



Glacialrelikta kräftdjur i Stora Kroksjön, Blekinge 2013

Resultat och jämförelse med tidigare undersökningar



Rapport, år och nr: 2013:17

Rapportnamn: Glacialrelikta kräftdjur i Stora Kroksjön, Blekinge 2013. Resultat och jämförelse med tidigare undersökningar

Utgivare: Länsstyrelsen Blekinge län, 371 86 Karlskrona.

Dnr: 502-768-13

Författare: Björn Kinsten

Kontaktperson: Therese Stenholm Asp

Foto/Omslag: Björn Kinsten

ISSN: 1651-8527

Upplaga: Endast publicerad på webben

Länsstyrelsens rapporter: www.lansstyrelsen.se/blekinge

© Länsstyrelsen Blekinge län

Förord

Den regionala miljöövervakningen har som målsättning att dokumentera tillståndet och förändringar i miljön med avseende på för länet relevanta miljöproblem. Inventering av glacialrelikta kräfdjur utgör en del av arbetet inom programområde Söt-vatten. Arbetet har finansierats med medel för regional miljöövervakning från Naturvårdsverket.

De vattenlevande organismernas reaktion på olika mänskliga ingrepp i vår miljö är viktigt att observera. De vattenkemiska proven som tas i t ex kalkade sjöar kan endast verifiera statusen på vissa kemiska parametrar vid respektive provtagnings-tillfälle. Biologiska förändringar däremot är svaret på förändringar i miljön under en längre tid. Kalkningarna i Stora Kroksjön i Karlshamn har visat sig gynna de relikta kräfdjuren och sannolikt räddat bestånden från att dö ut.

Länsstyrelsen i Blekinge har lämnat i uppdrag åt Björn Kinsten att undersöka förekomsten av glacialrelikta kräfdjur i en sjö i länet, Stora Kroksjön. Undersökningen har skett i samråd med Länsstyrelsen. För fältundersökningar, bearbetning och sammanställning av föreliggande rapport svarar Björn Kinsten. Författaren är ensam ansvarig för de bedömningar och slutsatser som framförs i rapporten. Rapporten redovisar en fortsättning och uppföljning av de inventeringar som genomförts under åren 1991, 1994, 1998, 2003 och 2008. Dessa har tidigare redovisats i Länsstyrelsens rapportserie.

Övervakningen av glacialrelikta kräfdjur ingår som en del av uppföljningen av miljö kvalitetsmålen *Ett rikt växt och djurliv, Levande sjöar och vattendrag, Bara naturlig försurning, Giftfri miljö* och *Ingen övergödning*.

Therese Stenholm Asp

Innehåll

Sammanfattning	5
Inledning	6
De glacialrelikta kräftdjursarterna	6
Fakta om de glacialrelikta kräftdjur som finns i Stora Kroksjön	7
Fakta om Stora Kroksjön	8
Syfte	9
Materiel och metoder	9
Fysikaliska och kemiska undersökningar	9
Biologiska undersökningar	9
Resultat och diskussion	10
Provtagningsmetodik och felkällor	10
Fysikaliska och kemiska undersökningar	11
Temperatur (se även tabell i bilaga 1)	11
Syrgas och syrgasmättnad	11
Vattenkemi	12
Siktdjup	12
Glacialrelikta kräftdjur i Blekinge - förekomst och förändringar	12
Täthet samt längdfördelning	13
Resultat från trålning 12/7 2013	13
Jämförelse av resultat från de senaste sex undersökningarna	15
Resultat från håvning över största djupet under kvällen/natten 11 juli 2013 ..	18
Längdfördelning hos <i>M. relictus s.l.</i>	19
Slutord	19
Tack	20
Litteratur	21
Bilagor	24
Bilaga 1. Temperatur från ytan till 20 m i Stora Kroksjön den 11 juli 2013	24
Bilaga 2. Fysikaliska och vattenkemiska data från Stora Kroksjön under perioden 1961-2013	25
Bilaga 3. Täthet av de tre förekommande glacialrelikta kräftdjursarterna i Stora Kroksjön juli-augusti 1991, 1994, 1998, 2003, 2008 och 2013	26
Bilaga 4. Täthet av <i>M. relictus s.l.</i> i håvprov insamlade i Stora Kroksjön vid olika tidpunkter den 12/7 2013	27

Sammanfattning

Stora Kroksjön har undersökts vid två tillfällen under 1960-talet och vid sex tillfällen från och med 1991. Vid samtliga tillfällen har samma tre arter påträffats, nämligen *Mysis relicta s.l.*, *Monoporeia affinis* och *Pallasea quadrispinosa*. De övriga tre i Sverige förekommande glacialrelikta kräftdjursarterna *Gammaracanthus lacustris*, *Saduria entomon* och *Limnocalanus macrurus* har aldrig påträffats i Stora Kroksjön. Stora Kroksjön är enligt uppgift en av två sjöar som idag har glacialrelikta kräftdjur i Blekinge län och är den enda sjön som har flera arter. Den andra sjön i Blekinge som sägs hysa glacialrelikta kräftdjur är Immeln i Olofströms kommun (Fürst 1966, Lars Collvin, Länsstyrelsen i Skåne, muntl.medd). Sannolikt har kalkningar av Stora Kroksjön hindrat nämnda djur från att utrotas från sjön. Detta kan jämföras med två andra sjöar i länet, Galtsjön och Blanksjön i Ronneby kommun, som hyst bestånd av glacialrelikta kräftdjur men som idag saknar dessa djur. Åtminstone i det ena fallet beror troligen försvinnandet på försurning.

Vid samtliga sex tillfällen under perioden 1991-2013 då Stora Kroksjön undersökts har trålning utförts med en sk mysistrål. Mätseriens tidsutsträckning och antal mätillfällen är för svenska förhållanden ovanligt omfattande. Trålning är den bästa metoden då förekomst av glacialrelikta kräftdjur skall undersökas men har sin klara begränsning vid kvantifiering av dessa djur. Den talrikaste arten i trålproven har varit *M. relicta s.l.*, medan *P. quadrispinosa* vanligtvis har varit den art som har haft klart lägst täthet. De skattade tätheterna av den tredje förekommande arten, *M. affinis*, har sannolikt underskattats en hel del då arten gräver ned sig i sedimentet och på så vis kan undgå att fångas av trålen. Alla tre arternas skattade täthet har varierat mellan undersökningsåren, men variationen kan mest sannolikt förklaras med metodbrister och naturlig variation.

Vid undersökningen 2013 användes för första gången en ny metod i Stora Kroksjön nämligen håvning med stor håv nattetid. Metoden är bättre för skattning av tätheten hos *M. relicta s.l.* än trålning. Håvningar över det största djupet påbörjades en halvtimme innan solnedgången och pågick till midnatt. Den skattade tätheten ökade under nämnda tidsperiod med maximala tätheter vid midnatt (kl 23.15-00.30) då den skattade medeltätheten var 2-3 gånger så stor (186 ind/m^2) som den medeltäthet som skattades med hjälp av trål på största djupet vid håvning under ljusa förhållanden före solnedgången (69 ind/m^2).

Livscykeln hos *M. relicta s.l.* i Stora Kroksjön tycks vara ettårig med vinterfortplantning men med tvååriga omlekande honor.

Inledning

De glacialrelikta kräftdjursarterna

De glacialrelikta kräftdjur som påträffats i tidigare undersökningar i Stora Kroksjön är *Mysis relicta s.l.*, *Monoporeia affinis* och *Pallasea quadrispinosa*. De övriga tre i Sverige förekommande glacialrelikta kräftdjursarterna *Gammaracanthus lacustris*, *Saduria entomon* och *Limnocalanus macrurus* har aldrig påträffats i denna sjö. Det bör dock nämnas att det egentliga antalet arter i Sverige numera räknas till sju arter då det är klarlagt att *M. relicta s.l.* består av två arter i Sverige, nämligen *M. relicta s.str.* och *M. salemaai* (Audzijonytė & Väinölä 2005). Då dessa arter är svåra att skilja åt med hjälp av morfologiska karaktärer och det ännu inte är klarlagt vilken av arterna som förekommer i Stora Kroksjön har samlingsnamnet *M. relicta s.l.* använts.

De glacialrelikta kräftdjurens utbredning är speciell. De förekommer endast naturligt i vissa sjöar och vattendrag nedströms högsta kustlinjen (HK), d v s den strandlinje som Östersjön i något av sina utvecklingsstadier nått upp till (se bl a Kinsten 2012a). I enstaka fall kan dock relikter påträffas även ovan HK (t ex Svärdson 1989, Kinsten 2012a och Kinsten 2012c).

Begreppet reliket betyder kvarlämning och enligt Ekman (1922, sid. 278) bör begreppet ha en geografisk innebörd, som innebär att "En art är en reliket i ett område, om dess närvaro nödvändigtvis förutsätter, att den själv, eller dess stamform blev kvarlämnad i området under naturförhållanden, som numera är främmande för det samma". Han säger också att "ett djur kan alltså inte vara reliket inom ett område, dit det har aktivt vandrat in eller passivt transporterats".

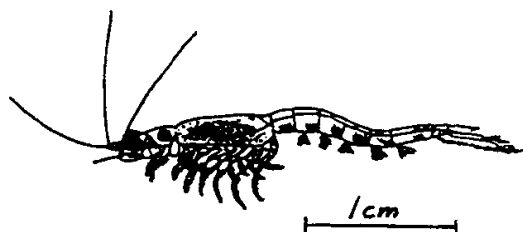
Segerstråle (1957, 1982) har beskrivit hur de glacialrelikta kräftdjuren invandrat till Skandinavien under den senaste istiden från områden öster om Uralbergen. Invandringen har skett via sötvatten längs den dåvarande iskanten längs ryska nordkusten. Invandringen till nuvarande Blekinge kan antas ha tagit sin början för 12 500 år sedan, dvs under tiden för Baltiska issjön. Den högsta nivå som detta vatten nådde i Blekinge län utgörs av högsta kustlinjen (HK) som i länet når c:a 55-65 m ö h (Länsstyrelsens uppgift) d v s den nivå dit de glacialrelikta kräftdjuren kan ha nått som allra högst i länet (se figur 1).

Förekomsten i Sverige av de relikta kräftdjuren har i grova drag kartlagts tack vare att biologer och geografer varit intresserade av att bl a använda deras utbredning till att försöka klarlägga de olika skedena i Östersjöns historia. Den detaljerade kunskapen om glacialrelikternas förekomst saknas dock fortfarande inom många områden. Inventeringsverksamhet under de senaste decennierna har dock förbättrat kunskapen om denna djurgrupps utbredning betydligt (Kinsten 2012a).

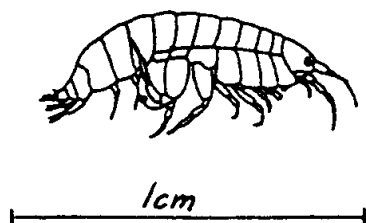
De tre arterna *G. lacustris*, *P. quadrispinosa* och inte minst *M. relicta s.l.* har visat sig utgöra viktiga näringskällor för många fiskarter (se t ex Svärdson et al. 1988). Genom detta har arterna utnyttjats i samband med storskaliga restaureringsförsök av näringssskadade fiskpopulationer i regleringsmagasin i Norrland (Fürst et al. 1984). Det är också känt sedan länge att många kräftdjur är känsliga för låga pH-

värden och därmed även fungerar som försurningsindikatorer. Att förhållandet även i hög grad kan gälla vissa av de relikta kräftdjuren har visats av Nero och Schindler (1983) och Kinsten (1986).

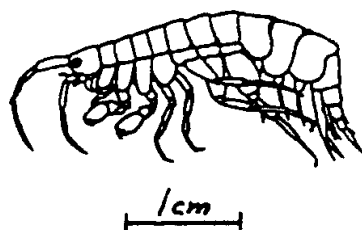
Fakta om de glacialrelikta kräftdjur som finns i Stora Kroksjön



Mysis relicta s.l. är en sk pungräka som förekommer såväl i Östersjön som i insjöar och är det mest spridda av de relikta kräftdjuren. Den uppnår en längd av ca 2,5 cm och är till viss del transparent samt lever intill bottenskiktet under dagtid, men lämnar bottnen under mörka nätter då den uppehåller sig i pelagialen. Dessa vertikalvandringar kan vara mycket omfattande och arten anses ha den största vertikala vandringsamplituden av alla evertebrater i sötvatten. Arten är allätare och äter såväl växtplankton som djurplankton, men även bottenlevande kräftdjur och detritus. Den har en mycket flexibel livscykelstrategi men är i allmänhet 1- till 2-årig i svenska vatten.

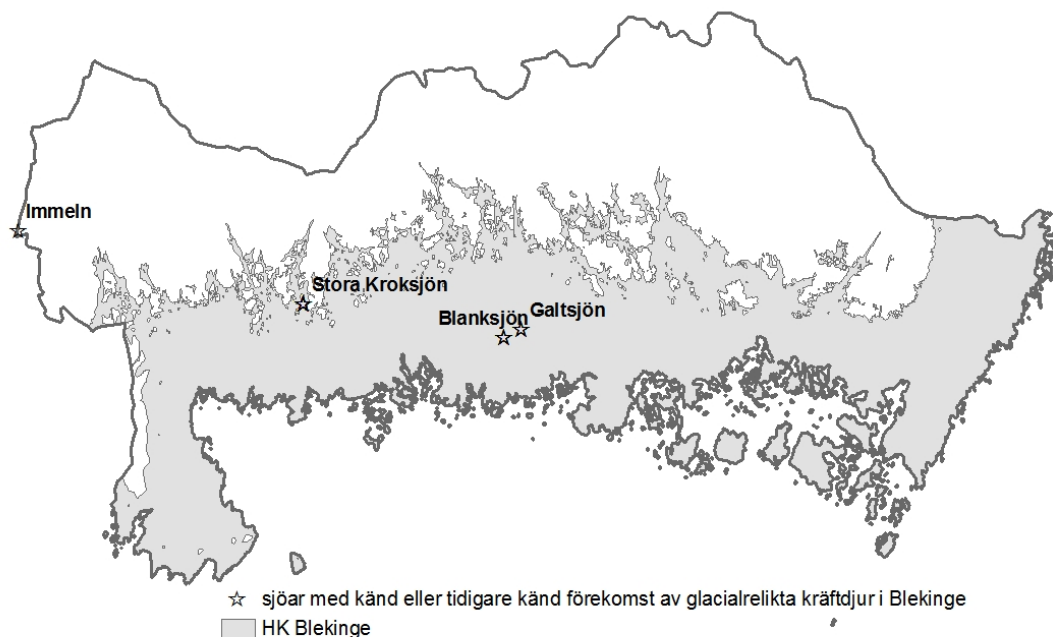


Monoporeia affinis (vitmärla) förekommer liksom föregående art både i Östersjön och i insjöar. Arten tillhör ordningen Amphipoda. Den är vit och förhållandevis liten (ca 1 cm) och lever dagtid ofta nergrävd i bottensedimentet i de djupare delarna av en sjö. Den är detritusätare men äter också planktiska mikroalger och små bentiska evertebrater. Artens täthet kan variera periodiskt i flerårscykler och kan i vissa sjöar uppnå mycket höga tätheter. Livscykeln är vanligen 1- till 2-årig.



Pallasea quadrispinosa (taggmärsla) är liksom föregående art en s k amphipod. Den förekommer i insjöar och i framförallt kustnära delar av Östersjön-Bottenviken och är den mest utpräglade sötvattensarten av de glacialrelikta kräftdjuren. Den kan uppnå en längd på ca 2,5 cm. Den kan uppträda såväl på stora djup som i strandzonen, men i vissa fall även i rinnande vatten. Det är också den enda av arterna som noterats i källflöden. Vertikalvandring kan förekomma nattetid i vissa fall. Den är i allmänhet brunfärgad, men kan variera från gulgrå till tegelröd. Arten är omnivor och äter t ex såväl mikroalger, fjädermygglarver, djurplankton som detritus. Livscykeln är vanligen 1- till 2-årig.

Fakta om Stora Kroksjön



Figur 1. Idag är Stora Kroksjön en av två sjöar i Blekinge län som har ett känt bestånd av glacialrelikta kräftdjur. Den andra sjön är Immeln (Fürst 1966 samt Collvin, Länsstyrelsen i Skåne, muntlig uppgift). Blanksjön och Galtsjön har haft bestånd av dessa djur men de är idag av allt att döma utdöda.

h

Tabell 1. Några allmänna och fysikaliska data hos Stora Kroksjön.

Kommun	Karlshamn
Avrinningsområde	85 Mieån
Länssjönr	121:160
SMHI-koord.	623533-144115
HK vid sjön (m)	55-65
H ö h (m)	51
Yta (km ²)	0,27
Maxdjup (m)	24

De fiskarter som naturligt förekommer i Stora Kroksjön är abborre, gädda, mört, lake och ål. Dessutom har bäckröding, regnbåge och öring inplanterats (länsstyrelsens uppgift).

Syfte

Huvudsyftet med undersökningen har varit att dokumentera nuvarande förekomst och ungefärlig täthet av glacialrelikta kräftdjur i Stora Kroksjön i Blekinge, samt att göra en jämförelse med tidigare undersökningsresultat.

Materiel och metoder

Undersökningen har genomförts enligt befintliga undersökningstyper. För inventering av glacialrelikta kräftdjur har undersökningstypen "[Glacialrelikta kräftdjur i sjöar och vattendrag](#)" följts och den vattenkemiska provtagningen har utförts enligt undersökningstypen "[Vattenkemi i sjöar](#)".

Fysikaliska och kemiska undersökningar

Ytvattenprov (0,5 m) insamlades över sjöns största djup den 11 juli 2013 för vattenkemisk analys. Proverna lämnades in till Sternö-laboratoriet i Karlshamn direkt efter provtagning och transport för analys av färg, konduktivitet, pH, alkalinitet, total-N och total-P. Siktdjupet mättes med 25 cm siktskiva. Temperaturen mättes på varje meter ned till 20 meter. Syrgasmätningen utfördes med en reservutrustning med endast 10 meters kabel då länsstyrelsens utrustning för mätning av syrgas ej fungerade då inventeringen skulle genomföras. Kalibreringen av den använda utrustningen var osäker varför mätvärdena endast bör tolkas som relativa.

Biologiska undersökningar

Den ungefärliga tätheten av de under dagen bottenlevande kräftdjuren skattades genom bottentrålning under dagtid på samma sätt som skett under tidigare undersökningsår. Därvid användes en s.k. bomtrål med c:a 25 cm höjd, 100 cm bredd och 0.1 cm maskstorlek (Fürst 1965). Metoden som är behäftad med ett antal felkällor vid kvantifiering av glacialrelikta kräftdjur är enligt Kinsten & Degerman (2012) den bästa metoden då förekomst av flera arter skall undersökas. Från båt med elmotor drogs redskapet under låg och jämn fart (c:a 0,5 knop) fram på botten i om möjligt fem minuter, men i vissa fall även under kortare tid. Farten uppskattades bl a med hjälp av logg (Silva 2000). Prov insamlades på största djupet (c:a 20 meter) samt ungefär var 5:e djupmeter upp till c:a 5 meters djup. Djupet uppmättes med ekolod (Lowrance 2260). Koordinater för provtagningsplatserna uppmättes med GPS och framgår av tabell 2.

Tabell 2. Koordinater för provtagningsplatser i Stora Kroksjön. Håvningen skedde över sjöns största djup medan trålningen skedde längs en sträcka på botten som innefattade de angivna punktkoordinaterna för respektive trålprov. Koordinaterna är angivna enligt RT90.

Medeldjup (m) vid trålning	Koord NS	Koord EW
5	6236172	1441384
6	6236172	1441384
10	6236175	1441334
11	6236148	1441327
14	6236118	1441281
16	6235996	1441296
20	6235774	14411452
21	6235774	14411452

För första gången undersöktes även tätheten av glacialrelikta kräftdjur i Stora Kroksjön med hjälp av vertikalhåvning med stor håv i mörker nattetid över sjöns största djup. Metoden lämpar sig speciellt väl för skattning av individtäthet hos *M. relicta s.l.*, då denna art i mörker söker sig mot ytliga lager för att där bl.a. äta zooplankton. Den håv som användes i denna undersökning hade öppningsarean 0,28 m² och maskstorleken 500 µ. Prov insamlades genom att redskapet tilläts sjunka av egen tyngd med mynningen nedåt till strax ovan botten där håven vändes och därefter drogs upp för hand i jämn hastighet. Håvens genomsnittliga hastighet var c:a 0,25 m/s. Som jämförelse kan nämnas att Chipps & Bennett (1996), som använde en konisk håv med öppningsdiametern 0,5 m, angav att håvningshastigheten inte bör överstiga 0,5 m/s för den håvtyp som de använde och som hade maskstorleken 0,333-1,000 mm. Håvningsförfarandet upprepades under ett antal timmar före respektive efter solnedgången. Håvning har använts vid många undersökningar av individtäthet hos *M. relicta s.l.* (t.ex. Hakkala 1978, Nero & Davies 1982, Salemaa et al. 1986, Langeland 1988, Lehman et al. 1990, Bagge et al. 1996, Chipps & Bennett 1996, Pothoven et al. 2000, Horppila et al. 2003, Koksvik et al. 2009).

Samtliga prov konserverades med 70-% etanol och analyserades på laboratoriet under stereolupp.

Tätheten, som uppmättes med hjälp av såväl trål- som håvprov, har angivits som antal individer/m².

Resultat och diskussion

Provtagningsmetodik och felkällor

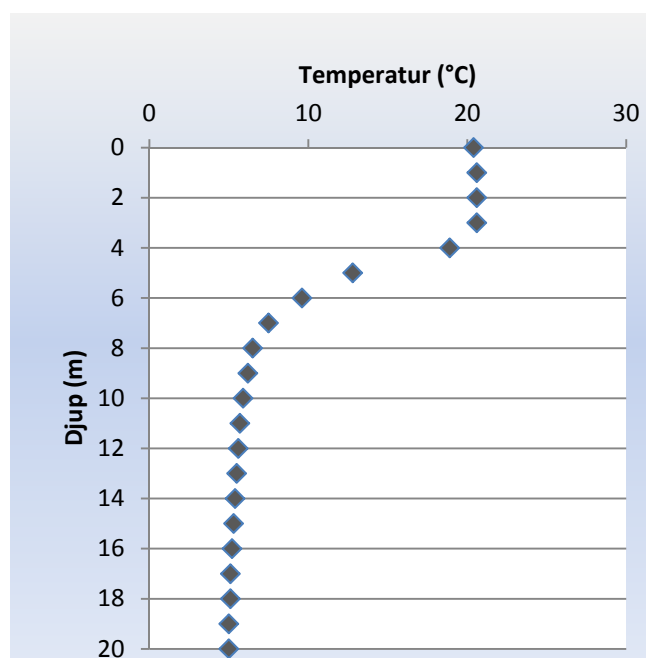
Vid insamling med mysistrål förekommer en del felkällor som gör att kvantifieringen endast bör betraktas som ungefärlig. Tänkbara felkällor är t ex att trålen kan uppföra sig olika beroende på bottenpografi och bottensubstrat, att djurarterna på olika sätt undviker att fångas av redskapet (t ex gräver *M. affinis* ner sig i sedimentet i högre grad än övriga arter), samt att trålen i olika grad fylls av bottensediment

och därför trålar med olika effektivitet. De allra minsta djuren kan dessutom till viss del passera trålnätet. Håvning med stor håv i mörker natttid är en betydligt bättre metod för insamling och kvantifiering av *Mysis relicta s.l.* i jämförelse med trålning och är den metod som rekommenderas av bl a Kinsten & Degerman (2012).

Vid jämförelser av de relativa tätheterna mellan sjöar bör man vara medveten om att variationer i den vertikala och horisontella fördelningen förekommer mellan olika år, årstider samt olika tider på dygnet. Det kan därför inte helt uteslutas att en art kan existera i en sjö trots att den inte påträffats under en provtagning.

Fysikaliska och kemiska undersökningar

Temperatur (se även tabell i bilaga 1)



Figur 2. Temperatur i Stora Kroksjön, som mätts varje meter från ytan till 20 meters djup.

Språngskiktet var beläget kring 5 meters djup (figur 2).

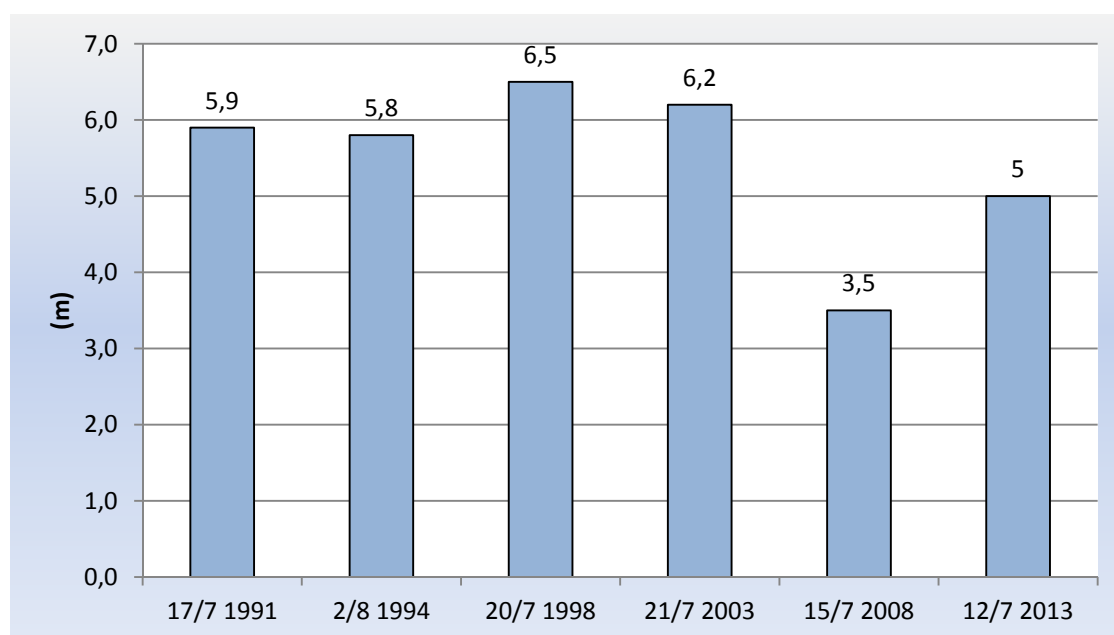
Syrgas och syrgasmättnad

Som nämndes i metodkapitlet bör resultaten av syrgasmätningarna p g a osäker kalibrering endast tolkas som relativa. Mätningarna visade att syrgasmättnaden från ytan ned till 4 meters djup var ungefär densamma medan syrgasmättnaden halverades från 5 till 10 meters djup. Vid mätningar utförda av länsstyrelsen redan för mer än 40 år sedan (juli 1970) uppmättes 28 % syrgasmättnad 1 meter ovan botten (bilaga 2).

Vattenkemi

Vattenkemiska data från de år då undersökningar gjorts under perioden 1961-2013 framgår av bilaga 2. Det kan bl a noteras att buffertkapaciteten (alkaliniteten) i sjön varit god under den nämnda perioden. Sjön har dock kalkats vid flera tillfällen (länsstyrelsens uppgift).

Siktdjup



Figur 3. Siktdjupet har uppmätts vid de sex tillfällen under perioden 1991-2013 då undersökningar av glacialrelikta kräftdjur genomförts i Stora Kroksjön.

Siktdjupet har legat runt 6 m vid de sex tillfällen under perioden 1991-2013 som Stora Kroksjön har inventerats (se figur 3). Ett jämfört med övriga mätningar lågt siktdjup noterades dock 2008.

Glacialrelikta kräftdjur i Blekinge - förekomst och förändringar

Björk, Enckell och Lettevall (1964) har tidigare dokumenterat förekomst av glacialrelikta kräftdjur i Stora Kroksjön, men även i två andra sjöar i Blekinge, nämligen Blanksjön och Galtsjön. I de sistnämnda två sjöarna noterades endast en art i vardera sjön, nämligen *M. relictus s.l.* respektive *P. quadrispinosa*. Trots undersökningar vid flera tillfällen därefter så har dessa djur inte kunnat påträffas i de två sjöarna (Lewin 1982, Kinsten 2008) och undersöktes därför inte 2013. Kinsten (1999) konstaterade att försurning sannolikt spelat en roll för att *M. relictus s.l.* saknas i Blanksjön, medan orsaken till att *P. quadrispinosa* numera saknas i Galtsjön är mer oklar, även om försurning kan ha spelat en roll även i den sjön. Förutom i de

ovan nämnda sjöarna så har *P. quadrispinosa* även påträffats i Immeln (Fürst 1966, Lars Collvin, Lst i Skåne län, muntl.medd.) i Skåne/Blekinge.

Stora Kroksjön har undersökts vid två tillfällen under 1960-talet och vid sex tillfällen fr o m 1991. Vid samtliga tillfällen har samma tre arter påträffats, nämligen *M. relicta s.l.*, *P. quadrispinosa* och *M. affinis* (tabell 3).

Tabell 3. Förekomst av glacialrelikta kräftdjur i sjöarna Blanksjön, Galtsjön och Stora Kroksjön i Blekinge län. (Mr = fynd av *M. relicta s.l.*, Ma = fynd av *M. affinis*, Pq = fynd av *P. quadrispinosa*, 0 = undersökt men inget fynd, - = ej undersökt)

Undersökningsår	Datum	Blanksjön	Galtsjön	Stora Kroksjön
1960	5/11	-	-	Mr, Ma, Pq
1963	26/10	Mr	Pq	Mr, Ma, Pq
1991	17/7	-	-	Mr, Ma, Pq
1994	2-3/8	0	0	Mr, Ma, Pq
1998	20-21/7	0	0	Mr, Ma, Pq
2003	21-22/7	0	0	Mr, Ma, Pq
2008	15-16/7	0	0	Mr, Ma, Pq
2013	11-12/7	-	-	Mr, Ma, Pq

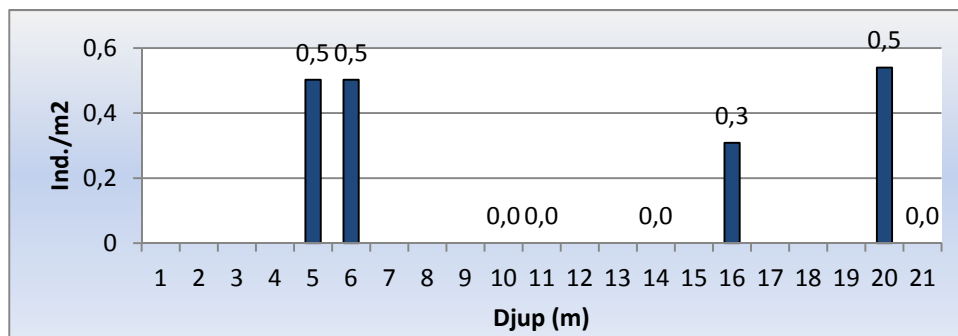
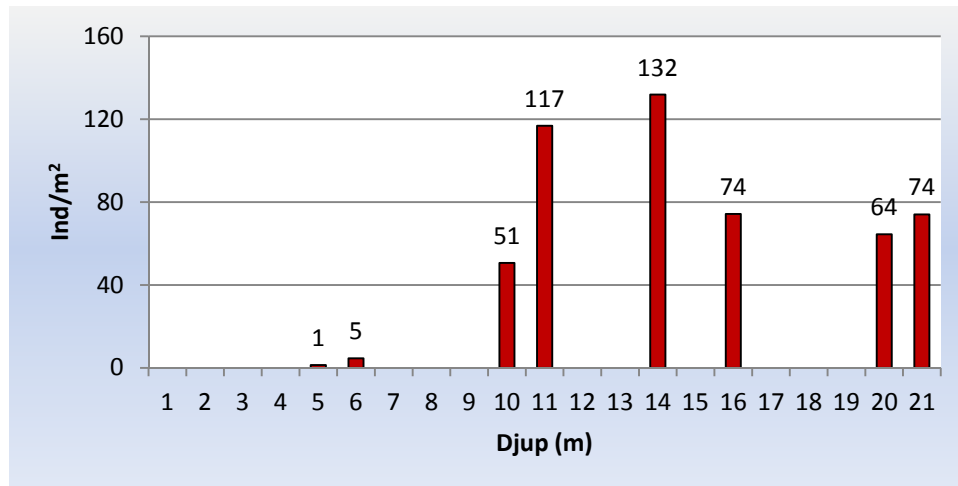
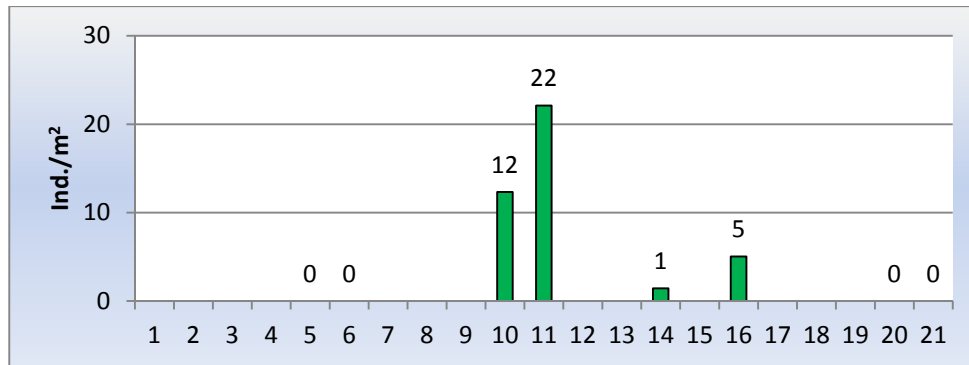
Kalkning av Stora Kroksjön har skett vid flera tillfällen sedan slutet av 1970-talet (länsstyrelsens uppgift). Dessa åtgärder har sannolikt gynnat förekomsten av de relikta kräftdjuren i sjön och eventuellt räddat bestånden. Sjön har även rotenonbehandlats (Björk, Enckell och Lettevall 1964).

Täthet samt längdfördelning

Resultat från trålning 12/7 2013



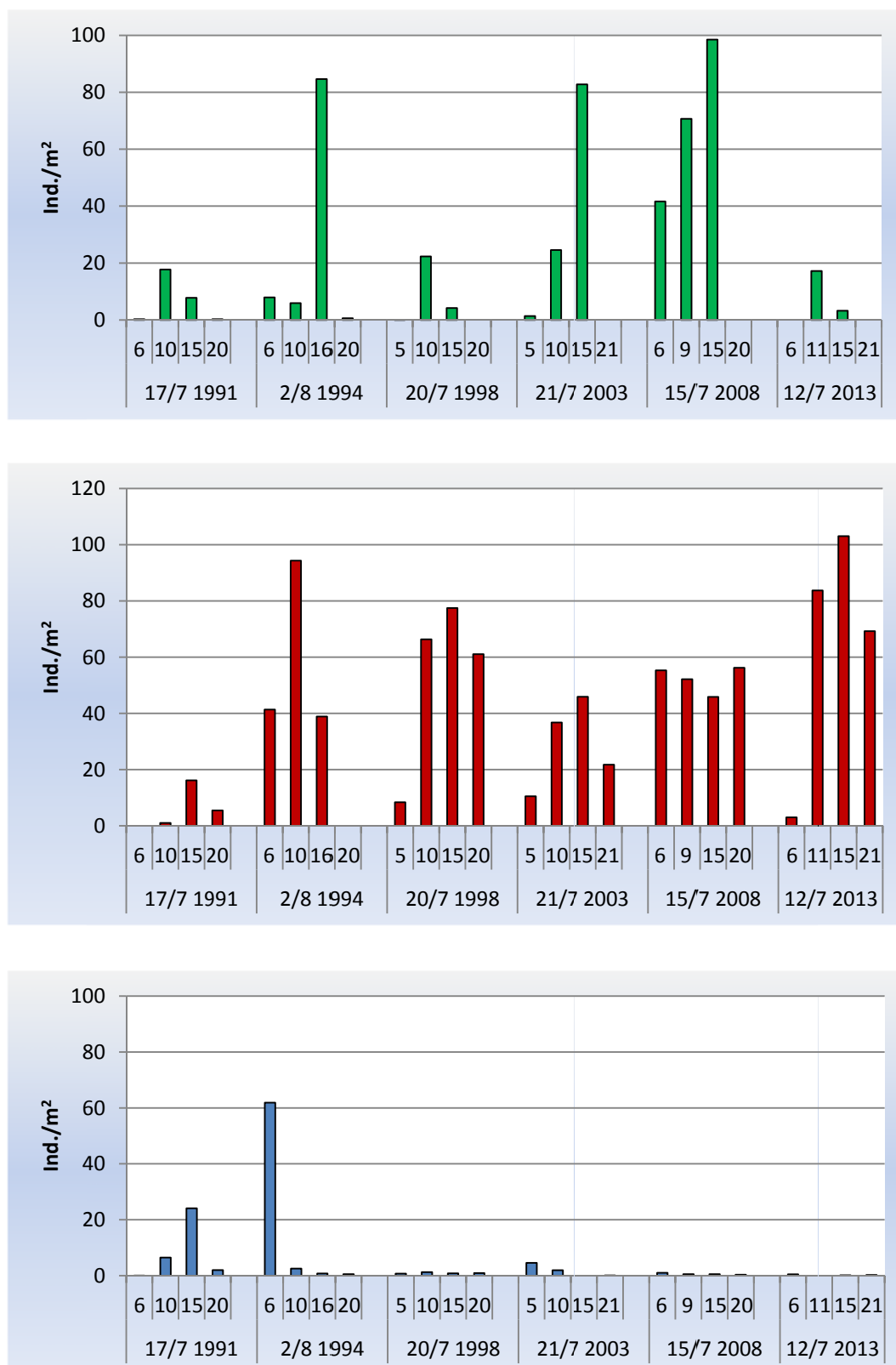
Bild 1. Exempel på trålprov från Stora Kroksjön 2013.



Figur 4. Tätheten av *M. affinis* (gröna staplar överst), *M.relicta s.l.* (röda staplar i mitten) och *P. quadrispinosa* (blåa staplar nederst) i trålprov på olika djup i Stora Kroksjön 12 juli 2013. Notera skillnaden i skala mellan de tre figurerna!.

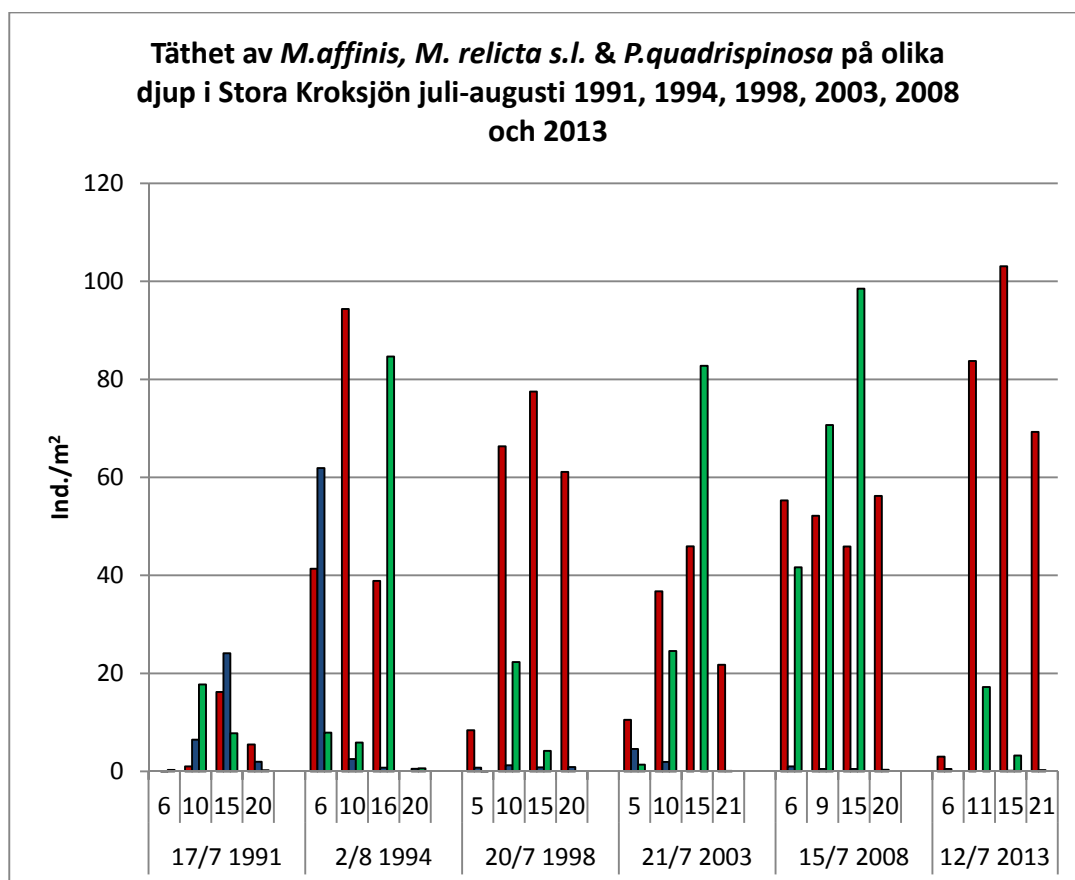
Den högsta tätheten i trålprov 2013 uppnåddes av *M. relicta s.l.*, medan den lägsta tätheten uppmättes för *P. quadrispinosa* (figur 4).

Jämförelse av resultat från de senaste sex undersökningarna.



Figur 5. Medeltätheten i trälprov på olika djup hos *M. affinis* (gröna staplar överst), *M. relicta* (röda staplar i mitten) och *P. quadrispinosa* (blå staplar nederst) i Stora Kroksjön vid sex undersökningstillfällen 1991-2013. Skalan längs y-axeln är densamma i de tre figurerna.

I Stora Kroksjön har den ungefärliga tätheten hos samtliga av de tre förekommande arterna bestämts vid sex undersökningstillfällen i juli/augusti mellan åren 1991 och 2013 (se figur 5 samt tabell i bilaga 3).



Figur 6. Medeltätheten i trålprov på olika djup av *M. affinis* (gröna staplar), *M. relicta* (röda staplar) och *P. quadrspinosa* (blå staplar) i Stora Kroksjön vid sex undersökningstillfällen 1991-2013 inlagda i samma figur för att ge en bättre uppfattning om skillnaden i täthet hos de tre arterna.

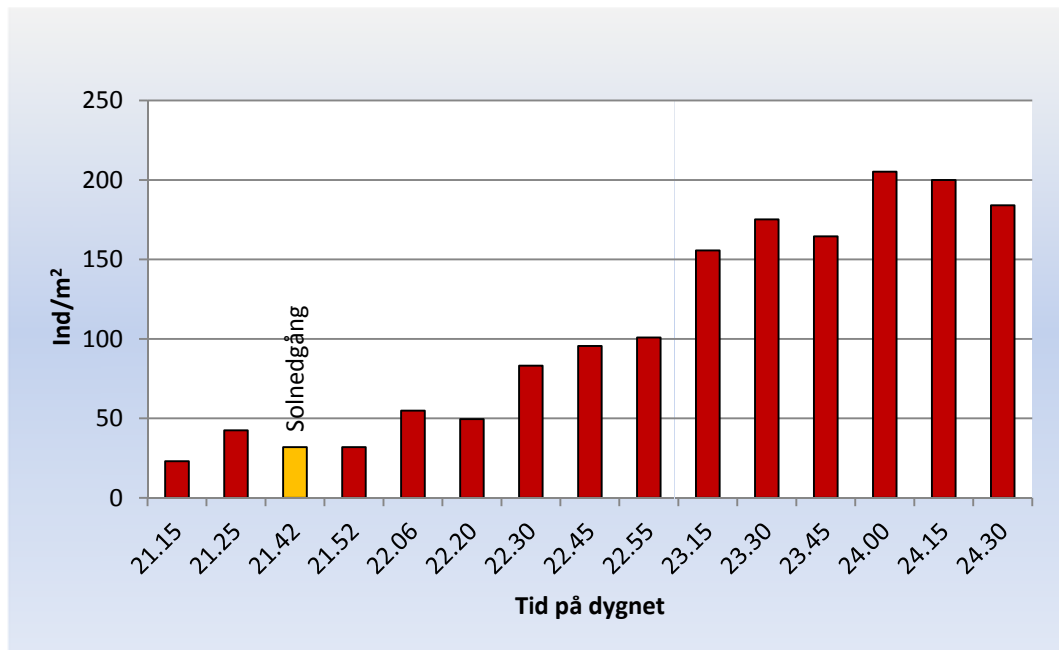
Den skattade tätheten hos alla arterna har varierat mellan de sex år som undersökningar skett (fig. 6). Relativt sett höga tätheter av *M. affinis* påträffades 1994, 2003 och 2008. Åren 1994 och 2003 gällde det dock enstaka djup, medan det 2008 omfattade flera djup. En sannolikt viktig orsak till nämnda variation i resultaten hos denna art är att *M. affinis* går ner i sedimentet och på så vis kan undgå att fångas in då trålen rör sig på sedimentytan. Vid vissa trålningar händer det att större mängder sediment insamlas vilket då också medför att ett större antal individer av arten fångas in av trålen. Ett bättre redskap för kvantitativ undersökning av *M. affinis* är bottenhuggare som gräver djupare i sedimentet än vad trålen gör (Kinsten & Degerman 2012).

Det första undersökningsåret, 1991, noterades den lägsta tätheten av *M. relicta s.l.*, medan den högsta tätheten av *M. relicta s.l.* uppmättes 2013 på c:a 15 meters djup.

Vid två tillfällen har en klart högre täthet av *P. quadrspinosa* uppmätts än vid övriga mättillfällen men endast på enstaka djup, nämligen på 15 meter 1991 och på 6

meter 1994. Nämnt variation i täthet hos *P. quadrispinosa* kan nog i första hand förklaras av en kombination av metodbrister (se sid. 10) och naturlig variation. Generellt (med undantag av de två tillfällena nämnda ovan) så har den uppmätta tätheten hos *P. quadrispinosa* varit klart lägre än tätheten hos de övriga två arterna.

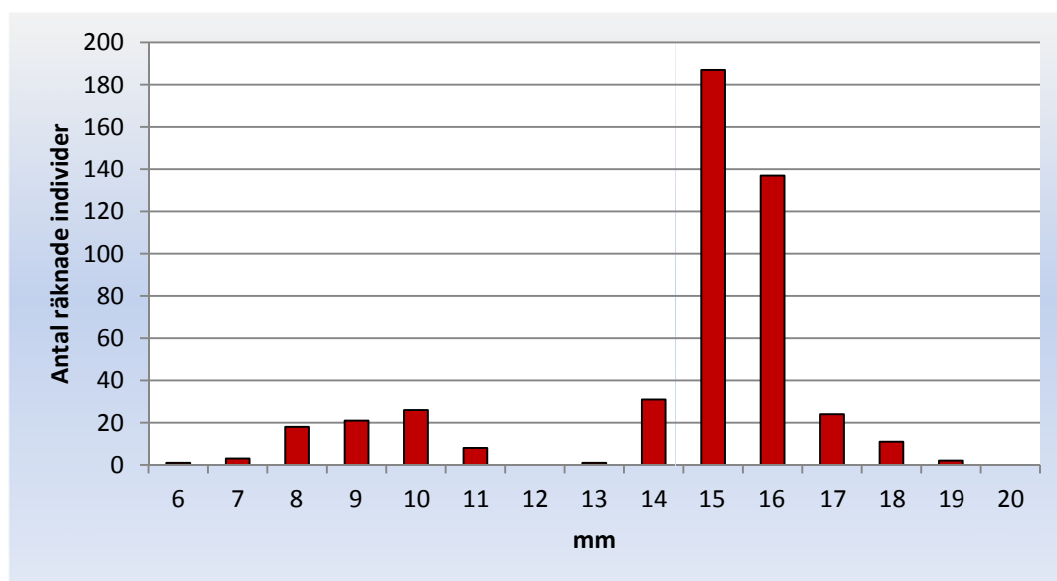
Resultat från håvning över största djupet under kvällen/natten 11 juli 2013.



Figur 7. Täthet av *M. relicta s.l.* i Stora Kroksjön uppskattat med hjälp av vertikalhåvning med stor håv vid olika tidpunkter under kvällen den 11 juli 2013 (se även tabell i bilaga 4). Insamlingen skedde med stor håv över det största djupet i sjön (23 meter) från ytan till nära botten vid olika tidpunkter med början innan mörkrets inbrott och pågick till midnatt. (Den gula färgen hos stapel 21.42 markerar tidpunkten för solnedgången på orten vid provtagningstillfället.)

Håvning av *M. relicta s.l.* i mörker nattetid ger en bättre uppfattning om kvantiteten av nämnda djur än trålning (Kinsten & Degerman 2012). En orsak är dessa djurs lättrorlighet och deras förmåga till vertikalvandring under dygnet. Arten skyr ljuset och rör sig då neråt i vattenmassan och når botten i måttligt djupa sjöar på dagen. Nattetid stiger de upp genom vattenmassan för att äta bl a djurplankton. Resultatet av håvning 2013 över det största djupet (23 meter) visade att tätheten i pelagialen ökade strax efter solnedgången (figur 7). En viss fördröjning av ökningen skedde dock sannolikt beroende på att det är ljus även en tid efter solnedgången. Den genomsnittliga tätheten under den mörkaste delen av kvällen, kl. 23.30 - 00.30, var 186 ind./m². Denna medeltäthet är betydligt högre än den som noterades vid trålning under dagtid på c:a 20-21 meters djup (69 ind./m²), men också klart högre än den medeltäthet som noterades på c:a 15 meters djup (103 ind./m²) och som var den högst uppmätta i trålprov 2013. Det finns inte så många exempel på resultat från håvningar av *M. relicta s.l.* i mörker nattetid i Sverige. De uppgifter som finns kommer från Väneren och Vättern (Kinsten 2012b) samt Rogsjön i Dalarna och några fjällsjöar (Kinsten opubl.). I jämförelse med dessa sjöar var den uppmätta tätheten med hjälp av håvning i Stora Kroksjön högre med undantag för en av fjällsjöarna.

Längdfördelning hos *M. relicta s.l.*



Figur 8. Längdfördelning av *M. relicta s.l.* i håvprov i Stora Kroksjön över största djupet den 11/7 2013.

Längdfördelningen hos *M. relicta s.l.* visade två "pucklar" i diagrammet (figur 8). Puckeln med de minsta individerna (6-11 mm) bör vara födda i början av innevarande år, medan "puckeln" med de större individerna (13-19 mm) kan åtminstone till viss del vara omlekande honor födda föregående år (jfr Fürst 1972). Individerna i gruppen med de minsta djuren hinner troligen bli könsmogna under höstenvintern då de fortplantar sig (se k vinterfortplantning, se Fürst 1972). Den nya generationen föds sedan under vintern-våren varefter många honor och alla hanar dör, men några honor överlever, de sk omlekarna (se Fürst 1972). Livscykeln i Stora Kroksjön är, om ovan nämnda tolkning är riktig, ettårig med omlekande tvååriga honor. Förhållandet kan bekräftas med prover insamlade vid olika tillfällen under ett år.

Den "puckel" som innefattar de mindre individerna (6-11 mm) utgjorde en klart mindre andel av det totala antalet räknade individer i jämförelse med de mer storvuxna djuren (13-19 mm). En rimlig förklaring är att proven i vilka längdmätning skett var insamlade med håv över största djupet där en större andel av individerna var storvuxna, medan en genomgång av trålprov insamlade inom de grundare områdena istället visade en dominans av de mindre djuren. Denna horisontella fördelning med en större andel mindre juvenila individer i grundare områden har också visats av andra författare som t ex Moen & Langeland (1989).

Slutord

Undersökningar av glacialrelikta kräftdjur i Stora Kroksjön har utförts vid sex tillfällen utspridda under en tidsperiod på över 20 år. Den variation i täthet som konstaterats hos de berörda arterna mellan undersökningstillfällena kan i första hand hänföras till naturlig variation och metodbrister. Då undersökningar har utförts under många år så har det dock skapats allt bättre möjligheter att upptäcka eventuella förändringar i Stora Kroksjöns populationer av glacialrelikta kräftdjur och därige-

nom också i sjöns ekosystem beroende på yttre påverkan. Det är därför av stort värde om undersökningar av det slag som redovisats i denna rapport kan fortsätta i Stora Kroksjön även i framtiden. I undersökningen 2013 gjordes dessutom en förbättring av metodiken genom att också hävning av *M. relicta s.l.* skedde. Ytterligare förbättringar av de framtida undersökningarna kan dock göras. En sådan förbättring är att utvidga provtagningsmetodiken till att även omfatta bottenhuggare för att på så vis få en bättre kunskap om individtätheten hos *M. affinis*. En annan förbättring är att undersöka sjön vid ytterligare något/några tillfällen under året för att därigenom nå en bättre insikt i populationsdynamiken hos de berörda djuren och samtidigt nå en än noggrannare kunskap om djurens täthet i sjön.

Tack

Ett stort tack till Therese Stenholm Asp på Länsstyrelsen i Blekinge län, personal på Långasjöns vattenverk som välvilligt lånat ut elmotor och syrgasmätare och Kjell Eriksson på Tubbarydsförrådet, Karlshamns kommun som lika välvilligt har hjälpt till med utlåning av ett antal bilbatterier. Magnus Furst för intressanta diskussioner kring livscykeln hos *M. relicta s.l.*.

Litteratur

Audzijonytė, A. & R. Väinölä. 2005. Diversity and distribution of circumpolar fresh- and brackish-water *Mysis* (Crustacea: Mysida): descriptions of *M. relicta* Lovén, 1862, *M. salemaai* n. sp., *M. segerstralei* n. sp. and *M. diluviana* n. sp., based on molecular and morphological characters. *Hydrobiologia* (2005) 544:89–141.

Bagge, P., H.-M. Liimatainen & P. Liljaniemi. 1996. Comparison of sampling methods for semipelagical animals in two deep basins of Lake Saimaa. *Hydrobiologia* 322:293–300.

Björk, S., Enckell P.H. och U.Lettevall. 1964. Limnologisk forskning i biocidbehandlad natur. *Svensk Fiskeritidskrift*. 9p.

Chipps, S.R. & D.H. Bennett. 1996. Comparison of net mesh sizes for estimating abundance of the opossum shrimp *Mysis relicta* from vertical hauls. *North American Journal of Fisheries Management*, 16:689–692.

Fürst, M. 1965. Experiments on the transplantation of *Mysis relicta* Lovén into Swedish lakes. *Rep.Inst.Freshw.Res.*; Drottningholm 46:79:89.

Fürst, M. 1966. Två fortplantningsmetoder hos *M. relicta* Lovén. *Fil.Lic.avhandl.*, Uppsala univ. 77p.

Fürst, M. 1972. Livscyklar, tillväxt och reproduktion hos *M. relicta* Lovén. (English summary: Life cycles, growth and reproduction in *M. relicta* Lovén.) *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (11). 41p.

Fürst, M., J. Hammar, C. Hill, U. Boström & B.Kinsten. 1984. Effekter av introduktion av *M. relicta* i reglerade sjöar i Sverige. (English summary: Effects of the introduction of *M. relicta* into impounded lakes in Sweden.) *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (1). 84p.

Hakkala, I. 1978. Distribution, population dynamics and production of *Mysis relicta* (Lovén) in southern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 15:243–258.

Horppila, J., A. Liljendahl-Nurminen, T. Malinen, M. Salonen, A. Tuomaala, L. Uusitalo & M. Vinni. 2003. *Mysis relicta* in a eutrophic lake: Consequences of obligatory habitat shifts. *Limnology and Oceanography*, 48(3):1214–1222.

Kinsten, B. 1986. Förekomst av relikta kräftdjur i mellersta Sverige med speciell inriktning på effekter av försurning. (English summary: The occurrence of glacial relict crustaceans in central Sweden with emphasis on the effects of acidification.) *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (11). 42p.

Kinsten, B. 1999. Glacialrelikta kräftdjur i Blekinge. *Länsstyrelsen i Blekinge län*.

- Kinsten, B. 2008. Inventering av glacialrelikta kräftdjur i Blekinge 2008. Länsstyrelsen i Blekinge län. Rapport 2008:26.
- Kinsten, B. 2012a. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Havs- och vattenmyndigheten. Publ. (1). 284 p.
- Kinsten, B. 2012b. Glacialrelikta kräftdjur i Vänern och Vättern 2011. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 70 och Vätternvårdsförbundet rapport nr 115. Havs och vattenmyndigheten.
- Kinsten, B. 2012c. Undersökning av glacialrelikta kräftdjurs förekomst i sjöar ovan HK sydost om Vättern i juli 2011. Länsstyrelsen i Jönköpings län PM 2012:1.
- Kinsten, B. och Degerman, E. 2012. Skattning av glacialrelikta kräftdjurs täthet. En jämförelse av tre metoder samt täthet i Vänern och Vättern. Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 70 och Vätternvårdsförbundet rapport nr 115. Havs och vattenmyndigheten.
- Koksvik, J.I., H. Reinertsen & J. Koksvik. 2009. Plankton development in Lake Jonsvatn, Norway, after introduction of *Mysis relicta*: a long-term study. *Aquatic Biology*, 5:293–304.
- Langeland, A. 1988. Decreased zooplankton density in a mountain lake resulting from predation by recently introduced *Mysis relicta*. *Verhandlungen des Internationalen Verein. Limnologie*, 23:419–429.
- Lehman, J.T., J.A. Bowers, R.W. Gensemer, G.J. Warren & D.K. Branstrator. 1990. *Mysis relicta* in Lake Michigan: abundances and relationships with their potential prey, *Daphnia*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47:977–983.
- Lewin, B. 1982. Limnologisk undersökning av Blanksjön, Blekinge län. Förekomst av maringlacialrelikter samt fysikalisk/kemisk status. Uppdrag av Länsstyrelsens naturvårdsenhet i Karlskrona.
- Moen, V. & A. Langeland. 1989. Diurnal and seasonal horizontal distribution patterns of *Mysis relicta* in a large Norwegian lake. *J.Plankton Res.* 11:729–745.
- Naturvårdsverket. 2010. Undersökningstyp: Vattenkemi i sjöar. Version 1:1.
- Naturvårdsverket. 2011. Undersökningstyp: Glacialrelikta kräftdjur i sjöar och vattendrag. Version 1:1.
- Nero, R.W. & I.J. Davies. 1982. Comparison of two sampling methods for estimating the abundance and distribution of *Mysis relicta*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39:349–355.
- Nero, R.W. & D.W.Schindler. 1983. Decline of *Mysis relicta* during the acidification of Lake 223. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 40:1905–1911.

Pothoven, S.A., G.L. Fahnenstiel, H.A. Vanderploeg & M. Luttenton. 2000. Population Dynamics of *Mysis relicta* in Southeastern Lake Michigan, 1995–1998. *Journal of Great Lakes Research*, 26(4):357–365.

Salemaa, H., K. Tyystjärvi-Muuronen & E. Aro. 1986. Life histories, distribution and abundance of *Mysis mixta* and *Mysis relicta* in the northern Baltic Sea. *Ophelia*, Suppl. 4:239–247.

Segerstråle, S.G. 1957. On the immigration of the glacialrelicts of northern Europe, with remarks on their prehistory. *Comment.Biol.(Soc.Sci.Fenn.)* 16. 117p.

Segerstråle, S.G. 1982. The immigration of glacial relicts into Northern Europe in the light of recent geological research. *Fennia* 160:2, pp.303–312.

Svärdson, G. 1989. Den sista Vättern-glaciärens inverkan på faunan. *Fauna och Flora* 84, 151-157.

Svärdson, G., O. Filipsson, M. Fürst, M. Hansson & N.-A. Nilsson. 1988. Glacialrelikernas betydelse för Vätterns fiskar. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* (15). 61p.

Bilagor

Bilaga 1. Temperatur från ytan till 20 m i Stora Kroksjön den 11 juli 2013.

Djup (m)	Temp (gr C)
0	20,4
1	20,6
2	20,6
3	20,6
4	18,9
5	12,8
6	9,6
7	7,5
8	6,5
9	6,2
10	5,9
11	5,7
12	5,6
13	5,5
14	5,4
15	5,3
16	5,2
17	5,1
18	5,1
19	5,0
20	5,0

Bilaga 2. Fysikaliska och vattenkemiska data från Stora Kroksjön under perioden 1961-2013.

DATUM	SIKT-			FÄRG (mgPt/l)	KOND (mS/m)	pH	ALK (mekv/l)	SYR-	SYRE	TOT- N (mg/l)	TOT- P (mg/l)
	DJUP (m)	TEMP (°C)	DJUP (m)					GAS (mg/l)	MÄTTN (%)		
1961-03-13	1	14,4		5	9,8	6,7	0,524				
1964-03-15	1	3,8		20	9,1	6,7	0,16	10,4	81		0,009
1964-03-15	8	4		20	9,2	6,7	0,16	10,7	84		0,009
1964-03-15	17	4		45	9,6	6,3	0,21	7,7	60		0,012
1970-07-28	0,2	18	3,8	8	8,8	7,1	0,135				
1970-07-28	0,5	18,1		8	8,8	7,1	0,135	9,2	100		0,005
1970-07-28	5	16,4		8	8,8	6,8	0,137	8,7	92		0,005
1970-07-28	5,5	13,9		8	8,9	6,5	0,135	8,3	83		0,01
1970-07-28	8	7,9		8	8,9	6,2	0,135	6,1	53		0,006
1970-07-28	12	6		8	8,9	6,2	0,137	5	42		0,006
1970-07-28	15	5,5						4,3	35		
1970-07-28	19	5,1		15	9	6,1	0,137	3,4	28		0,007
1972-08-04	1	21,2	6,9	10	8,9	6,8	0,142	9,1	102	0,75	0,006
1972-08-04	17	6,9						3,7	30		
1975-08-07	1	24,5	5,9	10	10,2	6,9	0,128	8,8	105	0,56	0,01
1975-08-07	14,7	6,9						7,4	61		
1981-08-10	1	21,4		15	13,4	7,7	0,268	9,3		0,096	0,083
1981-08-10	14	6,4						3,6			
1985-07-24	2	18,4		10	12,6	7,2	0,25				
1991-08-06	2	22,4		10	12,4	6,9	0,45			0,31	0,027
1994-08-03	0,5	25,3		20	12,9	7,6	0,34			0,43	0,006
1994-08-03	10	7,2		25	12,5	6,6	0,33			0,55	0,006
1994-08-03	20	5,9		30	12,5	6,4	0,34			0,56	0,009
1998-07-20	0,5	18,7	6,5	15	12,6	7,8	0,419			0,44	0,005
1998-07-20	6	11,5		15	13	7,4	0,421			0,5	0,005
1998-07-20	19	5,5		15	14,3	7,1	0,569			0,55	0,007
1998-10-19	0,2	9,4		10	12,72	7,28	0,437				
1999-04-19	0,1	6,4		20	12,08	7,08	0,403				
1999-10-13	0,1	10,4		15	11,85	7,11	0,382				
2002-03-20	0,4	4,2		30	10,81	7,03	0,363				
2002-11-18	0,5	4,9		21	10,79	7,2	0,37				
2004-03-11	1,2	4,2		15	10,69	6,95	0,339				
2004-11-30	0,5	4		12	10,54	7,1	0,356				
2006-03-21	1,2	1,8		8	11,2	7,18	0,374				
2006-12-12	0,4	6,3		20	10,21	7,12	0,336				
2008-02-12	0,5	3		50	9,19	7,05	0,266				
2013-07-11	0,5	20,4		25	9	7,5	0,28			0,5	0,01

Bilaga 3. Täthet av de tre förekommande glacialrelikta kräftdjursarterna i Stora Kroksjön juli-augusti 1991, 1994, 1998, 2003, 2008 och 2013.

Datum	<i>M.relicta s.l.</i> (ind./m ²)	<i>P.quadr.</i> (ind./m ²)	<i>M.affinis</i> (ind./m ²)
17/7 1991	0	0,0	0
	1	6,5	18
	16	24,1	8
	6	2,0	0
2/8 1994	41	61,9	8
	94	2,5	6
	39	0,8	85
	0	0,5	1
20/7 1998	8	0,8	0
	66	1,3	22
	78	0,8	4
	61	0,9	0
21/7 2003	11	4,6	1
	37	1,9	25
	46	0,0	83
	22	0,1	0
15/7 2008	55	1,0	42
	52	0,5	71
	46	0,5	98
	56	0,3	0
12/7 2013	3	0,5	0
	84	0,0	17
	103	0,2	3
	69	0,3	0

Bilaga 4. Täthet av *M. relicta s.l.* i håvprov insamlade i Stora Kroksjön vid olika tidpunkter den 12/7 2013.

Gul markering i tabellen vid 21.42 visar tidpunkten för solens nedgång i Karlshamn.

Tidpunkt (kl.)	Antal ind./prov	Ind/m ²
21.15	13	23
21.25	24	42
21.42	18	32
21.52	18	32
22.06	31	55
22.20	28	50
22.30	47	83
22.45	54	96
22.55	57	101
23.15	88	156
23.30	99	175
23.45	93	165
24.00	116	205
24.15	113	200
24.30	104	184



LÄNSSTYRELSEN BLEKINGE LÄN

Länsstyrelsen Blekinge län

371 86 Karlskrona

Tel: 010-22 40 000

E-post: blekinge@lansstyrelsen.se

www.lansstyrelsen.se/blekinge

Rapporter Länsstyrelsen Blekinge län ISSN 1651–8527
