillgång till befintliga huskroppar, kan utnyttja sådana och därigenom hålla kostnaderna nere. Kostnaderna för utrustningen i kläckerierna var ca 250 000 Kr per odling. Utslaget per tråg (12 tråg per odling) blir kostnaden ca 21 000 Kr. Då ingår, utöver trågen, även rör, pump, filter m m. Vi tror att en kraftodlare som driver sin odling som kompletterade verksamhet endast behöver skaffa något tråg samt eventuellt en kläckningsapparat á ca 75 000 Kr.

I Ensillre har 15 st sommardammar konstruerats med en total yta av 52 m², vilket ger en kostnad av drygt 350 kr/m². Ett pris (1997) för planerade sommardammar

(7,7 m²) i Valne kommer att vara ca 2 000 Kr, eller 260 Kr/m².

Driftskostnaderna skall betraktas som rörliga särkostnader i olika produktionsalternativ. Projektets hyreskostnader och kostnader för projektledaren ingick bland driftskostnaderna (Bilaga 1-Tabell 2). Dessa kostnader var strikt relaterade till projektets specifika driftsform och torde inte vara relevanta för en privat odlare. De gemensamma kostnaderna och kraftkostnaderna bör däremot beaktas. De måste naturligtvis anpassas till storleken på odlingen. Kraftorna har köpts till priser mellan 12 och 17 Kr/st. Det högre priset har betalats för rombärande honor.

Rylander har gjort en timredovisning för åren 1991-1994. I genomsnitt för dessa år är nedlagd tid vid odlingen 1 372 timmar. Arbetstiden ökade markant under det sista året från ca 1 200 h/år till ca 1 700 h/år när kläckningen genomfördes i kläckningsapparat, vilket kan förklaras av att flera arbetsmoment tillkom. En realistisk, genomsnittlig arbetstid torde därför ligga på ca 1 600 timmar, vilket är drygt 100 timmar lägre än den tid som redovisats för året och som kan förklaras av ovana vid de olika arbetsmoment som krävdes vid kläckning i apparaten.

De arbetsmoment som är aktuella för en blivande odlare, med den omfattning som Rylander har, redovisas som antal timmar (h) och minuter (m) per dag:

- daglig tillsyn och skötsel totalt **1 h 50 m**
- reparation, underhåll m m **50 m**
- rengöring av kläckningskoppar, strippning av rom, tillsyn vid kläckningsprocessen, räkning och utsättning av yngel samt rengöring av kläckningsmaskin **40 m**. Detta moment är aktuellt under ca 1 månad per säsong!
- rengöring av sandfilter **20 m**
- övrigt ospecifiserat arbete ca **1 h**

Sammanlagt per dag (exkl kläckningsverksamhet): **4 h**.

Marknadsförutsättningar och ekonomiska kalkyler

Redan i början av 1980-talet ansågs att den svenska produktionen av kräftor i naturbestånd skulle kunna höjas till 1 000 ton per år och med en utvecklad odlingsverksamhet till 2 000 ton (Forskningsrådsnämnden 1982). Höjningen skulle ske med utökade signalkräftinplanteringar och med effektiv fiskevård. Vid den tiden beräknades landets totala kräftfångst vara mindre än 100 ton. Spridningen av signalkräftor kan förmodas ligga bakom de senaste årens fångster runt 500 ton. En önskad effekt av satsningen på signalkräfta är den medföljande spridningen av kräftpest, som samtidigt har slagit ut många flodkräftbestånd. Resultatet har blivit att flodkräftor utgör en allt mindre del av landets årliga kräftfångst.

Samtidigt är efterfrågan på flodkräftor allt större både i Sverige och i Europa. Med nuvarande situation kan varken den inhemska efterfrågan tillgodoses eller tillräckliga kvantiteter för export insamlas. Flera skäl talar för att en norrländsk produktion av flodkräftor skulle vara möjlig. De traditionella landsbygdsnäringarna dras med lönsamhetsproblem och en allt lägre sysselsättningsgrad. Under 1980-talet diskuterades frågan om alternativa verksamheter i glesbygd livligt och bl a odling av flodkräfta sågs av många som en lovande, framtida näring.

Flera rådgivningsmaterial om kräftodling publicerades under 1980-talet (Bartilson & Cedrins 1986, Fürst 1986, Agervi m fl. 1987), alla med stark tro på kräftodling och med optimistiska produktions- och lönsamhetskalkyler. Garvade rådgivare mottog rådgivningsmaterialen med misstro, samtidigt som potentiella kräftodlare arbetade vidare med sina planeringar. Trots att många var negativt inställda till idéerna i rådgivningsmaterialen sammanställdes emellertid aldrig några motkalkyler.

Kampanjen "Hela Sverige ska leva" gav stora förhoppningar, inte minst i de glest befolkade delarna av Norrland, om bidrag till uppbyggnad av odlingsanläggningar. Projektet "Kräftodling i Norrland" tillkom delvis för att ta fram nya kunskaper om kräftor och kräftodling. Odlare och rådgivare i norrlands-länen uppmanades att invänta projektets resultat innan de startade kräftodlingar. Ekonomiska kalkyler över olika produktionsfor-

mer inom kräftodling har sammanställts i det fristående rådgivningsmaterialet: Flodkräftodling – en möjlig produktionsgren i Norrland. FISKERIVERKET INFORMATION 1999:2. Kalkylerna baseras så långt det är möjligt på de resultat som har framtagits i projektet "Kräftodling i Norrland" och som redovisas i denna.

Kräftor kan säljas både för konsumtionsändamål och till utsättning. När det gäller konsumtionskräftor är naturligtvis efterfrågan störst på storvuxna kräftor med 20 eller färre per kg. Efterfrågan på flodkräftor för utsättning omfattar försträckta årsyngel (2-3 cm TL), kräftungar (5-8 cm TL) och vuxna, köns mogna kräftor (>8 cm TL). Åsikterna om vilken kräftstorlek som är lämpligast är många och ofta personliga. Det finns idag ett uttalat underskott på flodkräftor för utsättningsändamål i hela landet och tankarna på utsättningskräftor går mot att dessa skall hämtas så nära utsättningslokalen som möjligt.

Detaljhandelspriset på konsumtionskräftor var under 1997 ca 100-150 Kr/kg för de importerade kräftorna, 300-450 Kr/kg för svensk signalkräfta och 500-700 Kr/kg för flodkräfta (inkl moms). Dessa priser torde motsvara ett producentpris för signalkräfta på 100-200 Kr/kg och för flodkräfta 300-350 Kr/kg. Idag kan kräftor fångas och säljas under hela året, men det finns önskemål om att återinföra både minimimått och reglerad fångsttid för flodkräfta. Kräftkonsumtionen är starkt traditionsbunden och sker huvudsakligen i augusti-september. I södra och mellersta Sverige säljer odlarna/fiskarena ofta sina kräftor till grossister, fiskaffärer, delikatessaffärer eller restauranter. Ett annat sätt att lösa försäljningen är att skapa en närmarknad med släkt, bekanta och grannar. Det finns idag ingen tillförlitlig statistik som visar omfattningen på eller värdet av någondera av dessa försäljningssätt.

I den mån någon försäljning av kräftor sker i Norrland för konsumtionsändamål sker denna troligen direkt till restauranter eller fiskaffärer/delikatessaffärer. I stället torde merparten av de norrländska kräftorna användas till utsättning och det är fiskevårdssområden, föreningar eller enskilda fiskevattensägare som satsar på att förstärka befintliga bestånd eller anlägga nya.

Erkännanden

Författarna vill i samband med denna avrapportering framföra sina varma tack till familjerna Wallén och Rylander för all hjälp med insamling av de data som ligger till grund för rapporten. Tommy önskar rikta ett speciellt tack till Erik Rylander, som var en trogen hjälpredda vid sortering och mätning av ensillrekräftorna. Vi tackar särskilt för data från säsongen 1995, då projektet officiellt sett var avslutat. Familjerna har dessutom hjälpt till med logi och förplägnad under projekttiden. Fam Söderström medverkade i många arbetsmoment vid valneodlingen och bistod dessutom med insamling och leverans av lokala jämtlandskräfter. Enskilda personer och organisationer har välvilligt ställt upp med insamling av försökskräftor till de båda odlingarna. Deras insatser har varit mycket värdefulla för projektet. I valneodlingen har

ett flertal ALU-anställda personer, under kortare eller längre perioder, medverkat i odlingssarbetet på ett förtjänstfullt sätt. Vi framför härmed vårt tack för deras insatser. Monica Bergman, Sötvattenslaboratoriet, omarbetade på ett professionellt sätt vårt manuskript till en färdig rapport. Björn Söderbäck och Lennart Edsman har också bistått vid sammanställningen av rapporten. Företagen K G Knutsson och Polaris ställde terrängfordon (fyrhjulingar) till förfogande vid valneodlingen. Mitutoyo AB ställde upp med digitala skjutmått för mätning av kräftors längder. Slutligen önskar vi, å projektledningens vägnar, framför tack till alla finansiärerna för deras ekonomiska stöd till försöksverksamheten och till personalen vid Sötvattenslaboratoriet och vid Fiskeriverket i Göteborg för hanteringen av projektets administration.

Referenser

- Abrahamsson, S. 1965. A method of marking crayfish *Astacus astacus* L. in population studies. - *Oikos* 16: 228-231.
- Abrahamsson, S. 1966. Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linné. - *Oikos* 17: 96-107.
- Abrahamsson, S. 1972. Fecundity and growth of some populations of *Astacus astacus* Linné in Sweden. - *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm*. 52: 23-37.
- Ackefors, H., R. Gydemo & P. Keyser. 1995. Growth and moulting in confined juvenile noble crayfish *Astacus astacus* (L.) (Decapoda, Astacidae). - *Freshwater Crayfish* 10: 396-409.
- Ackefors, H. 1999. Utvecklingen av kräftodlingen i Sverige under 1980- och 90-talen. - *Fiskeriverket Rapport*. 1: 59-81.
- Agervi, S., K. Kamp & B.M. Lindgren. 1987. Kräftodling i grävda dammar - en lönsam produktionsgren? Nygamla näringar på landsbygden. - *Speciella skrifter* 28. SLU, Uppsala.
- Ahl, E. 1957. En kräftfiskeundersökning i Ljungan. - *Svensk Fiskeri Tidskrift*. 66(5): 94-97.
- Andersen, J.H. & P. Helmgaard. 1990. Populationsstruktur, väkstförhållande og fødebiologi hos flodkrebs *Astacus astacus* L. - *Specialrapport från Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet*. 47 p.
- Appelberg, M. 1993. Liming as a measure to restore crayfish populations in acidified lakes. - *Finn. Fish. Res.* 14: 93-105.
- Appelberg, M. & T. Odelström. 1990. Kräftor i sura och kalkade vatten. (English summary: Effects of acidification and liming on the freshwater crayfish *Astacus astacus*). - *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (4): 1-25.
- Appelberg, M., Ö. Fagerlind & T. Odelström. 1982. Undersökning av flodkräftbeståndet i sjön Yngen, Värmlands län. - *Limnologiska institutionen, Uppsala Universitet*. Ser B:1. 10 p.
- Bartilsson, L. & R. Cedrins. 1986. Kräftodling i grävda dammar. - *Utsikter och Insikter* Nr 5. 30 p. Driftsbyrå/Föreningsbanken.
- Birkö, T. 1989 (?). Flodkräftan i Västernorrland - resultat av flodkräftinventeringen 1986. - *Rapport från Fiskeristyrelsen i Västernorrlands län* (?). Stencil. 36 p.
- Cukerzis, J. 1973. Biologische Grundlagen der Methode der Kunstlichen Aufzucht der Brut des *Astacus astacus* L. - *Freshwater Crayfish* 1: 187-202.
- Cukerzis, J., J.A. Sheshtokas & A.L. Terentyev. 1979. Method for accelerated breeding of crayfish juveniles. - *Freshwater Crayfish* 4: 451-458.
- Dye, L. & P. Jones. 1974. The influence of density and invertebrate predation on the survival of young-of-the-year *Orconectes virilis*. - *Freshwater Crayfish* 2: 529-538.
- Edsman, L. & Jonsson, A. 1996. The effect of size, antennal injury, ownership, and ownership duration on fighting success in male signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana). - *Nordic J. Freshw. Res* 72: 80-87.
- Edsman, L. 1997. The relative influence of age and body size on the instantaneous growth rate in signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. - *Freshwater Crayfish* XI: 395-402.
- Ehnström, B., U. Gärdenfors & Å. Lindelöw. 1993. Rödlistade vetebrater i Sverige 1993. - *Databanken för hotade arter*, Uppsala.
- Fiskeriverket 1993. Möjligheter att öka flodkräftbestånd i svenska vatten. - *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* 1993(2). 66 p.
- Fiskeriverket & Naturvårdsverket. 1998. Åtgärdsprogram för bevarande av flodkräfta. - *Fiskeriverket Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm*. 38 p.
- Forskningsrådsnämnden. 1982. Kräftor eller räkor. Vattenbrukets kräftdjur. Rapport från Arbetsgruppen för kräftdjursodling inom Styrgruppen för vattenbruk. Rapporten utgiven i samarbete med DSH, Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg. 70 p.
- Fürst, M. 1986. Kräftodling i dammar. - *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (3). 2:a omarbetade upplagan utgiven 1988. 46 p.
- Fürst, M. 1990. Kransalger i dammar för kräftodling. PM Nr 1:1990. - *Fiskeristyrelsen Sötvattenslaboratorium, Drottningholm*. 3 p.
- Gydemo, R. 1989. Studies on reproduction and growth in the noble crayfish, *Astacus astacus* L. - *Ph. D. Thesis*. Department of Zoology, University of Stockholm.
- Gydemo, R. & R. Gydemo. 1990. Utsättningar av flodkräfta (*Astacus astacus*) i Västerbottens län. - *Rapport från Sveriges Lantbruksuniversitet, Vattenbruksinstitutionen, Umeå* (4). 10 p.

- Gydemo, R., L. Westin & A. Nissling. 1990. Predation on larvae of the noble crayfish, *Astacus astacus* L. - *Aquaculture* 86: 155-161.
- Hessen, D.O. & J. Skurdal. 1986. Analysis of food utilized by the crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, S. E. Norway. - *Freshwater Crayfish* 6: 187-193.
- Hessen, D.O., T. Taugbøl, E. Fjeld & J. Skurdal. 1987. Egg development and lifecycle timing in the noble crayfish (*Astacus astacus*). - *Aquaculture* 64: 77-82.
- Hirvonen, H. 1992. Effects of backswimmer (*Notonecta*) predation on crayfish (*Pacifastacus*) young: autotomy and behavioural responses. - *Ann. Zool. Fennici* 29: 261-271.
- 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.
- Jonsson, A. 1992. Shelter selection in YOY Crayfish *Astacus astacus* under predation pressure by dragonfly larvee. - *Nordic J. Freshw. Res.* 67: 82-87.
- Järvenpää, T. & P. Ilmarinen. 1995. Artificial incubation of crayfish eggs on moving tray. - Föredrag presenterat på det åttonde symposiet i IAA i Baton Rouge, Louisiana, USA, 1990. Sammanfattning publicerad i *Freshwater Crayfish* 8, sid 716.
- Lagerqvist, L.O. & E. Nathorst-Böös. 1980. En liten bok om kräftor. - Liber Förlag Stockholm. 86 p.
- Lodge, D.M. & J.G. Lorman. 1987. Reductions in submersed macrophyte biomass and species richness by the crayfish *Orconectes rusticus*. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 591-597.
- Lorman, J.G. & J.J. Magnuson. 1978. The role of crayfishes in aquatic ecosystems. - *Fisheries* 3(6): 8-19.
- Magnuson, J.J., G.M. Capelli, J.G. Lorman & R.A. Stein. 1975. Consideration of crayfish for macrophyte control. p 66-74. - In: P.L. Brezonic and J.L. Fox (eds.). The proceedings of a symposium on water quality management through biological control. University of Florida, Gainesville, January 1975. Report no. ENV-07-75-1.
- Momot, W. T. 1993. The role of exploitation in altering the processes regulating crayfish populations. - *Freshwater Crayfish* IX: 101-117.
- Momot, W.T. 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. - *Reviews in Fisheries Science* 3(1): 33-63.
- Morales, J. & M. Appelberg. 1984. Studier av en signalkräftpåpopulation före och efter en sjökalkning. - Limnologiska institutionen, Uppsala Universitet. Ser B:13. 19 p.
- Nilsson, L & S. Johansson. 1986. Biologisk avkastning av kräftor från sydsvenska, små och näringsrika naturdammar - förutsättningar för extensivt vattenbruk. - Limnologiska avd., Ekologiska institutionen, Lunds Universitet. 15 p. Stencil.
- Nyström, P. & T. Rönn. 1990. Kräftor och kräftodling. Biologi och fiskevård. - LT's Förlag. Stockholm 1990.
- Odelström, T. 1993. Verksamhetsberättelse för projektet "Kräftodling i Norrland". En treårsrapport. - Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 20 p.
- Odelström, T. 1995. Kräftodling i Norrland 1993-1994. Verksamhetsberättelse. - Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. (Dnr: 28/94-2). 15 p.
- Odelström, T. & M. Appelberg. 1988. Food choice of *Astacus astacus* L. in some neutralized lakes. Ur: T. Odelström: The food choice of the crayfish *Astacus astacus* L. in relation to environmental conditions. - Doktorsavhandling. Uppsala Universitet, 1986. 88 p.
- Odelström, T. & U. Lindqvist. 1991. Undersökning av kräftbiotoper och av flodkräftornas reproduktion längs sträckan Holmsjön-Ångesjön i Ljungan (sommaren 1990). - Rapport till Vattendomstolen. 12 pp.
- Pursiainen, M. & Erkamo, E. 1991. Low temperatures as limiting factor for the noble crayfish (*Astacus astacus*) populations. - *Finn. Fish. Res.* 12: 179-185.
- Pursiainen, M., T. Järvenpää & K. Westman. 1983. A comparative study on the production of crayfish (*Astacus astacus* L.) juveniles in natural food ponds and by feeding in plastic basins. - *Freshwater Crayfish* 5: 392-402.
- Pursiainen, M., T. Järvenpää, J. Tulonen & K. Westman. 1989. Crayfish culture in Finland. p. 69-78. In Skurdal, J., Westman, K. & Bergan, P.I. (eds). *Crayfish culture in Europe*. Report from the workshop on crayfish culture, 16-19 Nov. 1987, Trondheim, Norway.
- Ranta, E. and K. Lindström. 1993. Body size and shelter possession in mature signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. *Ann. Zool. Fenn.* 30: 125-132.
- Ridderstolpe, P. 1987. Vattenbruk kombinerat med jordbruk och naturvård - exemplet, kräftodling på försumpad åkermark. - Meddelande Trita-Kut 1047. KTH. Institutionen för Kulturteknik. Licentiatavhandling. Stockholm 1987.

- SCB. 1989. Vattenbruk 1988. - Statistiska meddelanden Na 13 SM 8901. Statistiska Centralbyrån, Stockholm 1989. 14 p.
- SCB. 1991. Vattenbruk 1990. - Statistiska meddelanden J 60 SM 9101. Statistiska centralbyrån, Stockholm 1991. 14 p.
- SCB. 1996. Vattenbruk 1995. - Statistiska meddelanden J 60 SM 9601. Statistiska centralbyrån, Örebro 1996. 14 p.
- SCB. 1997. Vattenbruk 1996. - Statistiska meddelanden J 60 SM 9701. Statistiska Centralbyrån, Örebro 1997. 9 p.
- Skurdal, J. & T. Qvenild. 1986. Growth, maturity and fecundity of *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, S.E. Norway. - Freshwater Crayfish 6:182-186.
- Skurdal, J. & T. Taugbøl. 1994. Biology, culture and management of the noble crayfish *Astacus astacus* L. - Dr. Philos thesis. University of Oslo. 300p.
- Skurdal, J., Taugbøl, T., Fjeld, E. & Qvenild, T. 1988. Chiliped loss in *Astacus astacus*. - Freshwater Crayfish VII: 165-170.
- Svärdson, G. 1972. The predatory impact of eel (*Anguilla anguilla* L.) on populations of crayfish (*Astacus astacus* L.). - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 52:149-191.
- Taugbøl, T. & J. Skurdal. 1989. Effect of indoor, culture conditions on maturation and fecundity of wild-caught female noble crayfish, *Astacus astacus* L. - Aquaculture, 81: 1-12.
- Taugbøl, T. & J. Skurdal. 1990. Effect of density on brood size in noble crayfish, *Astacus astacus* L., subjected to indoor rearing conditions. - Aquaculture and Fisheries Management 21: 17-23.
- Taugbøl, T. & J. Skurdal. 1992. Growth, mortality and molting rate of noble crayfish *Astacus astacus* L. juveniles in aquaculture experiments. - Aquaculture and Fisheries Management 23: 187-193.
- Taugbøl, T., J. Skurdal & E. Fjeld. 1988. Maturity and fecundity of *Astacus astacus* females in Norway. - Freshwater Crayfish 7: 107-114.
- Vallin, S. 1942. Kräftan, *Potamobius astacus* (Linné). Ur: Fiskar och Fiske i Norden. Red.: K.A. Andersson. 2: 505-512. - Natur och Kultur, Stockholm.
- 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.
- Westin, L. & R. Gydemo. 1995. The proportion of mature females of the noble crayfish, *Astacus astacus*, in ponds and under indoor conditions and the effect of trappability. - Freshwater Crayfish 8: 157-169.
- Westman, K., H. Ackefors & V. Nylund. 1992. Kräftor. Biologi-Odling-Fiske. - Kiviksgårdens Förlag. Ystad 1992.
- Westman, K., R. Savolainen & M. Pursiainen. 1993. A comparative study on the growth and moulting of the noble crayfish, *Astacus astacus* (L.), and the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in a small forest lake in southern Finland. - Freshwater Crayfish 9: 451-465.

English summary: Noble crayfish farming in northern Sweden - biologic and economic prerequisites

The noble crayfish, *Astacus astacus* L., is one of the most valuable freshwater organisms in Sweden. Early in the 20th century the total annual catch was probably 1 000-1 500 tons. However, crayfish plague and different environmental changes have caused a marked decrease in numbers of natural populations. Therefore, today the annual catch is only approximately 50 tons. The original area of distribution included southern and central parts of Sweden up to 61 °N. During the 20th century hundreds of introductions with noble crayfish have been made in lakes, streams and rivers in areas further north, which have resulted in an expanded area of distribution. In these areas local inhabitants have taken an interest in crayfish trapping and they have started to utilise crayfish as a resource. In the counties Västernorrland and Jämtland, officials at the county administrations prepared for starting a project in order to study the requirements for farming crayfish in the northern areas of Sweden. The National Swedish Board of Fisheries, Institute of Freshwater Research, Drottningholm was also involved in the start of the project "Crayfish farming in Norrland" in 1989. Two experimental farms were built in Ensillre, county of Västernorrland and in Valne, county of Jämtland.

Each farm was provided with a hatchery, 6-9 production ponds (area 1 000 m² each) and small, shallow ponds for juvenile production. Financial support was arranged and a project organisation was built up. The project was scheduled for two periods of three years each, totalling six years.

The aim of this final report is to resume the existing knowledge on farming of noble crayfish, with special concentration on cold and oligotrophic conditions and short growing seasons. The report also shows the economy for the project over the six years. It is especially directed to financiers, partners, and participants of the project "Crayfish farming in Norrland". Results from the project make up an important part of the report, but results from the literature have also been included. A development of farming activities in the northern parts of Sweden is proposed. Commercial, regional political and also touristic arguments support such a development. On the experimental farms we could show that artificial hatching of crayfish eggs was successful. We could also show the possibilities to produce y-o-y and adult crayfishes. In the production ponds a natural reproduction occurred. All sizes of crayfish showed a decent growth rate.

Bilaga 1. Kostnader och finansiering av projektet "Kräftodling i Norrland" (inkl 4 tabeller)

Kostnader

Satsningen på projektet "Kräftodling i Norrland" innebar naturligtvis stora kostnader dels för anläggningar och dels för projektets drift. Både anläggnings- och driftskostnader redovisas i detta avsnitt, men det skall framhållas att av anläggningskostnaderna har projektet med egna medel bara bekostat ett underskott på åretrunddamarna i Ensillre, utrustningen i kläckerierna, vissa sommardammar, delar till kläckningsapparaten i Valne samt de extrakostnader som krävdes för lakbekämpning och nya utloppsmunkar i Ensillre.

Anläggningskostnaderna utgjordes av projektering, dammar och kläckerier (Tabell 1). I de redovisade kostnaderna ingick även odlarnas egna arbetsinsatser och deras eget kapital och till viss del även kostnader för egna maskiner. Totalkostnaderna uppgick till 3 049 700 Kr, fördelade på 1 304 600 Kr i Ensillre, 1 647 100 Kr i Valne och 98 000 Kr för gemensam projektering. Av dessa kostnader föll 406 600 Kr (Ensillre) och 307 300 Kr (Valne) på projektet, eller totalt 713 900 Kr.

Tabell 1. Anläggningskostnader (kr) för kräftodlingarna i Ensillre och Valne. Kursiverade poster betalade med projektmedel.

Odling	Ensillre	Valne	Totalt
Gemensamma projekteringskostnader	—	—	98 000
Åretrunddammar	598 000	923 800	1 521 800
<i>Underskott åretrunddammar</i>	<i>85 000</i>	—	<i>85 000</i>
Kläckerierna	300 000	416 000	716 000
<i>Kläckerier utrustning</i>	<i>241 500</i>	<i>271 800</i>	<i>513 300</i>
Sommardammar*) och ny utloppsmunk	29 100	—	29 100
Åretrunddammar åtgärder vid lakbekämpning	51 000	—	51 000
<i>Kostnad för kläckningsapparat</i>	<i>—**)</i>	<i>35 500</i>	<i>35 500</i>
Totala anläggningskostnader	1 304 600	1 647 100	3 049 700
<i>Varav bekostade av projektet</i>	<i>406 600</i>	<i>307 300</i>	<i>713 900</i>
Varav bekostade med annan finansiering	898 000	1 339 800	2 335 800

*) Sommardammar i Valne bekostades av odlaren

**) Kläckeriapparaten i Ensillre bekostades av odlaren

I projektets driftkostnader (Tabell 2) ingick förutom lön, rese- och administrativa kostnader även kostnader för hyra, el och värme som var förknippade med projektets utnyttjande av kläckerihusen. Denna lösning valdes då det visade sig vara omöjligt för projektet att finansiera iordningsställandet av

kläckerier. Odlarna åtog sig att ordna lokaler mot att projektet betalade hyra motsvarande deras kapitalkostnader. Bland driftskostnaderna ingick även inköp av avelskräftor till odlingarna med sammanlagt 103 000 Kr. De sammanlagda driftskostnader under sex år uppgick till 2 534 000 Kr.

Tabell 2. Projektets driftskostnader under budgetåren 1989/90 till 1994/95.

Driftskostnader (kkr)	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	Totalt
Projektledarens lön	267	263	266	281	229	145	1 451
Projektledarens resor	31	43	47	44	39	36	240
Gemensamma kostnader	9	42	10	7	16	10	94
Ensillre kläckeri, hyra el	0	0	130	39	76	96	341
Valne kläckeri	0	0	195	77	58	75	305
Ensillre, inköp avelsdjur	28	13	8	7	0	0	56
Valne, inköp avelsdjur	9	15	7	7	7	2	47
Totalt	344	376	563	462	425	364	2 534

Anläggnings- och driftskostnader utgjorde därmed $3\,049\,700 + 2\,534\,000 = 5\,583\,700$ Kr. Projektet betalade 713 900 Kr av anläggningskostnaderna och hela driftskostnaden 2 534 000 Kr, eller totalt 3 247 900 Kr. Med tanke på att en stor del av driftkostnaderna var gemensamma kan totalkostnaden inte enkelt delas mellan de två odlingarna.

Finansiering

Projektets anläggningar finansierades på flera olika sätt (Tabell 3). Dammanläggningarna finansierades av dåvarande Lantbruksnämnderna i Y och Z län med 10-åriga avskrivningslån. I både Ensillre och Valne blev kostnaderna högre än de anvisade kostnadsramarna. I samband med projektstarten undersöktes om projektet kunde drivas i stiftelseform. Med tanke på en sådan driftsform uppmanades odlaren i Jämtland att inte inkludera dammanläggningen i sitt lantbruksföretag, med följd att han inte kunde kvitta bort de 51 000 Kr som han betalade under 1989 för dammanläggningen. Momsbeloppet

är fortfarande oreglerat (feb 1998). Överdraget i Valne täcktes med ett landsbygdsstöd på 205 400 Kr. I Ensillre lades dammanläggningen in i lantbruksrörelsen, varför odlaren kunde reglera moms. Eget arbete, egna maskinkostnader och kapitalinsatser avseende dammanläggningarna kan beräknas till 319 400 Kr i Valne och 150 000 Kr i Ensillre. Ombyggnaden av den gamla ladugården i Ensillre bekostades av odlaren dels med lån och dels i form av eget arbete. Uppförandet av det nya kläckerihuset i Valne bekostades med ett 50%-igt glesbygdsstöd och resterande i form av odlarens eget arbete. Med projektmedel finansierades slutligen kläckeriutrustningar, vissa sommardammar, överdraget på åretrunddammar i Ensillre och komponenter till kläckningsapparaten i Valne, vilket innebar att projektet bekostade 713 900 av totalt 3 049 700 Kr.

ALU-personalen i Valne belastade inte projektet eller odlaren och har därför inte medtagits i denna sammanställning.

Tabell 3. Finansieringskällor till projektets anläggningar (Kr).

Anläggning	Ensilire	Valne
Regionalt stöd/avskrivningslån t åretrunddammar	448 000	348 000
Moms avseende ovanstående anläggningar	—	51 000
Landsbygdsstöd t åretrunddammar enligt slutfaktura	—	205 400
Odlarnas egna insatser åretrunddammarna (arbete + kapital)	150 000	319 400
Lån resp glesbygdsstöd t kläckerihus (50%)	150 000	208 000
Odlarnas egna insatser t kläckerihus (arbete + kapital)	150 000	208 000
Projektmedel	406 600	307 300
Summa	1 304 600	1 647 100

Projektet betalade merparten av driftskostnaderna med de medel som finansörerna ställde till förfogande. Under de tre första åren (period 1) uppgick dessa medel till 1 401 000 Kr (Tabell 4). För period 2 fanns 150 000 Kr reserverade och projektet tillfördes 44 000 Kr genom projektledarens externa uppdrag och viss försäljning, vilket innebar att sammanlagt 194 000 Kr tillfördes projektet. Under våren 1993 reserverades ytterligare 1 050 000 Kr hos finansörerna för att projektet skulle kunna slutföras och för att täcka en del av underskottet, som då bedömdes bli ansenligt. Under period 2 (bå 92/93 till 94/95) fakturerades 600 000 Kr av dessa. Pro-

jektets sammanlagda intäkter under perioderna 1 och 2 uppgick således till 2 195 000 Kr samtidigt som totalkostnaden utgjorde 3 247 900 Kr. Vid projektslutet 1995 belastades således projektet med ett underskott på 1 052 900 Kr, vilket kommer att reduceras till **602 900** Kr när de kvarvarande reserverade 450 000 Kr har fakturerats.

Underskottet uppkom som ett resultat av att kläckerierna ej fanns med i det ursprungliga projektunderlaget. Behovet av kläckerier ansågs vara stort och kostnaderna för att utrusta dessa uppgick till drygt 500 000 Kr och hyreskostnaderna till 646 000 Kr.

Tabell 4. Projektstöd (kkr) från intressenter/finansörer under bå 89/90 - 94/95. 600 000 Kr av de medel som reserverades hos finansörerna under våren 1993 ingår.

Projektstöd (kkr)	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	Totalt
Länsstyrelsen Z	100	100	0	0	100	0	300
Länsstyrelsen Y	200	0	0	50	0	50	300
Krokoms k:n	100	0	0	0	0	0	100
Ånge k:n	100	0	0	0	0	100	200
Lantbruksnämnden Y	-	50	0	0	0	0	50
Kempestiftelsen	200	0	0	0	0	0	200
Stift Vattenbruksutveckling	100	0	0	0	0	0	100
Fiskeriverket	-	150	150	150	0	150	600
Jordbruksverket	-	-	70	0	0	0	70
Länsstyrelsen X	-	-	-	50	0	0	50
Länsstyrelsen W	-	-	-	0	0	0	0
Länsstyrelsen AC	-	-	-	-	50	0	50
Länsstyrelsen BD	-	-	-	-	50	0	50
Externa uppdrag	0	55	3	20	3	0	81
Försäljning	0	0	0	12	1	1	14
Ränta	0	23	0	0	0	7	30
Summa per bå	800	378	223	282	204	308	2 195
Summa ackumulerad	800	1 178	1 401	1 683	1 887	2 195	

Bilaga 2. Projektets organisation

Projektet "Kräftodling i Norrland" utgjordes av **intressenter/finansiärer, styrgrupp, odlare, projektledare, projektgrupp** och **anslagsförvaltande myndighet**. Nedan beskrivs sammansättningen av och i viss mån funktionen hos de olika grupperingarna.

Bland projektets **intressenter/finansiärer** fanns de statliga verk, länsstyrelser, kommuner och stiftelser som hade uttalade behov av ny kunskap om kräftor och kräftodling och som var intresserade av att medverka till finansieringen av ett projekt där sådana kunskaper kunde genereras:

- Fiskeriverket, tidigare Fiskeristyrelsen, med Sötvattenslaboratoriet
- Jordbruksverket, tidigare Lantbruksstyrelsen
- Länsstyrelserna i Z och Y län. Under period 2 även länsstyrelserna i X, W, AC och BD län
- Lantbruksenheterna, f d Lantbruksnämnderna/Landsbygdsenheterna i Y och Z län
- Fiskeenheterna, f d Fiskekommittéerna, i ovanstående län
- Krokoms kommun
- Ånge kommun
- Stiftelsen Seth M. Kempes Minne
- Stiftelsen Vattenbruksutveckling

Fiskeriverket var **anslagsförvaltande myndighet** i projektet. Detta huvudmannaskap innebar ett övergripande ansvar för ekonomi- och personaladministration. Jordbruksverket var dess **huvudintressent** genom dels det egna finansiella engagemang och dels sitt huvudmannaskap för lantbruksnämnderna i länen.

Styrgruppen hade en central roll i projektet och skulle ange mål och riktlinjer för arbetet samt bistå projektledaren i hans verksamhet. Här ingick personer knutna till institutioner som bedrev kräft- och fiskeriforskning, personer som arbetade med landsbygdsutveckling på regional nivå och representanter för statliga verk:

Magnus Appelberg, Sötvattenslaboratoriet, Magnus Fürst, Sötvattenslaboratoriet, Björn Kämpe, Landsbygdsenheten vid Länsstyrelsen i Z län, Lars-Ove Eriksson, Vattenbruksinstitutionen, SLU, Umeå, Sören Johansson, Länsstyrelsen i Y län, Tommy Odelström, Sötvattenslaboratoriet, Birger Backlund, Lantbruksnämnden i Z län, Bertil Eriksson, Miljö- och Fiskeenheten vid Länsstyrelsen i X län, Sven Ola Öhlund, Fiskeenheten vid Länsstyrelsen i Z län, Åke Petters-

son, Fiskeriverket och Lars Sandberg, Jordbruksverket.

Styrgruppens sammansättning ändrades efterhand. De sex första personerna ingick i styrgruppen vid projektstarten. Pettersson och Sandberg representerade två centrala statliga verk och knöts till styrgruppen i samband med finansieringsdiskussionerna. Eriksson valdes in i samband med att X, W, AC och BD län gick in som intressenter i projektet i början av period 2. Några personer avslutade sina engagemang i styrgruppen under projekttiden: Kämpe slutade vid Landsbygdsenheten i Z län och efterträddes av Backlund. Backlund slutade i sin tur i samband med att han övergick till Glesbygdsmyndigheten och ersattes av Öhlund, som där efter ensam representerade Z län i styrgruppen. L-O Eriksson minskade successivt sitt engagemang under projekttiden. Först avslutade sitt engagemang i samband med pensionering 1991.

Tommy Odelström, FD i limnologi, anställdes i juni 1989 som **projektledare**. Han kom närmast från Limnologiska institutionen vid Uppsala Universitet. Projektledaren var föredragande i styrgruppen. Dessutom ansvarade han för följande uppgifter i projektarbetet:

1. Leda projektets forskning och utveckling i samarbete med styrgruppen
2. Aktivt medverka i projektets finansiering
3. Bevaka medelssituationen
4. Följa upp projektets åtaganden gentemot intressenterna
5. Rapportera försöks- och forskningsverksamheten
6. Följa upp styrgruppens beslut
7. Ge råd och anvisningar till odlarna vid skötsel av anläggningarna
8. Bistå vid kräftanskaffning
9. Upprätta hyresavtal mellan projektet (Fiskeriverket) och odlarna
10. Upprätta avtal med odlarna om projektets årliga behov av kräftor för försöksverksamhet
11. Medverka i ev utbildning inom Fiskeriverket och Jordbruksverket.

För det praktiska arbetet i projektet inrättades en **projektgrupp** med odlare, forskare och projektledaren. I den gruppen kunde odlarnas frågor diskuteras.

Utvecklingen av kräftodlingen i Sverige under 1980- och 90-talen

Hans Ackefors

Zoologiska institutionen, Stockholms universitet,
106 91 STOCKHOLM

Innehåll

Sammanfattning	61
Inledning	62
Materiel och metoder	64
Resultat	65
Diskussion	75
Referenser	79
English summary: Development of crayfish culture in Sweden during 1980s and 1990s	81

Sammanfattning

I Sverige finns två kräftarter, den inhemska flodkräftan (*Astacus astacus*) och den införda amerikanska arten signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*). Bägge arterna odlas och bägge finns i vilt tillstånd. Flodkräftan har liksom alla europeiska arter drabbats av kräftpesten genom införda amerikanska kräftor på 1860 talet till Europa. Till Sverige kom kräftpesten 1907. Man beräknar att endast 5% av det ursprungliga flodkräftbeståndet finns kvar. Mer och mer etablerar sig signalkräftan i svenska vatten. Denna art är liksom andra amerikanska arter resistent mot pesten. Vildfångade kräftor (och på senare år odlade kräftor) räcker inte till för att förse marknaden med kräftor. Sverige måste därför importera 2 000-3 000 ton kräftor per år.

Odling av kräftor för konsumtion påbörjades under 1980-talet i Sverige. För att undersöka hur kräftodlingen har utvecklats i Sverige har författaren åkt runt till ett 20-tal odlingar i landet. Enkäter har skickats ut till fiskerikonsulenter i varje län och till både flod- och signalkräftodlare.

Mer än 500 licenser för odlingar av kräftor med en kvantitet av 500 kg per år eller mer är givna med en total kvantitet av mer än 500 ton. Därtill kommer många små odlingar som endast behöver anmäla till länsstyrelsen att man börjat odla. För närvarande utnyttjas ungefär 9% av den sökta odlingskvantiteten.

I regel används sk semi-intensiv teknik för odling av kräfta, som mestadels sker i grävda dammar. Dammarnas konstruktion skiljer sig mycket, från långa dikesformade dammar, till runda, kvadratiska eller rektangulära former. Vattenkvaliteten varierar mellan olika län och inom dessa. Temperaturen är avgörande för produktionen. Ju längre söderut ju högre produktion gäller generellt. pH-värdet varierar också starkt i olika områden, men bör vara minst 6,5 och helst högre. Kalciumkoncentrationen i vattnet bör vara relativt hög, omkring 20 mg Ca/l eller högre är att föredra. Det är viktigt att inte järn- och mangankoncentration överstiger 0,5 mg/l.

Dammarnas växt- och djurliv har varierat starkt i denna undersökning. Det är viktigt att det finns gott om växter som kransalger, slinke eller andra lämpliga arter. Produktionen bör dock inte vara för hög så att dammen växer igen. Vattenpesten kan ibland tillväxa så kraftigt att dammarnas yta täcks helt och den måste därför hållas efter. Många djur som mink, häger, abborre och vissa insekter prederar på kräftorna och är således konkurrenter. I många fall är kräftor och deras fiender i balans och då nås ändå ett gott produktionsresultat.

Odlingsmetoderna varierar i olika områden. När odlingen påbörjas sker isättning av sättkräftor (yngel eller vuxna kräftor). För vissa odlare har detta varit en stor kostnad. Äggbärande honor betalas med 20-125 kr styck. Priset för övriga kräftor kan variera från 50 öre till 20 kr styck. I vissa fall sker storlekssortering och i andra fall sker inga sådana ingrepp i produktionsdammarna. De flesta odlare stödutfodrar. Det vanligaste fodret är fisk, potatis eller morötter. Många använder också cerealier (olika sädesslag). Endast 4% använder sig av pelleterat foder.

Avkastningen i denna undersökning varierar mellan 60 och 430 kg per ha för flodkräftor och mellan 50 och 680 kg för signalkräftor. Den största avkastningen av odlade flodkräftor har Gotland, Blekinge och Kalmar län. De producerade 80% av den totala svenska skörden på 12,3 ton år 1995. Motsvarande siffra för signalkräfta var 41,8 ton. Mest skördades i Blekinge och Kristianstads län. Till sammans med Kalmar, Malmöhus och Skaraborgs län togs 91,6% av skörden i dessa fem län.

Totalt kan man uppskatta den vilda fångsten till 400 ton och den odlade till ca 55 ton. Det innebär att mer än ca 14% av totalproduktionen är odlad. Dessa siffror är säkert i underkant och den inhemska produktionen ligger troligen kring 500 ton totalt. Med en import på ca 2 500 ton innebär det en total konsumtion på minst 3 000 ton, alltså en per capita konsumtion på 0,3 kg kräftor varje år.

Inledning

Den svenska traditionen att äta sötvattenskräftor i augustimörkret, gärna i kombination med brända och destillerade drycker, är djupt rotad. Ingen europeisk nation, möjligtvis med undantag för Spanien, konsumerar så mycket kräftor som Sverige. Räknat per innevånare är vi inte bara ledande i Europa utan också i världen. Marknadens behov av kräftor gör att vi måste importera stora kvantiteter varje år. Även här intar vi en särställning. Vår import är störst i Europa liksom i världen. Mellan 2 000 och 3 000 ton kräftor importeras varje år.

Intresset för att äta kräftor går tillbaka till 1500-talet då Wasakungarna började uppskatta denna kulinariska smaksensation. Långt senare tog adeln till sig vanan att äta kräftor. Men det skulle dröja ända till slutet av förra seklet innan gemene man i Sverige blev intresserad av att äta kräftor. På kontinenten hade man tidigare upptäckt dessa läckerheter.

I mitten av förra århundradet såldes stora kvantiteter kräftor i Paris och St. Petersburg. Under perioden 1853-79 konsumerades enbart i Paris 5 miljoner kräftor årligen. Den största delen av dessa kräftor kom från Tyskland och Ryssland. Även Sverige exporterade kräftor till olika länder innan kräftpesten slog till i våra kräftvatten.

I Europa fanns ursprungligen endast fem sötvattenskräftarter, vår egen flodkräfta även kallad ädelkräfta (*Astacus astacus*), den smalkloiga eller turkiska kräftan (*A. leptodactylus*), en art utan svenskt namn (*A. pachypus*), hålkräftan (*Austropotamobius pallipes*) och stenkräftan (*A. torrentium*). De tre sist nämnda har ingen kommersiell betydelse även om små odlingar och fångster sker i vissa länder. *A. pachypus* förekommer i regionerna kring Kaspiska havet och Asovskasjön. *A. pallipes* har västlig utbredning från Brittiska öarna i nordväst till Spanien i sydväst. *A. torrentium* är en centraleuropeisk art. *A. leptodactylus* har östlig utbredning (Ryssland-Turkiet-Baltiska staterna). Den ursprungliga utbredningen av *A. astacus* omfattar södra-mellersta delarna av Skandinavien och Finland, Mellaneuropa och västra delen av Ryssland och Baltiska staterna.

Kräftpestens intåg i Europa med början i Italien 1860, liksom inplanteringen av våra

egna europeiska arter till andra områden än de ursprungliga och inplanteringen av amerikanska kräftarter har förändrat utbredningen av våra kräftarter. Kräftpesten har varit förödande för vår flodkräfta i Sverige liksom i andra länder. Under 1960-talet infördes till vårt land den amerikanska signalkräftan (*Pacifastacus lenisculus*) för att kompensera bortfallet av flodkräftan. Signalkräftan har etablerat sig väl i Sverige och större delen av våra fångster och skördar i odlingar utgörs i dag av signalkräfta (Furst 1977, Fjälling och Furst 1985. Vid en inventering 1992 i våra sjöar och vattendrag visade det sig att signalkräftan satts in i 1 219 sjöar, 440 rinnade vattendrag och i 1 380 dammar och andra odlingsenheter. Fångsten 1992 uppskattades till 247-282 ton (Anon. 1993). Flodkräftan förekommer fortfarande i 1 518 vatten och den vilda fångsten uppskattades nämnda år till 46-58 ton.

I slutet av 1960-talet gjordes de första försöken med kassodlad fisk i Sverige och detta är startskottet för den moderna fiskodlingen i landet. Sedan gammalt har det funnits dammodlingar med fisk men redan på 1970-talets ökade produktionen av fisk i kassar och musselodlingen startade på västkusten. 1979 tillsatte Forskningsrådsnämnden en arbetsgrupp som skulle belysa Sveriges möjligheter i denna nya näringsgren (Ackefors 1980). År 1981 tillsattes en Styrgrupp av Forskningsrådsnämnden och Havsresursdelegationen för att göra en mer omfattande utredning om vad som nu kallades vattenbruk, dvs odling av fisk, skaldjur och alger. I november 1982 överlämnade Styrgruppen och dess sju arbetsgrupper en omfattande rapport till regeringen (Ackefors et al. 1982). En av arbetsgrupperna arbetade med möjligheterna att odla kräftdjur (Anon. 1982).

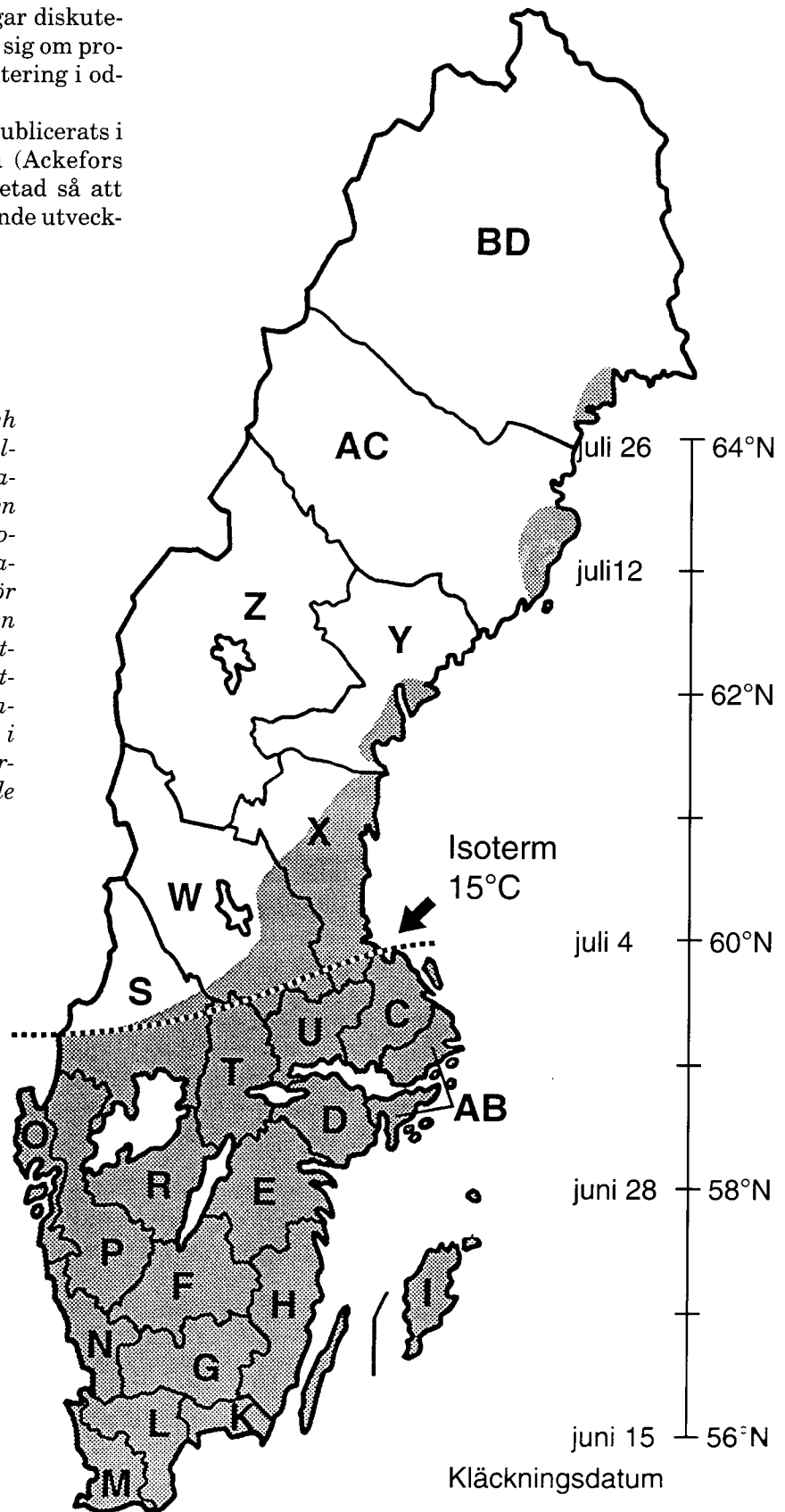
Avsikten med denna uppsats är att beskriva hur odlingen av signalkräftan och flodkräftan har utvecklats i vårt land under de senaste två årtiondena. Däremot behandlas inte utsättningen av dessa arter i vildvatten eller i dammanläggningar. Uppsatsen beskriver framför allt dammodlingar med en odlingstyp som vi betecknar som semi-intensiva odlingar och i enstaka fall extensiva odlingar. Skillnaden är att i det senare fallet sätts kräftorna ut i naturdammar, mangelgra-

var, bevattningsdammar eller andra vatten utan skötsel av biotopen eller tillförsel av föda. Några fall av intensivodlingar diskuteras framför allt i de fall då det rör sig om produktion av sättkräftor för utplantering i odlingar och naturvatten.

Denna uppsats har tidigare publicerats i koncentrerad form på engelska (Ackefors 1997). Denna upplaga är omarbetad så att den bättre skall illustrera nuvarande utveckling för en svensk publik.

Figur 1. Karta över Sverige och dess 24 län. Kläckningstider för vilda flodkräftor är indikerade (Abrahamsson 1972) liksom förekomsten av självreproducerande populationer av flodkräftan (*Astacus astacus*) (grått raster). Isothermen för 15 °C i juli sammanfaller med den nordligaste sammanhängande utbredningen av flodkräfta. Dessutom förekommer norr om denna linje isolerade populationer speciellt i rinnande vatten ända upp i Norrbotten. Bokstäverna hänför sig till de olika länen:

AB=Stockholm
C=Uppsala
D= Sörmland
E= Östergötland
F= Jönköping
G= Kronoberg
H= Kalmar
I= Gotland
K= Blekinge
L= Kristianstad
M= Malmöhus
N= Halland
O= Göteborg- och Bohus
P= Skaraborgs
R= Älvsborgs
S= Värmland
T= Örebro
U= Västmanland
W= Kopparberg
X= Gävleborg
Y= Västernorrland
Z= Jämtland
AC= Västerbotten
BD= Norrbotten



Material och metoder

Sverige är ett långsträckt land och avståndet från norr (69°N) till söder (55°30'N) är 1 572 km. Totalt omfattar ytan 449 964 km². Nästan 10% av ytan täcks av sötvatten. Eftersom undersökningen gäller hela Sverige och skillnaderna är stora mellan olika regioner redovisas resultaten länsvis (Figur 1).

Klimatet förändras kraftigt från söder till norr. Medeltemperaturen i juli är 16-18 °C i söder och 10-12 °C i norr. I januari är medeltemperaturen 0 °C i söder och -16 °C i den nordligaste delen av landet. Generellt kan man säga att flodkräftans utbredningsgräns mot norr sammanfaller med 15 °C isothermen för juli i mellersta Sverige, strax norr om 60°N breddgraden (Figur 1). Detta är emellertid en sanning med modifikation, då vi har isolerade populationer av flodkräfta framförallt i rinnande vatten ända upp i Norrbottnen, speciellt längs kusten. Av kartan framgår också att isolerade öar av 15 °C isothermen för juli påträffas långt norrut. Den nordliga sträckningen av den sammanhängande utbredningen för flodkräftan sammanfaller också med nordgränsen för 200 dagars växtperiod, dvs landområden med temperaturer överstigande 5 °C.

Förutom temperaturen är kräftorna starkt påverkade av den försurning som vårt land blivit utsatt för, speciellt i sydvästra delen av Sverige (Henrikson och Brodin 1995). På svenska västkusten har åtminstone 1/3 av sjöarna pH-värden omkring 5 eller mindre under hela året, alltså en helt otänkbar miljö för våra kräftor. Detta beror dels på utsläpp av svaveldioxid från förbränning av fossila bränslen dels på utsläpp av kväveoxider från bilarnas motorer. Många delar av Sverige har en berggrund som har liten buffertkapacitet. Alkaliniteten är ofta mindre än 0,1 mmol/l.

För att erhålla information om svensk kräftodling till denna uppsats har författaren företagit resor till olika delar av Sverige för att besöka odlare på plats. Frågeformulär (enkäter) har skickats ut till odlare och fiskerikonsulenter i alla 24 länen (namnbyte av vissa län skedde efter att denna undersök-

ning slutförts). Svar har erhållits från antingen fiskerikonsulenter och/eller odlare från län där kräftodling har stor betydelse. Mycket omfattande svar har erhållits från fiskerikonsulenterna i Kristianstads, Blekinge, Kalmar, Malmö och Gotlands län. Dessutom har nio andra fiskerikonsulenter försett författaren med värdefull information från sina respektive län. Övriga konsulenter har svarat att odling inte förekommer alls eller är ytterst obetydlig i deras län.

Tre olika typer av enkäter har skickats ut. En var avsedd för fiskerikonsulenter i varje län, en för flodkräftodlare och en för signalkräftodlare. Frågor har ställts om licensgivning, skörd, teknik för isättning av kräftor, pris på sättkräftor (yngel), dammarnas konstruktion, vattentillgång och kvalitet, sjukdomsproblem, predatorer i odlingarna, vattenväxter, erhållna priser för kräftor, förädling av kräftor och distribution av dessa.

De inkomna svaren från fiskodlare är ojämnt fördelade geografiskt. Det tycks som om odlare i län med framgångsrika stora odlingar varit mer positiva till enkäterna än andra. I andra fall har man inte haft tid eller lust att besvara enkäten. För att i viss mån kompensera för detta har personliga besök gjorts i "kräftodlarlän" där odlingen är betydande. Ungefär hälften av svaren från kräftodlare kommer från Kalmar och Gotlands län. Totalt har 59 odlare svarat på enkäterna. Som framgår av resultaten har vissa frågor ej besvarats av odlarna.

Arton odlare blev intervjuade på plats. De ställda frågorna har varit liknande de som förekommer i enkäterna. Dessutom har andra aspekter på kräftodling diskuterats. I några fall har mycket värdefulla aspekter och data om vattenparametrar erhållits.

Tillsammans med fiskerikonsulenternas svar har en någorlunda fullständig bild av svensk kräftodling 1994 erhållits. För tillståndsgivning m m har värdefulla uppgifter erhållits av Fiskeriverket (Åke Häggström). Slutligen har information erhållits från Fiskhälsan (Bengt Larsson) och Mikael Persson, Fengersfors.

Resultat

Tillstånd givna 1984-94

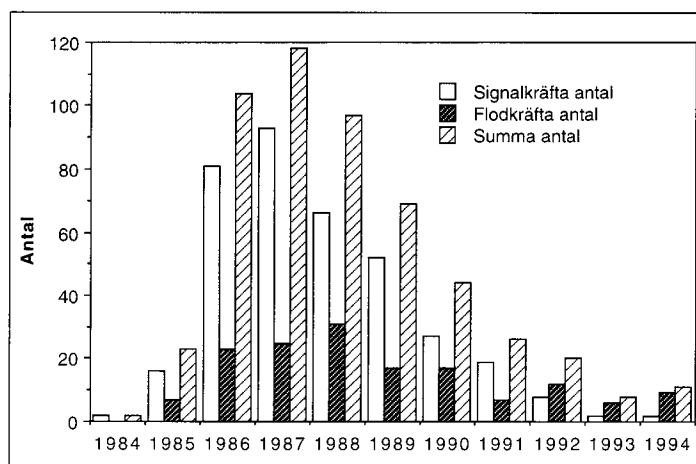
Mellan åren 1984 och 1994 beviljades 587 tillstånd för kräftodlingar som avsåg att producera 500 kg eller mer. Mindre enheter behöver inte tillstånd men skall ändå anmäla det till närmaste länsstyrelse. Första året, 1984, med den nya tillståndsgivningen för kräftodlingar (tidigare tillstånd med isättning av kräftor i dammar och sjöar behandlas icke här) gavs endast två tillstånd. Men denna odlingsform blev snabbt populär i Sverige och redan 1987 beviljades inte mindre än 118 licenser (Figur 2). Därefter har antalet beviljade tillstånd minskat kraftigt och under 1994 gavs endast elva tillstånd. Totalt har licenser för drygt 500 ton beviljats. Ungefär 32% av licenserna är givna till odlare som avser att odla flodkräfta och resten till signalkräftodlare.

För att få en bild av hur många småodlingar som finns har fiskerikonsulenterna lämnat uppgift om hur många personer som anmält detta i respektive län. Inte mindre än 289 små enheter avser att odla signalkräftor och 151 flodkräftor. Uppgiften avser 15 av 18 län i södra och mellersta Sverige (Götaland och Svealand), där mer än 99% av kräftodling sker.

En jämförelse mellan odlingar med mer än 500 kg, i län där också information om mindre odlingsenheter lämnats, visar att på 289 "små" signalkräftodlare går det 200 licensierade odlare. För flodkräftodlare är motsvarande siffra 157 "små" enheter mot 97 licensierade odlare. Det är således de små enheterna som dominerar, 59% för signalkräfta och 62% för flodkräfta.

Den viktiga frågan inställer sig nu vilka av dessa som fullföljt sina avsikter att odla kräftor. Här har endast gjorts ett försök att på basis av fiskerikonsulenternas svar om odlade kvantiteter uppskatta produktionen relativt givna tillstånd. Uppgifterna varierar från 102% till 0% för olika län. I Kristianstads, Blekinge och Gotlands län varierar procentsatsen från 36,4% till 102%. Den senare siffran gäller Kristianstads län. I sex län är siffran 0% eller ? (= ingen uppgift lämnad) och i övriga varierade antalet verksamma odlare mellan 0,3% och 8,6%. För de 20 länen som ligger i Götaland och Svealand samt Gävleborgs län är genomsnittssiffran 9,2% (Tabell 1 och 7).

På basis av redovisade uppgifter är det uppenbart att det finns ca 200 odlare i verk-



Figur 2. Antal tillstånd givna för odling av kräftor 1984-94.

samhet av de som ansökt om licenser för minst 500 kg. Produktionens storlek är i vissa fall mycket liten och endast få odlare redovisar skörd av flera hundra kg eller mer.

Tabell 1. Potentiell produktionen enligt givna tillstånd för kräftodling 1984-95 i 20 län, relativt uppskattad produktion 1995.

Län	Tillstånd (ton)	Produktion (ton)	Utnyttjande (%)
AB	69,7	0,15	0,2
C	5	0?	?
D	11,5	0,5	4,4
E	7	0,7	10
F	7	0,7	10
G	82,8	?	?
H	70	6	8,6
I	19,4	4,0	20,6
K	23,4	11,0	47,0
L	20,1	20,5	102
M	102,4	4,8	4,7
N	32,4	0,1	0,3
O	4,7	0	0
P	7,2	0,6	8,3
R	34,7	2,5	7,2
S	39,2	1,0	2,6
T	6	?	?
U	6,9	0,4	5,8
W	12,6	0	0
X	7,5	0	0
Sa	580,3	53,5	9,2



Figur 3A. Naturdamm som är modifierad för kräftodling genom iläggning av skydd i form av tegelpannor.

En odlare redovisade en avkastning på 1,1 ton kräftor 1996. Däremot är antalet "småodlare" betydande i vissa län.

Metoder för odling av kräftor

Det finns fyra olika metoder att öka avkastningen av kräftor; a) skötsel av vilda bestånd, b) extensiv produktion i naturliga eller grävda dammar, mägergravar m fl vatten, c) halvintensiva odlingar i dammar och d) intensiv produktion i tankar eller bassänger.

a) Skötsel av vilda bestånd

Metoder för att öka avkastningen av vilda bestånd omfattar faunavård, biotopvård, isättning av skydd åt kräftorna t ex sprängsten, åtgärder för att minska antal predatorer t ex minkfällor, åtgärder för att hindra spridning



Figur 3B. Långa diken 4-12 meter breda och med längder upp till 150 m var konstruerade under 1980-talet för kräftodlingar.

av sjukdomar och bestämmelser för hur kräftfisket får bedrivas (Westman et al. 1992). Alla dessa åtgärder och hur dessa praktiserars kommer inte fortsättningsvis att redovisas i denna uppsats.

b) Extensiv odling

På många ställen i Sverige har flod- och signalkräfta blivit utplanterade i sjöar och andra vattensamlingar (Figur 3A). Det kan röra sig om mägergravar, branddammar eller gamla stenbrott som fyllts med vatten. Vanligtvis betraktar gemene man skörden i sådana vatten för vilda fångster, fast ursprunget ofta är odlade individer. I vissa fall har man dessutom modifierat biotopen t ex genom att lägga i sten eller annat material som skydd åt kräftorna men ej foder eller andra näringsämnen. I vissa fall har man förbättrat tillförseln av vatten. Detta är definition på s k extensiv odling. Fångsterna är ofta blygsamma per kvadratmeter i jämförelse med odlingar men kostnaderna är också små och i många fall kan sådana odlingar vara lönsamma. Denna typ av odling kommer ej heller att närmare beskrivas i detta arbete.

c. Halvintensiv odlingsteknik i dammar

Detta är den vanligaste odlingsformen i Sverige. Dammarna kan ha mycket olika utseende. Många av de tidigaste odlingarna, som etablerade sig under 1980-talet i Sverige var långa dikesformade dammar 4-12 meter breda och 50-150 m långa, här kallade Typ I. En enhet i södra Sverige utgörs av 27 dammar med en totallängd av 3 km. En annan består av 16 dammar med en totallängd av 1,5 km. En tredje odling har 5 dammar som är 4 meter breda och med en längd av 120 m och 6 dammar 12 meter breda med samma längd. En fjärde odling har 16 dammar med en längd av 70 m och 4-5 meter breda. Djupet i denna typ av dammar varierar från 0,5 till 1,8 m (Figur 3B).

Under senare år har de flesta dammar som konstruerats rektangulära, fyrkantiga eller runda former (Typ II) (Figur 4A). Av de 14 odlingarna med flodkräfta som studerats av denna typ hade två odlingar dessutom dikesformade dammar. Av de 11 odlingarna med signalkräfta hade 6 st Typ I och 5 st Typ II dammar. Dessa skillnader avspeglar tiden för etableringen. Under 1980-talet byggde de flesta signalkräftodlare dammar av Typ I, som en följd av den rådgivning som då fanns tillgänglig. Sena-

re har flera odlare upptäckt nackdelarna med denna typ av odlingsdamm. Dammarna är oftast omöjliga att tömma på grund av för högt vattentryck i dikesvallarna som skiljer dammarna åt. Om man tömmer dammarna rasar vallarna. Dessutom är denna typ dyrare att konstruera än de cirkulära om man tänker på grävkostnaderna (Gydemo 1995).

Dammar av Typ II varierar i storlek från 250 m² till 17 000 m², i medeltal ca 2 500 m² enligt denna undersökning. Men det finns åtminstone på Gotland en damm som täcker en yta av 20 ha. Vanligtvis är denna dammtyp djupare än dikesdammarna. Djupet varierar från 1 till 4 m och de flesta är nära 2 m djupa. Vissa odlare anser att en design med en ö i mitten i en cirkulärt formad damm är optimalt. Det är mindre kostsamt att bygga denna typ eftersom en grävmaskin kan gräva ut den fort. Maskinen kör i en cirkel och slänger upp jord åt bägge sidorna. Dammen består av en grund del (1 m djup) i mitten runt ön och med en djupare del (3-4 m) utanför. Sluttningarna av vallarna skall ha en lutning på 1:2, ofta täckta av taktegel. Denna 450 m² stora damm med en radie av 24 m anses vara en utmärkt odlingsenhet.

Ett problem med nyligen byggda dammar är läckaget av närsalter från väggarnas och bottenens jordlager och risken för igenväxning med vattenväxter är stor. Av detta skäl rekommenderas att man i nygrävda dammar sätter in vuxna kräftor som kan hålla undan vegetationen.

Innan man gräver sina dammar bör man noggrant kontrollera vilken typ av markmaterial som finns på den mark där man avser att bygga sina dammar. Hård blålera brukar vara ett material som inte släpper igenom vatten, alltså kan dammen grävas utan att man behöver befara läckage av vatten. I flera fall har jag sett att man har blivit tvungen att kläda botten med plastväv, vilket kan bli kostsamt. I detta fall måste dammen grävas djupare och sedan måste plasten täckas med ett så tjockt lager av bottenmaterial att vegetationen har något att växa i. Är den naturliga vattentillgången god kan man givetvis acceptera ett visst läckage. Men läckage och avdunstning tillsammans gör att vattenförbrukningen kan bli för hög.

Det kannibalistiska beteendet hos kräftor anses som ett problem i de flesta kräftodlingar. Av detta skäl bör dammarna förses med knytvävstora stenar, tegelstenar med

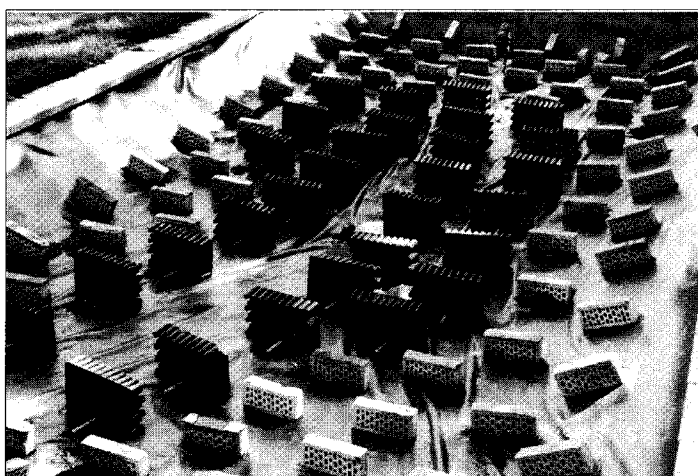


Figur 4A. En rektangulär kräftdamm där sluttningarna på dammväggarna är täckta med tegelpannor till skydd för kräftorna.

luftkanaler, rör, och planteringsbehållare ursprungligen avsedda för skogsplanter på dammens botten och tegelpannor på dammväggens sluttning eller buntar av plaströr hängande längs dammens sidoväggar eller stående på botten (Figur 4B och C).

d. Intensiv odlingsteknik

Några få svenska odlare praktiserar intensivodlingstekniken i bassänger och tråg. Kräftorna är ofta skilda åt med hjälp av väggar som bildar kvadratiske rutor. Tätheten per kvadratmeter är större än i andra odlingar och all föda till kräftorna tillförs. Förmodligen är det endast en odlare som producerar kräftor för marknaden med hjälp av denna teknik eftersom det är svårt att få lönsamhet



Figur 4B. Två typer av skydd som har lagts i en kräftdamm, nämligen tegelstenar med luftkanaler och planteringsbehållare för skogsplanter.



Figur 3A. Naturdamm som är modifierad för kräftodling genom iläggning av skydd i form av tegelpannor.

En odlare redovisade en avkastning på 1,1 ton kräftor 1996. Däremot är antalet "småodlare" betydande i vissa län.

Metoder för odling av kräftor

Det finns fyra olika metoder att öka avkastningen av kräftor; a) skötsel av vilda bestånd, b) extensiv produktion i naturliga eller grävda dammar, mörkelgravar m fl vatten, c) halvintensiva odlingar i dammar och d) intensiv produktion i tankar eller bassänger.

a) Skötsel av vilda bestånd

Metoder för att öka avkastningen av vilda bestånd omfattar faunavård, biotopvård, isättning av skydd åt kräftorna t ex sprängsten, åtgärder för att minska antal predatorer t ex minkfällor, åtgärder för att hindra spridning



Figur 3B. Långa diken 4-12 meter breda och med längder upp till 150 m var konstruerade under 1980-talet för kräftodlingar.

av sjukdomar och bestämmelser för hur kräftfisket får bedrivas (Westman et al. 1992). Alla dessa åtgärder och hur dessa praktiserars kommer inte fortsättningsvis att redovisas i denna uppsats.

b) Extensiv odling

På många ställen i Sverige har flod- och signalkräfta blivit utplanterade i sjöar och andra vattensamlingar (Figur 3A). Det kan röra sig om mörkelgravar, branddammor eller gamla stenbrott som fyllts med vatten. Vanligtvis betraktar gemene man skörden i sådana vatten för vilda fångster, fast ursprunget ofta är odlade individer. I vissa fall har man dessutom modifierat biotopen t ex genom att lägga i sten eller annat material som skydd åt kräftorna men ej foder eller andra näringsämnen. I vissa fall har man förbättrat tillförseln av vatten. Detta är definition på sk extensiv odling. Fångsterna är ofta blygsamma per kvadratmeter i jämförelse med odlingar men kostnaderna är också små och i många fall kan sådana odlingar vara lönsamma. Denna typ av odling kommer ej heller att närmare beskrivas i detta arbete.

c. Halvintensiv odlingsteknik i dammar

Detta är den vanligaste odlingsformen i Sverige. Dammarna kan ha mycket olika utseende. Många av de tidigaste odlingarna, som etablerade sig under 1980-talet i Sverige var långa dikesformade dammar 4-12 meter breda och 50-150 m långa, här kallade Typ I. En enhet i södra Sverige utgörs av 27 dammar med en totallängd av 3 km. En annan består av 16 dammar med en totallängd av 1,5 km. En tredje odling har 5 dammar som är 4 meter breda och med en längd av 120 m och 6 dammar 12 meter breda med samma längd. En fjärde odling har 16 dammar med en längd av 70 m och 4-5 meter breda. Djupet i denna typ av dammar varierar från 0,5 till 1, 8 m (Figur 3B).

Under senare år har de flesta dammar som konstruerats rektangulära, fyrkantiga eller runda former (Typ II) (Figur 4A). Av de 14 odlingarna med flodkräfta som studerats av denna typ hade två odlingar dessutom dikesformade dammar. Av de 11 odlingarna med signalkräfta hade 6 st Typ I och 5 st Typ II dammar. Dessa skillnader avspeglar tiden för etableringen. Under 1980-talet byggde de flesta signalkräftodlare dammar av Typ I, som en följd av den rådgivning som då fanns tillgänglig. Sena-

re har flera odlare upptäckt nackdelarna med denna typ av odlingsdamm. Dammarna är oftast omöjliga att tömma på grund av för högt vattentryck i dikesvallarna som skiljer dammarna åt. Om man tömmer dammarna rasar vallarna. Dessutom är denna typ dyrare att konstruera än de cirkulära om man tänker på grävkostnaderna (Gydemo 1995).

Dammar av Typ II varierar i storlek från 250 m² till 17 000 m², i medeltal ca 2 500 m² enligt denna undersökning. Men det finns åtminstone på Gotland en damm som täcker en yta av 20 ha. Vanligtvis är denna dammtyp djupare än dikesdammarna. Djupet varierar från 1 till 4 m och de flesta är nära 2 m djupa. Vissa odlare anser att en design med en ö i mitten i en cirkulärt formad damm är optimalt. Det är mindre kostsamt att bygga denna typ eftersom en grävmaskin kan gräva ut den fort. Maskinen kör i en cirkel och slänger upp jord åt bägge sidorna. Dammen består av en grund del (1 m djup) i mitten runt ön och med en djupare del (3-4 m) utanför. Sluttningarna av vallarna skall ha en lutning på 1:2, ofta täckta av taktegel. Denna 450 m² stora damm med en radie av 24 m anses vara en utmärkt odlingsenhet.

Ett problem med nyligen byggda dammar är läckaget av närsalter från väggarnas och bottenens jordlager och risken för igenväxning med vattenväxter är stor. Av detta skäl rekommenderas att man i nygrävda dammar sätter in vuxna kräftor som kan hålla undan vegetationen.

Innan man gräver sina dammar bör man noggrant kontrollera vilken typ av markmaterial som finns på den mark där man avser att bygga sina dammar. Hård blålera brukar vara ett material som inte släpper igenom vatten, alltså kan dammen grävas utan att man behöver befara läckage av vatten. I flera fall har jag sett att man har blivit tvungen att kläda botten med plastväv, vilket kan bli kostsamt. I detta fall måste dammen grävas djupare och sedan måste plasten täckas med ett så tjockt lager av bottenmaterial att vegetationen har något att växa i. Är den naturliga vattentillgången god kan man givetvis acceptera ett visst läckage. Men läckage och avdunstning tillsammans gör att vattenförbrukningen kan bli för hög.

Det kannibalistiska beteendet hos kräftor anses som ett problem i de flesta kräftodlingar. Av detta skäl bör dammarna förses med knytnävstora stenar, tegelstenar med

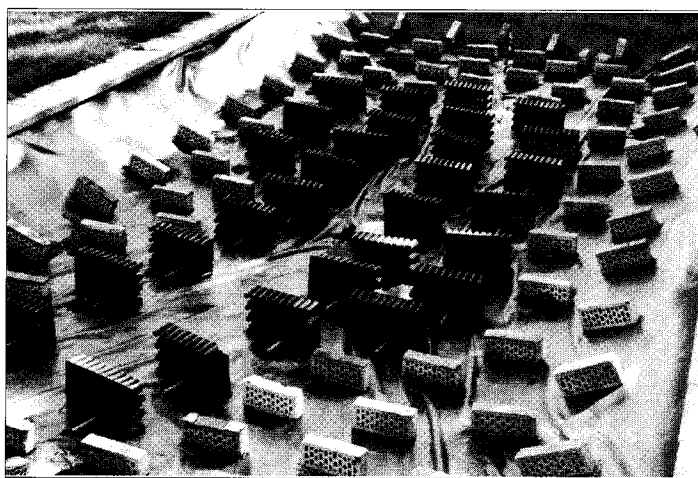


Figur 4A. En rektangulär kräftdamm där sluttningarna på dammväggarna är täckta med tegelpannor till skydd för kräftorna.

luftkanaler, rör, och planteringsbehållare ursprungligen avsedda för skogsplantor på dammens botten och tegelpannor på dammväggens sluttning eller buntar av plaströr hängande längs dammens sidoväggar eller stående på botten (Figur 4B och C).

d. Intensiv odlingsteknik

Några få svenska odlare praktiserar intensivodlingstekniken i bassänger och tråg. Kräftorna är ofta skilda åt med hjälp av väggar som bildar kvadratiske rutor. Tätheten per kvadratmeter är större än i andra odlingar och all föda till kräftorna tillförs. Förmodligen är det endast en odlare som producerar kräftor för marknaden med hjälp av denna teknik eftersom det är svårt att få lönsamhet



Figur 4B. Två typer av skydd som har lagts i en kräftdamm, nämligen tegelstenar med luftkanaler och planteringsbehållare för skogsplantor.



Figur 4C. Skydd som består av buntar av rör att hängas över kanterna på dikesdammen eller ställas på botten.

i denna odlingstyp. Däremot sker produktion av juveniler som säljs som sättkräftor på detta sätt. Äggbärande honor hålls inomhus under vintern och juveniler kläcks i juni och juli. Juveniler av andra utvecklingsstadiet förs



Figur 5A. Vissa odlare luftar sina dammar kraftigt för att kompensera för lågt vattentillflöde.

över till behållare med individuella rum för varje kräfta innan de planteras ut i dammar. En odlare har byggt 80 bassänger 6 x 1,5 m och i dessa har han placerat ett stort antal behållare med individuella hållrum för varje kräfta.

Vattentillgång och vattenkvalitet

Vattentillgången och dess kvalitet är odlingens fundament. De flesta odlarna tillförde vattnet i rör med vattnet sprutande ut över vattenytan och avvattnade dammen med bottenrör. Odlare med hög produktion tillförde ungefär 250-300 minutlitter vatten per hektar. Mindre mängder vatten kan tillföras om skötseln av dammen är god, vattendjupet större än 2 m och om dammen luftas.

Under min rundresa i Sverige fann jag att flera odlare tillförde mindre mängder vatten och deras produktion var låg. I vissa fall kompenserade odlare detta med en kraftig luftning av dammarna (Figur 5A).

Vattenresurserna varierade från grund- och brunnsvatten till ytvatten från bäckar och åar. Några odlare pumpade vatten från en närbelägen vattenkälla. Andra praktiserade recirkulation av vattnet genom att pumpa tillbaks utgående vatten till dammarna genom att låta vattnet först passerar grunda diken där det syrsattes. I vissa fall hade odlarna cementerat dikenas botten. En odlare hade byggt ett omfattande recirkulationssystem med ett 6 m högt torn, där ett tricklingfilter var installerat.

En odlare hade grävt dammarna så att djupet varierade från 0,5 m i ena ändan till ca 4 m i den andra. Han pumpade vattnet från botten i den djupa delen till den grunda delen där det först spolades över en platta belägen en meter över vattenytan. På så vis syrsattes vattnet bättre.

Vattenkvaliten är givetvis av mycket stor betydelse i kräftodling. Några odlare i denna undersökning, som pumpade upp grundvatten från en brunn blev tvungna att reducera den höga koldioxidhalten i vattnet genom att låta detta passera över en serie plastkorgar staplade ovanför varandra med hål i botten. Genom att vattnet rinner från den ena korgen till den andra avger vattnet koldioxid och mättnadsgraden blir i nivå med den temperatur som vattnet håller. I vissa fall syrsattes vattnet innan det pumpades till dammarna.

pH varierade från 5,9 till 8,2 i de odlingar som studerades. En odlare som använde

ytvatten från en skogså ökade pH från 5,9 till 6,3 innan vattnet pumpades till dammarna genom att låta vattnet rinna i ett 1 km långt dike. Samme odlare hade erfarenhet att pH ökade i hans dammar och hade ett värde omkring 7 när vattnet lämnade dammarna. Detta tycks vara ett generellt fenomen i odlingsdammar (Ackefors manuskript).

Information från en fiskerikonsulent i ett län visade stora variationer i vattnets pH-värde mellan olika trakter. Han hade funnit att i 81 olika odlingsdammar varierande pH från 6 till 8. Följande siffror härrör från 31 olika odlingsenheter. pH-värdena indelas i olika intervaller med pH-värdet först och antal odlingar inom parentes; 6 (6), 6,1-6,5 (6), 6,6-7,0 (39), 7,1-7,5 (23), 7,6-8,0 (4), >8 (3).

Vattentemperaturen i dammarna och speciellt antal månader med högre temperatur än 10 °C är av betydelse för tillväxt och skalömsning av speciellt flodkräftor (Ackefors et al. 1989). Brunnsvatten har vanligtvis en låg temperatur året runt, omkring 4-9 °C. På sommaren har vissa odlare erfarenhet att temperaturen överstiger 25 °C, vilket ibland har ansetts vara den övre temperaturgräns för att flodkräftan skall trivas. Men det verkliga problemet med höga temperaturer är att vattnet kan hålla lägre syrekonzentration och att det påskyndar nedbrytningen av organiskt material i dammarna och därmed minskar syrekonzentrationen. Precis som för laxfiskar är kräftor känsliga för syrekonzentrationer under 5 ml O₂/l även om de kan leva under en kortare tid i vatten med låga syrevärden.

Somliga odlare har haft problem med alltför höga koncentrationer av järn (Fe) i vattnet. I ett område som besöktes hade vattnet en koncentration av 1,1 mg Fe/l. För att sänka järnhalten hade odlaren byggt sandfilter och i detta syrsattes vattnet 8 minuter varje timme. Detta reducerade järnkoncentrationen i vattnet till 0,5 mg/l, vilket är acceptabelt. På samma sätt sänktes manganhalten till lägre nivåer. Ett enkelt sätt som jag sett användas för att sänka järnhalten är att allt vatten som tillförs dammarna sprutas över staplade järnsängar. Vattnet förs först till en liten fördamm, som det måste passera innan det når huvuddammen, där kräftorna finns.

Konzentrationen av magnesium var i flera dammar 4-5 mg/l och detta tycktes inte påverka resultatet. Aluminium- och kopparkonzentrationen var i allmänhet låg, 0,01-0,02 mg/l.

Konzentrationen av ammoniumkväve (N-NH₄) var i regel 0,01-0,1 mg/l. I en odling hade en damm ett värde på 0,7 mg/l medan en närbelägen damm hade mycket lägre värden. Nitritkonzentrationen (NO₂) var också låg, för det mesta 0,01 mg/l.

En av de mest kritiska parametrarna i kräftodlingsdammar är kalciumkonzentrationen i vattnet. Den varierade kraftigt i undersökta dammar, från 7 mg Ca/l till 153 mg Ca/l. Dammar med höga kalciumkonzentrationer är givetvis att föredra även om denna undersökning inte ger några bevis för det.

Biotiska förhållanden

I de flesta kräftdammarna växte ett flertal olika arter av växter med undantag för de dammar som varit utnyttjade i många år och där tätheten av kräftor var stor. I de senare dammarna hade växterna betats ner av kräftorna. I denna undersökning gjordes inga försök att kvantifiera mängden växter. Endast en grov uppskattning gjordes av vilka arter som förekom i många av dammarna (Tabell 2). Ej heller gjordes några försök att studera mikrofloran.

Odlarnas inställning till olika växter varierade men i stort var man överens om vilka växter som var gynnsamma för kräftorna. Vattenpesten, *Elodea canadensis*, utvecklade ofta täta bestånd speciellt i grunda dammar där den förekom i täta bestånd. Flera odlare hävdade att denna art inte förekom i deras nygjorda dammar från början men plötsligt så fanns den där. Vissa odlare har blivit tvungna att ta bort stora mängder vattenpest i sina dammar eftersom den täckte hela dammytan och hotade att kväva eller konkurrera ut resten av växtarterna (Figur 5B).

En odlare med en 3 m djup damm var emellertid mycket nöjd med sin *Elodea* population. När hans son hade dykt i dammen hade han observerat hur kräftorna hade ätit av *Elodea* upp till 40 cm från botten. Han påstod vidare att på grundare åsar i dammen växte både *Chara* och *Nitella* bra. Alla odlare var mycket positivt inställda till *Chara* spp. och *Nitella flexilis*. En odlare framhöll hur bra det var med albuskar, som omgav dammarna. Allöv är kända för sin stora koncentration av kväve. Upprättstående växter som kaveldun ansågs vara stimulerande för kräftorna eftersom en mikroflora på "stammarna" under vattnet kan tänkas utgöra en bra näringsresurs.

Tabell 2. Makrofyter (makroskopiska vattenväxter), som identifierades vid en rundresa till olika kräftodlare 1995-96. Namn på växter och indelning följer Bengtsson (1975).

Makrofyter ovanför vattenytan	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Svalting
<i>Carex</i> spp.	Olika starrarter
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Videört
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Vattenklöver
<i>Phragmites australis</i>	Bladvass
<i>Scirpus lacustris</i>	Säv
<i>Sparganium</i> spp.	Igelknopp
<i>Typha latifolia</i>	Kaveldun
Flytande makrofyter	
<i>Polygonum amphibium</i>	Vattenpilört
<i>Potamogeton natans</i>	Gäddnate
Makrofyter under vattenytan	
<i>Chara</i> spp.	Skörsträse
<i>Nitella fragilis</i>	Slinke
<i>Elodea canadensis</i>	Vattenpest
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Axslinga
<i>M. verticillatum</i>	
<i>Potamogeton</i> spp.	Gädd-, gräs- och ålnate
<i>Zanichellia palustris</i>	Hårsärv
Flytande makrofyter utan rötter	
<i>Lemna</i> spp.	Andmat
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Hornsärv
<i>Stratiotes aloides</i>	Vattenaloe

Kräftdammar fungerar givetvis som modifierade ekosystem där växter och växtplankton liksom evertetrater (bottendjur liksom djurplankton) produceras. Det är en fördel efter-



Figur 5B. Två kräftdammar med en tät population av vattenpesten (*Elodea canadensis*). Den måste i detta fall skördas och tas bort annars kväver den dammen.

som kräftor äter en varierande kost. Men det finns också ryggradsdjur som agerar som rovdjur (predatorer) på kräftorna. Tabell 3 sammanfattar olika grupper av djur som av odlarna ansågs vara konkurrenter om kräftorna.

Amerikansk mink och gråhäger var de två arter, som odlarna ansåg vara de värsta predatorerna. Däggdjur var de mest frekventa rovdjuren i odlingarna följda av fåglar, insekter och amphibier. Alla grupper, utom insekter och amphibier, prederar på halv vuxna eller vuxna kräftor.

En odlare hade designat en fälla för dykarbaggar. Den bestod av en modifierad plastflaska med bete. Konstruktionen var mycket sofistikerad och effektiv. Speciella minkstängsel med gummiväggar och eltrådar förekom på enstaka odlingar, men vanligast var det enkla minkfällor. Bland "rovdjuren" kan också nämnas människor, som många odlare och fiskerikonsulenter har framhållit i sina svar på enkäterna. Många typer av larmanordningar fanns. Bland de mest spektakulära var gäss i en inhägnad nära kräftdammarna efter grekisk förebild från antiken.

Förökning och inplantering

De flesta odlare har varit tvungna att köpa sitt utsättningsmaterial när man etablerade odlingen. I denna studie frågades om vilka storleksgrupper de hade använt sig av a) yngel mindre än 15 mm (stadierna 2-3) eller b) halv vuxna kräftor 15-50 mm (0+, ålder upp till ett år) eller c) halv vuxna eller vuxna individer från 50 mm eller större, eller d) honor med rom.

Många odlare hade planterat in kräftor i dammarna med individer från två storleksgrupper. Tabell 4 visar att antalet inplanterade djur var olika hos flod- och signalkräftodlare. Odlare av flodkräfta inplanterade i regel större storlekar av yngel eller halv vuxna individer, ofta i kombination med rombärande honor.

Odlare av signalkräfta inplanterade yngel i stadierna 2-3 eller äggbärande honor eller en kombination av dessa två livsstadier. Utsättningsstätheten var högre för signalkräfta än för flodkräfta, vilket syns tydligast när man ser på isättningen av rombärande honor.

Priset för utsättningsmaterial varierade med storlek och art. För 2-3 stadiet yngel av signalkräfta betalades 3,5-7 SEK per individ på 1980-talet. (Alla priser inkluderar moms.) Stora individer kostade 10-15 SEK. Numera

Tabell 3. Förekomsten av predatorer i kräftodlingar enligt 42 svenska kräftodlare.

Djurgrupp	Procent	Enskilda arter	Procent
Däggdjur	90.5 *	Mink	47.6
		Råttor-sorkar	16.7
		Iller	9.5
		Katter	4.8
Fåglar	73.5 *	Gråhäger	47.6
		Änder	15.3
Fiskar	23.5	Olika arter	23.5
Amfibier	52.9	Groda, padda, salamander	52.9
Ormar	5.9	Snok	5.9
Insekter	55.9 *	Sländelarver	20.6
		Dykarbaggar	20.6

* Observera att procentsiffran är större för djurgruppen än summan av enskilda arter. Detta beror på att vissa odlare endast anger djurgrupp och inte den specifika arten i sina enkätsvar.

har priserna sjunkit högst avsevärt. 1996 köpte en odlare 30 000 yngel (stadie 2-3) och betalade endast 15 000 SEK inkluderande moms, dvs 50 öre per styck.

Odlare som producerar flodkräfta satte vanligtvis i 4-8 cm stora individer. Priserna

varierade från 5 till 20 SEK per individ. För rombärande honor betalades priser som varierade mellan 20 och 125 SEK per styck. Vanligtvis var priset i storleksordningen 100-125 SEK och priset tycks vara ganska stabilt under senare år.

Efter några år producerar odlarna själva sitt material genom att kräftorna reproducerar sig själva i dammarna. Många odlare skilde inte på de olika årsklasserna av kräftor i dammarna, beroende på att de inte kunde tömma dammarna på vatten.

Andra odlare som hade möjlighet att tömma dammarna hade utvecklat olika modeller för kläckning av rom och särskiljning av årsklasser. En odlare tillät rombärande honor förbli i dammarna i två somrar. Efter denna period tömde han dammarna och sorterade dessa. Han startade sedan på nytt med rombärande honor. Särskilda tillväxtdammar användes ofta för den kommersiella produktionen. Andra odlare sorterade bort hanarna på ett tidigt stadium och lät dem tillväxa i en särskild damm. Särskilt en odlare påstod att han därigenom fick en mycket god tillväxt. Många andra modeller för sortering av olika årsklasser och kön förekom också.

Några odlare överförde på hösten rombärande honor till en inomhuslokal för övervintning. När man närmade sig kläckning av rommen i juni-juli fördes honorna över till individuella lådor med grovmaskigt galler i botten. När ynglen lämnade honan föll de genom gallret ner i ett tråg, där de lätt kunde plockas upp och överföras till dammar. Alternativt placerades lådorna direkt ute i dammarna med flytelement. Då föll ynglen direkt ner i dammarna.

Tabell 4. Variationerna i storlek hos juveniler och adulta kräftor eller honor med rom som sättkräftor av flodkräfta (*A. astacus*) och signalkräfta (*P. leniusculus*). Siffrorna anger utplantering per m² eller per meter strand (inom parentes) antingen som en storlek eller en kombination av storlekar. Information erhållen från 27 flodkräftodlare och 18 signalkräftodlare.

Art		<15 mm	15-50 mm	> 50mm	Rombärande hona
Flodkräfta	En storlek	10	8-25	0.2-0.3	2-3
	Kombinerad	10	7-25		1-2
	"			(2/m)	(0.5/m)
Signalkräfta	En storlek	1.2-33	3	0.1-3	2
	"		(10/m)	(2.6/m)	
	Kombinerad	0.2-3.6	0.5	0.2-0.7	0.02
	"	(15/m)	(5-10/m)	(2.5/m)	

En mer avancerade form av yngelreproduktion har utvecklats av den finska forskaren Järvenpää och beskrivs av Ackefors och Lindqvist (1994). Denna teknik praktiseras av åtminstone en svensk odlare. Rommen skiljs från honan i mars och placeras i en kläckningsback i rinnande vatten, där temperaturen gradvis höjs till 13-15 °C. Svampangrepp behandlas med malakitgrönt två gånger i veckan. De första ynglen kläcks tidigt i maj, ca två månader tidigare än i vilt tillstånd.

Foder – föda

Trettioen odlare rapporterade om stödutfodring. Många olika slags foder användes, det mest vanliga var fiskbitar. Omkring 70% av odlarna använde sig av fisk av olika arter och bara 15% av odlarna rapporterade att de inte använder sig av stödutfodring alls, dvs de var beroende av naturlig produktion i dammarna. 42% av odlarna matade med morötter, 15% med potatis, 27% matade med olika växtmaterial, 40% använde cerealier (korn, havre etc.) och bara 4% pellets. Statistisk bearbetning av använt foder och produktionsresultat var omöjlig att göra men odlare som använde stödutfodring hävdade att de fick en högre produktion.

Det pelleterade fodret varierade hos olika odlare och några använde ett fiskfoder med hög fetthalt som knappast är att rekommendera. Detta framgår bl a av en undersökning på flodkräftor som utfördes av Ackefors et al. (1992). Det foder som troligen är bäst på marknaden är ett foder med 6% råfetthalt, 35% protein och 35% kolhydrater framställt av Aller Aqua (Tabell 5). Möjligtvis skulle man kunna säga att det är onödigt att använda så hög proteinhalt som 35% när det gäller adulta kräftor (Ackefors et al. 1992).

Födan för yngel bestod vanligen av naturlig produktion av mikroorganismer. Odlare som producerar yngel i små behållare eller i grunda dammar, med eller utan individuella behållare, ansåg att yngel växer mycket bra om bassängerna eller dammarna tillförs näringsrikt vatten. Speciellt tillverkat yngelfoder ansågs onödigt att använda.

Avkastningen i kräftodlingar

Tillväxthastigheten och produktionen i undersökta odlingar varierade med geografiskt läge, typ av damm, vattenkvalitet, tätheten av beståndet per ytenhet, intensiteten i od-

Tabell 5. Aller Aqua pelleterade foder. Sammansättning enligt tillverkarens deklARATION.

Foderämne	Viktsenheter
Råprotein	35%
Råfett	6%
NFF/kolhydrat	35%
Växtråd/cellulosa	5%
Aska	10%
Fosfor totalt	1,1%
Omsättningsbar energi	MJ 2,9/kg, Kcal 3100
Bruttoenergi	MJ 7,4/kg, Kcal 4180
Vitamin A	2500 IE/kg
Vitamin D3	500 IE/kg
Vitamin E	120 mg/kg
Ethoxyguin	100 mg/kg

lingen och kvaliteten av foder samt beroende på art. Som exempel kan nämnas att en odlare som odlade flodkräfta i södra Sverige, hävdade att vissa hanar nådde en storlek av 9-9,5 cm under tredje sommaren. Han använde fisk, cerealier och pellets som foder. Detta var också fallet på Gotland, där några få individer nådde den storleken redan andra sommaren.

En viss procent av signalkräftorna i nyligen etablerade odlingar i södra Sverige uppnådde en storlek av 9 cm efter två somrar. De flesta individer behövde dock tre somrar att nå denna storlek. Flodkräftorna nådde den kommersiella storleken av 9 cm senast den fjärde sommaren.

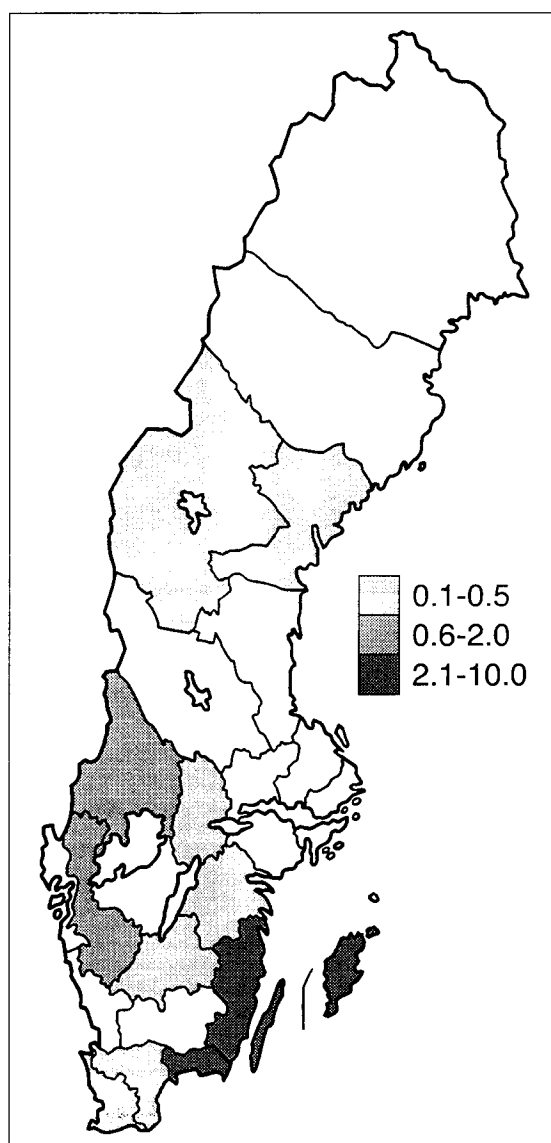
Produktionen av kräftor varierade mellan olika dammar i samma odlingsenhet. Flera odlare uttryckte sig som att "en individuell damm lever sitt eget liv". Odlare, som inte hade möjlighet att tappa av vattnet i dammarna och ej kunde rengöra bottnarna, har erfarit att avkastningen successivt avtar från år till år. En odlare av signalkräfta påstod att avkastningen tidigare var 300 gram per m². Sedan sjönk medelavkastningen till 100 gram per m² och låg där i flera år, men nu var den endast 70 gram per m². Denne odlare utfodrade tidigare med sill och potatis men hade senare bytt till pellets, som han ansåg vara betydligt enklare med hänsyn till arbetsinsatsen. En annan odlare av signalkräfta som etablerade sig 1983, uppnådde en avkastning av 350 kg år 1987, vilket motsvarade 70 gram per m². Under senare år hade avkastningen sjunkit och 1995 skördade han endast 50 kg (10 g/m²).

Avkastningen 1995 varierade mellan olika odlingar. I denna studie varierade avkastningen av flodkräfta från 60 kg till 430 kg/ha/år, vilket motsvarar 6 till 43 gram per m². För signalkräftan var spannet vidare, från 50 till 680 kg/ha/år, motsvarande 5 till 68 gram per m². (En 9 cm kräfta väger ungefär 20-25 g och en 10 cm kräfta 30-50 g). Den genomsnittliga avkastningen hos flodkräftodlare var något högre än den som signalkräftodlare rapporterade om.

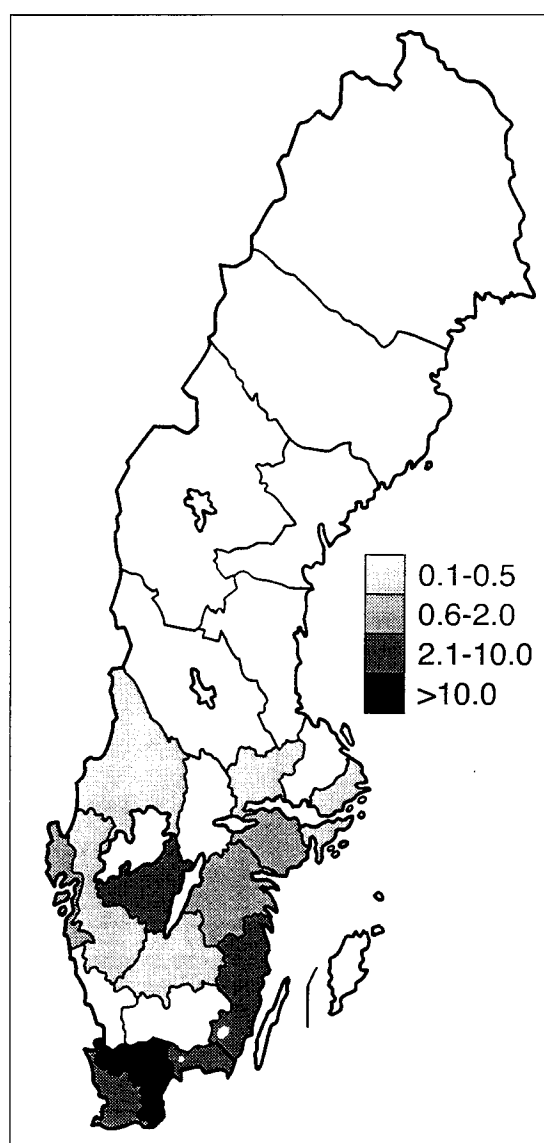
Den geografiska fördelningen av avkastningen från olika odlingar i Sverige framgår av Figur 6 och 7. Den högsta produktionen av flodkräfta rapporterades från Gotland,

Blekinge och Kalmar län. De länen tillsammans producerade omkring 80% av den totala svenska produktionen. Totalt skördades 12,3 ton flodkräfta i svenska odlingar år 1995.

Avkastningen av signalkräfta var 41,8 ton, 77,3% av den totala mängden odlade kräftor i Sverige. Den största andelen av skörden kommer från Blekinge och Kristianstad län. Den uppgick till 28 ton eller 67% av den totala skörden av signalkräfta. Om Kalmar, Malmö och Skaraborgs län inkluderas var skörden i dessa fem län tillsammans 38,3 ton eller 91,6% av den totala avkastningen. Kristianstad län hade den högsta avkastningen (20 ton signalkräfta och 0,5 ton flodkräfta).



Figur 6. Länsvis fördelningen av uppskattad produktion av flodkräfta i vattenbruk år 1995 (ton/år).

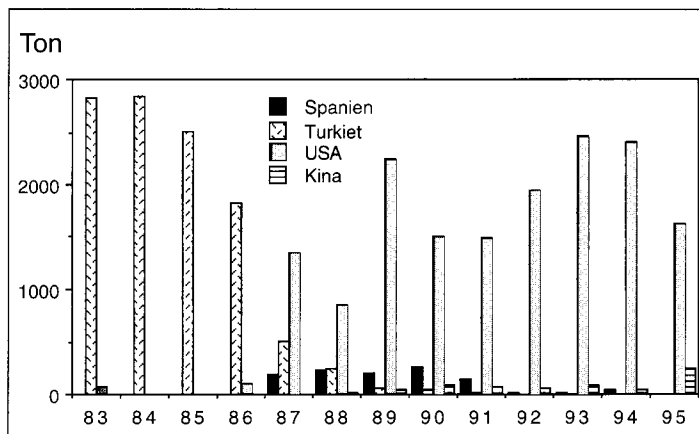


Figur 7. Länsvis fördelningen av uppskattad produktion av signalkräfta i vattenbruk år 1995 (ton/år).

Fångstburar

De flesta odlare använde någon form av kräftburar för att fånga kräftorna och väldigt få tömde dammarna för att skörda kräftorna. De flesta burarna är cylindriska med galvaniserad tråd som spänner ut nätet. Maskstorleken är 14 mm stolpe. I bägge ändarna finns öppningar och mitt inne i buren en stor säkerhetsnål för att fästa betet. Men det fanns också odlare som använde motsvarande bur utan fästanordningar för betet. man lägger helt enkelt betet på botten av buren, t ex en hel strömming. Detta ansågs rationellt av de som hade stora odlingsdammar och fiskade alldeles utanför strandkanten på grunt vatten. Några odlare använde sig av cylindriska plastburar.

Betet varierade från olika sötvattensfiskar som mört, sarv etc till östersjöströmming. Numera finns det också pelleterat bete som innesluts i en liten behållare inuti burarna. Betet avger attraktiva luktsubstanser för kräftorna. Väl inne i burarna kommer kräftorna åt mycket litet av pelleten eftersom hålen i behållaren är mycket små. Betet kan därigenom användas flera nätter i följd.



Figur 8. Importen av djupfrysta kräftor till Sverige åren 1983-95 från de fyra viktigaste länderna. Handelsstatistik från SCB (1984-96).

Priset på kräftor

Priset på konsumtionskräftor varierade en hel del och priset på flod- och signalkräfta var olika. Delvis kan priset förklaras på det sätt som kräftorna försålles. Odlarna fick för flodkräfta 300-400 SEK per kg plus moms. Signalkräftorna såldes för 100-300 SEK. De flesta odlarna rapporterade att de fick 200 SEK per kg för signalkräfta. Givetvis varierade priset om man sålde till uppköpare eller privat.

I vissa fall erhöles högre priser för kräftorna om man arrangerade kräftparties för firmor eller privata grupper. Flera odlare besöktes som hade byggt upp partyställen nära kräftdammarna där kunderna fick beta fälor, sätta ut dessa och sedan vittja dem. Förkokta kräftor serverades till middagen ofta i samband med goda måltider och brända och destillerade drycker. Denna typ av arrangemang, vanligtvis i sköna omgivningar med skog och naturdamm, är populära speciellt för olika företag som vill bjuda kunder eller anställda.

Några odlare förädlade kräftorna och sålde dem packeterade. Som exempel kan nämnas en grupp odlare i södra Sverige som sålde kokta signalkräftor som packeterats i vakuumförpackningar för färskvarumarknaden. De har en garanterad hållbarhetstid på 10 dagar. Bolaget hade dessutom utvecklat ett nytt sätt att koka kräftor.

Import av kräftor till Sverige

Sverige är den största importören av kräftor i Europa. År 1994 var importen 2 549 ton (FAO handelsstatistik). Under perioden 1983 till 1995 importerade Sverige mellan 1 500 och 3 000 ton kräftor årligen (Figur 8). Importvärdet varierade mellan 70 och 140 miljoner SEK (SCB 1984-96).

Åren 1983-86 dominerades importen av turkiska kräftor (smalkloig kräfta) (Figur 8). Efter 1987 dominerar röd sumpkräfta från USA. Även signalkräfta har förekommit i importen från USA. Turkiet först och nu USA har varit de huvudsakliga leverantörerna av djupfrysta kräftor till Sverige även om andra länder figurerat i importstatistiken. Under senare år har också mindre mängder kräftor från framför allt Kina och Spanien ingått i importen.

Diskussion

Större delen av skörden av kräftor i Europa består av införda arter från USA. Vilda fångster av röd sumpkräfta, som introducerades i Spanien år 1973 (Habsburgo-Lorena, 1979) dominerar nu helt skörden av kräftor i Europa. Fångsten är vanligtvis mer än 1 500 ton per år. Den näst största avkastningen får man av signalkräfta. Mindre kvantiteter av våra inhemska kräftor, flodkräfta och smalkloig kräfta skördas också (Ackefors 1998a,b).

Avkastning och konsumtion av kräftor i Europa

Den odlade kvantiteten kräftor i Europa utgör bara omkring 150 ton eller ca 3% av den totala avkastningen (Ackefors 1998a,b). Odlade arter i Europa består av de inhemska arterna flodkräfta, smalkloig kräfta, de införda arterna signalkräfta och röd sumpkräfta samt små kvantiteter av de australiska arterna red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) och yabby (*C. destructor*). Den odlade andelen kräftor i Sverige är ca 14% av den totala avkastningen eller ca 55 ton. Av denna kvantitet består 20% av flodkräfta och 80% av signalkräfta.

1992 inventerade Sötvattenslaboratoriet fångsten av vilda kräftor i samtliga län (Anon. 1993). Det visade sig att fångsten av flodkräfta utgjorde 46-58 ton och för signalkräfta 247-282 ton. Om dessa siffror kombineras med dem som författaren funnit för odlade kräftor år 1995 så blir den totala fångsten av flodkräftor 58-70 ton och av signalkräfta 289-324 ton. Avkastningen av bägge arterna blir således 347-394 ton, dvs ca 400 ton (Tabell 6).

Om man lägger till hushållens fångster och produktion i odlingar, som inte kommer in i statistiken, kan man uppskatta mängden

Tabell 6. Avkastningen i ton av kräftor i Sverige baserad på en inventering för året 1992 av vildfångade kräftor (Anon. 1993) och avkastningen av odling i ton för året 1995 (dena undersökning).

	Flodkräfta	Signalkräfta	Totalt
Fångst	46-58	247-282	293-340
Odling	12.3	41.7	54
Totalt	58-70	289-324	347-394

kräftor som skördas i Sverige till ca 500 ton varav ca 14% kommer från odlingar. Det är en stor diskrepans mellan den officiella statistiken för 1995 och dessa siffror. Enligt SCB (1984-1996) odlades endast 13 ton och den vilda fångsten var endast 4 ton. Många personer har till mig uttryckt sin åsikt att den odlade kvantiteten av ca 55 ton i själva verket borde vara betydligt högre.

Importen av kräftor till Sverige varierade mellan 2 000 och 2 600 ton under åren 1993-95. Den aktuella konsumtionen i Sverige kan således uppskattas till 2 400-3 000 ton. Det betyder att per capita konsumtionen i Sverige ligger i storleksordningen 0,3 kg kräftor per år.

Licenser

Den naturliga produktionen av flodkräfta minskar på grund av kräftpesten och marknadens stora behov av kräftor har därför påskyndat utvecklingen av odling i Sverige (Ackefors 1989, Ackefors och Lindqvist 1994). Tillstånd för inplantering av kräftor i vildvatten beviljades redan på 1970-talet. Från 1984 infördes nya regleringar för kräftodlingar i dammar eller andra inhägnader och två tillstånd beviljades det första året.

Redan 1987 hade 258 licenser beviljats totalt. Sedan har antalet beviljade tillstånd minskat och 1994 beviljades endast elva sådana (Tabell 7, Figur 2). I många fall har större kvantiteter beviljats än vad som senare uppnåddes i verkligheten. Det finns flera skäl till detta. Fiskodlare i Sverige hade tidigare fått erfara att de måste gå igenom samma komplicerade ansökningsprocedur, om de ville öka sin produktion, som de ursprungligen hade gjort. De potentiella kräftodlarna hade också invaggats i tron att de skulle uppnå betydligt högre avkastning i sina dammar än vad de gjorde i verkligheten. Siffrorna från 1995 avslöjar att den aktuella odlingskvantiteten bara var 54 ton eller ca 9% av den ansökta kvantiteten (Tabell 1).

Produktionsteknik och storlek per ytenhet

Under kräftodlingens inledningsfas hade odlarna liten kunskap om kräftodling, och i många fall var kunskapen inte bättre hos de personer som utgav sig för att vara konsulter. Pionjärerna insåg ganska snart att den

Tabell 7. Antal tillstånd för odling av signal- och flodkräfta och potentiell produktionen enligt givna tillstånd fördelade på åren 1984-94.

År	Signalkräfta		Flodkräfta		Summa	
	Antal	Ton	Antal	Ton	Antal	Ton
1984	2	40,5	0	0	2	40,5
1985	16	38,1	7	4,4	23	42,5
1986	81	121	23	31	104	152
1987	93	129	25	19,6	118	148,6
1988	66	35,4	31	22,3	97	57,7
1989	52	32,1	17	20,4	69	52,5
1990	27	28,1	17	8,7	44	36,8
1991	19	19,7	7	3,4	26	23,1
1992	8	6,3	12	6,4	20	12,7
1993	2	1,5	6	12,3	8	13,8
1994	2	0,6	9	6,2	11	6,8
Totalt	368	452,3	154	134,6	522	587

förväntade avkastningen var betydligt lägre än vad konsulterna hade sagt och vars utsago de hade baserat sina ekonomiska kalkyler på.

Handledningar och beskrivning av kräftodlingsverksamhet har tidigare publicerats av Hammarlund och Karlsson (1985), Fürst (1986) och Gydemo (1995). Den s k dikesmodellen för odlingar, som föreslogs av Hammarlund och Karlsson (1985) och Fürst (1986) ansågs vara den bästa metoden under 1980-talet. Fördelarna var en stor bottenyta relativt till volymen på odlingsdammen. Teoretiskt skulle man med denna odlingsenhet producera mera kräftor per ytenhet än andra dammtyper. Produktionen sades kunna nå upp till 1 000 kg/ha/år, i vissa fall upp till 2 000 kg/ha/år i södra Sverige. Fantasisiffror om man ser dem med dagens erfarenhet. Dikesmodellen har inte visat sig vara framgångsrik fastän man bevisligen i extrema fall har uppnått en produktion av 750 kg/ha/år (Gydemo 1995). Nuförtiden byggs rektangulära eller cirkelformade dammar, som är lättare att sköta och ger ett bättre produktionsresultat.

Det är omöjligt att uppskatta hur många odlare som odlar kräftor för närvarande och hur stor deras avkastning är. Det är med hänvisning till denna undersökning troligt att de flesta kommersiella odlare i regel har en produktion av mindre än 50-100 kg per år. Många små hobbyodlare producerar endast

5-10 kg kräftor. Men det finns också odlare med en avkastning av mer än ett ton. En odlare av signalkräfta med en dammyta av 23 000 m² rapporterade om en avkastning av 1 200 kg/år 1996. Detta är en avkastning som motsvarar 500 kg/ha/år (50 g/m²), i medeltal, vilket måste anses vara ett bra resultat.

Den minskade avkastningen i dammar, som inte töms årligen eller vartannat år, beror på att tusenbrödrabestånd skapas och på en försämringen av biotopen t ex genom nedfall på botten av fekalier och annat organiskt material. Om dammarna inte töms och beståndet inte sorteras förändras populationsstrukturen på ett negativt sätt. I sådana fall måste kräftorna sorteras och isättas på nytt t ex genom att ta bort mycket stora kräftor eller en hel del av småkräftorna. Många små individer konkurrerar om födan och tillväxten blir långsammare.

Den huvudsakliga orsaken till en försämrad biotop är förmodligen minskande mängd växter (eller i vissa fall alldeles för mycket växter som t ex en kraftig tillväxt av *Elodea*) en förändrad mikroflora och/eller mikrofauna och en ackumulering av organiskt material i botten som förbrukar syre vid nedbrytningen. Det senare är typiskt för många dikesdammar. Med jämna mellanrum bör man således tömma dammarna och ta bort översta skiktet av bottensediment, kalka dammbotten och låta den stå med endast litet vatten på botten en tid. Efter omblandning av bottensedimentet kan dammen vattenfyllas och odling börjas på nytt.

Vattenkvalitet och kvantitet

Ett annat skäl till minskad tillväxt är försämrad vattenkvalitet. Med en vattentillförsel av mindre än 150 liter per minut och hektar bildas ofta höga ammonium- och nitritkoncentrationer i vattnet och minskade syregashalter. Odlare som mäter syrekoncentrationen har insett att syrekoncentrationen varierar mellan dag och natt i dammarna. Av detta skäl måste odlarna lufta sina dammar speciellt under nätterna för att syret skall överstiga 8 mg/l under hela dygnet.

En odlare som använder sig av långa diken, blev tvungen att konstruera buntar av rör som hängdes ned över kanten på dammen, flera decimeter ovanför botten, eftersom syrekoncentrationen var låg längs botten. När vi drog up en sådan bunt kunde vi

konstatera att kräftorna hade samlats där. Rengöring av botten är nödvändig för att skapa en optimal miljö med goda syreförhållanden.

En syrekonzentration av 5 mg O₂/l (15 °C) visade sig vara den lägre gränsen för att flodkräftan inte skulle uppvisa subletala effekter (Lindroth 1950). Det är uppenbart att en syrekonzentration av mer än 8 mg/l är nödvändig för god tillväxt.

Några odlare i västra Sverige, och i andra områden med låg alkalinitet, har rapporterat om låga pH-värden i dammarna. Sötvattenskräftor i vilt tillstånd uppträder sällan i vatten med pH lägre än 6 (Appelberg 1986, Ökland och Ökland 1986). Lång exponering för pH 5,6 eller lägre pH-värden hindrar kalciumupptaget hos flera arter efter skalömsning och förlänger perioden mellan skalömsningarna (Malley 1980, Appelberg 1979).

När kräftorna utsätts för pH 5,0, kan äggen (rommen) lossna från honans bakkropp 30 dagar efter äggläggningen (Appelberg 1986). Infektionen av porlinssjuka (*Thelohanias contjeani*) ökade med ökande försurning i en population av kräftarten *Orconectes virilis* (France och Graham 1985). Samma sak har noterats för flodkräftan i en finsk flod med minskande pH (och låg alkalinitet) från övre delen av floden till den lägre (Pursiainen et al. 1984). Relationen mellan suboptimal vattenkvalitet och minskad motståndskraft mot sjukdomar är viktig att beakta vid kräftodling (Rognerud et al. 1989).

Kalciumhalten i vattnet är givetvis av stor betydelse för kräftor. Vissa forskare har ansett att den lägsta koncentrationen av kalcium för tillväxt varierar mellan 2 och 5 mg Ca/l (Chaisermartin 1967 citerad i Greenway 1974, Morales och Appelberg 1984, Appelberg 1986). Emellertid fann Greenway (1974) att 16 mg Ca/l var den minsta koncentrationen som behövdes för att tillfredsställa upptagningsmekanism hos kräftarten *Austropotamobius pallipes*. Ingen information i litteraturen lämnas om någon övre gräns. Men på Gotland påträffas täta populationer av kräftor i vatten med 150 mg Ca/l (Ackefors opubl.).

Ammoniumexkretionen kan bli kritisk i dammodlingar med kräftor om inte tillräckligt vattenutbyte äger rum. Den utsöndrade urinen i form av ammoniak, som omvandlas med vattnets vätejoner till ammonium, kan vid höga pH-halter delvis omvandlas till

odissocierad ammoniak (NH₃-N) och nitrit (NO₂-N), (Ackefors och Török 1998). Det anses att optimala pH-värden bör ligga i intervallet 7-8,5 (Rognerud et al. 1989). Men i detta intervall ökar mängden odissocierad ammoniak från 0,2-5,0% (Westman et al. 1992). Denna substans liksom NO₂ är toxisk för djuren. Mycket få odlare kontrollerar koncentrationen av dessa substanser.

Mead och Watts (1995) fann ingen dödlighet hos juvenila kräftor av arten *Cherax quadricarinatus*, som exponerades för koncentrationer upp till 25 mg/l NH₃-N eller 10 mg/l NO₂-N. Liu et al. (1995) undersökte känsligheten hos juvenila kräftor av samma art. De fann att den letala toxiciteten (LC₅₀) av ammonium under 96 timmars försök var 2,92 mg/l och av nitrit 4,74 mg/l.

I denna studie var några kräftodlingar belägna i skogsområden och vatten med höga humushalter användes. Detta indikerades av att vattnet var brunfärgat. Preliminära studier av kräftor i humusrikt vatten ger vid handen att det påverkar kräftorna negativt (Pursiainen et al. 1984).

Sjukdomsproblem

Förutom kräftpesten är i regel de andra sjukdomarna, som uppträder hos kräftor, inte något stort problem i svenska odlingar. Odlare som har flodkräfta tar förstås en risk att hans eller hennes kräftor blir nedsmittade med pesten och hela odlingen ödelagd.

Svårdson (1965, 1995) redogjorde för den historiska bakgrunden till införande av siganlkräfta i Sverige. På 1950-talet föreslogs att man skulle introducera den amerikanska kräftarten *Orconectes limosus*, som redan hade införts på kontinenten i Europa år 1890 (Ackefors och Lindqvist, 1994). Svårdson opponerade sig mot denna introduktion och föreslog istället två andra arter, viz. *Pacifastacus leniusculus* och *Orconectes virilis*. I december 1959 importerades den förra och 1960 den senare arten. De utplanterades 1960 och lokalen hölls hemlig för att förhindra spridning av dessa arter till andra sjöar. *O. virilis* introduktionen misslyckades medan signalkräftan har etablerat sig bra i Sverige.

1969 etablerades Simontorps kläckeri genom ekonomiskt stöd från Tetra Pak, Mr Ruben Rausing, och privata odlare erhöll tillstånd från dåvarande Fiskeristyrelsen att importera 100 000 individer från Lake Tahoe i Kalifornien, USA. Samma år utplanterades

konstatera att kräftorna hade samlats där. Rengöring av botten är nödvändig för att skapa en optimal miljö med goda syreförhållanden.

En syrekonzentration av 5 mg O₂/l (15 °C) visade sig vara den lägre gränsen för att flodkräftan inte skulle uppvisa subletala effekter (Lindroth 1950). Det är uppenbart att en syrekonzentration av mer än 8 mg/l är nödvändig för god tillväxt.

Några odlare i västra Sverige, och i andra områden med låg alkalinitet, har rapporterat om låga pH-värden i dammarna. Sötvattenskräftor i vilt tillstånd uppträder sällan i vatten med pH lägre än 6 (Appelberg 1986, Ökland och Ökland 1986). Lång exponering för pH 5,6 eller lägre pH-värden hindrar kalciumupptaget hos flera arter efter skalömsning och förlänger perioden mellan skalömsningarna (Malley 1980, Appelberg 1979).

När kräftorna utsätts för pH 5,0, kan äggen (rommen) lossna från honans bakkropp 30 dagar efter äggläggningen (Appelberg 1986). Infektionen av porslinssjuka (*Thelohania contejeani*) ökade med ökande försurning i en population av kräftarten *Orconectes virilis* (France och Graham 1985). Samma sak har noterats för flodkräftan i en finsk flod med minskande pH (och låg alkalinitet) från övre delen av floden till den lägre (Pursiainen et al. 1984). Relationen mellan suboptimal vattenkvalitet och minskad motståndskraft mot sjukdomar är viktig att beakta vid kräftodling (Rognerud et al. 1989).

Kalciumhalten i vattnet är givetvis av stor betydelse för kräftor. Vissa forskare har ansett att den lägsta koncentrationen av kalcium för tillväxt varierar mellan 2 och 5 mg Ca/l (Chaisermartin 1967 citerad i Greenway 1974, Morales och Appelberg 1984, Appelberg 1986). Emellertid fann Greenway (1974) att 16 mg Ca/l var den minsta koncentrationen som behövdes för att tillfredsställa upptagningsmekanism hos kräftarten *Austropotamobius pallipes*. Ingen information i litteraturen lämnas om någon övre gräns. Men på Gotland påträffas täta populationer av kräftor i vatten med 150 mg Ca/l (Ackefors opubl.).

Ammoniumexkretionen kan bli kritisk i dammodlingar med kräftor om inte tillräckligt vattenutbyte äger rum. Den utsöndrade urinen i form av ammoniak, som omvandlas med vattnets vätejoner till ammonium, kan vid höga pH-halter delvis omvandlas till

odissocierad ammoniak (NH₃-N) och nitrit (NO₂-N), (Ackefors och Török 1998). Det anses att optimala pH-värden bör ligga i intervallet 7-8,5 (Rognerud et al. 1989). Men i detta intervall ökar mängden odissocierad ammoniak från 0,2-5,0% (Westman et al. 1992). Denna substans liksom NO₂ är toxisk för djuren. Mycket få odlare kontrollerar koncentrationen av dessa substanser.

Mead och Watts (1995) fann ingen dödlighet hos juvenila kräftor av arten *Cherax quadricarinatus*, som exponerades för koncentrationer upp till 25 mg/l NH₃-N eller 10 mg/l NO₂-N. Liu et al. (1995) undersökte känsligheten hos juvenila kräftor av samma art. De fann att den letala toxiciteten (LC₅₀) av ammonium under 96 timmars försök var 2,92 mg/l och av nitrit 4,74 mg/l.

I denna studie var några kräftodlingar belägna i skogsområden och vatten med höga humushalter användes. Detta indikerades av att vattnet var brunfärgat. Preliminära studier av kräftor i humusrikt vatten ger vid handen att det påverkar kräftorna negativt (Pursiainen et al. 1984).

Sjukdomsproblem

Förutom kräftpesten är i regel de andra sjukdomarna, som uppträder hos kräftor, inte något stort problem i svenska odlingar. Odlare som har flodkräfta tar förstås en risk att hans eller hennes kräftor blir nedsmittade med pesten och hela odlingen ödelagd.

Svärdson (1965, 1995) redogjorde för den historiska bakgrunden till införande av siganlkräfta i Sverige. På 1950-talet föreslogs att man skulle introducera den amerikanska kräftarten *Orconectes limosus*, som redan hade införts på kontinenten i Europa år 1890 (Ackefors och Lindqvist, 1994). Svärdson opponerade sig mot denna introduktion och föreslog istället två andra arter, viz. *Pacifastacus leniusculus* och *Orconectes virilis*. I december 1959 importerades den förra och 1960 den senare arten. De utplanterades 1960 och lokalen hölls hemlig för att förhindra spridning av dessa arter till andra sjöar. *O. virilis* introduktionen misslyckades medan signalkräftan har etablerat sig bra i Sverige.

1969 etablerades Simontorps kläckeri genom ekonomiskt stöd från Tetra Pak, Mr Ruben Rausing, och privata odlare erhöll tillstånd från dåvarande Fiskeristyrelsen att importera 100 000 individer från Lake Tahoe i Kalifornien, USA. Samma år utplanterades

signalkräftan i 67 naturvatten (Brinck 1977). Från 1970 blev signalkräftan godkänd och marknadsförd genom beslut av Fiskeristyrelsen (Svårdson 1995).

Debatten försätter huruvida detta var ett klokt beslut eller inte. Nyligen beslutade Fiskeriverket att stoppa nya licenser för introduktion av signalkräfta i naturvatten och i odlingar där utsättning av flodkräfta är ett alternativ.

De amerikanska kräftarterna för med sig kräftpesten och tjänstgör som en vektor vid spridning av denna besvärliga svampsjukdom. Alla europeiska arter är mottagliga för pesten och dör vanligen inom en eller två veckor efter smitta (Unestam 1969). Den sjukdomsalstrande organismen är en zoospor, som avsöndras från en sjuk kräftas svampmycelium i skalet. Om tillräckligt många zoosporer är i stånd att lokalisera en ny kräfta kan den infekteras (Cerenius och Söderhäll 1984a,b, 1985).

Parasiten *Psorospermium haeckeli* är kanske en allvarligare sjukdomsalstrare än vad vi hittills insett. Nyligen har flera arbeten publicerats om denna parasit (Henttonen 1996, Vogt och Rug 1999). I Finland hittas den i alla populationer av flodkräfta och i Sverige är den hittills funnen i 25% av de undersökta populationerna enligt Fiskhälsan. I Sverige har man inte hittat den hos signalkräftan. Henttonen (1996) fann parasiten hos nio amerikanska arter hos släktena *Procambarus*, *Orconectes* och *Pacifastacus*. Av detta skäl kan det misstänkas att den kan finnas hos signalkräftan också i Sverige.

Porslinssjukan (*Thelohania contejeani*) påträffas hos vilda populationer av flodkräfta. Frekvensen infekterade kräftor är vanligtvis låg (Gydemo och Westin 1988). Infektionsfrekvensen varierade mellan 0 och 1,8% i burfångster från olika lokaler i sydöstra Norge (Skurdal et al. 1988).

Framtidsutsikter för svensk kräftodling

De först etablerade signalkräftodlarna i mitten på 1980-talet gjorde goda förtjänster genom att sälja yngel eller halvvuxna kräftor

för utsättning hos andra odlare som startade senare. Detta är inte längre möjligt eftersom de flesta odlare numera producerar sitt eget utsättningsmaterial och att tillgången på signalkräfta är god. Priserna på yngel är nu så låga som 50 öre per styck om de köps i stora kvantiteter.

Den officiella statistiken över kräftproduktionen ger siffror som får oss att tro att den är mycket låg (SCB 1984-1996). I verkligheten är produktionen ganska hög. Odlare som investerar i rätt teknik med egen mark och eget vatten i fördelaktiga områden, speciellt i södra Sverige har gjort goda förtjänster. Men det finns också exempel på odlare som förlorat pengar genom kostbara investeringar, dåliga kunskaper, ofördelaktiga miljöer etc. Emellertid får både flodkräftodlare och signalkräftodlare ganska höga priser, speciellt gäller det odlare som kan leverera flodkräftor. Priserna på signalkräfta har sjunkit sedan tillgången på svenska signalkräftor har ökat och odlarna erhåller hälften eller något mindre än hälften av priset för flodkräfta. Givetvis finns det odlare som får högre priser om de levererar större storlekar.

Som en sidoinkomst till exempelvis jordbruk ger kräftodlingen rätt skött goda inkomster. I dag är det förstås omöjligt att säga hur stor marknadsnischen är för svenska kräftor i jämförelse med djupfrysta importerade kräftor som säljs till ett betydligt lägre pris. Ökar produktionen av svenska kräftor minskar givetvis priserna. Men i dagens läge verkar det troligt att odlingen kan expandera ytterligare innan marknaden är mättad på högpriskräftor dvs inhemska odlade flod- och signalkräftor.

Erkännande och tack

Författaren ber att få framföra sitt varma tack för det finansiella stödet från Carl Tryggers Stiftelse för vetenskaplig forskning till denna undersökning. Ett speciellt tack riktas också till alla odlare och fiskerikonsulenter vid olika länsstyrelser som hjälpt till med information. Förutom denna hjälp hade uppsatsen inte kunnat skrivas.

Referenser

- Abrahamsson, S. 1972. Fecundity and growth of some populations of *Astacus astacus* Linné in Sweden with special regard to introductions in northern Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 52: 23-37.
- Ackefors, H. (ed.) 1980. Svensk akvakultur. Näringsgren för framtida försörjning och sysselsättning (Swedish Aquaculture. An industrial branch with a future and potential for giving employment). - FRN Rep. 28 N. 230 p.
- Ackefors, H. 1989. Intensification of European freshwater crayfish culture in Europe. - Special session on crayfish culture on aquaculture, World Aquaculture Society, Los Angeles, USA, Feb 13, 1989. 29 p.
- Ackefors, H. 1997. The development of crayfish culture in Sweden during the last decade. - Freshwater Crayfish 11: 627-654.
- Ackefors, H. 1998a. The culture and capture crayfish fisheries in Europe. - World Aquaculture Vol 29 (2): 18-24, 64-67.
- Ackefors, H. 1998b. Recent progress in European crayfish farming. (manuskript)
- Ackefors, H. och O. Lindqvist. 1994. Cultivation of freshwater crayfishes in Europe. p 157-216. - In: Huner, J.V. (ed.) Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe, and Australia Families Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae. Food Product Press, An Imprint of the Haworth Press, Inc.
- Ackefors, H. och Török. 1998. Experimental studies on nutrient release by noble crayfish, *Astacus astacus* L. fed various diets. (manuskript).
- Ackefors, H., K. Grip, och N. Holmström-Dhejne, (eds.), 1982. Vattenbruk för Sverige. Förslag till åtgärder. (Aquaculture for Sweden. Proposals for measures.) - FRN Rep. 82:14. 112 p.
- Ackefors, H., R. Gydemo, och L. Westin. 1989. Growth and survival of juvenile crayfish, *Astacus astacus*, in relation to food and density. p. 365-373. - In: De Pauw, N., E. Jaspers, H. Ackefors, and N. Wilkins (eds.) Biotechnology in progress. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium.
- Ackefors, H., J.D. Castell, L.D. Boston, P. Råty och M. Svensson. 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research II. Growth and survival of juvenile *Astacus astacus* (Linné) fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. - Aquaculture 104: 341-356.
- Appelberg, M. 1979. The effect of low pH on *Astacus astacus* L. during moult. p. 1-12. - In: Scandinavian symposium on freshwater crayfish. Lammia, Finland, 1979. (Mimeographed.)
- Appelberg, M. 1986. The crayfish *Astacus astacus* L. in acid and neutralised environments. - Acta Univ. Ups. PhD thesis, University of Uppsala 23. 96 p.
- Anon., 1982. Kräfter och räkor. Vattenbrukets kräftdjur. (Crayfish or shrimps. The crustaceans of aquaculture.) - FRN Rep. 82:11. 70 p.
- Anon., 1993. Möjligheterna att öka flodkräftbestånd i svenska vatten. (English summary: Possibilities to enhance the populations of noble crayfish in Swedish waters.) Information från Sötvattenslaboratoriet. Drottningholm (2). 66 p. (In Swedish with English summary.)
- Bengtsson, R. 1975. Limniska makrofyter. - Bildkompendium. Limnological Institute, University of Lund. (In Swedish.)
- Brinck, P. 1977. Developing crayfish populations. - Freshwater Crayfish 3: 211-228.
- Cerenius, L., och K. Söderhäll. 1984a. Chemotaxis in *Aphanomyces astaci* and arthropod parasitic fungus. - J. Invertebrate Pathology 42:278-281.
- Cerenius, L., och K. Söderhäll. 1984b. Repeated zoospore emergence from isolated spore cysts of *Aphanomyces astaci*. - Experimental Mycology 8: 370-377.
- Cerenius, L., och K. Söderhäll. 1985. Repeated zoospore emergence as a possible adaptation to parasitism in *Aphanomyces astaci*. - Experimental Mycology 8: 370-377.
- Chaisermartin, C. 1967. Contribution à l'étude de l'économie calcique chez les Astacidae. - Thèse Doct. Sci. Nat. Poitiers. Arch. Orig. Centre Doc. C.N.R.S. 1220.
- Fjälling, A. och M. Fürst. 1985. Signalkräftan i Sverige 1969-1984. (English summary: The introduction of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* into Swedish waters.) - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (8). 29 p.
- France, R.L. och L. Graham. 1985. Increased microsporidian parasitism of the crayfish *Orconectes virilis* in an experimentally acidified lake. - Water Air Soil Poll. 26: 129-136.
- Fürst, M., 1977. Introduction of *Pacifastacus leniusculus* (Dana) into Sweden: methods, results and management. - Freshwater Crayfish 3: 229-247.

- Fürst, M., 1986. Kräftodling i dammar. (English summary: Crayfish culture in ponds.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 34 p. (In Swedish with English summary.)
- Greenway, P. 1974. Calcium balance at postmoult stage of freshwater crayfish *Austopotamobius pallipes* (Lereboullet). - J. Exp. Biol. 61: 35-45.
- Gydemo, R. 1995. The development of noble crayfish, *Astacus astacus*, culture on Gotland, Sweden. - Freshwater Crayfish 8: 475-489.
- Gydemo, R. and L. Westin. 1988. Observations on *Thelohania contejeani* infestation in an *Astacus astacus* pond population. - J. Aquat. Prod. 2: 125-137.
- Habsburgo-Lorena, A. 1979. Crayfish situation in Spain. - International Association of Astacology Newsletter 3(2).
- Hammarlund, C.G. och A.S. Karlsson. 1985. Litet ABC om kräftor och kräftodling. (A short ABC on crayfish and crayfish culture.) - Fiskeristyrelsen, Göteborg. 11p.
- Henrikson, L. och Y.W. Brodin. 1995. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis. - Springer verlag, Berlin. 458 p.
- Henttonen, P. 1996. The Parasite *Psorospermium* in freshwater crayfish. - Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences 48. 78 p.
- Lindroth, A. 1950. Reaction of crayfish on low oxygen pressure. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 31: 110-112.
- Liu, H., J.W. Avault Jr. och P. Medley. 1995. Toxicity of ammonia and nitrite to juvenile re claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). - Freshwater Crayfish 10: 249-255.
- Malley, D.F. 1980. Decreased survival and calcium uptake by the crayfish *Orconectes virilis* in low pH. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 364-372.
- Mead, M.E. and S.A. Watts. 1995. Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to juvenile Australian crayfish, *Cherax quadricarinatus*. - J. Shellfish Res., Vol. 14(2): 341-346.
- Morales, H.K. och M. Appelberg 1984. Studier av en signalkräftp population, före och efter sjökalkning. - Institute of Limology, Uppsala, Sweden. B:13. 20p. (Mimeographed.)
- Pursiainen, M., T. Järvenpää, K. Westman, J. Tikka, E. Kuittinen, and J. Louhimo. 1984. Kyronjoen vesistöalueen rapukantojen tila ja nykyiset ravuntoedellytykset. - Nat. Bd. Wat. Finland, Rep. 247A.
- Rognerud, S., M. Appelberg, A. Eggereide and M. Pursiainen. 1989. Water quality and effluents. 198 p. - In: Skurdal, J., K. Westman och P.I. Bergan (eds.) Crayfish culture in Europe. Report from the workshop on crayfish culture, 16-19 Nov. 1987, Trondheim, Norway.
- SCB. 1984-1996. Various statistics on Aquaculture and Fishery. - Statistiska centralbyrån.
- Skurdal, J., T. Taugbøl, E. Fjeld, D.O. Hessen och T. Håstein. 1988. *Thelohania contejeani* Henneguy parasitizing the noble crayfish *Astacus astacus* L., in Norway. - J. Fish Diseases 11: 433-435.
- Svårdson, G. 1965. The American crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana), introduced into Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 46: 90-94.
- Svårdson, G. 1995. The early history of signal crayfish introductions into Europe. - Freshwater Crayfish 8: 68-77.
- Unestam, T. 1969. Resistance to the crayfish plague in some American, Japanese and European crayfishes. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 49: 202-209.
- Vogt, G. och M. Rug. 1999. Life stages and tentative life cycle of *Psorospermium haeckeli*, a species of the Novel DRIPs Clade from the Animal-Fungal Dichotomy. - J. Experimental Zoology 283: 31-42.
- Westman, K., H. Ackefors och V. Nylund. 1992. Kräfter - Biologi, Odling, Fiske. (Crayfish-Biology, Cultivation, Fishing.) - Kiviksgårdens förlag. 152 p.
- Ökland, J. och K.A. Ökland. 1986. The effects of acid decomposition in benthic animals in lakes and streams. - Experientia 42: 471-486.

English summary: Development of crayfish culture in Sweden during 1980s and 1990s

In Sweden there are two crayfish species, the indigenous noble crayfish (*Astacus astacus*) and the introduced signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). Both species are cultivated and they also appear in the wild. Like all other European species the noble crayfish has been hit by the crayfish plague fungus (*Aphanomyces astaci*) through introduced American crayfish species in 1860 to Europe. In Sweden the plague arrived in 1907. It is estimated that only 5% of the original crayfish populations remain. The signal crayfish is now established in many waters and nowadays the main harvest comes from that species. The market demand of crayfish is larger than what is produced in the country. For this reason Sweden must import 2,000-3,000 metric tons of crayfish per year to satisfy the market.

In Sweden the culture of crayfish for human consumption started in the 1980s. Hitherto the information about this activity has been patchy. To fill this knowledge gap the author visited about 20 farms and questionnaires were sent to the fishing officers in each county. Modified questionnaires were also sent directly to many farmers of crayfish.

More than 500 licences for crayfish cultivation have been granted embracing a quantity of 600 metric tons. Smaller units aiming at a production less than 500 kg do not need to apply for licences. Such farmers need only to give notification to County Board. At present 9% of the granted quantity is being utilised by the farmers.

Generally, semi-intensive culture technique is applied, which means cultivation in excavated ponds. The construction of the ponds varies from long and narrow ditches to circular or rectangular forms. The water quality varies from county to county and also within a county. Temperature is the master factor for production. In general the farmers in the most southern areas of the country have a greater production than those further to the north. pH value varies extensively in many areas but the minimum values must be 6.5 and preferably higher. The calcium concentration in the water should be 20 mg Ca/L or higher to achieve a good result. It is important that iron and manganese concentrations do not exceed 0.5 mg/L.

Plants' and animals' prevalence varied greatly in the ponds. It is important that there

are macroalgae which are preferred by crayfish, e.g. *Chara* spp. and *Nitella flexilis*. Too dense populations of *Elodea canadensis* might be a problem because the plant can sometimes choke the pond, when the whole surface is covered by that species. Many animals such as American mink, heron, perches and certain water living insects are predators on crayfish. Minks must be caught in traps to avoid a catastrophe in certain ponds.

Rearing methods vary. Usually stocking of juveniles or adults is common in newly excavated ponds. This is a rather high cost for farmers. Egg bearing females may be purchased for 20-125 SEK per specimen. For other stocking material the price varies from 0.5 to 20 SEK. Production of juveniles is sometimes carried out in separate ponds. Other ponds serve as grow-out ponds. When farmers cannot drain their ponds there will be mixed populations (juveniles, adolescents and adults of both sexes) which tend to mean less and less of production, because of unfavourable composition of various year-classes and a deteriorated environment. The most common supplementary feed is fish, potatoes and carrots. Cereals as well as pellets are also used.

The production of crayfish according to this investigation varied between 60 and 430 kg per hectare for noble crayfish and between 50 and 680 kg for signal crayfish. The largest harvests of noble crayfish are taken in the counties of Gotland, Blekinge and Kalmar. Together they produced 80% of the Swedish harvest of 12.3 metric tons in 1995. The corresponding figure for signal crayfish was 41.8 metric tons. The largest harvest was achieved in the counties of Blekinge and Kristianstad. Together with the counties Kalmar, Malmöhus and Skaraborg the harvest in those 5 counties was 91.6%. At present the farmers get 300-400 SEK per kg for noble crayfish and 100-300 SEK for signal crayfish.

The wild catch of crayfish in Sweden was estimated at 400 metric tons and the cultured one at about 55 metric tons. This implies that 14% of the total production is reared. This is probably an underestimation and it is likely that the total indigenous production is more than 500 metric tons. Together with an average import of 2,500 metric tons, the per capita consumption is about 0.3 kg annually.

FISKERIVERKET INFORMATION

har under 1998 utkommit med följande nummer:

- | | | |
|---------|---|--|
| 1:1998 | Kustfisk och fiske vid svenska Östersjökusten | Jan Andersson |
| 2:1998 | Har det nordiska sillfisket varit periodiskt? | Hans Höglund |
| 3:1998 | Fiskeriverkets Årsredovisning 1997 | |
| 4:1998 | Resultat från provfisket 1997 | Henrik C Andersson |
| 5:1998 | Anteckningar om äldre svenska marina fiskerivetenskapliga undersökningar | Armin Lindquist |
| 6:1998 | Resurs 99 Del 1 | Bengt Sjöstrand |
| 7:1998 | Swedish fishery in 1997 | Tore Gustavsson |
| 8:1998 | Lax och öringfisket i Vänern | Fiskeriverket och
Länsstyrelsen i Värmlands län |
| 9:1998 | RASKA - Resursövervakning av sötvattensfisk | Fiskeriverket och
Laxforskningsinstitutet |
| 10:1998 | Kustfisk och fiske -
Resurs- och miljööversikt 1998 | Gunnar Thoresson och
Olof Sandström |

FISKERIVERKET INFORMATION

har under 1999 utkommit med följande nummer:

- 1999:1 Verksamhetsplan 1999 för Fiskeriverket

FISKERIVERKET RAPPORT

har under 1998 utkommit med följande nummer:

1:1998

Mellanskarvens ekologi och effekter på fisk och fiske

Henri Engström

Undersökning av fritidsfisket vid Gålö-Ornö, Stockholms skärgård, 1995-96

Henrik Svedäng, Gunnar Thoresson, Stefan Thorfve och Anders Berglund

Biologiska undersökningar vid Ringhals kraftverk 1988-1996

Stig Thörnqvist, Erik Neuman, Alvar Jacobsson och Olof Sandström

Fisk - en översiktlig studie av Vombsjöns ekosystem 1994-95

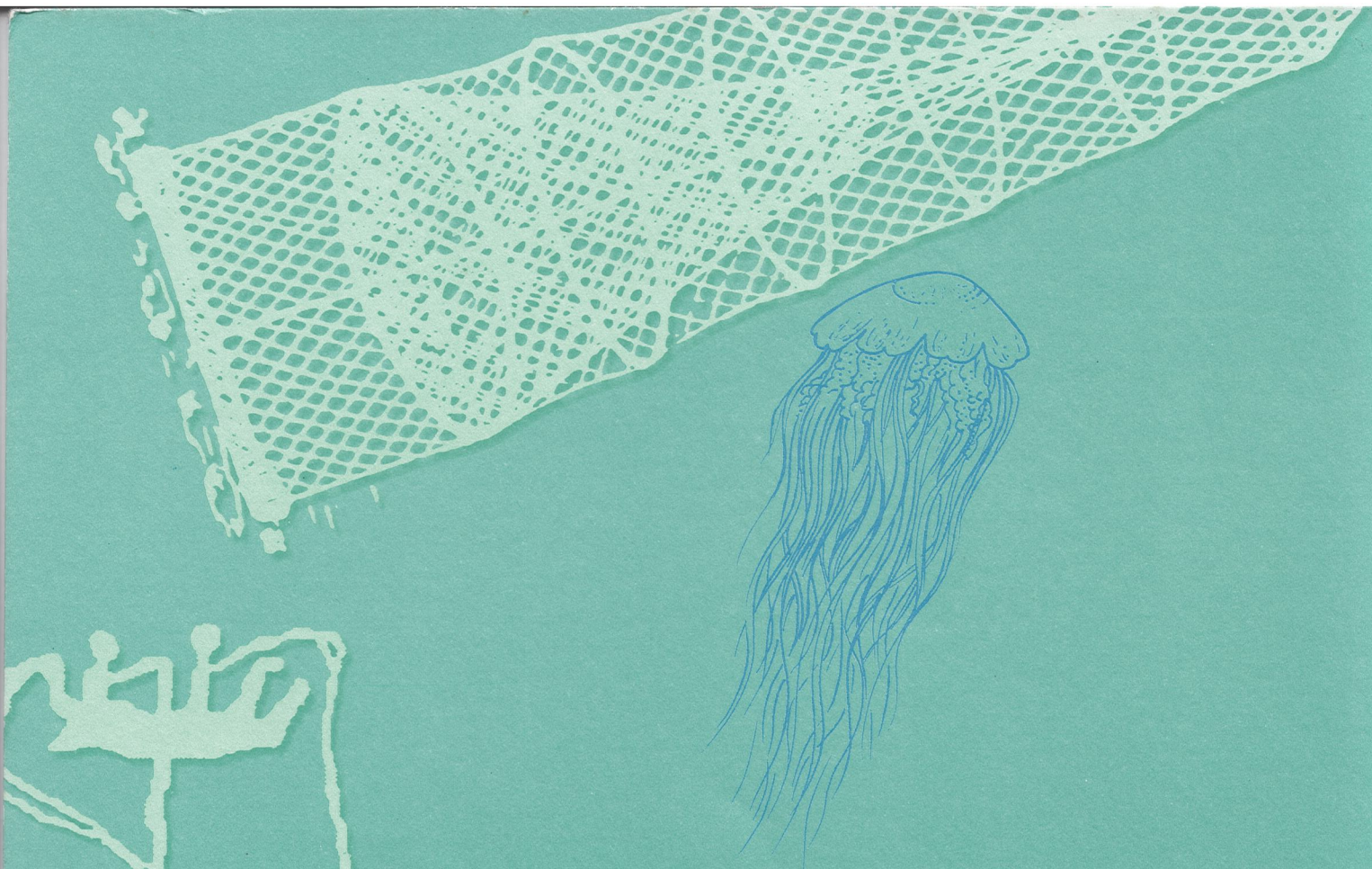
Anders Jönsson, Maria Jönsson, Maria Jönsson, Maria Jönsson,
Jönsson, Teresa Soler, Marie Eriksson, Jonas Svensson,
Jönsson, Gertrud Cronberg och Pia Romare

Kontroll vid kärnkraftverken Årsrapport för 1997

Anders Jönsson, Alvar Jacobsson och Kerstin Mo

Effekter av fisk vid småskalig förflyttning

Anders Jönsson



FISKERIVERKET, som är den centrala statliga myndigheten för fiske, vattenbruk och fiskevård i Sverige, skall verka för en ansvarsfull hushållning med fisktillgångarna så att de långsiktigt kan utnyttjas i ett uthålligt fiske av olika slag.



Verket har också ett miljövårdsansvar och skall verka för en biologisk mångfald och för ett rikt och varierat fiskbestånd. I uppdraget att främja forskning och bedriva utvecklingsverksamhet på fiskets område organiserar Fiskeriverket *Havsfiskelaboratoriet* i Lysekil med *Östersjölaboratoriet* i Karlskrona, *Sötvattenslaboratoriet* i Drottningholm, *Kustlaboratoriet* i Öregrund, två *Fiskeriförsöksstationer* (Älvkarleby och Kälarne) och två *Utredningskontor* (Luleå/Härnösand och Jönköping).



Miljöbiblioteket Göteborgs Universitet



1200049545



FISKERIVERKET

Ekelundsgatan 1, Box 423, 401 26 GÖTEBORG
Telefon 031-743 03 00, Fax 031-743 04 44

