

Flodkräfta och flodkräftodling i Sverige

En handbok baserad på erfarenheter

Per Nyström, Marika Stenberg, Lennart Edsman och Patrik Bohman



Titel: Flodkräfta och odling i Sverige - en handbok baserad på erfarenheter

Beställare: Sala kommun

Författare: Per Nyström och Marika Stenberg (Ekoll AB), Lennart Edsman och Patrik Bohman (SLU Aqua)

Projektgrupp: Ekoll AB, Bo Andersson (Heby Kräftan), Anders Fläcke (MDM Gruppen AB), Tomas Jansson (Kräftmannen AB)

Layout och redigering: Marika Stenberg och Per Nyström (Ekoll AB)

Foto: Alla foton och figurer i rapporten tillhör Ekoll AB och får ej användas för annat ändamål utan tillåtelse. Samma gäller för alla illustrationer som är gjorda av Bettina Ekdahl, Ekoll AB. Foto på framsidan är en 15 cm lång flodkräftane från en odling i Tyskland.

Utgivare: Institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua)

Publiceringsår: 2023

DOI: <https://doi.org/10.54612/a.3io2b8ki32>

Handledningen är framtagen av Per Nyström och Marika Stenberg (Ekoll AB) i nära samarbete med Bo Andersson (Hebykräftan), Tomas Jansson (Kräftmannen AB) och Anders Fläcke (MDM Gruppen AB). Projektet har delfinansierats med medel från Europeiska havs- och fiskerifonden via Jordbruksverket (Jnr: 2016-3009) till projektägaren Sala kommun. Projektet löpte mellan 2016-2021.

Lennart Edsman och Patrik Bohman (SLU Aqua) har fungerat som externa experter, rådgivare och faktagranskare av rapporten.

Denna handledning är uppdelad i två delar. Första delen innehåller mycket information och fakta om flodkräfta. Nästa del är en mer praktisk handledning om flodkräftodling.

Innehåll

Bakgrund.....	6
Del 1 - Allt du behöver veta om flodkräfta	7
Flodkräfta - historik och utbredning	8
Flodkräftan och dess livsmiljö	12
Livscykel och reproduktion	12
Tillväxt och skalömsning	14
Flodkräftans kemiska och fysiska miljö	15
Kalcium, kalk och försurning	15
Syrgashalter, nedbrytning, näringsämnen och brunt vatten	16
Vattentemperaturer och skydd	18
Rovdjur och kannibalism	18
Sjukdomar och parasiter	20
Födoval och tillväxt	22
Biologisk mångfald i flodkräftodlingar	26
Hur bedöms biologisk mångfald i en damm?	26
Del 2 - Praktisk manual för kräftodling	31
Anläggning av produktionsvatten utomhus	32
Vattenkvalitet och vattenförsörjning	34
Utformning	34
Växtlighet, småkryp och utveckling i nyanlagda vatten	35
Skötsel av dammar och bestånd	36
Vattenkemi och mätningar	37
Igenväxning	38
Utfodring i utomhusdammar	39
Hållbar förvaltning av beståndet	40
Att jämföra fångsten av kräftor mellan olika år och/eller fångstillfällen	41
Att jämföra fångster med hjälp av provfiskedat	42
Att beräkna storleken på kvarvarande bestånd utifrån fångstdata	45
Rekommendationer för förvaltning	49
Hantering av fångsten innan försäljning	50

Odlingsteknik inomhus och i bassänger	51
Generella rekommendationer för recirkulerade system	51
Vattenrening	52
Inomhussystem – konstruktioner, funktion och utfodring	52
Att ta fram rombärande honor på hösten	53
Ljusförhållanden, temperatur och parningsaktivitet	53
Att kläcka yngel från vildfångade honor på våren	54
Artificiell inkubation	54
Utomhusdammar för yngel	55
Odlingsteknik i växthusmiljö	58
Yngeluppfödning i växthus – Exempel från Tyskland	58
Yngeluppfödning i växthus – förslag på utförande	59
Fysiska miljön	59
Födottillgång för kräftyngel	60
Rekommendationer för uppstart och uppföljning av resultat	62
Val av avelsmaterial vid odling och inplantering	63
Lagar och bestämmelser	64
Produktion och förväntningar	65
Produktion av konsumtionskräftor i utomhusdammar	65
Intensiv produktion av konsumtionskräftor	66
Halvintensiv produktion av konsumtionskräftor	66
Extensiv produktion av konsumtionskräftor	66
Yngelproduktion	67
Källor	67

Bakgrund

En levande landsbygd kräver verksamheter som kompletterar lantbruket. Odling av flodkräfta i dammar skulle kunna vara en mycket större verksamhet än vad som nu är fallet. Om det dessutom utvecklas en odlingsmetodik i växthusmiljöer skulle flodkräfta kunna odlas i betydligt större omfattning, inte minst för att ta fram livskraftiga yngel för utplantering. En sådan verksamhet skulle då kunna bedrivas även i de kallare delarna av landet, vilket inte är möjligt idag eftersom flodkräftans naturliga reproduktion begränsas av de kalla somrarna.

Vår stora konsumtion av kräftor gör att importbehovet är omfattande. Vi importerar varje år frysta och kokta kräftor till Sverige till ett värde av närmare 450 Mkr. Den årliga konsumtionen av kräftor i landet uppgår till ungefär ½ kg per person och år, vilket motsvarar 5 000 ton. Det säljs kräftor som är fångade i Sverige (huvudsakligen signalkräfta) för ca 300 Mkr per år. Yrkesfisket på signalkräfta i de stora sjöarna omsätter ca 25 Mkr per år. Sammantaget importeras drygt hälften av de kräftor vi äter i Sverige. Eftersom det är förbjudet enligt svensk lag att importera levande kräftor, även för att hålla i akvarier, är odling och leverans av färska flodkräftor inom landet en framtidsverksamhet. Det som saknats tidigare är framförallt en saklig och heltäckande handledning hur en flodkräftodling kan etableras och hur bästa resultat fås ur odlingsverksamheten.

Ett EU-beslut som gäller signalkräfta stärker dessutom våra ambitioner att slå vakt om flodkräftan. Beslutet innebär att signalkräftan finns på EU:s svarta lista över invasiva arter och signalkräfta får därmed inte spridas. EU:s förordning om invasiva främmande arter gäller från 1 januari 2016. Därmed finns det ytterligare anledning att gynna odling av flodkräfta i Sverige framöver. Våra ambitioner att bevara och utveckla förekomsten av denna rödlistade art, som flodkräfta utgör,

kräver att odling i småvatten utökas. I det nationella åtgärdsprogrammet som syftar till att bevara flodkräfta lyfts odling av flodkräfta i dammar fram som en viktig åtgärd för artens bevarande. Detta faktum delas också med våra grannländer Finland, Danmark och Norge, där flodkräfta, precis som i Sverige är hotad av kräftpest, som främst sprids av signalkräftor.

Denna handledning kan användas för att närmare undersöka möjligheterna att etablera en kräftodling och innehåller ett antal steg som leder fram till hur odlingen kan utformas. Den ger även information och stöd för de som kommit igång med flodkräftodling i dammar men som vill utveckla verksamheten eller använda den som ”felsökningsmanual” i fall något inte fungerar. Denna handledning bör därför även vara av intresse för etablerade odlare av flodkräfta med kommersiell verksamhet. Handledningen är rikligt illustrerad med foton och diagram. Det finns även annan ny information att tillgå i form av ett utbildningspaket som är relevant: ”Kräftodlingens ABC – kunskapsunderlag för flodkräftodling i dammar”. Denna handledning är en vidareutveckling av Kräftodlingens ABC och omfattar även inomhusodling och växthusodling av flodkräfta samt kopplingar till flera undersökningar som gjorts inom projektet. Allt i syfte att få fram så mycket referensmaterial som möjligt som kan användas som stöd vid andra odlingar. Här finns också mer ingående information om hur fångster utvärderas för att bedriva ett hållbart fiske på kräftor. Här finns också information om produktion och förväntningar i olika typer av odlingar som kan utgöra underlag för investeringsbeslut. Projekten har därför samverkat till stor del när båda dessa nya underlag tagits fram.

Del 1 - Allt du behöver veta om flodkräfta



Flodkräfta - historik och utbredning

Flodkräfta koloniserade Sverige för ca 10 000 år sedan, det vill säga efter den senaste istiden och är den enda sötvattenskräfta som är inhemsk i Sverige. Men mycket har hänt kring flodkräftan och dess betydelse i Sverige åtminstone sedan 500 år tillbaka, såväl dess ekonomiska betydelse som kulturellt och ekologiskt.

Folklivsforskaren Jan-Öjvind Swahn har gjort en intressant sammanfattning om flodkräftans historiska resa i Sverige. Enligt kapitlet "Blott Sverige svenska kräftor har" i boken "Kräftans lov" finns flera beröringspunkter med flodkräftodling, fiske och flodkräftans betydelse i det svenska samhället. I boken finns också många andra intressanta och läsvärda berättelser och inte minst recept och tillbehör till kräftsivan, en tradition som troligen är helt svensk. Flodkräfta finns inte beskriven som människoföda i Sverige förrän i början av 1500-talet, kräftan omtalades då mer i medicinska sammanhang, exempelvis som pulveriserade kräftstenar som ansågs som ett mångsidigt läkemedel. De första kända recepten på flodkräfta är från samma tidsperiod. Kalmar slotts vallgrav var troligen Sveriges första kräftodling som initierades av kung Johan III i slutet av 1500-talet. Denna odling hade nog allt att önska eftersom vallgraven även fungerade som recipient för avloppsvatten.

I Kajsa Wargs klassiska kokbok från 1700-talet finns ett dussin recept på tillagning av kräftor. Kräftorna var då till för överklassen vilket ledde till att fiske efter flodkräfta på 1800-talet blev en viktig extra inkomstkälla i många svenska bygder även om gemene man i princip inte fick äta dem. Flodkräfta, som också kallas ädelkräfta "noble crayfish" på engelska och "Edelkreps" på tyska, ansågs och anses fortfarande vara den kulinariskt överlägsna kräftan i Europa. Därmed blev exporten av flodkräfta från Sverige betydande på 1800-talet och det finns dokumentation om

att fisket var så omfattande att flodkräfta riskerade att bli utfiskad i vissa områden. I slutet av 1800-talet var Sverige Europas största exportör av kräftor. Bara i Hjälmaran fångades 5 miljoner flodkräftor om året. Med minskande bestånd infördes regler för fisket. År 1878 blev det förbjudet att fiska kräftor i Hjälmaran under juni och juli månad och senare lagstiftades en nationell kräftpremiär till den 8 augusti och att fisket inte fick ske längre än till november samma år. Det fanns också ett minimimått på 9 cm och bestämmelserna fanns kvar till 1994. Sedan dess är det upp till fiskerättsägaren att bestämma över fiskets tidpunkt, minimimått och genomförande. Det är inte förrän på 1900-talet som kräftsivor, i dagens bemärkelse, blir till för alla med dillkokta kalla kräftor och alla tillbehör, attiraljer och ritualer som hör därtill. Nämnas kan månformade kräftlyktor, kräftmössor, kräftthaklappar och allt porslin och bestick som fanns att tillgå (figur 1).



Figur 1. Kräftsål med nykokta flodkräftor och kräftsivan kan börja. Här i den klassiska kräftsålen från början av 1900-talet, Rörstrand med Alf Wallander-design.

Själva fångsten av flodkräftor har något speciellt över sig vilket alla vet som provat i augustimörkret. Redskapen har också förändrats med tiden liksom sättet att fiska på. Allt från att fånga med handhåvar i ljussken, visserligen var det förbjudet att använda ficklampa men väldigt spännande, till att använda betade fångstmjårdar (figur



Figur 2. På bryggan finns fångstredskap för flodkräfta som från vänster börjar med en skickligt tillverkad mjärde från början av 1900-talet för att sedan övergå till fångstburar, håvar och slutligen dagens så kallade standardmjärde med ingångar från sidorna, en betesbox med mört, och resultatet av flodkräftfångst på högra bilden.



2). Det finns oändligt många förslag på det bästa kräftbetet i skrifterna och i folkmun men dagens tester av beten, som även används vid standardiserade provfisken, visar att det är färsk vitfisk som gäller (frusen innan för att undvika sprida kräftpest om den inte fångats i samma vatten).

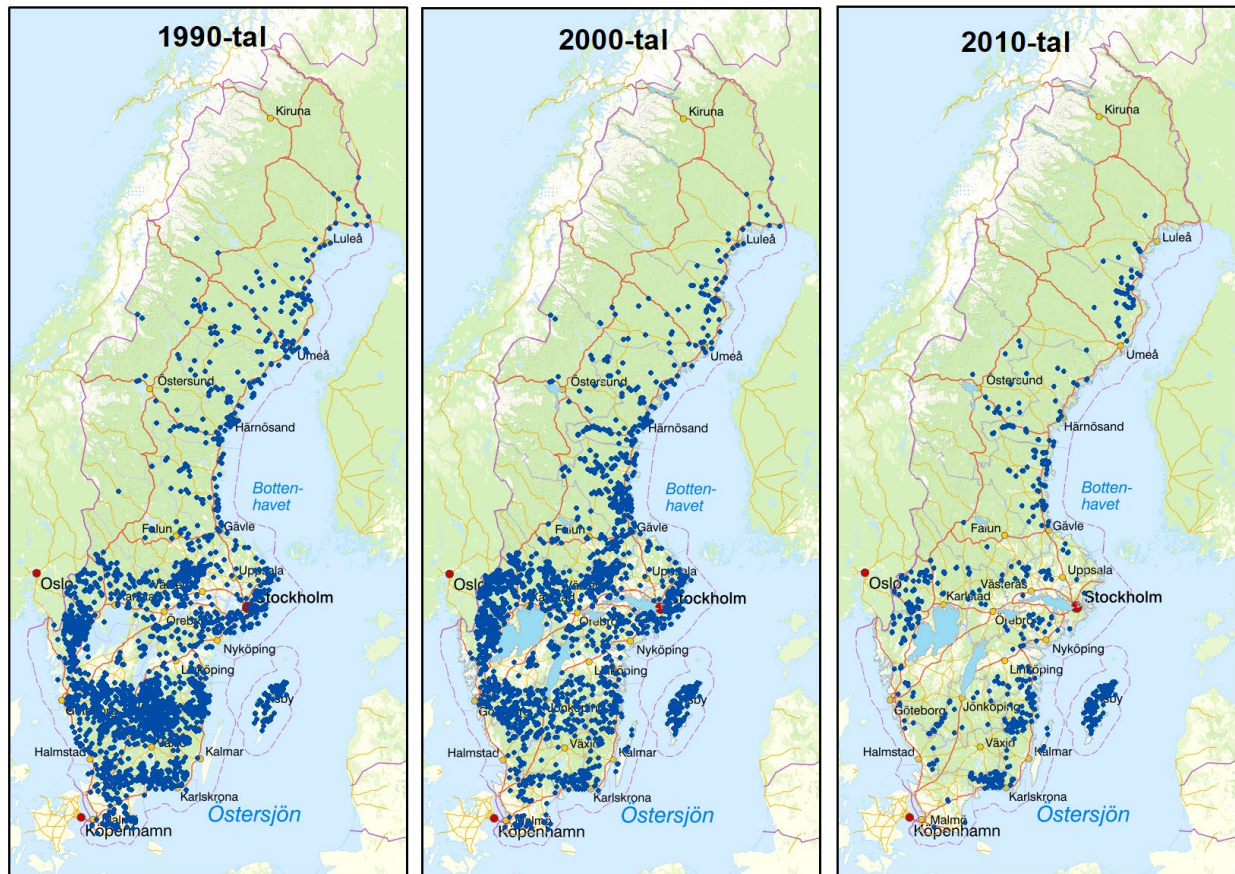
Trots det omfattande fisket på flodkräfta i slutet av 1800-talet ändrades flodkräftans öde och framtid i landet år 1907 samt på 1960- och 1970-talet. År 1907 kom kräftpesten till Sverige via import av smittade flodkräftor från Finland. På grund av att de inte bedömdes vara i god kondition dumpades de i Mälaren. Därifrån spreds kräftpesten vidare i Sverige. På 1950-talet var många flodkräftvatten utslagna av kräftpest. Den normalt motståndskraftiga men kräftpestbärande signalkräftan har sitt ursprung i Nordamerika och introducerades till Sverige kring 1960. Sedan 1970 har det med tillstånd utförts omfattande signalkräftinplanteringar i pestdrabbade flodkräftvatten men illegala inplanteringar av signalkräfta är fortfarande ett mycket stort problem för flodkräfta. Samtidigt drabbades många flodkräftbestånd av försurning och kalkning påbörjades på 1980-talet, vilket även görs idag. Kräftpest är dock det överlägset största hotet mot flodkräfta idag. Utbredningen av flodkräfta har minskat dramatiskt sedan kräftpesten konstaterades i Sverige år 1907 och uppskattningsvis har 97 % av bestånden försvun-

nit. I början av 1900-talet bedömdes det finnas cirka 30 000 vatten med flodkräfta i landet. Idag finns mindre än 1 000 kända bestånd i landet och de fortsätter att minska i antal. År 1980 fanns signalkräfta inplanterad i 300 pestdrabbade vatten men data från den Nationella kräftdatabasen (se länk under avsnittet "Källor") visar hur situationen ser ut nu och att antalet flodkräftvatten idag är väldigt få och begränsade till vissa delar av landet medan signalkräfta finns rapporterad på ett stort antal lokaler (figur 3 och figur 4). Enligt Kräftdatabasen finns det mellan åren 2010 och 2020 ca 800 rapporter om flodkräfta och nästan 4 000 rapporter om signalkräfta.

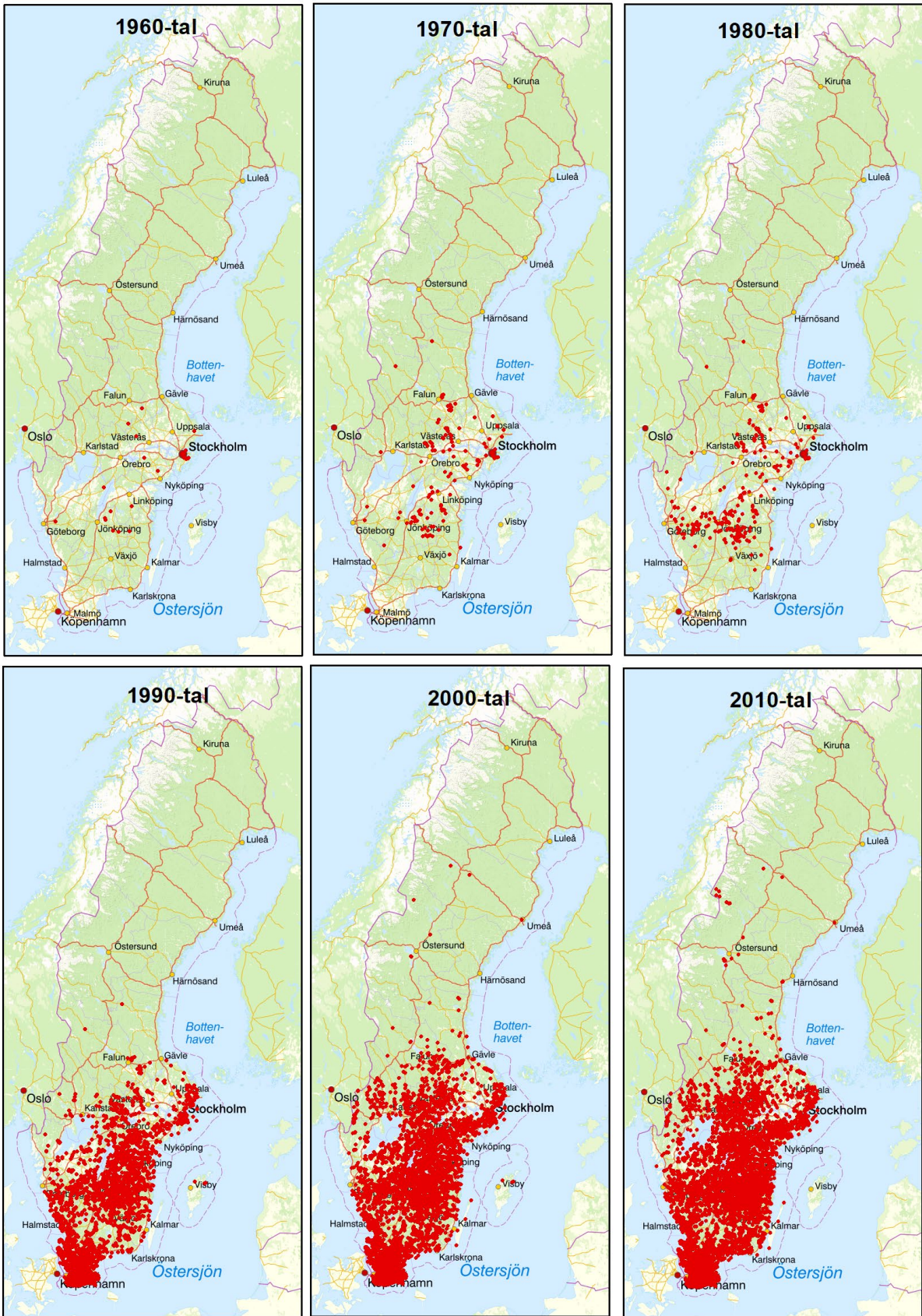
Flodkräfta bedöms som akut hotad i Sverige och situationen för arten är tyvärr liknande i hela Europa. Flodkräftans framtid beror av att den illegala spridningen av signalkräfta upphör och att kvarvarande bestånd fortsättningsvis förvaltas. Fiske av flodkräfta är inget hot i sig idag eftersom det ligger i fiskerättsägarnas intresse att bevara den. Flodkräftodling i dammar kommer med

alla största säkerhet vara ett betydelsefullt sätt att bevara flodkräfta och därmed även dess kulturella och ekonomiska betydelse. Med ökat intresse för odling av flodkräfta kommer också behovet av utsättningsmaterial att öka. Tekniker för att på ett säkert och kostnadseffektivt sätt ta fram livskraftiga flodkräftyngel för utplantering måste utvecklas, inte minst genom uppfödning inomhus. Hög

dödlighet via kannibalism var en av anledningarna till att inomhusodling av flodkräfta i princip upphörde på 1980-talet och uppfödning från yngel till konsumtionsstorlek bedöms fortfarande inte vara kostnadseffektivt. Framtiden för inomhusodling bedöms förnärvarande finnas inom yngelproduktion för utsättning.



Figur 3. Förekomster av flodkräfta i Sverige under olika årtionden. Data från Kräftdatabasen.



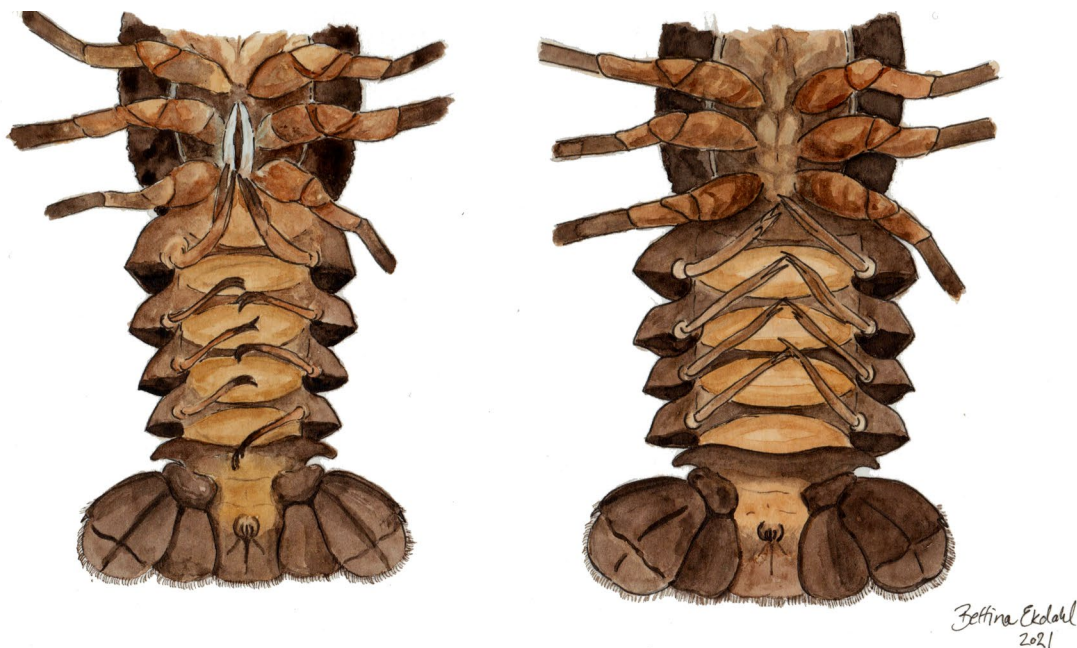
Figur 4. Förekomster av signalkräfta i Sverige. Data från Kräftdatabasen. Signalkräftan började planteras in i större skala med myndigheters tillstånd i pestdrabbade svenska sjöar och vattendrag på 1970-talet, dock inte norr om Dalälven eller på Öland och Gotland.

Flodkräftan och dess livsmiljö

Livscykel och reproduktion

Flodkräftan tillhör familjen Astacidae och är anpassad till att leva i kallare vatten som är syrerikt hela året. Livscykeln följer i stort våra årstider och påverkas såväl av vattentemperaturer som antal ljusa timmar på dygnet. Flodkräftan (figur 5) blir könsmogen vid en storlek av ca 7 cm och vid en ålder av 3-6 år. Men i de kallare (norra) delarna av landet förökar sig honorna inte varje år trots att

de är könsmogna. Detta beror på att honorna bär rom och yngel under en längre period (temperaturberoende) och om yngelkläckning sker sent på året hinner de helt enkelt inte bygga upp tillräckligt med energi inför nästa parningssäsong. Men i större delen av landet förökar sig honorna varje år. Hanarnas könsmognad påverkas inte nämnvärt av kallare klimat.



Figur 5. Hane (vänster) och hona (höger) av vuxna flodkräftor. Hanen har fem par simfötter, varav det första är omvandlat till parningsorgan. Honan har fyra par simfötter där rommen fästs och honan har dessutom en något bredare stjärt än hanen för att skydda rommen. Illustration: Bettina Ekdahl.

Parningen sker under en kort period på året, från mitten av september till november, då vattentemperaturen sjunker minst ner till 10-13°C och dagarna blir kortare. Vid parningen lämnar hanen ett spermiepaket (en vit spermatofor) vid honans könsöppning mellan gångbenen och på stjärten flikar. Inom några dagar producerar honan ett slem från cementkörtlarna på undersidan av stjärten som "löser upp" spermatoforen. Äggen befruktas sedan i slemmet och honan fäster romkornen på simfötterna på undersidan av stjärten. (figur 6). Ju större honan är desto fler romkorn

kan hon teoretiskt bära. Honan bär sedan rommen fram tills ynglen kläcks. Men ofta tappas en del rom och ibland tappas all rom. Tappad rom eller misslyckad kläckning av rommen kan bero på flera saker såsom vattenkvalitet, honans kondition, tillgång på gömslen och att honan behöver slåss med andra kräftor eller fly från predatorer. Om kräftan tvingas fly från rovdjur eller aggressiva artfränder simmar den bakåt genom att slå med stjärten. Då kan rom tappas. Hur vattenkvalitet påverkar flodkräftbestånd beskrivs nedan i avsnittet om miljökrav.



Figur 6. Flodkräftthona som nyligen lagt ut sin rom. Den vita ansamlingen mellan bakkroppsbenen är spermatoforen från hanen.

Även om det bara är få romkorn kvar under stjärten bärs rommen och de nykläckta ynglen fram till sommaren nästa år. Tidpunkten för kläckningen varierar beroende på temperaturen i vattnet, men embryona utvecklas inte förrän vattentemperaturen når ca 8 °C. Ju varmare vattentemperatur desto fortare går rom och yngelutvecklingen. Kläckningstiden i södra Sverige kan därför vara i juni månad medan den i norra Sverige kan dröja till slutet av juli. Om sommaren är kall i norra delarna av landet kläcks ynglen sent och risken finns att de inte överlever vintern. Det innebär att vuxna kräftorna kan klara sig bra men att reproduktionen kan fungera dåligt vissa år i de norra delarna. Detta faktum sätter gränsen för flodkräftans norra naturliga utbredning. Det finns också

mycket få sjöar med fiskbara flodkräftbestånd som ligger högre än 300 meter över havet.

När rommen kläcks sitter de nykläckta ynglen fortfarande fast vid honans simfötter (figur 7) och om ynglen trillar av i detta stadiet klarar de sig inte. Efter någon vecka på undersidan av honan ömsar ynglen skal och liknar nu en liten kräfta (ca 9 mm, figur 7). Då det är dags för ynglen att lämna honan letar hon upp en lämplig plats där det finns störst chans för ynglen att klara sig på egen hand. Det är ofta på grundare partier i dammen/vattnet där det också är varmare för att ynglen ska ha förutsättningar att växa snabbt. Beroende på temperatur och födotillgång växer kräftynglen olika snabbt och genomgår upprepade skalömsningar.



Figur 7. Flodkräftthona med nykläckta yngel (stadie 1 yngel, till vänster), ca 9 mm långa och ynglen någon vecka senare (stadie 2-3 yngel, till höger) när de lämnat honan och är ca 12 mm.

Tillväxt och skalömsning

Kräftor har ett hårt skal som skyddar mot många rovdjur men när de växer måste skalet bytas ut för att få plats. Att ömsa skal och växa större är viktigt eftersom risken för att bli uppäten minskar oftast för större kräftor. Vidare medför ökad tillväxt att honan kan bära fler ägg och för hanarna kan större storlek vara en konkurrensfördel i kampen om honorna. Efter och precis innan skalömsningen är kräftan dock väldigt mjuk och känslig för predation och kannibalism. För att så snabbt som möjligt få ett hårt skal igen efter ömsningen lagrar kräftan upp en del kalk från det gamla skalet i så kallade kräftstenar (figur 8) som ligger framme i huvudet på kräftan vid sidan om magen. En kräfta som är på väg att ömsa (inom en vecka) har därför ett mjukare skal. I kalkrikare vatten blir kräftans skal hårt inom en vecka efter ömsningen men i väldigt kalkfattiga vatten kan det ta upp till en månad. Så enbart kalk från kräftstenen räcker inte helt till det nya skalet utan kräftan behöver få i sig kalk även från födan och från vattnet.

Själva ömsningen är en mycket krävande process eftersom hela kräftan, med klor och allt, ska lyckas ta sig ur det gamla skalet. Det gör den genom att hinnan mellan bakkroppen och ryggskölden spricker och kräftan kan därefter ta sig ut ur skalet med en snärt med stjärten. Ju större kräftan är desto större blir påfrestningen och det händer att de inte klarar ömsningen. När ömsningen är klar finns ett ömsat skal och en mjukskalig något större kräfta. Det är lätt att ta skalet i vattnet för en död kräfta men det finns inte något kött i det och det luktar heller inte illa. Ömsningen är också en period då kräftan kan återbilda förlorade eller skadade kroppsdelar. Det är inte ovanligt att kräftan förlorar klor och ben när de slåss eller försöker undgå rovdjur. I samband med ömsningarna kan en förlorad klo eller ett ben därför succesivt växa ut igen. När klorna har tappats är nybildning viktigt eftersom dessa bland annat är viktiga vid försvar men längdtillväxten blir lidande. I odlings-sammanhang är det därför viktigt att minimera

kloskador genom lämplig utformning av dammarna (se avsnitt ”Anläggning av produktionsvattnet utomhus”).

De vuxna kräftorna ömsar ofta under samma period (men kan variera mellan hanar och honor), vilket kan vara en anpassning till att undgå att bli uppäten av artfränder. Vuxna flodkräftor kan byta skal flera gånger per år medan flodkräftan bara kan göra det när hon inte bär rom. I praktiken innebär detta att honan ömsar skal 1-2 gånger per år i juli till början av september. De vuxna hanarna kan börja ömsa redan i maj om födotillgången är god och när temperaturen närmar sig 16° C i vattnet. Tillväxten vid en ömsning, för en vuxen kräfta, kan vara 5-10 mm (se avsnittet ”Ett praktiskt exempel – Lesliemetoden och tömning av damm av Odlingsdamm 2”). Något som ofta diskuteras och som är kopplat till hur snabbt kräftorna växer är kräftornas ålder. Eftersom tillväxten är kopplad till temperatur och födotillgång blir det svårare att koppla längd till ålder ju äldre kräftorna blir, speciellt när de blivit könsmogna (se avsnittet ”Ett praktiskt exempel – Lesliemetoden och tömning av damm av Odlingsdamm 2”). Hos flodkräfta växer honorna långsammare än hanarna när de blivit könsmogna och konsumtionsstorlek (10 cm) uppnår en flodkräfta nog inte förrän efter 4-7 år. Maxålder har uppskattats till upp emot 20 år med hjälp av avancerad mikroskopi och infärgningar och maxstorlek till minst 17 cm.



Figur 8. En av de två kräftstenar som kräftan lagrar upp en del kalk i för att snabbare kunna bygga upp skalet efter skalömsningen. Storleken på denna kräftsten visar att den kommer från en vuxen kräfta.

Flodkräftans kemiska och fysiska miljö

För att lyckas med flodkräftodling finns vissa minimikrav som måste vara uppfyllda för att kräftorna ska trivas, växa och kunna föröka sig. Men det är svårt att sätta exakta gränsvärden för vad ett ämne eller mätresultat bör ligga på för att flodkräftor ska må bra, inte minst i surare vatten. Det är också stor skillnad på hur exempelvis reproduktion påverkas av förändringar i vattenmiljön jämfört med påverkan på en enskild vuxen kräfta.

I tabell 1 listas ”trivselnivåer”, det vill säga vad som, baserat på erfarenhet från många odlingar, kan vara lämpligt och olämpligt för flodkräfta. Trivselvärdena bör sättas i ett större sammanhang där samtliga värden utvärderas. Generellt kan sägas att försurat vatten och syrgasbrist ligger bakom de flesta misslyckade odlingsförsök liksom brist på skydd för flodkräftorna. I Tjeckien var exempelvis de viktigaste vattenkemiska faktorerna som påverkade om flodkräftor fanns eller inte i vattendrag som inte var försurade eller drabbade av kräftpest, mängden syreförbrukande ämnen, ammonium, nitrit, järn och aluminium. Både järn och aluminium kan påverka gälarnas funktion även vid neutrala pH-värden men i denna undersökning var vattendrag utan kräftor mer av karaktären att de var påverkade av gödningsämnen med olämpligt höga koncentrationer av

Kalcium, kalk och försurning

Försurning av sjöar och vattendrag har, förutom kräftpesten, varit ett omfattande hot mot många flodkräftbestånd. Det finns en koppling mellan vattnets pH-värde, kalkhalt och förmåga att tåla tillförsel av surt vatten och detta kallas buffringsförmåga eller vattnets alkalinitet. Alkalinitet visar om vattnet klarar tillförsel av surt vatten utan att pH-värdet sjunker. Alkaliniteten är 0 från pH 5,4 och nedåt, det vill säga vattnets pH-värde kommer att sjunka om surt vatten tillförs. Vid kalkning av försurade sjöar och vattendrag är målsättningen ofta att alkaliniteten ska nå upp till

ammonium (medelvärde; 0,44 mg/l) och Nitrit (medelvärde; 0,14 mg/l). Dessa koncentrationer ligger högre än de som rekommenderas för att ha bra förutsättningar för flodkräftodling (tabell 1).

Det bör också noteras att i inomhusodling (recirkulerade system) kan exempelvis metaller och restprodukter från kräftorna anrikas i systemen. Mer om detta framgår i avsnittet om ”Generella rekommendationer för recirkulerade system”.

Nedan följer en genomgång av de kemisk-fysikaliska faktorer som det är lämpligt att känna till och ha kunskap om för att lyckas bra med flodkräftodling, men också för att inte misslyckas. Om några speciellt kritiska faktorer ska lyftas fram är det pH-värde och syrgashalt. Mer information om hur provtagning och mätning sker finns i avsnittet ”Skötsel av dammar och bestånd”. Som exempel från detta projekt redovisas även de värden som uppmättes i två av de experimentdammarna som ingått i projektet, dels från ett gammalt stenbrott med flodkräftor i Skåne dels en odlingsdamm i Uppland med mer kommersiella krav, speciellt utformad för odling av flodkräfta (tabell 1).

minst 0,1 mekv/l vilket motsvarar 6,1 mg kalk/l. Det finns också ett samband mellan metallers påverkan på kräftorna och hur surt vattnet är. Vid pH-värden under 6 påverkas många vattenlevande organismer negativt, inklusive flodkräftan. Vid låga pH-värden kan många av de metaller som finns i vattnen bli lösliga och på så sätt påverka kräftorna. Detta kan leda till både ökad dödlighet och stress. Vuxna kräftor är ganska tåliga för surt vatten under en kortare tid men däremot påverkas reproduktionen negativt. Därför är det viktigt att pH-värdet är minst 6 vid äggläggning och yngelkläckning vilket ofta är målsättningen vid kalkning av flodkräftvattnet. Kalkrika vatten ger också bättre tillväxt och troligen större motståndskraft

mot vissa sjukdomar och parasiter. De bästa flodkräftodlingarna har därför kalkrikt vatten. Det finns dock fortfarande naturligt sura vatten i landet och många naturligt kalkfattiga vatten med goda bestånd av flodkräfta. I vissa områden finns även grundvatten som är både syrgasfattigt och lite surare vilket, om det är obehandlat, kanske inte lämpar sig för flodkräftodling (se avsnittet om ”Skötsel av dammar och bestånd”).

Om en damm har låga eller dåliga värden går det under vissa omständigheter att vidta åtgärder för att förbättra till exempel pH-värdet och kalciumhalten. Mycket beror på hur dammens vattenintag är utformat.

Syrgashalter, nedbrytning, näringsämnen och brunt vatten

Syrgashalten i ett vatten påverkar flodkräftans trivsel och var de befinner sig. Om det uppstår syrgasbrist kan kräftorna dö, eller lämna vattnet om de hinner och kan. De processer som påverkar syrgashalten i vattnet är den mängd syrgas som vattenväxterna producerar under dygnets ljusa period, syrgas som tillförs via omblandning med luftens syre, och syrgas som förbrukas i vattnet av levande organismer och vid nedbrytning av dött organiskt material. Störst risk för syrgasbrist i flodkräftdammar är det på sensommaren då vattnet är varmt och stillastående samt under

Tabell 1. Rekommenderade värden för olika kemisk-fysikaliska parametrar i olika typer av flodkräftvatten, där störst krav ställs i kommersiell odling med krav på god tillväxt och överlevnad. Värdena ska ses som riktvärden för att flodkräftan ska trivas men ger samtidigt en mycket förenklad bild eftersom många av parametrarna samverkar och påverkar flodkräftornas olika stadier på olika sätt. I tabellen anges också faktiska resultat från en damm i en kommersiell odling (Odlingsdamm 2) och ett stenbrott som ingått i projektet (prover tagna i maj 2018).

Parameter	Naturligt småvatten	Odling	Stenbrottet	Odlingsdamm 2
Kalcium (mg/l)	≥5	≥10	62	29
Alkalinitet (mekv/l)	≥0,15	≥0,2	2,6	1,3
pH	≥6	7 till 8	8,2	7,5
Aluminium (mg/l)	≤0,2	≤0,1	0,04	0,04
Koppar (mg/l)	≤0,03	≤0,05	<0,001	0,002
Zink (mg/l)	≤0,2	≤0,05	<0,002	0,003
Järn (mg/l)	≤1	≤0,5	0,034	0,027
Mangan (mg/l)	≤0,25	≤0,1	0,014	0,01
Salthalt (‰)	< 3,6	<0,1	-	-
Syrgas (%)	≥75	75 - 130	103	106
Syrgas (mg/l)	≥6	≥6	8,2	7,6
Ledningsförmåga (mS/m)	5-100	5-40	35	18
Ammonium (mg/l)	≤1	≤0,2	<0,1	<0,1
Nitrit (mg/l)	≤0,1	≤0,05	-	-
Nitrat (mg/l)	<60	<20	<0,1	<0,1
Total-fosfor (mg/l)	0,01-0,1	0,015-0,05	0,025	0,051
Optimal temperatur för överlevnad och tillväxt	16-27	16-25		

vintern om det finns snötäckt is. På sensommaren är vattnet ofta varmt i odlingarna samtidigt som det rent fysikaliskt finns mindre mängd löst syrgas och kräftorna är väldigt aktiva. Är dessutom vattnet stillastående så kan det skiktas så att det blir helt syrefritt vid botten i djupare delar av dammen, det vill säga produktionsytan minskar. Om vattenytan är frusen och täckt med snö sker ingen produktion av syrgas från växterna eller omblandning med syre från luften. Samtidigt sker nedbrytning av dött organiskt vilket förbrukar syre. I båda dessa fall kan syrgasbrist uppstå och kräftorna dö. Dessutom kan det bildas svavelväte (sumpgas) vid syrefria förhållanden som också är skadlig för kräftorna.

Syrgashalten i vattnet mäts och anges på två olika sätt. Dels som syrgasmättnad i procent i förhållande till syrgashalten i luften, som är 100%, dels som mängden löst syrgas i vattnet i mg/l. Viktigt att tänka på är att kallt vatten kan ha mer löst syrgas än varmt vatten. Vatten med olika temperatur har därför olika stor mängd syrgas (mg/l) vid samma syrgasmättnad. Generellt är minst 75 % syrgasmättnad och 6 mg syre/l lägsta trivselnivåer för flodkräfta (tabell 1) men flodkräftorna klarar kortare perioder av syrgasmättnad ned mot 50 % och 3 mg syre/l. Under sommaren när vattenväxterna producerar mycket syrgas och samtidigt förbrukar koldioxid via sin fotosyntes påverkas såväl syrgasmättnad som pH-värdet. Mättnaden kan ibland uppgå till 200 % och pH-värdet närma sig 11. Detta kan vara stressande för kräftorna och inträffar i vatten med väldigt mycket undervattensväxter, t ex med den introducerade vattenpesten (se avsnittet om "Växtlighet, småkryp och utvecklingen i nyanlagda vatten").

Flodkräftodlingar som har kraftigt brunfärgat vatten på grund av humusämnen är speciellt utsatta för låga syrgasförhållanden eftersom ljuset inte tränger ned så långt i vattnet. Växternas produktion av syrgas blir därför låg vid botten i dessa dammar. Växternas djuputbredning i dammen, till följd av tillgängligt ljus, brukar vara dubbla siktdjupet. Med siktdjup menas det djup där en vit skiva som sänks ned fortfarande kan ses (figur 9).

Det dubbla siktdjupet kan antas som mått på det djup kräftorna teoretiskt kan finnas på om ingen extra luftning sker.



Figur 9. Med en vit skiva som sänks ner i vattnet kan siktdjupet bestämmas och därmed en bedömning göras hur långt ljuset når ner. Växtlighet kan som tumregel växa ner till det dubbla siktdjupet och därmed är det ner till det djupet som syrgasproduktion sker.

I dammar och odlingar finns även kemiska processer som kan påverka kräftorna och som dessutom påverkas av syrgasförhållanden samt pH-värden. Generellt kan sägas att om syrgasmättnad och pH-värden är bra för flodkräftorna minskar också negativ påverkan från andra ämnen som till exempel metalljoner (tabell 1). När det gäller höga pH-värden kan de också få negativa effekter. När dött organiskt material bryts ned (eller om gödsel tillförs) bildas ammonium. Höga ammoniumhalter är skadligt för kräftorna. Om dessutom pH-värdet är 8 eller högre övergår ammonium till ammoniak, en mycket giftig gas för de flesta vattenlevande organismer. Höga ammoniumhalter (i detta fall koncentrationer på ≥ 1 mg/l, tabell 1) tyder på att gödsel tillförs eller att det sker en nedbrytning av dött organiskt material under dåliga syrgasförhållanden. Detta kan inträffa i dammar och odlingar där det finns mycket löv och liknande på botten eller där för mycket foder lagts ut till kräftor eller änder. Under syrerika förhållanden omvandlas ammonium via nitrit till nitrat. Nitrit är farligt för kräftorna eftersom det bland annat påverkar syreupptagningen medan nitrat inte är det då de koncentrationer som kan uppstå i naturen är väldigt låga. Ett lämpligt flodkräftvatten har knappt mätbara nitrithalter och ammoniumkoncentratio-

ner under 0,1 mg/l (tabell 1). Näringsrika (och därmed i regel även kalkrika) vatten har ofta en högre produktion av kräftor men det finns också risker vid tillförsel av näringsrikt vatten. Fosforälskande trådformiga alger gynnas ofta och om de täcker vattenytan kan syrgasproblem uppstå vid botten (figur 10).

Vattentemperaturer och skydd

Vattentemperaturen har stor betydelse för flodkräfta genom att påverka tillväxt, tidpunkt för yngelkläckning och trivsel. Först vid vattentemperaturer kring 8-10° C blir kräftorna aktiva och äter. Skalömsning sker i regel först vid vattentemperaturer över 10° C. I dammar och odlingar anges det optimala temperaturintervallet för överlevnad och tillväxt till 16-25° C (tabell 1) och temperaturer på 28° C är övre gränsen för att de vuxna kräftorna ska trivas. Små kräftor är anpassade till att leva nära strandkanten i odlingar, sjöar och vattendrag där de undgår rovdjur som t.ex. fisk. Därför klarar sig kräftynglen bättre vid högre temperaturer än vad de vuxna gör. För att flodkräfta ska kunna föröka sig framgångsrikt varje år krävs oftast minst tre månader med minst 15° C i vattnet under juni-augusti för att ynglen ska bli livskraftiga och överleva vintern.



Figur 10. Trådformiga alger gynnas av näring bland annat i samband med att nya vatten grävs och näring frigörs från jorden. Detta är ofta övergående men kan skapa problem om algerna täcker vattenytan och då kan syrgasbrist uppstå vid botten.

Förutsatt att de kemisk-fysikaliska förhållandena är godtagbara är tillgången på skyddsmöjligheter avgörande för hur tätt kräftbeståndet kan vara i dammen eller odlingen. Förutom att ge skydd mot predatorer (se nedan) ger gömslen även skydd mot artfränder. Kannibalism förekommer i alla kräftbestånd men denna kan minskas radikalt med god tillgång på både gömslen och proteinrik föda. I dammar med lerbotten kan de vuxna kräftorna gräva hål i strandbrinken och därmed skapa skydd (figur 11). Trädrötter som finns i dammkanten kan också fungera som skydd. Bottnar som är dyiga eller består av torv utgör mindre lämpliga kräftbottnar eftersom de inte fungerar som gömslen. Dessutom är de vattenkemiska förhållandena ofta olämpliga med surt vatten och dåliga syrgasförhållanden i dessa miljöer.

Rovdjur och kannibalism

När kräftorna inte ömsar har de ett hårt skal vilket ger bra skydd mot många rovdjur och parasiter. Men små kräftor av några cm storlek kan ätas av både rovlevande insekter (t ex trollsländelarver) och de flesta fiskar. När kräftor blivit större är det främst rovfisk, mink, utter, häger och kråkfåglar som kan specialisera sig på att äta kräftor (figur 12).



Figur 11. Hålor som grävts i leran i Odlingsdamm 2. Notera att dammen invaderats av växten vattenpest men genom att vattnet luftas regelbundet kan kräftorna leva och frodas även om botten är helt täckt av växten.



Figur 12. Spår av utter vid flodkräftodling och en häger som trotsar fiskeförbudet.

Bland rovfiskar är det främst ål, lake, abborre och gädda som räknas som effektiva kräftpredatorer i stillastående vatten. I sjöar med kräftor kan abborre (från och med 15 cm storlek) till största delen livnära sig på kräftor (figur 13). Men även om fisken inte äter upp kräftorna kan de påverka kräftornas beteende så att kräftorna blir mindre aktiva (eller bara aktiva när det är mörkt) vilket leder till att kräftorna äter mindre och växer sämre under förutsättning att det annars finns rikligt med föda för kräftorna. En del fiskarter konkurrerar dessutom om föda med kräftorna såsom gräskarp som äter växter, samt sutare och ruda som gärna äter snäckor, kräftornas favoritföda. Så i de flesta fall är det negativt med fisk i småvatten med kräftor, även en fisk som mört. Det är också så att kombinationen av både kräftor och fisk är negativt för den biologiska mångfalden i dammar (se avsnittet "Biologisk mångfald i flodkräftodlingar").

Frågan som odlare av flodkräfta ska ställa sig är om predatorerna som finns spelar någon roll för produktionen. Då är svaret i de flesta fall att rovfiskar och då främst ål och mink är de som verkligen kan påverka ett kräftbestånd negativt och då främst de stora kräftorna. Även om fisk inte sätts ut i odlingen (tillstånd krävs från Länsstyrelsen!) kan fisk komma in i dammarna om vatten pumpas eller leds in direkt från en sjö eller ett vattendrag. Mink är ingen naturlig art i den svenska faunan och är klassad som invasiv inom

EU och den kan jaga kräftor ned till några meters djup innan den behöver simma upp till ytan för att andas. Mink tar död på många fler kräftor än den kan äta upp. Därför är det angeläget att hålla god uppsikt efter mink. Den äter ofta kräftor vid någon avskild plats under en brygga och den äter inte hela kräftan utan oftast bara huvudet. Vidare kan närvaro av mink misstänkas om kräftor med bitmärken på ryggskölden fångas i dammen.

Kannibalism är vanligt bland kräftor speciellt i samband med skalömsningar. Då kan även små kräftor attackera större kräftor. Med god tillgång på gömslen och rik tillgång på bra föda med animaliskt protein kan kannibalismen hållas på en acceptabel nivå i flodkräftodlingar.



Figur 13. En abborre på ca 30 cm som hade en vuxen flodkräfta i magen. De vuxna kräftorna är speciellt känsliga för predation från exempelvis abborre i samband med skalömsningen när de är mjuka i skalet.

Sjukdomar och parasiter

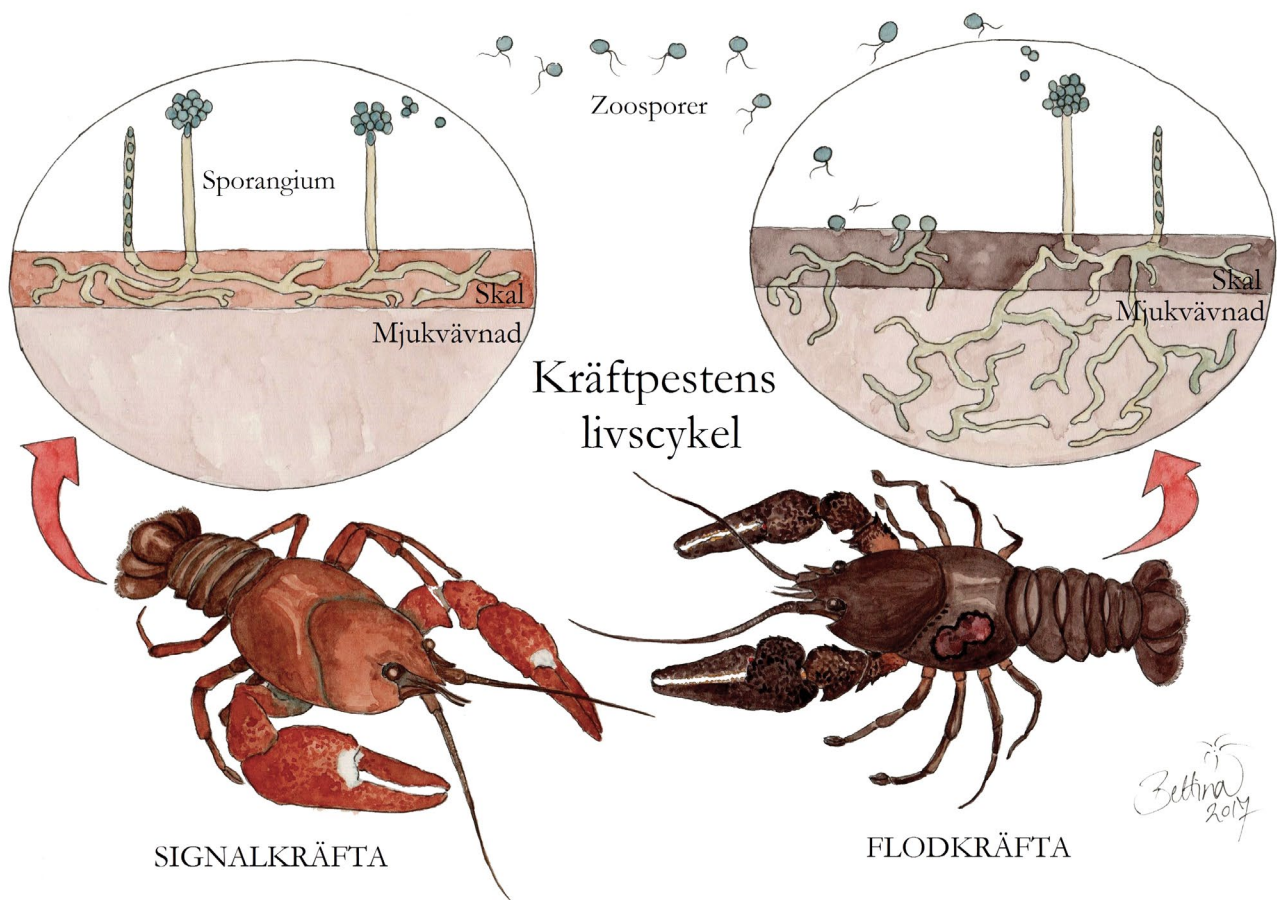
Kräftor kan bära på många parasiter men de som kan finns på kräftor som fångats i Sverige är ofarliga för människor.

Det största hotet mot flodkräftan i Sverige, och därmed även i en odling, är kräftpest. Det är en svampsjukdom som bara finns naturligt på nordamerikanska kräftor som har utvecklat ett bra men inte 100% försvar mot den. Signalkräfta är bärare av svampen och sprider den till flodkräftorna. Odling av flodkräfta i småvatten som inte står i kontakt med signalkräftvatten har däremot goda förutsättningar att klara sig från kräftpest. Vad som bör kännas till om svampen är att den sprids med sporer som simmar från kräfta till kräfta och kräftor som sprider kräftpesten är levande eller nyligen döda (figur 14). Svampens sporer klarar sig inte någon längre tid än veckor utanför kräftan. Det innebär att i vatten som varit utan kräftor en tid finns heller ingen kräftpest. Det svåra är dock att veta om det finns någon signalkräfta i ett vattensystem och en signalkräfta i en stor sjö kan räcka för att sprida pest. Det har visat sig att svampsporererna kan sätta sig på fiskens hud en kort tid och fisk ska därför ses som potentiella pestspridare om de kommer från vatten med kräftor. Men den största risken att få in kräftpest i odlingen är via kräftor eller delar av kräftor eftersom det är då det bildas mycket sporer som sprider sig. Sporererna klarar inte uttorkning eller frost. Så därför är torra redskap och fryst betesfisk fria från levande svampsporer. Större föremål som båtar kan tvättas i vatten med högtryckstvätt med temperatur av minst 80° C eller ångtvätt. T-sprit kan också användas vid desinficering. Enligt 1 kap. 9§, Förordning (1994:1716) om fisket, vattenbruket och fiskerinäringen är det förbjudet att sprida kräftpest.

Följande gäller för desinficering med avseende på kräftpest:

- Fullständig torkning av redskapen i en temperatur på 70° C under 1–5 timmar. Alternativt låta mjärdar, stövlar etc självtorka under längre tid (veckor)
- Frysning av redskapen i minst ett dygn
- Kokning av redskapen i minst 5 minuter
- Spritning med minst 70 % sprit (exempelvis rödsprit). 3 delar rödsprit med 1 del vatten blir lagom. Sänk ned i minst 20 minuter.

Det finns andra parasiter än kräftpest som kan vara negativt att ha eller få in i sitt flodkräftvatten och som därför inte bör spridas. De som är kända och som finns upptagna i lagtexten (2§ i FIFS 2011:13) som ”smittosamma sjukdomar”, tillsammans med kräftpesten, är Porcelainssjuka (*Thelobania*) och en parasit utan svenskt namn som kallas *Psorospermium*. Mer information om sjukdomar på kräftor och fisk ges av Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA, se länk under avsnittet ”Källor”). Av dessa smittosamma sjukdomar är det bara kräftpesten som är anmälningspliktig till myndigheterna. Vid massdöd av flodkräftor bör alltid orsaken utredas så att sjukdomsutbrott kan fastställas eller uteslutas. Rekommendationer för tillvägagångssätt finns hos SVA och proverna skickas in i samråd med aktuell länsstyrelse och analysen bekostas i dagsläget av Havs- och vattenmyndigheten. Flodkräftor som är döende i kräftpest tappas ofta klorna och ”kliar” sig på ögonen med gångbenen. De uppvisar också onormal gång och har balanssvårigheter.



Figur 14. Kräftpesten är en parasit som inte klarar sig utan levande kräftor. Nordamerikanska kräftor kan kapsla in svampen med pigmentet melanin för att skydda sig, men svampen lever vidare i skalet på kräftan. Signalkräften fungerar därför som vektor för svampen och sprider den till flodkräftan, som inte har detta sjukdomsförsvaret (svampen växer in i mjukvävnaden) och flodkräftan dör inom några veckor. Pesten sprids, t ex om signalkräften blir stressad eller om den dör, genom att zoosporer bildas i sporangium (fruktkropp) och simmar i väg för att kunna hitta en ny kräfta. Väl på skalet av den nya kräftan bildar zoosporens nya svamptrådar som växer in i flodkräftans mjukvävnad. Illustration: Bettina Ekdahl.

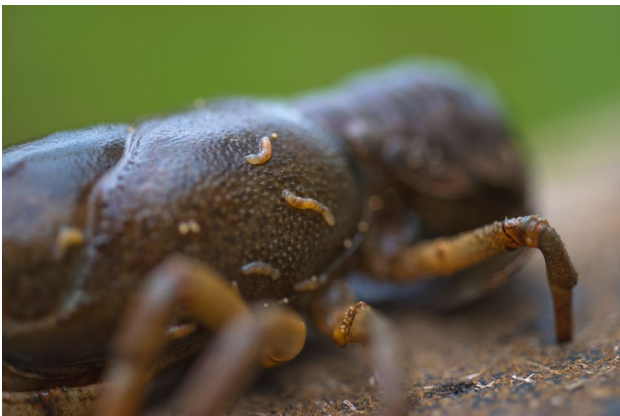
Porlinsjsjuka orsakas av spordjur som angriper och förökar sig i kräftans muskulatur. I långt framskridet skede av infektionen är muskulaturen i kräftans stjärt vitaktig och slapp (figur 15). Förekomsten av flodkräftor med porlinsjsjuka i vilda kräftbestånd är vanligtvis mindre än fem procent men bestånd med upptill 30 % har rapporterats. Parasiten kan vara en begränsande faktor i vilda bestånd och därför rekommenderas att infekterade individer tas bort. Kunskapen om hur parasiten sprids och dess biologi är dåligt känd men sker troligen direkt från kräfta till kräfta via kannibalism. En ökning i infektionsgrad i försurade vatten har observerats men det innebär inte att kalkrika flodkräftvatten är förskonade.



Figur 15. Foto på undersidan av stjärten på två vuxna flodkräftanar från samma vatten. Hanen skiljs från honan (figur 5) på att hanen har fem par simfötter, det första omvandlat till parningsorgan, medan honan har fyra par simfötter. Hanen till höger visar på infektion av porlinsjsjuka då färgen är porlinsvit och stjärten "slapp", den till vänster ser normal ut.

När det gäller parasiten *Psorospermium* kan den endast upptäckas genom mikroskopering av kräftans hud. I svenska flodkräftbestånd är parasiten utbredd men behöver inte vara dödlig för kräftan. Troligtvis kan parasiten försämra kräftans motståndskraft för andra sjukdomar samt utgöra ytterligare ett stressmoment vid förändringar i miljön. Kraftiga infektioner i huden på kräftan med många sporocyster anses vara ett negativt tecken. Hur parasiten sprids eller dess biologi är inte känt.

Det finns många ofarliga parasiter på flodkräftan och en parasit som finns i de flesta bestånd är kräftigel (*Branchiobdella*). Den suger inget blod från kräftan utan sitter på skalet. Den ser ut som några mm stora ”gulvita maskar” och äggen kan också ses på kräftan (figur 16). Den är vanligast på kräftor i täta bestånd som inte ömsar skal så ofta. Kräftigeln är i regel helt ofarlig för kräftan och kanske mer av en estetisk nackdel.



Figur 16. Kräftiglar på flodkräfta är vanligt och orsakar i regel ingen skada.

Födoval och tillväxt

Kräftornas födoval har i litteraturen ofta baserats på maganalyser och den generella uppfattningen var då att vuxna kräftor huvudsakligen levde av växtmaterial medan små kräftor huvudsakligen levde av olika typer av småkryp. Men kräftor är allätare och alla typer av födoslag hittas i kräftmagar avsett storlek. Denna anpassning gör att kräftorna väldigt sällan svälter ihjäl men däremot påverkas deras tillväxt om det saknas lämplig

föda och även rombärande honor som är svältfödda kan tappa rom om de är i dålig kondition. Problemen med att förlita sig på maganalyser när bedömning av vad kräftorna i ett småvatten lever och tillväxer av är flera: att de kan vara svårt att avgöra vad som finns i en kräftmage då de malar sönder födan, figur 17, att födoslag som tas upp sämre kommer att dominera i maginnehållet till exempel växtmaterial och att det bara visar vad kräftan ätit de senaste dagarna.

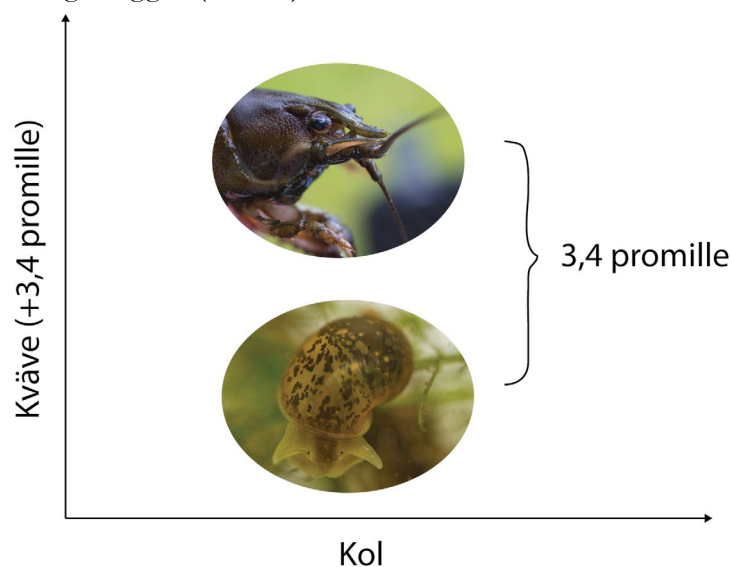


Figur 17. Exempel på maginnehåll i en vuxen flodkräfta. Det som finns kvar, och som kan identifieras, är huvudsakligen växtmaterial. I detta fall ses också en nästan intakt dagslända (röd pil) och resterna av växten kransalg (gul pil). Resultatet är från en av de flodkräftor som analyserades inom projektet (från Odlingdamm 2) och detta var den som hade maginnehåll som var förhållandevis enkelt att identifiera!

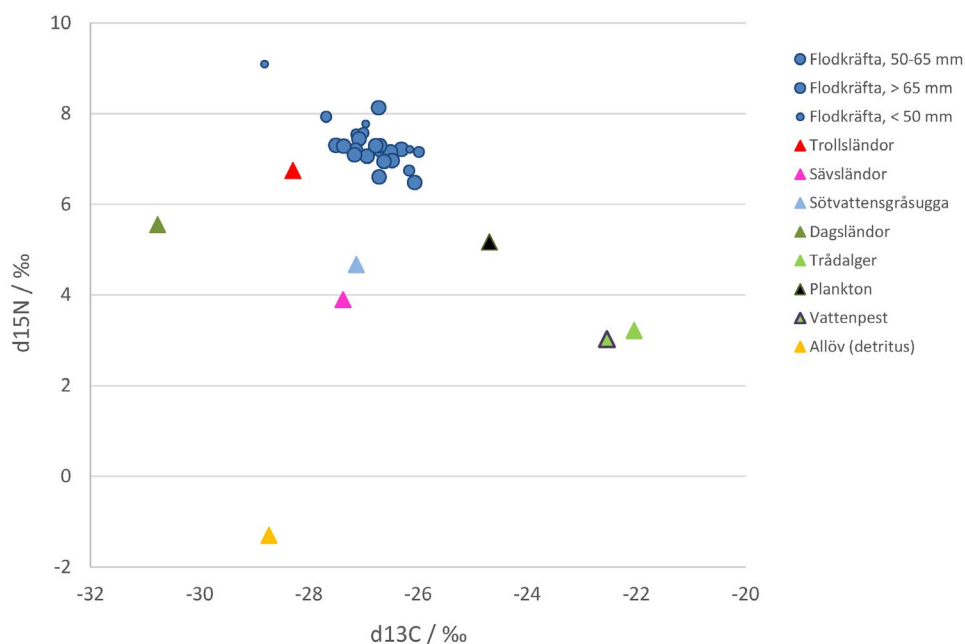
När tekniken att analysera vad som byggt upp kräftornas muskel blev tillgänglig genom analyser av stabila isotoper av kväve och kol, kom denna att ändra vårt synsätt på vad kräftorna behöver för att växa. Tekniken visar på att kräftan är inte bara vad den äter utan den är vad som byggt upp muskelvävnaden. Isotopen av kväve visar på vilken nivå en organism har i en födoväv. Växter och alger befinner sig oftast längst ner i födoväven medan till exempel en gädda befinner sig högst upp. En flodkräfta som enbart levt av sötvattenssnäckor kommer att ha en kvävesignal som är ca 3,4 promille över snäckorna och kräftorna är då en nivå över snäckorna i födoväven. Isotopen av kol visar i sin tur vad en organism har ätit. Isotopen av kol i kräftan visar samma värde som födokällan, i detta fall ungefär samma värde för flodkräftan som för snäckan (figur 18).

Genom att analysera både kväve- och kolisotoper från flodkräftans olika födoslag i en damm kan en bild fås över vad kräftorna växt av och om kolkällan i en odling huvudsakligen kommer från växter under dammens yta eller från växter som bedriver sin fotosyntes ovan vattenytan som kaveldun, vass och alblad. Generellt visar analyserna att kräftor i dammar, sjöar och vattendrag, oavsett storlek, behöver animaliskt protein för att växa. De hamnar vanligen på en "mittposition" i födoväven i sjöar med rovfisk (ofta nära mört) men i toppen av födoväven i vatten utan rovfisk. Den lägsta nivån i dessa födovävar utgörs ofta av alger som växer på stenar och då hamnar snäckan, som är anpassad till att beta alger, en nivå ovanför algerna men har samma kolkälla som algerna. Detta kan illustreras från våra försök i en flodkräftodling (Odlingsdamm 2) där såväl maginnehåll i kräftorna som stabila isotoper av födoväven i dammen analyserades. Totalt analyserades 24 flodkräftor av olika storlekar, från årsyngel till vuxna kräftor. Förekomsten av organismer i dammen redovisas mer ingående nedan under rubriken "Biologisk mångfald i flodkräftodlingar". För att få en uppfattning om kräftornas position i födoväven och födoval gjordes analyser av trådformiga alger, blad från al (dött organiskt material, så kallad detritus), växten vattenpest, dagsländor (betare av alger), sötvattensgråsuggor (allätare),

planktonsamhället (ett sammanslaget prov av både växtplankton och djurplankton), sävsländor (rovlevande insekt, men kan inte äta kräftor) samt trollsländelarver (rovlevande insekt som kan äta kräfttyngel). Isotopanalyserna av kväve visade att alla kräftor, oavsett storlek, är högt upp i näringsväven på nivån med trollsländelarverna (figur 19). Studeras kolsignalen visar den att vattenpest och trådformiga alger ligger kring -22‰, vilket växter som har fotosyntes under vattenytan brukar ligga på (koldioxid som bildats i vattnet = kolkällan). Däremot ligger alblad som ingår i kategorin dött organiskt material kring -30‰ vilket de också brukar göra då de kommer från växter som bedrivit sin fotosyntes ovan vattenytan (koldioxid från luften = kolkällan). En förenklad sammanfattning av resultaten visar att såväl vattenpest som trådformiga alger inte bidrar med så mycket energi till vare sig kräftorna eller födoväven som helhet. Många andra studier har visat att varken vattenpest eller trådformiga alger utgör betydande födokällor för varken kräftor eller andra organismer. Däremot verkar al, och då troligen även dött organiskt material från vass och kaveldun som också finns i dammen, men som ej analyserades, vara basen i dammens födoväv.



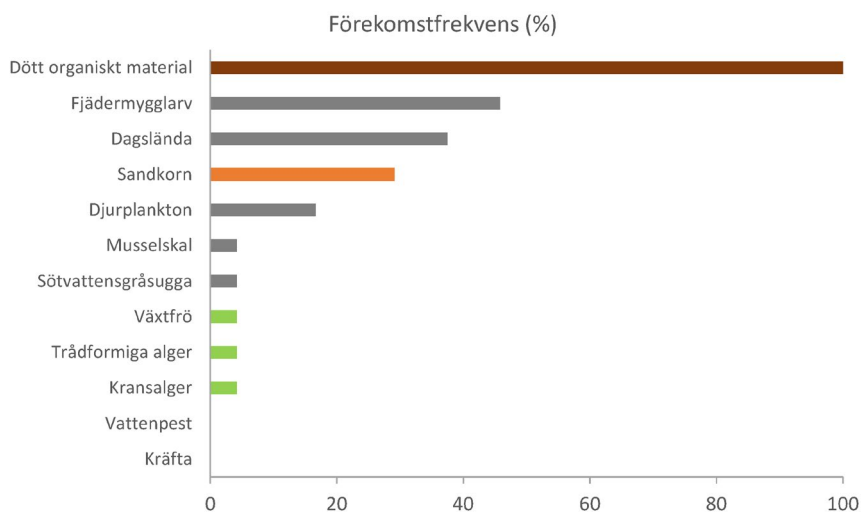
Figur 18. Schematisk bild över hur analyser av stabila isotoper av kväve och kol kan se ut. I detta exempel har kräftan enbart levt av sötvattenssnäckor (oval dammsnäck, en favorit) och därmed får kräftan en kolsignal som är samma som snäckan men på grund av fysiologiska processer kommer kräftan ha en kvävesignal som är ungefär 3,4 promille högre än snäckan. Kräftan befinner sig på en trofisk nivå över snäckan.



Figur 19. Stabila isotoper av kväve och kol i några organismer från Odlingdamm 2. Kräfter är runda symboler och av olika storlekar. Ju större kvävesignal ($d^{15}N$) desto högre position i födoaväven. I detta fall är kräftorna toppredatorer tillsammans med trollsländorna. Kräfterna har liknande kolsignal ($d^{13}C$) som sötvattensgråsuggorna och sävsländorna vilket innebär att kräftorna främst växt av att äta av sötvattensgråsuggor och sävsländor. Mer förklaringar finns i den löpande texten.

Magananalyserna visade att alla storlekar av kräftor ätit dött organiskt material (figur 20). Analyserna visar också att flera insekter och kräftdjur ingick i födan exempelvis dagsländor, fjädermygglarver och sötvattensgråsuggor. De minsta kräftorna hade också ofta djurplankton i magarna. Noterbart är att ingen kräfta ätit vattenpest trots att växten täcker hela botten i dammen (figur 11). Det fanns heller inga delar av kräftor i magarna, dvs kannibalism kunde inte påvisas. Exempel på

hur maginnehållet kan se ut i förstoring framgår av fotot i figur 17. Det är uppenbart att det är väldigt svårt att identifiera olika födoslag men i just denna kräfta kan rester av åtminstone en dagslända samt gröna växtdelar från en kransalg noteras. Att kombinera analyser av stabila isotoper med analyser av maginnehåll ger en god bild över vad som pågår under vattenytan i Odlingdamm 2. Alla storlekar av kräftor lever och växer av att äta insekter och andra kräftdjur.



Figur 20. Resultat från maganalyser av 24 kräftor från flodkräftodling (Odlingdamm 2), september 2018. Storleken på de analyserade kräftorna varierade mellan 2,0–8,5 cm. I kategorin dött organiskt material ingår alla brunaktiga växtdelar.

Det har gjorts många försök på vad flodkräftorna föredrar att äta om de kan välja. Dessa visar att om det finns animaliskt protein som insekter och andra kräftdjur föredras detta ofta före vegetabilier oavsett kräftans storlek. Detta stämmer väl in med resultaten från analyserna av stabila isotoper (figur 19). Det som påverkar vad som föredras beror dels på hur lättsmält födan är för kräftan dels hur svårt det är för kräftan att både fånga och hantera födan. Årsyngel av kräftor är väl anpassade till att fånga och äta djurplankton (figur 21) och larver av fjädermyggor som finns på botten (så var även fallet i Odlingsdamm 2 vi undersökte, figur 20) men kan inte äta undervattensväxter. De får i sig nödvändiga vegetabilier genom att få i sig mikroalger som finns i vattnet eller som växer på stenar.

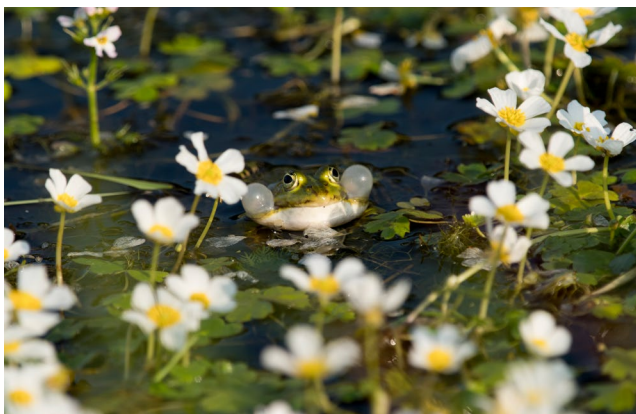


Figur 21. Djurplankton är en viktig födokälla, inte minst för små kräftor. Djurplankton filtrerar små växtplankton men de kan även få i sig bakterier, inklusive zoosporer av kräftpest. De kan bli talrika i småvatten utan planktonätande fisk.

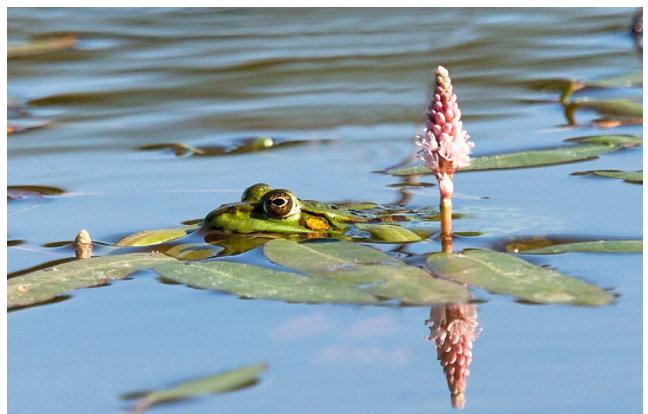
Större kräftor är väl anpassade till att fånga och hantera sötvattenssnäckor och andra småkryp de kan fånga. Däremot äter kräftorna inte skalen från snäckorna utan de tar ut mjukdelarna med hjälp av sina mundelar först. Kräftorna undviker snäckarter som är stora med tjocka skal eftersom det kan ta väldigt lång tid att få ut köttet, det vill säga det kostar energi. De vuxna kräftorna är också väl anpassade till att få i sig vegetabilier genom att äta undervattensväxter. Men kräftorna väljer även vissa växter framför andra. De undviker etablerad vass och kraftigare vegetation eftersom dessa kostar mycket energi att få i sig varför späda växter föredras. Men det finns växter som är osmakliga för kräftorna. Arter som vattenpilört och vattenmöja (figur 22) innehåller ämnen som försvårar för kräftorna att smälta dem och de undviks därför. Favoritväxter är däremot olika typer av kransalger (figur 23) som de smälter väl.



Figur 23. Kransalger (till vänster) är en favoritväxt för vuxna kräftor eftersom de smälter dem väl. Släktet *Chara* har många arter som innehåller rikligt med kalk vilken också kräftorna behöver. Växten till höger däremot, invasiv vattenpest, äts inte gärna av kräftor och ska även av den anledningen inte spridas.



Figur 22. Vattenmöja (vänster) och vattenpilört (höger) innehåller substanser som inte kräftorna gillar. Däremot bidrar dessa och andra mer smakliga växter till att gynna många småkryp i dammen. Därmed ökar även indirekt födotillgången för kräftor. Växterna kan också bidra till trivseln för groddjur, i detta fall ätlig groda.



Biologisk mångfald i flodkräftodlingar

Kräftornas födoval gör att täta kräftbestånd kan ha en stor påverkan på den biologiska mångfalden i småvatten, något som ska tas hänsyn till vid utplantering i befintliga småvatten. Men mångfalden påverkar också tillväxten hos kräftor i småvatten. Effekterna på mångfalden beror dels på vad kräftorna äter dels på hur olika födoslag kan klara av kräftornas konsumtion. Generellt verkar mjukskaliga snäckarter försvinna i vatten med täta kräftbestånd liksom kransalger och andra späda plantor. Storvuxna arter som vass, kaveldun och säv etablerar sig i vatten med små groddplantor och dessa äts gärna av kräftorna medan de stora plantorna undviks. Sedan finns det andra växter som växer snabbt och som klarar att kräftorna biter sönder dem. Ett exempel är den invasiva vattenpesten som bland annat finns i några av våra experimentdammar (figur 11). Den är ingen favoritföda för kräftorna (se ovan) och eftersom den är en invasiv art ska den heller inte spridas. Det som vattenpest indirekt kan bidra till är en lämplig miljö för vissa arter genom så kallad ”djungeffekt” vilket innebär att den skapar gömslen och miljöer där småkryp trivs. Å andra sidan kan den också leda till att småvatten helt växer igen med dåliga syrgasförhållanden som följd och att flodkräftorna dör. Alltså ska vattenpest undvikas och inte planteras in.

Om kräftbeståndet etableras före växterna hunnit kolonisera dammen kan växter saknas helt i vattnet, därför bör vuxna kräftor inte heller sättas ut i helt nygrävda dammar innan vegetation börjar etablera sig. Om ett kräftbestånd har betat ner vegetationen helt i en damm är det ofta en mycket låg mångfald och då är även tillgången på föda för kräftorna bristfällig med dålig tillväxt som följd. I sådana fall behövs stödutfodring om produktionen ska bli god (se avsnitt om ”Utfodring i utomhusdammar”). En anledning till detta är att förekomst av vegetation i småvatten ger en mosaik av habitat där många småkryp trivs och det finns då ett skafferier med mat för kräftorna hela tiden.

Bra tillväxt på flodkräftorna i ett småvatten, om hänsyn enbart tas till födan, finns där det förekommer rikligt med småkryp som snäckor, iglar, sötvattensgråsuggor och växter som de smälter bra som kransalger. Småvatten som är solbelysta, kalkrika och näringsrika bidrar också till ökad produktion av föda för kräftorna.

Hur bedöms biologisk mångfald i en damm?

Eftersom kräftor kan ha negativ effekt på den biologiska mångfalden har myndigheter ofta en restriktiv inställning till kräftutsättningar i vatten med värdefull mångfald. Därför är det mycket angeläget att odlingsdammar med flodkräfta i största möjliga mån anpassas så att de även gynnar biologisk mångfald vilket i sig också leder till god födotillgång för kräftorna. I detta projekt har vi gjort en utvärdering av den biologiska mångfalden i några flodkräftodlingar och jämfört den med biologisk mångfald i andra anlagda våtmarker i södra Sverige.

Det finns en standardmetod som kan användas för att bedöma biologisk mångfald i småvatten utifrån ett kort besök under sommaren. Bedömning sker av både de fysiska förutsättningarna för biologisk mångfald och den biologiska mångfalden i sig (se avsnittet ”Källor”). I detta sammanhang är det också relevant för att kunna bedöma födotillgången för kräftor. Vattenkvalitet och försurning påverkar exempelvis inte bara flodkräftor negativt utan den biologiska mångfalden i allmänhet. Det som dokumenteras är bland annat olika fysiska faktorer som risken för uttorkning, dammens storlek. Dessutom noteras förekomst av olika småkryp (genom hävning, figur 24), växter, groddjur och salamanderlarver, fisk och kräftor samt våtmarksfåglar.



Figur 24. Håvning i Stenbrottet, en av projektets undersökningsdammar. Håvning är ett moment vid bedömning av den biologiska mångfalden i småvatten.

De olika faktorerna tilldelas sedan poäng enligt ett viktningssystem som gör det möjligt att jämföra olika våtmarkers biologiska mångfald. Denna metod har vi använt för att bedöma mångfalden i några av projektets experimentdammar (Stenbrottet, Odlingsdammarna 1, 2 och 3) och sedan jämfört resultaten med 43 andra våtmarker som anlagts i södra Sverige. Principen är att ju fler arter desto högre poäng men också att hotade arter som till exempel flodkräfta eller arter som tyder på höga naturvärden generellt som till exempel större vattensalamander och kransalger också ger poäng. Extra poäng fås också om det förekommer arter som är känsliga för försurning, t ex sötvattenssnäckor, medan arter som tyder på försurning, t ex vitmossa, ger poängavdrag. Finns det invasiva arter, till exempel vattenpest eller signalkräfta, blir det också poängavdrag. Generellt ger stora våtmarker som inte torkar ut höga poäng vad gäller den fysiska delen eftersom dessa ofta har fler arter än riktigt små vatten, speciellt om de är fria från fisk. De vatten som redovisas nedan och som fått högst poäng är stora vegetationsrika våtmarker utan fisk men med till exempel större vattensalamander och som är belägna i det gamla mosaikartade kulturlandskapets

betesmarker. Även närliggande landmiljöer har betydelse för mångfalden. Därför får betesmarker och ängsmiljöer högre poäng än småvatten som är belägna direkt i jordbruksmark. Exempel på två dammar med god respektive dålig mångfald finns i figur 25.

Resultaten från undersökningarna av biologisk mångfald i flodkräftdammar visade att de fysiska förutsättningarna för biologisk mångfald var måttliga eftersom de är ganska små (figur 26) men de avviker inte från andra anlagda våtmarker. Den totala poängen för de biologiska delmomenten visade på otillfredsställande biologisk mångfald för alla fyra flodkräftvatten vilket även överensstämmer i stort med de andra våtmarkerna (figur 26). Att få våtmarker när upp till hög biologisk mångfald beror till stor del på hur viktningssystemet är uppbyggt. Fiskfria vatten med hög mångfald av småkryp och groddjur får lägre poäng då de saknar mångfald av fisk. Detta kan tyckas vara en brist i själva handledningen. Det är därför av större intresse att jämföra mångfalden i projektets undersökningsdammar med andra anlagda våtmarker snarare än att använda poänggränserna från systemet.



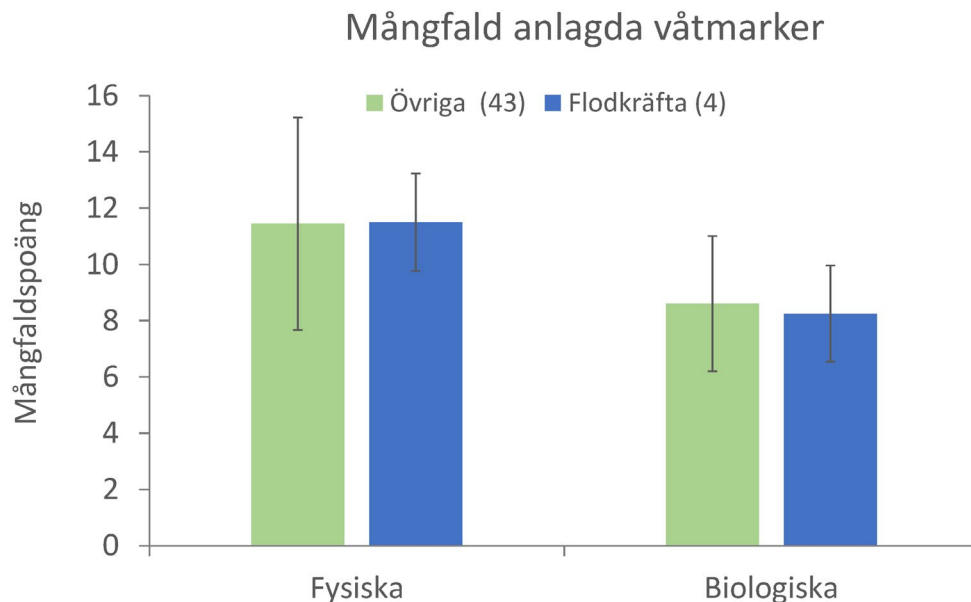
Hög mångfald

- Fiskfritt och stort
- Vegetationsrikt
- Naturbetesmark
- Lövskog och gårdsgård
- Många indikatorarter (groddjur, fågel, småkryp)

Låg mångfald

- Signalkräfter
- Fisk
- Utfodring av änder
- Ingen vattenvegetation
- Jordbrukslandskap
- Artfattigt

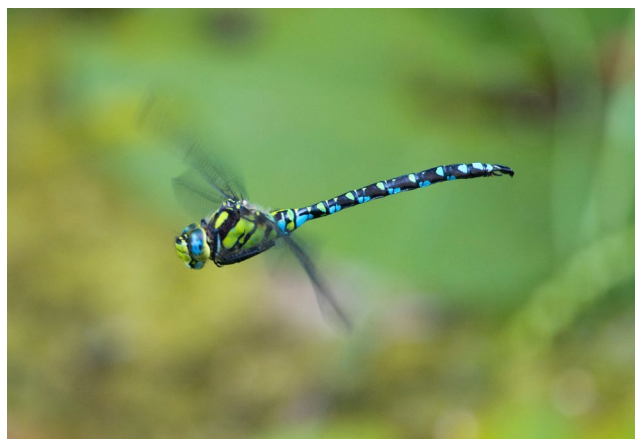
Figur 25. Olika kriterier för bedömning av biologisk mångfald i dammar. Dammen till vänster får bedömningen hög mångfald medan den till höger får låg mångfald (underkänd) enligt standardmetoden.



Figur 26. Medelvärden och standardavvikelse av totalsumman av poäng för de fysiska respektive biologiska delmomenten i 43 anlagda våtmarker med miljöstöd i södra Sverige och fyra flodkräftdammar som ingått i detta projekt. Maximala poängen är 25. Värden under 5 tyder på dålig biologisk mångfald. Data för de anlagda våtmarkerna är från Hassel (2011) och för flodkräftdammarerna från projektet. Eftersom standardavvikelse överlappar finns ingen statistisk skillnad mellan de två kategorierna av dammar.

En mer ingående bedömning av de biologiska delmomenten visar att flodkräftdamarna i projektet ligger på ungefär samma nivåer som de andra våtmarkerna vad gäller biologisk mångfald av småkryp och groddjur. Detta är viktigt eftersom kräftor generellt anses vara negativt för mångfalden i småvatten. Här visar vi att flodkräftvatten faktiskt kan bidra till ökad biologisk mångfald i landskapet (se även avsnittet ”Yngeluppfödning i växthus – Exempel från Tyskland”). Men det är ganska stor variation mellan de flodkräftvattnen som vi presenterar data för. För vegetation är mångfalden lägre i stenbrottsdammen (figur 24) vilket beror på att dammen är väldigt djup på grund av sitt ursprung som stenbrott och att det täta flodkräftbeståndet betat ner mycket av undervattensvegetationen. Däremot förekom exempelvis blågrön mosaikslända (figur 27) och trollsländor ger extra poäng. I Odlingsdamm 1, 2 och 3 observerades bland annat större vattensalamander (figur 27) en indikatorart för höga biologiska värden och som dessutom är en art som ingår i Natura-2000 nätverket inom EU. Däremot ger förekomsten av den invasiva vattenpessten poängavdrag i odlingsdamm 1 och 2. Utifrån resultaten kan det slås fast att flodkräftdamarna inte verkar lämpa sig som fågelvåtmarker vilket sannolikt hör ihop med att dessa dammar är relativt små. De andra våtmarkerna som fick högre poäng för våtmarksfågel är alla betydligt större än flodkräftdamarna.

Sammanfattningsvis visar resultaten av undersökningarna av biologisk mångfald att flodkräftdammar, även de som är produktiva flodkräftvatten, bidrar till ökad biologisk mångfald. En viktig faktor här är avsaknaden av fisk i dessa flodkräftdammar. Om rovfisk skulle sättas in (kräver tillstånd från Länsstyrelsen!) skulle kombinationen av ett tätt kräftbestånd och rovfisk säkerligen leda till ett vatten med mycket låg biologisk mångfald. Rovfisk som abborre, gädda, lake eller ål bör därför inte sättas ut i flodkräftodlingar och de kan även ha negativ effekt på flodkräftbeståndet. Vidare råder det brist på våtmarker i vårt dränerade landskap och där kan nya flodkräftdammar ha stor betydelse, inte bara för att bevara flodkräftan. Alla organismer, inte bara de som lever i vatten, behöver vatten för sin överlevnad. Flodkräftdammar bidrar också till rening av vatten från närsalter och en ökad vattenhållande förmåga i landskapet. För att öka acceptansen för nya vatten med flodkräfta är det viktigt att vi tänker på att gynna den biologiska mångfalden vilket även gynnar kräftornas tillväxt och produktion. Det är också viktigt att skötseln av miljöerna intill flodkräftvattnen anpassas så att mångfalden gynnas, exempelvis genom att tillåta vegetation och blommande örter längs kanterna av dammarna.



Figur 27. I flodkräftodlingar utan fisk kan exempelvis större vattensalamander och trollsländor förekomma som exempelvis i Odlingsdamm 2.

Del 2 - Praktisk manual för kräftodling



Anläggning av produktionsvatten utomhus

Förutsatt att alla tillstånd som behövs för att sätta igång en odling erhållits (se avsnittet ”Lagar och bestämmelser”) finns det flera saker att tänka på. Det är därför viktigt att i ett tidigt skede bestämma sig för målsättningen med flodkraftvattnet. Är det husbehovsfiske eller mer kommersiell produktion som är målsättningen? Saknas tidigare erfarenheter av odlingsverksamhet eller av flodkraftor är rådet att starta i mindre skala, erhålla erfarenheter och sedan bygga vidare på detta genom att stegvis utöka sin odlingsverksamhet och anlägga fler dammar. Det finns flera råd som bör följas och som är oberoende av ambitionsnivå. Informationen nedan finns delvis redan upptagna i de tidigare kapitlen men har då inte alltid varit direkt kopplade till praktisk odlingsverksamhet.

Vattenkvalitet och vattenförsörjning

Bra vattenkvalitet är en förutsättning för att kraftor ska föröka sig, tillväxa och trivas (tabell 1). En vattenanalys för att bedöma om vattnet är lämpligt för flodkrafta överhuvudtaget är det första som bör göras innan projektering påbörjas. Det är oftast kalciumhalten som behöver kontrolleras så att den är tillräckligt hög. Även om det i många sammanhang finns en koppling mellan lågt pH-värde och försurningsrisk kan pH-värdet variera både under dagen och under året och att pH-värdet bör mätas direkt på plats. Därför bör mätning av pH i vatten som bedöms som näringsfattiga även kombineras med analys av till exempel kalciumhalt. Det är viktigast att göra dessa analyser i vatten som ligger i områden där jordmånen inte består av kalkrika leror, exempelvis barrskogsområden och där torvjordar förekommer. Odlingar anlagda i barrskogsområden med produktionskog eller i torvrika jordarter fungerar nästan aldrig. Om det redan finns en damm kan förekomst av snäckor vara en bra indikation på att kalciumhalten är tillräcklig för kraftor. Finns det däremot vitmossa som växer i och/eller runt

dammen tyder detta på att vattnet kan vara för surt (figur 28).



Figur 28. Vitmossa är en indikation på surt vatten.

Det är också viktigt att undvika att syrgasbrist uppstår i dammen annars kan kraftorna dö eller lämna dammen men också för att ammoniumhalterna inte ska bli för höga. Om inte luftning sker (figur 29), kan risken för syrebrist minimeras genom att inte ha för mycket träd och buskar runt dammen då mycket löv trillar ner och förbrukar syre vid nedbrytningen. Detta är speciellt olyckligt om dammarna är små i förhållande till vattenvolymen eller om de har branta kanter och är väldigt djupa. Om dåliga syrgasförhållanden uppstår är det i regel i djupare delar av dammarna men inte på grunda områden. Om kraftorna stödutfodras måste fodergivan anpassas så att kraftorna äter upp allt inom en till två dagar för att undvika syrgasbrist och höga ammoniumhalter. Utfodring av änder ska också undvikas.



Figur 29. Luftning av odlingsdammar är en förutsättning för god kraftproduktion inte bara för att minska risken för syrebrist under vintern utan även under sommarhalvåret.

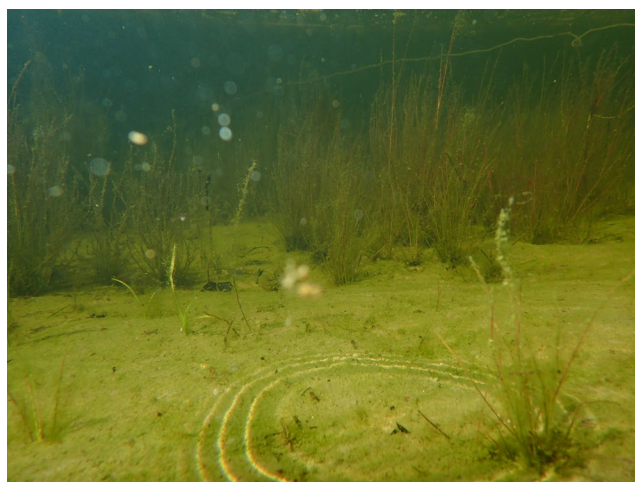
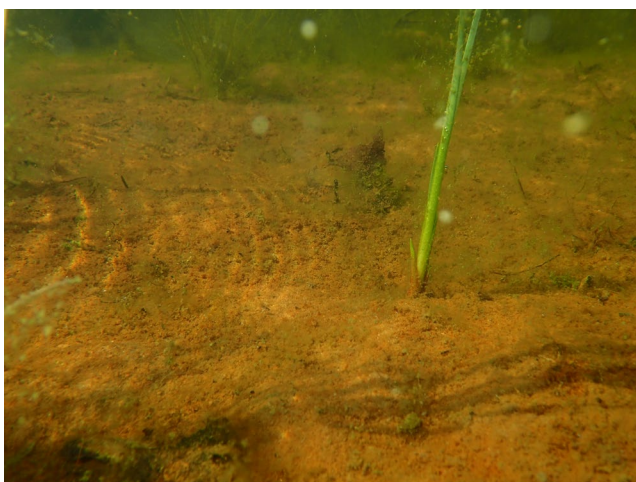
Odlingen måste placeras så att flodkräftvattnet inte kommer i kontakt med bekämpningsmedel, främst då insektsbekämpningsmedel som är dödliga för kräftor. I odlingslandskapet är det också viktigt att vattnet inte förorenas av gödselgivor eller av avföring och urin från stora mängder betesdjur som går ner i vattnet. En tilltagen skyddszon runt vattnen på minst 10 meter rekommenderas om de ligger direkt i åkermark, annars finns risk att näringsstillförsel gynnar trådformiga alger, som kan täcka dammarna helt, vilket är negativt och svårt att hantera. En icke odlad skyddszon bidrar också till att öka den biologiska mångfalden.

Det är viktigt att kunna reglera inkommande vatten. Om vatten tillförs utifrån exempelvis via vattendrag, dräneringar, diken eller om grundvatten pumpas in är det flera faktorer att tänka på. Det finns risk för att dels få in kräftpest och andra sjukdomar, dels kolonisering av fisk. Även om vatten leds in från vattendrag via en pump så kommer ofta fisk in så småningom. Förutom risk för att få in fisk- och kräftsjukdomar med bäckvatten kan också växtarter som kan ställa till problem komma in, exempelvis invasiv vattenpest (se text nedan samt figurerna 11 och 23). Stora mängder inkommande vatten, t ex efter kraftigt regn, kan medföra snabba förändringar i vattenkemin och/eller hög transport av sediment som

täcker bottenarna. Vid höga flöden är det också viktigt att kunna leda vatten förbi dammen.

Om vatten ledes in i odlingen via rör som mynnar i dammkanten kan kräftorna attraheras till inflödet. Risken är speciellt stor om vattenkvalitén i odlingen försämras vid till exempel syrgasbrist eller är av annan kvalitet än det vatten som tillförs och då kan kräftorna rymma eller bli lätta byten för kråkfåglar och hägrar vid dammkanten. Därför bör inkommande vatten rinna in en bit ut i dammen.

Ett inte ovanligt problem, om grundvatten som ofta är syrefattigt pumpas in till odlingen, kan vara att vattnet har höga koncentrationer av löst järn och mangan men det kan också vara surt ($\text{pH} < 6$) om det är mycket löst koldioxid i vattnet. Är det surt kan också metaller som kopparjoner finnas lösta i vattnet vilka är skadliga för kräftor. Tillförs syrefattigt och surt vatten till syrerikt dammvatten kommer vattenkvalitén uppfattas som annorlunda av kräftorna vilket medför rymningsrisk. Dessutom kan järn och mangan fälls ut på bottenarna (figur 30) vilket måste undvikas. Surt vatten med lösta metalljoner behöver därför behandlas innan det pumpas ut i dammen (se avsnittet ”Skötsel av dammar och bestånd”).



Figur 30. Obehandlat syrefattigt och järnrikt vatten har letts in i ett kräftvatten. Vänster bild visar att botten är täckt av järnutfällningar. Höger bild visar botten vid utloppet i samma vatten utan järnutfällningar.

Utformning

Utformning av dammarna anpassas efter de naturliga förutsättningarna på plats, inklusive vattenförsörjningen. Dammar med hårdare botten med tät lera, sand, grus och sten är lämpligast för kräftor medan torv inte fungerar bra. Lutningen i dammen bör inte vara för stor eftersom flacka strandprofiler möjliggör god uppvärmning samtidigt som kantras undviks (lutning på 1:3-1:4 rekommenderas). Vid grävning ska ”matjord” och syrekrävande jordmån avlägsnas och planas ut runt dammen (om tillståndet för grävningen medger detta). Större vattenvolymer gör dammarna mindre känsliga för förändringar i temperatur, vattenkemi, beskuggning och igenväxning men då är också möjligheterna mindre att påverka odlingen exempelvis genom luftning eller om den behöver tömmas. Det är en fördel om dammen är solbelyst och inte beskuggad då detta leder både till gynnsamma temperaturer för tillväxt och hög produktion av föda i form av växter och småkryp.

Med de erfarenheter som finns idag när det gäller utformning av kräftdamm, speciellt om kräftproduktionen ska bli hög, rekommenderas relativt små dammar på ca 300 -1 000 m², som gärna får vara rundade eller rektangulära men utan öar (figur 31 och figur 32). Det är svårare att skapa god cirkulation, och därmed syresättning, i dammar om de är flikiga och har öar eller om de är väldigt långa. Fördelen med längre och smalare dammar är att du får ut en stor odlingsyta i förhållande till grävkostnaden. På öar i dammar kommer träd och buskar att etablera sig och beskugga och fälla löv vid utebliven skötsel. Vidare kan vass etablera sig om skötsel som klippning eller bete inte kan ske på öarna. I ett tidigt skede är det också viktigt att tänka på hur landmiljöerna runt dammarna ska skötas för att förhindra igenväxning. Kommer det att ske med betesdjur eller krävs hög bärighet för att kunna köra med klippaggregat?

Dammens djup måste anpassas så att den inte torkar ut eller bottenfryser. I södra Sverige kanske ett maximalt djup på 1,6 m räcker medan det

längre norrut kan behövas djup på 2,5 m. Tänk också på att djupa dammar kan göra att vattenvegetation (om det är grumligt/brunt vatten) har svårare att klara sig vilket är negativt för kräftans tillväxt.

Utformning av dammen och tillgång på lämpliga gömslen är avgörande för hur tätt ett kräftbestånd kan bli. Utan god tillgång till skydd ökar risken för kannibalism och predation. Det är därför viktigt att på ett tidigt stadium planera för hur tillgången på gömslen för kräftorna ska tillgodoses. Det vanligaste och mest naturliga är att lägga ut högar med natursten för kräftorna. Stendiameter kring 10 cm fungerar för de flesta storlekarna av kräftor (figur 33) medan större stenar än 30 cm inte ger mycket skydd för kräftorna.



Figur 31. Exempel på välfungerande flodkräftdamm som gjorts enligt rekommendationerna (se text). Rund, grunda stränder och strandzon med etablerad strandvegetation som gynnar den biologiska mångfalden och även fungerar som föda åt organismerna i odlingen (figur 19 och 20).



Figur 32. Rektangulär flodkräftdamm i Tyskland med pågående luftning.

Taktegel är också vanligt men den ska krossas och läggas i högar. Annars riskerar de att försvinna i bottensedimentet när dammen blir äldre (figur 34).



Figur 33. Exempel på lämplig bottenmiljö för flodkräftor skapad med natursten.

Hur stenarna läggs ut och hur mycket sten som används varierar med ambitionsnivån och vilken skötselnivå som planeras. Generellt ska de ligga under lägsta vattennivån på sommaren och ligga i fritt vatten under isen på vintern, minst 0,5 m under vattenytan, och så att det alltid finns syrgas. Om placeringen av gömslen lyckas bra är det i princip mängden gömslen som bestämmer hur tätt kräftbeståndet blir. Om hela botten täcks med sten kommer kräftbeståndet troligen att bli mycket tätt men en avvägning måste göras. Täta bestånd kan medföra stor konkurrens om föda eftersom kräftorna äter upp alla småkryp de kan fånga och som är nödvändiga för god tillväxt. Dessutom kommer all vegetation som lyckas etablera sig bland stenarna att betas ner vilket medför än mindre föda för kräftorna. Detta är en oönskad situation och kräver stor insats i form av utfodring med proteinrikt foder för att ge god tillväxt.



Figur 34. Olika typer av bottenstrukturer för flodkräftor. Till vänster takpannor och håltegel, men det är lätt att takpannor täcks av dy när dammen blir äldre och fungerar inte så bra för småkräftor. Då är det bättre att lägga ut krossade takpannor i högar som visas till höger.

Växtlighet, småkryp och utveckling i nyanlagda vatten

Nyanlagda vatten kommer naturligt att koloniseras av olika organismer. Redan inom några år har växter börjat etablera sig precis som olika arter av småkryp. Ett inte ovanligt fenomen vid nygrävning av vatten, speciellt i näringsrikare jordar, är att det under de första åren bildas trådformiga alger som kan täcka ytan (figur 10). Algerna gynnas av den fosfor som frigörs när grävning gjorts.

Om algerna täcker hela dammen bör kräftor inte sättas ut innan problemet avtagit vilket det ofta gör när andra växtarter etablerats sig och fosforkoncentrationerna minskar. Det finns vissa möjligheter att påverka sin odlingsdamm genom både inplanteringar och skötsel (se nedan). När det gäller växterna är kransalger speciellt lämpliga för kräftor (figur 23). Arter inom släktet *Nitel-*

la är speciellt anpassade till kalkfattigare vatten medan arter av släktet *Chara* är mer anpassade till kalkrikare vatten. Kransalger har flera fördelar för flodkräftbeståndet genom att:

- Kransalgerna kan täcka botten som är fria från sten.
- I ”ängarna” av kransalger finns mycket småkryp som utgör föda för kräftorna.
- Kräftorna föredrar att äta kransalger framför andra växter och smälter dem väl.
- Alla stadier av kräftor finner skydd och föda bland kransalgerna
- Kransalgerna kan vara gröna hela året och producera syre om ljusförhållandena inte blir väldigt dåliga.

Kransalger är enkla att etablera i en damm och eftersom kräftorna äter dem bör dessa sättas ut ett år innan det finns vuxna kräftor i dammen. Även om kransalger kan etableras med frön är det enklast att ta växtdelar från ett annat kransalgsbestånd och lägga ut i dammen men då ta från ett bestånd där det inte finns signalkräftor för att undvika kräftpest.

Det finns några växtarter som bör undvikas att plantera in av flera skäl. Först och främst ska inte främmande arter, som vattenpest, planteras in (figur 11 och figur 23). Vattenpest (*Elodea canadensis*) har sitt ursprung i Nordamerika och har kommit ut i naturen via akvariehandeln. Den förökar sig inte med frön i Sverige utan sprids via fragment och det räcker med en liten växtdel för att den ska kunna etablera sig. Vattenpest växer väldigt snabbt och är heller ingen växt som flodkräftorna föredrar att äta. Den kan täcka dammar totalt från botten till ytan vilket ofta leder till syrgasbrist vid botten om ingen luftning sker och att all annan växtlighet konkurreras ut. Det kan också bli väldigt svårt att ens fiska med mjärdar i dessa dammar. Även om vattenpesten inte planteras in kan den spridas från sjöar och vattendrag om vatten leds in i odlingen. Har den väl etablerat sig är den nästan omöjlig att bli av med. Även om det finns massor med exempel på kräftodlingar som kollap-

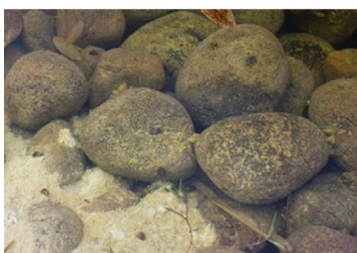
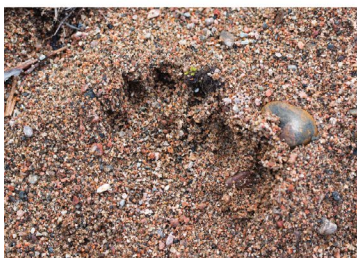
sat när vattenpest har etablerat sig finns det också exempel på där det fungerar (som i Odlingdamm 2, en av projektets experimentdamm, figur 31). Då är det ofta odlingar där vattenpest kommit in när det redan finns kräftor. I väl syresatta odlingar kan dock vattenpest, precis som annan vegetation, bidra till att ge skydd för småkryp vilket leder till ökad födotillgång och tillväxt hos kräftorna.

Även om de flesta småkryp kan kolonisera odlingen själv, speciellt flygande insekter och om vatten från sjö eller vattendrag tillförs, kan mjukskaliga snäckarter med fördel planteras in. Men detta, precis som med kransalger, bör göras innan flodkräftbeståndet hunnit etablera sig. Snäckor är kräftornas favoritföda och kräftor föredrar arter som inte är för hårda i skalet. Snäckor förökar sig snabbt och det behövs inte så många för att ett bestånd ska etablera sig då de är tvåkönade. Precis som andra småkryp gynnas snäckor av att det finns vegetation i dammarna där de kan lägga ägg, finna skydd och beta alger på växterna.

Skötsel av dammar och bestånd

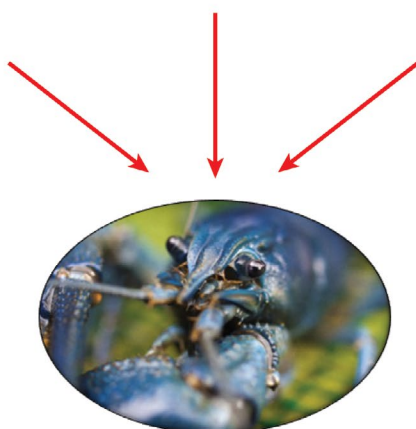
För att få långsiktig produktion i en odling är såväl skötsel som hur fisket bedrivs avgörande. Sammantaget är det flera kemiska, fysikaliska och biologiska faktorer som nämnts i tidigare avsnitt som påverkar produktionen men även effekten av fiske och uttag måste tas med i beräkningen. De viktigaste faktorerna kan grovt delas in i naturlig dödlighet, kräftornas tillväxt och hur mycket som fiskas upp (figur 35). Detta kommer att diskuteras mer ingående i avsnittet nedan.

Naturlig dödlighet



Tillväxt

Kalcium
Temperatur
Födötillgång



Uttag



Figur 35. Schematisk figur över de faktorer som behöver kännas till för att bedriva en bra skötsel och beståndsvård för långsiktig produktion av flodkräftor i ett vatten. Naturlig dödlighet är den dödlighet som kan orsakas av predatorer, sjukdomar, kannibalism och dålig vattenkvalitet. Sedan finns dödlighet som orsakas av vårt eget fiske (uttag), och till sist faktorer som påverkar hur snabbt kräftorna växer, som födotillgång, temperatur och kalciumhalt.

Vattenkemi och mätningar

Syrgas

Först och främst måste förhållandena för kräftorna i odlingen kontrolleras. När det gäller de vattenkemiska och fysikaliska förhållandena i odlingen är det främst syrgaskoncentrationer som bör följas. I en odling med kommersiella krav bör därför investering ske i en syrgasmätare för regelbunden kontroll.

pH

I områden med kalciumfattigt vatten, och därmed försurningskänsligt, bör enkla pH-stickor

användas (figur 36) så att pH kan kontrolleras under året. Kontroll av pH är speciellt viktigt vid parningen i september-november och vid yngelkläckningen under sommaren. Naturligtvis kan pH-mätare användas men dessa är mer känsliga och kräver ofta både kalibrering och att elektroden behöver bytas ut när den är förbrukad. Om försurning misstänks skapa problem för för yngning bör kräftbeståndet kontrolleras mer ingående. Ett tecken på risk med skador på beståndet är om de vuxna kräftorna är mjuka i skalet även under perioder när de inte ömsar skal, exempelvis i oktober efter parningen. Befruktade honor kan hållas i en sump i sitt vatten för att se om de kan

lägga ut sin rom och behålla den men också se så att ynglen kan kläckas normalt. Ett annat tecken på att reproduktionen störs är att det blir färre och färre kräftor och att mängden småkräftor minskar i fångsten.



Figur 36. Att mäta pH-värdet är viktigt och pH-stickor är en enkel och säker metod för mätning.

Kalk

Kalk kan tillföras för att undvika problem med försurning eller om problem med försurat vatten uppstår. Tillförsel av kalk kan vara positivt om vattnet är kalkfattigt även om vattnet inte är försurat. Tänk på att den kalk som används ska vara av god kvalitet och inte innehålla andra ämnen som till exempel tungmetaller som kan orsaka problem. Det kan också vara negativt att kalka direkt i vattnet om det finns kräftor eftersom det kan bli en chockhöjning av pH-värdet eller utfällningar på botten och i kräftornas gälar. Det är oftast mer lämpligt att kalka vattnet innan det når dammen eller tillföra kalk innan kräftorna sätts i.

Behandling av inkommande vatten

Om vattnet behöver behandlas på olika sätt kan det vara lämpligt att ha en kalkstensbädd (figur 37) där vattnet luftas och passerar innan det når odlingen. Här kan då skadliga metaller som järn, mangan och koppar fällas ut samtidigt som vattnet syresätts och kalkhalten ökar.



Figur 37. Grundvatten som tillförs en odling kan ha förhöjda koncentrationer av järn och mangan och vara syrefattigt, detta kan åtgärdas genom att vattnet först får passera en kalkbädd samtidigt som det luftas.

Igenväxning

Från land

Om det inte sker någon form av skötsel runt dammarna kan de så småningom börja växa igen om kräftbeståndet inte är mycket tätt eller vattnet är djupt. Därför kan lösningar vara manuell slåtter eller betesdjur. Får brukar fungera bra och de förorenar inte vattnet i samma utsträckning som nötboskap kan göra. Denna typ av skötsel är också lämplig för den biologiska mångfalden i allmänhet, förutsatt att klippning sker i slutet av blomningssäsongen.

I dammen

Dammar som är vindexponerade har god omröring och syresättning som därmed förhindrar att arter som andmat täcker hela dammen (figur 38). Det finns också flera exempel på att odlingar och dammar har vuxit igen med vattenvegetation. Ofta sker detta när kräftbeståndet är glest i förhållande till dammens storlek men kan också ske om det finns syrefria förhållanden i vegetationen så att kräftorna undviker vegetationen. Detta gäller främst dammar som inte är djupa (<2m) eller dammar som har klart vatten där vegetationen inte begränsas av ljusstillgång. Igenväxningsrisken minskar också i dammar där botten är täckt av sten. Det är viktigt med luftning om kräftproduk-

tionen ska bli bra och därmed förhindra igenväxning, i annat fall kan rensning av vegetaion behövas. I en del fall med igenväxta dammar har gräskarp planterats in men gräskarp kan också dö av syrgasbrist så detta löser inte problemet. Vidare föredrar gräskarp samma växter som kräftorna så de konkurrerar därmed om födan.



Figur 38. Flytbladsväxten andmat tar upp näring direkt från vattnet och gynnas därför i näringsrika vatten som inte är vindexponerade. Detta kan orsaka problem eftersom ljusstrålningen uteblir med dåliga syrgaskoncentrationer som följd.

Utfodring i utomhusdammar

I täta kräftbestånd liksom i kommersiella odlingar finns en risk att det uppstår födobrist och stödutfodring kan behövas för god tillväxt och överlevnad. Därför bör dammarna anpassas för att utfodra de större kräftorna. Kräftyngel klarar sig i regel utmärkt på plankton och annat som finns i vattnet. Optimalt är om ingen utfodring behövs, vilket är fallet i odlingar med riklig förekomst av vegetation och exempelvis sötvattenssnäckor. Om kräftor sätts ut i nygrävda dammar med goda förutsättningar för övrigt finns risken att varken växter eller exempelvis snäckor hinner etablera sig och ett utfodringsbehov uppstår. Snäckor och även växter kan med fördel planteras in i dammar för snabbare etablering, även om de ofta sprids till nya dammar så småningom. De flesta snäckor är tvåkönade och etableringen kan gå ganska snabbt. Även om kräftor kan äta de flesta arterna av snäckor är de mjukskaliga arterna mest lämpliga. Snäckornas skal äts inte av kräftor och mjukskaliga snäckor är lättare att hantera för dem.

Exempel på lämpliga arter är oval dammsnäcka (figur 18), stor dammsnäcka och andra lungsnäckor. De viktigaste faktorerna för god tillväxt hos kräftorna är tillgång på animaliskt protein, kalkrikt vatten och hög temperatur (tabell 1). Är det brist på animaliskt protein kommer kräftorna att växa långsamt och dödligheten ökar.

Om det finns tillräckligt med animaliskt protein kan flodkräftan leva i mycket höga tätheter, 10-20 per m², utan någon större dödlighet av vuxna kräftor. Vid dessa tätheter kan skillnad i överlevnad med eller utan stödutfodring vara 20-25% över en tillväxtsäsong. Det finns många fodertyper och olika sätt att stödutfodra. En utgångspunkt är att en vuxen flodkräfta äter ungefär 2-10 % av sin kroppsvikt per dag i torrfoder och kanske det dubbla om det är vått foder. Foder rikt på animaliskt protein som fisk och småkryp har hög smältbarhet medan växtmaterial har sämre smältbarhet. Utfodring med vegetabilier bör därför innehålla lättsmälta kolhydrater. Spannmål och ärter bör därför ha grott innan utfodring sker. Rekommendation för kommersiellt tillverkade foderpellets, ofta bestående av protein från fisk och soja, är ett proteininnehåll på ca 35 %, fettinnehåll på 6 % och kolhydrater på 35 %. Detta är ett mycket magert foder jämfört med många kommersiella fiskfoder eftersom kräftor inte är anpassade till att äta fetare foder. Om vattnet i kräftan (ca 82%) inte räknas med består flodkräftans stjärtmuskel huvudsakligen av protein och något mindre än 3% utgörs av fett. Utmaningen i att tillverka lämpligt pelleterat foder för kräftor är att få det att både sjunka och hålla ihop men även att det ska attrahera kräftor och att pelletsen är av passande storlek.

Tänk på följande vid utfodring av de vuxna kräftor:

- Utfodra under kräftornas tillväxtperiod, dvs när vattentemperaturen är minst 8-10° C. Någon gång per vecka kan användas som riktmärke.
- Utfodra under en längre period och gärna innan de förväntade skalömsningarna. Det ger bättre tillväxt vid ömsningen. I praktiken innebär detta i juni första gången hanarna ömsar och i augusti för honorna men varierar i landet bland annat beroende på vattentemperatur.
- Utfodra på platser som är lämpliga för kräftor, nära stenhögar men inte för grunt för att minska risken för att kräftorna ska bli uppäten av predatorer som fåglar.
- Utfodra på platser där fodret kan observeras och kontrollera så att det blir uppätet. Utfodra inte mer än kräftorna äter upp inom 48 timmar.
- Utfodra på samma tidpunkter och samma platser så lär sig kräftorna när det är dags för mat.
- Pelleterat foder måste hålla ihop åtminstone 24 timmar, sjunka och inte vara för fett. Det är en fördel om pelletsen är ca 1 cm stor så att kräftorna kan hantera den lätt och ta med sig den in i skydd och äta den.

Hållbar förvaltning av beståndet

Om flodkräftodlingar jämförs med naturbestånd i sjöar är risken större att odlingar överfiskas och därmed får mycket varierande produktion mellan olika år, en situation som inte är önskvärd. En odling där dammarna töms och där kräftor kan flyttas mellan dammar inom odlingen ger större möjligheter att bedöma hur många kräftor som finns och odlaren kan på så vis påverka nästa års fångst med fiskeuttag och genom att flytta

kräftor. Ett problem i många odlingar är att veta hur mycket av de små kräftorna som överlever eftersom de inte fångas i mjärddar. I sjöar och vattendrag har det visat sig att skillnader i yngelöverlevnad mellan olika år kan förklara hur mycket vuxna kräftor som fångas i mjärddar, 4-6 år senare. Därför har vi utgått från de stora och fångstbara kräftorna när vi försökt ge rekommendationer för hur odlaren ska dokumentera sina fångster för att på bästa sätt kunna förvalta sitt bestånd. Nästföljande avsnitt innehåller detaljerad fakta om vad som bör göras för att samla in den information som behövs för att kunna bedöma om fisket i en odling är hållbart i längden. Detta kan sammanfattas i följande punkter:

- Dokumentera alltid hur mycket kräftor som tas upp ur varje vatten (uttag) under säsongen.
- Genomför provfiske efter säsongen varje år där bland annat fångst per mjärde, antal mjärddar, storleksfördelningen, könsfördelning och skadefrekvens på kräftorna protokollförs.
- Om fångsterna per mjärde inte minskar mellan olika fisketillfällen är fisket inte för hårt. Om däremot fångsten per mjärde minskar kan det tyda på för stort uttag för att fisket ska anses hållbart.
- Om målsättningen är att ta fram konsumtionskräftor bör medellängden på de fångstbara kräftorna vara minst 9 cm efter säsongens slut. Ett rimligt antagande är att om minst 20 % av kräftorna i fångsten är konsumtionskräftor har fisket inte varit för hårt.
- Om den naturliga dödligheten på fångstbara kräftor bedöms som stor, till exempel på grund av av predation från mink, kan det egna fisket intensifieras eftersom kräftorna ändå kommer att dö.
- För att kunna beräkna hur många fångstbara kräftor som finns kvar i en damm krävs att provfiske görs flera gånger under några veckor och där uttag och fångsterna per mjärde protokollförs.

Hur mycket som kan fiskas och tas ut beror på många olika samverkande faktorer. I de flesta småvatten och extensiva odlingar finns kanske inte möjligheten eller ambitionen att tömma dammarna varje år. Oavsett odlingsmodell finns några tumregler och metoder för att bedöma hur många kräftor som kan tas ut för att ha en stabil produktion av exempelvis konsumtionskräftor och små kräftor för utsättning. De faktorer som styr produktionen är tillväxten på kräftorna, den naturliga dödligheten i dammarna, orsakat av rovdjur, kannibalism, sjukdomar samt kemisk-fysikaliska faktorer och uttaget som görs vid fiske, den så kallade fiskeridödligheten (figur 35). Det svåra är att kunna bedöma hur stor den naturliga dödligheten är, om inte dammarna töms, samt att bedöma tillväxten för kräftorna. Åldern är en annan faktor som inte kan bestämmas för de större kräftorna något som hade underlättat för att kunna avgöra hur snabbt de växer. För att bestämma tillväxten på de fångstbara kräftorna krävs därför någon form av märkning som finns kvar även när kräftorna ömsat skal. Generellt gäller att tillväxten gynnas av god tillgång på proteinrikt foder som småkryp, lämpliga vattentemperaturer och kalkrikt vatten (tabell 1). Överlevnaden gynnas av god tillgång på gömslen. Därför är odlingar med dessa förutsättningar de med potentiellt högst produktion av kräftor. Men samlad information om tillväxt, naturlig dödlighet och fiskeridödlighet från flodkräftodlingar har saknats, vilket vi därför testat inom detta projekt och resultaten redovisas nedan.

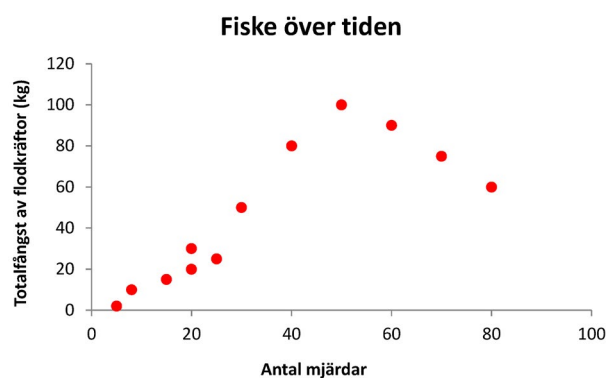
Att ta reda på hur stort uttag som görs är inte särskilt svårt men detta är nog så viktigt att dokumentera. Genom noggrann protokollföring och standardiserat provfiske kan även en teoretisk beräkning göras av hur många vuxna kräftor som finns kvar i en damm. Detta har vi gjort i projektet och dessutom jämfört hur många kräftor som beräknades finnas kvar jämfört med hur många som i verkligheten fanns kvar när en av dammarna tömdes.

För att erhålla en hög och stabil produktion i sin flodkräftodling måste uttag och kräftbeståndets

storleksfördelning dokumenteras. Det kan göras på olika sätt beroende på ambitionsnivå. Nedan finns några exempel på hur bedömningar kan göras om fiskeuttaget är hållbart i längden och hur mycket kräftor som finns kvar. Uttag (antal/kg) bör alltid noteras och det bör åtminstone göras årliga provfisken av beståndet enligt en standardmetod när fiskesäsongen är över. Om uttag görs under en bestämd period och uttaget protokollförs kan en enkel beräkning göras av hur stor effekt fisket har på beståndet och därmed hur mycket som borde finnas kvar.

Att jämföra fångsten av kräftor mellan olika år och/eller fångstillfällen

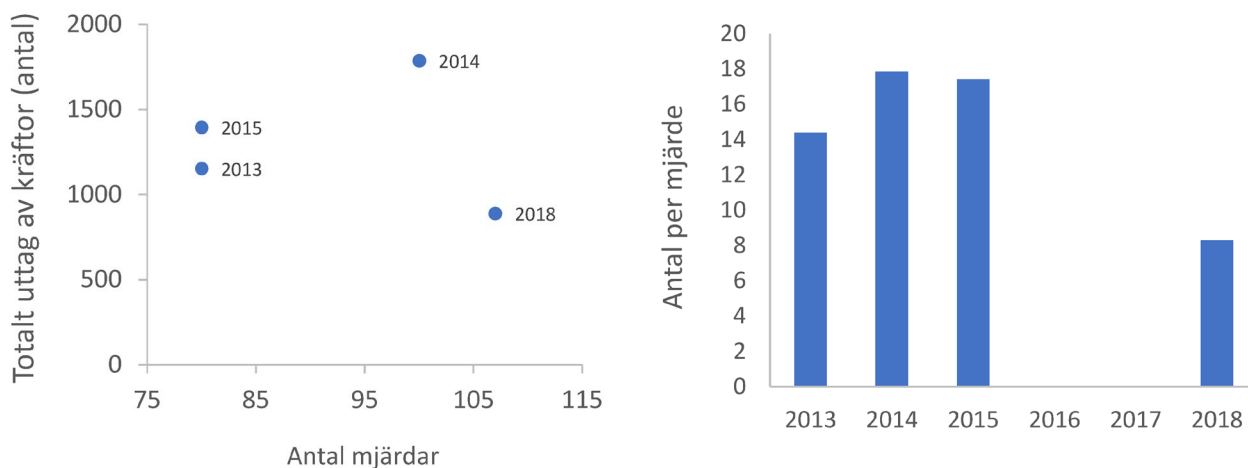
Om fångsterna per mjärde inte minskar mellan olika fisketillfällen är fisket inte för hårt. Om däremot fångsten per mjärde minskar kan det tyda på för stort uttag för att fisket ska anses hållbart (figur 39).



Figur 39. Teoretiskt exempel på hur många kg flodkräftor som fångats i en odling sedan starten och över tiden och hur många mjärdar som använts. I detta fall verkar en totalfångst på 100 kg vara för stort uttag, åren efter minskade fångsterna, trots att fler mjärdar användes. Fångster på ca 80 kg skulle kunna vara maximalt hållbart i detta exempel.

Om de faktiska data som finns från Odlingdamm 2 analyseras (figur 31) syns att uttaget av flodkräftor som fångas i mjärddar och som tas upp för konsumtion och utsättning under fyra år (perioden 2013-2015, samt 2018, figur 40) beror på hur många mjärddar som används med undantag-

för 2018. En slutsats är också att uttaget varit för stort för att vara hållbart i längden då fångst per mjärde minskar efterhand. En bedömning i detta fall är att ett maximalt uttag på omkring 1 000 - 1 200 kräftor hade varit att rekommendera.

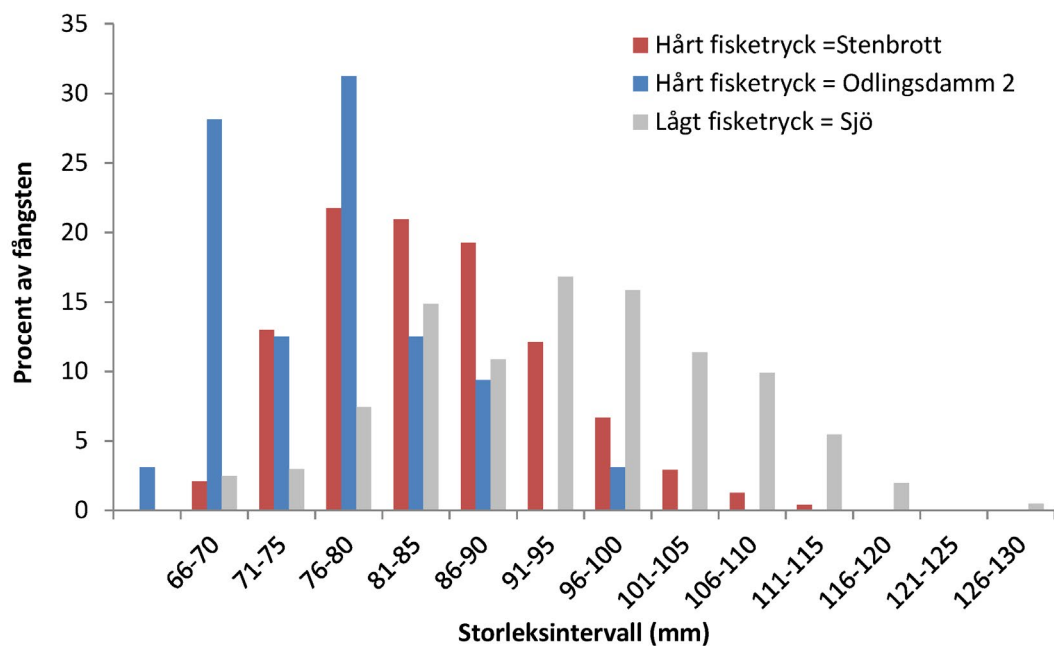


Figur 40. Totalt uttag av flodkräftor från Odlingdamm 2 (figur 31) under fyra olika år och antal mjärddar som använts (vänstra figuren). Fångsten per mjärde tyder på att fångstuttaget före 2018, främst år 2014, varit för stort för att vara hållbart.

Att jämföra fångster med hjälp av provfiskedata

Om dammar töms vid två tillfällen, innan kräftorna sätts ut och när kräftorna tas upp kan analyseras av hur beståndet påverkats av fiske och annan dödlighet. Men vid tömning påverkas även hela ekosystemet vilket är en nackdel inte minst ur mångfaldssynvinkel och på födotillgången för kräftorna. Provfiske av dammarna efter fiskesäsongen är mer skonsamt för dammens ekosystem och kan ge information om uttaget som gjorts är hållbart. I ett hårt fiskat bestånd finns det väldigt få kräftor som är 10 cm (lämpligt minimimått för konsumtionskräfta) eller större vid provfisket. I hållbart fiskade bestånd är bilden en annan. I figur 41 visas hur flodkräftbestånden kan se ut i två odlingar och en sjö i södra Sverige, vi kallar dem ”Stenbrottet” och ”Odlingdamm 2”.

Odlingarna är båda hårt fiskade. I det hårt fiskade Stenbrottet är det bara drygt 5 % av kräftorna som är konsumtionskräftor efter fiskesäsongen. Motsvarande siffror för Odlingdamm 2 är drygt 3% medan i sjön som fiskas mindre hårt är det 29 %. Hur mycket en kräftodling tål att skördas är individuellt och för att kunna beräkna ett hållbart uttag måste den information som behövs för beräkningen tas in genom provfiske. Ett rimligt antagande är att om minst 20 % av kräftorna i fångsten är stora har fisket inte varit för hårt. Hamnar resultaten så lågt som kring 3-5 % bör fisket minskas så att beståndet återhämtar sig och för att produktionen ska bli jämnare nästkommande år.



Figur 41. Längdfördelning av flodkräftor från två flodkräftodlingar med högt fisketryck och en flodkräftsjö med lägre fisketryck. I sjön med lågt fisketryck fångades drygt 4 flodkräftor per mjärde vid provfisket. I Stenbrottet fångades 17 per mjärde och i Odlingdamm 2 fångades 2,1 kräftor per mjärde.

Standardiserat provfiske med betade mjärddar (figur 42) har använts i många år för att bedöma kräfttätheter och hur bestånden i naturvatten ”mår”. Principen är att så kallade provfiskemjærddar (LINI 14) med 14 mm maskvidd används,

dessa fångar kräftor ner till en storlek av ca 6,5 cm. Antalet mjærddar som används beror på hur stort vattnet är men de läggs med 5-10 m mellanrum på botten och djup där det kan finnas kräftor.



Figur 42. Provfiske i ”Stenbrottet” med standardmjærde (14 mm maskvidd).

Mer om hur provfiske i sjöar och vattendrag ska göras finns i handledningen ”Provfiske efter kräftor i sjöar och vattendrag” och den senaste versionen finns att ladda ner från Havs- och Vattenmyndigheten. Generellt gäller att provfisket ska ske innan parningen börjar i slutet av september, men helst inte när kräftorna ömsar skal, och för jämförbarhetens skull vid samma tidpunkt varje år med samma antal mjärddar och samma typ av mjärddar. Lämpligast tidpunkt för provfiske i södra Sverige är i början av september. Provfisket görs efter fiskesäsongen och betet ska vara vitfisk. Det finns protokoll att ladda ner från Havs- och Vattenmyndighetens hemsida. Det som bör protokollföras och som också är till hjälp när statusen på beståndet ska bedömas är följande:

- Antalet mjärddar och mjärddtypen som används.
- Antalet kräftor som fångas per mjärde.
- Kräftornas längd (från pannhorn till slutet på stjärtens mittflik, figur 43).
- Kön och antalet könsmogna honor.
- Sjukdomar (porcelainssjuka).
- Antalet kräftor med synbart skadade mindre klor och bett från mink.

Om många kräftor fångas räcker det med information från 200 kräftor. Som ett exempel, i det hårt fiskade beståndet (”Stenbrottet”), vars storleksfördelning redovisas i figur 41, provfiskades med limmjärde och fångsten var 17 flodkräftor per mjärde.

Av dessa;

- var bara 5,4% minst 10 cm stora,
- 99% av honorna var könsmogna (beskrivet i figur 44),
- 13 % av kräftorna hade kloskador (men inga minkbett),
- 0,2 % hade senare stadiet av porcelainssjuka och
- enstaka kräftiglar fanns på flera kräftor.



Figur 43. Mätning av total längden på flodkräfta sker från pannhornets spets till stjärtens mittersta flik, här en hane på 8,1 cm.



Figur 44. Den övre bilden visar en könsmogen hona. Karakteren kan bara ses i augusti-september och det som syns är de ljusare partierna kring lederna (cementkörtlarna) som producerar det ”sekret” vari befruktning sker av äggen. Den nedre bilden visar en hona från samma vatten och tidpunkt men som saknar utvecklade cementkörtlar, dvs räknas inte som könsmogen eftersom den inte kommer att lägga ägg denna säsong.

Resultaten i detta fall, förutom att det troligen fiskas för hårt, visar på typiska värden för många flodkräftbestånd i dammar. Om skadefrekvensen hade varit mer än 30% hade det bedömts som väldigt mycket. I det mindre hårt fiskade beståndet i sjön (figur 41) var frekvensen knappt 3%, och fångsterna per mjärde också lägre med drygt 4 kräftor per mjärde. Hög skadefrekvens kan uppstå när tätheten är hög i förhållande till mängden gömslen och/eller födotillgång. Om kräftor förlorar klor påverkar det, förutom kvalitet på produkten, längdtillväxten eftersom kräftor satsar energi på att bilda en ny klo på bekostnad av längdtillväxten. Med denna information från provfisken kan beståndets utveckling följas från år till år och fisket och uttaget kan anpassas. När en provfiskeserie skapats kan den också användas till att upptäcka förändringar som kanske beror på faktorer som går några år tillbaka i tiden, såsom extrema vintrar eller somrar som påverkat förörygningen.

För en kommersiell odling är det också viktigt att då och då kontrollera kräftor med avseende på de vanligaste sjukdomarna. Infekterade individer av porrsinnsjuka ska noteras och tas bort från odlingen. Analys av parasiten *Psorospermium* kräver ljusmikroskop och specialkompetens. Ska kräftor säljas för utplantering i andra vatten är det

nödvändigt att beståndet är sjukdomskontrollerat och är en av Jordbruksverket godkänd odling. Det hårt fiskade beståndet (Odlingsdamm 2) som vi undersökt har varit under hälsokontroll sedan 2002, och har varit friskförklarat varje år. Från odlingen levereras bland annat kräftor för utsättning. Hälsokontroll sker idag genom att odlingen är ansluten till den nationella hälsokontrollen i Jordbruksverkets regi och en hygienplan tas fram för varje vattenbruksanläggning. Mer om ”Hygienplan för vattenbruksanläggningar” finns på Jordbruksverkets hemsida.

Att beräkna storleken på kvarvarande bestånd utifrån fångstdata

Fångstresultat från ett intensivt fiske under en kortare period kan användas till att beräkna vilken effekt fisket har på kräftbeståndets storlek men också till att beräkna hur stort beståndet är vi fiskar på, och därmed också hur mycket som borde finnas kvar när fisket är avslutat. Detta har vi testat i en odling (Odlingsdamm 2) där vi också tömt dammen för att se hur bra beräkningarna stämde (figur 45).



Figur 45. Odlingsdamm 2 före och efter tömning.

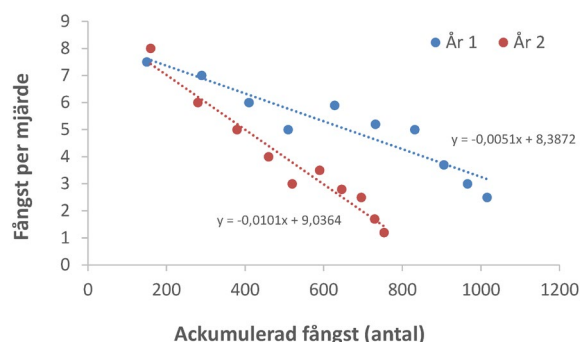
Beräkningsmetoden kallas "Lesliemetoden". Fördelen med metoden är att den inte påverkas om fiskemetoden ändras mellan olika år. Men det finns också begränsningar. För att kunna beräkna hur många konsumtionskräftor som finns kvar när fisket är avslutat måste data samlas in under en begränsad tid och fisket måste ha en effekt på beståndet. Det vill säga fångsterna ska minska linjärt över tiden med samma antal mjärddar. Analysen förutsätter nämligen att det enbart är det uttag som sker vid fisket som påverkar flodkräftbeståndet. Det får inte finnas någon annan dödlighet från rovdjur eller kannibalism eller från att kräftorna ömsar skal och växer sig stora under tiden. Så om uttaget verkligen har en effekt på kräftbeståndet ska mängden konsumtionskräftor som fångas minska efter hand. Sedan relateras fångstdata (i detta fall antal konsumtionskräftor per mjärde) till hur mycket som totalt fiskas upp över tiden (ackumulerad fångst av konsumtionskräftor). Om fisket har en effekt på antalet konsumtionskräftor kommer fångsterna minska linjärt. Sedan används ekvationen för linjen (kan fås fram i exempelvis Excel, se exemplet nedan) och sätter in fångsten till noll per mjärde (alla konsumtionskräftor är uppfiskade). Då fås en siffra på hur stort beståndet är som vi fiskar på och därmed kan vi uppskatta hur många konsumtionskräftor som teoretiskt finns kvar. Lutningen på linjen visar hur hårt beståndet påverkas av fisket. Är lutningen brant påverkas beståndet hårt av fisket men om lutningen är liten påverkas beståndet mindre av fisketrycket. Därför kan lutningen på linjen år från år jämföras.

1. Ett teoretiskt exempel – Lesliemetoden och beräkning av beståndets storlek

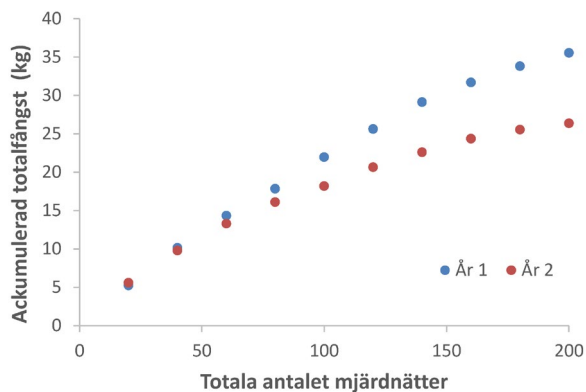
Vi har en rund odlingsdamm på ca 1 000 m² som vi följer noggrant under höstens fiske under två olika år. Vi fiskar när kräftorna har ömsat klart, i slutet av augusti till början av september, totalt 8 ggr med tre dagars mellanrum. Fisket sker alltid med 20 mjärddar med 5 m mellanrum runt hela dammen och på samma ställen. Antalet konsumtionskräftor som fångas per mjärde noteras och tas bort till försäljning. När fisket är slut för

säsongen använder vi våra data för att beräkna hur mycket fångstbara kräftor som finns i dammen men också hur stor effekt vårt fiske haft på beståndet av konsumtionskräftor under de två åren när vi fört statistik. Då blev resultaten som följer i detta exempel (figur 46). Under båda fångståren minskar mängden fångade konsumtionskräftor per mjärde linjärt i förhållande till hur mycket som totalt tagits upp. Detta betyder att vårt fiske verkar ha en effekt på kräftbeståndets storlek men också att fisket under år två har större effekt med en brantare lutning på linjen. Linjens ekvation använder vi sedan för att beräkna hur många konsumtionskräftor vi teoretiskt har kvar i dammen. För att beräkna hur många kräftor vi har i beståndet sätts fångst per mjärde till "0" (y=0). Då blir antalet konsumtionskräftor vi teoretiskt har i dammen under fiskeperioden År 1: $8,3872/0,0051 = 1\ 582$ År 2: $9,0364/0,0101 = 894$ st.

Men är fisket hållbart? Om vi då även använder fångstdata till att analysera hur mycket kräftor vi fångar i kg över tiden i förhållande till antalet mjärddnätter (fångst med en mjärde över natten är en mjärddnatt) ser vi följande. Fångsterna ökar nästan linjärt med antalet mjärddnätter år 1, medan vi inte har samma linjära ökning under år 2. Detta tyder på att vi under år två inte längre fiskar hållbart (figur 47).



Figur. 46. Teoretiskt exempel på hur fångstdata kan se ut över tiden under två olika år om fisket i odlingen verkligen har en effekt på kräftbeståndets storlek. Det minskar över tiden per mjärde, störst effekt syns vid fisket år 2. Linjernas ekvationer kan användas för att beräkna hur många kräftor, av de som går in i mjärddar, som finns under fiskeperioden, och därmed också hur många som borde finnas kvar (se text).



Figur 47. Teoretiskt exempel på hur fångstdata (totalt uttag i kg) kan se ut över tiden under två olika år i förhållande till antalet mjärdsnätter (fångst med en mjärde över natten är en mjärdsnatt). Om fångstuttaget ökar linjärt bedrivs ett hållbart fiske men som det ser ut under år 2 avtar fångsterna.

2. Ett praktiskt exempel – Lesliemetoden och tömning av Odlingsdamm 2

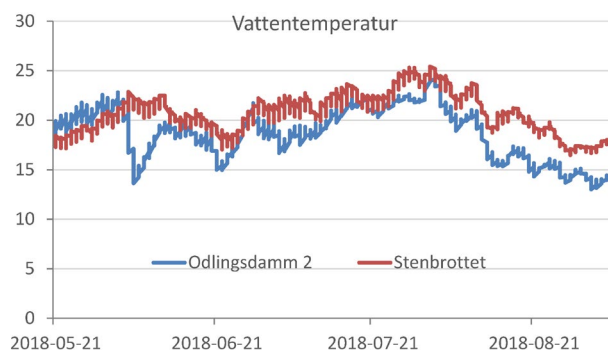
För att ytterligare belysa effekterna av fisket på flodkräftbeståndet och bedöma hur många som överlever har vi gjort undersökningar i Odlingsdamm 2. Under våren 2018 (före skalömsningen) märktes 65 kräftor med så kallade ”Floy tags” (figur 48).



Figur 48. Isättning av 2 av 65 märkta vuxna flodkräftor i Odlingsdamm 2, våren 2018.

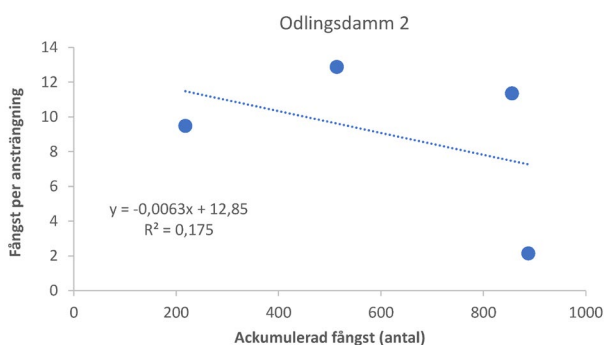
Märkena sitter kvar efter skalömsning, vilket innebär att återfångade kräftor kan mätas och tillväxten bedömas. Ett annat syfte är också att försöka bedöma hur många av de märkta kräftorna som överlevt tillväxstsäsongen. Märkningen går till så att en plastremsa (med unikt nummer) förs genom kräftans stjärtmuskel precis bakom ryggskölden. Experimentella studier har visat att kräftorna inte tar skada av proceduren. För att

kunna koppla tillväxt av kräftorna även till vattentemperatur använde vi temperaturgivare som registrerar vattentemperaturen flera gånger per dygn. Märkning av 65 kräftor och temperaturmätningar genomfördes även i Stenbrottet (figur 24 och 42) men här kunde dammen inte tömmas. Vattentemperaturen (från botten där kräftorna lever) redovisas för perioden 21 maj 2018 till den 5 september 2018 (figur 49). I Stenbrottet i södra delen av Skåne var vattentemperaturen högre än i Odlingsdamm 2 i trakten av Heby, med undantag för maj månad då den var något högre i Odlingsdamm 2. Mest påtaglig blir temperaturskillnaden mellan dammarna i augusti och september. Odlingsdamm 2 får främst vatten genom pumpning från ett närliggande dike som avleder källsprång medan stenbrottet endast får vatten via ytavrinning och grundvatten. Förutom skillnader i geografiskt läge och vattentillförsel sker det också regelbunden luftning i Odlingsdamm 2 vilket påverkar temperaturförhållandena på olika sätt beroende på lufttemperatur. Detta kan förklara den varma vattentemperaturen här på våren och avkylningen lite senare i augusti och september. Trots den extremt varma sommaren visar temperaturerna på värden som är lämpliga för såväl tillväxt som överlevnad under hela perioden (optimalt är 16-25° C, tabell 1). Högsta uppmätta temperatur var 25,4° C i Stenbrottet och 24,4° C i Odlingsdamm 2. Antalet dagar med minst 16° C finns under hela perioden för Stenbrottet medan det är två veckor i Odlingsdamm 2 som är under 16° C.



Figur 49. Vattentemperaturer registrerade fyra ggr per dygn med hjälp av temperaturgivare på det djup kräftorna finns. Registreringsperioden är från slutet av maj till den 5 september 2018. Data från två dammar med flodkräfta. Stenbrott i Skåne och Odlingsdamm 2 i trakten av Heby.

Om vi börjar med att använda Lesliemetoden för att beräkna hur många kräftor som finns i Odlingsdamm 2 under fiskeperioden har vi endast data från fyra fångstillfällen och vi har inget starkt samband även om fångsterna per mjärde minskar efterhand, det vill säga vi har en effekt av fisket (figur 50). Om vi använder linjens ekvation för att göra en beräkning bör det finnas 2 040 fångstbara kräftor i dammen under perioden men osäkerheten är stor och kan variera mellan 825 och 2 300 kräftor. Eftersom 888 kräftor tagits upp i samband med fisket bör det finnas 2 040 minus 888 kräftor = 1 152 fångstbara kräftor kvar i dammen. Dammen tömdes i september 2018 (figur 45) för att försöka kontrollera om detta stämde. Med tanke på stor förekomst av vattenpest kunde inte hela dammen genomsökas effektivt utan alla kräftor räknades och mättes på en area av 9 m². Totalt hittades 155 kräftor på denna ytan. Huvuddelen av dessa var kräftor som var 1+ (förra årets yngel) och 67 var större än 6,5 cm (fångstbara i mjärddar) varav en var märkt (figur 51). Tätheten motsvarar totalt 17 kräftor per m² och de vuxna kräftornas täthet beräknas till 7 per m². Den produktiva bottenarean i dammen vid tillfället bestämdes till ca 160 m² då totala arean är ca 250 m² när dammen är fylld. Omräknat skulle vi då ha 2 790 kräftor kvar i dammen, varav drygt 1 200 fångstbara kräftor, det vill säga nära det antal som vi beräknade med Lesliemetoden.



Figur 50. Fångstdata över tiden (alla mjärdfångade kräftor togs bort) i Odlingsdamm 2, hösten 2018. Fångsterna minskar framför allt vid det sista fisket. Linjens ekvation användes för att beräkna hur många kräftor (de som går i mjärddar) det finns i dammen.



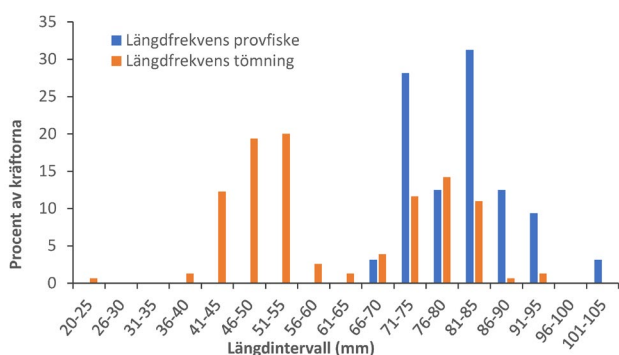
Figur 51. Tömning av Odlingsdamm 2 och alla kräftor på en area av 9 m² räknades och mättes. Notera att bottenytan som är lämplig för kräftor kan minska efter ett tag om vegetationen börjar täcka stenhögar och att det sker en ansamling av sediment och organiskt material.

När det gäller de märkta kräftorna i Odlingsdamm 2 kan vi på motsvarande sätt beräkna att det skulle finnas 18 märkta kräftor kvar av de 65 som märktes på våren, dvs en naturlig dödlighet på ca 70% vilket är förhållandevis högt. Denna dödlighet kan delvis förklaras med predation från utter (figur 12). Flera märken från kräftor hittades på land i utterspillning och uttern är en känd predator på kräftor. Det hittades även märken i dammen i samband med tömningen. Ett rimligt antagande är att dödligheten under den varma sommaren 2018 är högre än under kallare somrar. Inte på grund av vattenkemiska förhållanden, då de var mycket bra i dammen, utan snarare på en högre dödlighet i samband med ömsningarna vid höga temperaturer. Det kan också antas att kannibalism kan bidra till dödligheten eftersom det var relativt hög täthet av kräftor i dammen. Det har tagits upp 888 vuxna kräftor under fiskesäsongen innan dammen tömdes, dock inga märkta. Det finns några andra undersökningar av naturlig dödlighet i flodkräftodlingar där uttern inte varit en predator och där flodkräftanar satts ut i dammar, tömda innan försöket, och som därför inte har några predatorer vid starten. Här kan dödligheten vara så låg som 2-25% beroende på täthet och om de stödfodras.

Genom att jämföra storleksfördelning av kräftorna i Odlingsdamm 2 från provfisket och när dammen tömts är det uppenbart att det finns flest

kräftor som är drygt ett år i dammen (ca 50 mm stora) och dessa fångas inte alls vid provfisket (figur 52). Årsynglen i dammen är ca 2,5 cm stora (figur 53). Att de hittas relativt få årsyngel beror säkerligen på att de inte flyttar sig ner mot botten när dammen töms utan gömmer sig under stenarna i dammen. De större kräftorna har ett helt annat beteende och flyttar sig när vattnet försvinner. Den tredje årsklassen i dammen är ca 70 mm men vid denna storlek är det svårt att utifrån längdata bedöma hur gamla de är. Då behöver också hanar och honor separeras eftersom honorna växer långsammare när de väl blivit köns mogna och bär rom och då ömsar de inte förrän ynglen kläckts efter sommaren.

Tillväxtdata från märkningsförsöken i dammarna (Stenbrottet samt Odlingsdamm 2) under tillväxtsången 2018 visar att de vuxna flodkräftorna gjort 0 till 3 ömsningar. Data från totalt



Figur 52. Procent av kräftorna inom olika storleksintervall, hösten 2018 i Odlingsdamm 2. Dels vid provfisket med mjärddar, dels efter att dammen töms och kräftorna räknats och fångats för hand inom en bestämd area.



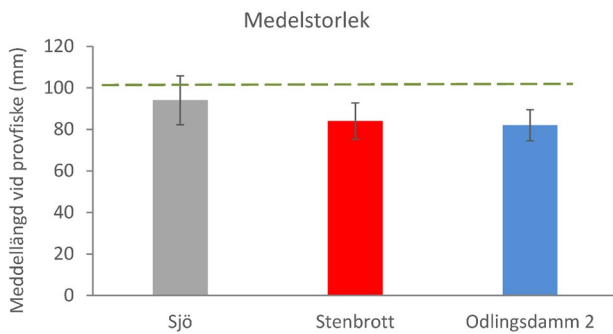
Figur 53. Årsyngel och fjolårsyngel från Odlingsdamm 2 i september 2018.

16 återfångster visar att de i genomsnitt tillväxt 7,9 mm (mellan 0-16 mm). Detta motsvarar en genomsnittlig ökning på ca 9% i längd, från i medeltal 87 mm före till 95 mm vid återfångsten. I dessa fall verkar det som att det i regel tar minst en tillväxtsommars för att ca 9 cm stora kräftor ska nå konsumtionsstorleken på 10 cm.

Rekommendationer för förvaltning

Exemplen på beräkningar ovan i kombination med resultat från provfiske utgör ett bra underlag för att kunna förvalta sitt flodkräftbestånd på ett hållbart sätt:

- Om bedömningen är att fisket varit för hårt i en damm med minskat antal kräftor per mjärde och mindre storlekar efter hand, kan kräftor flyttas från vatten inom odlingen där det inte fiskats så hårt.
- Om den naturliga dödligheten är relativt hög för de större kräftorna kan detta motivera ett större uttag, de dör ju annars ändå.
- Storleksfördelningen på kräftorna vid provfisket bör också vägas in om en jämn produktion av konsumtionskräftor är målsättningen. Våra tillväxtdata tyder på att det tar en tillväxtsäsongs för flodkräftor som är ca 9 cm att bli 10 cm.
- Om målsättningen är att få kräftor som är minst 10 cm bör medelstorleken vara minst 9 cm vid slutet av säsongen innan. Helst ska storleksklasserna kring 9 cm och större dominera i provfisket. Det gör de inte i Stenbrottet och Odlingsdamm 2 (figur 41). Medelstorleken från en flodkräftsjö samt Stenbrottet och Odlingsdamm 2 redovisas i figur 54. Här framgår att det är troligt att det nästa år kommer fångas kräftor som når upp till konsumtionsstorlek i Stenbrottet och i Odlingsdamm 2.



Figur 54. Medellängd (och variationen kring medelvärdet, standardavvikelse) av flodkräftor från provfiske efter fiskesäsongen i en sjö samt två dammar med flodkräftor. Gröna linjen anger vanligt minimimått för konsumtionskräftor.

Hantering av fångsten innan försäljning

Flodkräftan är en delikatess men det förutsätter att den innan kokning inte har smak från vattnet eller att tarmen inte är ren. Därför bör kräftor avsedda för konsumtion alltid förvaras i rent vatten av dricksvattenkvalitet i åtminstone fem dagar innan de levereras. Detta kan ske antingen genom sumpning, eller att de får gå i kar eller bassänger där vattnet byts ut vid behov (figur 55 och 56).

Tänk på att:

- Ha god kontroll på syrgashalterna (tabell 1).
- Det är en fördel om vattentemperaturen inte är hög. Det är bra om temperaturen kan hållas på 8-12° C vilket minskar risken för att kräftorna ska stressas och börja attackera varandra. Dessutom minskar behovet av mat när det är kallare i vattnet. Om kräftor fiskas när temperaturen ute är hög bör de få vänja sig lite i vanlig rumstemperatur innan de sumpas i kallt vatten. Det är också viktigt att kräftorna inte är torra innan de släpps ut i karen.
- Kräftorna bör ha tillgång till någon föda under denna period men med något som inte färgar tarmen, exempelvis halvkokt potatis utan skal.

När är kräftorna som bäst för konsumtion?

Flodkräftan är i bäst kondition och väger mest i förhållande till sin längd och lämplig för konsumtion i slutet av augusti och början av september. Vid denna period ömsar de heller inte skal vilket är bra om de ska sumpas. Dessutom har de också ömsat skal åtminstone en gång innan. I kalla vatten eller där det råder födobrist kan honorna ibland inte hinna ömsa skal i början av augusti. Kräftor som inte ömsat på flera månader innan kokningen blir inte vackert röda. Honornas rom är dessutom inte mogen i början av augusti vilken många uppskattar att äta. Sumpas kräftor i slutet av september bör hanar och honor separeras så att de inte parar sig och honorna lägger ut rommen. Sammantaget är det därför bäst ur både kulinarisk- och ekonomisk synvinkel att koka kräftor som är fångade lite senare på säsongen. Ibland förekommer kräftiglar på kräftornas skal, men om kräftorna sänks ner levande i saltat vatten i ca 20 sekunder så släpper iglarna. Igel släpper annars från kräftan när den kokas.



Figur 55. Sumpning av flodkräftor i damm.



Figur 56. Sumpning av flodkräftor i inomhusbassäng med syresättning och genomströmmande vatten.

Odlingsteknik inomhus och i bassänger

Många har försökt att ”odla” kräftor och andra skaldjur i inomhusmiljö. Men det finns inga bra exempel på att detta skulle vara ekonomiskt lönsamt för flodkräfta, i alla fall inte om ens egen arbetstid också ska finansieras. Detta beror på en kombination av stora investeringar och löpande kostnader men ganska dålig produktion och överlevnad av kräftor. Däremot är förutsättningarna att ta fram kräftyngel för utsättning betydligt bättre rent ekonomiskt. Det är svårt att få god produktion av konsumtionskräftor i inomhusmiljöer och det beror bland annat på att kräftorna växer förhållandevis långsamt och att dödligheten är ganska stor, inte minst på grund av kannibalism.

En annan utmaning är att ge kräftorna ett komplett foder. Det finns inget kommersiellt tillverkat foder i Sverige som täcker kräftornas alla behov av spårelement och vitaminer. Här har fiskodlingen kommit betydligt längre. Om kräftor hålls inomhus utan tillgång till naturlig föda finns en stor risk för att de så småningom dör i samband med skalömsningen på grund av brist på olika ämnen. Samtidigt är det enkelt att hålla kräftor vid liv inomhus då de trots allt är allätare. Problemen är alltså själva tillväxmomentet och skalömsningen. Om kräftorna exempelvis inte får tillgång till pigment från växter eller alger kommer kräftorna så småningom inte kunna bilda det rödaktiga pigmentet och blir ljusa- och blåaktiga och dör troligen vid någon kommande skalömsning. Detta är dock inte samma sak som att det finns kräftor som är naturligt blå ute i naturvatten (figur 57).

Bristsymtom är också erfarenheter från odling av hummer inomhus. Därför är odling i växthusmiljöer för framtagning av livskraftiga yngel för utsättning betydligt mer lovande eftersom den har mer naturliga ljusförhållanden och möjliggör produktion av alger och plankton (se avsnitt om ”Yngeluppfoeding i växthus”).



Figur 57. En blå flodkräfta från Odlingsdamm 2, detta är inget bristsymtom, snarare naturlig variation i pigmentering.

Nedan ges olika rekommendationer för hur flodkräftyngel i inomhusmiljö kan tas fram för utsättning och då främst i recirkulerade system. Olika metoder kan användas. Att ta in könsmogna kräftor på hösten som får para sig och sedan behålls honorna tills de kläcker sina yngel. Att fånga in rombärande honor på våren. Att fånga in större mängder rombärande honor kräver i princip att utomhusdammar töms eftersom rombärande flodkräftthonor inte fångas så lätt i mjärddar. Inledningsvis ges några rekommendationer för vilka krav som ställs på recirkulerade system där kräftor ska överleva och trivas.

Generella rekommendationer för recirkulerade system

Oavsett vilka organismer som odlas i recirkulerade system finns flera fallgropar som måste undvikas. En ganska omfattande vattenanalys på råvattnet behöver göras eftersom ämnen kommer att anrikas i systemet. Detta gäller exempelvis olika metalljoner men även salter. Är vattnet olämpligt behöver det renas och planering för detta måste göras innan odlingen sätts igång.

Det finns idag olika typer av filter som kan användas. Tänk på att det inte får finnas rör, ledningar, kar eller pumpar som kan läcka ut oönskade ämnen i vattnet. Ledningar och rör med zink (galvaniserade rör) eller koppar måste undvikas. Det samma gäller naturligtvis för karen som kräftorna ska odlas i, kar och bassänger som är lämpliga för fiskodling är också lämpliga för kräftor.

Vattenrening

Beroende på hur mycket vatten som ”byts” ut måste det finnas någon form av biologiskt filter för att ta hand om de exkretionsprodukter som bildas. Biologiska filter behöver inte vara dyra men det är nödvändigt att mäta föreningar av kväve samt syrgas för att veta om de fungerar. Principen är att vattnet ska passera någon form av filterbädd där det sitter bakterier på filtermaterialet som bland annat omvandlar skadligt ammonium till nitrit och sedan till det mindre skadliga nitraten. I tabell 1 finns värden angivna som vägledning. En avvägning måste göras med storleken på filtermaterialet, mängd filtermaterial och vattenflödet. Finkornigt material ger mycket yta för bakterier men sätter lättare igen. Ett enklare filter behöver kunna ”rengöras” då och då. Att starta upp ett biofilter och mäta att det fungerar är inte särskilt svårt. Bakterier finns överallt och de kommer av sig själv så fort organiskt material som mat för kräftorna ansamlas. Det som händer först är att ammoniumkoncentrationen stiger sedan kommer de bakterier gynnas som omvandlar skadligt ammonium till skadligt nitrit. Sedan kommer andra sorters bakterier att gynnas som omvandlar nitrit till mindre skadligt nitrat. Allt detta sker när det finns syrgas i vattnet så luftning behövs i regel. Att sätta igång ett filter kan ta en månad innan det fungerar som det ska. Det som kommer att hända efter ett tag är att det anrikas mer nitrat (inte så skadligt) om vatten inte byts ut. Så detta måste kontrolleras (riktlinjer finns i tabell 1). Det finns även möjlighet att komplettera sitt biofilter som under syrerika förhållanden omvandlar ammonium till nitrat med ett filter som fungerar under syrefria förhållanden. Detta

omvandlar då nitrat till kvävgas. Men detta är betydligt mer avancerade system men möjligheten finns.

Det finns snabbtester för att mäta kväveföreningar inte minst inom akvariehandeln. Det är speciellt viktigt att följa värdena när kräftor finns i systemet men innan dessa kan biofiltret ”matas” (dvs bakterierna i filtret behöver näring) med det som kräftorna var tänkta att matas med.

Inomhussystem – konstruktioner, funktion och utfodring

För att inomhusverksamheten (till exempel med att ta fram yngel för utplantering) ska fungera är det viktigt att inlopp, utlopp och karen är anpassade till kräftor:

- Det är väldigt lätt att hålla kräftor i kar men betydligt svårare att få dem att stanna där. De är extremt rymningsbenägna och det får inte finnas luftledningar, utlopp eller tilllopp som medger detta. Vidare kan de klättra upp för väggar i kar om de inte är släta. Någon form av kant runt karet måste finnas så de inte kan rymma.
- Utloppet bör vara så konstruerat att det inte sätter igen för lätt men samtidigt medger vattenflöde och att exkrementer etcetera kan lämna karet och hamna i biofiltret. Det bästa är om bottenvattnet kan avledas.
- Det är viktigt att inte mata de vuxna kräftorna med foder som är starkt förorenande, som feta foder eller foder som löses upp. I det flesta fall räcker det med halvkokt potatis och gröna ärter och att inte ge kräftorna mer än de kan äta upp. Var tredje dag bör också gammalt foder bytas ut. Det ska mycket till för att kräftorna ska svälta ihjäl speciellt då vattentemperaturen är låg (se nedan).

Att ta fram rombärande honor på hösten

Kräftor parar sig i inomhusmiljö om förutsättningarna finns vad gäller vattenkvalitet, temperatur- och ljusförhållanden:

- Det är viktigt att honorna är i god kondition eftersom det påverkar deras förmåga att hålla sin rom levande och fri från svampangrepp. Honorna får inte vara svältfödda eller kommer från vatten med dålig vattenkvalitet.
- Storlek och könsmognad (figur 44) är viktigt. Hanar från en storlek av 8 cm är i princip alltid könsmogna. Lämpliga storlekar på avelsdjuren är 9-10 cm. Även om stora honor kan bära fler romkorn än små kan de vara sämre på att behålla rommen. Små honor tappar ofta rom det första året. En hane kan para fler honor och rekommendationen är en hane på tre honor.
- Tätheten på kräftor i karen bör inte vara högre än att det finns ett gömsle för varje kräfta men också att det finns öppna partier i karet där parning kan ske och där honorna sedan kan lägga sig på ryggen för att lägga ut sin rom. En lämplig täthet är ca 30 kräftor per kvadratmeter. Ju lägre täthet desto mindre risk för stress och därmed risk för att honorna tappar rom.

Ljusförhållanden, temperatur och parningsaktivitet

Kräftorna parar sig under oktober-november när vattentemperaturen sjunker ner under 15° C och dagen blir kortare. Därför är det lämpligt att ta in avelsdjur i mitten av september och tänk på att:

- Kräftorna i inomhusodlingen måste kunna uppleva förändringar i dagslängd och sjunkande temperaturer.
- Efterlikna ljusförhållanden och temperaturer som råder ute. Är det väldigt mörkt ökar kräftornas aktivitet och om det är konstant

ljus blir de stressade. Om vattentemperaturen inte understiger 12° vid denna period blir romsättningen inte bra. På samma sätt är det viktigt att vattentemperaturen går ner under perioden efter romläggningen, helst ner mot 4-6°C. Det behövs en period mellan november – januari med dessa kalla temperaturer för att det ska bli bra resultat.

- Efter parningen, i december, bör hanarna tas bort från karen.
- I februari kan temperaturen ökas. Ynglen kan på detta vis kläckas i april men då måste de ha någonstans att födas upp sedan, vilket är en utmaning (men se avsnitt nedan om ”Yngeluppfödning i växthus”). Temperaturen i odling bör så långt möjligt följa vattentemperaturen utomhus så att ynglen kan planteras ut i naturen när de kläckts.
- När honorna börjar närma sig kläckningen bör dessa placeras i enskilda fack (figur 58) där ynglen sedan trillar igenom när de är redo att lämna honan och hamnar i karet eller i dammen (se nedan).
- Ynglen behöver skydd och föda i form av plankton. Antingen levereras de direkt för utsättning eller så sätts ynglen i andra utomhusdammar. Lämpligen i dammar som kan tömmas och där småkräftor kan fångas senare under hösten och sättas ut.



Figur 58. Rombärande hona i sin kläckback. Glöm inte att ge henne mat för att hålla henne vid liv! Halvkokt potatis eller gröna ärtor räcker.

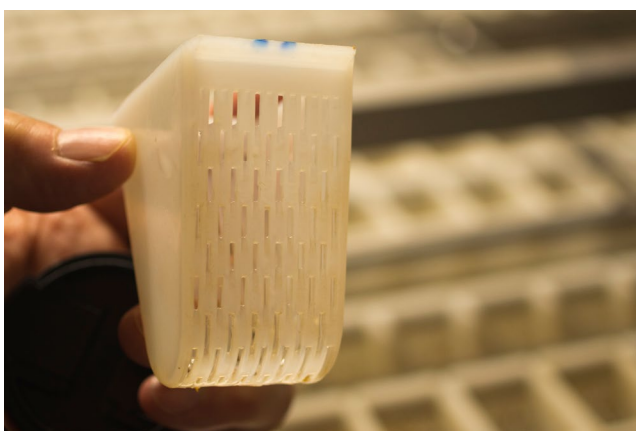
Att kläcka yngel från vildfångade honor på våren

Även om det fungerar att ta fram rombärande honor på hösten/vintern, ger det erfarenhetsmässigt bättre resultat om rombärande honor fångas in på våren. Detta kan göras om möjligheten finns att tömma dammarna och plocka upp honorna. Dessa kan sedan tas in i inomhusodlingen för att där kläcka fram yngel, antingen på naturlig väg eller genom att skrapa av rommen och låta den kläckas i en speciell anläggning. Denna teknik kallas för artificiell inkubation och utvecklades i Finland (se nedan). Det fungerar också med att placera honorna direkt i kläckbackar ute i dammar där ynglen kan födas upp (figur 58).

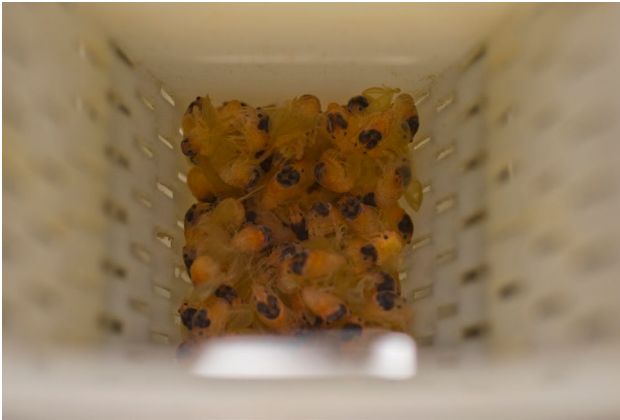
Artificiell inkubation

På 1980-talet utvecklades en teknik som bygger på att äggen från en rombärande hona tas av på våren och äggen kläcks separerat från honan. Denna teknik används även idag. Metoden är dock mycket resurskrävande och kan inte rekommenderas om ens egen eller andras nedlagda tid ska finansieras av odlingsverksamheten.

Inom detta projekt har vi besökt en flodkräftanläggning utanför Flensburg i Tyskland som bland annat använder denna teknik för att ta fram flodkräftyngel. Yngel som sedan får växa till sig ytterligare i inomhusmiljö (delvis i växthus, se avsnitt om ”Yngeluppfödning i växthus”), innan de planteras ut. Principen är att rommen avlägsnas först efter vintern när rommen är redo att utvecklas och temperaturen ökar. Äggen placeras sedan i små nätbehållare (figur 59) som i sin tur placeras i en anläggning med vatten. De små behållarna placeras på en ram i vattnet och ramen är i ständig rörelse, fram, tillbaka, upp och ner. Detta för att i största möjliga mån efterlikna honans beteende. Honan ”viftar” romklasen som sitter på simfötterna så att den syresätts. Eftersom det alltid finns romkorn och embryon som inte utvecklas normalt och dör måste dessa tas bort manuellt dagligen (figur 58). Honan klarar detta själv i naturen med hjälp av sina gångben. Gör inte detta kommer det snabbt att växa smutsvatensvamp på de levande embryona med dödlighet som följd, principen är den samma inom fiskodlingen. När ynglen passerat sitt första stadie (figur 60) och ömsat ännu en gång är de redo för nästa moment, antingen utsättning direkt i dammar, eller om kläckningen sker tidigare än i naturen, i någon form av yngelkar för vidare uppfödning.



Figur 59. Till vänster en nätbehållare för romkorn och till höger plockas eventuellt döda romkorn eller embryon bort. Tidskrävande!



Figur 60. Nykläckta flodkräfttyngel (stadie 1) i en nätbehållare som ännu inte är redo för utsättning.

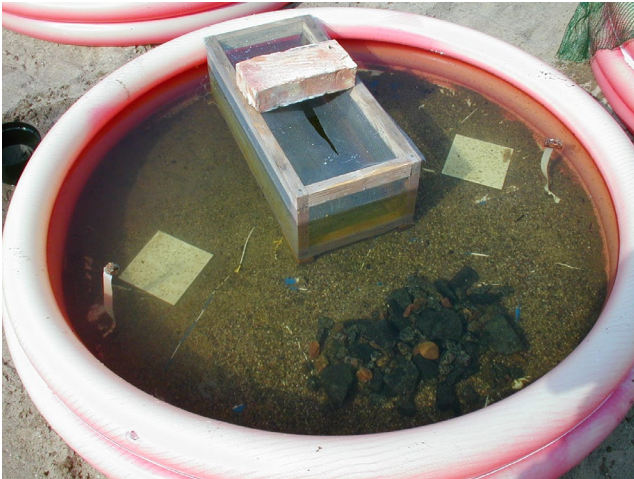
Utomhusdammar för yngel

Speciella utomhusdammar eller bassänger kan anläggas för att ta fram lite större yngel för senare utplantering på hösten (eller i växthus se nedan). Dessa bör vara grunda så att de värms upp, kräfttyngel uppehåller sig naturligt i strandzonen i sjöar men dammarna får inte ha för liten vattenvolym så att temperaturvariationerna över dagen blir för stora eller extrema. Vidare måste det finnas god produktion av växt- och djurplankton och gärna fjädermygglarver. Fjädermygglarver koloniserar själv medan växt- och djurplankton kan behöva tillsättas. Detta görs enklast från en befintlig utomhusdamm och det räcker med en hink med vatten. För god överlevnad behövs skyddsmöjligheter för ynglen. Men tänk på att det ska vara möjligt att enkelt få tag på ynglen efter att dammen töms på hösten. Olika stenmaterial som småsten fungerar bra för ynglen men det kan vara svårare att få tag på dem. Håltegelsten kan också fungera (figur 61). Gömslen av plast finns på marknaden men rekommenderas inte att ha i naturen. Utomhusdammar som används för yngelproduktion bör tömmas varje år eftersom det annars koloniserar av trolsländor och dykarbaggar som är predatorer på kräfttyngel.

I en vetenskaplig studie (se avsnittet ”Källor” en publikation av Nyström, 2002) gjordes försök i utomhusbassänger där ett av syftena var att jämföra överlevnad, tillväxt, beteende och födoval hos nykläckta yngel av flod- och signalkräfta som hölls i separata bassänger i närvaro/frånvaro av groplöja eller trolsländor som hölls i bur i bassängerna. Dessa kunde alltså inte äta kräfttyngel i bassängerna. Flodkräfttynglen brydde sig inte om predatorerna i burarna och ändrade inte sitt beteende så resultaten från alla bassängerna med flodkräfta kan användas som modell för vad som krävs för att ynglen ska växa och överleva. Försöken genomfördes utomhus i Skåne under 2 månader (maj-juli) och vid försöken användes 12 små badbassänger med flodkräfttyngel. Vattendjupet i de runda bassängerna var 25 cm och bottenytan var 1,2 m². Innan flodkräfttyngel tillsattes inreddes bassängerna med sand/grus, näringsrikt dammvatten, djurplankton och förmultnande alblad. Som gömsle för kräfttynglen användes 10 kg småsten (1,6-6,0 cm i diameter) som placerades i en hög i bassängen (figur 62).



Figur 61. Grund, tömningsbar utomhusdamm som används för uppfödning av kräfttyngel och lövgrodor! Ibland används dammarna även till rombärande honor.

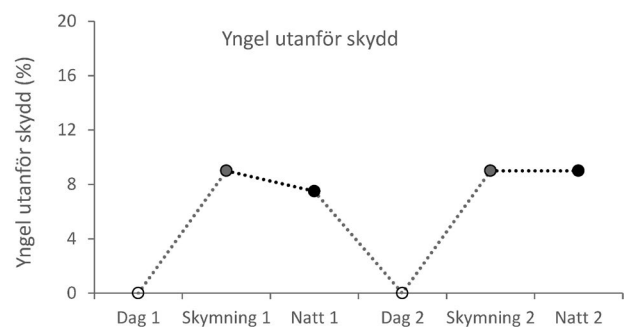


Figur 62. Detalj över bassäng där bland annat överlevnad, tillväxt och beteende hos nykläckta flodkräfttyngel studerades under 2 månader (vänster). Under försökets gång täcktes bassängerna helt med nät för att inte predatorer och fåglar skulle störa experimentet och med beskuggande skydd för att hålla temperaturen stabil (höger). Tänk på att bassängerna var inredda för ett experiment, inte enbart för att optimera överlevnaden av flodkräfttyngel.

I bassängerna fanns även en liten bur, antingen med eller utan småfisk eller trollslända, och kanelplattor för att ta prov på alger. Efter två veckor hade alger börjat växa på stenarna och djurplankton förökade sig. Då planterades 25 nykläckta flodkräfttyngel (ca 12 mm) in i varje bassäng. Detta motsvarar en täthet av ca 20 yngel per kvadratmeter, en täthet som är naturlig i svenska sjöar. Ynglen kläcktes från rombärande honor som hölls i ett kallt växthus för att kläcktidpunkten skulle bli normal. Bassängerna täcktes med finmaskigt nät för att inga andra predatorer skulle kunna påverka kräftorna och det fanns också skuggande plast över delar av bassängerna för att hålla temperaturen stabil. Förutom den föda som fanns i bassängerna, matades kräftorna var tredje dag med djupfrysta fjädermygglarver. Fjädermygglarver kunde dock kolonisera bassängerna genom nätet vilket upptäcktes under försökets gång. Temperaturen i bassängerna varierade mellan 17,0–26,1° C (medelvärde 21,4° C), det vill säga lämplig för tillväxt och överlevnad för flodkräfttyngel (tabell 1).

Två dagar innan försöket avslutades räknades alla flodkräfttyngel som kunde ses utanför skyddet i stenhögen mitt på dagen, i skymningen och på natten. När försöket avslutades och bassängerna tömdes räknades kräftorna. Andelen kräfttyngel som befann sig utanför skydd var omkring 10%

vid skymning och vid mörker. Inga yngel, i förhållande till de som överlevde, syntes under dagtid (figur 63). Sedan kontrollerades maginnehåll och kräftorna analyserades för stabila isotoper av kväve och kol (se avsnittet om ”Födoval och tillväxt”) och dessa analyser gjordes även av djurplankton, alblad, påväxtalger och av både frysta och levande mygglarver. Resultaten visade att i medeltal överlevde 90% av flodkräfttynglen och de hade i genomsnitt en tillväxt på 20% (ca 15 mm stora). Andelen flodkräfttyngel med kloskador var liten, knappt 2% i genomsnitt.

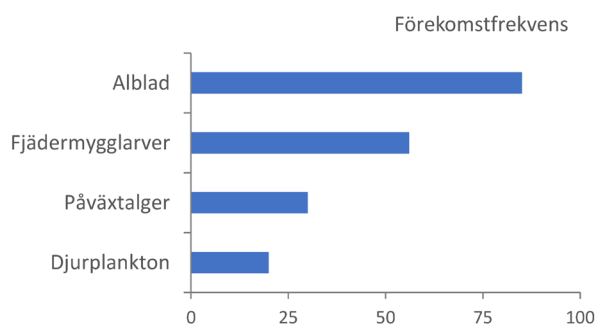


Figur 63. Observerade flodkräfttyngel under försökets två sista dagar och vid olika tidpunkter på dygnet. Anges i förhållande till hur många som överlevde (%).

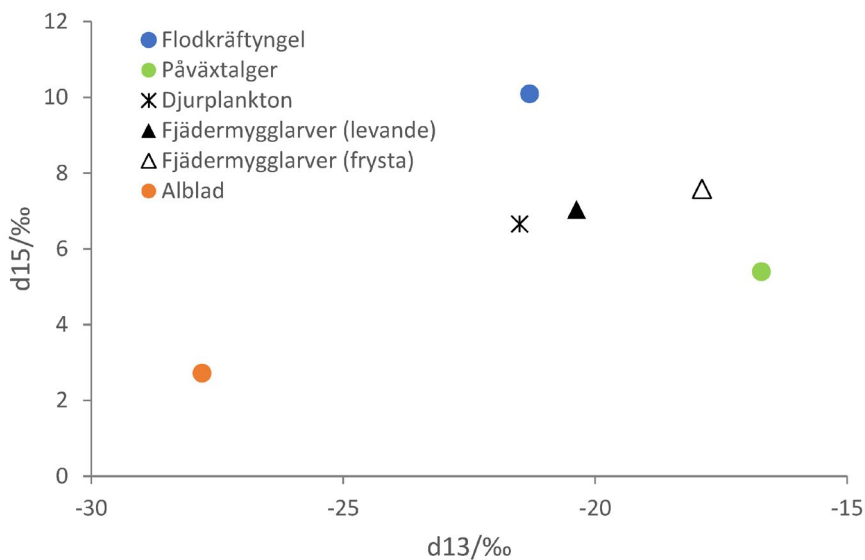
Analys av maginnehåll (figur 64) visade att huvuddelen av ynglen hade ätit bitar av alblad, fjädermygglarver, påväxtalger och djurplankton. Inga flodkräftyngel hade kräftrester i magarna, dvs kannibalism kunde inte påvisas. Analyser av stabila isotoper (figur 65) visade däremot att flodkräftorna huvudsakligen hade växt av att äta en kombination av djurplankton och levande fjädermygglarver medan varken påväxtalger eller alblad verkade betydelsefulla för tillväxten.

Erfarenheterna från detta försök är att flodkräftyngel kan både växa, överleva samt undvika kannibalism och skador så länge det finns lämpliga gömslen och tillgång på föda, såväl animalisk som vegetabilisk. Resultaten är viktiga eftersom dödlighet hos kräftyngel ofta är störst under de första månaderna i odling. Kräftyngel utan kloskador som ska planteras har ökad chans att överleva jämfört med de som är kloskadade. En

viktig slutsats är att om dessa bassängförhållanden kan efterliknas i inomhusmiljöer bör yngeluppfödning fungera väl. Kräftynglen är i princip bara aktiva när det är mörkt men inte alla. Troligen kan de hålla sig gömda och ändå få tag på föda, exempelvis djurplankton som simmar förbi. Djurplankton är därför mycket viktiga för kräftyngel.



Figur 64. Förekomstfrekvens (%) av olika födoslag från försöksbassänger med flodkräftyngel (av totalt 163 yngel som hade ätit något).



Figur 65. Medelvärden för stabila isotoper av kväve och kol i flodkräftyngel och de möjliga födoslag som fanns i bassängerna vid försökets avslutande. Mer information om stabila isotoper finns i avsnittet "Födoval och tillväxt".

Odlingsteknik i växthusmiljö

Yngeluppfödning i växthus – exempel från Tyskland

En viktig del i detta projekt är att ta fram rekommendationer för yngeluppfödning i växthusmiljöer och därigenom utveckla stora livskraftiga yngel även för utplantering i vatten vilka är för kalla för att flodkräftan ska kunna reproducera sig varje år. Vidare är syftet att utveckla en teknik som inte påverkas av yttre klimat, predatorer och sjukdomar. Mycket inspiration hämtades från ett studiebesök vid en anläggning i Tyskland vid Flensburg som dels har inomhusodling, dels utomhusdammarna för flodkräftproduktion. Värt att notera är att utomhusdammarna, total yta av ca 8 000 m², producerar upp till 400 kg konsumtionskräftor per år (se avsnittet ”Produktion och förväntningar” för mer information kring produktion av flodkräftor), och att det i produktionsdammarna finns en livskraftig population av lövgroda (figur 66). De vegetationsrika dammarna bidrar därför till bevarandet av annan biologisk mångfald än enbart flodkräftor.



Figur 66. Lövgroda som sitter och reglerar kroppstemperaturen i björnbärssnår intill flodkräftodling i Tyskland.

Principen bygger på att nykläckta yngel (som tagits fram genom artificiell inkubation, se ovan) placeras i kar där vissa av dem finns i växthusmiljö (figur 67) och de andra karen i en byggnad (figur 68). Men de har förbindelse med varandra via ett recirkulerat system. Den största anledning-

en till att växthusmiljön kan fungera är att alger, plankton och mygglarver kan leva i karen. Detta utgör grundföda för kräftyngel. Därför måste ett planktonsamhälle utvecklas i odlingen genom att ta vatten från en utomhusdamm och låta planktonsamhället etableras i karen innan ynglen sätts ut. Mera om odlingstekniken i växthusmiljö beskrivs ingående nedan. En del i vårt projekt var att bygga upp en växthusodling för framtagande av flodkräftyngel och utifrån olika försök ge rekommendationer för odling i Sverige. Detta kunde av olika anledningar inte genomföras fullt ut och därför presenteras förslag på uppbyggnad och råd för att det ska fungera istället nedan. Dessa råd är baserade på de erfarenheter vi fått genom projektet vid besöket i Tyskland, internationella konferenser och även via forskningsresultat.



Figur 67. Flodkräftodling i växthusmiljö. I växthuset finns flera kar för uppfödning av flodkräftyngel men också biofilter/luftning och även kar med djurplankton och växter.



Figur 68. I en del av inomhusodlingen i Tyskland finns speciellt utformade kar för uppfödning av flodkräftyngel (står i förbindelse med karen i växthuset). Karen har en yta på 3 m².

Yngeluppfödning i växthus – förslag på utförande

Att bygga upp en anläggning för att föda upp flodkräftyngel i växthusmiljö kräver flera ställningstagande, inte minst vad gäller ekonomi, investeringar, utformning och vattenförsörjning. Rekommendationerna nedan fokuserar på att få bästa möjliga överlevnad och tillväxt och livskraftiga yngel för utplantering.

Det finns två tänkbara scenarios: att starta upp med yngel som kläckts under naturliga temperaturförhållanden eller att starta upp med yngel som kläckts tidigare genom att ha manipulerat temperaturen under romutvecklingen. Fördelen med naturligt kläckta yngel är att dessa kräver kortare period i uppvärmd miljö och att detta är det mest naturliga sättet för kläckning. Fördelen med att kläcka tidigare är möjligheten att plantera ut mer livskraftiga och större yngel. Oavsett vilket krävs att odlingsförhållandena och inte minst födotillgången är gynnsamma för kräft-

ynglen när de planteras in i bassängerna eller karen. Med utgångspunkt från odlingen i Tyskland och ett recirkulerande system, delvis belägen i växthus, fungerande biofilter (se avsnittet ”Generella rekommendationer för recirkulerade system”) och bra syrgasförhållanden. En mycket viktig faktor att ta hänsyn till är att växthusdelen, om den ska vara permanent, måste kunna klara svenska vinterförhållanden. Även om odlingen ska optimera produktionen av kräftyngel kan det finnas anledning att avsätta ett kar som ”skafferi” och som, förutom ett biofilter, hjälper till att ta hand om exempelvis nitrat i odlingen. Detta förutsätter att ljusförhållandena är så pass goda att växter kan överleva där precis som växt- och djurplankton. Denna del kan också fungera som en buffert när odlings säsongen är över och som sedan kan utnyttjas för att starta upp odlingen igen (med levande organismer) inför kommande säsong. Lämpliga växter är sådana som klarar

av att ta upp näring direkt från vattnet (de flesta tar upp näring från sedimentet), som exempelvis kransalger (figur 23). De behöver bara något substrat att fästa i som sand eller grus på botten. Kransalger kan även användas i odlingskaren med kräftyngel och fungerar då som skydd för kräftyngel och djurplankton.

Ett alternativ till ett helt recirkulerat och huvudsakligen grundvattenförsörjt system är att använda vatten från en utomhusdamm som huvudsaklig vattenkälla och därmed även medföljande potentiella födoorganismer för kräftynglen. Detta system blir dock mer riskfyllt eftersom det inte finns samma kontroll på vad det inkommande vattnet innehåller. Det finns en uppenbar risk att predatorer på kräftyngel och andra oönskade organismer som konkurrerar med kräftynglen kan komma in.

Fysiska miljön

Konstruktionen måste vara sådan att kräftynglen inte ska kunna åka ut med avloppet men samtidigt får avloppet inte heller sätta igen snabbt så att karen riskerar att svämma över. Däremot är kräftyngel inte rymningsbenägna så de klättrar inte som större kräftor gör. Kräftyngel måste ha tillgång till skyddsmöjligheter för att minska risken för kannibalism och att de skadar varandra. Kombinationen av skyddsmöjligheter, temperatur, ljusförhållande och föda är central för att lyckas väl. Här måste också en avvägning göras vad gäller både gömslenas placering såväl som typ av gömsle. Det måste gå att på ett enkelt sätt tömma karen och samla in kräftorna för utplantering och vid utfodring måste överbliven föda kunna tas bort liksom andra rester som kan behöva tas bort från odlingskaren.

En lämplig fysisk inredning är att ha högar med småsten i karen och bassängerna och öppnare ytor med sand eller grus och eventuell växtlighet (figur 69). Alkvistar som knutits ihop kan också fungera som kompletterande skydd till stenhögar. På de öppnare men inte helt släta ytorna kan

kräftorna ömsa skal och där kan eventuell stödutfodring ske och kontrolleras. Nackdelen med stenhögar är att det kan ske en ansamling av organiskt material på botten i bassängerna och då riskerar det bli dåliga syrgasförhållande närmast botten. I flera odlingar används håltegelsten som skydd för kräftynglen, fördelen är att de är ovanför botten, enkla att ta upp, och risken minskar för att kräftorna ska behöva leva i bottensedimentet. Nackdelen är att kräftorna kan behöva lämna hålen för att finna föda och ömsa skal. Oavsett ska det alltid finnas ett överflöd av skyddsmöjligheter för kräftynglen. Vattenflödet i karen måste ske på ett sådant sätt att det inte uppstår ”döda” fickor där gömslena finns placerade. Flödet och hur det sker måste anpassas till både inredningen som gömslenas placering och till hur karen ser ut. Beroende på vattenflödet är det viktigt att djurplankton har möjlighet att leva i bassängen utan att snabbt sköljas ut eftersom de är inte anpassade till strömmande vatten.

En annan viktig sak att tänka på när det gäller djurplankton är att de är känsliga för luftbubblor och därför kan ingen luftning ske direkt i karen med luftstenar. Bäst är om luftning sker utanför karen med yngel. Det går också att ”skydda” djurplankton i karen genom att ha några finmaskiga burar med växter (kan vara plast eller riktiga växter) där de kan finna skydd från luftbubblor och vattenflödet.

Tidigare forskning visar att ljusförhållanden har stor betydelse för överlevnad och tillväxt hos kräftynglen. Konstanta ljusförhållanden minskar risken för kannibalism eftersom ömsningen då sker dagtid utanför gömslena och kräftor som inte ömsar är inaktiva och befinner sig i skydd. Å andra sidan leder konstant mörker till ökad tillväxt eftersom födointaget ökar jämfört med när det är ljust. En rekommendation är att försöka efterlikna de ljusförhållanden och temperaturförhållanden som finns sommartid i södra och mellersta delarna av Sverige med avseende på dagslängd. Ljusintensiteten spelar också stor roll om delar av odlingen inte befinner sig i själva växthusdelen (se exempel ovan från Tyskland). Dels för att

kräftynglen inte ska vara aktiva för lång tid på dygnet, dels för att växtplankton och påväxtalger ska kunna frodas i karen, då de är föda för både kräftyngel och inte minst för djurplankton. Finns vattenväxter planterade kräver de ju också ljus för att klara sig. De flesta studier tyder på att en lämplig ljusintensitet som medger tillväxt av alger och vattenväxter är i intervallet 100-1000 lux, mätt vid vattenytan. Vattentemperaturen för god tillväxt och överlevnad bör ligga kring 20°C men den kan vara svårt att reglera denna beroende på förutsättningarna som finns, växthusets konstruktion, luftningsmöjligheter och möjligheter till uppvärmning, och vattenförsörjning. Flodkräftyngel klarar dock 25° C om syrgasförhållande är goda och det finns god födotillgång. Idag finns goda möjligheter att hålla koll på vattentemperaturen genom att placera temperaturloggers i några bassänger som kontinuerligt registrerar vattentemperaturen (exempelvis var fjärde timme, figur 48).

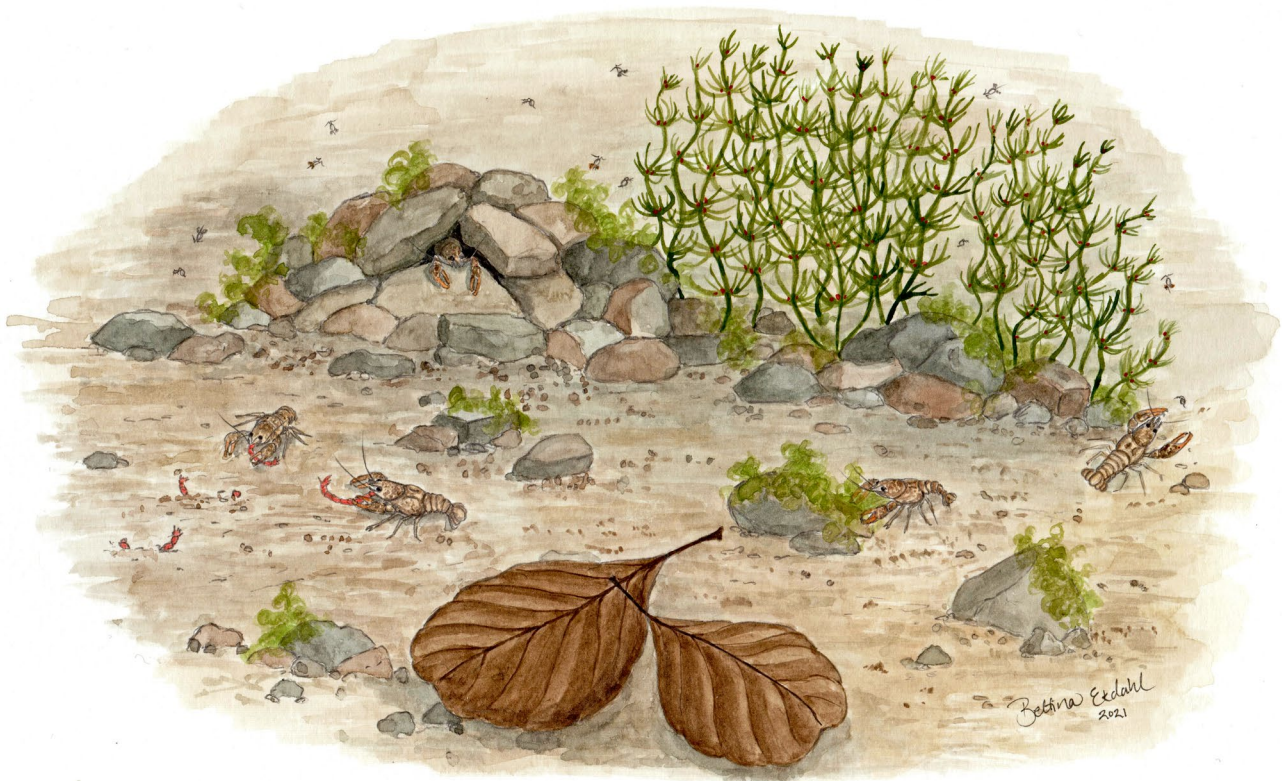
Födotillgång för kräftyngel

Tidigare studier vid uppfödning av kräftyngel har visat att den första perioden (månad) efter att ynglen kläckts är kritisk för överlevnaden om plankton inte finns tillgängliga. Som en anpassning till att inte utsätta sig för risker som för predation från fisk är kräftyngel väldigt passiva den första månaden, det behöver därför finnas föda som de kan filtrera (växt- och djurplankton) utan att behöva röra sig för mycket. När de blir större är deras mundelar mer utvecklade och kan börja tugga sönder lite större födopartiklar till exempel fjädermyggelarver och små mjukskaliga snäckor. Även dött organiskt material kan ätas. Möjligen är det bakterierna och mikrosvamparna som finns på det organiska materialet som ger dem energi och protein. Organiskt material kan tillföras genom att blötlägga löv ett tag innan de tillsätts. Allöv är relativt näringsrika medan eklöv definitivt ska undvikas.

Med ökad täthet minskar både tillväxt och överlevnad medan skadefrekvensen ökar. Även

spridningen i storlekarna på kräftor ökar vid höga tätheter, en del kräftor förblir små medan andra växer mycket bra. Vid höga tätheter ökar risken för att kräftorna slåss med varandra och därmed minskar också födointaget. Social dominans kan också leda till att vissa kräftor växer dåligt medan andra växer snabbare vid högre tätheter. Därför är det viktigt att minska risken för att kräftorna slåss med varandra genom att det finns mycket

gömslen samt föda som gör att kräftorna kan filtrera, till exempel plankton, och att de minskar sin aktivitet när det är ljust. Lämpliga tätheter för optimal tillväxt och överlevnad beror till stor del på kombinationen av mängden gömslen och tillgången på bra föda. Nykläckta yngel i tätheter 100–300/m², vid start kan vara ett riktvärde om de kemisk-fysikaliska och biologiska förutsättningarna är goda.



Figur 69. Målbild över hur ett lämpligt yngelkar för uppfödning av kräftyngel kan se ut. Kräftynglen livnar sig på djurplankton, påväxtalger och fjädermygglarver. Vattenväxterna (kransalger) bidrar till syrgasproduktion och skydd för bland annat djurplankton. Albladen fungerar också som föda för kräftorna, inte minst de mikroorganismer som finns på dem. Riklig förekomst av småsten bidrar till trivseln och till att minska risken för kannibalism. Illustration: Bettina Ekdahl.

Rekommendationer för uppstart och uppföljning av resultat

Nedan följer några sammanfattande punkter för att lyckas och utveckla yngeluppfödningen efter hand. Även om det finns en hel del forskning på uppfödning av kräftyngel finns det väldigt begränsat med information om hur väl uppfödningen fungerar i växthusmiljöer. All dokumentation är därför mycket viktig och det rekommenderas att göra egna analyser och tester för att hitta den optimala balansen mellan skyddsmöjligheter, vattenflöde, ljus, temperatur och födotillgång:

Inför uppstart och under uppfödningen:

- Starta upp systemet i god tid så att plankton, mikroalger, påväxtalger etablerats samt att biofiltret fungerar. Växtnäring som fosfor kan tillsättas för att inledningsvis få igång algproduktionen. Ett näringsrikt vatten har en fosforkoncentration på 0,5 mg/l.
- I karen är det lämpligt att ha högar med småsten som gömslen och öppnare ytor med sand/grus.
- Plantera eventuellt växter. Kransalger rekommenderas och lägg i någon form av organiskt material till exempel förmultnande alblad.
- Efter uppstart, håll god koll på att biofiltret fungerar och att höga ammonium och nitritnivåer inte uppstår
- Mät syrgasnivåer och nitratnivåer så att luftningen fungerar och att vattenutbytet är tillräckligt för att nitratnivåerna ska hållas på lämpliga nivåer. Vattenutbyte på ca 5-10% per dag kan vara lagom men det beror förutom på vattenkemi även på temperaturen i karen. Lufta inte direkt i karen för att förhindra bildning av luftbubblor som stör djurplankton.
- Försök att efterlikna naturliga ljusförhållanden både vad gäller intensitet och antal ljustimmar.
- Mät vattentemperaturer fortlöpande. För god tillväxt och överlevnad bör temperaturen ligga kring 20°C.

- Vid stödutfodring, ersätt icke uppäten mat med ny, rengöring av bottnar kan behöva göras (till exempel med en enkel sughävert). Stödutfodra vid behov när ynglen blir äldre efter någon månad med frysta mygglarver men levande föda är bäst. Det kan vara svårt att få en produktion av levande mygglarver i odlingen om inte vatten pumpas in från en utomhusdamm. En alternativ, men oprövad, födokälla för kräftyngel kan vara mjukskaliga sötvattenssnäckor (figur 18), exempelvis oval dammsnäcka. De kan bli relativt stora men de är bara några millimeter när de kläcks. De stora snäckorna äts inte av ynglen och säkerställer att det alltid sker föryngring i bassängerna. Snäckor är väldigt tåliga och lever av påväxtalger, vilket kan vara en fördel om mycket påväxtalger bildas i karen.
- Notera mängden döda kräftor och ta bort dem
- Notera ömsningsperioder (tomma skal i karen)

Vid avslutning dokumentera följande:

- Räkna antalet överlevande kräftor
- Mät kräftornas totallängd. Var försiktig, kräftorna ska inte skadas. Det räcker kanske med att mäta några kräftor från varje kar (30 st).
- Bedöm skadefrekvensen (andelen kräftor med förlorade klor), en indikation på aggressivitet och om tätheten kan ökas eller behöva minskas framöver.

Val av avelsmaterial vid odling och inplantering

Beroende på syftet med odlingen kan detta påverka vilket avelsmaterial som bör väljas och vilka storlekar på kräftorna som sätts ut. Om förutsättningarna är goda för kräftor i småvatten är valet av utsättningsmaterial (yngel, vuxna och/eller rombärande honor) inte helt avgörande, snarare är det hur och när de sätts ut viktigare samt var avelsmaterialet kommer ifrån. Används utsättning av rombärande honor (figur 70) ger i regel de som är 9-10 cm stora bäst resultat (flest yngel) jämfört med både mindre och större honor.

Rådet är att alltid välja material från leverantörer som har sjukdomsfria och hälsokontrollerade kräftor och gärna från ett bestånd som kommer från liknande miljöer, till exempel med avseende på vattenkemi, som där de ska sättas ut. För vuxna kräftor är det viktigt att de är i god kondition, det vill säga inte är svältfödda. Det är också

viktigt att förvissa sig om att honorna verkligen är könsmogna om det är honor som köpts. I svältfödda bestånd eller med kräftor som kommer från kallare områden lägger kräftorna inte rom varje år trots att de är stora nog. Detta kan bara kontrolleras från mitten av augusti till september genom inspektion av cementkörtlarna (figur 44). Väljs yngel ska dessa vara normalstora och livskraftiga, det vill säga att de inte är kläckta sent på sommaren då de riskerar att inte klara vintern eller har kloskador. Oavsett avelsmaterial så ska många kräftor sättas ut. Om det finns gömslen kan det finnas åtminstone en vuxen kräfta per kvadratmeter och 10 yngel utan att någon karnibalism sker. Utsättningar bör göras under flera år så att överlappande generationer erhålls. Ju fler kräftor som sätts ut desto större genetisk bas får beståndet vilket kan vara värdefullt i framtiden.



Figur 70. Rombärande honor på väg till utsättningslokal.

Lagar och bestämmelser

Tillstånd för odling av flodkräfta, vare sig det sker utomhus eller inomhus, är ofta inget kontroversiellt och odling medför sällan någon negativ påverkan på miljön. Snarare bidrar utsättning av flodkräfta och skapande av småvatten till bevarandet av en akut hotad art och dessutom ökar den biologiska mångfalden. Vidare är anläggning av småvatten i landskapet också viktigt för att bevara vattenhållande förmågan och samtidigt minska näringsläckage. Om ingen onormal utfodring sker av flodkräftorna bidrar naturliga processer i dammarna till att ta upp och minska belastningen av närsalter precis som skörden av flodkräftor gör. Men lagstiftning finns till bland annat för att kunna skydda nya och befintliga vatten med flodkräfta mot andra utplanteringar, miljöpåverkan med mera.

1. För att få sätta ut kräftor och fisk måste utsättningstillstånd sökas från respektive länsstyrelsen. Tillståndsgivningen regleras av Svensk författningssamling (SFS 1994:1716 §16) samt Fiskeriverkets författningssamling (FIFS 2001:3). Syftet med lagstiftningen är att dels förhindra oönskad spridning av arter och stammar av fisk eller kräftor, dels förhindra spridning av smittsamma sjukdomar. När det gäller kräftor ska utsättningsmaterialet inte bidra till att sprida smittosamma sjukdomar. Detta kan göras genom att leverantören visar dokumentation på att beståndet är friskförklarat. Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA), sektionen för fisk, är ansvarig för diagnostik av kräftsjukdomar, dels i den organiserade kräfhälsokontrollen, dels i samband med akut dödlighet i kräftbestånd. Diagnostiken inkluderar kräftpest, det vill säga infektion med svampen *Aphanomyces astaci*, vitprickig kräftdjurssjuka (WSD) samt parasiterna *Psorospermium* spp och *Thelohania* spp (porslinssjuka). Hälsokontroll av kräftor från odlade och vilda bestånd, utförs också.
2. Om flodkräftor för utsättning i andra vatten

tas fram gäller då också att odling och beståndet är kontrollerat med avseende på sjukdomar enligt ovan och att odlingen uppfyller de krav som Jordbruksverket ställer på anläggningen. Flodkräftan är ett ryggradslöst djur och därför är reglerna inte att likställa med de för exempelvis fiskodling eftersom dessa har större etiska krav på djurhållningen.

3. Utöver ansökan om utsättningskontroll ska även en anmälan om vattenverksamhet (enligt 11 kap. 9a § miljöbalken) göras till Länsstyrelsen. Förfarandet kan variera i olika län och samordnas med ansökan om utsättning. Anmälan om vattenverksamhet har flera syften men ska alltid göras oavsett hur dammarna kommer att förses med vatten. Om ett eller flera nya vatten anläggs görs en prövning så att exempelvis lokaliseringen och placeringen av schaktmassor inte står i konflikt med andra natur- eller kulturmiljövärden. Om det gäller utsättning av flodkräfta i ett befintligt vatten kan det finnas naturvärden som kan ta skada, exempelvis hotade kransalger.
4. För att få odla fisk, kräftor eller blötdjur i större omfattning så måste du ha ett så kallat odlingstillstånd. Detta ansöker du också om hos länsstyrelsen. Kraven på din ansökan kan se olika ut beroende på hur stor odling du planerar och förväntad produktion av kräftor. Har du fler frågor om odlingstillstånd så kan du kontakta din länsstyrelse.

Även om ett utsättningstillstånd/odlingstillstånd för kräftor erhållits fräntas inte det egna ansvaret att själv kontrollera om tredje person eller dennes verksamhet påverkas. Kontrollera därför alltid med grannar och kommunen om det finns verksamheter i närheten eller framtida planer i området som eventuellt skulle kunna påverka/påverkas av din odling/anläggning. Även om Länsstyrelsen kan göra en bra bedömning om signalkräfta kan finnas i området är det alltid bra att också förhöra sig med de som bor och är verksamma i området.

Produktion och förväntningar

Hur utformas en flodkräftodling bäst? Frågan kan inte besvaras enkelt eftersom det är så många olika faktorer som spelar in. Inte minst vilka förutsättningar som finns från början och vilken ambitionsnivå som finns på verksamheten. Ska det vara en kommersiell verksamhet? Ska lönekostnader tas ut ur verksamheten? Efterfrågan på konsumtionskräftor och utplanteringsmaterial förväntas öka, men det är svårt att sätta något direkt marknadsvärde på flodkräftorna över tiden. Olika möjligheter till finansiering av verksamheten och de faktiska kostnader som uppstår vid nyanläggning och för löpande utgifter varierar också från odling till odling. Vi har därför valt att ta fram några rekommendationer som kan vara till hjälp vid uppstart och planering av odlingen, snarare än att redovisa kostnader i kronor och ören.

Den generella rekommendationen är att alltid starta i liten skala men att planera för en större. Om en större odlingsverksamhet planeras, med behov av omfattande markarbeten och system för vattenförsörjning, bör alltid expertis anlitas. Då skall alltid kostnadsförslag begäras, helst med fast pris, så att oförutsägbara händelser inte påverkar projektet. En annan viktig fråga vid större projekt är att undersöka möjligheterna till försäkring av odlingen, byggnader och installationer etc. Här måste det från fall till fall göras en genomgång med försäkringsbolaget så att det finns skriftligt avtal om vad som ingår i försäkringen.

Tyvärr är det svårt att få fram produktionssiffror från flodkräftodlingar, men i en enkätförfrågan till 59 flodkräftodlare år 1995, huvudsakligen från Gotland, Blekinge och Kalmar län, angav odlarna en årlig produktion av konsumtionskräftor på 60-450 kg per ha och år (Ackefors, 2005). De siffror som anges nedan är baserade på erfarenheter och data inom detta projekt och bör därför bara vara vägledande men det är åtminstone aktuella siffror från flodkräftodlingar i norra Tyskland, Danmark och i södra Sverige.

Produktion av konsumtionskräftor i utomhusdammar

Det är relevant att först nämna något om produktionen av konsumtionskräftor i flodkräftsjöar. En produktion på mindre än 5 konsumtionskräftor per ha och år anses som ganska låg produktion, medan en produktion på mellan 5-10 kg per ha och år får betraktas som en normal avkastning i mellersta Sverige. En produktion över 50 kg per ha och år får betraktas som mycket bra för en flodkräftsjö. Den senare kategorin av sjöar är kalkrika och näringsrika med lämpliga bottenar för kräftor och ringa förekomst av ål. I odlingsmiljöer kan produktionen av flodkräftor bli betydligt högre. Detta kan illustreras genom att kortfattat beskriva tre kategorier av odlingar:

- Intensiv produktion; dammar och deras skötsel anpassas för att ge maximal produktion av konsumtionskräftor.
- Halvintensiv produktion; dammar som utformas för att ge en god produktion av konsumtionskräftor, tex genom utläggning av sten.
- Extensiv produktion; dammar som bara används för att kunna ge kräftor till husbehov

Oavsett odlingsform kan stabil skörd av konsumtionskräftor först påbörjas ca sex år efter utsättning av nykläckta yngel och efter tre-fyra år vid utsättning av köns mogna kräftor. Dessa siffror gäller södra Sverige. I norra Sverige tar det, inte minst på grund av kortare tillväxtperiod, något längre tid innan odlingen kan förväntas ge stabil produktion.

Intensiv produktion av konsumtionskräftor

För maximal produktion av konsumtionskräftor krävs att kräftorna ges de bästa betingelserna för överlevnad och tillväxt (tabell 1). Detta innebär att dammarnas konstruktion anpassas så att syresättning optimeras via luftning. Vidare krävs att vattnet är kalkrikt och med lämplig temperatur men också att tillgången på proteinrik föda finns och att skyddsmöjligheter för kräftorna är goda, inte minst för de vuxna kräftorna, samt att predatorer som exempelvis större rovfisk och mink inte förekommer.

Intensiva flodkräftodlingar kan ge betydligt högre produktion än de bästa flodkräftsjöarna. Ett exempel är odlingen i norra Tyskland och Odlingdamm 2 (se avsnittet ”Anläggning av produktionsvatten utomhus” samt foton på dammarna i figur 31 och figur 32). Odlingen i Tyskland producerar årligen ca 400 kg konsumtionskräftor. Det finns 8 st produktionsdammar med en yta på ca 8 000 m². Detta motsvarar då ca 500 kg kräftor per ha och år, eller ungefär 1-2 konsumtionskräftor per m². Bakom dessa siffror ligger förutom investering i dammar, luftning och även daglig tillsyn av dammarna samt predatorkontroll. Och sist men inte minst noggrann kontroll och årlig dokumentation av bestånden så att uttaget av konsumtionskräftor är hållbart (se avsnittet ”Hållbar förvaltning av beståndet”). Riktlinjer för tidsåtgång för att sköta och driva en intensiv odling som beskrivits ovan är, ca 650 arbetstimmar per år. Då ingår daglig tillsyn på en minst en timme varje dag för grundskötsel, kontroll av pumpar, fällor etc. Under högsäsongen i juli-oktober behövs ytterligare 2-3 timmar per dag för fiske, leveranser och kundkontakter.

Med den kunskap som finns idag är denna produktion troligen den bästa vi kan uppnå i flodkräftodlingar i Sverige. Produktionen av konsumtionskräftor borde dock kunna ökas ytterligare. Flera odlingar med mycket god produktion av konsumtionskräftor har avsatt särskilda dammar

där enbart stora hanar produceras. Anledningen är att hanarna har betydligt bättre tillväxt än honorna, eftersom honorna inte kan växa när de bär rom och att honorna behöver satsa en hel del energi på att producera rommen, på bekostnad av tillväxten. Om odlingen även syftar till att ta fram köns mogna kräftor för utsättning (exempelvis 7-9 cm stora) och inte enbart konsumtionskräftor kan produktionen vara betydligt större. I Odlingdamm 2 (figur 40), var det årliga uttaget av flodkräftor i genomsnitt ca 5 per m² under en fyraårs period.

Halvintensiv produktion av konsumtionskräftor

Produktion av konsumtionskräftor i dammar som utformats för att gynna kräftor, tex rikligt med gömslen och lämplig vattenkvalitet, men där det förutom predatorkontroll för övrigt inte sker någon luftning, skötsel eller uppföljning, kan vara bättre än i de bästa sjöarna. Produktionsvärdena i denna typ av vatten kan ligga omkring 70 kg per ha och år, motsvarande 0,2 kräftor per kvadratmeter bottenyta.

Extensiv produktion av konsumtionskräftor

I denna kategori hamnar småvatten som har förutsättningar för att flodkräftan ska kunna överleva och föröka sig, men där ingen noggrann dokumentation eller skötsel sker. Detta kan vara stenbrott, viltvatten eller liknande. Produktionen varierar ofta stort mellan olika år beroende på att överlevnaden av kräftorna i denna miljö också varierar stort. Många mindre vatten har därför en produktion på mellan 5-30 kg per ha och år.

Yngelproduktion

Förutsättningarna för att kunna lyckas med kläckning och uppfödning av flodkräftyngel finns beskrivet i avsnittet ”Inomhussystem, konstruktioner för funktion och utfodring”. Tätheter på upp till 30 rombärande honor per m² kan förvaras i bassänger fram till de sätts i individuella fack innan yngelkläckningen. Med nykläckta yngel menas nedan de yngel som kommit till det tredje stadiet, dvs då de lämnar honan för att klara sig själv (figur 7). Honor som parat sig i inomhusmiljö på hösten och sedan hålls inomhus kan beräknas ge mellan 30-70 nykläckta yngel i genomsnitt per hona, det finns alltid någon hona som tappar

rom, så antalet yngel kan variera mellan 0-250 per hona. Vildfångade rombärande honor som fångas in på våren ger erfarenhetsmässigt det bästa resultatet sett till antalet överlevande yngel per hona. Mellan 80-110 yngel i genomsnitt per hona kan vara ett rimligt antagande. Om ynglen efter kläckning föds upp till något större storlek i växthusmiljöer, alternativt i små yngeldammar utomhus, är det rimligt att anta en produktion av ca 150 yngel per m² kan uppnås efter några månader. Detta förutsätter dock att de omedelbart vid stadiet tre får tillgång till plankton och annan lämplig föda för att kunna överleva.

Källor

Ackefors, H. 2005. Kräftdjur i hav och sjöar. Kiviksgårdens förlag, 384 s.

Edsman, L. 2020. Flodkräftan. Havs och Vattenmyndigheten.

Bergquist, B. Bohman, P. och Edsman, L. 2016. Provfiske efter kräftor i sjöar och vattendrag. Version 2:1, 2016-02-10. Havs och Vattenmyndigheten.

Jansson, T. Flodkräftans biologi. Hushållningssällskapet i Värmland.

Kräftans lov. En kulinarisk och historisk resa i kräftans värld. 1994. Rabén Prisma/Görman-Gruppen, 143 s.

Kräftdatabasen. www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/nationella-kräftdatabasen/.

Hassel, L. 2011. Biologisk mångfald i anlagda våtmarker – Resultat och metod. Jordbruksverket, rapport 2011:7.

Krögerström, L. och Bohman, P. 2015. Bekräfta dina vatten – en handbok i förvaltning av sötvattenskräftor. Fiskevattenägarna och SLU.

Nyström, P. 2005. Non-lethal predator effects on the performance of a native and an exotic crayfish species. *Freshwater Biology*, 50:1938-1949.

Nyström, P., Jansson, T. och Edsman, L. 2018. Kräftodlingens ABC – kunskapsunderlag för flodkräftodling i dammar. SLU Aqua.

Nyström, P. och Stenberg, M. 2011. Flodkräftan i sjön Vrången – möjliga orsaker till ett kräftbestånds nedgång och fall i ett Natura 2000-område. Länsstyrelsen i Jönköpings län, meddelande nr 2011:02.

Nyström, P., Stenberg, M. och Hertonsen, P. 2021. Kalkningens betydelse för flodkräftan. Havs och Vattenmyndigheten, rapport 2021:2.

Odelström, T. och Johansson, S. 1999. Flodkräftodling i Norrland – ekologiska och ekonomiska förutsättningar. Fiskeriverket, rapport 1999:1.

Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA). www.sva.se/vilda-djur/fisk-kräftdjur-musslor-och-os-tron/sjukdomar-hos-kräftdjur-musslor-och-os-tron/



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska
havs- och fiskerifonden

Ekoll AB



SALA
KOMMUN

