



Examensarbete i ämnet biologi

2010:7

Reintroduction of the noble crayfish in the lake Bornsjön

Susanna Schröder





Examensarbete i ämnet biologi

2010:7

Reintroduction of the noble crayfish in the lake Bornsjön

Återintroduktion av flodkräfta i Bornsjön

Susanna Schröder

Omslag:

Foto: Susanna Schröder, © LANTMÄTERIET GÄVLE 2010. MEDGIVANDE: I 2010/0055

Keywords: Flodkräfta, *Astacus astacus*, återintroduktion, spridning, populationsuppskattning, Noble Crayfish, population estimation, reintroduction, movement

Handledare: Anders Alanärä och Lennart Edsman
Examinator: Hans Lundqvist

30 hp, E-nivå
Kurskod EX0385

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för vilt, fisk och miljö

Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Forestry
Dept. of Wildlife, Fish, and Environmental Studies

Umeå 2010

Förord

I Bornsjön utfördes kvantitativt provfiske, inventeringsprovfiske, provfiske för undersökning av flodkräftornas spridningsmönster och provfiske för populationsuppskattning. Examensarbetets praktiska del genomfördes i Stockholm Vatten AB:s regi. Stockholm Vatten AB genomför även vid andra tillfällen provfisken i denna sjö. Susanna Schröder var anställd som biolog för provfiske i Bornsjön den 25 augusti – den 5 september 2008. Susanna Schröder, Trixi Rosengren och Örjan Isgren genomförde provfisket. Stockholm Vatten AB tillhandahöll båt, provfiskeutrustning, bete och bakgrundsinformation.

Handledare: Anders Alanärrä, institutionen för vilt, fisk och miljö, vid SLU i Umeå.

Biträdande handledare: Lennart Edsman, Sötvattenslaboratoriet, Fiskeriverket i Drottningholm.

Projektledare från Stockholm Vatten för återintroduktioner av flodkräftor och undersökningar i Bornsjön: Örjan Isgren, Stockholm Vatten AB i Stockholm.

Sammanfattning

Flodkräftan är en inhemsk art i Sverige. Antalet flodkräftlokaler har under 1900-talet reducerats med över 97 procent, i huvudsak till följd av kräftpest. Flodkräftan är klassad som starkt hotad i den nationella rödlistan för hotade djurarter sedan 2005. Kräftpesten kom troligen till Europa i samband med introduktion av en nordamerikansk kräftart i Italien 1860. I dagsläget sprids kräftpest genom illegala utsättningar av den nordamerikanska signalkräftan som lagligt började introduceras i Sverige under slutet av 1960-talet. För att förbättra situationen för flodkräftan är det viktigt att informera om artens värde, samt om konsekvenserna av illegala utsättningar av signalkräfta. En av de åtgärder som därutöver kan göras är att återintroducera flodkräftan där den har chans att överleva.

Bornsjön som är fridlyst mot beträdande sedan 1919 ligger i Stockholms län och är en reservvattentäkt för Storstockholm. Det har under en lång tid funnits flodkräftor i Bornsjön. År 2002 upptäcktes två signalkräftor och kräftpest konstaterades. Två år senare hittades varken flod- eller signalkräftor i sjön. Eftersom flodkräftor är en viktig del av ekosystemet i Bornsjön, beslöt Stockholm Vatten AB, som förvaltar Bornsjön, i samarbete med Länsstyrelsen och Fiskeriverket att återintroducera flodkräftor i sjön. År 2004–2007 återintroducerades 78 000 flodkräftor varav 4 000 sattes ut runt Kastellholmen år 2005.

Målet med examensarbetet var att kontrollera flodkräftornas överlevnad, studera flodkräftornas spridningsmönster vid utsättningsplatser och göra en populationsuppskattning vid en utsättningsplats efter återintroduktionen i Bornsjön. Fältarbetet utfördes i månadsskiftet augusti–september 2008. För att kontrollera kräftornas överlevnad genomfördes ett kvantitativt provfiske längs Bornsjöns stränder. Då fångades 28 kräftor på 200 mjärdsnätter vilket gav en fångst av 0,1 kräfta per mjärdsnatt. Efter denna studie återintroducerades ytterligare 18 000 kräftor år 2008. Hösten 2009 upprepade Stockholm Vatten AB det kvantitativa provfisket och fångade då 0,15 kräftor per ansträngning.

Flodkräftornas spridningsmönster som studerades vid tre utsättningsplatser visade att flest kräftor fångades inom 140 m från utsättningsplatsernas mittpunkt. Med hjälp av en fångst- och återfångstmetod uppskattades den fångstbara populationen runt ön Kastellholmen till cirka 250 kräftor. Konfidensintervallet var 119–534 kräftor vilket inkluderar den fångstbara populationen med 95 procents sannolikhet. På en yta av 3 534 m² runt Kastellholmen uppskattades tätheten av fångstbara flodkräftor till 0,1 kräftor/m² (0,03–0,15 kräftor/m²).

Utifrån det kvantitativa provfisket och populationsuppskattningen kan man dra slutsatsen att den totala populationen i Bornsjön var mycket svag. I likhet med återintroduktioner i andra vatten tar det många år innan populationen återhämtar sig även om man tar hänsyn till en eventuell underskattning av den verkliga populationen. Framöver är det viktigt att regelbundet genomföra kvantitativt provfiske för att följa kräftornas utveckling. Flodkräftornas spridningsmönster stämmer med andra studier som pekar på att kräftor inte förflyttar sig några längre sträckor när de har mat, skydd och bra vattenkvalitet förutom vid parning och störningar.

Summary

The noble crayfish, *Astacus astacus*, is a native species in Sweden and has been classified as endangered (EN) since 2005 on the Swedish National Red List. It has mainly been reduced as a result of the disease crayfish plague which today is spread mainly through illegal releases of signal crayfish. The signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, was legally introduced into Sweden starting at the end of the 1960's. It was not known at that time that the signal crayfish generally is a chronic carrier of crayfish plague and would therefore never be released into waters where the noble crayfish may live. To protect the noble crayfish it is important to inform about the value of the species. In addition to such information it is also possible to reintroduce the noble crayfish. Lake Bornsjön is located in the county of Stockholm. The noble crayfish has lived in Bornsjön for many years. In 2002 two signal crayfish were found in the lake and as a consequence the lake was hit by crayfish plague. Two years later no crayfish were found. Reintroduction of the noble crayfish started in 2004. The Stockholm Water Company, who works with protection of this lake, reintroduced 78,000 noble crayfish 2004–2007.

The aim of this master thesis was to study the survival of the noble crayfish, the post-stocking movement patterns of the crayfish from places of reintroduction, two–three year after the reintroduction and to estimate the size of a crayfish population around a small island in the lake, three years after the reintroduction of 4000 noble crayfish around the island. This study was carried out between the 25th of August and the 5th of September 2008.

With quantitative monitoring along the lake's shoreline the catch was 28 crayfish per 200 trap nights or 0.1 catch per unit effort. The study of long-term movement of the crayfish showed that the most crayfish, along the shoreline, were caught within 140 meters from three release sites. The crayfish were marked with passive integrated transponders (PIT-tags) in order to estimate population size with mark recapture technique. The size of the catchable population around the island was estimated to approximately 250 crayfish. The confidence interval limits were 119–534 crayfish and this interval is expected to include 95 % of the catchable population size. The attraction sampling area of the traps around the island was estimated to 3534 m². The abundance of crayfish in this area was estimated to 0.1/m². All estimates are limited only to crayfish large enough to be incapable of escaping through the meshes of the traps. The short period of four days for mark and recapture was presumed to have minimized any error due to mortality. The quantitative monitoring and the abundance of crayfish around the island showed that the population is very weak. In agreement with other reintroductions it will probably take many years before the population gets strong. It is important to continue with regularly quantitative trapping to follow the population's development in the future. The noble crayfish restricted movement patterns also correspond with other studies. The field work was performed by Susanna Schröder, Trixi Rosengren and Örjan Isgren (project leader for reintroduction of noble crayfish in Bornsjön) from the Stockholm Water Company. Material, boat, and background information was supplied by the Stockholm Water Company.

Inledning

Efter en återintroduktion av kräftor är det viktigt att ta reda på vad som händer med kräftorna. För att göra så bra återintroduktioner som möjligt behöver man kontrollera om att kräftorna överlever, hur många som överlever, om de förökar sig, var kräftor befinner sig och hur de långt de förflyttar sig efter utsättningar. Detta kan göras med olika metoder som provfiske eller genom observationer vid dykning. Det är även viktigt att följa upp kräftornas kondition. Det vanligaste sättet att följa upp

en återintroduktion i en sjö är att göra ett inventeringsprovfiske för att kontrollera att kräftorna överlever. Det är önskvärt att göra ett kvantitativt provfiske eftersom det då är möjligt att följa utvecklingen av kräftbeståndet år från år och även göra jämförelser med kräftbestånd i andra vatten. Undersökningarna i detta examensarbete är även del i arbetet med att samla kunskap om hur långt kräftor förflyttar sig i en sjö och hur många kräftor som fångas efter en återintroduktion.

Flodkräftan är en starkt hotad art

Flodkräftan är en inhemsk art i Sverige och stora delar av Europa. Den är en av Europas fem inhemska arter. Dessa tillhör familjen Astacidae (Westman et. al. 1992). Antalet flodkräftlokaler i Sverige har under 1900-talet reducerats med över 97 procent. Antalet lokaler är nu uppskattningsvis 1000 (Fiskeriverkets kräftdatabas), att jämföra med de över 30 000 lokaler som fanns i början av 1900-talet. Som en följd av den kraftiga tillbakagången de senaste 100 åren är flodkräftan klassad som starkt hotad i den nationella rödlistan för hotade djurarter sedan år 2005 (Gärdenfors 2005). I den internationella rödlistan är den klassad som sårbar (IUCN).

Arten har i huvudsak minskat till följd av kräftpest som i dagsläget sprids genom illegala utsättningar av signalkräfta. Flodkräftan har även drabbats av försurning, utsläpp, vattenregleringar och igenslamning av lämpliga livsmiljöer. Kräftor är mycket känsliga för insektgift och kan även vara känsliga för tungmetaller.

Kräftpesten introducerades troligen till Europa i samband med introduktion av en nordamerikansk kräfta i Italien 1860 (Unestam 1972). Signalkräftan som kommer från Nordamerika, introducerades lagligt i stora delar av södra och mellersta Sverige med start i slutet av 1960-talet. Detta gjordes för att ersätta flodkräftan där denna hade drabbats av kräftpest (Fiskeriverket 1991). Signalkräftan är inte lika känslig för kräftpest som flodkräftan. Det man inte visste då var att den så gott som alltid bär på kräftpestsvampen och därför inte ska planteras ut i vatten där flodkräftan kan leva. Tillstånd för utplantering av signalkräfta krävs alltid. Tillstånd kan idag bara ges i vatten där signalkräftan är lagligt etablerad (Edsman & Schröder 2009).

Enligt åtgärdsprogrammet för flodkräfta är det långsiktiga målet är att säkra flodkräftans långsiktiga överlevnad och ett uthålligt fiske på flodkräftor i Sverige. De viktigaste åtgärder för att bevara flodkräftan är att informera om flodkräftans biologiska och ekonomiska värde, samt om konsekvenserna av illegala utsättningar av signalkräfta. Fisket i sig utgör inte ett hot för arten. En av de åtgärder som kan göras för att bevara flodkräfta i Sverige är att återintroducera flodkräftor där de har chans att överleva (Edsman & Schröder 2009). Återintroduktion av kräftor är en åtgärd som inte alltid lyckas. Detta gäller både signalkräfta och flodkräfta (Edsman 2002).

Mål för examensarbetet

Målet var att:

- 1) Kontrollera om flodkräftorna har överlevt efter återintroduktion.
- 2) Få kunskap om flodkräftornas spridningsmönster vid tre utsättningsplatser två–tre år efter utsättningarna.
- 3) Uppskatta populationens storlek vid en utsättningsplats tre år efter utsättning.
- 4) Få kunskap om flodkräftornas förflyttning under ett par dygn vid en utsättningsplats.

Metoder

Information om Bornsjön

Bornsjön ligger i Stockholms län och köptes av Stockholm stad år 1993 för att skydda Bornsjöns vattenkvalitet. Bornsjön är en reservvattentäkt till Storstockholm. Den har därför mycket stor betydelse som vattentäkt om Mälaren som är huvudvattentäkt tillfälligt skulle förorenas. Sjöns är fridlyst mot beträdande sedan 1919. Sjön och marken i dess avrinningsområde förvaltas av Stockholm Vatten AB. Det har under en lång tid funnits flodkräftor i Bornsjön. Enligt rykten drabbades Bornsjöns flodkräftor, första gången av kräftpest under 1920-talet. Flodkräftor fångades åter under 1940- och 1950-talet. Därefter har flodkräftbeståndet varit bra med undantag för en nedgång under 1980-talet.

År 2002 upptäcktes två signalkräfter i Bornsjön och kräftpest konstaterades av Statens Veterinärmedicinska anstalt, SVA. År 2004 kräftpestförklarades sjön av Länsstyrelsen då varken flod- eller signalkräfter fångades i sjön trots omfattande provfiske och dykundersökningar.

Eftersom kräftor är en viktig del av ekosystemet i sjön beslöt Stockholm Vatten AB i samarbete med Länsstyrelsen och Fiskeriverket att återintroducera flodkräftor i sjön. Målet var att säkerställa Bornsjöns ekologiska balans och på lång sikt trygga vattenkvaliteten i sjön. Bidrag till återställningsprojektet erhöles från Stockholms stads miljömiljardfond (Stockholm Vatten AB, Fiskeriverket och Länsstyrelsen i Stockholms län 2006).

Morfologi, hydrologi, vattenkemi och temperatur

Bornsjön ligger i ett kuperat sprickdallandskap och har ofta branta stränder. Sjön har tre delbassänger med grundare trösklar (Qvarnström 2007). Se mer om morfologiska och hydrologiska uppgifter i tabell 1.

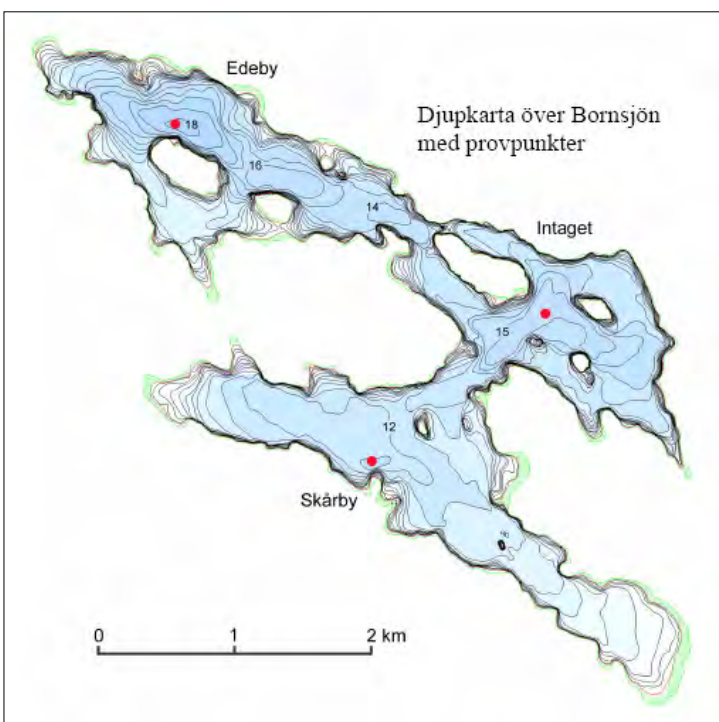
Bornsjön är en mesotrof sjö med måttligt höga halter av fosfor och kväve (måttligt näringsrik). Syrebrist har förekommit i sjöns djuphålur. Ytvattentemperaturen i juli överskrider sällan 17°C (Qvarnström 2007). Stockholm Vatten AB har sedan i början på 1990-talet genomfört ett vattenprovtagningsprogram i tre provtagningsplatser, en i varje bassäng (se figur 1), på ett flertal djup och cirka 8–10 gånger per år (Lännergren 2006). Temperatursiktningen är stabil under sommar och tidig höst. Språngskiktet har då legat på cirka 5 meters djup för att sedan sjunka fram till höstomblandningen som inträffar i september–oktober. Efter det att språngskiktet har utvecklats på sommaren minskar syrehalten under språngskiktet med 0,10–0,14 mg/liter och dag. Syrehalterna under språngsiktet var låga under juli–augusti. Svavelväte har undantagsvis påträffats på 17 meters djup i den nordvästra bassängen vid Edeby. För att förbättra situationen har bottenvattnet (vid Intaget, se figur 1) luftats vilket har hindrat uppkomst av mycket låga syrehalter. Luftningen stängdes av år 2004 i samband med ett försök att pumpa bort näringsrikt bottenvatten. Låga halter av syre förekom då på 10 meters djup och var i det närmaste uttömt på 12–14 meters djup.

Fosforhalterna i ytvattnet (0–5 m) har varierat kraftigt under åren med de högsta halterna efter höstomblandningen när höga fosforhalter (upp till 800 mg per liter) och låga syrehalter från bottenvattnet blandas med ytvattnet. Fosforhalter har varit stabila under augusti sedan början på 1990-talet och har igenomsnitt varit 15 mikrogram per liter, (måttligt höga halter enligt Naturvårdsverkets gamla bedömningsgrunder från år 1999).

Det har under senare år varit ett måttligt siktdjup (Lännergren 2006) med undantag för år 2005 då siktdjupet var stort (5 m) i den nordöstra bassängen.

Tabell 1. Morfologiska och hydrologiska uppgifter (Qvarnström 2007):

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Huvudavrinningsområde | 61 Mälaren – Norrström |
| Areal sjöyta | 660 ha |
| Maxdjup | 18,3 m |
| Medeldjup | 9,8 m |
| Volym | 64,8 miljoner m ³ |
| Strandlinjens längd inklusive öar | 35 200 m |
| Antal öar, areal > 0,01 ha | 9 stycken, totalt 33,8 ha |
| Avrinningsområde | 49,3 km ² |
| Årlig avrinning | 9,3 miljoner m ³ |
| Teoretisk omsättningstid | 6,9 år |
| Höjd över havet | 10,95 m |



Figur 1. Djupkarta över Bornsjön (utsnitt från Stockholm Vatten AB:s karta, Lännergren 2006). Kartan även visar var Stockholm Vatten tar vattenprover (tre röda markeringar) för att kontrollera vattenkvaliteten i Bornsjön.

Bottensubstrat

Huvuddelen av Bornsjöns bottenstrukturer består av olika typer av mjukbottenar.

Till dessa räknades enligt Lilliesköld Sjöo m.fl. (2005) dy-, sand- och lerbottenar, varav dy är den absolut vanligaste typen, då de täcker i princip alla djupare och flacka bottenar. Till hårbottenarna räknades håll-, sten- och grusbottenar, vilka främst återfinns nära strandlinjen (se figur 2), där lutningen är stor. Bottenstrukturer fördelar sig ofta utefter en gradient från strandlinjen, med det grövsta substratet överst, för att sedan avta i kornstorlek mot finkorniga sedimentbottenar (Lilliesköld Sjöo m.fl. 2005). I hela Bornsjön är i genomsnitt knappt 7 procent hårbotten av den totala bottenytan ($660 \cdot 0,07 = 46,2$ ha), drygt 50 procent av strandsträckan är hårbotten och strandens lutning är cirka 17 procent.

Vattenvegetation

Enligt Lilliesköld Sjöo m.fl. (2005) visade deras inventering att växtzonens totala area motsvarande knappt 25 procent av sjön yta, med cirka 7 procent vassområden samt cirka 17 procent flytblad och undervattensväxter. Dessa hade en medeltäckningsgrad på cirka 73 procent i vasszonen och 42 procent i resterande delen av växtzonen (Lilliesköld Sjöo m.fl. 2005). I växtzonen hittades totalt 55 arter vilket visar att sjön är mycket artrik. De flesta arterna har mycket liten täckning i sjön. De arter som står för den största täckningen är getraggsalg som bildar mattor på mjukbotten eller ostrukturerade mörkgröna bollar (finns på 1–10 meters djup i strandnära områden, vanligast på 3–6 meters djup), vattenpest som är en långskottsväxt är Bornsjöns mest förekommande art (finns på 0–7 meters djup, vanligast på 3–4 meters djup), och gul näckros, mycket vanlig i Bornsjön främst i vikar, 0–5 meters djup, vanligast på 1,5–2,5 meters djup). Därefter kommer korsandmat, säv, vattenpilört, hornsärv, näckmossa och ålnate. Täckningsgraden var högre på strandbottnar i sydlägen (dvs. från sjön sett sidor som ligger i nordlig riktning) där det är mer solinstrålning (det gäller även öars sydsidor) än på sydsidor. Täckningsgraden tycks här också minska långsammare mot djupet. I växtzonen har de finkorniga sedimenten, i första hand dy, högre täckningsgrad än de grövre substraten. Växtzonens medeldjup sträckte sig ned till 6,7 m. Inventeringen utfördes med 122 transekter som fördelades i sjön vilket motsvarar 0,5 procent av sjöns totala area eller 2 procent av dess växtzon (Lilliesköld Sjöo m.fl. 2005).

Fiskarter

Bornsjön är rik på fiskarter. Vid Fiskeriverkets provfiske fångades elva arter. Hälften av fångsten var abborrar. De övriga var benlöja, björkna, braxen, gers, gädda, mört, nors, sarv, sutare och nissöga (Qvarnström 2007).

Utsättning och sumpning av flodkräftor i Bornsjön

Utifrån inventeringarna av vattenvegetation (Lilliesköld Sjöo m.fl. 2005) valde Stockholm Vatten AB utsättningsplatser för flodkräftor och referensplatser till dessa för att kontrollera kräftornas påverkan på livet i sjön. Kräftsumpar med flodkräftor i var placerade i utplanteringsområdet året runt 2004–2006 och inga kräftor i sumparna slogs ut av kräftpest. Flodkräftor av olika ålder sattes ut varje år från och med 2004 (se tabell 2 och 3). På den sträcka där de två signalkräftorna fångades 2002 har nu flodkräftor planterats ut. Två odlingsdammar har ställts i ordning för att i framtiden ha en mindre mängd utsättningsmaterial till försöks- och referensmaterial. Provfisken som tidigare utförts av Stockholm Vatten AB i Bornsjön har hittills gett 0,3 kräftor per mjärde på utsättningsplatser (Stockholm Vatten AB, Fiskeriverket och Länsstyrelsen i Stockholms län 2006).

Tabell 2. Antal utsatta flodkräftor i Bornsjön 2004–2008 (Stockholm Vatten AB).

| Utsättningsår | Antal utsatta flodkräftor i Bornsjön per år |
|---|---|
| 2004 | 4 000 |
| 2005 | 17 000 |
| 2006 | 30 000 |
| 2007 | 27 000 |
| Totala antalet utsatta kräftor före provfisket i augusti–september 2008: 78 000 | |
| Efter detta provfiske återinplanterades ytterligare 18 000 kräftor under hösten 2008. | |

Tabell 3. Uppgifter om antal utsatta kräftor vid några utsättningsplatser 2004–2007 (Stockholm Vatten AB).

| Utsättningsplats | År | Antal kräftor från årsklass 2 | Antal kräftor från årsklass 3 | Antal kräftor från årsklass 4 | Sammanlagt antal utsatta kräftor |
|--|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Kastellholmen | 2005 | 3 250 | 750 | - | 4 000 |
| Bergaholm södra (kallas Bergaholm i detta examensarbete) | 2006 | 2 000 | 3 000 | 3 000 | 8 000 |
| Bergaholm brygga (ligger nära Bergaholm södra) | 2007 | | | 400 | 400 |
| Bergaholm norra | 2005 | 1 250 | 2 600 | - | 3 850 |
| ” ” | 2006 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 3 000 |
| Sprängplatsen | 2006 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 6 000 |
| Braxenbacken | 2005 | 2 400 | 1 200 | - | 3 600 |
| ” ” | 2006 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 3 000 |
| Fågelsta till Salems kyrka | 2004 | | | | 3 800 (blandat) |
| Fågelsta | 2006 | 4 000 | 2 000 | 1 000 | 5 000 |
| Öster om båthuset | 2004 | | | | 850 (blandat) |
| ” ” | | | | | 846 (blandat) |
| Limpan | 2007 | | | 200 | 200 |
| Edeby holme | 2006 | 4 000 | 2 000 | 2 000 | 8 000 |
| Innön | 2007 | - | 3 000 | 2 700 | 5 700 |
| | | | | | |

Kvantitativt provfiske – fångst per ansträngning

Provfisket följde i huvudsak Naturvårdsverkets handledning för miljöövervakning (Naturvårdsverket 2005). Botten typer bestämdes endast för de mjärddar som låg närmast stranden och inte för varje enskild mjärde eftersom Bornsjöns botten typer längs stränderna har bestämts vid tidigare tillfälle (Lilliesköld Sjöo m.fl. 2005). Kompletterande uppgifter om botten typer hämtades från denna rapport.

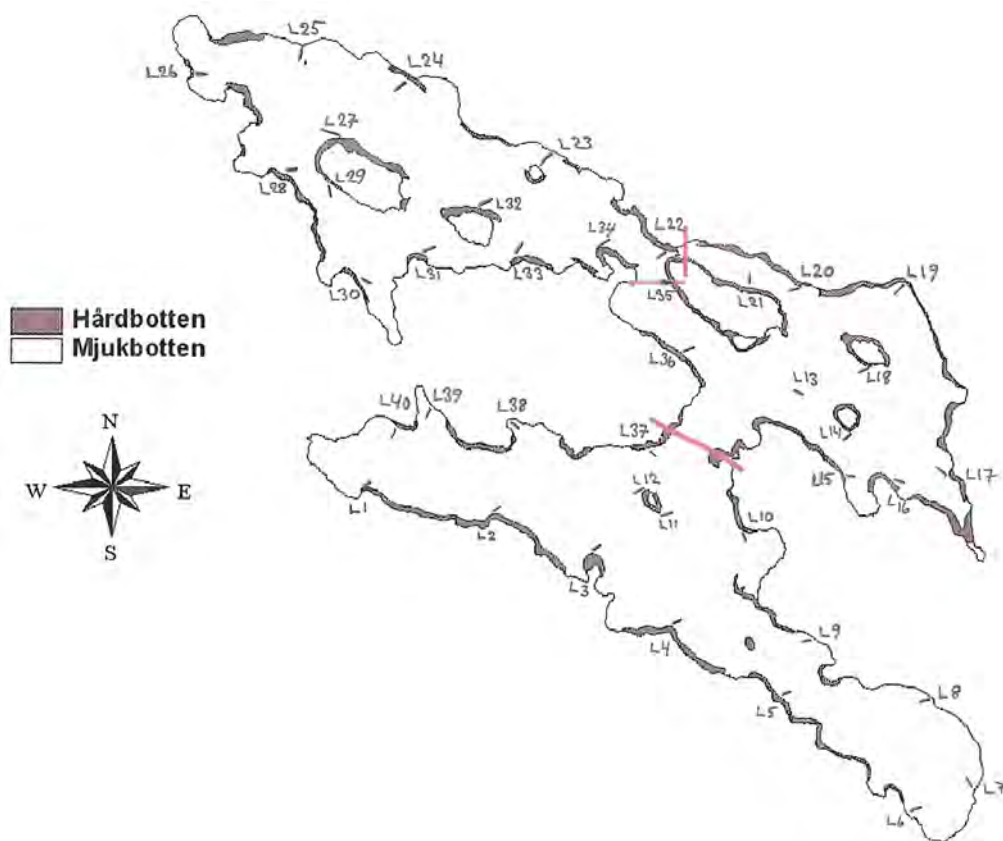
Stockholm Vatten AB valde i samarbete med Fiskeriverket ut fyrtio provfiskeplatser som fördelades så jämt som möjligt längs Bornsjöns stränder och öar (se figur 2). Antalet provfiskeplatser begränsades till 40 det vill säga 200 mjärddnätter eftersom det annars rent ekonomiskt kommer att bli svårt att genomföra fisket regelbundet, helst årligen för att följa upp utsättningarna. Enligt Naturvårdsverkets handledning så ska ett kvantitativt provfiske omfatta minst 50 mjärddnätter. Provfisket utfördes under tre dygn (se tabell 4). Varje plats provfiskades en natt. Vid val av platser togs ingen hänsyn till om platsen verkade vara lämplig för kräftor eller inte.

Begreppet antal kräftor per ansträngning är ett mått på relativ täthet som används för att följa en populations utveckling (Hogger 1988). Fångsten sätts i relation till antalet mjärddar som använts. Den sanna tätheten av kräftor är okänd men förändringarna, över tid, mellan olika provfisker indikerar förändringar i populationens täthet.

Kräftorna vägdes, mättes, könsbestämdes och även skalfasen bestämdes innan kräftorna släpptes tillbaka på den plats de fångades.

Tabell 4. Uppgifter om kvantitativt provfiske i Bornsjön

| Datum för iläggning av mjärddar | Datum för vittjning och upptagning | Antal mjärddar | Linornas nummer |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------|
| 2008-08-25 | 2008-08-26 | 65 | L1-L13 |
| 2008-08-26 | 2008-08-27 | 80 | L14-L29 |
| 2008-08-27 | 2008-08-28 | 55 | L30-L40 |
| Tre dygn | | Summa: 200 | |



Figur 2. Visar placeringen i Bornsjön av de 40 provfiskelinorna (L1–L40) vid det kvantitativa provfisket. Kartunderlaget som visar hård och mjuk botten längs Bornsjöns stränder är hämtat från Lilliesköld Sjöo m.fl. (2005). De röda linjerna tillhör kartunderlaget och markerar trösklar mellan sjöns tre delbassänger. Se även bilagans figur 1 som visar vass och växtzoner i Bornsjön (Lilliesköld Sjöös m.fl. 2005).

Inventeringsprovfiske

Ett inventeringsprovfiske utfördes vid Fågelsta och Männö natten den 28–29 augusti 2008 för att undersöka om det fanns kräftor på platsen. Elva linor, (åtta linor vid Fågelsta och tre linor vid Männö) med sammanlagt 55 mjärddar lades ut. Mjårdarna lades längs med stranden på grunt vatten cirka en halv meter till någon eller några meters djup.

Kräftornas spridning från tre utsättningsplatser, två–tre år efter utsättning

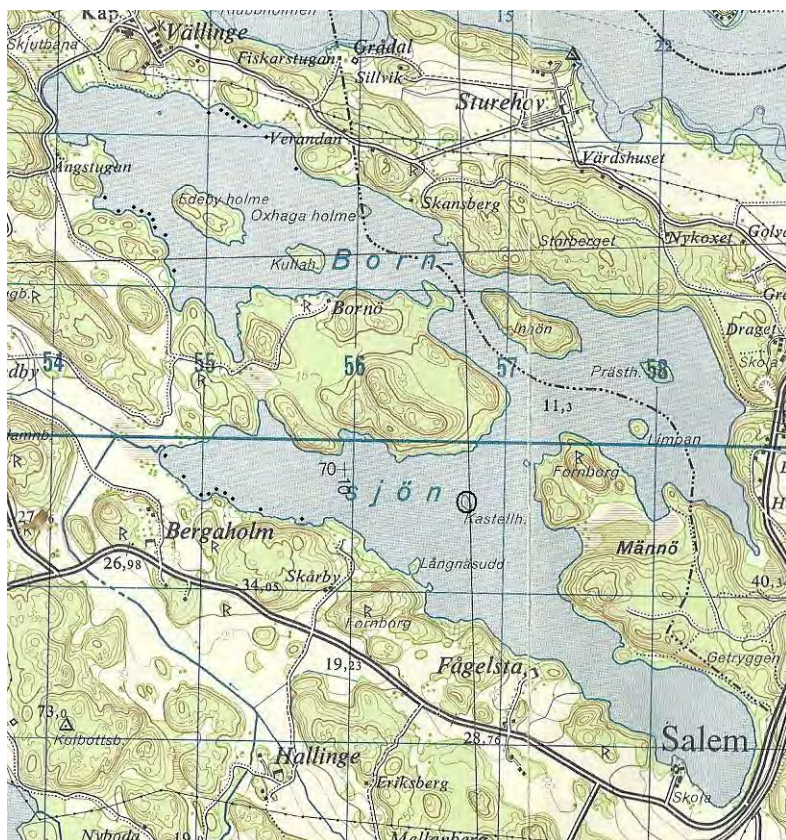
Provfiske utfördes för att undersöka kräftornas spridningsmönster vid de tre utsättningsplatserna Bergaholm, Sprängplatsen och Braxenbacken (se figur 3).

Vid utsättningsplatserna valdes att provfiska längs med stränderna på 0,5–7 meters djup, med nio linor cirka 40 m långa med fem mjärddar på varje lina och cirka 10 meter mellan varje mjärde. Linorna sträcktes ut från öster till väster. Lina 1, mjärde 1–5 lades 360–400 m från utsättningsplatsens mittpunkt med mjärde 1 på 400 meters avstånd från mittpunkten och mjärde 5 på cirka 360 m från mittpunkten. Lina 2: 160–200 m, lina 3: 60–100 m, lina 4: 10–50 m, lina 5: 0–40 m med mjärde 1 på 0 m och mjärde 5 på 40 m osv., lina 6: 50–90 m, lina 7: 100–140 m, lina 8: 200–240 m och lina 9: 400–440 m. Vid Braxenbacken lades åtta linor varav den åttonde linans lades på 450–490 m. Mjårdarna vittjades därefter vare dag före klockan 14, tre dygn i rad, 2–4 september. Sammanlagt blev det 390 mjärddnätter.

Avstånd mellan fångst- och återfångstplats vid Bergaholm

Ett försök gjordes att beräkna avståndet mellan fångst- och återfångstplats under de dagar som provfisket för att undersöka spridningsmönster pågick. Efter det att mjårdarna vittjats första gången märktes de fångade kräftorna med tuschpenna på rygg och huvudsköld, de flesta märktes även med PIT-tags (Passiv integrerad transponder). Vid fångstdygn 2 och 3 kontrollerades okulärt om några tuschmärka kräftor återfångats och med en avläsare hur många PIT-tagmärkta kräftor som återfångats.

Beräkningen genomfördes för tio kräftor vid Bergaholm. Avståndet beräknades mellan den mjärde kräftan fångades i första gången och den mjärde kräftan återfångades i. Detta innebär att en kräfta som fångades första gången i lina 4:as fjärde mjärde och återfångades i lina 4:as femte mjärde har förflyttat sig cirka 10 m plus/minus 10 m eftersom kräftan i vissa fall kan simma iväg uppskattningsvis 10 m innan den når botten när den åter sätts ut.



Figur 3. Figuren visar linornas placering vid de tre utsättningsplatserna, Bergaholm, Sprängplatsen (sydöst om Edeby holme) och Braxenbacken (norr om Edeby holme). Punkterna markerar ett ungefärligt läge för första mjärden i varje lina med fem mjärddar. I figuren har även Kastellholmen markerats där provfisket för populationsuppskattningen genomfördes. Kartunderlaget är ett skannat utsnitt från Topografiska kartan över Sverige, 10 I Stockholm SV, Rikets allmänna kartverk. © LANTMÄTERIET GÄVLE 2010. MEDGIVANDE: I 2010/0055.

Populationsuppskattning med upprepade fångstillfällen

För att undersöka populationens storlek vid utsättningsplatsen Kastellholmen lades det ut 9 linor med sammanlagt 45 mjärdar runt ön. Mjärdarna lades på olika djup (se tabell 5). Mjärdarna vittjades under fyra dygn, totalt 180 mjärdsnätter. Vid varje fångst märktes alla omärkta kräftor med PIT-tags. Närmast strandlinjen är botten stening, en växtzon finns runt ön och på djupare vatten (10–11 meters djup) är det sedimentbotten.

Tabell 5. Antal mjärdar och mjärdsnätter per djup runt Kastellholmen, 2–5/9 2008.

| Djup (meter) | Antal mjärdar per djup | Antal mjärdsnätter per djup |
|--------------|------------------------|-----------------------------|
| 0,5 | 2 | 8 |
| 1 | 3 | 12 |
| 1,5 | 4 | 16 |
| 2 | 8 | 32 |
| 3 | 3 | 12 |
| 3,5 | 3 | 12 |
| 4 | 5 | 20 |
| 4,5 | 9 | 36 |
| 5 | 3 | 12 |
| 5,5 | 3 | 12 |
| 6 | 2 | 8 |
| | | Summa:180 |

Metod för populationsuppskattning med upprepade fångst och återfångst

Med en fångst- och återfångstmetod uppskattades antalet kräftor av den del av populationen som kryper in i traditionella mjärdar för att ta ett bete. Detta innebär att kräftor som är så små att de kan krypa ut genom mjärdarnas maskor inte fångas och att denna storleksklass inte ingår i populationsuppskattningen.

Det finns ett antal metoder att välja mellan för att göra en populationsuppskattning med hjälp av fångst och återfångst. Vid första fångsten märks alla kräftorna. Vid upprepning av fisket noteras hur många märkta kräftor som återfångas. Valet av metod beror bland annat på om populationen är öppen eller sluten (Krebs 1999).

Sluten population

Populationen är sluten när inga storleksförändringar inträffar under studieperioden, dvs. effekterna av förflyttningar, dödsfall och födslar är försumbara (Krebs 1999).

Vad det gäller föreliggande studie i Bornsjön så studerades kräftorna, i början på september 2008, under fyra dygn runt ön Kastellholmen (se figur 3). Under denna tid på året föds inga kräftor i sjön.

Kastellholmen är en relativt isolerad ö i Bornsjön med cirka 10–11 meters djup runt ön där det är lösa sedimentationsbottnar vilket innebär att flodkräftorna undviker att immigrera eller emigrera.

Eftersom undersökningen endast pågick under fyra dygn antogs att inga dödsfall inträffat under fångstperioden eller är försumbara och därmed att populationen var sluten vid undersökningstillfället i augusti 2008.

Schnabelmetoden – en metod med upprepade fångstillfällen - populationsuppskattning vid Kastellholmen

Vid ett provfiske som utfördes ett par år tidigare erhöles vid Kastellholmen en mycket liten fångst (Andersson m.fl. 2006). Därför valdes en provfiskemetod med upprepade märknings- och återfångstillfällen. Det finns flera statistiska beräkningsmetoder. En av Schnabelmetodens formler för populationsuppskattning valdes därför att den kunde användas vid små återfångster. Den är dessutom är välkänd och enkel att använda.

Metoden bygger på att populationen är sluten och andelen märkta kräftor ökar och andelen omärkta kräftor minskar i en sluten populationen ju fler fångster och märkningar som görs.

Schnabels grundformel (Krebs 1999)

$$N = \sum(C_t * M_t) / \sum R_t$$

Om fraktionen av den totala populationen som är fångad vid varje fångstillfälle (C_t/N) och fraktionen av den totala populationen som är märkt (M_t/N) alltid är mindre än 0,1 vilket var fallet i föreliggande studie ger följande formel en bättre uppskattning Krebs 1999):

$$N = \sum(C_t * M_t) / (\sum R_t + 1)$$

t=Fångstillfälle

C= Antal fångade kräftor

R= Antal återfångade kräftor

M= Antal tidigare märkta kräftor i populationen vid fångstillfället

N=Antalet uppskattade individer i populationen

Varians (Krebs 1999)

$$\text{Variansen för } 1/N = \sum R_t / (\sum C_t * M_t)^2$$

Standardfel (Krebs 1999)

$$\text{Standardfel (S.E.) för } 1/N = \sqrt{\text{Variansen för } 1/N}$$

Konfidensintervall (Krebs 1999)

Konfidensintervallet är den variationsbredd som inkluderar den sanna populationsstorleken med en viss sannolikhet. Vanligtvis väljs den variationsbredd som inkluderar den sanna populationen med 95 % sannolikhet. Om det totala antalet återfångade kräftor $\sum R_t$ är mindre än 50 bör konfidensintervallets gränser hämtas från Poissons frekvensfördelning, (tabell 2.1 i Krebs handbok). I föreliggande studie var $\sum R_t = 4$. Konfidensgränserna för $\sum R_t$ sätts in i samma ekvation som används för att räkna ut N (antalet individer). $N = \sum(C_t * M_t) / (\sum R_t + 1)$.

Övrigt

Val av bete

Vid samtliga provfisker valdes pellets som bete. Dessa lades i en pelletsbox som krokades fast på betesnålen i varje mjärde. Pelletsen innehöll fiskprodukter, biprodukter, frön från oljeväxter, spannmål, oljor och fetter.

Märkning av kräftor

En PIT-tag placerades mellan kräftans ryggsköld och gångbenen med hjälp av en injiceringspruta (se figur 4). I det här fallet på kräftans högra sida så den centrala nervtråden som löper längs kräftans mittlinje inte blev skadad. Med PIT-tag menas passiv integrerad transponder. Denna lästes av med ett mätinstrument på knappt en decimeters avstånd. PIT-tagen gav kräftan en identifikation t.ex. 6DD16E3.



Figur 4. Visar injicering av ett märkningsstift, PIT-tag, i en kräfta. Foto: Susanna Schröder 2008.

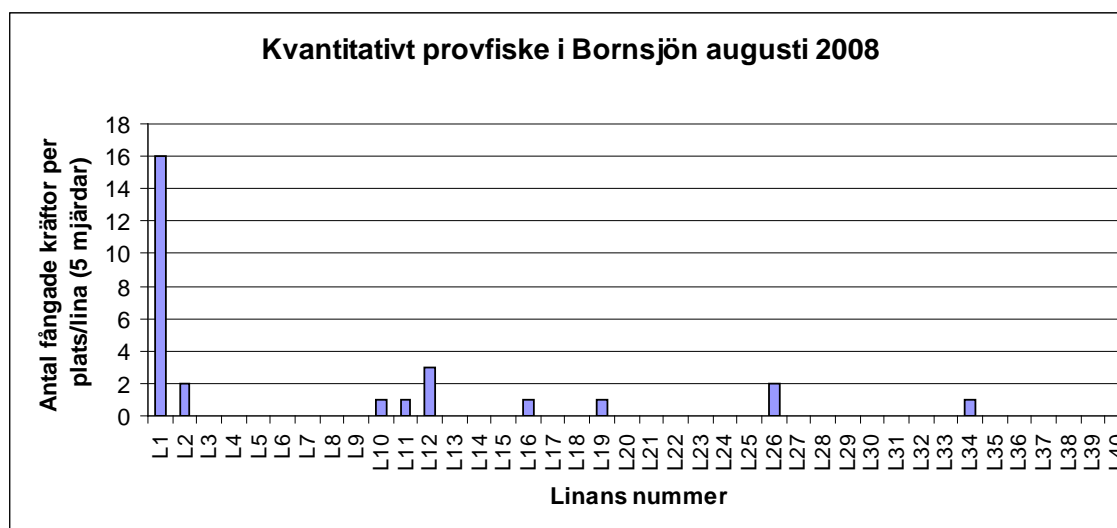
Vattentemperatur

Vattentemperaturen vid ytan var vid provfiskerna enligt Stockholm Vatten AB:s mätningar på några platser i sjön drygt cirka 15°C. Enligt Naturvårdsverkets handledning så varierar förutsättningarna att fånga kräfta under året. Provfisket bör ske under den tid då kräftorna är högaktiva, vanligtvis augusti–september. Vattentemperaturen bör inte vara under 15°C.

Resultat

Kvantitativt provfiske

Totalt sett fångades 28 kräftor på 200 mjärdsnätter vilket gav 0,1 kräfta per ansträngning.



Figur 5. Diagrammet visar antal fångade kräftor per plats vid det kvantitativa provfisket i Bornsjön. Varje plats fiskades med en lina (fem mjärddar). Fångsten bestod av 9 honor (medellängd 99 mm, min–maxlängd 90–116 mm, medelvikt 30 g, min–maxvikt, 18–42 g) och 19 hanar (medellängd 104 mm, min–maxlängd 85–120 mm, medelvikt 40 g, min–maxvikt 22–70 g). Mjårdarnas maskstorlek gör att eventuella kräftor som är så små att de kan krypa ut genom maskor inte fångas.

Lina 1 (L1) placerades på utsättningsplatsen vid Bergaholm vilket förklarar den goda fångsten på 16 kräftor (se figur 5) i sammanlagt fem mjärddar, 3,2 kräftor per ansträngning. Linorna L11 och L12 som lades ut vid Kastellholmen som också är en utsättningsplats gav en fångst på 4 kräftor i sammanlagt 10 mjärddar eller 0,4 kräftor per ansträngning. Detta provfiske visade dock inte att det fanns flodkräftor på sträckan mellan linorna L4–L9 (Fågelsta och Männö, se nedan), lina L24 (utsättningsplatsen Braxenbacken) samt lina L28 (utsättningsplatsen Sprängplatsen). Det visade däremot de provfiskerna som riktats mot utsättningsplatserna. Det fanns fler linor som lades på eller nära andra utsättningsplatser vid det kvantitativa provfisket och som inte heller gav någon fångst, exempelvis L14 vid ön Limpan, L21 och L35 vid Innön, L27 och L29 vid ön Edeby holme.

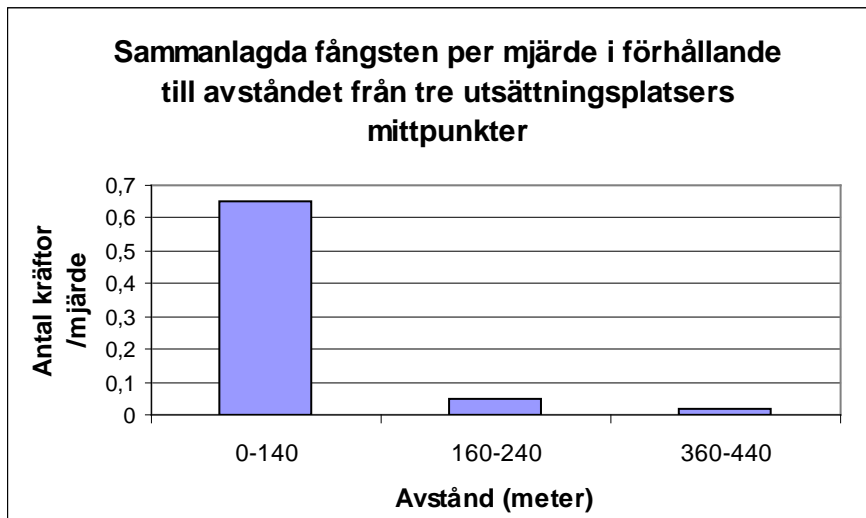
Inventeringsprovfiske vid Fågelsta och Männö

Eftersom de två signalkräftorna upptäcktes vid Fågelsta år 2002 utfördes ett provfiske vid Fågelsta och Männö natten mellan den 28 augusti och den 29 augusti 2008 för att ytterligare undersöka om flodkräftor verkligen fanns på platsen och att inga signalkräftor påträffades. Vid detta inventeringsprovfiske fångades 17 flodkräftor i 55 mjärddar, (16 kräftor vid Fågelsta per 40 mjärddar och 1 kräfta vid Männö per 15 mjärddar) vilket gav i genomsnitt 0,3 kräftor per ansträngning.

Kräftornas spridning från tre utsättningsplatser, två–tre år efter utsättning

Undersökningen av kräftornas spridning i Bornsjön efter återintroduktionen vid de tre utsättningsplatserna Bergaholm, Braxenbacken och Sprängplatsen visade att 96 procent av totalt

153 kräftor fångades längs stränderna inom 140 m från utsättningsplatsernas mittpunkter (figur 6). Vid Bergaholm fångades märkbart fler kräftor än vid Sprängplatsen och vid Braxenplatsen. Detta berodde sannolikt på att det har återintroducerats flest kräftor vid Bergaholm.



Figur 6. Vid de tre utsättningsplatserna erhöles från provfisket att flest kräftor fångades inom 140 m från utsättningsplatsens mittpunkt. Spridningen är mätt längs en linje ut med stränderna (se metodbeskrivning).

Beräkning av avstånd mellan fångst- och återfångstplats vid en utsättningsplats

Avståndet mellan första fångstplatsen och återfångstplatsen beräknades vid utsättningsplatsen Bergaholm. Totalt återfångades 10 märkta kräftor i september 2008 varav 9 återfångades efter två dygn och en kräfta återfångades efter 9 dygn. Av de nio kräftorna återfångades 6 stycken inom cirka 40 m (varav tre av dessa i samma mjärde), två kräftor fångades på 80–99 meters avstånd och ytterligare en kräfta återfångas på 180–199 m. Den kräftan som återfångades efter 9 dygn var cirka 450 m från den första fångstplatsen och ingick egentligen i det kvantitativa provfisket och inte i detta försök.

Populationsuppskattning med upprepade fångstillfällen vid utsättningsplatsen Kastellholmen

Totalt fångades 59 flodkräftor under fyra dygn varav 4 var återfångst. Antalet nyfångade kräftor var 55 stycken. Antalet kräftfångster fördelade sig ganska jämt under de fyra dyggen, per dygn nyfångades 12–16 kräftor (tabell 5). Även fördelningen av fångster runt ön var jämn, liksom fördelningen i djupled. Fångstdjupet varierade mellan 0,5–5,5 meter. I mjärdarna på 6,0 meters djup fångades inga kräftor. Bottenytan som populationsuppskattningen gällde var 3 534 m² vilket motsvarade 45 mjärdars fångstyta runt Kastellholmens stränder.

Enligt en fångst- och återfångstmetod (Krebs 1999) blev den uppskattade fångstbara populationen 253 kräftor. Konfidensintervallet på 119–534 kräftor inkluderar den sanna fångstbara populationen med 95 % sannolikhet. Tätheten blev knappt 0,1 kräftor per kvadratmeter.

Tabell 5. Antal fångstillfällen och antal fångade och återfångade kräftor per fångst.

| Fångst-tillfälle | Antal fångade kräftor | Antal åter-fångade kräftor |
|------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | 16 | 0 |
| 2 | 12 | 0 |
| 3 | 14 | 2 |
| 4 | 17 | 2 |

Diskussion

Kontroll om flodkräftorna har överlevt efter återintroduktion

Det viktigaste fyndet från det kvantitativa provfisket var att flodkräftorna hittills har överlevt. Enligt Jansson (2005) är en tumregel att om man får mindre än 0,5 kräftor per ansträngning vid ett provfiske med mjärdar så är det ett mycket svagt bestånd. Om man får en fångst på 2,5–5 kräftor per ansträngning så har man ett bra bestånd. Det är troligen många år kvar innan Borsjön blir intressant som kräft-fiskesjö eftersom resultatet från det kvantitativa provfisket blev 0,1 kräfta per ansträngning. Hösten 2009 upprepade Stockholm Vatten AB det kvantitativa provfisket och fångade då 0,15 kräftor per ansträngning (pers.medd. Isgren). Även fortsättningsvis är det viktigt att regelbundet genomföra kvantitativt kräftfiske för att följa kräftornas utveckling.

Som jämförelse kan även nämnas två norska återintroduktioner av flodkräfta i Glomma och Halden, där flodkräftan drabbades av kräftpest 1987 och 1989. I Glomma återintroducerades 15 000 vuxna och 10 000 juveniler med start 1989 och i Halden återintroducerades 19 000 vuxna och 26 500 juveniler med start 1995. Fyra år efter återintroduktionen konstaterades att det fanns kräftingel som kläckts i vattnen. Tätheten av flodkräftor var dock mycket lägre än före pestutbrottet även där förökningen av flodkräftor varit i gång i mer än tio år (Taugbøl 2004). I Vättern tog de 30 år efter utsättningar innan signalkräftpopulationen blev så pass stor att den gav ett bra fiske (pers. medd. Edsman 2008).

Flodkräftornas spridningsmönster vid tre utsättningsplatser två–tre år efter utsättningarna och flodkräftornas förflyttning under ett par dygn vid en utsättningsplats

Kräftornas aktivitet och spridning både på kort och lång sikt i Borsjön stämmer överens med flera litteraturreferenser som beskriver att kräftor vanligtvis är stationära (Cukerzis 1988, Jansson 2005, Hudina m.fl. 2008 och Schütze m. fl. 1999, se nedan).

Studien av kräftornas spridning under en lång tid visade att 2–3 år efter utsättningarna befann sig kräftorna i Borsjön till största delen inom 140 m från de tre undersökta utsättningsplatserna. Eftersom sjön saknade kräftor har de som introducerats inte haft någon anledning att företa längre vandringar. Vid studien av 9 kräftornas spridning under en kort tid (2 dygn) återfångades 8 av 9 kräftor inom 100 m.

Enligt Jansson (2005) är kräftor nattaktiva och aktiviteten är temperaturberoende. Under dagen ligger vanligen flodkräftorna i ett gömsle (Cukerzis 1988). När det finns tillgång på mat rör sig flodkräftorna vanligtvis inom en 25 meters radie från gömslet. Unga hanar kan i samband med parningen krypa längre sträckor medan honor och äldre hanar håller sig i närheten av skyddsplatsen (Cukerzis 1988). Kräftan är relativt stationär, men kan företa vandringar. Om sommaren uppehåller sig kräftan ovanför språngskiktet, dvs. på grundare partier där vattnet är varmare. Under hösten när vattnet har samma temperatur vid ytan som vid botten fördelar sig kräftorna åter jämnt på olika djup (Jansson 2005).

Hudina m.fl. (2008) beräknade att 30 flodkräftor i vattendraget Velika Paklenica i Kroatien rörde sig inom ett område med radien 19 m vid tillgång på mat. I genomsnitt rörde de sig 10–13 m per natt. Efter en korrigering för strömhastighet beräknades medelytan som en flodkräfta rörde sig inom till 64 m². Detta motsvarar en radie på 4,5 m från gömslet. De fann stora variationer mellan olika individer men kunde inte påvisa skillnader mellan hanars och honors hemmaområde.

Det har även gjorts radiotelemetriska märkningsförsök med externa sändare för användning under vatten. Schütze m. fl. (1999) klistrade fast små radiosändare på 13 flodkräftor i det lilla vattendraget Sempt i Tyskland. Observationerna pågick under 8–9 veckor. Sändarna kunde lokaliseras inom area på 100–200 m.

Uppskattning av en populations storlek vid en utsättningsplats tre år efter utsättning

Den fångstbara populationen runt ön Kastellholmen beräknades till cirka 250 kräftor vilket gav en täthet av knappt 0,1 kräfta per kvadratmeter. Tätheten kan också uttryckas som ett relativt mått med 0,3 kräftor per mjärde. Även vid denna utsättningsplats är beståndet än så länge mycket svagt. Eftersom sjön har en bra vattenkvalitet och att det finns skydd i form av sten runt om Kastellholmens stränder bör det finnas bra möjligheter för populationen att växa. Det finns även ett flertal växtarter på 0–8 meters djup runt Kastellholmen bl.a. vattenpest (Lilliesköld Sjöo m.fl. 2005) som kan ätas av kräftor (Nyström & Stenberg 2008). Vid en dykundersökning som genomfördes den 3 september 2008 vid Kastellholmen hittades några årsyngel av kräftor (Lilliesköld Sjöo & Mörk 2008), vilket visade att kräftorna har reproducerat sig.

Det finns ett flertal viktiga faktorer för populationens storlek och produktion såsom vattentemperatur, vattenkvalitet, och bottenstrukturer. Även konkurrens om habitat och mat samt predation är viktiga faktorer (Lodge & Hill 1994). Steniga bottenstrukturer och ett stort antal skydd kan ge bra förutsättningar för ett lågt predationstryck och höga kräfttätheter (Fångström & Lundquist 1990). Tätheten i olika populationer av flodkräfta och signalkräfta varierar. I två sjöar i Finland var tätheten av flodkräfta 0,6–1,4 st/m² (Westman & Pursianen 1982) och i en sjö i USA var tätheten av signalkräfta 0,9–1,1 st/m² (Hogger 1988).

Mjården som fiskeredskap

Eftersom mjården användes vid populationsberäkning uppskattades bara den del av populationen som kröp in i mjårdarna. De kräftor som var så små att de kunde krypa ut genom mjårdens maskor fångas inte.

Hur stor skillnad är det mellan den fångstbara populationen med mjården och den verkliga populationen? I en konstgjord akvedukt i norra England gjordes en jämförelse mellan den beräknade populationen (4,4 kräftor/m²) där man använt sig av burar för att fånga den inhemska vitklokräftan *Austropotamobius pallipes* och det antal kräftor som kunde räknas efter det att vattnet tagits bort i akvedukten. Jämförelsen indikerade att populationen var tre gånger så stor som den uppskattning man kunde göra med hjälp av fångst med burar (Hogger 1988). Om detta även skulle gälla för populationen vid Kastellholmen så skulle den verkliga populationen kunna vara cirka 350–1 600 kräftor.

– Hur stor yta en mjårde kan fiska

I detta arbete antogs att den största ytan som en mjårde fiskar är en cirkelrund yta med 5 meters radie. Yta blev då lika med 78,5m². Detta antagande grundades på Appelbergs & Odelströms (1985) rekommendationer att avståndet mellan mjårdarna ska vara minst 10 m för att varje mjårde ska kunna ge en oberoende uppskattning av populationen. Det stämmer relativt väl med litteratur som anger en fiskeradie på 4,2–7 m (Jansson 2005, Lewis & Horton 1997, Acosta & Perry 2000, se nedan).

Enligt Jansson (2005) brukar man anse att en bur fiskar en yta på ungefär 5–7 meters radie från där buren ligger. Detta gäller för relativt stillastående vatten i sjöar. I strömmande vatten fiskar en bur i stort sett bara de kräftor som finns nedströms buren.

Lewis & Horton (1997) beräknade i samband med en undersökning av signalkräftors populationsdynamik i USA i Oregon i sjön Billy Chinook att en mjärde fiskar 92–116m² (motsvarar en radie på 5,4–6,1 m).

Vid fångstförsök, med betade burar, av kräftarten *Procambarus alleni* i Floridas sötvattensträsk Everglades erhöles en effektiv fiskeyta på 56,3m² (Acosta & Perry 2000). Detta motsvarar en radie på 4,2 m.

– Pellets som bete

Mjärdarna var betade med pellets i pelletsboxar. Boxarna fylldes med pellets vid iläggning första dagen, därefter fick betet sitta kvar tills provfisket avslutades. Kan betet ha minskat i doftmängd och därmed minskat i attraktionskraft hos kräftorna? Vid Kastellholmen kunde man inte se något som tyder på detta eftersom antal fångade kräftor var mycket lika under de fyra fångstillfällena.

– Tid mellan fångst och återfångst

Hann de märkta kräftorna blanda sig ordentligt med de omärkta mellan fångstillfällena? Problemet är nog inte så stort eftersom kräftorna vanligtvis är stationära. Fångsterna skedde fyra dygn i rad vilket skulle kunna ha påverkat blandningen mellan märkta och omärkta kräftor på så sätt att det skulle kunna ha funnits fler märkta kräftor än omärkta i närheten av mjärdarna. Å andra sidan kan en kräfta som blivit störd av en fångst bli mer aktiv än vanligt och krypa iväg. Vittjades mjärdarna tillräckligt ofta? Eftersom antalet fångade kräftor i genomsnitt inte var mer än 0,3 kräftor per ansträngning vid Kastellholmen antogs att antalet fångade kräftor i mjärdarna inte haft någon negativ inverkan vad det gäller kräftornas vilja att krypa in i mjärdarna för att få tag på betet. Dessutom fanns det betespellets i mjärdarna under hela provfiskeperioden.

– Märkning av kräftor

En skillnad mellan kräftor och fisk vid märkning är att kräftorna kan tappa märkningen när de ömsar skal vilket innebär att en lämplig märkmetod måste väljas beroende på när återfångsten ska göras.

I denna studie användes en passiv integrerad transponder, PIT-tag, som placerades innanför skalet. Blev kräftorna skadade av märkningen? De kräftor som återfångades blev återfångade två dygn efter märkningen. På några få kräftor noterades att de minskade något i rörlighet i gångbenen på samma sida som PIT-tags injicerades. Stockholm Vatten AB sumpade några av kräftorna för att ha dessa under uppsikt. Vid kontroll efter ett par dagar verkade kräftorna kunna röra sig normalt.

Enligt Bubb m.fl. (2002) fungerar denna märkningsmetod bra. Vid ett laboratorieförsök kunde ingen signifikant negativ effekt påvisas vad det gällde överlevnad, skalömsning och tillväxt och alla 30 kräftorna behöll sina märkningar. Vid ett försök i strömmande vatten identifierades och lokaliserades mer än 80 procent av kräftorna. Det är dock viktigt att inte placera PIT-tags för nära kräftans nervtrådar första hand den stora nervtråden som finns längs kräftans mittlinje.

Det finns även andra märkningsmetoder. Vattenfast vit tusch kan användas när kräftorna ska återfångas inom några dagar (Edsman pers.medd. 2008). Detta överensstämmer med erfarenheterna från denna studie. Det går även att märka en kräfta, genom att göra ett hål i skaldelarna längst bak på kräftans stjärt, märkningen sitter kvar två till tre skalömsningar (Hudina m.fl. 2008). Enligt Abrahamsson (1965) kan skalet brännmärkas och märkning kan observeras även efter två skalömsningar.

Slutsatser

Utifrån det kvantitativa provfisket och populationsuppskattningen kan man dra slutsatsen att den totala populationen i Bornsjön var mycket svag. I likhet med återintroduktioner i andra vatten tar det många år innan populationen återhämtar sig även om man tar hänsyn till en eventuell underskattning av den verkliga populationen.

Efter återintroduktionerna som skett i omgångar och som startade 2004 har flertalet av flodkräftorna som mest spridit sig längs stränderna cirka 140 m från de tre undersökta utsättningsplatsernas mittpunkt. Detta stämmer med andra studier som pekar på att kräftor inte förflyttar sig några längre sträckor förutom vid parning och störningar.

Tack

Tack till handledare Anders Alanära vid institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU och tack till biträdande handledare Lennart Edsman vid Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium.

Tack till Örjan Isgren och Trixi Rosengren samt Christer Lännergren, Lennart Qvarnström, och Gunnar Schön med flera på Stockholm Vatten AB.

Bilaga

Bilagans tabell 1. Individuppgifter från provfisket vid Kastellholmen gällande antal fångster, antal kräftor, kräftornas kön och längd.

Hanarnas längd var 81–118 mm, medellängd 94 mm och honornas längd var 82–109 mm, och deras medellängd var 95 mm.

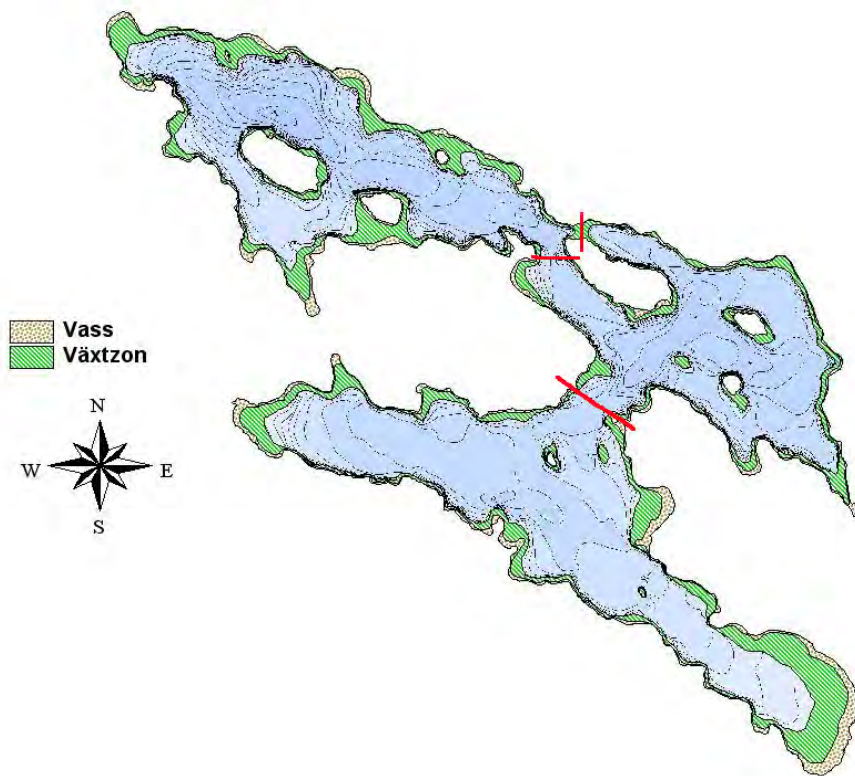
| Fångst | Antal nyfångade och könsbestämda flodkräftor | Antal hanner | Antal honor |
|---------------|--|--------------|-------------|
| Fångst dygn 1 | 16 | 10 | 6 |
| Fångst dygn 2 | 12 | 9 | 3 |
| Fångst dygn 3 | 12 | 4 | 8 |
| Fångst dygn 4 | 15 | 9 | 6 |

Bilagans tabell 2. Individuppgifter från Kastellholmen gällande fångstdjup.

| Djup (meter) | Antal mjärdar per djup | Antal mjärdsnätter per djup | Totala antalet nyfångade kräftor per djup under fyra fångst dygn | Antal kräftor per mjärde och djup |
|--------------|------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|
| 0,5 | 2 | 8 | 5 | 0,62 |
| 1 | 3 | 12 | 5 | 0,42 |
| 1,5 | 4 | 16 | 7 | 0,42 |
| 2 | 8 | 32 | 6 | 0,19 |
| 3 | 3 | 12 | 1 | 0,08 |
| 3,5 | 3 | 12 | 8 | 0,67 |
| 4 | 5 | 20 | 6 | 0,3 |
| 4,5 | 9 | 36 | 7 | 0,19 |
| 5 | 3 | 12 | 5 | 0,42 |
| 5,5 | 3 | 12 | 5 | 0,42 |
| 6 | 2 | 8 | 0 | 0 |
| | | Summa:180 | 55 | 0,30 |

Tidigare kräftprovfiske vid Kastellholmen och Fågelsta i juni 2006

Ett kräftprovfiske genomfördes under tre dygn i början på juni 2006 för att undersöka förekomsten av flodkräftor (Andersson m fl. 2006). Ytvattentemperaturen var 12–14°C. Ett stort antal mjärdar lades mellan 0,5 och 11 meters djup. Det största antalet mjärdar låg på 4–6 meters djup. Totalt sett fångades 16 hanner och 3 honor. Hannarna hade en medellängd på 81 mm och honorna hade en medellängd på 77 mm. De flesta av dessa kräftor fångades på 0,5–5,0 meters djup (0,05–0,33 kräftor per ansträngning) varav flest kräftor mellan 1,0–1,5 meters djup (cirka 0,3 kräftor per ansträngning). Vid detta provfiske var det effektivast att fiska på grunt vatten och stenig botten.



Bilagans figur 1. Kartan visar vass och växtzoner i Bornsjön (Lilliesköld Sjöö m.fl. 2005).

Referenser

- Abrahamsson, S. A. A. (1965): A method of marking crayfish *Astacus astacus* Linné in population studies. *Oikos* 16, 228-231.
- Anderson, J., Brogren, M., Floren, K., Sbrzesny och Svensson, M. (2006): Provfiske av flodkräftor i Bornsjön, utkast. Stockholms universitet, fisk- och fiskeribiologi utbildning, 2006-06-07.
- Appelberg, M. & T. Odelström (1985): Rekommendationer för provfiske efter kräftor. Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm, nr 7, 1985. Fiskeri-verket.
- Bubb, D. H., Lucas, M. C., Thom, T. T. and Rycroft, P. (2002): The potential use of PIT telemetry for identifying and tracking crayfish in natural environment. *Hydrobiologia*, 483, 225–230.
- Cukerzis, J. M. (1988): *Astacus astacus* in Europe. Freshwater crayfish, biology management and exploitation, 309-340. Edited by D. M. Holdich and R. S. Lowery. Croom Helm, London & Sydney, Timber Press Portland, Oregon, University Press, Cambridge.
- Edsman, L. (2002): Återintroduktion av flodkräfta i Tjörnarpssjön. Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium.
- Edsman, L. & S. Schröder (2009): Åtgärdsprogram för flodkräfta 2008–2013. Fiskeriverket och Naturvårdsverket, rapport 5955, 2009. Första versionen av åtgärdsprogrammet upprättades av Söderbäck, B. & L. Edsman år 1998.
- Fiskeriverkets kräftdatabas, Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium i Drottningholm.
- Fängström, H. & H. Lundquist (1990): Flodkräftans (*Astacus astacus*) och signalkräftans (*Pacifastacus leniusculus*) biologi, med inriktning mot svenska förhållanden. Kompendie nr. 4, 1990. Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- Gärdenfors, U. (ed.) (2005): Rödlistade arter i Sverige 2005 – The 2005 Red list of Swedish Species. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Hogger J. B. (1988): Ecology, Population Biology and Behavior, D. M. Holdich and R. S. Lowery (Eds.), Freshwater Crayfish. Biology, Management and Exploitation. Croom Helm, London, 114-144.
- Hudina, S., Maguire, I. and Klobučar, G. I. V. (2008): Spatial dynamics of the noble crayfish (*Astacus astacus*, L.) in the Paklenica National Park. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 2008, 388, 01, 1–12.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Red List of Threatened Species (Internationella rödlistan).
- Jansson, T. (2005): Fakta, kräftor, *Astacus*, Interreg IIIA, Sverige – Norge. Hushållningssällskapet i Värmland.
- Krebs, C. J. (1999): Ecological Methodology, second edition, University of British Columbia.
- Lilliesköld Sjöo, G., Mörk, E. och Grinder, B. (2005): Inventering av vattenvegetationen i Bornsjön 2005. Stockholm Vatten AB.
- Lilliesköld Sjöo, G. & E. Mörk: Dykundervisning runt Kastellholmen längs två transekter 2008-09-03. Dykningen utfördes på 2 och 3 meters djup, 25 kräftor hittades varav 3 årsyngel.
- Lewis S. D. & H. F. Horton (1997): Life history and population dynamics of the signal crayfish, *Pasifastacus leniusculus*, in Lake Billy Chinnok, Oregon. *Freshwater crayfish* 11:34–53.
- Loge D. M. & A. M. Hill (1994): Factors governing species composition, population size, and productivity of coolwater crayfishes. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 69, 111–136.
- Lännergren, C. (2006): Bornsjön – undersökningar till juli 2006. Stockholm Vatten AB.
- Naturvårdsverket (2005): Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp: Provfiske efter kräfta i sjöar och vattendrag, Programområde: Sötvatten, version 1:1, 2005-02-07.
- Naturvårdsverket (1999): Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Sjöar och vattendrag, Rapport 4913.

- Nyström, P. & M. Stenberg (2008): Våra sötvattenskräftor – spelar de någon roll? Ekoll HB, på uppdrag av Stockholm vatten AB.
- Schütze, S., Stein, H. and Born, O. (1999): Radio Telemetry Observations on Migration and Activity Patterns of restocked Noble Crayfish *Astacus astacus* (L.) in the Small river Sempt, North-East of Munich, Germany. *Freshwater Crayfish* 12, 688–695.
- Stockholm Vatten AB, Fiskeriverket och Länsstyrelsen i Stockholms län (2006): Broschyr om Återinplantering av flodkräftor i Bornsjön.
- Taugbøl, T. (2004): Reintroduction of noble crayfish *Astacus astacus* after crayfish plague in Norway. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (2004) vol. 372–373, pp. 315–328.
- Unestam, T. (1972): On the host, range and origin of the crayfish plague fungus. Report, Inst. FreshW. Res., Drottningholm, 52:192–198.
- Westman, K., Ackefors, H. & Nylund, V. (1992): Kräftor, biologi, odling, fiske. Kiviksgården AB. Ystad.
- Westman, K. & M. Pursiainen (1982): Size and structure of crayfish (*Astacus astacus*) populations on different habitats in Finland. *Hydrobiologia* 86, 67-72. Netherlands.
- Qvarnström, L. (2007): Bornsjön, Natur och Vattenvård, Stockholm Vatten AB.

Muntliga meddelanden

- Edsman, L. pers.medd. augusti 2008. Vattenfast tusch har använts vid märkning av kräftor i Vättern.
- Edsman, L. pers.medd. augusti 2008. Signalkräftpopulationen i Vättern blev ett bra fiske 30 år efter introduktionen.
- Isgren, Ö. pers.medd. maj 2010. Efter provfisket 2008 återinplanterades 18 000 kräftor under hösten 2008. Hösten 2009 upprepade Stockholm Vatten AB det kvantitativa provfisket och fångade då 0,15 kräftor per ansträngning.

Övrig litteratur

- Andersson, G., Jorner, U. och Ågren, A. (1994): Regressions- och tidsserieanalys, studentlitteratur, andra upplagan.
- Eriksson, M. & J. Lundström (2005): Flodkräftans biologi och status i fyra sjöar på Ulvöarna. Institutionen för vattenbruk, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå.
- Körner, S. & L. Wahlgren (2000): Statistisk dataanalys, tredje upplagan. Student-litteratur, Lund.
- Lessmark, O. (2002): Små kräftor? En undersökning av signalkräftbeståndens storlekssammansättning i Kronobergs län 2002. Länsstyrelsen i Kronobergs län, meddelande 2003:04.
- Olsson, K. (2008): Dynamics of omnivorous crayfish in freshwater ecosystems. Doctoral dissertation, 2008. Department of Ecology, Limnology, Lund University.
- Sutherland, W. J. (2006): *Ecological Census Techniques, a handbook*, second edition. Cambridge university press, United Kingdom.
- Vejde, O. (2001): *Ministatistik – eller att inte låta sig luras*. Olle Vejde förlag. Borlänge.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2009:1 Användande av avskjutningsstatistik i Förvaltning. Påverkar tidigare jakt CPUE?
Författare: Mirja Lindberget
- 2009:2 En riskanalys av älg nära väg.
Författare: Anneli Stigsdotter
- 2009:3 Produktion av fodermärgkål och klövviltets utnyttjande av viltåker och omgivande skog.
Författare: Lovisa Nilsson
- 2009:4 Vad är de uppskattade totala fångsterna av svenskt fiske i Östersjön 1950-2007?
Författare: Lo Persson
- 2009:5 Brown bear (*Ursus arctos*) den site concealment in relation to human activity in Scandinavia.
Författare: Ellinor Sahlén
- 2010:1 Enumerating Atlantic salmon smolt production in River Vindelälven based on habitat availability and parr densities. – Consequences of using different density estimation methods.
Författare: Stefan Ågren
- 2010:2 Hunter demography, trends and correlates of hunting participation in Sweden.
Författare: Erik Lindberg
- 2010:3 Distribution and community composition of mammals in relation to land use in Botswana.
Författare: Malin Gustafsson
- 2010:4 Influence of the habitat on the potential for cannibalism and population dynamics in stream-dwelling European grayling (*Thymallus Thymallus* L.).
Författare: Carl-Johan Lindström
- 2010:5 Daily rests of wild boar *Sus scrofa* sows in southern Sweden.
Författare: Charlie Persson
- 2010:6 Determinants of winter browsing intensity on young Scots pine (*Pinus sylvestris*) by moose (*Alces alces*) across a bio-geographical gradient in Sweden.
Författare: Lenka Vyšínová

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.vfm.slu.se