



UPPSALA
UNIVERSITET

Kräftpestens inverkan på den europeiska flodkräftan

Andreas Johansson

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2011
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Sammandrag

År 1860 kom kräftpesten till Europa. Den har sedan sin ankomst orsakat stora problem för våra inhemska kräftarter och flertalet populationer av dessa har slagits ut helt. I Sverige slog kräftpesten bland annat ut flodkräftspopulationerna i Mälaren, Hjälmaren och Vättern. Från Skåne upp till Dalälven har man aktivt planterat ut signalkräftor med följderna att större delen av flodkräftspopulationerna i detta område utrotats. Idag är det förbjudet att plantera in signalkräftor där dessa inte redan inplanterats och det är inte heller tillåtet att plantera ut signalkräftor norr om Dalälven.

Signalkräftan är kronisk bärare av kräftpesten och genom inplanteringar av arten har människan spridit kräftpesten till större delen av Europa. Då de inhemska arterna saknar det naturliga skydd mot kräftpesten som signalkräftan har leder smittspridning till att lokala populationer utrotas helt. Bland annat i Norge har man använt bekämpningsmedel innehållande syntetiskt pyrethroid för att bekämpa signalkräftor. Detta har skett med framgång men metoden som använts är endast brukbar på mindre vattendrag och är inte en lösning på problemet med signalkräftor. Införandet av nya arter till ett ekosystem kan orsaka problem och införandet av signalkräfta är ett bra exempel på detta. Studier visar att även i de fall då signalkräftorna som planterats ut inte bär på kräftpesten så konkurrerar de ändå med tiden ut den inhemska flodkräftan.

Jag valde att skriva om just kräftpestproblematiken då jag anser att det är ett bra exempel på hur fel det kan gå när man inför en ny art som inte hör hemma i ett visst område.

Inledning

År 1860 kom kräftpesten till Europa och har sedan dess orsakat stora problem för de europeiska kräftbestånden (Alm 1925, refererad i Degerman m.fl. 2009). Kräftpesten orsakas av svampen *Aphanomyces astaci* och kom först till Italien, från Nordamerika, och spreds därifrån vidare till övriga Europa, genom Ryssland och upp till Finland. År 1907 importerades smittade flodkräftor från Finland till Sverige. De kräftor som dött under transporten dumpades i Mälaren och på så sätt hade kräftpesten även nått svenska vatten. Samma år dog nästan alla inhemska flodkräftor i Mälaren (Alm 1925, refererad i Degerman m.fl. 2009, Souty-Grosset *et al.* 2006). Den europeiska flodkräftan är väldigt mottaglig för kräftpesten och det är bland annat därför kräftpopulationen i Europa minskat kraftigt. Pesten har främst spridits genom att vi människor planterat ut kräftarter som inte härstammar från Europa och som då har spridit smittan till vattendrag som inte infekterats ännu (Souty-Grosset *et al.* 2006). Kräftpesten har bland annat utrotat flodkräftan helt i Vättern och Hjälmaren (Klang 2006b).

Syftet med denna artikel är att ge en översikt över hur statusen för den europeiska flodkräftan ser ut nu och hur artens utbredning påverkats av kräftpestens spridning. Jag vill även ge en överblick över vilka åtgärder man använder sig av för att förhindra spridning av kräftpest och vad som kan göras om en population infekterats.

Flodkräfta

Flodkräftan (*Astacus astacus*) är den enda arten av storkräfta som finns naturligt i svenska vatten (Figur 1) (Klang 2006a). Man tror dock att den kan ha utplanterats i Sverige och Norge av människan under medeltiden och ses trots det som en inhemsk art då den förekommit i båda länderna i hundratals år (Souty-Grosset *et al.* 2006).

Flodkräftan påträffas i sjöar, floder, åar och tjärnar. Flodkräftan vill ha en miljö där det finns gott om skydd. Den är en generalist när det gäller födoval och kan äta både växtdelar och olika typer av bytesdjur (Souty-Grosset *et al.* 2006). Innan 1900-talets början fanns flodkräftan i hela Sverige söder om fjällkedjan men har sedan dess minskat kraftigt på grund av kräftpestens intåg (Klang 2006a). Utöver kräftpesten så har även andra faktorer haft en negativ påverkan på populationen. Faktorer såsom förorening, föroreningar, vattenreglering och konkurrens



Figur 1. Flodkräfta, *Astacus astacus* (Foto: www.biopix.dk).



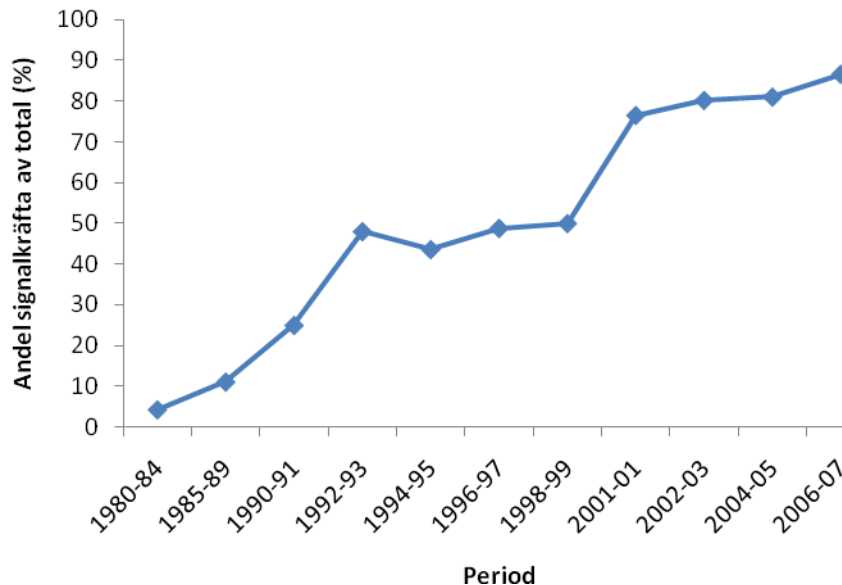
Figur 2. Flodkräftans nuvarande utbredning i Europa. Flodkräftan finns även i ett bälte från Greklands sydvästra del upp till nordöstra delen av landet (Karta bearbetad av Andreas Johansson. Karta från Statens kartverk, Norge)

från signalkräftan har tillsammans med kräftpesten kraftigt reducerat den svenska flodkräftspopulationen (Klang 2006a). Flodkräftan finns i en stor del av Europa men har decimerats kraftigt på grund av bland annat kräftpesten (Figur 2).

Idag tror man att upp till 97 % av tidigare svenska bestånd har utrotats och man känner endast till omkring 1000 sjöar och vattendrag som håller populationer av flodkräfta (Klang 2006a). Från 1980 fram till 2007 kunde man vid de årliga inventeringarna med elfiske (en fångstmetod där man använder elektrisk ström för att fånga fiskar och kräftor) se en stadig uppgång av andelen nordamerikansk signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*) och en minskning av den inhemska flodkräftan i svenska vatten (Figur 3). Man utför ca 2000 elfiskeundersökningar per år och de ger därmed bra information om utbredning av exempelvis kräftor (Degerman *et al.* 2009). Flodkräftan finns idag främst i norra och västra Svealand, södra Norrland och längs Norrlandskusten. Flodkräftan återfinns även på Öland och Gotland (Klang 2006a). I

Europa förekommer flodkräftan i 39 länder (Souty-Grosset *et al.* 2006). I de flesta länder där

flodkräftan förekommer har antalet reducerats kraftigt på grund av införande av främmande kräftarter och i och med spridandet av den nordamerikanska kräftpesten. Försämring av vattenkvalitet och habitatförstöring är också faktorer som påverkat flodkräftan negativt (Souty-Grosset *et al.* 2006).



Figur 3. Medelförekomst av signalkräfta i svenska vatten (Svenskt ElfiskeRegiSter, SERS). Förekomsten av signalkräfta var 1980-91 signifikant lägre än förekomsten av flodkräfta. Från 2000-2001 och framåt har förekomsten av signalkräfta varit signifikant högre (Data från Degerman *et al.* 2009)

Signalkräfta

Signalkräftan, *Pacifastacus leniusculus*, härstammar ursprungligen från Nordamerika där den förekommer i Columbia River och Puget Sound i Washington, nordvästra USA och sydvästra Kanada. Arten har introducerats i såväl Europa som Japan (Souty-Grosset *et al.* 2006).

Signalkräftan lever i samma typ av habitat som den inhemska flodkräftan och trivs på grunt vatten i strandzonen på sjöar, dammar och även i mindre vattendrag (Klang 2006b). Den vill gärna ha branta strandkanter för att då kunna gräva hålor. Signalkräftan trivs även i områden med mycket skydd i form av exempelvis sten eller rötter (Klang 2006b).

Efter att den svenska populationen av flodkräfta minskat kraftigt under 1900-talets första hälft beslutade man, efter flera misslyckade inplanteringsförsök med flodkräfta, att plantera ut den nordamerikanska signalkräftan (Souty-Grosset *et al.* 2006). Arten finns nu i stora delar av Europa (Souty-Grosset *et al.* 2006) (Figur 4). Arten infördes för första gången till Europa år 1959 då man i Sverige försökte hitta en ny art som kunde öka det svenska kräftbeståndet efter att de svenska bestånden reducerats kraftigt av kräftpesten. Året därpå planterade man ut de första kräftorna (Souty-Grosset *et al.* 2006). Man valde just den nordamerikanska signalkräftan då den ansågs vara en ekologisk homolog till den svenska flodkräftan och chansen för en lyckad introduktion av arten blev då högre. Signalkräftan förekommer nu i totalt 24 länder och är den mest spridda av de främmande kräftarterna i Europa (Souty-Grosset *et al.* 2006).

Under 2000-talet har spridningen av den svenska signalkräftspopulationen ökat. Detta tror man kan bero av flera olika faktorer. Bland annat tror man att signalkräftan gynnats av det allt mildare klimatet där vintrarna blivit mildare än de tidigare varit (Degerman *et al.* 2009). Man tror även att spridningstakten ökat som en effekt av de utplanteringar som gjordes i Sverige under 1970- och 1980-talen. Under de elfiskeundersökningar som utförts har man enbart hittat signalkräfta i södra Sverige (från Gavleån och söderut). Det är idag förbjudet att plantera ut signalkräfter norr om Dalälven (Degerman *et al.* 2009). Förekomsten av signalkräfta i Sverige har, sedan elfiskeundersökningarna inleddes, ökat exponentiellt (Figur 3) (Degerman *et al.* 2009).

En studie som gjorts av Styrishave *et al.* (2007) visar att signalkräftan har en större aktivitet under hela dygnet medan flodkräftan i större grad är nattaktiv. Signalkräftan har en högre och mer varierad hjärtrytm än vad flodkräftan har vilket tyder på att den har ett mer aktivt och alert beteende än flodkräftan har. Detta beteende ses speciellt under dagen (Styrishavne *et al.* 2007).



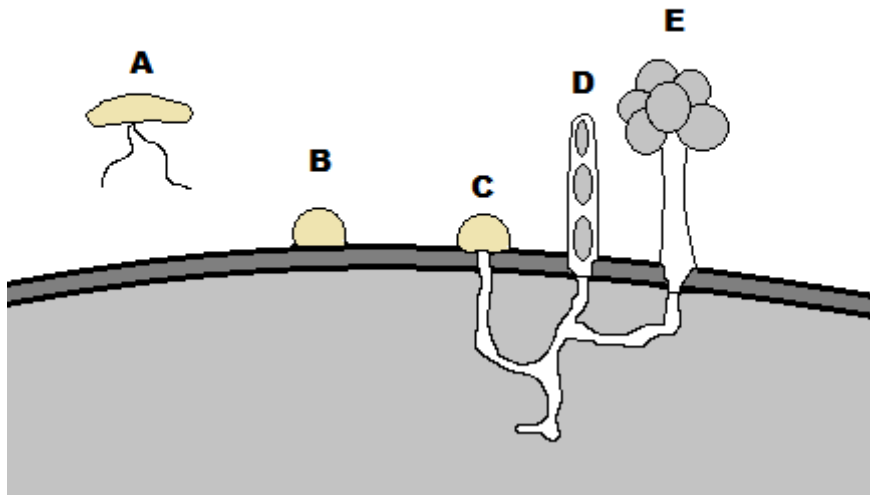
Figur 4. Den nordamerikanska signalkräftans utbredning i Europa. (Karta bearbetad av Andreas Johansson. Karta från Statens kartverk, Norge)

Kräftpest

Kräftpesten orsakas av oomyceten *Aphanomyces astaci* (Souty-Grosset *et al.* 2006). Sjukdomen drabbar enbart sötvattenlevande kräftarter (Ahnlund 2009) och det är endast signalkräftan som kan vara bärare av sjukdomen utan att själv insjukna (Souty-Grosset *et al.* 2006). Genom sporer sprids sjukdomen mellan individerna och infekterar såväl flodkräftor som signalkräfter, men det är oftast bara flodkräftan som dör av infektionen. Signalkräftan har en naturlig motståndskraft mot kräftpesten då både kräftpesten och signalkräftan härrör från samma område och signalkräftan klarar sig därmed bättre. Signalkräftan kan istället fungera som en kronisk bärare av sjukdomen och smitta andra kräftor (Ahnlund 2009). Det är främst genom människans handel och utplantering av kräftor som kräftpesten spridits i den utsträckning vi ser idag (Souty-Grosset *et al.* 2006).

Svampen som orsakar kräftpesten förökar sig endast asexuellt och sprids genom bildande av simmande zoosporer (Figur 5) (Souty-Grosset *et al.* 2006). Sporerna kan själva finna nya värdar att infektera och behöver därmed inte intas genom föda, som vissa andra parasiter, för att infektera värden (Souty-Grosset 2006). Zoosporerna sprids i vattenmassan och finner en ny värd. När de når en ny värd fäster de på kräftans epikutikula (=på ytan av kräftans exoskelett) där de bildar en cysta vilken bryter igenom kutikula (Souty-Grosset 2006). Kräftan infekteras och ett sporangium bildas och i sporangiet bildas nya zoosporer, så kallade primära zoosporer.

De primära zoosporerna tränger ut ur sporangiet och bildar ett karaktäristisk knippe med sporbollar. I knippet mognar zoosporerna några timmar innan de slutligen släpps iväg och simmar för att finna nya värdar att infektera (Souty-Grosset 2006). Zoosporerna hos kräftpestsvampen överlever som högst några dagar om de inte lyckats infektera någon värd (Souty-Grosset 2006).



Figur 5. Zoosporen hos kräftpestsvampen *Aphanomyces astaci* hittar en ny värd (A). Där fäster zoosporen till epikutikula där den bildar en cysta (B). Den bryter igenom kutikula (C) och bildar ett sporangium där nya zoosporer bildas (D). Dessa radat upp sig längs med sporangiet på en rad. Sporererna tränger sedan ut ur sporangiet och bildar ett knippe i vilket de sitter några timmar (E). Efter några timmar öppnas sporkasplarna i knippet och en zoospor per kapsel släpps iväg. Zoosporerna börjar simma så snart de nått vattnet. (Omritad efter Souty-Grosset *et al.* 2006)

Signalkräftan i andra skandinaviska länder

Danmark

I Danmark har man tidigare trott att signalkräfta inte förekommer i danska vatten. I den data som samlades in före 2009 i Danmark namngavs de kräftor som påträffades enbart som "crayfish sp." vid de årliga inventeringarna (Skov *et al.* 2010). 2009 började man undersöka vilken art av kräfta det var som infångades vid inventeringarna. Totalt undersökte man 14 % av de danska vattendragen (studien ska fortsätta under total 7 år för att täcka in alla danska vatten) och upptäckte att tvärtemot vad man tidigare trott så fanns signalkräfter i flertalet danska vattendrag (Skov *et al.* 2010). Bland annat hittade man signalkräfta i Danmarks största vattensystem, Gudenåfloden. Man fann även signalkräfter i flera andra större floder och även i mindre vattendrag. Skov *et al.* (2010) menar att den data som insamlats tyder på att signalkräftan nu har en stor utbredning i Danmark då den påträffats i ett flertal vattendrag i hela landet (Skov *et al.* 2010).

Norge

I oktober 2006 konstaterades för första gången att signalkräfta hittats i Norge. Kräftorna påträffades i en tjärn i området Dammane som ligger 100 kilometer från den svenska gränsen.

Tjärnen och närmaste svenska vattendrag saknade sammanhängande vattendrag och signalkräftorna kan därmed endast ha nått tjärnen med människans hjälp (Johnsen *et al.* 2007). Man undersökte tjärnen och sju andra närliggande lokaler då man misstänkte att utplantering av signalkräfta även skett i dessa tjärnar. Signalkräfter påträffades dock endast i den tjärn man först fått in rapporter om (Johnsen *et al.* 2007). För att hindra ytterligare spridning av signalkräfta i Norge valde man att inleda ett projekt för att utrota signalkräftan i tjärnen. Detta tas upp längre fram i artikeln.

Estland

Till skillnad från Sverige så har man i Estland aldrig planterat ut icke inhemska kräftarter. Det är ett av de få länder i Europa där inga utplanteringar av andra kräftarter har skett. Den enda kräftart som förekommer i landet är den inhemska flodkräftan (Paaver & Hurt 2009). Kräftpesten nådde Estland 1894 nära 20 år innan den nådde Sverige (Souty-Grosset *et al.* 2006) och har sedan dess skadat den estländska kräftpopulationen (Paaver & Hurt 2009). 2006-2007 härjade kräftpesten återigen i Estland och slog bland annat ut flera kräftodlingar (Paaver & Hurt 2009). Ön Saaremaa utanför Estlands kust hade fram till utbrottet 2006-2007 inte drabbats av kräftpest och var likt Gotland en pestfri reservoar. Precis som Gotland har ön fungerat som ett skyddat område på grund av avståndet till fastlandet (Paaver & Hurt 2009).

Ett ökat intresse för etableringar av kräftodlingar i Estland har lett till att hotet mot populationerna av flodkräfta i landet har ökat. Handel, fiske och odling av kräftor är faktorer som alla leder till ökade risker för vilt förekommande kräftpopulationer (Paaver & Hurt 2009).

När man hade utfört inventeringen för att undersöka hur den estländska flodkräftpopulationen såg ut kunde man se att i sydöstra Estland och på ön Saaremaa fanns det större populationer av kräftor (Paaver & Hurt 2009). I resten av landet förekom i det mestadels svagare populationer där tätheten av flodkräftor var väldigt låg. Studien visade att de vilda kräftpopulationer som finns i Estland inte är tillräckligt stora för att man ska kunna nyttja dem genom kommersiellt fiske (Paaver & Hurt 2009).

I Estland planterade man ut nära 250 000 flodkräftor i 100 vattendrag under perioden 1996-2008. I nära hälften av utplanteringarna kunde man se ett positivt resultat där redan befintliga populationer stärkts och på de platser där inga kräftor tidigare fanns såg man att några nya populationer bildades (Paaver & Hurt 2009). Ett exempel på detta är sjön Nõuni. År 2002 drabbades kräftpopulationen i sjön av kräftpest. När man sedan provfiskade efter kräftor kunde man konstatera att det inte längre fanns några flodkräftor i sjön (Paaver & Hurt 2009). När man konstaterat att inga kräftor fanns närvarande i sjön (och därmed ingen kräftpest då denna ej kan överleva mer än några dagar utan en värd) så valde man att plantera ut 11 000 flodkräftor i sjön under en period på fyra år från 2003 och framåt. Återetableringen lyckades och man kunde se att för varje år steg antalet kräftor i sjön (Paaver & Hurt 2009).

Utrotning av signalkräfta och kräftpest

Ett av de största problemen med kräftpesten är att så länge det finns kräftor i en sjö som infekterats av pesten så finns det även zoosporer som kan sprida pesten. Dessa kan endast överleva några få dygn utan en värd så det är först efter att en kräftpopulation helt utrotats som återinplantering av ej infekterade kräftor kan ske (Souty-Grosset *et al.* 2006). Vi människor har spridit kräftpesten genom att aktivt flytta signalkräfter till områden där den

tidigare inte förekommit och genom bland annat rekreativfiske har kräftpesten sedan spridits ytterligare till andra vatten (Souty-Grosset *et al.* 2006). Flera olika försök har gjorts för att utrota den inplanterade signalkräftan för att då även utrota kräftpesten i det vatten de förekommer. Man har bland annat gjort sådana försök i Norge och Skottland.

Dammane-området - Norge

Efter att signalkräfter påträffades i Norge utförde man analyser på de infångade individerna för att undersöka om de var bärare av kräftpest. Man upptäckte då DNA från *Aphanomyces astaci*, som orsakar kräftpesten (Johnsen *et al.* 2007). Då man ansåg att det innebar en risk för spridning av signalkräfta och därmed även kräftpest till andra vattendrag valde man att vidta åtgärder för att se till att populationen med signalkräfta utrotades (Sandodden & Johnsen 2010). Man använde sig av medlet BETAMAX VET[®], som ursprungligen användes för att behandla bland annat laxlus, för att bekämpa signalkräftorna (Sandodden & Johnsen 2010). Kemikalien innehåller ett syntetiskt pyrethroid kallat cypermethrin; ett ämne som används i flera insekticider. Inför behandlingen med BETAMAX VET[®] kartlade man först de tjärnar där behandlingen skulle ske. Man valde att göra kartläggningen i april då vattennivån var som högst för att på så sätt inkludera hela det område som någon gång under året är täckt med vatten. På så sätt kunde man vara säker på att inte missa att behandla något område när behandlingen väl inleddes (Sandodden & Johnsen 2010).

Den 14 maj 2008 inleddes den första behandlingen med BETAMAX VET[®]. Kemikalien spreds dels på vattenytan och även längs tjärnarnas stränder och längs botten på tjärnarna. Man ville vara säkra på att inga felaktiga uppskattningar angående tjärnarnas totala vattenvolym skulle ge en för svag dos och tillsatte därför 15 % extra och även 15 % extra av kemikalien för att kompensera för eventuell skingring av det BETAMAX VET[®] som spridits på stränderna. En timme innan behandlingen inleddes hade man även placerat ut droppstationer med BETAMAX VET[®] vid biflöden uppströms tjärnarna. Detta skulle se till att hela vattenvolymen behandlades (Sandodden & Johnsen 2010). Två veckor efter den första behandlingen utfördes en identisk behandling av de fem tjärnarna. Redan efter 90 minuter kunde inga levande exemplar av signalkräfta hittas i tjärnarna. 2-4 juni tömdes tjärnarna för att sedan förbli tomma under vintern då frosten skulle få verka på bottensedimentet. Man var tvungna att tömma tjärnarna ytterligare en gång 26-28 december på grund av viss återfyllnad (Sandodden & Johnsen 2010). Sandodden och Johnsen (2010) menar att allt tyder på att behandlingen av Dammane-området lyckades och att alla signalkräfter utrotades från tjärnen där de påträffats. Då signalkräfter kan överleva längre perioder i fuktigt bottensediment anser man att det är för tidigt att anta att behandlingen verkligen lyckats. Men alla undersökningar som gjorts av tjärnarna sen behandlingen utfördes pekar på att inga signalkräfter finns kvar i tjärnarna. Metoden som användes i det här fallet kan dock inte användas på några större vattenmassor. (Sandodden & Johnsen 2010).

North Esk Catchment - Skottland

I Skottland utförde man en liknande behandling för att utrota illegalt utplanterade nordamerikanska signalkräfter. Det fanns en oro att de utplanterade signalkräftorna skulle ta sig ut i det närliggande flodsystemet och på så sätt sprida kräftpesten till inhemska kräftarter. Man behandlade ett vattenfyllt grustag som saknade vattenförbindelse med flodsystemet, tre uppdämda dammar med genomströmmande vattenflöde och ännu en damm (Peay & Hiley 2006). Man ansåg det extra viktigt att utrota även den kräftpopulation som etablerat sig i det vattenfyllda grustaget då dess närhet till en närliggande väg ökade risken att ytterligare illegal

spridning av signalkräfta skulle ske (Peay & Hiley 2006). I studien använde man ett pyretrum, som är ett bekämpningsmedel mot insekter, för att utrota signalkräftorna ur de olika dammarna. Man valde ämnet på grund av dess låga toxiska effekter på däggdjur och fåglar samtidigt som det är toxiskt för kräftor. Medlet är dock toxiskt för fisk och evertebrater och man valde därför att flytta de öringar som påträffades i dammarna till en närliggande damm (Peay & Hiley 2006).

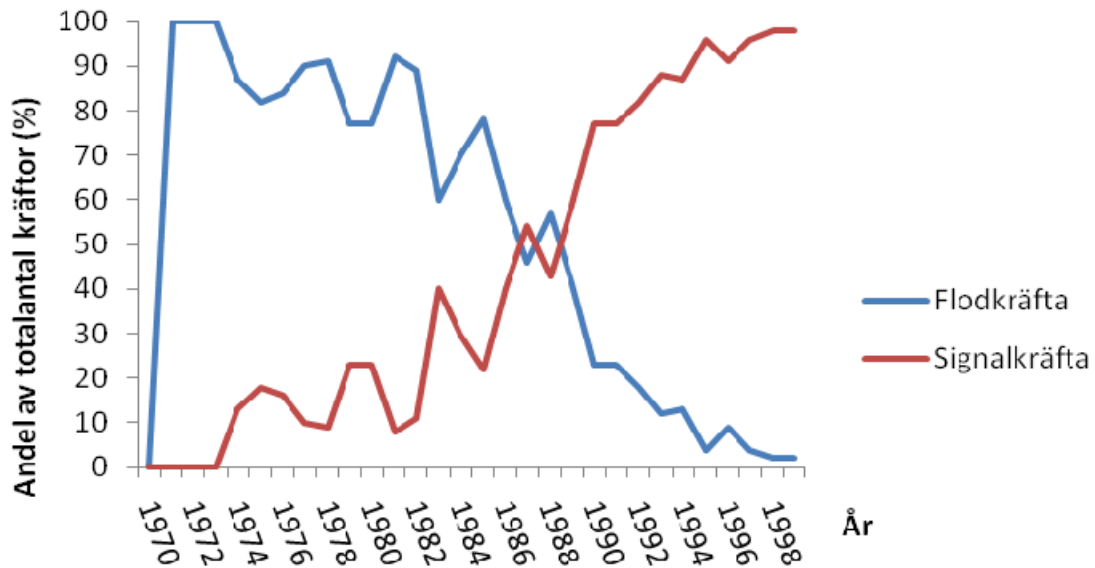
Hur bra metoden lyckas beror bland annat på hur bottensedimentet i den valda dammen/tjärnen ser ut. Mängden lera och mjäla i bottensedimentet avgjorde hur dödlig behandlingen var. Detta beror på att signalkräftorna kan gräva ned sig i bottensedimentet och på så sätt undkomma behandlingen. Man kunde se att i grustaget så dog kräftorna inom 24 timmar efter att behandlingen inletts. I dammar där bottensedimentet bestod av mjäla och lera kunde man se en fördröjning i dödligheten. Där dog kräftorna inom 36 timmar efter behandling (Peay & Hiley 2006). Även temperaturen vid behandlingen påverkade effektiviteten. Vid lägre temperaturer var man tvungna att använda en högre koncentration av bekämpningsmedlet för att uppnå önskat resultat då toxiciteten hos medlet sjönk vid lägre temperatur (Peay & Hiley 2006).

För att vara säkra på att inget läckage av bekämpningsmedel nådde vattnet nedströms under behandlingens gång placerade man ut påsar innehållande sötvattenslevande räkor (*Gammarus*) som fick fungera som kanarie fågeln i gamla tiders gruvor. Så länge räkorna i påsarna levde kunde man vara säkra på att inga dödliga doser av bekämpningsmedlet nått vattnet nedströms. Man använde sig även av vattenlus (*Asellus*) för att undersöka om läckage skedde under behandlingens gång (Peay & Hiley 2006). Under hela den period som behandlingen och återhämtningsperioden skedde så kunde man konstatera att inget läckage av bekämpningsmedel skett. Det var först när man släppte på vattnet igen som man kunde se viss påverkan på evertebrater nedströms dammarna (Peay & Hiley 2006). Efter att man släppt på vattnet igen från de dammar som hade ett genomflöde av vatten såg man att de räkor man hade som kontroller längre nedströms dog. Man antog att det var bekämpningsmedlet som orsakade detta då de räkor man placerat ut längre uppströms inte dött i lika stor grad. Att räkor nedströms dog antog man berodde på att man släppt på vattnet från dammarna för tidigt och borde låtit bekämpningsmedlet brytas ned ytterligare några dagar innan man släppte på vattnet igen (Peay & Hiley 2006). Man släppte på vattnet en vecka efter att behandlingen skett och kunde då se att vattenbaggar (water beetles) börjat återkolonisera dammarna. Nedströms dammarna verkade inga evertebrater ha påverkats av behandlingen. Dock kunde man se viss lokal påverkan (Peay & Hiley 2006). Man kommer att behöva göra flera uppföljningar till studien under åren efter behandlingen för att se om behandlingen varit helt lyckad (Peay & Hiley 2006).

Konkurrens mellan flod- och signalkräfta

Även i de fall då de inplanterade signalkräftorna inte bär på kräftpesten har man kunnat konstatera att flodkräftan med tiden blir utkonkurrerad av signalkräftan. Under en period på 30 år undersökte man hur utvecklingen mellan flodkräfta och signalkräfta såg ut i sjön Slickolampi i Finland (Westman *et al.* 2002). Båda arterna fanns närvarande i sjön under alla de 30 år som studien pågick. Detta tyder på att kräftpest inte förekom i sjön och man kunde därmed se hur enbart konkurrens skulle påverka förhållandet mellan de två arterna (Westman *et al.* 2002). Efter att insamling av data skett under 30 år kunde man se tre perioder som särskiljde sig. Den första var perioden 1980-1982. Då var antalet infångade flodkräftor per fångstnatt som störst. Under den andra perioden, 1987-1989, fanns båda arterna i lika stort

antal. Under den tredje perioden, 1990-1992 kunde man se att förhållandena mellan de två arterna skiftat och signalkräftan fanns nu i större antal än flodkräftan (Westman *et al.* 2002).



Figur 6. Andel flodkräftor resp. signalkräftor i sjön Slickolampi i Finland under perioden 1970-1999 (Data från Westman *et al.* 2002).

Flodkräftspopulationen kraschar

I början av 1990-talet skedde en stor krasch hos flodkräftspopulationen i Slickolampi (Figur 6). Populationsstorleken under studiens gång hade varierat. Från att ha varit 600-800 individer i slutet av 1970-talet, till att ha stigit till 1400-1500 individer vid toppåren 1981-1982 för att under 1990-talet krascha och år 1999 uppskattades populationen till endast 190 individer (Westman *et al.* 2002).

För signalkräftan såg situationen helt annorlunda ut i slutet av studien. Populationen låg under hela 1970- och 1980-talen på mellan 100-300 individer. Men vid mitten av 1980-talet började antalet signalkräftor öka kraftigt och man uppskattade att antalet signalkräftor år 1990 översteg antalet flodkräftor (Figur 6) (Westman *et al.* 2002). 1993 fanns det ca 1000 signalkräftor, vilket också var det högsta uppskattade antalet under studiens gång.

Vad studien visar är att under hela 1970-talet och större delen av 1980-talet var flodkräftan den dominerande kräftarten i Slickolampi. I slutet av 1980-talet översteg antalet signalkräftor det hos flodkräftan och när studien avslutades 1999 utgjorde signalkräftan mer än 98 % av den totala kräftpopulationen (Figur 6) (Westman *et al.* 2002).

Signalkräftan utgjorde större del av fångsten

Något man kunde se under studien var att trots det faktum att flodkräftan under större delen av undersökningen var den art som förekom i störst antal så utgjorde flodkräftan en mindre andel av de fångbara kräftorna (dvs. individer på över 10 cm) (Westman *et al.* 2002).

Flodkräftan utgjorde 55 % av den totala populationen av kräftor i Slickolampi med stod enbart för 39 % av de kräftor med en längd på över 10 cm. Signalkräftan utgjorde 45 % av den totala populationen med stod för 61 % av kräftorna som man lagligt kunde fånga (Westman *et al.* 2002). Man kunde se att hos signalkräftan var även mindre individer (6-7 cm) benägna att gå in i fällorna medan det hos flodkräftan var äldre och större individer som gick in i burarna (7-8 cm). Hos flodkräftan var individerna även äldre än de var hos signalkräftan (Westman *et al.* 2002).

I studien framkom att flodkräftan till en början förekom längs 98 % av sjöns stränder under åren 1980-1982. Flest individer påträffades på steniga bottnar och lägst antal på mjukbottnar (Westman *et al.* 2002). Signalkräftan däremot förekom längs 56 % av stränderna och skillnaderna mellan olika bottentyper var större än den var hos flodkräftan. Signalkräftan påträffades nästan enbart på stenbottnar. Under nästföljande period (1987-1989) fanns båda arterna på nästan alla platser i sjön men antalet flodkräftor hade sjunkit totalt sett (Westman *et al.* 2002). Flodkräftan påträffades i 80 % av sjön medan signalkräftan nu förekom i 76 % av sjön. Under den tredje perioden mellan åren 1990-1992 hade antalet flodkräftor sjunkit i hela sjön. Trots detta återfanns de vid 63 % av områdena. Signalkräftan återfanns vid 90 % av de olika områdena (Westman *et al.* 2002). Man kunde se att tätheten av signalkräftor var som allra störst på steniga bottnar och som minst på mjukbottnar. Det vill säga samma habitat där flodkräftan varit dominerande i början av period ett (1980-1982). Tätheten av individer hos signalkräftan var nära dubbelt så hög i dessa områden jämfört med vad den varit för flodkräftan när dess population varit i samma storlek som signalkräftans (Westman *et al.* 2002). Westman *et al.* (2002) anser att flera olika faktorer kan ha samverkat då andelen flodkräftor började sjunka efter 1981. Den initiala minskningen av flodkräftor kan ha berott på naturliga variationer, som sedan förstärktes av en starkare population (och därmed större konkurrens) med signalkräfta. År 1979 började man även fiska kräftor i sjön vilket ytterligare satte tryck på en redan pressad population av flodkräftor. Kräfftisket upphörde 1994 och det är därmed enbart konkurrens med signalkräfta som kan direkt ha orsakat kraschen hos flodkräftspopulationen under 1990-talet (Westman *et al.* 2002).

Att det totala antalet kräftor i sjön skiljde sig mellan olika säsonger kan bland annat bero på kannibalism. De år som det fanns en livskraftig äldre generation med kräftor dog många juveniler till följd av kannibalism. Men de år som det fanns få individer av den äldre generationen klarade sig en större ande juveniler (Westman *et al.* 2002).

Skador

Hos de två arterna kunde man se en skillnad i andel kräftor med skador. Andelen flodkräftor med skador vara nästan dubbelt så stor som andelen skadade signalkräftor. Medelvärde för antal skadade individer låg under perioden 1979-1994 på 17,3 % hos flodkräfta medan det för signalkräfta låg på 9,3 % (Westman *et al.* 2002). Den högsta andelen skador som noterades för flodkräfta uppmättes 1993. Då såg man skador på 37,5 % av alla exemplar (Westman *et al.* 2002). Att andelen skadade individer skiljer sig mellan arterna tyder på att signalkräftan klarar sig bättre än flodkräftan vid konflikter. Man såg även ytterligare tecken på konkurrens såväl inom som mellan arterna. Medelstorleken skilje sig mellan individer som fångades i olika områden av sjön. Exempelvis var medelstorleken som minst i det område där flest antal kräftor påträffades (Westman *et al.* 2002).

Konkurrens mellan arter

Westman *et al.* (2002) menar att allt verkar tyda på att flod- och signalkräfta inte kan samexistera då signalkräftan på sikt utkonkurrerar den inhemska flodkräftan. Båda arterna har samma krav på ekologiska nischer vilket leder till att konkurrens uppstår mellan arterna (Westman *et al.* 2002).

Vid en studie där man undersökte flodkräftans och signalkräftans olika nischbredder på artnivå såg man att nischbredden skiljde sig avsevärt mellan arterna. Signalkräftan hade en nästan dubbelt så stor nischbredd som flodkräftan (Olsson *et al.* 2009). Man menar att detta beror på att den nordamerikanska signalkräftan använder ett större antal olika habitat alternativt har ett större antal födokällor än vad den inhemska arten har (Olsson *et al.* 2009). En större nischbredd hos den invaderande arten innebär att den i större grad kan konkurrera med den redan existerande inhemska arten. Om den invaderande arten exempelvis har ett större spektrum av potentiell föda än den inhemska arten har ger det den invaderande arten en fördel. Det innebär det att vid de tillfällen då födan som båda arterna konsumerar inte finns i tillräckligt stor mängd kan den invaderande arten klara sig bättre då den även konsumerar annan föda.

En invaderande arts förmåga att invadera ett nytt område på ett framgångsrikt sätt beror framförallt på hur arten påverkas av tre faktorer. Dessa tre faktorer är resurser, naturliga fiender och den fysiska miljön. När den invaderande arten uppnått en viss täthet kommer man att kunna se en påverkan på den miljö som invaderats (Shea & Chesson 2002).

Kräftors påverkan på andra arter

I Ryssland utförde man en studie för att undersöka om biomassan hos makrofyter påverkas vid förekomst av kräftor (Kholodkevich *et al.* 2005). Makrofyterna man undersökte var kransalger, *Chara vulgaris* och undersökningen skedde i sjön Berezno i Ryssland. Genom infångande av flodkräftor från sjön beräknades den totala fångbara populationen till 12600 individer (Kholodkevich *et al.* 2005). Hos flodkräftor ömsar hanarna skal två gånger om året och honorna en gång om året och det sker under perioden till oktober. I anslutning till skalömsning äter kräftorna ingenting på två veckor (Kholodkevich *et al.* 2005). Detta innebär att när man beräknade hur stor andel av makrofytproduktionen som konsumerades av kräftorna var man tvungen att beakta att hanarna inte konsumerade någon föda alls under en period på fyra veckor per säsong och honorna under en period på två veckor (Kholodkevich *et al.* 2005).

I studien kom man fram till att kräftpopulationen i sjön totalt konsumerade 1166 kg kransalger varje år. Hanarna konsumerade 557 kg medan honorna konsumerade 609 kg. Detta innebär att kräftpopulationen i Berezno totalt konsumerar 27 % av den årliga makrofytproduktionen (Kholodkevich *et al.* 2005). Räknar man in de makrofyter som kräftorna maler ner till sediment hamnar årskonsumtionen av makrofyter på 40 %. Det vill säga, konsumtionen är då 513 kg högre än om man enbart räknar själva konsumtion av makrofyter (Kholodkevich *et al.* 2005).

Kholodkevich *et al.* (2005) menar att detta bevisar att kräftor har en viktig roll när det gäller att förhindra eutrofiering (att sjöar växer igen) av sjöar. Det faktum att kräftorna maler ned växtdelar till fint sediment gynnar även andra organismer i sjön då de får tillgång till en

födokälla som annars inte skulle ha varit tillgängliga för dem. Bakterier, mollusker och olika protozoer gynnas alla av det sediment som kräftor bildar (Kholodkevich *et al.* 2005).

Ekonomi

Ur strikt ekonomisk synpunkt verkar det som att introduktion av signalkräfta kan öka nettovinsten från fisket. Med ökande populationer blir den ekonomiska vinsten högre än vid fiske på flodkräfta (Kataria 2007). Den ekonomiska vinning som man beräknat kunna komma med införande av signalkräfta kan endast förekomma i de fall då vissa kriterier uppfylls. För att det ska vara ekonomiskt gynnsamt krävs bland annat att tillväxten och bärkraften hos signalkräfta är minst 20 % högre än den hos flodkräfta (Kataria 2007). Även i de fall då bärkraften eller den egentliga tillväxten hos flodkräftan ligger under 40 % av signalkräftans kommer det finnas en ekonomisk vinning i att introducera signalkräftan (Kataria 2007).

Som Westman *et al.* (2002) konstaterade så har signalkräftan även en tendens att, i högre grad än flodkräftan, gå in i burarna. Det vill säga trots att det fanns fler flodkräftor än signalkräftor under en period i sjön Slickolampi i Finland så utgjorde signalkräftan en större andel av den totala fångsten.

Diskussion

Ett av de största problemen för den inhemska flodkräftan är just spridandet av främmande kräftarter. I Sverige och flera andra länder orsakar den nordamerikanska signalkräftan stora problem, särskilt med anledning av att den är kronisk bärare av kräftpesten. Som Degerman *et al.* (2009) nämner så är spridningen av signalkräfta ett problem då de flodkräftor vi har kvar kan riskera att smittas av kräftpest och vi kan då förlora även de populationerna. I den studie som utfördes av Westman *et al.* (2002) såg man att signalkräftor utgör ett hot för den inhemska flodkräftan även i de fall där kräftpesten inte förekommer. Som framgår av Figur 6 kan man se att under den 30 år långa studien sjönk andelen flodkräftor från att i början av studien varit 100 % till att i studiens slutskede enbart utgöra 2 % av den totala kräftpopulationen. Detta visar på hur viktigt det är att förhindra ytterligare spridning av signalkräftor då de inte enbart kan sprida kräftpest utan även kan konkurrera ut inhemska bestånd av kräftor.

Westman *et al.* (2002) visade även att trots att flodkräfta förekom i större antal än signalkräftan (55 % resp. 45 %) så var det signalkräfta som fångades i större antal. Det innebär att ur ekonomisk synpunkt kan det vara fördelaktigt med signalkräftor då fångsterna tenderar att bli större. Men ur en ekologisk synpunkt är signalkräftan en inkräktande art som inte skulle ha tagit sig till Europa på naturlig väg. Man får då väga ekonomiska aspekter mot ekologiska. Kataria (2007) menade att införande av signalkräfta istället för flodkräfta enbart kan ge ekonomisk vinning om vissa kriterier uppfylls. Det måste finnas skillnader mellan arterna som påverkar deras överlevnadschanser, det vill säga, skillnader i faktorer som i slutändan påverkar fångstvolymen måste finnas för att signalkräftan ska kunna ge en högre ekonomisk avkastning.

Utroda signalkräftor

I dagsläget finns det ingen bra metod för att bli av med signalkräftor. Man har utfört behandlingar i Norge och Skottland där man använde ett naturligt förekommande pyrethroid för att utroda signalkräftorna. I båda fallen har man valt att använda ett bekämpningsmedel för att förhindra ytterligare spridning av såväl kräftpest som signalkräfta. Såväl i Norge som i Skottland hade signalkräftan introducerats illegalt till vattendragen och i båda studierna har man konstaterat att metoden inte är brukbar på annat än små vattendrag. Metoden som använts verkar inte heller ge några bestående skador på omkringliggande områden. Dock är det viktigt att under behandlingens gång, och under återhämtningsperioden, se till att inget läckage av besprutat vatten läcker ut till omgivningen då detta kan påverka exempelvis evertebrater och räkor. I Skottland kunde man se ett exempel på hur viktigt det är att släppa på vattnet efter tillräckligt lång tid då man släppte ut vattnet från dammen för tidigt vilket resulterade i att de sötvattenslevande räkor man placerat ut längre nedströms dog. Detta indikerade att det fortfarande fanns pyretrum kvar i dammen och som då släpptes ut i vattendraget.

Pyretrums relativt snabba nedbrytning gör det till ett fördelaktigt bekämpningsmedel mot kräftor. Dock har medlet även skadlig verkan mot fisk och evertebrater vilket man måste ta i beaktande vid behandling av mindre vattenmassor. I Skottland valde man att flytta den fisk som påträffades i dammarna till en närliggande damm. Att även evertebraterna utrotas i det behandlade området är en aspekt som får tas i beaktande när man beslutar om att använda metoden. I såväl Norge som Skottland ansåg man det som en godtagbar kostnad för att utroda signalkräftan och på så sätt skydda inhemska kräftarter.

Utplantering av flodkräftor kan lyckas i de fall där det inte finns några signalkräftor närvarande. Estlands utplanteringar visar att det kan fungera för att stärka populationer av flodkräfta. En faktor som däremot kan tala emot utplanteringar av flodkräfta är den ekonomiska aspekten. Man kan plantera ut tusentals exemplar av flodkräfta men allt som krävs är att några enstaka signalkräftor som är bärare av kräftpesten släpps ut i vattendraget och hela populationen dör till följd av det.

Situationen kring flodkräftans nuvarande status är ett svårt problem att lösa. Det finns inga behandlingar som kan utroda vare sig kräftpesten eller signalkräftan om det inte är fråga om en mindre vattenmassa och bevisligen är signalkräftan ett hot mot flodkräftan även i de fall då den inte är bärare av kräftpest. De åtgärder som idag kan vidtas torde vara att begränsa handel med kräftor mellan länder då detta innebär en smittoväg för kräftpest. Utplantering av signalkräfta borde även vara strängt reglerat i lag för att på så sätt åtminstone stoppa den legala utplanteringen av signalkräftor. I Sverige har man till exempel förbjudit utplantering av signalkräfta norr om Dalälven.

Den illegala utplanteringen av signalkräftor verkar vara det största problemet när det gäller spridning av kräftpest i dagsläget. Som bekant är det inte något djur som ställer till det så mycket för sig själv som människan gör och att komma åt problemet med illegal utplantering är väldigt svårt. Införande av strängare straff för utplantering av signalkräfta eller bidrag för utplantering av flodkräfta i ännu ej infekterade vatten kan vara, om inte en lösning, så i alla fall en hjälpsamt åtgärd mot den illegala utplanteringen.

Det är tydligt att mer forskning krävs på området kring hur man ska lyckas stärka flodkräftans nuvarande status i Europa. Då kräftpesten alltjämt härjar i Europa riskerar de populationer vi har kvar att utrotas, genom oaktsamhet eller illegal utplantering av smittade kräftor.

Tack

Jag vill tacka Joel, David och Cecilia för bra synpunkter vid återkopplingen på mitt arbete under kursens gång. Jag vill även tacka min handledare Anna Brunberg, och Lage Cerenius för bra synpunkter och förslag till arbetet.

Referenser

- Ahnlund P. 2009. Kräftpest. WWW-dokument 2009-08-05:
<https://www.fiskeriverket.se/vanstermenyn/fiskochskaldjur/arter/skaldjur/alltomkraftor/kraftpest.4.79f941c6122e12f5474800065.html>. Hämtad 2011-04-11
- Alm G. 1924. Notiser rörande kräftpesten i Sverige - Svensk Fiskeritidskrift 33(6): 165-173, refererad i Degerman E, Sers B, Magnusson K. 2009. Signalkräftan fortsätter att expandera I Sverige. Fauna och Flora 104: 28-32
- Degerman E, Sers B, Magnusson K. 2009. Signalkräftan fortsätter att expandera I Sverige. Fauna och Flora **104**: 28-32
- Gren IM, Isacs L, Carlsson M. 2009. Costs of alien invasive species in Sweden. Royal Swedish Academy of Sciences **38**: 135-140
- Johnsen SI, Taugbøl T, Andersen O, Museth J, Vrålstad T. 2007. The first record of non-indigenous signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in Norway. Biological Invasions Doi: 10.1007/s10530-007-9092-2
- Kataria M. 2007. A Cost-Benefit Analysis of Introducing a Non-native Species: The Case of Signal Crayfish in Sweden. Marine Resource Economics **22**: 15-28
- Kholodkevich SV, Shumilova TE, Fedotov VP, Zhuralev DS. 2005. Effects of the *Astacus astacus* L. Population on Biomass of Macrophytes in a Fresh Water Body. Russian Journal of Ecology **36**: 271-276.
- Klang L. 2006a. Flodkräfta (*Astacus astacus*). WWW-dokument 2009-08-05:
<https://www.fiskeriverket.se/vanstermenyn/fiskochskaldjur/arter/allaarter/flodkraftaastacusaastacus.4.1490463310f1930632e80002469.html>. Hämtad 2011-04-11
- Klang L. 2006b. Signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*). WWW-dokument 2009-08-05
<https://www.fiskeriverket.se/vanstermenyn/fiskochskaldjur/arter/allaarter/signalkraftapacifastaculenusculus.4.1490463310f1930632e80002539.html>. Hämtad 2011-04-13
- Olsson K, Stenroth P, Nyström P, Granéli W. 2009. Invasions and niche width: does niche width of an introduced crayfish differ from a native crayfish? Freshwater Biology **54**: 1731-1740
- Paaver T, Hurt M. 2009. Status and management of noble crayfish *Astacus astacus* in Estonia. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems **394-395**: 18, 1-9. DOI: 10.1051/kmae/2010012

- Peay S, Hiley P. 2006. Biocide trial to eradicate signal crayfish in the North Esk catchment. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 122 (Purchase order No. 9725)
- Sandodden R & Johnsen SI. 2010. Eradication of introduced signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* using the pharmaceutical BETAMAX VET[®]. *Aquatic Invasions* **5**: 75-81
- Shea K & Chesson P. 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* **17**: 170-176
- Skov C, Aarestrup K, Sivebæk, Pedersen S, Berg S. 2010. Non-indigenous signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* are now common in Danish streams: preliminary status for national distribution and protective actions. *Biological Invasions* doi 10.1007/s10530-010-9901-x
- Souty-Grosset C, Holdich DM, Noël PY, Reynolds JD, Haffner P (eds). 2006. Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- Styrishavne B, Bojsen BH, Witthøfft H, Andersen O. 2007. Diurnal variations in physiology and behaviour of the noble crayfish *Astacus astacus* and the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* **40**: 1, 63-77. DOI: 10.1080/10236240701241538
- Westman K, Savolainen R, Julkunen M. 2002. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a small, enclosed Finnish lake: a 30-year study. *Ecography* **25**: 53-73