



Examensarbete i Vattenbruk

Flodkräftans biologi och status i fyra sjöar på Ulvöarna

Av

Marie Eriksson och Jonas Lundström,
SLU, Skoglig magister 01/05



Institutionen för vattenbruk

Examensarbete 20p, D- nivå, Ht-2005

SLU, 901 83 Umeå

Handledare: Hans Lundqvist & Fia Staffan
RAPPORT 2005

Sammanfattning

Flodkräftan har minskat i antal efter att kräftpesten införts via signalkräfter till svenska sjöar och vattendrag. Inplantering av signalkräfter har medfört svårigheter för flodkräftsbestånd att återhämta sig då signalkräftan bär kräftpesten, men inte själva påverkas i större utsträckning. Förutom sjukdomar påverkas flodkräftors populationsstorlek också av predation. Om man bortser från pesten är det svårt att fastställa orsaken till populationsminskningen i sjöarna då många faktorer är inblandade.

Syftet med detta examensarbete är att genomföra en litteraturstudie och att fastställa förekomst av flodkräfta i fyra sjöar i Västernorrlands län. I litteraturdelen behandlas bl.a. flodkräftans sjukdomar, beteenden och provfiskemetoder. Fältundersökningar riktade mot flodkräftsinventering och nyttjande av fångst och återfångst metoder förväntades ge bakgrundsfakta för att skapa en åtgärdsplan så att flodkräftans framtid i de undersökta sjöarna på Ulvön kan säkerställas. Ulvöarna ligger ca 2 mil sydost om Örnsköldsvik. Provfiskeresultatet visade att flodkräfta fanns i samtliga undersökta sjöar, och ingen signalkräfta påträffades. Två kräftbestånd var undermåliga och deras fortlevnad på kort sikt var starkt hotad. Den högsta beståndstäthet som påträffades var ca 0,3 kräftor/m² vilket är under rapporterade litteraturvärden. Riktade åtgärder som t.ex. utsättning av skydd åt kräftorna kan höja produktionen och säkra framtida bestånd i samtliga provfiskade vatten.

Innehållsförteckning

| | |
|---|-------|
| Inledning | s.4 |
| Litteraturstudie | s. 4 |
| Historia och utbredning | s. 4 |
| Livsmiljöer | s. 5 |
| Fysionomi | s. 8 |
| Beteende och levnadsvanor | s. 9 |
| Tillväxt och livscykel | s. 11 |
| Fortplantning | s.12 |
| Sjukdomar och parasiter | s. 14 |
| Hot mot flodkräftan | s. 19 |
| Metoder för fiske/provfiske | s. 21 |
| Utsättning av kräftor i naturliga vatten | s. 24 |
| Fältstudie riktad mot bestämning av beståndsstorlek hos flodkräfta på Ulvöarna | s. 25 |
| Material och Metoder | s. 25 |
| <i>Provfiske</i> | s. 26 |
| <i>Fångst och Återfångst</i> | s. 27 |
| <i>Vattenkemiska värden</i> | s. 27 |
| <i>Vattenvegetation</i> | s. 28 |
| <i>Beskrivning av sjöarna</i> | s. 28 |
| Resultat | s. 30 |
| <i>Fångst per ansträngning</i> | s. 30 |
| <i>Fångst och återfångst</i> | s. 30 |
| Diskussion | s. 35 |
| <i>Åtgärdsprogram</i> | s. 35 |
| <i>Slutsats</i> | s. 39 |
| Tillkännagivande | s. 39 |
| Referenser | s. 39 |

Inledning

Enligt uppgifter (Eriksson, 2004) så skall det ha förekommit flodkräftor i samtliga sjöar på Ulvöarna, i Västernorrlands län. Fångsten vid kräftfisket har minskat under en tio års period vilket indikerar på en minskning av kräftbestånden i de fiskade sjöarna. Orsaken till denna minskning är svår att härleda eftersom inga tidigare studier av kräftbestånden har gjorts i någon av sjöarna som vi undersökt. Flodkräftan hör till kategorin "sårbara" i de fem s.k. hotkategorier fastställda av Naturvårdsverket och artdatabanken. Det innebär att den är en art vars överlevnad inte är säkerställd på längre sikt (Hamrin, 1993) samt att arten minskat med >20 % under den senaste tioårsperioden (Gärdenfors, 2000). Idag är Norrland tillsammans med Öland och Gotland landets starkaste flodkräftområden p.g.a. att de är fria från både kräftpest och signalkräfta. Det norrländska utbredningsområdet är för övrigt ett av de största sammanhängande utbredningsområdena i Europa. Norrländska flodkräftbestånd har således ett mycket högt bevarandevärde, inte bara för Sverige utan hela Europa (Odelström & Johansson, 1999).

Examensarbetet är indelat i två avsnitt, en litteraturstudie och en fältstudie. Syftet med litteraturstudien om flodkräftans biologi är att ge tillräckligt med kunskap för att skapa en åtgärdsplan för framtida skötsel av kräftbestånden på Ulvöarna.

Litteraturstudie

Historia och utbredning

Europa har fem olika arter som hör till familjen *Astacidae*. Det finns bara en inhemsk art av kräfta i de nordiska och baltiska länderna, nämligen flodkräfta *Astacus astacus* (Skurdal, 1994). Den ursprungliga utbredningen omfattar södra och mellersta delarna av Skandinavien samt Finland, Mellaneuropa och östra delen av Europa in i forna Sovjetunionen (Ackefors, 1993). Somliga anser att kräftan invandrade till Sverige när en väldig insjö täckte Östersjöbäckenet, den s.k. Ancylussjön som existerade ca 9500-8000 f.Kr., men inga fossila fynd som bekräftar detta har gjorts i Sverige (Odelström & Johansson, 1999). I svenska sötvatten är kräftan vårt största ryggradslösa djur (Gydemo, 1994).

Historiskt sett har intresset för kräftor varit svagt, bland de intresserade märks dock Wasakungarna bl.a. skedde inplantering genom kungarnas försorg. Kräftor importerades från Tyskland, där de återfinns i många recept i kokböcker från 1600-talet och framåt. Det dröjde ända till slutet av förra seklet innan svenskar blev intresserad av att äta kräftor (Ackefors, 1999). En av de tidigaste svenska notiser om kräftor är ett recept från 1522, där biskopen Peder Månsson, vårt lands förste egentlige vetenskapsman, rekommenderade kräftor upplösta i brännvin som ett botemedel mot kolera. På 1600-talet kunde man inhandla kräftstenar på apoteken, de användes inte bara mot smuts i ögat utan även, i pulvriserat skick, av "kloka gubbar och gummor" som botemedel mot bl.a. håll, huvudvärk, njurstenar och syfilis, troligen med ringa framgång. När man rekommenderade kräftstenspulver mot sura uppstötningar kan det kanske ha legat en liten smula realitet bakom tipset (Forsman *et al.* 1994). Det är dock inte alla som har ett gott förhållande till kräftorna. Carl von Linné ansåg att människan inte ska äta insekter, vilket han förklarade i sina dietföreläsningar och dit räknade han kräftorna, sin revolutionerande biologiska systematik till trots (Prima, 1990).

Antalet svenska sjöar som innehåller vitala populationer av flodkräfta har sedan mitten av 1910-talet kraftigt reducerats. Orsakerna till minskningen kan vara många,

några viktiga faktorer är; kräftpest, mink (*Mustela vison*), ål (*Anguilla anguilla*) samt mänskliga aktiviteter som fiske och försurning. Dessa faktorer i kombination med en felaktig bedriven fiskevård har reducerat bestånden kraftigt (Nyström, 1989). En inplantering av flodkräftor har pågått i närmare 500 år med en kraftig kulmination under 1900-talet då särskilt Domänverket och andra skogsbolag satte ut kräftor i tusentals vattendrag. Sedan 1969 sker utplanteringar av signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*) i Sverige. Motivet är att kompensera för det bortfall av flodkräfta som orsakats av kräftpesten (Hamrin, 1993).

Flodkräftans naturliga utbredningsområde begränsas av klimatet. Kräftan behöver en medeltemperatur på 15°C under minst 55 dagar eller 10°C under 110 dagar för att kunna reproducera sig. Detta temperaturberoende anses begränsa kräftans utbredning mot norr och höjdlägen i Norrland (Johansson & Odelström, 1999). I kallare klimat hinner inte årsnynglen växa tillräckligt snabbt för att garantera en överlevnad av tillräckligt många individer under den kalla perioden (Ackefors, 1993). Detta leder till en nordgräns för kräftans utbredning, som sträcker sig från södra Värmland i väster över södra Dalarna och till Hälsingland vid kusten i öster d.v.s. ungefär 61°N (Fängstam & Lundqvist 1990). Norr om denna gräns finns dock isolerade bestånd, ff.a. i rinnande vatten, men kännedomen om utbredningen i Norrland är bristfällig (Gydemo & Gydemo, 1990). Förklaringen till att de klarar sig bättre i rinnande vatten är troligen en kombination av bättre tillgång på näring, hög syrehalt, gott om gömslen och få fiender (Persson & Werneman, 1989). Kräftor har en dålig förmåga att sprida sig mellan olika vattensystem. De svenska vattendragens huvudsakliga öst-västliga riktning har därför, tillsammans med klimatet, begränsat flodkräftans naturliga utbredningsområde (Odelström & Johansson, 1999).

Livsmiljöer

Några kända faktorer som bestämmer utbredning och beståndsstorlek hos flodkräftan är täthetsberoende som t.ex. temperatur, pH/kalciumhalt, kväve, syrehalt, biocidhalt, vattenföring/vattenstånd, bottenstruktur och grumlighet. Täthetsberoende faktorer är t.ex. förekomst av skydd, födotillgång/födokvalitet, fiske, predation, sjukdomar, parasiter, mellanartsinteraktioner, konkurrens/inomartskonkurrens. Denna uppdelning är nödvändig eftersom dessa två typer av faktorer påverkar kräftbestånden olika. Betydelsen av de faktorer som är täthetsberoende minskar med minskande beståndstäthet och kan ge upphov till glesa, men fullt vitala flodkräftbestånd. De täthetsberoende faktorerna å andra sidan verkar lika starkt oberoende av hur stort kräftbeståndet är. Ofta samverkar de olika faktorerna med det resultatet att den totala effekten antingen förstärks eller försvagas. Detta gör att det ofta är svårt att urskilja vilken faktor som har störst betydelse för kräftbeståndens storlek och utbredning (Hamrin, 1993).

Vattenkvalitet- Kräftan har höga krav på sin livsmiljö. Det måste vara sötvatten, i brackvatten försämras reproduktionsförmågan redan vid 0,5 - 1,0 ‰. Kräftan kan inte heller byta skal i saltvatten (Westman *et al.* 1992).

Konduktans- Konduktans är ett mått på vattnets förmåga att leda elektricitet d.v.s. hur många lösta joner/salter det finns i vattnet. Ju fler lösta joner desto lättare leder lösningen elektricitet. Därför har saltvatten högre konduktivitet än sötvatten, ett näringsrikt vatten har därmed högre konduktivitet än ett näringsfattigt p.g.a. högre halter av salter (Söderberg & Norrgrann, 2001).

Alkalinitet- Vattnets alkalinitet d.v.s. dess förmåga att buffra surt nedfall bör alltid vara minst 1 mekv/l (milliekvivalenter CaCO₃ per liter), men helst betydligt högre. Detta för att motverka surastöten när snön smälter på våren och vid kraftigt höstregn (Ackefors, 1993). Mängden kalciumjoner i vattnet är väsentligt för att buffertverkan ska bli tillräcklig. Koncentrationen av kalcium bör överstiga 4 mg/l och gärna vara betydligt högre. För att ett vatten ska vara gynnsamt som kräftvatten bör det innehålla minst 30 mg Ca/l, men helst över 50 mg Ca/l (Prima, 1990).

pH- Högst kräftproduktion uppnås om pH-värdet ligger mellan 7-8, men dessvärre är det inte många sjöar som har så högt pH-värde idag (Persson & Werneman, 1989). En orsak till att kräftan drabbas hårt vid försurningen av sjöar är att de i huvudsak uppehåller sig i sjöarnas strandzon. Denna del av sjön är oftast mer utsatt för försurningspåverkan än mer centralt belägna delar (Hamrin, 1993). Generellt kan man säga att kräftan inte förekommer i vatten med pH mindre än 6,0 (Ackefors, 1993). Vid romläggning behövs ett pH-värde över 6,0 och vid kläckningen på våren ett pH över 5,6 (Nyström, 1989). I surt vatten förlorar honan sin rom vid läggningen eftersom de slemliknande fästansordningarna vid honans simben löses upp. Vid surastöten på våren befinner sig också rommen i ett utvecklingsstadium som är känsligt för lågt pH (Ackefors, 1993). Om pH är för lågt hämmas kalciumupptaget och kräftans jonbalans störs. Detta leder till att kräftan får svårighet att bilda nytt skal efter ömsningen. Ynglen är extra känsliga mot lågt pH eftersom de ömsar skal flera gånger per år (Appelberg, 1986). Kräftan tappar sina salter i blodet vid lågt pH och när dessa saltmängder har halverats dör den (Appelberg, 1984). Kräftans oförmåga att leva i sura vatten beror på många olika faktorer t.ex. hur snabbt surheten förändras, hur länge den utsätts för surt vatten, halterna av järn och syre i vattnet samt tid på året.

Syre- För att kräftan ska trivas måste vattnet under den varma årstiden innehålla minst 5 mg O₂/l vatten. Vintertid kan den dock överleva utan att fysiologiskt störas i vatten med 2 mg O₂/l vatten. Vid en så låg koncentration som 1 mg O₂/l vatten tvingas den upp ur vattnet. Detta gör att kräftan undviker näringsrika vatten där botten är täckt med dött organiskt material som förbrukar syre vid nerbrytningen (Fångstam & Lundqvist 1990).

Kväve- Kväve förekommer i flera olika former och det är ffa. i ammoniak och nitrit som är giftiga för kräftan. Farligast är kvävet för kräftan vid hög temperatur och högt pH, då en stor del av ammoniumjonerna har övergått i ammoniak. Ammoniaknivån bör ligga under 0,5 mg/l och nitritnivån under 0,1 mg/l (Prima, 1990). Lämplig kvävemängd för kräftan är 500-1000 µg/l och optimalt är 750 µg/l (Ekberg, 2000).

Temperatur- Hos flodkräftan styr temperaturen bl.a. igångsättande av parning, kläckningen och överlevnad hos ynglen (Nyström, 1989). Bl.a. resulterar en höjd temperatur i att rommen utvecklas på fyra månader istället för nio som observerats i naturen (Gydemo, 1989). Den optimala temperaturen för både överlevnad och tillväxt ligger mellan 13-16°C hos flodkräftan. Vid temperaturer mellan 18-21°C är tillväxthastigheten fortfarande hög, men överlevnaden låg. Vid 10°C uppstår den omvända situationen, kräftorna har en låg tillväxthastighet, men en högre överlevnad. Den lägre överlevnaden vid hög temperatur beror på att kräftorna ömsar skal oftare och därför utsätts för ökad kannibalism (Fångstam & Lundqvist 1990). Om vattnet där kräftan vistas i skiktat sig efter temperaturen uppsöker kräftan det varmare ytvattnet inne vid stränderna. Detta kan leda till ökad trängsel som i sin tur framkallar stress, aggressivitet och minskad tillväxt (Prima, 1990).

Fasta partiklar- Kräfter är ytterst känsliga för biocider och metaller och låga koncentrationer av aluminium leder till fysiologisk stress hos kräftor (Nyström, 1989). De mycket fint förgrenade gälarna täpps lätt igen av slam och utfällda järnföreningar, vilket leder till patologiska förändringar. Alla slags vattenbyggnadsarbeten som rör upp slam drabbar därför kräftan mycket hårt. Vattnets pH-värde påverkar lösligheten hos flera metaller, så att de löses ut vid låga pH-värden. Detta gäller bl.a. järn, magnesium, aluminium, koppar och zink (Prima, 1990). Järn och aluminium har dessutom en förödande inverkan på kräftors förmåga att reproducera sig (Agervi *et al.* 1987).

Optimala och möjliga vattenförhållanden för flodkräftor- Det är inte bara faktorerna ovan som påverkar kräftbeståndets produktivitet, utan en kombination av dessa. De optimala förhållanden samt möjliga förhållanden för kräftproduktion listas i tabell 1.

Tabell 1. Optimala samt möjliga miljöförhållanden för flodkräftan (Cukerzis, 1988).

| Miljöförhållanden | Optimalt | Möjligt |
|---------------------------------|--------------------|--------------|
| Area (Ha) | Mindre än 50 | Mer än 100 |
| Medeldjup (m) | 5-15 | Mer än 20 |
| Maximala djup (m) | 10-20 | Mer än 30 |
| Strandkant | Väl utvecklad Svag | |
| Bottenkaraktär | Kompakt | Varierad |
| Dy | Kompakt | Mjuk |
| Vattensikt (m) 1-2 | Under 1 | |
| Syrgashalt (mg O ₂) | 9-12 | Under 7 |
| pH | 7-8 | 6-7 |
| Ca (Mg eq/l) | Cirka 3 | Cirka 3 |
| Sommartemperatur (°C) | 18-22 | 14-26 |
| Produktiv strandkant (m) | 10-20 | Mindre än 5 |
| Bottenvegetation | | |
| (procent av total area) | 50-80 | Mindre än 30 |
| Plankton (mg/m ³) | 45-55 | Mindre än 30 |

Kräftan trivs bäst i miljöer som ofta finns i näringsfattiga sjöar och rinnande vatten, den förekommer sparsamt i övergödda sjöar med kraftig sedimentation eller i dyiga tjärnar och sjöar med lös botten (Johansson & Odelström, 1999). De bästa kräftbottnarna är fasta, kräftan trivs inte på mjuklara eller dy och inte heller på kalt berg eller vid sandstrand. Detta för att dessa underlag begränsar kräftornas rörlighet, förmåga att bygga hålor eller en kombination av de båda (Prima, 1990). Den ideala miljön är sjöar med stenskravel samt lagom mycket vattenväxter (Ackefors, 1993).

Av betydelse för kräftans trivsel är också bottenens lutning, kräftan trivs bättre på sluttande bottnar än flacka. Detta beror troligtvis på att den lutande botten utgör en bredare nisch som gör det lättare för kräftan att finna föda, skydd och lämplig vattenkvalitet vid skiftande förhållanden (Prima, 1990). På en bra biotop kan kräftan nå tätheter mellan 0,3-8 individer/m² (Ackefors, 1993).

På en lämplig botten kan kräftan gräva en djup håla som placeras i strandkanten eller längre ut på djupare vatten. Ingången ligger oftast skyddad under t.ex. en trädrot eller sten. Hålan är måttsydd, vilket gör det lättare att skydda den mot andra kräftor. De stora hankräftorna tar de bästa platserna, som är bland de större stenarna, medan honorna och de mindre hanarna får nöja sig med mindre stenar (Prima, 1990). Ungarna

uppehåller sig i allmänhet på grunt vatten nära stranden i skydd av stenar, blad och grenar. Det innebär att den är mycket känslig för vattenreglingar (Ackefors, 1993). I maj fångas mest kräftor i den grunda litorala zonen, den motsatta situationen råder under sommaren, juni-juli, då kräftorna fångas på djup av 5-11 m.

Fysionomi

Kräftans mun ligger långt in under huvudet, nära klornas basleder. Födan bearbetas först av över- och underkäkarna som har skivformade tuggytor vilka skär och krossar födan (Holdich & Reeve, 1988). Munnen leder via en kort matstrupe in i den tvådelade magen. När födan vandrar vidare till magens bakre del, passerar den först ett antal långa borst, som förhindrar att omalda delar, t.ex. skaldelar, förs vidare. Underkäkarna har även en paddelformad skiva som rörs fram och tillbaka och förser gälarna med friskt andningsvatten (Westman *et al.* 1992). Från magen leder en kort mellantarm, där den stora matsmältningskörteln mynnar över till baktarmen som löper genom bakkroppen. Till hjälp för matsmältningen har kräftan ett sekret som avsöndras från en körtel. Med undantag för mellantarmen, där näringen tas upp, är hela matsmältnings-kanalen fodrad med ett tunt kitinskikt.

Kräftans gälar sitter vid baslederna av de sex benparen, skyddade under ryggskölden på båda sidor av kroppen. Andningsvattnet tränger in i gälhålan vid gångbenens bas och sprutas ut vid antennerna. Blodet syresätts i gälarna och tränger därifrån in i hjärtat via små öppningar. Från hjärtat pumpas blodet framåt och bakåt i kroppen genom sex blodkärl och rinner ut i alla de håligheter som omger de inre organen. Eftersom blodet saknar röda blodkroppar och hemoglobin är det nästan ofärgat. I kräftans huvud finns de s.k. gröna körtlarna eller antennkörtlarna vilka fungerar som njurar och avlägsnar avfallsprodukter ur blodet. Varje körtel innehåller också en tunnväggig säck som fungerar som urinblåsa. I huvudet, snett ovanför matstrupen, finns en primitiv "hjärna" som mottar nerver från ögon och antennerna (Prima, 1990).

Kräftdjuren saknar ett inre skelett men har istället ett yttre skelett i form av ett hårt skal som täcker hela kroppen. Musklerna sitter fast vid skalet vilket fungerar som skelett, de största musklerna böjer och rätar ut bakkroppen och används då kräftan simmar bakåt. Andra viktiga muskelgrupper är klo-, mag- och benmuskler (Westman *et al.* 1992).

Kräftans kropp består av 19 leder sammanslagna i tre regioner; huvud, mellan- och bakkropp. Längst fram på huvudet finns en särskild del där ögonen sitter och längst bak mynnar ändtarmen i en bred femdelad stjärtskiva. Därför räknar man ibland med 20 eller 21 segment. Varje segment bär vanligen ett par extremiteter som kan vara omvandlade och specialiserade för olika funktioner (Persson & Werneman, 1989). Huvudet består av 5 segment och mellankroppen har 8 segment. Dessa bildar framkroppen som täcks av ryggskölden som framåt skjuter ut som en vass pigg mellan ögonen. Gränsen mellan huvud och mellankropp utmärks av en tvärgående fåra på ryggskölden. Bakkroppen är ledad och böjlig och varje segment är försedd med en egen liten sköld (Westman *et al.* 1992).

Skalet består av oorganiskt kalciumkarbonat, sammansatt i form av kalcit. Detta förstärks av organiska inlagringar av kitin med olika proteinmolekyler (Prima, 1990). Kräftan kan själv producera kitinet eftersom det har enkla kemiska beståndsdelar (kol, väte, syre och kväve) som finns i flertalet molekyler hos kräftan eller dess föda, kalcium måste däremot tillföras utifrån. Skalet är uppbyggt av flera lager och tjockleken varierar beroende på kroppsdel. Hårdast är skalet på klorna, ryggskölden, mundelarna och gångbenen. Ögonen och antennerna täcks också av skal (Westman *et al.* 1992).

På huvudets främsta del har kräftan olika sinnesorgan bl.a. facettögon och två par antenner. De främre antennerna är korta och förgrenade och de bakre långa och smala. De främre antennerna är försedda med luktceller, känselspröt och nerver förbundna med sandkorn vid sprötens bas, vilka kräftan själv för dit och som utgör kräftans jämviktsorgan. Sandkornen kommer att trycka på olika borst beroende på hur kräftan står i förhållande till tyngdkraften. Avlägsnas jämviktsorganet får kräftan svårt att hålla balansen. Då kräftan byter skal försvinner även sandkornen. Kräftan får dit nya sandkorn då den rör sig i sanden (Westman *et al.* 1992). De längre antennerna är rikligt försedda med sinneshår och utgör kräftans viktigaste känselorgan (Prima, 1990).

Gångbenen omfattar fem par, det första paret har ombildats till två kraftiga klor. Dessa används för att gripa födan, men också som försvarsvapen och grävverktyg. Följande fyra par ben är långa och spensliga gjorda att gå med. De två första paren har små klor med vilka kräftan plockar och bearbetar födan samt rengör skalet och rommen med (Holdich & Reeve, 1988). Under bakkroppen har honan fem och hannen sex par små s.k. sim- eller stjärtfötter som används då kräftan simmar. Kräftans känselpunkter på ryggen är försedda med känsliga borst vilka registrerar vibrationer i vattnet. Antennerna är de allra viktigaste känselorganen. Smak och lukt känner kräftan med antennerna, mundelarna och klopetsarna. Fasettögonen sitter på rörliga skaft och kan röras oberoende av varandra, själva ögat har ca 2500 separata linser. Linserna utgör yttersta delen av de avlånga delögonen som bygger upp ögat. Den bild av omvärlden som kräftan ser byggs upp av rasterbilder, som består av ett mönster av ljusare och mörkare punkter. Fasettögat kan anpassa sin funktion efter belysningsstyrkan. I klart ljus tränger ett mörkt pigment upp mellan delögonen som avskärmar ljuset och ger god bildskärpa. I dålig belysning dras pigmentet tillbaka och retningen ökar med följd att ögats ljuskänslighet förstärks. Det mörka pigmentet reglerar alltså ljusmängden d.v.s. har samma funktion som iris i människoögat. I grumligt vatten minskar synens betydelse och kräftan använder sig av lukt och känsel istället (Westman *et al.* 1992).

I sjöar med brunt vatten är kräftorna mörkbruna till svartfärgade, i klarare sjöar är färgen ljusare och går mot grönt eller blått. På ljusa lerbottnar kan kräftorna vara nästan ljusblå. Skalets färg regleras av körtlar på ögonstjälken, färgen ändras genom en omfördelning av pigmenten i cellerna som innehåller färgämnen. Kräftan blir ljusare då pigmenten samlas i centrum av cellen än då de fördelas jämt över cellen. Växternas karotenoider ger normalpigmentering, d.v.s. brun färg. I frånvaro av dessa blir kräftorna grå eller ljusblå oavsett vilken färg botten har (Nyström, 1989). När kräftan kokas bryts de bruna, blå och gröna färgämnen ned av värmen medan de röda och gula består. Normalfärgade kräftor blir därför röda efter kokning (Westman *et al.* 1992).

Beteende och levnadsvanor

Kräftan har många reflexartade rörelser och beteendemönster, vilka utlöses av inre och yttre retningar. Dessa reflexer styrs av bukgangliedjan och deras nervbanor passerar aldrig hjärnan. Ett exempel är att ögonstjälken dras ihop så att ögat dras in om det vidrörs. En annan reflexrörelse är att klorna blixtnabbt slås ihop om något rör insidan av dem. Invecklade beteendemönstren, t.ex. sociala kontakter är instinkthandlingar som styrs av "hjärnan". Handlingar som närmanden, hot, tillbakadragande, strid och parningsriter kan innehålla olika rörelsemönster som följer varandra i en bestämd ordning och som utlöses av motpartens lika förutbestämda rörelser. I exempelvis stridsbeteendet ingår att framkroppen lyfts upp mot den andra kräftan och att bakkroppen höjs till vågrätt läge, stjärten breddas ut och klorna öppnas och riktas framåt (Westman *et al.* 1992).

Kräftan har sin egen håla som den försvarar mot andra kräftor. Under dagtid sitter kräftan vanligtvis i hålans öppning och om kräftan blir skrämmd kryper den längre in i hålan. Klorna hålls snett uppåtriktade för att blockera ingången mot eventuella inkräktare (Westman *et al.* 1992). Kräftan är nattaktiv, men ökar sin aktivitet under dagtid med ökad storlek (Cukerzis, 1988). I sjöar med mörkt vatten och vid skuggiga stränder kommer kräftorna fram tidigare på dagen än de gör i klart vatten och belysta stränder. Aktiviteten är som högst vid midnatt och avtar sedan mot morgonen (Westman *et al.* 1992). Vid närvaro av en predator utvecklar kräftan ett tydligt "antipredator-beteende" som antas vara ett nedärvt beteende (Appelberg *et al.* 1993). Detta yttrar sig i att kräftan minskar sin aktivitet, förändrar sitt födosöksbeteende och sitt val av skydd, mm. (Järvi & Thorell, 1999). Vid närvaro av en predator kan dessa beteendeförändringar påverka både tillväxt och överlevnad (Odelström, 1988). Fördelen med ett sådant beteende är att kräftan därmed kan minska risken att bli uppäten. Det förändrade beteendet resulterar ytterst i att kräftans tillväxt försämras och att reproduktionsförmågan reduceras (Hamrin, 1993). Flodkräftan tycks också ändra sitt biotopval efter det lokala predationstrycket (Lingdell, 1995).

Flodkräftan har olika aktivitetsmönster beroende på årstid och är aktivast under sensommaren och början av hösten. Under denna högaktiva period kan kräftan fångas i betade burar. Antalet hanar som fångas i burarna är vanligen högre än antalet honor p.g.a. hanarnas mer aggressiva beteende (Skurdal, 1988). Eftersom kräftan är växelvarm, är ämnesomsättningen under vintern långsam och näringsbehovet nedsatt. Under den kalla perioden växer den inte och honorna har ingen äggvårdnad utom då vattnet värms upp och äggens skötsel påbörjas (Westman *et al.* 1992).

Kräftan förflyttar sig med klorna framsträckta och bakkroppen uträtad, men den kan även röra sig sidledes och bakåt. En skrämmd individ simmar baklänges genom att slå med stjärten. Honor med yngel eller rom undviker att slå med stjärten in i den längsta, så att de inte lossnar. Då honan bär på rom och yngel rör hon sig så lite som möjligt och håller sig i närheten av sin håla. Vandringslusten påverkas dock av faktorer som beståndets täthet och tillgången på näring och gömställen (Westman *et al.* 1992).

Odelström & Johansson menar att kräftor är nyckelarter för struktureringen av flora och fauna i sjöar, dammar och vattendrag. Sveriges förste professor i limnologi, Ejnar Nauman, förespråkade t.o.m. inplantering av kräftor för att bekämpa besvärande vegetation (Fürst, 1988). Kräftan som är allätare söker föda i olika nischer, vilket är anledningen till att den är så framgångsrik med att utveckla stora och täta bestånd i våra sjöar (Ackefors, 1993). Alla trofinivåer är tillgängliga för dem, eftersom de äter allt från levande individer till död animalisk och vegetabilisk föda (Hogger, 1988). Animalisk föda dominerar under kräftans första levnadsår. Under första sommaren är små kräftdjur eller andra smådjur som fångas i strandvattnet viktiga för ynglen. Då de växer börjar de mer och mer äta vegetabilier (figur 1). Generellt gäller att ynglen äter 80-90 % animaliskt och 10-20 % vegetabilier, medan de vuxna uppvisar det motsatta mönstret.



Figur 1. Kräfta som äter vegetabilier (Westman *et. al*, 1992).

Bland vattenväxterna föredrar kräftan starr (*Carex spp.*), säv (*Scirpus spp.*), kransslinga (*Myriophyllum verticillatum*), nate (*Potamogetonaceae*) vattenpest (*Elodea canadensis*), lysing (*Lysimachia*) och kalkhaltiga kransalger (*Characeae*) (Ackefors, 1993). Den är inte kräsen vad gäller växtdelar då både blad, stammar och rötter äts. På våren innan ny växtlighet vuxit upp nöjer de sig med växtdelar som sjunkit till botten föregående år, t.ex. hittades mest nedbrutna löv, rötter och bark i kräftans mage under vår och tidig sommar (Goddard, 1988). Under högvattensperioder vandrar kräftor upp i översvämmade områden för att äta strandväxter och landinsekter som de annars inte kommer åt. *Nitella spp.* är en kransalg som kan höja kräftproduktionen avsevärt, den är vintergrön och har extremt lågt ljusoptimum vilket gör att syre även avges vintertid. *Nitella* bildar även frodiga undervattensängar där smådjur lever i skydd mot för hårt predationstryck från t.ex. rovfiskar (Persson & Werneman, 1989).

Tillväxt och livscykel

Tillväxthastigheten beror främst på omgivande vattnets temperatur, kvalitet, näringstillgång samt konkurrensen med andra kräftor (Ackefors, 1993). Det fångas sällan kräftor längre än 13 cm i Svenska vatten, den längsta kräfta som fångats t.o.m. 1990 var 17,2 cm lång (Prima, 1990) och var troligen upp till 20 år gammal (Johansson & Odelström, 1999). I Sverige uppnår kräftor en längd på 9 cm, det vanligaste minimimåttet för fångst, efter 2-4 år i södra Sverige och något senare i Norrland. Minimimått infördes för att reproduktionen inte skulle skadas och för att motverka att storleken på kräftor till salu inte skulle bli för liten (Skurdal & Taugbøl, 1994). Det finns vissa biologiska skäl till att slopa minimimåttet t.ex. att det fiske som idag bedrivs främst riktar sig mot de kräftor som växer snabbast och därför snabbast överskrider minimimåttet. Detta påverkar beståndet negativt på två sätt, man tar bort de stora kannibalerna och resultatet kan bli fördrvängning genom konkurrens mellan de små kräftorna. Dels får de större kräftorna mindre chans att föröka sig och därmed har man teoretiskt ett genetiskt urval till förmån för kräftor som växer långsamt. Det kan i

längden vara bättre att man fiskar mindre selektivt, d.v.s. fångar alla storlekar. I Norrland bör dock minimimåttet på 9 cm finnas p.g.a. att honorna bör få en chans att reproducera sig flera gånger eftersom det kallare klimatet gör att de inte reproducerar sig lika ofta som kräftor i södra Sverige (Westman *et al.* 1992).

Kräftans skalömsning påverkas av flera faktorer, så som temperatur, tillgång på föda och populationstäthet (Kirjavainen & Westman, 1994). Skalömsningen är hormonstyrd, vid underkäkarnas bas finns det ett par körtlar, de s.k. Y-organen, som producerar ett hormon som stimulerar skalbyte. Körtlarna vid ögonstjälken, X-organen och sinuskörteln, utsöndrar ett hormon som hämmar skalbytet. Balansen mellan dessa hormoner reglerar tidpunkten för skalömsningen. Då kräftan förlorar en kroppsdel bryts nervkontakten till den skadade delen vilket också stimulerar till skalömsning (Westman *et al.* 1992).

Kalkinnehållet löses ut en längre tid före skalömsningen och lagras i de s.k. kräftstenarna. Ungefär 10 % av kalken från skalet lagras i de runda stenarna som når sin maximala storlek precis före skalömsningen. Storleken på dessa är då 9-11 mm i diameter, 3-6 mm i tjocklek och massan är 237- 490 mg (Carlberg, 2003). När det gamla, mjuka skalet lämnas räcker kräftstenarna till för att göra det nya skalet så hårt att kräftan kan förflytta sig (Hamrin, 1993). Före skalömsningen sker en gradvis enzymatiskt uppmjukning och nedbrytning av skalet. Det utvecklas ett nytt, tunt och mjukt skal under det gamla. Mellan skalen utsöndras ett slemskikt för att underlätta bytet. Musklerna mjukas upp för att göra det lättare att komma ur skalet. Under den tid som det tar att mjuka upp skalet och musklerna slutar kräftan att äta och blir skygg. Skalömsning går till så att kräftan drar sig bakåt ut ur det gamla skalet genom en springa mellan ryggskölden och stjärten. Först frigörs framkroppen, med klor och ben, sedan sparkar kräftan av det gamla skalet med några slag av stjärten. Benen och klorna är speciellt svåra att få ur, på dem spricker det gamla skalet upp på insidan (Persson & Werneman, 1989). Det tar 5-10 minuter för kräftan att bryta sig ut ur det gamla skalet (Westman *et al.* 1992). Det är viktigt att skalbytet går snabbt för kräftan eftersom den är hjälplös under ömsningen. Skalet är mjukt ett par timmar efter ömsningen och under den tiden samlar kräftan vatten innanför skalet, som leder till att det blir större, vilket sedan kräftan nyttjar när den tillväxer (Prima, 1990).

Efter skalbytet dröjer det ungefär en vecka innan kräftstenarna är upplösta. Det dröjer sedan 2-3 veckor innan kräftan tagit upp resten av kalken från vattnet och skalet hårdnat. Skalet hårdnar snabbare ju högre kalkhalten i vattnet är (Persson & Werneman, 1989). Förutom det yttre pansaret byts också ögonens och gälarnas yttre skikt. Mundelarna och nästan hela matsmältningskanalen får nytt skal. Uppfattningen att kräftan äter upp sitt skal efter ömsningen är fel, men man har observerat att kräftan äter andras skal (Hammarlund & Karlsson, 1987). Under kräftans första sommar byts skalet 4-7 ggr beroende på tillväxtförhållandena, den andra sommaren 2-4 ggr, den tredje 2-3 ggr och under den fjärde ett par ggr. Skalömsningen sker inte på hösten då temperaturen sjunkit under 10°C (Ackefors, 1995). Hanar byter skal oftare än honor och för att uppnå fångststorlek måste kräftan byta skal uppskattningsvis 20 ggr. Vid varje skalömsning växer hanen ca 5 mm och honan ca 2 mm på längden (Persson & Werneman, 1989), vilket motsvarar en viktökning på 30-50 % (Pehrsson, 1999). Könsmogna hanar växer snabbare än honor och viktökningen/ömsning är större hos hanar än honor p.g.a. en större klotillväxt hos hanen (Odelström & Johansson, 1999). Fullvuxna hanar och honor som inte bär rom byter i allmänhet skal någon gång under slutet av juni eller början av juli. Rombärande honor byter skal först då äggen har kläckts och ynglen frigjort sig från modern (Prima, 1990).

För närvarande kan inte en kräftas ålder bestämmas. Åldersbestämning hos kräfta kan dock göras med hög osäkerhet genom att mäta koncentrationen av pigment i

vissa celler. För att försöka få en indirekt ålder jämförs årsklasser och längdgrupper (Edsman, 2004).

Fortplantning

Hanarna blir könsmogna vid en längd av 6-7 cm (1-2 åringar, efter 2-3 somrar) och honorna vid 7-8 cm längd (2-3 åringar, efter 3-4 somrar) i en normalbiotop i mellersta Sverige (Ackefors, 1993). De könsmogna honorna utnyttjar den intagna näringen till reproduktion (Odelström & Johansson, 1999). Under gynnsamma förhållanden kan de flesta honor producera rom varje år, men det är vanligt att honor står över parningen och parar sig vart annat eller vart tredje år (Johansson & Odelström, 1999).

I slutet av september och under oktober parar sig kräftorna då vattentemperaturen är ca 5°C (Ackefors, 1993). Hanarna lockar till sig honor från sina gömställen. Kräftan har speciella parningsbeteende, bl.a. rituella angrepps- och försvarshandlingar, rytmiska rörelser med klorna och benen, beröring, närmanden och avvärjningsrörelser. Då honan är beredd att para sig utför hon handlingar som visar underkastelse. Hanen lägger då honan på rygg med sig själv ovanpå, håller henne orörlig med sina klor och trycker ned bakkroppen med stjärten. Då sädesvätskan strömmat ut steltnar den till kapslar i hanens rörformade främre parningsben. Hanen placerar sina parningsben i fördjupningar mellan honans sista gångben, där den fastnar. De stelnade vita kapslarna ser ut som små vita maskar. Kräftor parar sig med flera olika partners, en hane kan befrukta 4-6 honor (Westman *et al.* 1992).

Hur många romkorn honan producerar beror på hur stor honan är. Antalet ägg är t.ex. dubbelt så stort hos en hona som är 11 cm jämfört med en hona som är 8 cm. Antalet kan också variera mellan olika år beroende på närings- och temperaturförhållanden. Romkornen är, förutsatt att de är friska och befruktade, kulformade (figur 2) och ca 2,8 mm i diameter och mörkbruna till färgen (Prima, 1990).



Figur 2. Hona med romkorn (Westman *et. al.*, 1992).

Hos en hona med längden 10 cm kan antalet inre romkorn uppgå till flera hundra, medan antalet fastsittande romkorn strax före kläckningen vanligen är färre än 150 st (Odelström & Johansson, 1999). Honan lägger rommen 3-6 veckor efter parningen och läggningen tar flera timmar. Vid läggningen vänder hon sig på rygg breder ut stjärten så mycket som möjligt och viker den dubbel mot buksidan (Ackefors, 1993). Innan rommen läggs, avger slemkörtlar vid stjärtbenet ett tjockt geléartat sekret som rommen skall fastna i. Slemmet löser upp sperman och de frigjorda sädescellerna befruktar äggen när de kommer ut (Ackefors, 1993). En ändring i pH gör konsistensen på slemmet sämre. Stjärten är bredare hos en hona än hos en hane för att rommen skall få skydd. I surt vatten fäster rommen sämre och äggen tappas lättare. Då rommen är lagd genomgår honan en viloperiod på ca 14 dygn. Denna period sker vanligtvis vid en vattentemperatur på ca 4°C (Persson & Werneman, 1989). Rommen utvecklas under 7-8 månader och honan bär alltid rommen följande sommar (Prima, 1990). Rommen putsas under inkubationstiden och dåliga romkorn plockas bort. Honan svänger stjärten så att rommen omsvallas med vatten och får tillräckligt med syre (Westman *et al.* 1992).

Kräftynglen kläcks vanligen i slutet av juni eller juli. Under kalla somrar fördröjs kläckningen i flera veckor. Det är osäkert hur många dygnsgrader som krävs för att rommen skall kläckas. Kläckningstidpunkten är temperaturberoende medan fotoperioden har mindre betydelse. Ynglen är vid kläckning ca 8-9 mm långa och ömsar skal redan efter ca 5-10 dagar (Prima, 1990). Huvudet och framkroppen är oproportionerligt stora under det första stadiet. Ryggen är kupigare och bredare och stjärten är klenare än hos större kräftor. Det nykläckta ynglet sitter efter kläckning fast vid modern med en tråd till det gamla romskalet. Efter ett par dagar tar ynglet tag med klorna om moderns stjärtben. Tappar den taget om modern dör den med största sannolikhet. Under 7-12 dygn håller ynglet sig orörlig kvar, då den förbrukar sista delen av gulesäcken. När gulan är förbrukad, ömsar ynglet skal och växer till 11-12 mm, den har då utvecklat alla sina extremiteter och kan gå och äta själv. Ynglen är vid det stadiet ljusa till färgen och klarar sig själva. Trots detta stannar de ca 3 veckor i moderns närhet (Ackefors, 1993). Modersbindningen upprätthålls med hjälp av feromoner som honan utsöndrar. När feromonerna avtar och ynglen skalömsat en tredje gång tappar de intresset för modern och börjar ett självständigt liv. När honan rör sig sprids ynglen gradvis över ett större område. Efter 2-3 veckor börjar ynglen att söka efter gömslen då de lätt kan bli uppätta av modern eller andra kräftor (Jonsson, 1992). Tillgången på skydd har stor betydelse för ynglen eftersom de har fler predatorer, skalömsar oftare än de vuxna kräftorna och är mer utsatta för kannibalism (Lodge & Hill, 1994).

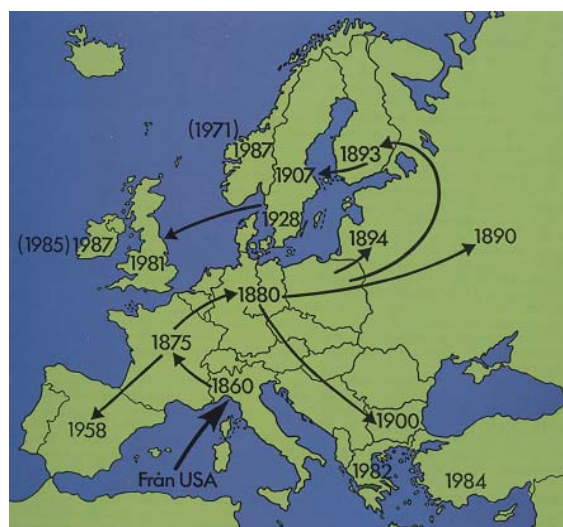
Sjukdomar och parasiter

Kräftsjukdomar indelas i två huvudgrupper; infektionssjukdomar och parasitsjukdomar. Infektionssjukdomarna, orsakas av olika mikroorganismer så som virus, bakterier, svampar och urdjur. Infektionens utveckling beror på faktorer som smittsamhet, angreppets styrka, kräftans allmänna kondition, immunitet etc. Mikroorganismer infekterar kräftorna vanligen genom att ta sig in i kroppen via matsmältningssystemet, förutom svampar som tar sig in genom skalet (Häll, 1983). Kräftornas effektiva immunförsvar gör att de kan försvara sig mot parasitangrepp och infektioner av mikrosvampar eller bakterier. Vid en infektion kommer antalet blodkroppar som cirkulerar i kräftan att minska drastiskt till ungefär hälften, för att sedan öka via nybildning av blodkroppar. Efter ca 24 timmar är blodkroppsmängden vid normalnivå igen (Persson, 1984). Vissa blodkroppar kan t.ex. fungera som fagocyter och "äter" upp bakterier och andra små organismer. Större partiklar kan inkapslas av samverkande blodkroppar. Angrepp av skadliga organismer syns som brunaktiga

fläckar på kräftans skal eller som små kapslar i kräftans blod. I dessa kapslar fångas det främmande materialet in och omges av djurets egna blodkroppar, men också av melanin. Melaninet bildar en hård barriär som mekaniskt hindrar tillväxten av den främmande organismen (Aspán & Söderhäll, 1993). Dock har själva melaninbildningen inte så stor betydelse för immunförsvaret mot inträngande parasiter, utan det är kräftans blodkroppar som är avgörande för djurets försvarsförmåga (Fürst, 1984). Kräftans sjukdomar är generellt svåra att upptäcka, enstaka döda kräftor blir ofta liggande i sina gömställen och återfinns inte, sjuka individer blir snabbt uppätta och dessutom lämnar många sjukdomar och parasiter inga yttre tecken på sin närvaro, utan upptäcks bara genom noga undersökningar. Lättast är det att upptäcka sjukdomar som orsakar massdöd bland kräftorna, t.ex. kräftpesten (Westman *et al.* 1992). Kräftans allmäntillstånd kan försämrans av dålig vattenkvalitet, stress (Madetoja & Jussila, 1996), förgiftning och brist på föda eller refuger. Dessa faktorer kan försvaga deras motståndskraft och benägenheten att insjukna ökar. Skador och sår i skalet, den inte helt kitinkladda matsmältningskanalen och gälarna är de svaga punkter där infektionerna oftast tränger in. Sjukdomsfrekvensen ökar vid alla slag av hantering; fångst, förflyttning, utplantering och transport (Westman *et al.* 1992).

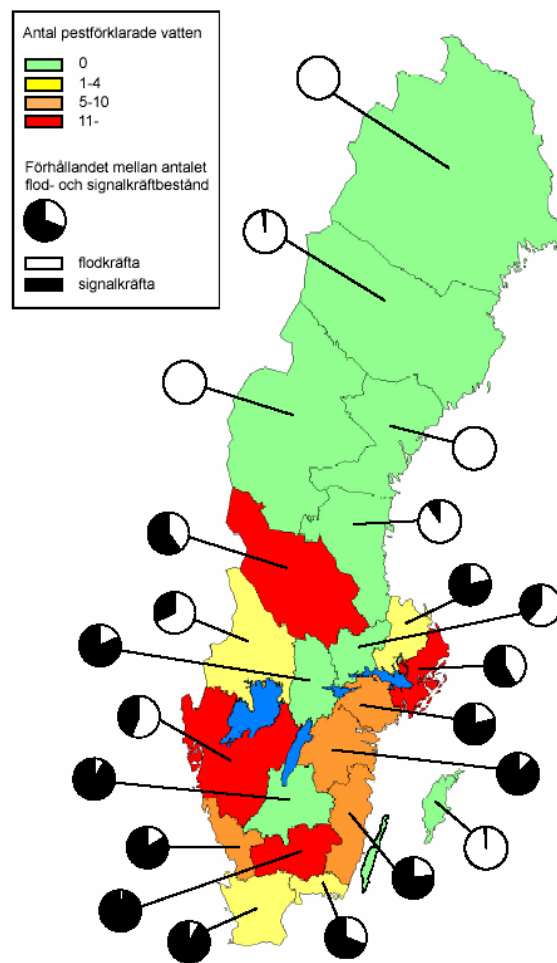
För närvarande känner man inte till några virussjukdomar hos sötvattenskräftor, men däremot hos havskräftor. Troligen kommer dock liknande infektioner som hos havskräftorna att också upptäckas hos sötvattensarterna. Det är möjligt att vissa sjukdomar som man tror beror på bakterier eller svampar i själva verket är virussjukdomar. Rygggradslösa djur har troligen någon okänd försvarsmekanism mot bakterieangrepp, eftersom de sällan insjuknar av det. Bakterier som angripit en kräfta är oftast en sekundär infektion. Primärt kan andra sjukdomar ha försvagat individen. I sår på skalet förekommer t.ex. bakterier som bryter ned kitin (Westman *et al.* 1992).

Svampsjukdomar utgör den största gruppen av kräftsjukdomar, bl.a. kräftpesten, den mest förödande av alla kräftsjukdomar. Alla svampsjukdomar ger upphov till infektioner hos kräftorna. Vissa svampar återfinns bara i sår medan andra tränger in genom skalet. Därtill är kräftrommen utsatt för svampangrepp. I Sverige har det bara påträffats två svampsjukdomar, kräftpesten och brandfläckssjukan (Westman *et al.* 1992). Om svampen kommer in i kroppshålan kommer blodkroppar att ansamlas på svampytan. Svampen har en särskild sockerart på sin cellyta som kräftans blodkroppar känner igen och kapslar in den och hindrar fortsatt tillväxt. För kräftan är det viktigaste att melanintillväxten är snabbare än svamparnas tillväxt (Aspán & Söderhäll, 1993).



Figur 3. Kräftpestens spridning vid olika tidpunkter i Europa (Westman *et al.*, 1992).

Det är troligt att kräftpesten kom till norra Italien, Genua (figur 3), 1860 från Mississippifloden med importerade kräftor, som av misstag hamnat i något fartygs ballasttankar. Från Italien spreds pesten snabbt över Mellaneuropa. År 1876 fanns den i Frankrike, 1878 i Tyskland, och under 1880-talet erövrade den nästan hela kontinenten ända till Ryssland där den nådde Uralbergen och Svarta havet under följande decennium. Dess snabba spridning från ett vattendrag till ett annat anses bero på den utbredda handeln med kräftor. Till Finland kom pesten 1893 och därifrån till Sverige, Stockholm, 1907. Därifrån spred sig sjukdomen till Mälaren och Hjälmaren. Kräftpestens spridning fortsatte efterhand och många sjöar drabbades flera gånger. Nya bestånd, långt mindre än de ursprungliga, utvecklades och när kräftorna uppnått en viss täthet spred sig pesten på nytt igen (Westman *et al.* 1992). Den nuvarande (2004) kräftpestutbredning ses i figur 4.



Figur 4. Antalet kräftpestsmittade vattendrag i Sverige (Fiskeriverket, 2004).

Det gick flera decennier från det att pesten brutit ut till den tidpunkt då man visste vad som alstrade sjukdomen. 1903 upptäckte en tysk forskare att det var svampangrepp med namnet *Aphanomyces astaci*. Kräftpestsvampen tillhör släktet vattensvampar som omfattar ett drygt tjugotal olika arter från nedbrytare till parasitiska svampar (Appelberg, 1986). Idag kan pestsvampen indelas i fyra olika grupper beroende på genetiskt släktskap. Den första gruppen är den kräftpest som infördes till Italien i slutet av 1800-talet. De tre övriga är kräftpest vars genetiska ursprung är signalkräftan,

som introducerades i Sverige 1969, och röd sumpkräfta som infördes i Spanien (Söderhäll, 2004).

Svampen växer inne i kräftans skal ofta i ett tätt, grenat nätverk av hyfer. Dessa hyfer är färglösa och jämntjocka och saknar mellanväggar. Trådarna håller sig huvudsakligen inom skalet, men kan ibland växa in i hjärnan längs bukgangliedjan. I 10°C vatten dör kräftan två till tre veckor efter det att den smittats, i varmare vatten går det snabbare och i kallt vatten går det långsammare (Westman *et al.* 1992).

Pestsvampen förökar sig asexuellt genom att producera simmande zoosporer från hyfer som tränger ut ur kräftans skal (Appelberg, 1986). Zoosporerna är ca 10 µm långa och har flageller som de simmar med. Då en zoospor hittar en ny kräfta släpper den flagellerna och omger sig med en klibbig cellvägg med vars hjälp den kan häfta sig fast på kräftan. Den snabba omvandlingen av sporen genomförs på någon minut. Några timmar senare har en hyf trängt in genom kräftans skal där den har börjat förgrena sig (Ackefors, 1993).

Tabell 2. Olika stadier i svampens livscykel och dess överlevnad utanför värden (Hamrin, 1993).

| | Livscykelstadium | | |
|----------------------------|------------------|------------|-----------|
| | Mycel | Sporcystor | Zoosporer |
| Infektionsförmåga | Saknas | Saknas | Ja |
| Uttorkning | Tål ej | Tål ej | Tål ej |
| Max temperatur | 26°C | 26°C | 23°C |
| Min temperatur | 0-1°C | 0-1°C | 0-1°C |
| Överlevnad utanför värden; | | | |
| vid 4°C | *) | 6 Dygn | 6 Dygn |
| vid 20°C | *) | 1 Dygn | 1 Dygn |

*) Mycelet kan växa i odlingsmedlet, men dör snabbt i konkurrens med bakterier och andra svampar, varför överlevnaden utanför värden begränsas till några dygn.

Det är av stor betydelse att kräftpestsporen hittar en ny kräfta, eftersom sporen saknar långvariga vilstadier eller alternativa värddar (Appelberg, 1986). Sporen kan mer tillfälligt vila några timmar genom att släppa sina flageller och omge sig med en cellvägg. I frånvaro av sin värd grov inte sporen och återbildas (se tabell 2) eftersom en kräftpestspor dör efter några få dagar utan kontakt med kräfta. Zoosporerna är för små för att aktivt kunna simma längre sträckor, vilket medför att pesten inte sprider sig motströms utan assistans. Med strömmen kan de däremot färdas långa sträckor och infektera kräftbestånd i sidovatten och biflöden. Uppströms en å eller i en sjö sprids de främst genom andra kräftor och djur som äter kräftor samt människan. Den sprids också med laxfiskar där den fastnar i fiskarnas fjäll. Kräftorna själva främjar spridningen genom att äta sina insjuknande försvarslösa artfränder. Då pesten sprids uppströms är det främst genom sjuka kräftor som går uppströms. Beräkningar visar att pesten vandrar ca 3 km/år, på hösten och vintern går spridningen saktare (Westman *et al.* 1992).

Pestens symptom sammanhänger med infektionsgrad. En sjuk kräfta är slö och rör sig i stiltgång med nedvikt stjärtparti. Den faller ofta och blir liggande på sidan p.g.a. en förändring i nervsystemet och lederna. Lyfter man upp en sjuk kräfta försvarar den sig inte med klorna utan de blir fritt hängande. Sjuka kräftor är ofta i rörelse mitt på dagen, då de normalt ska ligga i sina hålor. I skalet på extremiteterna syns ibland bruna

fläckar förorsakade av sjukdomen. Melaninprocessen hos en flodkräfta är så långsam att svampen växer snabbare än det bildas melanin vilket medför att svampen dödar kräftan (Persson, 1984).

Amerikanska kräftor har motståndskraft mot kräftpesten så när svampen tränger in i skalet på en signalkräfta sker en motreaktion som hindrar vidare spridning. Svampen kan leva lokalt i skalet, men omges av melaninpigment, som hindrar spridning. Sådana klart synliga, bruna fläckar finns oftast vid skalskador där svampen försökt tränga in. Signalkräftan kan därför fungera som en spridare av kräftpesten. Trots sin motståndskraft mot kräftpestsvampen kan signalkräftor mycket lätt dö av pesten om de utsetts för stress. I Nordamerika har det uppstått en jämvikt mellan kräfta och svampen och de kan leva tillsammans, medan här i Europa har flodkräftorna inte hunnit utveckla någon motståndskraft mot svampen och därför är pesten mycket farlig för våra kräftor (Westman *et al.* 1992).

I teorin är kräftpestbekämpningen enkel, eftersom svampen saknar vilstadier samt andra värdar och eftersom dödligheten är hundra procentig så försvinner pesten med kräftornas försvinnande. Detta innebär att om man vet att alla kräftor är borta kan man efter ett tag inplantera flodkräfta i ett drabbat område. Lättast är det att få bukt med pesten i ett mindre vatten. Det är viktigt att uppmärksamma eventuella kvarvarande kräftor i sidovatten, fickor eller liknande. Den viktigaste bekämpningsmetoden är att isolera sjukdomsområdena genom förbud mot fångst, handel och flyttning av kräftor i och från dessa. Som en annan viktig försiktighetsåtgärd bör fiskeredskap desinficeras innan de överförs till andra vattendrag. Fiskeriverket rekommenderar bl.a. följande pålitliga desinfektionsmetoder (Fiskeriverket, 2003):

- 1 Kokning: Redskapen kokas under minst fem minuters tid.
- 2 Formalinbehandling: Redskapen sänks ned i ca 4 % formalinlösning under åtminstone 20 minuter.
- 3 Starksprit: (t.ex. T-sprit) Den bästa desinfektionseffekten får man med en lösning bestående av tre delar sprit och en del vatten. Med denna lösning kan man tvätta föremål. Desinfektion av fiskeredskap kräver nedsänkning i lösningen i åtminstone 20 minuter.
- 4 Djupfrysning: Redskapen förvaras under minst ett dygn i en temperatur under -10°C.
- 5 Torkning: Fullständig torkning av redskapen tar död på pestsporer. Den bör ske på följande sätt: a) Förvara redskapen t.ex. sumpar och transportlådor i 60-80°C bastuvärme under minst fem timmar. b) Samma värme i bastun i minst en timme räcker för mindre redskap t.ex. mjärdar. c) Soltorkning lämpar sig för båtar, badkläder och diverse stora fiskeredskap. (figur 5)
- 6 Ångsterilisering: Behandling med het tryckånga för stora föremål.



Figur 5. Soltorkning användes som desinfektionsmetod mellan fisketillfällena (Eriksson, 2004).

Brandfläckssjukan är en svampsjukdom som påträffas hos kräftor. Sjukdomsalstraren heter *Ramularia astaci* som syns i den sjuka kräftans skal som runda svartbruna fläckar med en diameter av 10-20 mm. Ibland är skalet helt genomfrätt. Kräftorna försvagas av sjukdomen, fortplantningen nedsätts och dödligheten ökar speciellt under vintern. I Sverige är denna sjukdom sällsynt (Fürst, 1988).

Urdjur påträffas ofta i kräftor, både som verkliga parasiter och som "gäster" vilka utnyttjar kräftan som en bekväm boplats, men skadar den inte. De vanligaste skadliga parasiterna bland dessa encelliga varelser är spordjur. I skalet och gälarna finner man representanter för grupper av urdjur (bl.a. *Hyalophysa*, *Epistylis*) vilka kan skada kräftan om de förekommer rikligt t.ex. i odlingar eller om kräftan är försvagad (Westman *et al.* 1992).

Porslinsjukan är en sjukdom förorsakad av urdjur, *Thelohania contejeani*, som löser upp kräftans cellväggar (Johansson & Odelström, 1999). De ovala, ca 3 µm långa djuren bryter ned muskelfibrerna, vilket leder till att kräftan får svårt att röra sig och fly undan faror (Persson & Werneman, 1989). I Sverige har sjukdomen påträffats i olika delar av landet. Försurat vatten kan gynna sjukdomsspridningen. Med denna sjukdom konstateras aldrig någon massdöd, dödligheten kommer snarande smygande. Enstaka kräftor dör sporadiskt till följd av det långsamma sjukdomsförloppet och sjukdomens ringa utbredning. Detta gör att man inte blir så observant på sjukdomen. Porslinsjukan visar heller inget symptom i början och det kan därför vara lätt att flytta en smittad kräfta från ett vatten till ett annat. Kannibalism hos kräftorna bidrar starkt till att sprida sjukdomen, man bör därför alltid ta bort sjuka kräftor (Johansson & Odelström, 1999). Kräftan är uppenbarligen parasitens enda värddjur och den sprids direkt då kräftor äter infekterade artfränder. Sjuka exemplar känns igen på att stjärtens undersida blir ljus till följd av de massor av små spordjur, som invaderat muskulaturen (Westman *et al.* 1992).

En hittills föga känd sjukdom som drabbar kräftan är *Psorospermium haeckeli*, som inte har något svensk namn (Henttonen, 1994). Den har varit känd sedan mitten av 1800-talet, men man vet inte mycket om dess livscykel eller biologi. *Psorospermium haeckeli* känns igen av kräftans immunförsvar som blir aktiverat och försvagat (Hamrin, 1993). Den finns hos kräftarter i både Nordamerika och Europa. I samband med undersökningar av pestdödade flodkräftor har *Psorospermium haeckeli* under senare år ofta påträffats. En del starka flodkräftbestånd har under de senaste 10-15 åren minskat

kraftigt. Man har inte funnit någon förklaring bland kända företeelser som kan drabba kräftor, t.ex. försurning, gifter från lantbruk eller skogsbruk. Vid undersökning av överlevande kräftor har en del varit infekterade av *Psorospermium haeckeli* och det finns misstankar om att denna parasit kan vara inblandad i dödsorsaken (Fürst, 1998). De svåraste skadeverkningarna förekommer då den finns tillsammans med andra skadegörare på kräftor. Denna parasit påverkar kräftans immunförsvar negativt. *Psorospermium haeckeli* ser ut som ett mikroskopiskt tjockskaligt risgryn och återfinns i kräftans alla vävnader, särskilt i musklerna (Westman *et al.* 1992).

På kräftans skal, speciellt på framkroppen kan man ibland se små, 3-6 mm långa, maskar som heter *Branchiobdella* och är ett mellanting mellan iglar och daggmaskar, de sitter antingen på gälarna eller i kräftans skal (Persson & Werneman, 1989). Maskarnas närvaro märks oftast på de vita grupper av äggkokonger som sitter fast på extremiterna och buksidan. Maskarna fäster med hjälp av en sugkopp i bakändan. De använder enbart kräftan som transportmedel och underlag och skadar den normalt inte på något vis. Fäster de sig på gälarna försvagas dock kräftans kondition (Westman *et al.* 1992).

Hot mot flodkräftan

Trots sitt hårda skal har kräftan många fiender bland fiskar, däggdjur, fåglar och insekter. I vattendrag med gott om skydd i form av sten, håligheter eller vegetation har kräftan större möjligheter att undkomma predatorer. I vatten där kräftan har ont om skydd, kommer däremot predation och kannibalism att spela en stor roll (Jonsson, 1992). Kräftan förlitar sig inte helt på sitt hårda skal, utan flyr om den överraskas av en fiende. Hamnar den i knipa med attackerande predatorer kan den själv bryta en klo eller ben för att undkomma. Under följande skalömsning växer en ny klo eller ett ben ut (Westman *et al.* 1992).

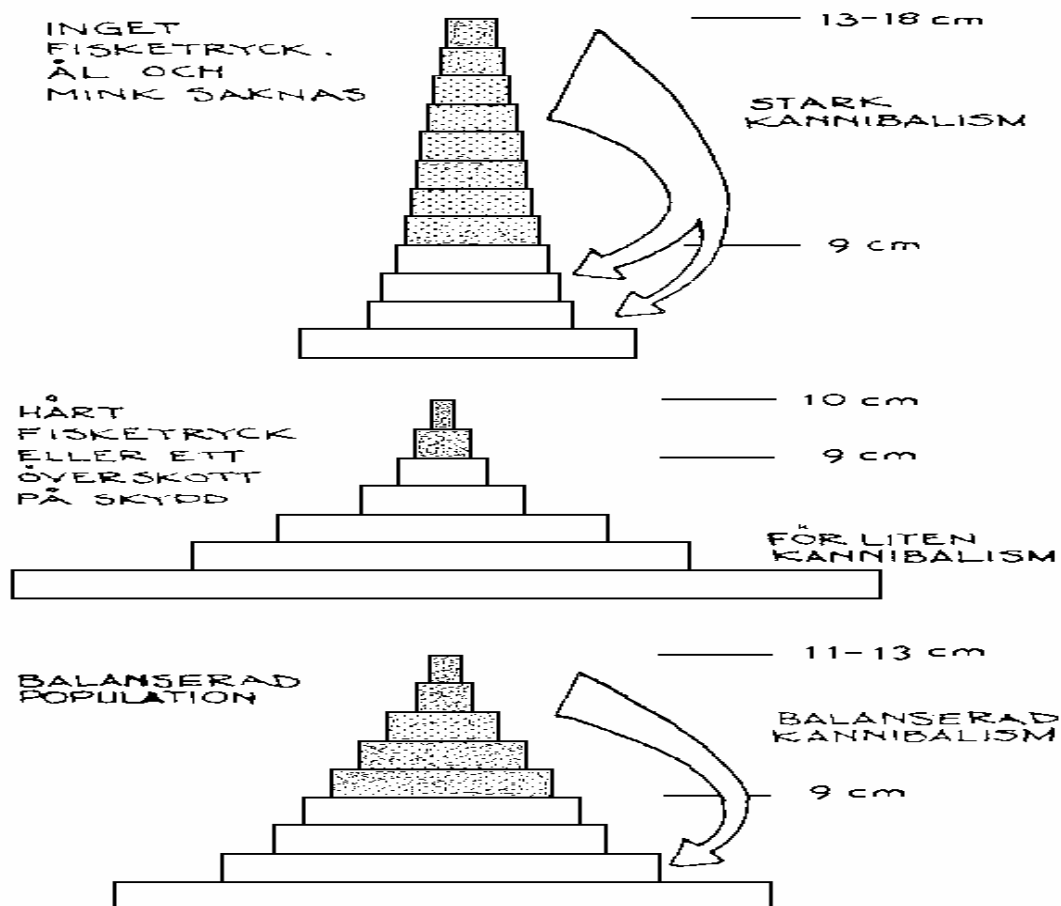
Fiskar har en stor inverkan på kräftbestånden vilket ofta visar sig genom det negativa samband som finns mellan fisktäthet och kräftbestånd (Giller & Malmquist, 1998). Bland fiskarna är det främst ål, lake (*Lota lota*), gädda (*Esox lucius*) och abborre (*Perca fluviatilis*) som är glupska kräftätare, speciellt under skalömsningen (Lundevall, 2000). Ålen tränger lätt in i kräftans håla och är därför de vuxna kräftornas värsta fiende. För de små kräftungarna på grunda bottnar i strandzonen, är abborren den farligaste fienden. Den tillfogar sammanlagt den största förlusten på kräftbestånden. Mört (*Rutilus rutilus*), brax (*Abramis brama*), id (*Leuciscus idus*) och andra bottendjursätande fiskar äter också med förtjusning kräftnyngel. I fisktomma sjöar ökar kräftbestånden explosionsartat genom att kräftorna slipper predation och konkurrens om födan (Ackefors, 1993).

Mink och bisamråtta (*Ondatra zibethicus*) är två nykomlingar i den svenska faunan som påverkar kräftbestånden märkbart. Bisamråttan sprids söderut längs Norrlandskusten från Finland, och då växtfödan tryter kan den övergå till att äta kräftor. Minken som expanderat sedan 1930-talet är en stor predator på kräftan. Ca 80-100 % av minkens sommarföda består av kräftor (Björvall & Ullström, 1995). I rinnande vatten där ingen is finns kan minken äta kräftor året om. Minken kan dyka ned och ta kräftor på ett djup av 1,4 m (Prima, 1990). Förekomst av mink upptäcks genom att det ligger högar av kräftskal längs stränderna. Lättast blir man av med minken genom fällor som placeras ut på strategiska platser längs stränderna (Pehrsson, 1999). Man ska vara noga med att placera plogformade hinder vid sidorna av fällan så att minken ser fällan som enda genomfarten. Den bästa tidpunkt att inleda minkfångsten är redan i månadsskiftet juli-augusti (Boström & Karlsson, 2002).

Andra däggdjur som vattensork (*Arvicola terrestris*), brunråtta (*Rattus norvegicus*) och räv (*Vulpes vulpes*) ger sig också på kräftor, men deras betydelse för ett kräftbestånd är väldigt liten (Pehrsson, 1999).

De allra minsta ynglen hotas av stora vatteninsekter och insektslarver, t.ex. trollsländelarver och dykarbaggar. Det har visat sig att trollsländelarverna är mycket effektiva på att döda kräftyngel (Ackefors, 1993).

Bland fåglar vet man att t.ex. doppingar (*Podicipedidae*) (Nicolai *et al.* 1995), storkfåglar (*Ciconiiformes*), lommar (*Gaviidae*), simänder (*Anatini*) och måsar (*Laridae*) äter kräftor (Ackefors, 1993).



Figur 6. Förhållanden mellan storlekarna på kräftorna beroende av predationstryck (Fängstam & Lundqvist, 1990).

Kräftan har ett kannibalistiskt beteende och äter gärna sina egna artfränder när de byter skal eller är sjuka. Honorna kan även äta sina egna ungar efter kläckningen. Kannibalism hos kräftor kan alltså spela en större roll på populationsdynamiken än predation från andra arter (Lodge & Hill, 1994, Prima, 1990). Kannibalismen kan också vara en mycket viktig faktor för att reglera storleken på kräftorna i beståndet (figurur 6).

Sverige kommer under lång tid framåt påverkas av surt nedfall. I många sjöar är därför försurning det allvarligaste hotet mot kräftan. De vatten som är mest försurningskänsliga är oftast de som är belägna längst upp i vattensystemen. Förekomsten av signalkräfta i dessa områden ger kräftpest i vattendragets nedre delar. Detta samt övergödning i flertalet vattensystem i södra Sverige gör försurningshotet allvarligt eftersom det är de övre delarna av vattensystemet som i framtiden utgör refuger för flodkräftan (Järvi & Thorell, 1999).

Kvarvarande kräftpopulationer är i många fall hårt exploaterade och ett allt för hårt fisketryck kan starkt reducera kräftbeståndet och återhämtningen hos en population av flodkräfta kan ta många år. Sannolikt är det dock nästan omöjligt att helt utrota ett

kräftbestånd genom ett alltför intensivt fiske, och kräftfisket utgör därför knappast ett direkt hot mot flodkräftan. Möjligheten att fiska kräfta kan till och med ge bättre förutsättningar för att bevara arten på lång sikt genom att det bidrar till att skapa ett lokalt intresse till att bevara arten. Överfiske kan indirekt utgöra ett hot mot flodkräftan, eftersom minskande fångster i ett vatten kan öka risken för illegal utsättning av signalkräfta (Järvi & Thorell, 1999).

Invallningar, årensningar, dikningar, reglering av vattennivå och vattenföring samt ändring av älvarnas lopp är alla ingrepp som försämrar livsmiljön för kräftan, både genom direkt och indirekt verkan. Muddringar och invallningar förändrar miljön fullständigt genom att med ett slag utplåna både gömslen och näringskällor. Dikningar och årensningar frigör oftast mycket humuspartiklar, som kan fästa vid kräftornas gälar och därmed begränsa syreupptagningen. Humuspartiklarna täcker även botten och har en negativ inverkan på pH-värdet (Persson & Werneman, 1989). Dessutom störs eller inhiberas romläggningen hos en del honor av för mycket humuspartiklar, bland de honor som bär rom aborteras en del av dessa (Hamrin, 1993). Vattenutbyggnader orsakar långvariga eller till och med permanenta miljöförändringar, som ofta är ännu mer förödande än de akuta effekterna. Vattenregleringen i många norrländska vattendrag påverkar kräftbestånden negativt då vattenföringen och strandnära bottnar påverkas (Johansson & Odelström, 1999). Vilka skador som uppstår och hur stora de blir beror på ingreppets omfattning och arbetsmetoderna, jordmånen, vattendragets tillstånd, vattenföringen, vattnets temperatur, årstid, kräftornas ålder etc. Ingrepp som försämrar vattnets kvalitet bör undvikas under perioder av låg vattenföring eller hög temperatur, och även under den känsliga skalömsningsperioden (Westman *et al.* 1992).

Metoder för fiske/provfiske

Avkastningen i en ordinär till bra kräftsjö ligger på 5-50 kg/ha och år (Fiskeriverket, 1991). Kräftfångsterna varierar mycket mellan år, men även mellan dagar. Om sommaren har varit kall och kort, mognar kräftorna sent och har dålig tillväxt. En kall och kort sommar leder också till dålig yngeltillväxt och svag yngelöverlevnad påföljande vinter. När denna årsklass senare blir fångstbar kommer fångsten fortfarande endast att vara måttlig (Tengelin, 2003). Generellt gäller att under mulna dagar är kräftan aktiv tidigare på dagen, de bästa fångsterna får man under varma mulna nätter. Regn ökar också chanserna till framgång. Sämst blir fångsterna under klara och kalla nätter och vid månsken. Åska och tryckande väder gör kräftorna mindre aktiva och minskar också chanserna till fångst (Westman *et al.* 1992).

Det äldsta sättet att fånga kräftor är för hand då man vadar i strandvattnet och lyfter på stenar och grenar där kräftorna har sina gömslen. Fångst för hand är mest framgångsrik under dygnets mörka del då kräftorna lämnat sina hålor och de kan plockas i skenet av en ljuskälla (Westman *et al.* 1992).

Vid kräftmete behövs ett metspö med rev, där man bundit fast ett bete. Käppen sätts ned i botten eller strandbrinken och betet sänks ned på önskat ställe så att de kräftor som bitit sig fast kan lyftas upp, till en håv, utan att släppa greppet. Kräftmete skiljer sig från fiskmete med krok genom att kräftan inte sitter fast utan kan släppa när den vill. Det är en gammal metod som användes redan under början av 1700-talet. Metspöna måste vittjas många gånger under kvällen och natten, inte mindre än 3-4 ggr i timmen, när det nappar som bäst (Westman *et al.* 1992).

Kräfthåven utgörs av en påse som sitter vid en rund ram. Ramens diameter är mellan 30-90 cm, och betet binds fast i nätpåsens botten (figur 7a). Idén är att kräftan, som är sysselsatt med betet, inte skall hinna ta sig ur håven då denna lyfts upp ur vattnet. Håven måste höjas lugnt och jämnt, så att inte kräftorna skräms. Nere på botten ligger håven plant, men då man tar upp den stiger kanterna upp som en bur om

kräftorna och hindrar de från fly. Det är nödvändigt att vittja håvarna lika ofta som metspöna (Westman *et al.* 1992).



Figur 7. a) klassisk kräfthåv, b) stående kräftmjärde, c) liggande kräftbur (Ideskär, 2004).

Kräftfiske med mjärde är den vanligaste fångstmetoden. Mjårdar har den fördelen att de kan ligga i vattnet en hel natt, ständigt tillsyn krävs inte. Den lämpligaste maskstorleken är 18-22 mm, vilket tillåter att små kräftor kan gå ut mellan maskorna.

Det finns två huvudtyper av mjårdar, beroende på var öppningen till buren sitter; stående- och liggande mjårdar. Stående mjårdar har formen av en avhuggen kon, pyramid eller halvsfär och ställs på botten med sin enda ingång uppåt (figurur 7b). I stående mjårdar spetsas betet på en vass sticka som m.h.a. en skåra i ena änden spänns mot nätet. Betet kan också hänga i en tråd i andra änden nedanför ingången eller stickas upp på en betesticka av metall. Ur stående mjårdar avlägsnas bytet genom att mjärden töms upp och ned. Den modell som är mest i användning är den s.k. kupolmjärden, som har rund botten. Liggande mjårdar är långsträckta, med en eller två ingångar i bottenens riktning. De är formade som hela eller halva cylindrar (figur 7c). Ingångens diameter är 6-8 cm. För att hållas raka fästs ingångshålen vid varandra m.h.a. tre eller fyra trådar som kan löpa genom mjärden eller kors och tvärs, för att försvåra att kräftorna rymmer. Cylindermjårdarna är i allmänhet 40-50 cm långa och har en diameter på 15-25 cm. I liggande mjårdar fästs betet oftast på en käpp som sticks genom mjärden, eller hängs upp i en tråd (Westman *et al.* 1992).

Redan före midnatt börjar kräftorna söka sig ut ur buren och ju närmare gryningen man kommer desto försöker de ta sig ut ur buren. Ur kupolmjårdarna sägs kräftorna t.o.m. kunna bända sig ut baklänges. Då kräftorna väl har börjat ta sig ut hindras de inte av något kvarvarande bete. Ca 2/3 av kräftorna smiter på natten. Utbytet blir således större då man vittjar flera gånger på en mjärdenatt. Vilken typ av mjärde som är bäst att använda beror på var den skall användas. På ojämna bottenar, vid stenstränder och strandsnår är cylinderformade mjårdar med två ingångshål mera praktiska än stående (Westman *et al.* 1992).

Betet är av central betydelse för fångstens framgång. Kräftorna går inte in i burarna av ren nyfikenhet utan måste lockas dit, helst med fiskbeten. Kräftor äter mört, braxen, löja (*Alburnus alburnus*), björkna (*Abramis bjoerkna*) och andra karpfiskar. Även kött har varit populärt som bete t.ex. ekorre, skata, kråka och slaktrester. Betet skall vara färskt och av fast konsistens och sprida sina dofter så långt som möjligt. För att öka doftspridningen kan betesfiskar klyvas ända till ryggraden och köttsidan vändas utåt. Betet måste också vara så stort att det inte blir uppätet mellan två vittjningar (Westman *et al.* 1992).

Det finns olika provfiskemetoder, den som fiskeriverket föreskriver från 1997 kan användas för att jämföra resultat mellan olika sjöar. Denna provfiskemetod kan användas enligt följande (Krögerström, 1997):

1. Vid undersökning av enstaka lokaler eller hela vatten.
2. När man vill följa uppbyggnaden av ett kräftbestånd över flera år.
3. När man önskar jämföra ett kräftbestånd med ett annat.
4. För att undersöka om kräftor överhuvudtaget finns i ett vatten.
5. Som en del i en allmän biologisk undersökning av ett vatten.

För att få ett korrekt resultat skall följande punkter uppfyllas:

1. Fisket skall omfattade alla bottentyper inom området och hela djupintervallet från strandkanten till icke kräftproducerande mjukbotten.
2. Kräftfisket skall genomföras i sjöar som inte kräftfiskats tidigare samma år.
3. Kräftorna skall fiskas under deras högaktiva period, d.v.s. från omkring mitten av augusti till dess att vattentemperaturen stadigvarande understiger 15 grader.
4. Vid fisket skall en finmaskig cylindermjärde med en maskstorlek på 14 mm och ingångar från båda hållen användas.
5. Mjärdarna skall läggas ut i grupper om 5 burar med 10 m mellanrum.
6. Cylindermjärdarna skall fördelas jämt längs strandkanten.
7. Mjärdarna läggs ut vinkelrätt från land, eller snett längs land om den kräftproducerande delen är smal, så att den sista mjärden hamnar där den produktiva hårbotten övergår i mjukbotten
8. En sjö med mindre än 50 ha eller en 2,5 km lång strandsträcka, ska fiskas med 50 burar.

Om mallen för standardiserat provfiske efterföljs kan man läsa ut flertalet parametrar hos kräftbestånden bl.a. storleksfördelning, könsfördelning, omfattning av skador och sjukdomar, kräftornas fördelning på olika djup.

En metod som ofta används vid provfiske är fångst och återfångst. Denna metod går ut på att man efter fångst märker varje individ och frisläpper den efter märkningen. Därefter fiskar man samma sjö igen några dagar senare och utifrån den nya fångsten kan totala beståndet skattas m.h.a. följande formel:

$$N = \frac{A * B}{C}$$

A= Antal märkta kräftor, B= Alla återfångade kräftor, C= Alla återfångade märkta kräftor

För att kunna använda sig av denna formel måste man hålla sig till följande:

1. Fångst och märkning får inte vara tekniskt svårt.
2. Märkningen får inte skada kräftan.
3. Tiden mellan märkning och återfångst måste vara tillräcklig, så att märkta kräftor kan fördela sig jämt bland övriga i populationen.
4. Populationen som man studerar måste uppehålla sig inom ett begränsat område.
5. Man ska ha tillräcklig kunskap om arten för att märkningen inte skall gå om intet, t.ex. inte märka kräftor på skalet just före ömsning.

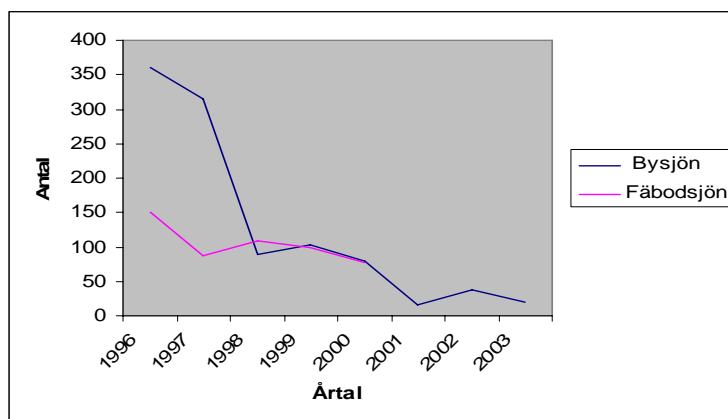
Märkningen kräver egentligen att de märkta kräftorna betar sig och överlever precis som de omärkta, något som sällan är fallet (Degerman *et al.* 1998).

Utsättning av kräftor i naturliga vatten

Undersökningar i naturliga vatten, visar att man kan räkna med en dödlighet hos de utsatta ynglen på 90-95 % fram till könsmognad (Fürst, 1988). Varje utplantering bör vara förknippad med några års fiskevila (Hannerz, 1984). Man bör inte sätta ut mindre än 2000 yngel eller 200 könsmogna, på en plats i ett vatten. Helst bör man sätta ut 5000 yngel eller 500 könsmogna. Fördelen med att sätta ut vuxna kräftor är att man vinner tid och att bortfallet är mindre (Hammarlund & Karlsson, 1987). När det gäller romhonor dimensionerar man utsättningen så att man utgår från att varje romhona motsvarar en könsmogen hona och hane. Metoden är sannolikt överlägsen både yngel och könsmogna, men inte mer överlägsen än att priset bara bör bli måttligt högre. Den lilla erfarenhet som finns tyder på att romhonorna är mycket stationära i förhållande till utsättningsplatsen. Ett annat alternativ kan vara att sätta ut ensamriga kräftor som sannolikt är överlägsna nykläckta yngel. Man sätter förslagsvis ut hälften så många ensamriga, som yngel, på varje plats (Fürst, 1988).

Fältstudie riktad mot bestämning av bestandsstorlek hos flodkräfta på Ulvöarna

Syftet med fältstudien är att klargöra status och förekomst samt bestandsstorleken av flodkräftor i fyra sjöar på Ulvöarna. Kräftpopulationerna som studerades har enligt uppgift minskat kraftigt under de senaste 8 åren (fig. 8), fisket har bedrivits med 40 burnätter i båda sjöarna under den perioden. Vi diskuterar de bakomliggande faktorerna som kan vara orsaken till denna nedgång samt ger rekommendationer som främjar utvecklingen av sjöarnas flodkräftbestånd.

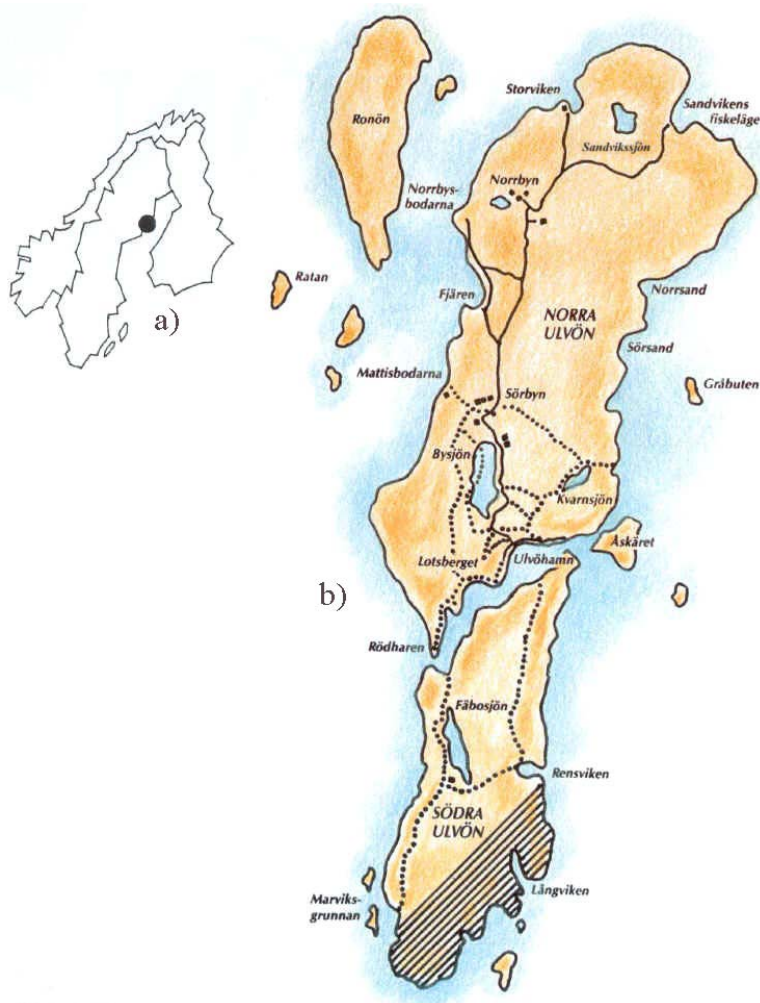


Figur 8. Fångst av flodkräfta för två av sjöarna på Ulvöarna (st/år).

Material och Metoder

Provfiske

Vårt provfiske har skett på Ulvöarna som är beläget i Västernorrlands län (fig. 9a). Sjöarna som provfiskades var Bysjön, Fäbodsjön, Kvarnsjön och Sandvikssjön (fig. 9b). Vi gjorde ett försök att provfiska under mitten av juli 2004, detta försök var dock misslyckat p.g.a. kräftorna ömsar skal under juli och håller sig stilla då (Appelberg & Odelström, 1990). Efter vi lagt ut 50 burar i 2 nätter och bara fått 5 kräftor i Bysjön, beslutades det att provfisket skulle ske i slutet av augusti istället. Vanligtvis har provfiske skett i augusti i samband med kräftpremiären. Vårt provfiske ägde rum mellan 24-28 augusti. Förutom dessa dagar i augusti inventerade vi sjöarna och dess omgivningar under juli och augusti månad. Fiskeriverkets mall för kräftprovfiske i sjöar och vattendrag har följts (Fiskeriverket, 1997). Mjärdarna lades ut strax före skymningen, till bete användes fryst mört i samtliga fall. De första burarna lades ut i skuggiga partier och de burar som lades ut sist placerades i morgonskuggiga partier. Luft- och vattentemperaturen samt väderförhållanden noterades vid början av utläggningen och vid vittjning av burarna.



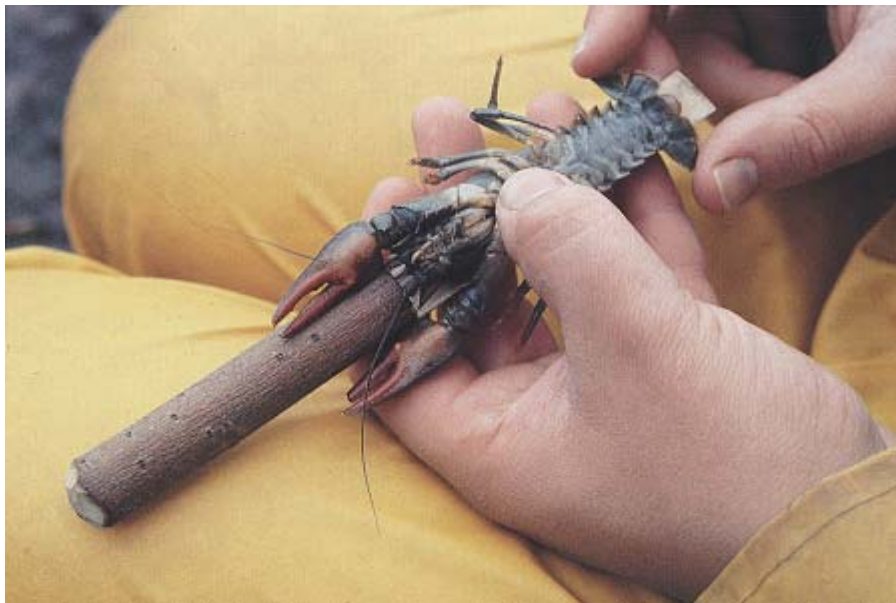
Figur 9. a) Ulvöarnas plats på Sverigekartan. b) Ulvöarna och deras sjöar.

Djup och bottenstruktur mättes för varje enskild burs placering m.h.a. måttsticka enligt följande;

1. Mjukbotten: Botten som inte är tillräckligt fast för att kräftorna själva ska kunna gräva skyddande hål.
2. Hårdbotten: Grus- eller sandbotten, berghäll eller fastbotten (främst lera) där kräftorna själva kan gräva skyddande hål.
3. Stenbotten: Botten dominerad av sten som är tillräckligt stor för att erbjuda kräftor skyddsmöjligheter (Naturvårdsverket, 1996).

Vittjningen påbörjades i samtliga fall kl. 6. För varje bur antecknades antalet kräftor samt om agnet var helt eller delvis uppätet. Kräftorna mättes och undersöktes enligt följande;

- Totallängd (från pannspets till stjärtpets) med 1 mm noggrannhet (fig. 10).
- Kön.
- Skalömsningsfas:
Nyömsad- skalet mycket mjukt, har klar färg och blank undersida.
På väg att ömsa- ryggskölden mjuk, färgen mörk, verkar smutsig.
Hård- normalstadiet.
- Skador så som saknade klor o.s.v.
- Sjukdomar.



Figur 10. Totallängd mäts från pannspets till stjärtpets (Westman *et. al*, 1992).

Fångst och återfångst

Bysjön var den enda provfiskade sjön med tillräckligt många fångade kräftor för att göra ett tillförlitlig fångst- återfångstförsök. För att beräkna storleken på kräftpopulationen användes PIT-tags (Passive Integrated Transponder) (Prentice *et. al*, 1990) som injicerades i de fångade kräftor. En PIT- tag är stort som ett riskorn och består av ett inglasat kodat microchip som är unikt numrerat. Denna teknik gör det enkelt att identifiera olika individer med en dekoder som i sitt elektromagnetiska fält laddar märket, vilket sedan skickar en signal till dekodern för avläsning. Dekodern visar sedan den kombination av siffror och bokstäver som fanns lagrad på PIT-taggen. Detta gör att

man kan identifiera olika individer (Biomark, 2004). Med dem kan man utföra övervakning av den märkta individen under en längre tid då märket har en mycket lång livslängd. Kräftorna som fångades i Bysjön märktes med PIT-tags, som injicerades mellan skalet och gälarna, därefter släpptes kräftorna tillbaka. Efter fyra dagar lades burarna ut på samma platser igen. När burarna vittjades användes en dekoder för att kontrollera om någon av kräftorna i buren var fångad tidigare. Vi använde oss av formeln som beskrivits tidigare under rubriken provfiskemetoder.

Vattenkemiska värden

Tabell 3. Vattenkemiska värden från de undersökta sjöarna (Spens, 2004).

| | Färg | Konduktans | Alkalinitet | pH | Flikthal |
|--------------|------|------------|-------------|-----|----------|
| Fäbodsjön | 30 | 13,2 | 0,99 | 7,1 | 1,9 |
| Bysjön | 25 | 14,8 | 1,16 | 7,1 | 2,2 |
| Kvarnsjön | 40 | 16,1 | 1,34 | 6,8 | 1,4 |
| Sandvikssjön | 30 | 6,7 | 0,31 | 6,9 | 1,1 |

De vattenkemiska värden som vi utgår ifrån för de olika sjöarna visas i tabell 3 (prover tagna 1986-03-14 på 2 meters djup). Alkalinitet, konduktans och pH, se tidigare beskrivning.

Färgen på vattnet har beskrivits enligt följande:

>10 = ej eller obetydligt färgat

10-25 = svagt färgat vatten

25-60 = måttligt färgat

Flikthal ($= \text{strandlängd} / \sqrt{(4\pi * \text{sjöytan})}$) är ett beräknat mått på strandlinjens oregelbundenhet och anger förhållandet mellan strandlinjens uppmätta längd och omkretsen på en cirkel som innesluter sjöytan area. Det finns ett starkt samband mellan flikighet och ojämn bottenpografi. En sjö med oregelbunden strandlinje har även en oregelbunden botten (Söderberg & Norrgrann, 2001). I en sjö med högt flikthal ökar sannolikheten att botten vid stranden är variationsrik. Detta gynnar kräftan som lättare kan hitta ett habitat som passar den vid skiftande förhållanden.

För Bysjön har vi ytterligare ett vattenkemiskt värde av betydelse för kräftorna; total fosfor som utgörs av löst och oorganiskt fosfor, polyfosfater samt partikulärt bundet organiskt- och oorganisk fosfor. Tillsammans utgör de en potentiell näringskälla för växterna eftersom de kan ombildas till för växterna tillgängligt fosfat. Fosfor halten är som högst efter vårcirkulationen i starten av produktionsäsongen. I slutet av sommaren har alg tillväxten förbrukat fosfor och halten sjunker (Söderberg & Norrgrann, 2001).

Vattenvegetation

De vattenväxter (Durantel & Enjelvin, 1989) som vi ffa. fann i sjöarna var;

Gäddnate: (*Potamogeton natans*) är en flerårig ört som kan bli 1-2 m lång. Den blommar i ett 3-4 cm långt ax. Det finns både flytblad och undervattensblad hos denna växt. De flytande övervattensbladen är ovala och blir 5-10 cm långa och 3-5 cm breda. Gäddnate

är karakteristisk i lugna eller stillastående vatten av olika näringsgrad, t.ex. sjöar och dammar.

Hårslinga: (*Myriophyllum alternifolium*) är en späd meterlång slingbildande vattenväxt. Stjälken är millimetertjock och växten är rödaktig i färgen. Bladen sitter tre eller fyra i krans och är djupt parflikiga med hårfina bladflikar. Den växer företrädevis i näringsfattiga sjöar.

Sjöfräken: (*Equisetum fluviatile*) blir 0,3-1 m hög, med en stjälk som kan vara grenad eller ogrenad och är lätt att trycka ihop. Den växer i åar, diken, sjöar och grunda dammar, ofta på platser med växlande vattenstånd. Växer på både näringsrikt och näringsfattigt underlag.

Vattenklöver: (*Menyanthes trifoliata*) är en flerårig ört, bladen är treflikiga med omvänt äggformade småblad. Bladskäften är tjocka och har slidor som omsluter jordstammen, vilken är tjock och krypande. Blommorna sitter i en gles klase, är vitrosa och håriga. Vattenklöverna blommar i maj till juni. Den växer både i näringsrika och näringsfattiga miljöer i örtrika sumpskogar, på fuktiga ängar och i kärr samt vid stränder på grunt vatten.

Vit näckros: (*Nymphaea alba*) är en flerårig ört som blir mellan 0,2-2 m lång. Det finns både flytblad och undervattensblad, som blir 10-30 cm i diameter. Näckrosen har vita blommor som kan bli upp till 20 cm. Näckrosen trivs bäst i lugna sjöar, framför allt i skogstrakter.

Beskrivning av sjöarna

Fiskerätten i de olika sjöarna ligger hos markägarna för respektive sjö. Kräfftiske har bedrivits i alla sjöar, utom Kvarnsjön, tidigare år. Under 2004 hade det inte fiskats efter kräftor i någon av de sjöar som vi provfiskade i.

Bysjön är den största av de fyra sjöar på Ulvöarna som provfiskats (19,3ha) och har ett medeldjup på 5,6 m. Enligt Westman *et al.* 1992 ska 90 % av alla kräftor finnas inom 12 % av sjöns area, detta ger att 90 % av kräftorna kommer att befinna sig inom 2,5 ha för Bysjön. Sjön har en omloppstid på 3,22 år och omges av relativt höga berg på alla sidor och bottenstrukturen antas vara ganska ojämn (Söderberg & Norrgrann, 2001). Sjön saknar ett större inlopp, men ett par mindre bäckar rinner ut i sjön och via en liten bäck är sjön förbunden med Kvarnsjön. Vattnet är klart och fritt från humuspartiklar. Strandkanten består till största delen av fin kräftbotten, särskilt på västra sidan är botten mycket kräftvänlig. Botten närmast strandkanten sluttar brant vilket gör den kräftproducerande zonen relativt liten. Fiskbestånden är stora i Bysjön med abborre, gädda och mört. Lämnningar efter minkar påträffades längs strandkanten. Totalfosforhalten i Bysjön uppmättes till 6,0 1986-03-14 (Spens, 2004). Vid värden under 12 anses sjön vara oligotrof, vilket gör Bysjön till en näringsfattig sjö. Bysjön har mycket vattenvegetation, ffa. fann vi gäddnate, hårslinga, sjöfräken och vit näckros. Burarna började läggas ut i Bysjön vid kl. 18.00 och arbetet avslutades kl. 20.00, vattentemperaturen var 18°C, solen sken och en svag bris blåste. Vid vittjningen var vädret halvklart, 17°C i vattnet. Vittjningen avslutades kl. 10.15 då samtliga fångade kräftor märkts och släpps ut på fångstplatsen igen. Vid andra provfisket lades burarna ut vid kl. 17.30 och arbetet avslutades kl. 19.30, vattentemperaturen var 16°C och det blåste kraftigt under hela iläggningsen. Vid vittjningen var vädret soligt, 16°C i vattnet.

Fäbodsjön är enda sjö som ligger på södra Ulvön. Den är näst störst av de undersökta sjöarna (10 ha). För Fäbodsjön skall 90 % av kräftorna finnas på ett område motsvarande 1,2 ha. På östra sidan sluttar en lodrät bergvägg ned mot vattnet längs en stor del av sjön, i övrigt sluttade botten ganska brant ned mot djupare vatten. Ett undantag är dock vikarna på norra och södra sidan av sjön där botten sluttade svagt.

Sjön saknar något större inlopp, men ett antal små bäckar rinner ut i sjön och ett litet utlopp leder från sjön. Det fanns gott om gynnsamma kräftbottnar eftersom en stor del av den undersökta botten var grus- eller stenbotten. Det finns gott om både abborre, gädda och mört i sjön, dessutom finns det mink och bäver runt sjön. De dominerande vattenväxterna i Fäbodsjön vid vårt provfiske var gäddnate, sjöfräken och vit näckros. Burarna lades ut i Fäbodsjön mellan kl. 17.00 och kl. 18.50, vattentemperaturen var 16°C och det var mulet. Vid vittjningen var vädret soligt, 15°C i vattnet.

Kvarnsjön är den minsta undersökta sjö (4,2 ha). Sjön är den enda som har ett inlopp och ett utlopp. Dessutom rinner en mindre bäck ut i Kvarnsjön. Utloppet leder till havet som ligger ca 500 m från sjön. Kvarnsjön är en avsnörd havsvik som bildades för ca 2500 år sedan. Sjön var tidigare uppdämd med ca 5 m, men dammen har sedan länge brustit och idag har sjön åter en normal vattennivå. Bottenstrukturen har ändrats p.g.a. dammen, det är mer dy nära strandkanten än vad som annars skulle vara fallet. Stranden är lite flikig och botten består till största delen av mjuk dybotten med låg förmultningsgrad. För Kvarnsjön så skall 90 % av kräftorna uppehålla sig på 0,5 ha. Den produktiva kräftbotten sluttade svagt och endast på vissa strandnära platser var den hård. Vattnet är klart, men är ändå det grumligaste av de vatten som undersöktes. Det finns även här ett rikligt bestånd av mört, abborre och gädda. I skogen runt om kring Kvarnsjön finns mink. Sjön ligger i skogsmark med granskog ända ned till strandkanten och det är ganska flackt ned mot vattnet på samtliga sidor. Kräftor antas kunna vandra mellan Bysjön och Kvarnsjön under hög vattenföring. Kvarnsjön har mycket vattenvegetation, ff.a. fann vi gäddnate, sjöfräken och vit näckros. Burarna i Kvarnsjön började läggas ut vid kl. 17.30 och arbetet avslutades kl. 19.30, vattentemperaturen var 18°C och det var soligt och mycket blåsigt under kvällen, under natten gick ett åskväder förbi. Vid vittjningen var vädret halvklart, 16°C i vattnet.

Sandvikssjön var den sjö som skiljde sig mest från de övriga sjöarna i vår studie. Sjön är den näst minsta av de undersökta (4,8 ha). Den saknar inlopp och har bara ett mindre utlopp. Det fanns inte mycket vatten- och bottenvegetation i sjön. Kräftorna kan förväntas uppehålla sig på ca 0,6 ha av sjöns totala area. Botten bestod till största delen av mjuk dy med låg förmultningsgrad. På botten närmast strandkanten låg en massa död ved, som delvis hade brutits ned. Strandkanten var lite flikig och sluttade flackt ned mot djupare vatten. Omgivningen bestod till största delen av tallskog med typisk myrkaraktär. I sjön fanns ett mindre abborrbestånd och intill sjön fann vi mink. I Sandvikssjön var den dominerande vattenväxten vattenklöver.

Vi började lägga ut burarna i Sandvikssjön kl. 17.00 och avslutade arbetet kl. 18.30. Vattentemperaturen var 16°C och det regnade och blåste kraftigt under hela iläggningsen. Vid vittjningen var vädret halvklart, 16°C i vattnet.

För att mäta cesiumhalten i vattenlevande organismer skickades prover in till Miljökontoret i Härnösand. Vi använde oss av abborre istället för kräftor eftersom det krävs en stor andel kött från individen för att få ett tillförlitligt provsvar. Svaren visar att abborre fångad i Bysjön hade en bequerelhalt på 722 Bq och abborre fångad i Fäbodsjön hade 387 Bq. Från de övriga två sjöarna togs inga prover för att analysera bequerelhalten, detta för att flodkräftpopulationen var så liten att den inte var aktuell om människoföda.

Resultat

Fångsten i Bysjön utgjordes av 55 kräftor vid första fisketillfället, samtliga märktes och släpptes fria igen. Vid andra fisket fick vi 67 st varav 3 st hade fångats

tidigare vilket ger oss en total fångst på 122 kräftor för Bysjön. Det fångades mycket få kräftor i Kvarnsjön, endast 2 st (fig. 11).

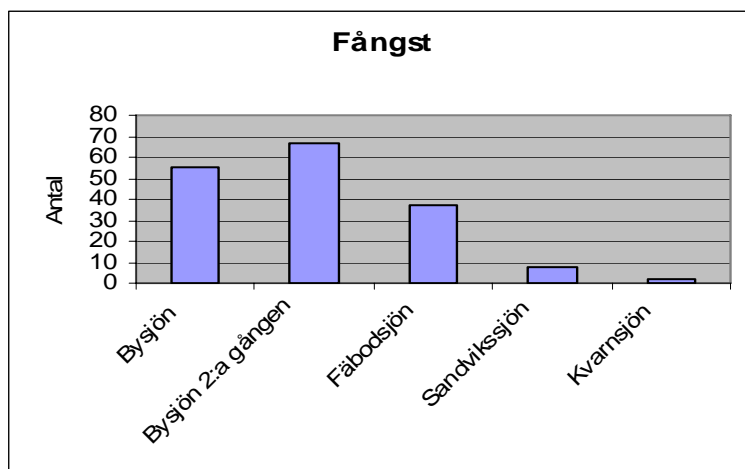


Fig. 11. Fångstfördelningen i de undersökta sjöarna (st/sjö).

Fångst per ansträngning

Bysjön var den sjö som hade högsta antalet kräftor per bur. I snitt fick vi drygt en kräfta per bur. Detta resultat kan jämföras med de låga siffrorna, bara 0,04 kräftor per bur i Kvarnsjön (se tabell 4). I Fäbodsjön fångades i snitt 0,74 kräftor per bur.

Tabell 4. Fångst per ansträngning i de olika sjöarna (st/bur/natt).

| Sjö | Antal | Fångst per ansträngning |
|-------------------|-------|-------------------------|
| Bysjön | 55 | 1,1 |
| Bysjön 2:a gången | 67 | 1,34 |
| Fäbodsjön | 37 | 0,74 |
| Kvarnsjön | 2 | 0,04 |
| Sandvikssjön | 8 | 0,16 |

Fångst och återfångst

Vid första provfisket i Bysjön fångades 55 kräftor som märktes med PIT-tags och släpptes sedan fria. Av dessa fångades endast 3 st igen den andra gången vi fiskade. Totala fångsten andra gången uppgick till 67 st. Om dessa värden sätts in i formeln som beskrevs tidigare ger det:

$$\text{Totala beståndet} = \frac{55 \cdot 67}{3} = 1228 \text{ st}$$

Detta skulle betyda att det totala antalet kräftor i Bysjön skulle uppgå till 1228 st. Om vi använder oss av förhållandet mellan antalet fångade kräftor/bur och den beräknade beståndsstorleken kan vi räkna ut beståndsstorleken för de övriga sjöarna också. För Kvarnsjön skulle beståndsstorleken vara 40 individer, för Fäbodsjön skulle samma siffra vara 745 st och för Sandvikssjön skulle den siffran vara 161 individer. Dessa siffror kan dock bara ge en fingervisning om beståndens totala storlek. Om vi räknar med att Bysjöns population uppehåller sig på ca 12 % av totala arean får vi en kräfttäthet på ca 0,44 kräftor/10 m². Samma siffra för de övriga sjöarna är 0,56 för Fäbodsjön, 0,07 för Kvarnsjön och slutligen 0,25 för Sandvikssjön.

Medellängden av de fångade kräftorna i Bysjön var drygt 95 mm vid första fisket och 91 mm vid andra fisket. Längdfördelningen varierade mellan 55 mm och 120 m (fig. 12).

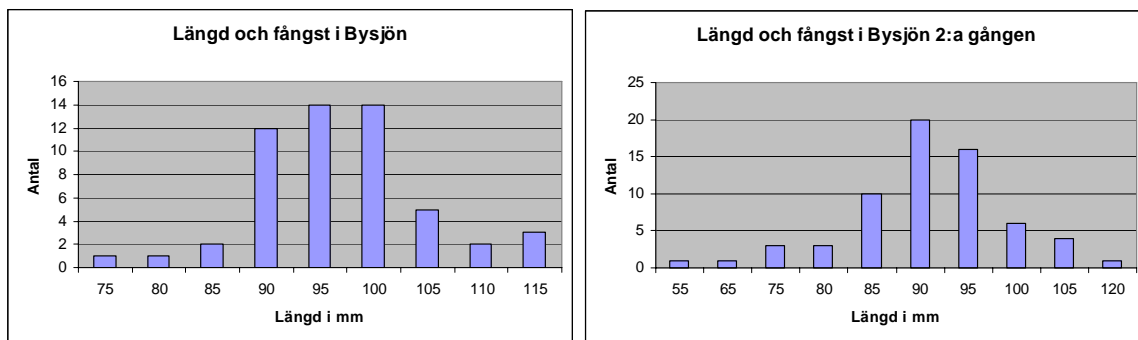


Fig. 12. Längdfördelningen hos kräftorna som fångades i Bysjön vid första och andra fisket.

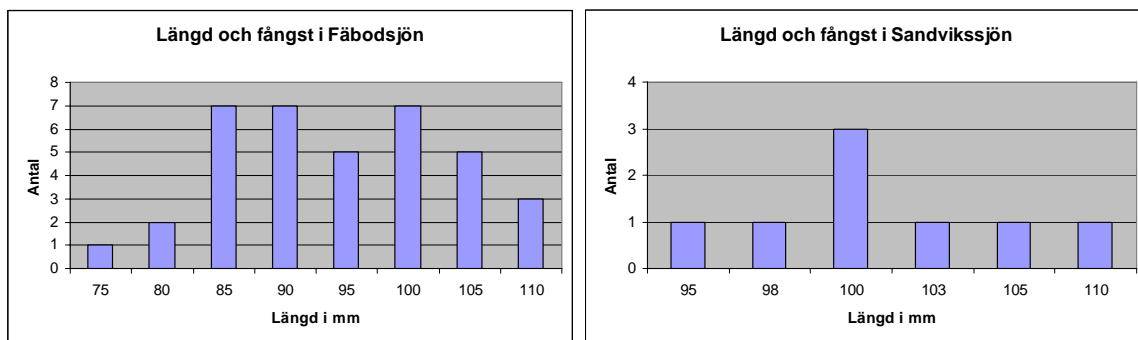


Fig. 13. Längdfördelningen i Fäbodsjön.

Fig. 14 . Längdfördelningen i Sandvikssjön.

Det fångades totalt 37 kräftor i Fäbodsjön varav 24 var hanar och 13 honor (fig. 19). Medellängden för hanar var 96 mm och 91 mm för honor. Den totala medellängden var 94 mm. Kräftornas längd varierade mellan 75- och 110 mm (fig. 13). Antalet kräftor som fångades i Sandvikssjön uppgick till 8 st. Av dessa var 5 st hanar och 3 st honor. Majoriteten av de fångade kräftorna hade en blåaktig färg. Medelstorleken för hannarna var 103 mm, för honorna var 98 mm och den totala medellängden var 101 mm. Längden varierade mellan 95 mm och 110 mm (fig. 14). Vi fick bara två kräftor i Kvarnsjön, en hona och en hane. Honan var väldigt ljus till färgen, nästan blå, hanen var mer ljusbrun. Längden på hanen var 105 mm medan honan var 95 mm, vilket ger den totala medellängden på 100 mm, båda fångades i samma bur på hård botten vid ett djup av 100 cm.

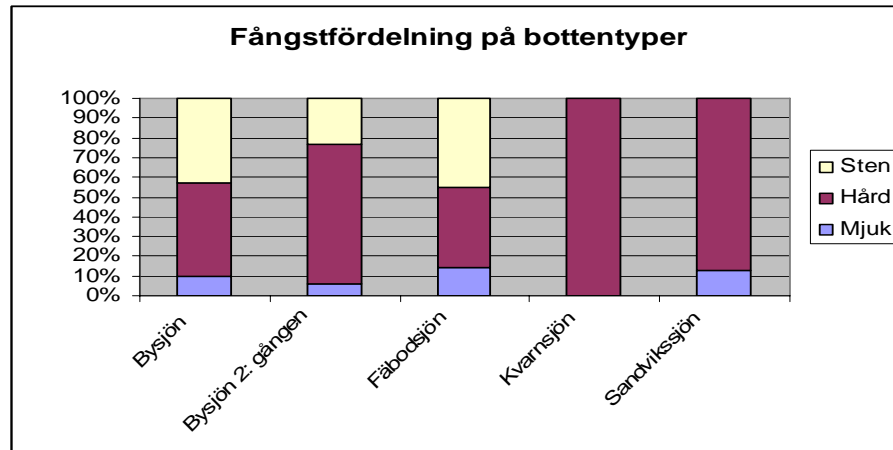


Fig. 15. Fångstfördelningen på olika bottentyper i de undersökta sjöarna (procent/sjö).

Kräftorna som fångades i Bysjön föredrog hård botten följt av stenbotten (fig. 15). Det var bara en liten del av kräftorna som fångades på mjuk botten. Djupet som föredrogs i Bysjön var olika, första gången var det ett djup på 120 cm medan det vid andra provfisket fångades flest kräftor på ett djup av 70 cm (fig. 16).

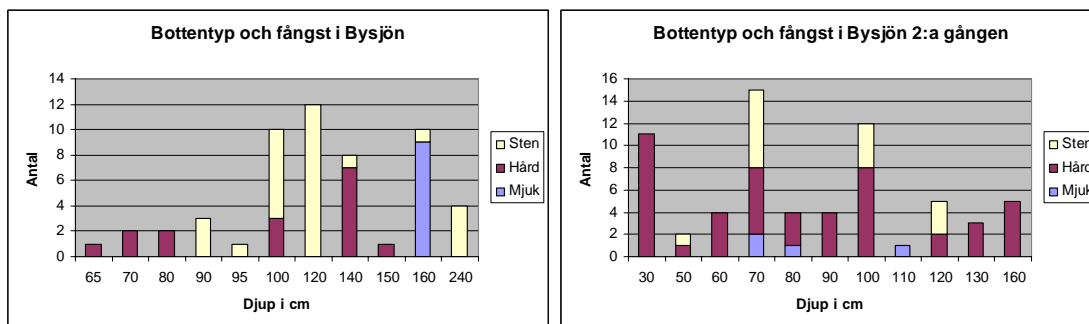


Fig. 16. Bottentyp, fångst och djupfördelning i Bysjön (st/cm).

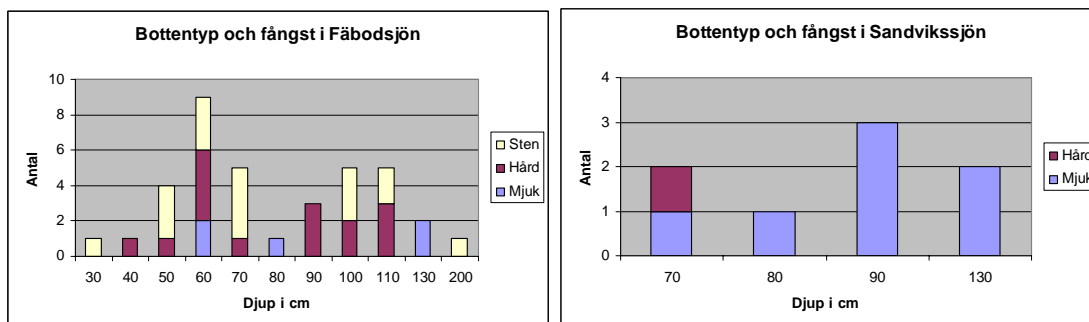
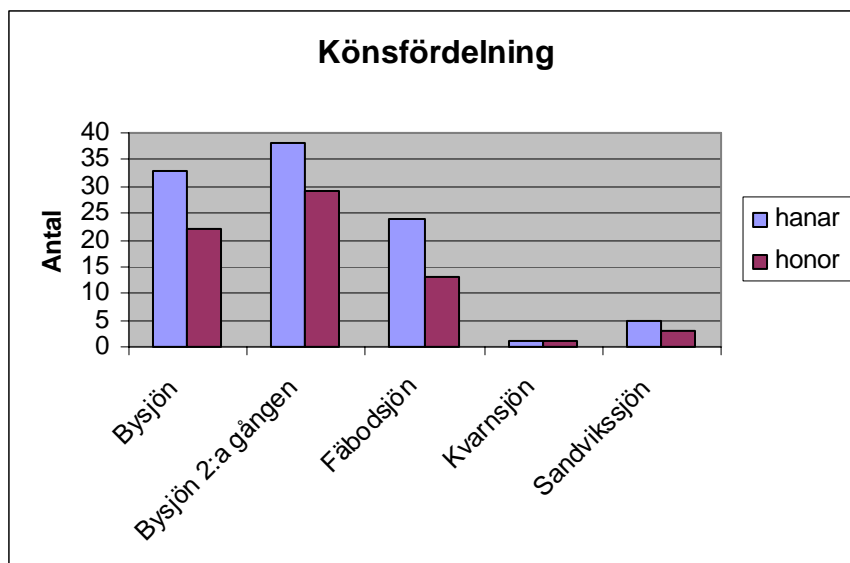


Fig. 17. Fångstfördelning på bottentyp (st/cm). Fig. 18. Fångstfördelning på bottentyp (st/cm).

Bottenstrukturen bestod till 48 % av hård botten, till 32 % av sten och till 20 % av mjuk botten i Bysjön. Av de fångade kräftorna i Fäbodsjön fångades 45 % på sten botten, 41 % på hård botten och 14 % på mjuk botten (figur 15). Djupet som kräftorna föredrog i Fäbodsjön var 60 cm (figur 17).

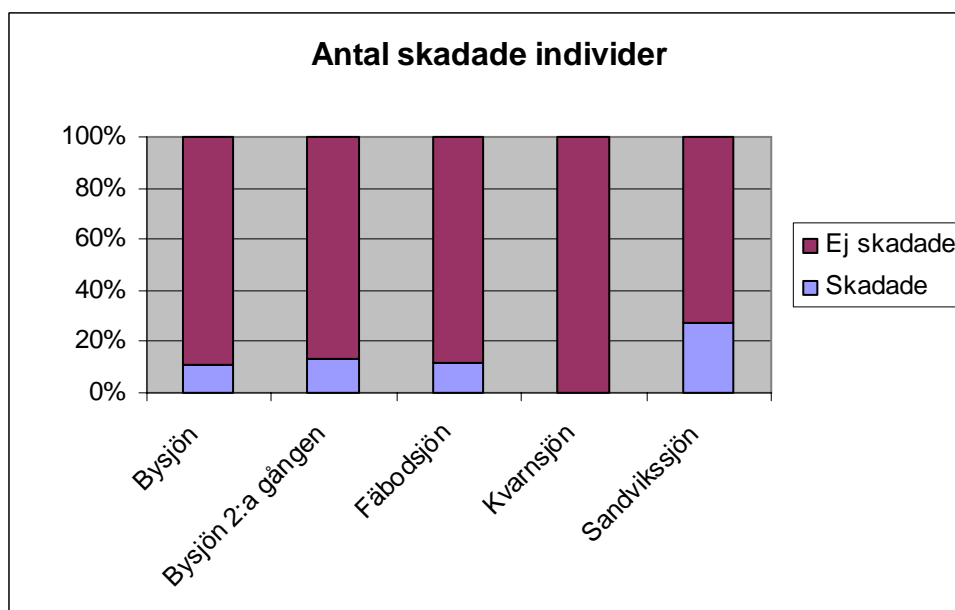
Bottenstrukturen i Sandvikssjön där burarna låg bestod av 84 % mjuk botten och 14 % hård (figur 15). En kräfta fångades på hård botten, resten fångades på mjuk botten (figur 18).



Figur 19. Könsfördelningen för samtliga undersökta sjöar (st/sjö).

Antalet honor som fångades i Bysjön var 51 st och hanarna var 71 till antalet (figur 19). Det fångades flest hankräfter vid båda fiskena.

Skadefrekvensen hos de fångade kräftorna i Bysjön var 11 % vid första fisket och 13 % vid andra fisket. Av de fångade i Fäbodsjön var endast 12 % skadade på ett eller annat sätt. Ingen av de två fångade kräftorna i Kvarnsjön var skadade. 27 % av kräftorna i Sandvikssjön hade någon form av skada på sig (figur 20).



Figur 20. Skadefrekvensen hos kräftbestånden (procent/sjö).

De flesta av burarna i Bysjön som var tomma hade haft besök av kräftor före vittningen (se tabell 5), burarna i Kvarnsjön hade samtliga agn kvar oätta (förutom i buren med kräftor).

Tabell 5. Antalet (st) burar med någon form av betning på agnet.

| Sjö | Antal tomma burar med ätet agn | Antal burar utan kräfta | Procent av totala antalet burar | Procent av burar utan fångst |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Bysjön | 12 | 28 | 24 | 43 |
| Bysjön 2:a gången | 13 | 22 | 26 | 54 |
| Fäbodsjön | 8 | 28 | 16 | 36 |
| Sandvikssjön | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kvarnsjön | 0 | 0 | 0 | 0 |

Diskussion

Vår studie visar tydligt att det finns flodkräftor i samtliga undersökta sjöar på Ulvöarna, men det är mycket svaga bestånd i två av sjöarna. Resultaten visar att kräftpopulationerna i de undersökta sjöarna är svaga, då maximala tätheten i vår studie visade på 0,56 individer/10 m². Enligt Westman *et al.* 1992 ska en god kräftsjö kunna hysa populationer på 8 kräftor/m².

Med hjälp av resultaten kan det utläsas ett tydligt samband mellan botten typ och fångst. Kräftorna som fångades föredrog i samtliga fall hård botten och sten botten före mjuk botten. Detta samband påverkar fångstfördelningen i sjöarna med vissa "hot spots" med hög kräfttäthet samt fläckar med låg täthet. Djupet som kräftorna föredrog var olika i de olika sjöarna och även mellan provfiskena i Bysjön var variationen stor. Under det första fisket fångades det största antalet kräftor på ett djup över 1 m, medan den andra gången fångades största antalet på ett djup under 1 m. Huruvida vädret har någon påverkan på resultaten är svårt att säga eftersom vi bara provfiskade en enda gång i alla sjöar utom Bysjön, detta gör det omöjligt att uppskatta hur stor påverkan vädret hade. Det går inte heller att uppskatta om temperaturen hade någon inverkan på fångstresultatet.

Kräftorna som rymde ur cylinderburarna hade antingen tagit sig ut genom ingången eller så hade de en storlek som gjorde att de kunde pressa sig ut mellan burmaskorna. Burarna hade en maskstorlek på 30 mm vilket motsvarar en omkrets på 60 mm. Det innebär att kräftorna som rymde har varit mindre än en cirkel med en diameter på ca 2 cm (Omkrets = π * Diameter). Den storleken uppnår kräftor före sin fjärde sommar i de norrländska vattnen (Westman *et al.* 1992). Antalet kräftor som fångades i Bysjön måste vara ett minimiantal, detta för att agnet ätits någon gång under natten i 54 % av de burar som var tomma vid vittningen. Bysjön har god tillgång på mindre kräftor vilket visade sig i båda provfiskena. I både Sandvikssjön och Kvarnsjön var inga burar betade förutom i burar där kräftor fångades. Fäbodsjön har relativt god tillgång på mindre kräftor, 36 % av de tomma burarna var betade.

Åtgärdsprogram

Den generella målsättning vid skötsel av kräftvatten är att åstadkomma så produktiva kräftbestånd som möjligt. Detta tror vi kan åstadkommas genom;

- Att Förbättra livsmiljön i vissa avseenden.
- Att öka tillgången på skydd.
- Att reglera kräftfisket.
- Att minska för kräftorna skadliga arter.
- Att öka kunskapen om kräftor bland allmänheten.
- Att förhindra spridning av sjukdomar, främst kräftpest.
- Att underlätta spridning till nya habitat.

För de undersökta sjöarna rekommenderas olika fiskevårdsåtgärder för att kräftorna ska etablera långsiktigt livskraftiga populationer. Vi ser inte att flodkräftorna i Bysjön idag är hotade på vare sig kort eller lång sikt, förutsatt att signalkräfter och kräftpest inte sprids till sjön, så föreslagna åtgärder är riktade mot en hög avkastning.

Det största hotet mot kräftbestånden på Ulvöarna är en inplantering av signalkräfta. Eftersom många illegala utsättningar sker i oförstånd och utan att man är medvetna om konsekvenserna är möjligheterna att nå ut med information till allmänheten av avgörande betydelse för bevarandearbetet. Mer information och ökad kunskap bör dessutom ges till fiskerättsägarna om flodkräftans totala värde. Fiskerättsägarna måste vara motiverade att satsa på flodkräftan och få såväl råd som aktiv hjälp gällande fiskets bedrivande och kräftfiskevård.

Bysjön är den sjö som har de bästa förutsättningarna för att bli en mycket bra kräftsjö. Andelen kloskador beror ofta bl.a. på populationstäthet och tillgång till lämpligt skydd (Nyström, 1989). Den låga skadefrekvensen skulle i så fall kunna indikera att tillgången på gömslen är god i Bysjön. De flesta kräftor som fångades i Bysjön hade en längd på 9-10 cm. Men våra resultat kan indikera att det råder brist på kräftor över 10 cm. Födan är ingen begränsande faktor eftersom det fanns mycket gott om lämpliga vattenväxter i sjön.

Som tidigare har nämnts i litteraturdelen kan tätheter på 0,3-8 individer/m² vara möjliga i goda kräftvatten. Ca 90 % av kräftpopulationen finns inom 12 % av sjöns yta (Westman *et al.* 1992). För Bysjön skulle det motsvara 2,4 ha vilket i sin tur ger en population på 0,044 kräftor/ m². Vi anser att Bysjön är ett bra kräftvatten, både vattenkemiskt, habitatsmässigt och födomässigt, därför skulle en täthet på åtminstone 0,3 individer/m² kunna finnas i Bysjön. Med en täthet på 0,3 individer/m² skulle Bysjön ha en kräftpopulation på 7200 st kräftor. En sannolik avkastning från en god kräftsjö i Sverige skulle kunna vara 10-15 kg/ha och år. Det skulle innebära en avkastning på 1-1,5 g/m² och år. Om siffrorna räknas om till den yta som kräftorna kan utnyttja med hänsyn till lämplig biotop blir givetvis siffrorna högre per ytenhet. För Bysjön skulle avkastningen kunna vara hela 190 kg/år. Av dessa siffror kan vi dra slutsatsen att kräftpopulationen i Bysjön är under vad den skulle kunna vara.

Genom att reglera fångsten kan man inverka på skötseln av kräftbestånden i flera avseenden. En effektiv och rationell kräftfångst är i allmänhet en utmärkt form av beståndsvård. Rent allmänt tycks 10 cm vara ett lämpligt minimimått för fisket i kräftvattnen på Ulvöarna eftersom kräftorna i Norrland tar längre tid på sig att blir könsmogna och reproducera sig än kräftorna i södra Sverige. Man skall dock alltid se till att det sparas några kräftor i intervallet 10-12 cm. De utgör en försäkring om att föräldrar finns, samtidigt som de i vissa fall kan gallra bland de små kräftorna. I en del täta bestånd som är dåligt gallrade, når kräftorna inte ens 9 cm.

Då kräftan har ett ekonomiskt värde som idag inte tas tillvara på ett effektivt sätt bör förbättringar kunna göras inom det området. Vi tror att flodkräftans värde kan komma att öka i framtiden allt eftersom fler vattendrag blir smittade med kräftpest. Priset på flodkräftor fångade i Sverige kommer att öka markant vilket i sin tur gynnar de som säljer fångade kräftor. Därför bör ett större intresse riktas mot att göra så produktiva bestånd som möjligt, vilket kräver kunskap om kräftan.

Det är inte säkert att kräftbestånden har minskat i Fäbodsjön eftersom de fångstresultat som jämförs med är resultatet av subjektivt fiske, inte som här objektivt. Kräftpopulationen i Fäbodsjön är inte hotad och sjön har bra förutsättningar för en god kräftproduktion. I denna sjö föreslås inga direkta skötselåtgärder utan kräftbestånden här bör bara fungera som en buffert ifall nytt yngelmaterial måste tas någon gång. Enda åtgärden som föreslås är provfiske vart tredje år för att kontrollera kräftornas status.

Skadefrekvensen på kräftorna var låg i Fäbodsjön så tillgången på gömslen bör vara god. Könsfördelningen var något skev med fler hanar än honor, detta kan till viss del förklaras av hanarnas mer aggressiva födosöksbeetende, en viss del kannibalsim kan också finnas i sjön. I Fäbodsjön var det flest kräftor som fångades på stenbotten, hela 45 %, följt av 41 % på hårbotten. Detta visar hur viktigt det är med bra botten för kräftorna. Bäver finns vid sjön, något som borde öka mängden gömslen för kräftorna p.g.a. alla träd som den faller ned i vattnet. Fäbodsjön är den sjö som har minst risk att smittas av kräftpest eftersom det är minst turister på södra Ulvön och sjön sällan fiskas på kräftor eller fisk. Risker att människan förstör kräftbotten genom ingrepp i vattensystemet är obefintlig eftersom vattenföringen i bäckarna som rinner ut i Fäbodsjön är så pass liten att en dikning inte skulle påverka slammhalten i sjön. Det finns gott om bra botten för kräftorna längs hela sjön. Födottillgången var mycket god och vattenkvaliteten var utmärkt. De enda predatorer som finns runt och i sjön är mink och fiskar t.ex. abborre. Minken och fiskbeståndet är det inte mycket att göra åt. Problemet med sjön är att den ligger på södra Ulvön där det saknas bofasta innevånare, det i kombination med att det bara går att ta sig till ön med båt och sedan promenera 1 km gör sjön svåråtkomlig. Detta gör en daglig vittjning av t.ex. minkfällor och fiskenät mycket arbetskrävande.

I Kvarnsjön bör skötselåtgärderna främst riktas mot att säkerställa kräftans framtid. Sjön är den av de undersökta sjöarna som har sämst förutsättningar för ett gott kräftbestånd, ffa. saknas det lämpliga botten för kräftan. Den åtgärd som skulle ha störst positiv inverkan på kräftbestånden är att öka andelen hårbotten. Detta alternativ är inte särskilt realistiskt att genomföra. Istället får man förlita sig på mindre effektiva, men realistiska, skötselåtgärder. Kräftbestånden i Kvarnsjön begränsas av tillgången till skydd. Att öka mängden gömslen, d.v.s. att skapa en skyddande bottenstruktur så att kräftorna lättare undgår predation, skulle vara ett effektivt sätt att gynna ett kräftbeståndets utveckling. Tegelpannor och grov sten fungerar utmärkt som konstgjorda gömslen (Lingdell, 1995). Skydden placeras på lämpliga hårbotten ned till omkring 5 m djup. Risvasar kan tjäna som goda uppväxtplatser för små kräftor. Om man bygger vasarna av lövträd, t.ex. al, blir dessutom de gröna bladen utmärkt stödfoder för kräftorna eftersom de innehåller mycket kväve (Fiskeriverket, 2003). På sjöns södra sida fanns det dock några fina stenbotten där det ändå inte fångades några kräftor, de kräftor som fångades fanns i burarna på norra sidan. Detta kan bero på att kräftorna har svårt att kolonisera isolerade områden, ger de sig ut på långa vandringar blir de lätt upptäckta samt att de undviker mjuka botten. För att ta sig till stenbotten måste då dessa kräftor vandra runt halva sjön vilket kraftigt försvåras av den dåliga botten, tät vattenvegetation och hög predationsrisk. Till dessa platser är förflyttning av kräftor aktuellt (tillstånd för detta söks hos Länsstyrelsen). De individer som omlokaliseras bör vara köns mogna och helst under minimimåttet. Köns mogna kräftor kan para sig redan samma höst som de sätts ut. Antalet fångade kräftor var för litet för att kunna säga någonting om skadefrekvensen, könsfördelning samt längdfördelningen. På kort sikt bör minken avlägsnas från sjön.

En av riskerna med Kvarnsjön kan vara att det blir syrefattigt under vintern då vattenvegetation bryts ned och vattengenomströmningen är låg. Kvarnsjöns vattenvegetation bör minskas för att avhjälpa detta problem. Detta kan temporärt åtgärdas genom att slå växter med lie och ta upp växtdelarna på land. Denna åtgärd kan också föra med sig en annan fördel nämligen att en för tät vattenvegetation verkar ibland hämmande på kräftornas spridningsförmåga. Genom att avlägsna en del av vegetationen kan kräftans spridningsförmåga öka.

I Sandvikssjön verkar produktionen vara låg och för att säkerställa kräftans fortlevnad krävs åtgärder både på kort och lång sikt. I denna sjö fanns det sparsamt med bra bottenar för kräftorna, botten bestod till största delen av mjuk dy. Födan är en begränsande faktor för kräftorna, det fanns inte någon vattenvegetation förutom vattenklöver. Det fanns gott om träd och grenar i vattnet, något som det borde gå gömma sig under. Frågan är om kräftorna utnyttjade detta naturliga skydd eftersom de hade många skador, vilket tyder på att de antigen angreps av andra kräftor, av predatorer eller en kombination av de båda. Troligen har största delen av skadorna på kräftorna uppstått i kamper mellan kräftor, då de flesta kräftor fångades vid ett traktordäck som låg i vattnet hade omfattande skador på extremiteterna. Detta tror vi utgjorde ett gott gömsle och kräftorna stred därför om reviret. Tillgången till gömslen bör ökas med hjälp av stenar, risvasar och takpannor av tegel. I Sandvikssjön fångades det största antalet kräftor på mjuk botten, vilket sjön till största delen bestod av. Denna botten typ gynnar inte kräftorna. Sjön låg bredvid en väg och ett alternativ som kan vara aktuellt är att tippa lite grus vid strandkanten närmast vägen för att skapa bättre bottenstruktur där. Dock måste stor försiktighet vidtagas vid en sådan åtgärd så inte andra vattenlevande djur eller växter skadas. Vattenvegetationen saknades som sagt nästan helt i denna sjö trots att den har samma vattenkvalitet som övriga sjöar och samma botten typ som Kvarnsjön, där vattenvegetationen är kraftig. Sjön hade dock låg konduktivitet vilket indikerar att sjön är näringsfattig. Även på de fångade kräftorna märktes det att vattenväxterna inte utnyttjades så mycket. Flertalet av kräftorna var blåa till färgen, vilket vi tidigare har skrivit påverkas av växtmängden i den intagna födan. Risken att kräftpest introduceras i Sandvikssjön bedöms som relativt stor eftersom det även här ligger en stugby i sjöns närhet samt att en grusväg går längs strandkanten vilket innebär att mycket folk passerar längs sjön. Denna sjö är en ytvattentäckt, d.v.s. att badförbud och fiskeförbud råder, men inga skyltar finns som informerar om detta. Kräftpopulationen i Sandvikssjön ser inte ut att vara säkerställd på lång sikt. Därför bör vissa åtgärder vidtas för att förbättra livsmiljön för kräftan, att öka tillgången på vegetabilisk föda för kräftan är det mest akuta. Detta kan göras via inplantering av vattenväxter som klarar sig i miljön som finns i Sandvikssjön. Nitella som tidigare beskrivits är ett utmärkt val av vattenväxt. Fiskbestånden i Sandvikssjön var små och den enda fisk som observerades var abborre. Det är svårt att uttala sig om hur storleksfördelningen ser ut p.g.a. att vi bara fick 8 st kräftor. Dessa 8 st hade dock en bra storleksfördelning då medlet var 100 mm.

På kort sikt gäller det att sprida kunskap bland fiskare och turister. Bysjön är den enda sjö där kräftfiske bedrivs nästan varje år vilket gör det viktigt att informera kräftfiskarna om hur stor avkastningen kan bli det aktuella året. En försäljning av fångade kräftor till turister och hotell kan ske, behållningen från detta skall sedan gå till bevarande åtgärder för kräftbeståndet. Kunskapen om kräftpest bör ökas, eftersom Ulvöarna är ett turistmål med många besökare varje år finns risken att någon har med sig sporer från någon pestsmittad sjö. Bysjön är den sjö som största antalet turister vistas i och i närheten av eftersom det ligger en stugby bredvid och det är nära till hamnen där de flesta turister bor. En faktor som minskar risken för kräftpestspridning till Bysjön är dock att det är badförbud, fiskeförbud (gäller ej markägarna) och campingförbud eftersom det är en ytvattentäckt. Om dessa förbud efterföljs är risken för kräftpestspridning till sjön liten. Det största hotet mot flodkräftorna i Bysjön är illegala utsättningar av signalkräftor. I det fallet kommer flodkräftan att utrotas från Bysjön och Kvarnsjön, kanske för all framtid, eftersom signalkräftan är bärare av pesten men själv inte dör omöjliggörs alla försök att återinföra flodkräftan. Dessutom har det visat sig att signalkräftan inte alls har lyckats anpassa sig till det mindre gynnsamma klimat som råder i Norrland (Westman *et al.* 1992). Detta kan i sin tur leda till ett glest bestånd av

signalkräfta. Om pestsvampen introduceras oavsiktligt t.ex. via smittade redskap kommer svampen att dö ut när den sista kräftan har dött. Detta p.g.a. att svampen bara klarar sig 2-3 dagar utan värd innan den själv dör av näringsbrist (Fiskeriverket, 2004). Därefter går det att plantera in flodkräftor igen efter ett antal år av vila.

På lång sikt bör fiskpopulationens storlek i Bysjön begränsas. Detta bör ske via ett riktat fiske mot främst abborre (för att minska predation) och mot mört (för att minska konkurrens om föda för kräftynglen). Nät är ett alternativ som föreslås, troligen det som ger det bästa resultatet. Minkfällor bör sättas ut på lämpliga platser så minkpopulationen hålls vid ett minimum.

Slutsats

Sjöarna på Ulvöarna utgör en mycket viktig refug för flodkräftan, dessa bestånd har goda förutsättningar att kunna bevaras på lång sikt. Det största direkta hotet mot flodkräftan på Ulvöarna är att någon skall införa kräftpesten oavsiktligt t.ex. genom inplantering av signalkräfta. Risken att det skall hända bedöms vara liten på Ulvöarna, eftersom öarna är relativt isolerade.

Efter vårt provfiske kan vi konstatera att det finns flodkräftor i samtliga sjöar på Ulvöarna. Tillgången på mindre kräftor var god i Bysjön och Fäbodsjön medan den var dålig i de övriga två sjöarna. Samtliga bestånd behöver insatser i form av skötselåtgärder för att bevaras. Eftersom flodkräftbestånden på Ulvöarna har ett mycket högt bevarandevärde ur biologisk synpunkt är det av största vikt att vårda denna art. Bestånden kan komma att utgöra en sista vital kräftpopulation i ett övrigt pestdrabbat Sverige. Största problemen inför framtiden kommer att vara att säkerställa flodkräftans överlevnad i några av sjöarna samt att hindra pestens spridning till Ulvöarna. Vi tror att dessa problem går att lösa och att flodkräftbestånden på Ulvöarna går en ljus framtid till mötes.

Tillkännagivande

Vi vill tacka Tor Jonssons Minnesfond för resestipendiet, Ingvar Wigren för utlåning av båt och uppehälle vid provfisket i Fäbodsjön, Fritz Wågberg i Sandvikssjön och Aila Eriksson i Bysjön och Kvarnsjön. Vi vill också tacka Fia Staffan för den snabba responsen på vårt examensarbete. Sist men inte minst Hans Lundqvist för hans hjälp med upplägget av fältperioden och kommentarer gällande uppsatsen.

Referenser

- Ackefors, H. 1993. Sötvattenskräftor i Sverige- några historiska, ekologiska och ekonomiska aspekter. Rapport, nr 67. Kungliga skogs- och lantbruksakademien. Stockholm.
- Ackefors, H. 1995. Skalömsningsfrekvens hos flodkräfta. Information från sötvattenslaboratoriet nr. 1. Fiskeriverket. Drottningholm.
- Ackefors, H. 1999. Flodkräftodling i Norrland: biologiska och ekonomiska förutsättningar. Sid. 59-61. Fiskeriverket rapport, nr 1. Göteborg.
- Agervi, S., Kamp, K & Lindgren, B-M. 1987. Kräftor- udda produktionsgrenar på landsbygden. Redovisning av seminarie i driftsekonomi. Uppsala.
- Ahnlund, P. 2004. Flodkräftan väl värd att bevara. Nyheter från fiskeriverket- sött & salt. Fiskeriverket. www.fiskeriverket.se/sotochsalt/Article.asp?ArticleId=36 Uppdaterad 2004-08-26

- Appelberg, M. 1984. Kräfter och försurning. Kräfter och kräftfiskevård sammanställning från Sveriges fiskevattenägareförbunds kräftsymposium. Sveriges fiskevattenägareförbund. Stockholm.
- Appelberg, M. 1986. The crayfish *Astacus astacus* in acid and neutralized environments. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Appelberg, M. & Odelström, T. 1990. Kräfter i sura och kalkade vatten. Information från sötvattenslaboratoriet. Nr 4. Sid. 1-25. Drottningholm.
- Appelberg, M., Söderbäck, B., Odelström, T. 1993. Predator detection and perception risk in the crayfish (*Astacus astacus*). Nordic journal of freshwater research, nr 68, sid. 55-62. Drottningholm.
- Aspán, A & Söderhäll, K. 1993. Odlade svampars och bakteriers förmåga att aktivera det profenoloxidas- aktiverande systemet från kräftors blodkroppar. Vatten 49, sid. 34-40. Lund.
- Biomark. 2004. A PIT tag (Passive Integrated Transponder). 7615 West Riverside Drive Boise, Idaho 83714. <http://www.biomark.com/>
- Bjärvall, A. & Ullström, S. 1995. Däggdjur, alla Europas arter i text och bild. Wahlström & Widstrand. Göteborg.
- Boström, G. & Karlsson, B. 2002. Fångst- mink och mård. Jägareförlaget. Svenska jägareförbundet.
- Carlberg, U. 2003. Kräftstenar. www.nrn.se/jourhavande_biolog/sida62.html. Uppdaterad 2004-02-24.
- Cukerzis, J. M. 1988. *Astacus astacus* in Europe. Freshwater crayfish, biology management and exploitation, sid. 309-340. University press. Cambridge.
- Degerman, E., Nyberg, P., Näslund, I. & Jonasson, D. 1998. Ekologisk fiskevård. Sportfiskarna. Sveriges Sportfiske- och fiskevårdsförbund. Jönköping.
- Durantel, P. & Enjelvin, P. 1989. Växter och djur i och kring sötvatten i norra och mellersta Europa. ICA bokförlag. Västerås.
- Edsman, L. 1999. Kräfteologi. www.fiskeriverket.se/laboratorier/sotvatten/projekt/krafteologi.htm.
- Ekberg, O., Helmfrid, I. & Rydmark, E. 2000. Allmänt om flodkräftan. Linköpings universitet. Medlem.spray.se/ro10/Allmant.htm? Kontrollerad översättning av ett finskt arbete.
- Eriksson, A. 2004. Muntligt meddelande. Fiskerättsägare. Härnösand.
- Fiskeriverket. 1991. Kräftfiskevård i naturvatten. F-fakta nr 6. Sötvattenslaboratoriet. Drottningholm.
- Fiskeriverket. 1997. Kräftprovfiske i sjöar och vattendrag. F-fakta nr 12, årg. 6. Fiskeriverket. Göteborg.
- Fiskeriverket. 2003. Kräftfiskevård hot, möjligheter och bestämmelser. F-fakta nr 15, årg. 12. Fiskeriverket. Göteborg.
- Fiskeriverket. 2004. Pressinformation 2004-08-24. Göteborg.
- Forsman, L., Görman, C., Görman, C., Halling, B., Larsson, G., Pernfors, B., & Persson, B. 1994. Kräftans Lov- en kulinarisk och historisk resa i kräftans värld. Rabén Prima. Malmö.
- Fürst, M. 1984. Kräftpest och pestspridning. Kräfter och kräftfiskevård sammanställning från Sveriges fiskevattenägareförbunds kräftsymposium. Sveriges fiskevattenägareförbund. Stockholm.
- Fürst, M. 1988. Restaurering av Hjälmarens kräftfiske. Information från sötvattenslaboratoriet, nr 3. Drottningholm.
- Fängstam, H & Lundqvist, H. 1990. Flodkräftans (*Astacus astacus*) och signalkräftans (*Pacifastacus leniusculus*) biologi, med inriktning mot Svenska förhållanden. Institutionen för vattenbruk, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå.

- Giller P, S & Malmqvist B. 1998. The biology of streams and rivers. Oxford university. New York.
- Goddard, J. S. 1988. Food and feeding. Freshwater crayfish, biology management and exploitation, p. 145-166. University press. Cambridge.
- Gydemo, R. 1989. Study on reproduction and growth in the noble crayfish (*astacus astacus*). Department of zoology. Stockholm.
- Gydemo, R. & Gydemo, R. 1990. Utsättningar av flodkräfta (*Astacus astacus*) i Västerbottens län. Rapport, nr 4. Institutionen för vattenbruk, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå.
- Gydemo, R. 1994. On the restoration of noble crayfish in Sweden. Nordic journal of freshwater research. Nr 69. Sid 173-175. Drottningholm.
- Gärdenfors, U. 2000. Rödlistade arter i Sverige - The 2000 Red List of Swedish Species. Artdatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hammarlund, C. & G, Karlsson, A. S. 1987. Litet ABC om kräftor och kräftodling. Malmö.
- Hamrin, S. F. 1993. Möjligheter att öka flodkräftbestånd i Sverige. Information från sötvattenslaboratoriet nr 2. Fiskeriverket. Drottningholm.
- Henttonen, P. 1994. Results from the group discussions. Interspecific and intraspecific interactions. Nordic journal of freshwater research. Nr 69. Sid 177-180. Drottningholm.
- Hogger, J. B. 1988. Ecology, population biology and behaviour. Freshwater crayfish, biology management and exploitation. Sid. 114-144. University press. Cambridge.
- Holdich, D. M. & Reeve, I. D. 1988. Functional morphology and anatomy. Freshwater crayfish, biology management and exploitation. Sid. 11-51. University press. Cambridge.
- Häll, L. 1983. Defence reactions in the freshwater crayfish, *Astacus astacus*, against the fungal parasite, *Aphanomyces astaci*. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala
- Ideskär, K. 2004. Liniprodukter; www.lini.se. Uppdaterad 2004-09-27.
- Johansson, S. & Odelström, T. 1999. Flodkräftodling en möjlig produktionsgren i Norrland. Fiskeriverkets information nr. 2. Fiskeriverket. Göteborg.
- Jonsson, A. 1992. Shelter selection in YOY Crayfish *Astacus astacus* under predation pressure by dragonfly larvae. Nordic Journal of freshwater research nr 67:82-87. Drottningholm.
- Järvi, T. & Thorell, L-G. 1999. Åtgärdsprogram för bevarande av kräfta. Utarbetad av fiskeriverket och Naturvårdsverket. Stockholm.
- Kirjavainen, J. & Westman, K. 1994. Comparative growth from length composition and Mark-recapture experiments for Noble crayfish (*Astacus astacus*) and signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in Finland. Nordic journal of freshwater research nr 69. Sid. 153-161. Drottningholm.
- Krögerström, L. 1997. Provfiske visar hur bra kräftvattnet är. Fiskevård, nr 3, Sid. 33-35. Stockholm.
- Lingdell P-E. 1995. Faktablad: *Astacus astacus* - flodkräfta. Artdatabanken. Uppdaterad 2000-10-06.
- Lodge, D. M. & Hill, A. M. 1994. Factors governing species composition, population size, and productivity of cool- water crayfishes. Nordic journal of freshwater research. Nr 69. Sid. 111-136. Drottningholm.
- Lundevall, C. F. 2000. Svenskt naturlexicon. Anfaug förlag. Stockholm.
- Länsstyrelsen. 2003. Flodkräfta. Länsstyrelsen I västra Götalands län. www.o.lst.se/miljomal/Filsorter/HTML/sjoarochvatten/flodkrafta.htm. Uppdaterad 2004-04-07.

- Madetoja, M. & Jussila, J. 1996. Gram negative bacteria in the hemolymph of noble crayfish *Astacus astacus* in an intensive crayfish culture system. Nordic journal of freshwater research, nr72. Drottningholm.
- Miljökontoret. 2002. Information om cesium i livsmedel, kostråd. Samt hanteringsanvisningar för vedaska. Härnösands kommun.
- Naturvårdsverket. 1996. Handbok för miljöövervakning. Undersökningstyp: provfiske efter kräftor i sjöar och vattendrag. Pärm 3: flik 3.
- Nicolai, J., Singer, D. & Wothe, K. 1995. Fåglar. Bonnier Alba. Stockholm.
- Nyström, P. 1989. Flodkräftans (*Astacus astacus*) populationsekologi i en oligotrof sjö i Blekinge. Information från sötvattenslaboratoriet 1:21-40. Drottningholm.
- Odelström, T. 1988. The food choice of the crayfish *Astacus astacus* in relation to environmental conditions. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Odelström, T. & Johansson, S. 1999. Flodkräftodling i Norrland: biologiska och ekonomiska förutsättningar. Sid. 1-58. Fiskeriverket rapport, nr 1. Göteborg.
- Pehrsson, M. 1999. Kräftor, produktion och lönsamhet. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi. Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp.
- Persson, M. 1984. Kräftans försvar mot pest och andra angrepp. Kräftor och kräftfiskevård sammanställning från Sveriges fiskevattenägareförbunds kräftsymposium. Sveriges fiskevattenägareförbund. Stockholm.
- Persson, M. 1986. Early events in spore germination of the parasitic fungus *Aphanomyces astaci* and cellular defence in freshwater crayfish to the fungal spores. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Persson, M. & Werneman, C. 1989. Kräftodling i Norrland. Högskolan i Östersund.
- Prima, P. 1990. Kräftodling- teknologi, biologi, ekonomi och lagstiftning. Umeå Universitet. Umeå.
- Prentice, E. F., Flagg, T. A. & McCutcheon, C. S. 1990. Feasibility of using implantable passive integrated transponder (PIT) tags in salmonids. American Fisheries Society Symposium, nr 7. Sid. 317-322.
- Skurdal, J., Fjeld, E., Hessen, D.O., Taugbøl, T. & Dehli, E. 1988. Depth distribution, habitat segregation and feeding of the crayfish *Astacus astacus* in lake Steinsfjorden, S.E. Norway. Nordic journal of freshwater research nr 64:113-119. Drottningholm.
- Skurdal, J. 1994. Crayfish management in the Nordic and Baltic countries. Nordic journal of freshwater research. Nr 69. Sid. 181-184. Drottningholm.
- Skurdal, J. & Taugbøl, T. 1994. Minimum size regulation as a tool in crayfish management practice. Nordic journal of freshwater research. Nr 69. Sid. 144-148. Drottningholm.
- Spens, J. 2004. Muntligt meddelande. Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå.
- Söderberg, H & Norrgrann, O. 2001. Sjö- och vattendragsinventering I västernorrlands län. Publikation 2001:1. Länstyrelsen i Västernorrlands län.
- Söderhäll, K. 2004. Krasslig kräfta- tvivelaktig import. Miljöforskning för ett uthålligt samhälle, nr3. Uppsala.
- Tengelin, B. 2003. Östgöta kräftprojekt. Information 1. Hushållningssällskapet. Örebro.
- Westman, K. Ackefors, H. & Nylund, V. 1992. Kräftor- biologi, odling och fiske. Kiviksgårdens förlag.