Programområde: **Sötvatten**

Undersökningstyp: Glacialrelikta kräftdjur i sjöar och vattendrag

***Författare*:** se avsnittet ”Författare och övriga kontaktpersoner”.

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

De glacialrelikta kräftdjuren omfattar sex arter, *Limnocalanus macrurus*, *Monoporeia affinis* (vitmärla), *Mysis relicta* (pungräka), *Pallasea quadrispinosa* (taggmärla), *Gammaracanthus lacustris* (sjösyrsa) och *Saduria entomon* (skorv, ishavsgråsugga). En närmare beskrivning av dessa arter framgår av Kinsten (2011), som också redovisar bl.a. arternas utbredning i Sverige. De nuvarande bestånden är kvarlevor från en tid med kallt klimat, som djuren är anpassade till. De spelar en viktig roll i många sjöars ekosystem och utgör bl.a. viktig fiskföda. Förändringar i de glacialrelikta kräftdjurens populationer kan alltså få långtgående effekter på det övriga ekosystemet.

Undersökningar av glacialrelikta kräftdjur kan syfta till att

- bedöma kräftdjurens roll i sjöars ekosystem
- beskriva tillstånd eller förändring över tid av förekomst och individtäthet
- jämföra förekomst och individtäthet mellan olika vatten
- bedöma olika typer av miljöpåverkan på de glacialrelikta kräftdjurens förekomst och individtäthet
- använda kräftdjuren som indikatororganismer i samband med olika typer av förändringar i miljön
- följa upp inplanteringar och nedsströmsspridningar från inplanteringar

Exempel på miljöfaktorer som har inverkat på/kan komma att inverka på de glacialrelikta kräftdjurens existens och individtäthet är försurning, eutrofiering och miljögifter som toxiska metaller. Djurens anpassning till lägre temperaturer kan vid en global uppvärmning komma att påverka individtätheten och existensen av dessa organismer om vattnets temperatur i sjöar överskrider toleransen hos dessa djur. En kritisk tid är sensommaren då bottenvattnets temperatur är som högst. Dessutom kan den vertikala och horisontella fördelningen av dessa djur komma att påverkas av förhöjd temperatur, vilket i sin tur kan inverka på det övriga ekosystemet.

Samordning

Ur utvärderingssynpunkt är samordnade provtagningar till fördel. Vid undersökning av glacialrelikta kräftdjur bör prover även tas för t ex fysikalisk och kemisk analys. Viktiga uppgifter är siktdjup, temperatur, pH, alkalinitet, syrgas, närsalter samt eventuella miljögifter. Även biologiska data rörande andra organismer kan vara värdefulla.

Strategi

Spännvidden i de glacialrelikta kräftdjurens beteende är stor. Från ett liv i sediment (*M. affinis*) till ett semipelagiskt levnadssätt (*M. relicta*) och till ett rent pelagiskt leverne (*L. macrurus*). Vissa arter är extremt rörliga (*M. relicta*), medan andra rör sig inom snävare områden (*M. affinis*). Dessutom varierar beteendet under dygnet och året. Även storleken varierar mellan de olika arterna. *S. entomon* kan nå nästan 1 dm (i Östersjön), medan *L. macrurus* blir knappt 3 mm. En följd av det nämnda är att flera olika metoder krävs för insamling av dessa djur. En noggrann kvantifiering kräver också andra metoder än enbart beskrivning av förekomst.

Syftet med undersökningar kan variera. Vid undersökning av enbart förekomst bör en kvalitativ metod användas som samlar in djur över en större yta respektive större volym. Noggranna populationsbeskrivningar fordrar däremot kvantitativa metoder.

Undersökningar som endast avses ske vid ett tillfälle under året kan i de flesta fall genomföras under sensommaren–hösten. Den senaste generationens individer, som vanligen föds under våren–försommaren, har då hunnit växa till vilket ökar fångstbarheten.

Då djuren vanligen är ojämnt fördelade såväl i vertikal som i horisontell ledd krävs att prover tas på flera platser och djup. En större noggrannhet kan dessutom fordra att flera prov tas på samma plats vid samma tillfälle och vid flera tillfällen under året. Undersökningar som syftar till att beskriva mellanårsvariationer och trender kräver kvantitativa provtagningar årligen under många år.

Risken för överföring av organismer mellan sjöar måste beaktas varvid lämpliga åtgärder vidtas för att undvika överföring. Då flera sjöar skall undersökas med korta tidsmellanrum bör speciellt information om var risk för kräftpestsmitta (som är extremt smittsam) förekommer hämtas från länsstyrelsen. Om signalkräfta förekommer är det alltid mycket stor risk för kräftpestsmitta. Informationen från länsstyrelsen kan användas vid planeringen av undersökningen så att sjöar med större risk för kräftpestsmitta undersöks sist under arbetsdagen. En möjlig desinfektionsmetod är nämligen att låta utrustningen torka, vilket t ex kan ske genom långvarig sol- eller lufttorkning. Torkningen måste dock vara fullständig. Användning av dubbla utrustningar kan också vara en möjlighet. På så vis kan förutsättningar skapas för att en utrustning alltid är torr. Andra tillvägagångssätt framgår av Fiskeriverket (2003) eller Faktablad om kräftfiskevård.

Statistiska aspekter

För att kunna uppnå målet med en undersökning är det viktigt att frågeställningen är klar innan man designar en provtagning. Möjligheterna att konstatera skillnader vid jämförelser mellan sjöar eller mellan år ökar med antalet mättillfällen samt noggrannheten i varje mätning. Ett sätt att öka noggrannheten vid varje mättillfälle är att ta flera prover på flera platser. Antalet mättillfällen samt antalet prov vid varje mättillfälle måste dock vägas mot arbetsinsatsen.

Subsampling (uppdelning av prov i mindre delar) minskar arbetsinsatsen vid genomgång av prov men inverkar också på resultatet av statistiska bearbetningar. Behovet av subsampling bör därför vägas mot såväl arbetsinsats som noggrannhet.

För att välja lämplig statistisk bearbetning eller metoder rekommenderas den handledning i Dataanalys och hypotesprövning för statistikanvändare, som finns under miljöövervakning på Naturvårdsverkets webbplats.

Plats/stationsval

Då avsikten är att göra jämförelser mellan olika tidpunkter ska samma platser undersökas. Vid såväl kvalitativ som kvantitativ undersökning bör provtagning ske på flera platser med olika djup då fördelningen av de glacialrelikta kräftdjuren kan vara ojämn och variera i både horisontell ledd och i djupled.

Varje provplats ska positionsbestämmas med GPS.

Mätprogram

Variabler

I tabell 1 ges ett översiktsschema över olika metoder och dess användning mm. Närmare detaljer om respektive metod framgår av kapitlet med rubriken observations/provtagningsmetodik.

Flera metoder har i kolumnen ”Determinand (mätvariabel)” uppgifter om ”Förekomst”, ”Antal” och ”Biomassa”. Noggrannheten i undersökningen avgör vilka av dessa uppgifter som skall anges.

Metoder som i första hand rekommenderas för olika arter framgår av tabell 2.

Klassificeringen av bottensubstrat (tabell 1) följer de rekommendationer som angivits i Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral.

Tabell 1. Översiktsschema

Område	*Företeelse*	*Determinand (mätvariabel)*	*Metodmoment*	*Enhet / klassade värden*	*Frekvens och tidpunkter*	*Referens till provtagnings- eller observationsmetodik*
Sjö	**Mysistråll** eller bottenskrapa. Maskstorlek 1 mm.	Djup	Uppmätt värde	m	Under ljusa förhållanden dagtid	se Fürst (1965), Haahtela (1978), Kinsten (1986)
		Trålad sträcka	Uppmätt värde	m		
		Fyllnadsgrad av sediment i trålen	Uppskattad mängd sedimentrester i trålen	0=obetydligt 1=mindre mängd 2= halvfylld 3= fylld		
	Sållning av trålfångst med bottenfaunasåll med maskstorlek 1 mm	Mängd sedimentrester efter sållning	Uppskattad mängd sedimentrester i sållet	0=obetydligt 1= liten mängd 2=stor mängd		
	Glacialrelikta kräftdjur (*M. relicta, P. quadrispinosa, G. lacustris, M. affinis, S. entomon*)	Förekomst	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Förekommer inte 1= Sparsam förekomst 2=Riklig förekomst		
		Antal		per specificerat tråldrag eller per m^2		
		Biomassa, våtvikt		g		
	Bottensubstrat	Färg		Ljusgrå, Blyertsgrå, Svart, Brun (humusfärg)		Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral
		Sedimentlukt		Ingen lukt, Svavelväte, Olja (dvs. petroleumkolväten)		
		Substrattyp: 1.Dy 2.Gyttja 3.Lera 4.Sand	Förekomst (1, 2, 3 eller 4)	Klassat efter substrattyp		
		1.Växtdelar 2.Cyanobakteriekolonier (Cyanobakteriekulor) 3.Oljedroppar 4.Spånor 5.Blålera 6.Kalkpartiklar	Förekomstgrad (0,1 eller 2)	Klassat 0= Förekommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		

		7.Myrmalm				
	Stor vertikalhåv Håvens öppnings-area minst 0,25 m^2. Maskstorlek 1 mm.	Djup	Uppmätt värde	m	I mörker nattetid	se t.ex. Nero (1982), Nero & Davies (1982), Bagge et al. (1996), Chipps & Bennett (1996), Koksvik et al. (2009)
	M. relicta, G. lacustris	Förekomst	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Förekommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		
		Antal		per m^2		
		Biomassa, våtvikt		g/ m^2		
	Ekmanhuggare (om möjligt bör van Veenhuggare användas) Såll med maskstorlek 1 mm.	Djup	Uppmätt värde	m	Under ljusa förhållanden	Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral samt Bagge et al. (1996)
	M. affinis, P. quadrispinosa, S. entomon	Förekomst	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Förekommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		
		Antal		per m^2		
		Biomassa, våtvikt		g/ m^2		

	Bottensubstrat	Färg		Ljusgrå, Blyertsgrå, Svart, Brun (humusfärg)		Undersökningstyp: Botten-fauna i sjöars profundal och sublitoral
		Sedimentlukt		Ingen lukt, Svavelväte, Olja (dvs. petroleum-kolväten)		
		Substrattyp: 1.Dy 2.Gyttja 3.Lera 4.Sand	Förekomst (1, 2, 3 eller 4)	Klassat efter substrattyp		
		1.Växtdelar 2.Cyanobak-teriekolonier (Cyanobak-teriekulor) 3.Oljedroppar 4.Spånor 5.Blålera 6.Kalkpartiklar 7.Myrmalm	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Före-kommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		
	Sänkhåv	Djup	Uppmätt värde	m		se Bagge et al. (1996), Henricsson & Pettersson (2006).
	P. quadrispinosa, S. entomon	Förekomst	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Före-kommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		
	Fälla	Djup	Uppmätt värde	m		se Bagge et al. (1996)
	P. quadrispinosa **) G. lacustris, S. entomon* ***)G. lacustris*	Förekomst	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Före-kommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		
	Planktonhåv	Provtagnings-djup	Uppmätt värde	m		Undersökningstyp: Djurplankton i Sjöar.

	L. macrurus	Förekomst	Förekomstgrad (0, 1 eller 2)	Klassat 0= Före-kommer inte 1= Sparsam Förekomst 2=Riklig förekomst		
	Planktonhämtare	Provtagnings-djup	Uppmätt värde	m		Undersökningstyp: Djurplankton i sjöar.
	L. macrurus	Antal	Hämtarens volym	per m^2 eller per m^3		

*) Fångst av *G. lacustris* och *S. entomon* i betad kräftmjärde med maskstorleken 5 mm (Magnus Fürst, muntl.medd.)

**) Fångst av *G. lacustris* i hoptrasslade nät (Olle Lind, Risede (muntl.medd.)) resp. i hoptrasslade nät instoppade i kräftmjärdar (Gösta Kjellberg, muntl. medd.).

Eventuell kompletterande provtagning för analys av fysikaliska och kemiska förhållanden

Område	*Företeelse*	*Determinand (mätvariabel)*	*Metodmoment*	*Enhet*	*Frekvens och tid-punkter*	*Referens till prov-tagnings- eller observations-metodik*
Sjö	**Vatten**	Provtagnings-djup från ytan		m		Undersökningstyp: Vattenkemi i sjö-ar.
		Temperatur		°C		
		Siktdjup *)	Mätning med Siktskiva 25 cm	dm		
		pH				
		Alkalinitet		mekv/l		
		Konduktivitet		mS/m		
		Färg		mgPt/l		
		TotP-halt		mg/l		
		TotN-halt		mg/l		
		O_2-halt på olika djup		mg/l		

*) se undersökningstyp Siktdjup (inom programområde Hav):

Frekvens och tidpunkter

Vertikala dygnsvandringar hos flera av de glacialrelikta kräftdjuren gör att provtagningstidpunkten under dygnet kan spela stor roll för resultatet (t.ex. Morgan et al. 1978, Beeton & Bowers 1982, Moen & Langeland 1989, Gal et al. 2004). Vertikalhåvning av *M. relicta* och *G. lacustris* skall t.ex. ske nattetid och påbörjas åtminstone 1 timme efter solnedgång och avslutas åtminstone 1 timme innan soluppgång. Nätter med starkt månljus skall undvikas, då månens ljus i hög grad påverkar djurens vertikalvandring.

Undersökningar baserade på användning av Mysistråll, bottenskrapa och Ekmanhuggare (eller van Veen-huggare), skall ske under den ljusa delen av dygnet då djuren vanligen uppehåller sig nära botten. Även insamling av *L. macrurus* med planktonhåv eller planktonhämtare kan ske under dagtid.

Den horisontella utbredningen kan variera under året (t.ex. Morgan & Threlkeld 1982, Moen & Langeland 1989, Kjellberg et al. 1991). Hakkala (1978) beskrev t.ex. hur tätheten hos *M. relicta* varierade under året beroende på faktorer som livscykel och predation. Populationsbeskrivningar med krav på större noggrannhet kan fordra att flera parallella prov tas men även att prover tas på flera platser, på flera djup och flera gånger under året.

Vid jämförelser av kvantitet mellan olika år ska samma provtagningstidpunkt under året väljas. Då provtagning endast sker vid ett tillfälle under året är sensommaren – hösten i de flesta fall den bästa årstiden. Den senaste generationen har då hunnit tillväxa i storlek då de glacialrelikta kräftdjuren vanligen föder sina ungar under våren. Den större storleken ökar fångstbarheten.

Individtätheten kan variera i långa periodiska cykler som omfattar många år. Ett känt exempel utgör mellanårsvariationer hos *M. affinis* (bl.a. Johnson & Wiederholm 1989, 1992, Sparrevik & Leonardsson 1998, Goedkoop & Johnson 2001, Leonardsson & Karlsson 2002). Undersökningar som syftar till att beskriva mellanårsvariationer och trender kräver kvantitativa provtagningar under många år. Provtagning ska då ske på samma plats och vid samma tidpunkt under dygnet samt under året. Utrustning och metodik i övrigt skall också vara densamma under de år som undersökningen omfattar. En låg frekvens av provtagningar kan förlänga tiden för upptäckt av förändringar.

Observations/provtagningsmetodik

Glacialrelikta kräftdjur kan insamlas med flera olika metoder. Kvalitativa och semikvantitativa (dvs. endast ungefärligt kvantitativa) metoder (framförallt Mysistråll) har i stor utsträckning använts vid svenska undersökningar av glacialrelikta kräftdjur. Två av arterna, *M. affinis* och *L. macrurus*, har också i vissa fall undersökts med kvantitativa metoder som Ekmanhämtare respektive planktonhämtare. Individtätheten hos *P. quadrispinosa*, *G. lacustris* och *M. relicta* har också i enstaka fall beskrivits utifrån provtagning med Ekmanhuggare. Sammantaget är dock kvantitativa undersökningar av glacialrelikta kräftdjur i svenska sjöar få och saknas i stort för *M. relicta, P. quadrispinosa*, *G. lacustris* och *S. entomon*.

Bagge et al. (1996) gjorde en jämförelse av fyra metoder för insamling av bl.a. glacialrelikta kräftdjur. Metoderna omfattade bomtråll, vertikala håvdrag, fällor av plexiglas med bete eller ljusstavar placerade på botten och Ekmanhuggare. Jämförelsen gav till resultat att olika metoder rekommenderades för olika glacialrelikta kräftdjursarter (se nedan).

Leonardsson & Sparrevik (1995) genomförde ett metodutvecklingsarbete rörande provtagning av glacialrelikta kräftdjur i Vättern. Arbetet bestod dels av en litteraturgenomgång av tidigare använda fångstmetoder samt en metodjämförelse mellan van Veen- och Ekmanhugare. Me-

todjämförelsen slutade med att van Veen-huggare rekommenderades vid kvantitativ provtagning i Vättern. I en stor sjö som Vättern är det möjligt att använda stora båtar vid provtagning, vilket i sin tur också gör det möjligt att använda tunga redskap som van Veen-huggaren. De flesta av sjöarna med glacialrelikta kräftdjur är dock förhållandevis små (Kinsten 2011) vilket gör att provtagningen vanligen sker från små båtar, vilket i sin tur kräver att redskapen är lätta och smidiga att använda. I de sistnämnda sjöarna rekommenderas därför istället Ekmanhuggare vid de tillfällen då huggare skall användas (se kapitlet om Bottenhuggare nedan).

Vid alla undersökningar gäller det att välja den bästa möjliga metoden sett till syftet med undersökningen samt krav på noggrannhet och arbetsinsats. Effektiviteten hos olika provtagningsmetoder är beroende av de glacialrelikta kräftdjurens distributionsmönster, individtäthet och beteende (Bagge et al. 1996). Vid återkommande undersökningar är det dock viktigt att samma metod används för att underlätta jämförelser.

Nedan ges exempel på metoder som använts och/eller rekommenderas för provtagning av glacialrelikta kräftdjur.

Kvalitativa och semi-kvantitativa metoder

Bomtrål så kallad ”Mysistrål” och bottenskrapa

Den vanligaste metoden för kvalitativ och semikvantitativ provtagning av glacialrelikta kräftdjur (med undantag av *L. macrurus*) har varit trålning med en typ av bomtrål så kallad Mysistrål (se Fürst 1965) eller med bottenskrapa. Trålnätets maskstorlek bör vara 1 mm. Mysistrålen är specialdesignad för insamling av just glacialrelikta kräftdjur och är liksom bottenskrapan i första hand lämplig för insamling av *M. relicta*, *P. quadrispinosa* och *G. lacustris* under dagtid. Enligt Bagge et al. (1996) fungerade trålning med Mysistrål dagtid relativt väl för fångst av *M. relicta* och *P. quadrispinosa*. Även *M. affinis* kan samlas in med nämnda redskap, men det kan då vara betydelsefullt att en viss mängd sediment följer med i provet då arten kan gräva ner sig i sedimentet. Haahtela (1978) använde en typ av bomtrål för insamling av *S. entomon* och ansåg att den metoden var den bästa för insamling av nämnda art på mjukbottnar nära kusten i Östersjön. Haahtela (1978) använde även bottenskrapa för insamling av *S. entomon* liksom Leonardsson (1986).

Trålning med bomtrål eller bottenskrapa ska ske dagtid under ljusa förhållanden då de glacialrelikta kräftdjuren befinner sig i, på eller nära botten. Populationer i mycket djupa sjöar kan dock förekomma i pelagialen även dagtid. I sådana fall måste andra metoder användas. De två nämnda metoderna kan vanligen inte betraktas som kvantitativa metoder då bl.a. den bottenyta som trålen sveps över är svår att uppskatta med någon större noggrannhet. Dessutom kan redskapets effektivitet variera under trålningen beroende på hinder och att redskapet fylls med olika mängder sediment. Bagge et al. (1996) visade att trålning med Mysistrål gav lägre fångster av amfipoder och *M. relicta* i jämförelse med flera andra metoder.

Mysistrålen sätts i sjön genom att den ställs på högkant på båtens reling med trålens undersida vänd ut från båten. Den kan därefter med en lätt knuff tippas överbord och på så vis hamna i rätt position. Båten drivs samtidigt framåt i lugn takt medan draglinan försiktigt matas ut. Ligger båten stilla då trålen släpps ner i vattnet ökar risken för att trålens nät lägger sig över trålramen och på så vis trålar med betydligt sämre effektivitet. En viss träning fordras för att avgöra när trålen nått botten. För att bestämma den trålade sträckans längd måste tidpunkten för trålens kontakt med botten noteras. En stum draglina är viktig för att ge möjlighet att känna när trålen når botten. Draglinan hålls därför i handen efter att trålen satts i sjön. Under trålningen bör linans vinkel mot vattenytan vara ca 45°. En allt för flack vinkel gör att trålen lät-

tare gräver ner sig i sedimentet medan en allt för brant vinkel på linan gör att trålen lättare lyfter från botten. På sandbotten kan en flackare vinkel tillåtas då trålen inte riskerar att samla in stora mängder organiskt sediment. Motsatsen gäller mjukbottnar med mycket organiskt material då en brantare vinkel kan vara lämpligare.

Trålning bör ske med låg hastighet. Vid flera undersökningar har en hastighet på c:a 0,5 knop (c:a 0,3 m/s) använts. Vid högre farter riskerar redskapet att lämna botten. Hastigheten mäts med logg. Under hela trålningen mäts djupet med ekolod. Draglinan hålls om möjligt i handen under hela trålningen för att på så vis kunna känna om trålen går jämnt på botten eller om den stöter på hinder.

Ett tråldrag som görs under lång tid utjämnar variationer i trålens effektivitet, beroende på t.ex. olika typer av hinder som kan finnas på botten, men som den som utför trålningen inte alltid är medveten om. Om så är möjligt rekommenderas en tråltid på 5 minuter. I mindre sjöar kan det vid trålning vara svårt att finna tillräckligt lång sträcka med samma djup. Trålning kan då istället ske inom ett djupintervall, som dock bör vara så snävt som möjligt. Eventuellt måste också tråltiden kortas ner.

Då trålen dras upp från botten bör det ske i jämn takt så att infångade organismer inte lämnar trålen. Då trålen nått vattenytan krävs ofta att en första sållning sker genom att trålnätet med innehåll sänks och höjs utan att mynningen sänks ned under vattenytan. När sedimentinnehållet i trålen minskats till en mindre mängd kan också vaskning ske genom att trålnätet rörs fram och tillbaka i vattenytan. Större delen av sedimentmängderna kan vanligen på så vis sköljas ur trålen. Den resterande mängden tappas därefter över i ett bottenfaunasåll där en slutlig sållning sker. Sållet ska högst ha samma maskstorlek som trålen. Resterna förs över till en förvaringsburk med stor öppning och tättslutande lock där de konserveras med etanol till en slutlig halt av 70 %.

Resultatet av trålningar kan i hög grad påverkas av bottensubstratet, som kan variera mycket mellan sjöar men också inom sjöar. I de fall trålen dras på sandbotten fungerar redskapet till stor del förutsägbart till skillnad från bottnar med mycket organiskt material. I det sistnämnda fallet kan trålen relativt snabbt fyllas med sediment och trålar då successivt med allt mindre effektivitet. Även förekomst av undervattensvegetation respektive avsaknad av sådan kan ge olika resultat. I andra fall kan trålen fastna i hinder som stenar och trädstammar och grenar som sjunkit. Vid problem får tråldraget göras om och eventuellt en kortare tråltid tillämpas. Precisionen i tidmätningen påverkas av det kan vara svårt att bedöma startpunkt och slutpunkt på trålsträckan, dvs. det ögonblick då trålen når botten respektive lämnar botten. Tråltiden kan vanligen inte bestämmas med större precision än cirka en halv minut vilket ökar osäkerheten vid korta trålningstider. Som regel bör man räkna med att användning av bomtrål leder till att individtätheten av glacialrelikta kräftdjur underskattas (se Bagge et al. 1996). I de fall större sedimentmängder insamlas av trålen är sannolikt underskattningen av de insamlade djurens täthet stor. Noteringar om sedimenttyp, sedimentmängd samt förekomst av vegetation i trålprovet ska göras.

Den trålade sträckan beräknas genom att tiden (s) för trålningen multipliceras med hastigheten (m/s). Trålens bredd multiplicerad med den trålade sträckan ger den yta som trålen svept över.

Trålning behöver ofta ske på flera djup då arternas fördelning vanligen varierar med djupet. I en sjö med större djup kan prov behöva samlas in på t ex 5 m, 10 m, (eventuellt 15 m), 20 m, 40 m, 60 m osv.

Sänkhåvar och fällor

Sänkhåv med eller utan bete (t ex fisk) har bl.a. prövats av Haahtela (1978), Leonardsson & Sparrevik (1995), Henricsson & Pettersson (2006) och Henricsson & Andersson (2007) för fångst av glacialrelikta kräftdjur och framförallt för fångst av *S. entomon*. Sänkhåvsmetoden kan dock enligt Leonardsson & Sparrevik (1995) påverka storlekssammansättningen hos de fångade djuren till nackdel för mindre djur.

Bagge et al. (1996) prövade fällor av plexiglas med bete eller ljusstavar med olika färg för fångst av glacialrelikta kräftdjur. Metoden ansågs vara den bästa metoden för fångst av *P. quadrispinosa*. Magnus Fürst (muntl.medd.) har också med framgång använt finmaskiga kräftmjärdar som betats med fisk för att fånga *S. entomon* och *G. lacustris*. Olle Lind, Risede (muntl.medd.) har använt hoptrasslade nät för fångst av *G. lacustris* och Gösta Kjellberg, Roa, Norge (muntl.medd.) fångade *G. lacustris* i hoptrasslade nät instoppade i kräftburar.

Kicksampling i sjöar och vattendrag

En av de glacialrelikta kräftdjursarterna, nämligen *P. quadrispinosa,* har förutom i sjöar också i vissa fall påträffats i vattendrag. Insamling i vattendrag har vanligen skett med hjälp av s.k. ”kicksampling”. Tekniken har också i enstaka fall använts vid fångst av *P. quadrispinosa* i sjöars litoral (Håkan Söderberg muntl. medd.). Mer information om ”kicksampling” ges i Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars litoral och vattendrag - inventering med oberoende urval (M42).

Planktonhåv

Insamling av den planktiska calanoida copepoden *L. macrurus* för kvalitativ analys sker lämpligast med s.k. planktonhåv för djurplankton (se undersökningstyp Djurplankton i sjöar).

För undersökning av förekomst kan en planktonhåv med maskstorleken 75–100 µ användas. Håvens tyngd ska vara sådan att den i lugn takt dras ned mot avsett provtagningsdjup med öppningen nedåt. Håvningen bör om möjligt ske ned till minst 20 meters djup, då arten är beroende av kallt vatten och därför vanligen uppehåller sig i hypolimnion. Håven vänds försiktigt när håven nått det avsedda djupet för att därefter firas upp i lugn takt till strax under ytan där den åter tillåts vända mot djupet. Proceduren upprepas 3–5 gånger utan tömning däremellan.

Kvantitativa metoder

Om målet med en undersökning är att beskriva förändringar i individtäthet i sjöar, t.ex. orsakade av någon form av miljöpåverkan, måste kvantitativa metoder användas. Nedan presenteras några metoder som kan användas för kvantifiering av glacialrelikta kräftdjur. Urvalet av metoder kan vara till hjälp då en undersökning planeras och val av metod/metoder behöver göras för att finna bästa möjliga metod grundat på noggrannhet kontra arbetsinsats och kostnad. Ingen av metoderna är dock helt utan begränsningar. Orsakerna kan vara att djuren aktivt undviker redskapet eller att djuren är ojämnt fördelade. Vid håvning påverkar även maskstorleken fångstförmågan hos redskapet.

Undersökningar som utförts med stor noggrannhet (t.ex. replikatprov, flera provplatser och provtillfällen) minskar antalet år som en undersökning måste omfatta för att slutsatser om förändringar och trender skall kunna dras.

Bottenhuggare

Ekmanhuggare rekommenderas för provtagning av bottenfauna (se Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral). Leonardsson & Sparrevik (1995) ansåg också det var den bästa metoden för att samla in och kvantifiera förekomsten av de bottenlevande glacialrelikta kräftdjursarterna (alla utom *L. macrurus*). I studien ingick också en jämförelse av skattningsförmågan hos Ekmanhuggare (bottenyta 0,0225 m^2, vikt 3 kg) respektive van Veen-huggare (0,105 m^2, vikt 28 kg) vid bedömning av individtätheten hos glacialrelikta kräftdjur. Studien visade att van Veen-huggaren gav de säkraste skattningarna. Författarna betonade att användning av van Veen-huggaren krävde en stor båt med vinschutrustning. Ekmanhuggare (eller en mindre van Veen-huggare) är därför lämpligare i mindre sjöar.

Ekmanhuggaren lämpar sig mindre bra för arter, som är lättrörliga och ibland befinner sig ovanför botten. Vid en jämförelse av olika metoder för provtagning av glacialrelikta kräftdjur ansåg Bagge et al. (1996) att *M. affinis* var den enda av de glacialrelikta kräftdjuren (*S. entomon* ingick dock inte i denna bedömning) som kan undersökas kvantitativt med Ekmanhuggare. Metoden har också under lång tid använts för provtagning av *M. affinis* i våra tre största sjöar (se t.ex. Johnson & Wiederholm 1989 och 1992, Sonesten 2008, Sonesten et al. 2009, Uppman 2009). Provtagning skall ske under dagtid då arten gräver ner sig i sedimentet under den ljusa delen av dygnet (t.ex. Hill & Elmgren 1987, Johnson & Wiederholm 1992, Karlsson & Leonardsson 2004). En viktig detalj vid provtagning av *M. affinis* med Ekmanhuggare är att se till att luckorna på huggarens ovansida inte tillåter djuren att undkomma då huggarens käftar slår/slagit igen. Van Veen-huggarens motsvarande luckor stänger bättre och är därför säkrare i det avseendet.

Bagge et al. (1996) nämnde att *P. quadrispinosa* ofta fångades med Ekmanhuggare. Gösta Kjellberg (muntl. medd.) har också använt Ekmanhuggare för kvantitativ provtagning av *P. quadrispinosa* i Mjösa i Norge. I det sistnämnda fallet var Ekmanhuggaren i dess övre del men under luckorna täckt av ett nät med maskstorleken 0,5 mm. Huggaren sänktes sakta så att den inte skapade en tryckvåg vilket kan skjuta undan djuren framför bottenhuggaren.

Leonardsson (1986) använde sig av van Veen-huggare (0,1 m^2) för kvantitativ täthetsbestämning av *S. entomon* i norra Bottenhavet. Kjell Leonardsson (muntl. medd.) ansåg att metoden fungerade väl som kvantitativ metod. Då nämnda bottenhuggare är för tung och svårhanterlig vid undersökningar i mindre sjöar rekommenderas därför i dessa fall istället användning av den mer lätthanterliga Ekmanhuggaren, som dock även i detta fall bör vara försedd med ett nät i dess övre del (se ovan).

Stor vertikalhåv

Vertikala håvdrag nattetid är en smidig metod som rekommenderas för kvantitativ provtagning av den lättrörliga *M. relicta* (Sell 1982) och har utnyttjats av många författare (t.ex. Hakkala 1978, Nero & Davies 1982, Bagge et al. 1996, Salemaa et al. 1986, Langeland 1988, Lehman et al. 1990, Chipps & Bennett 1996, Pothoven et al. 2000, Horppila et al. 2003, Koksvik et al. 2009). Bagge et al. (1996) ansåg att vertikala håvdrag i mörker nattetid var den mest effektiva metoden för insamling av *M. relicta* och *G. lacustris*.

Provtagning med vertikala håvdrag ska genomföras under mörka nätter (nätter med klart månsken skall undvikas) och påbörjas tidigast 1 timme efter solnedgång och avslutas senast 1 timme före soluppgång. Metoden har vissa begränsningar t ex vid bimodal utbredning av *M.*

relicta, dvs. då populationen samtidigt är uppdelad i en del i pelagialen och en del i områden nära botten (t.ex. Moen & Langeland 1989).

Håvar för insamling av *M. relicta* har ofta haft en area på 1 m^2 (t.ex. Carpenter et al. 1974, Langeland 1988, Koksvik et al. 2009, Kinsten opubl.), men håvar med mindre öppningsarea har också använts. Den specialhåv för fångst av mysider som konstruerats av Lasenby & Sherman (1990) hade öppningsarean 0,25 m^2. Hastigheten vid uppdragningen av håven har av flera angetts till 0,3–0,5 m/s (Hakkala 1978, Nero & Davies 1982). Chipps & Bennett (1996) rekommenderade en hastighet på högst 0,5 m/s vid uppdragning av håven. De noterade också att en mindre maskstorlek än 1 mm inte var nödvändig vid nämnda hastighet. Förekommer små juvenila individer måste håvens maskstorlek vara mindre. Vanligen har håven i änden också en uppsamlingsdel med mindre maskstorlek. Chipps & Bennett (1996) använde en håv där den avslutande delen hade maskstorleken 0,5 mm. I Sverige har vertikal-håvning av *M. relicta* endast utförts i mycket begränsad omfattning (Kinsten opubl.).

Håven kan hanteras på olika sätt. En metod vid håvning har varit att låta håven sjunka av egen tyngd med mynningen vänd mot botten för att strax ovan botten vända håven och dra upp den. Ett annat förfaringssätt har varit att endast fånga djuren under håvens uppdragning. Håven tillåts då sjunka mot botten med öppningen vänd uppåt så att den inte samlar in organismer på vägen ned. Gösta Kjellberg (muntl. medd.) använde t.ex. en håv med ett blylod hängande vid håvens spets. Vid kontakt med botten tillåts håven bli kvar där under en bestämd tid för att därefter dras upp för insamling av organismer (t.ex. Bagge et al. 1996). Sistnämnda författare lät håven bli kvar på botten i 5 minuter, medan Nero (1982) ansåg att det räckte med att håven stannade på botten i 30–60 sekunder innan den drogs upp igen. Avdrift under provtagningen måste undvikas för att den håvade sträckan inte skall förlängas på ett okontrollerbart sätt. Provtagningen bör därför ske under lugna vindförhållanden eller då båten förankrats.

Erfarenhet av vertikalhåvning av *G. lacustris* i Sverige saknas. Metoden har dock använts i Mjösa i Norge (Gösta Kjellberg, Roa, Norge (muntl. medd.)). Håven har då lagts på botten (se ovan) innan den dragits upp.

Då provtagning endast skall ske på en plats i sjön bör sjöns djupaste del väljas. Större sjöar bör dock undersökas på flera platser.

Om håvinnehållet töms i ett såll ska sållets maskstorlek inte överstiga håvens maskstorlek.

Planktonhämtare

Kvantitativa prover av *L. macrurus* insamlas lämpligen med metodik som används för övriga zooplankton (se undersökningstypen Djurplankton i sjöar).

Andra intressanta metoder som använts

Fördelningen av *M. relicta* kan vara bimodal, dvs. två toppar (se ovan under rubriken ”Stor vertikalhåv”). För insamling av mysider i både pelagial och nära botten i samma prov har Lasenby & Sherman (1990) konstruerat en speciell håv s.k. Bottom-closing drop net (BCDN). Håven är 1,7 m lång och har en kvadratisk öppningsarea med 0,25 m sida. Metallramen består av stål med dimensionen 0,05 x 0,60 cm. Maskstorleken är 1mm. Håven släpps vid ytan och faller av egen tyngd med en hastighet på 0,3 m/s samtidigt som den samlar in organismer i pelagialen. Vid kontakt med botten stängs håven. På så vis insamlas även djur nära botten.

Håven har så vitt man vet inte prövats i Skandinavien, men bör definitivt testas. Även Nero (1982) beskrev en typ av ”bottom closing net” för fångst av *M. relicta*.

Clarke Bumpushämtare (se t ex Edmondson & Winberg 1971) har använts av vissa författare (t.ex. Beeton 1960) för kvantitativ analys av *M. relicta* i pelagialen. Redskapet består av en håv med en flödesmätare monterad framför nätet. Hämtaren dras efter en båt med lina. Den kan öppnas, stängas och ställas in så att den samlar in prov på bestämda djup. Redskapet kan vara lämpligt då vertikalfördelningar av *M. relicta* skall beskrivas (t.ex. Hakkala 1978, Martinez & Bergersen 1991). Redskapet måste kalibreras innan provtagning.

En stor håv s.k. Bongonät användes bl.a. av Rudstam et al. (1986) för fångst av bl.a. *M. relicta* på specifika djup i Östersjön men användes också för integrerad provtagning i en hel vattenkolumn. Även Salemaa et al. (1986) använde en stor håv för vertikal håvning av nämnda art i Östersjön.

En viktig metodutveckling pågår som gäller användning av ekolod för kvantitativ bestämning av individtäthet hos *M. relicta* (Rudstam et al. 2008, Axenrot et al. 2009). Metodiken har använts i Vättern och en jämförelse med data från trålning har gjorts (Axenrot et al. 2009). Ekolodning kräver vanligen en jämförelse med andra metoder som håvning och trålning. En stor fördel med ekolodning är att stora arealer kan undersökas men också att tekniken undgår problem med att djuren kan undvika ”fångst”, vilket kan ske vid flera av de övriga metoderna. Tekniken bör i första hand prövas i våra stora sjöar.

Även om Mysistrålen i första hand rekommenderas för kvalitativa och semikvantitativa undersökningar kan den vid brist på andra lämpliga metoder och under vissa omständigheter användas för relativt goda kvantitativa uppskattningar av bottenlevande glacialrelikta kräftdjurs individtäthet. De omständigheter som åsyftas gäller trålning på relativt plana bottnar med ytterst lite organiskt sediment t.ex. sandbottnar.

Tabell 2. Provtagningsmetoder som i första hand rekommenderas för enskilda arter. För en närmare beskrivning av respektive metod se texten ovan.

Art	**Kvalitativ och semikvantitativ metod**	**Kvantitativ metod**
L. macrurus	Planktonhåv	Planktonhämtare
M. affinis	Mysistrål, bottenskrapa	Bottenhuggare
M. relicta	Mysistrål, bottenskrapa	Håvning med stor vertikalhåv i mörker
P. quadrispinosa	Mysistrål, bottenskrapa Kicksampling (i vattendrag)	*)
G. lacustris	Mysistrål, bottenskrapa, fälla	**)
S. entomon	Mysistrål, fälla, sänkhåv	***)

*) Bottenhuggare har använts. Gösta Kjellberg (muntl. medd.) har använt Ekmanhuggare, som i dess övre del men under luckorna var täckt av ett nät med maskstorleken 0,5 mm. Huggaren sänktes sakta så att den inte skapade en tryckvåg vilket kan skjuta undan djuren framför bottenhuggaren. Metoden är dock endast prövad i en sjö varför erfarenheten av metoden är begränsad. Metoden bör prövas och metodtester utföras.

**) Håvning med stor vertikalhåv i mörker har använts. Erfarenheten av provtagning av arten med nämnda metod är dock mycket begränsad, men bör prövas och metodtester utföras.

***) van Veenhuggare har använts i Bottenhavet vid stor täthet av arten. Om botten huggare ska användas i mindre sjöar är Ekmanhuggare att föredra. Eventuellt bör Ekmanhuggarens övre del men under luckorna var täckt av ett nät med maskstorleken 0,5 mm (se *) ovan). Erfarenheten av provtagning av arten med Ekmanhuggare i mindre sjöar är dock mycket begränsad. Metoden bör prövas och metodtester utföras.

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Prover skall sparas i minst ett år efter provtagning. Om innehållet från bottenskrapa, Mysistrål, Ekmanhämtare eller stor vertikalhåv ska sållas ska sållets maskstorlek inte överstiga fångstredskapets maskstorlek. Efter sållning tappas djuren i burkar med stort tättslutande lock och konserveras med etanol till en slutlig halt av 70 %.

Planktonprov tappas i en 100 ml flaska med tättslutande kork och konserveras med jod-jodkaliumlösning (20 g kaliumjodid, 10 g jod, 200 g dest. vatten).

Fältprotokoll

Fältprotokoll ska upprättas, se bilaga 2.

Bakgrundsinformation

Annan samtidig undersökning som t ex Vattenkemisk undersökning anges.

Kvalitetssäkring

Samma metoder ska så långt möjligt användas vid undersökningar som syftar till jämförelser av olika sjöar, platser och tidpunkter. Personal som genomför undersökningar av glacialrelikta kräftdjur ska ha goda kunskaper om organismerna i fråga samt ha god erfarenhet av att

genomföra nämnda typ av undersökningar vilket inkluderar en god kännedom av att hantera en för undersökningstillfället lämplig provtagningsutrustning. Artnamn kontrolleras så att dessa överensstämmer med artnamn i Artdatabankens taxonomiska databas över Sveriges organismer, Dyntaxa. Databasen är tillgänglig via internet på adressen http://dyntaxa.artdata.slu.se.

Databehandling, datavärd

Det finns för närvarande ingen nationell datavärd för uppgifter om glacialrelikta kräftdjur i sjöar och vattendrag, varför det inte heller går att hänvisa till en specifik databas. För att få information om vad som planeras när det gäller datavärdsskap går det bra att kontakta Naturvårdsverkets datavärdsansvarige: datavardsansvarig@naturvardsverket.se. Uppgifter/data sparas hos beställaren av provtagningen i enlighet med undersökningstypen tills dess att uppgifterna kan överföras till en datavärd.

Rapportering, utvärdering

Planering och genomförande av undersökningar av glacialrelikta kräftdjur ska utföras av personer med kunskap och erfarenhet av denna typ av undersökningar.

Om syftet är att följa förändringar i en sjö där någon form av påverkan sker/skett bör en eller flera referenssjöar i den nära omgivningen samtidigt undersökas.

Är syftet att beskriva långsiktiga förändringar eller trender i sjöar orsakad av regional/global miljöpåverkan krävs många års noggranna kvantitativa undersökningar. Flera sjöar bör om möjligt också ingå i undersökningarna för att öka möjligheterna till generella slutsatser.

Undersökningarnas resultat sammanställs i en rapport. Vid fortlöpande undersökningar sker rapportering med lämpliga tidsintervall t.ex. en gång per år.

En noggrann beskrivning av redskap, metodik och position skall göras. Vid t.ex. trålning och håvning skall redskapets dimensioner, maskstorlek och hastighet anges. Vid trålning ska dessutom tid för tråldrag anges.

Kvantitativa data från vertikalhåvning, trålning eller bottenhugg relateras till bottenytan och anges som antalet individer per ytenhet.

Syftet med undersökningen bestämmer i övrigt hur rapporten skall utformas.

Kostnadsuppskattning

Tidsåtgång för transport mellan sjöar, sjösättning och upptagande av båt och båttransport beräknas.

Tiden för provtagningsarbetet (trålning, bottenhugg, planktonprovtagning) under dagtid i mindre sjöar kan grovt räknat uppskattas till en arbetsdag per sjö medan tiden för håvning nattetid med stor vertikalhåv vanligen kan beräknas till en natt per sjö. Stora sjöar, fler provtagningsplatser och större noggrannhet kräver mer tid. Av praktiska och säkerhetsmässiga skäl bör fältarbetet utföras av två personer.

Tiden för genomgång i laboratoriet av semikvantitativa och kvantitativa prover insamlade med bottenskrapa eller trål beror på mängden prover, antalet individer per prov, mängden och typen av sediment i de sållade resterna samt om subsampling sker. En mycket grov uppskattning av tidsåtgången för en enkel kvantitativ genomgång av nämnda bottennära prov är ca 2 timmar per prov. Vid större noggrannhet (t ex könsbestämning och längdmätning), stora sedimentmängder, stora individantal eller andra komplicerande faktorer kan tidsåtgången vara betydligt större.

Håvprov är normalt inte uppblandade med sediment i motsats till prover från trålning. Individtätheten är också ofta lägre i håvproven än i trålproven. Det gör att genomgång av håvprover tar mindre tid i jämförelse med trålprover. Arbetsinsatsen för en enkel kvantitativ genomgång av prov insamlade med stor vertikalhåv kan grovt beräknas till ca 1–2 prov per timme. Som nämnts kan en noggrannare kvantitativ analys med t.ex. längdmätning och könsbestämning ta betydligt längre tid.

Tidsåtgång för kvalitativ genomgång av planktonprov (*L. macrurus*) kan beräknas till ca 1 tim per prov. Kvantitativ analys kräver betydligt mer tid (se undersökningstyp Djurplankton i sjöar).

Kostnader för provtagningsutrustning samt planering, utvärdering och rapportering tillkommer.

Författare och övriga kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:
Ulrika Stensdotter Blomberg
Havs- och vattenmiljöprojektet
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 010-698 15 59
E-post: ulrika.stensdotter (a) naturvardsverket.se

Författare, expert och kontakt angående sakfrågor för undersökningtypen:

Björn Kinsten
Fagerövägen 57B
791 53 Falun
Tel.: 023-16033
E-post: b.kinsten@gmail.com

Teknisk redaktör:
Susanna Schröder
Enheten för natur och biologisk mångfald
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Telefon: 010-698 12 39, E-post: susanna.schroder (a) naturvardsverket.se

Referenser

Axenrot, T., M. Ogonowski, A. Sandström, & T. Didrikas. 2009. Multifrequency discrimination of fish and mysids. ICES Journal of Marine Science, 66:1106–1110.

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.

Beeton, A.M. 1960. The vertical migration of *Mysis relicta* in Lakes Huron and Michigan. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 17*:*517–539.

Beeton, A.M. & J.A. Bowers. 1982. Vertical migration of *Mysis relicta* Lovén. Hydrobiologia 93:53–61.

Carpenter, G.F., E.L. Mansey & N.H.F. Watson. 1974. Abundance and life history of *Mysis relicta* in the St. Lawrence Great Lakes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 31:319–325.

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.

Edmondson, W.T. & G.G. Winberg. 1971. Clarke-Bumpus plankton sampler (kap. 1.1.5). A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. IPB Handbook No. 17. Blackwell Scientific Publishers, Oxford, UK.

Fiskeriverket. 2003. Kräftfiskevård hot, möjligheter och bestämmelser. F-fakta nr 15, årg. 12. Fiskeriverket. Göteborg.

Fürst, M. 1965. Experiments on the transplantation of *Mysis relicta* Lovén into Swedishlakes. Report from the Institute of Freshwater Research., Drottningholm 46:79–89.

Gal, G., L.G. Rudstam & O.E. Johannsson. 2004. Predicting *Mysis relicta* vertical distribution in Lake Ontario. Archiv für Hydrobiologie, 159:1, pp.1–23. Stuttgart.

Goedkoop, W. & R.J. Johnson. 2001. Factors affecting population fluctuations of the glacial relict amphipod *Monoporeia affinis* (Lindström) in Sweden´s largest lakes. Ambio. 30(8): 552–558.

Haahtela, I. 1978. Methods for sampling scavenging benthic Crustacea, especially the Isopod Mesidothea entomon (L.) in the Baltic. Annales Zoologici Fennici, 15:182–185.

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

Henricsson, A. & A. Pettersson. 2006. Glacialrelikter i Stockholms län 2006. Medins Biologi AB. Mölnlycke. 16p.

Henricsson, A. & R. Andersson. 2007. Inventering av glacialrelikta kräftdjur i Mälaren 2007. Medins Biologi AB. Mölnlycke. 34p.

Hill, C. & R. Elmgren. 1987. Vertical distribution in the sediment in the co-occurring benthic amphipods *Pontoporeia affinis* and *P. femorata*. Oikos 49:221–229.

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.

Johnson, R.K. & T. Wiederholm. 1989. Long-term growth oscillations of *Pontoporeia affinis* Lindström (Crustacea:Amphipoda) in Lake Mälaren. Hydrobiologia 175:183–194.

Johnson, R.K. & T. Wiederholm. 1992. Pelagic-benthic coupling – The importance of diatom interannual variability for population oscillations of *Monoporeia affinis*. Limnology and Oceanography 37(8), 1596–1607.

Karlsson, A. & K. Leonardsson. 2004. Bottniska viken 2004. Mjukbottenfauna.Umeå Marina Forskningscentrum/Institutionen för Ekologi och Geovetenskap, Umeå universitet. http://www.havet.nu/dokument/Bv2004bottenfauna.pdf

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. 2011. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Naturvårdsverket.

Kjellberg, G., D.O. Hansen & J.P. Nilssen. 1991. Life history, growth and production of *Mysis relicta* in the large, fiord-type Lake Mjösa, Norway. Freshwater Biology 26:165–173.

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.

Lasenby, D.C. & R.K. Sherman. 1990. Design and evaluation of a bottom-closing net used to capture mysids and other suprabenthic fauna. Canadian Journal of Zoology, 69:783–786.

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.

Leonardsson, K. 1986. Growth and reproduction of *Mesidothea entomon* (Isopoda) in the northern Bothnian Sea. Holarctic Ecology, 9:240–244.

Leonardsson, K. & E. Sparrevik. 1995. Metoder för insamling och övervakningav glaciala kräftdjur. I: Vätternvårdsförbundet, Rapport 36. s. 157–171.

Leonardsson, K. & A. Karlsson. 2002. Bottniska viken 2002. Mjukbottenfauna.Umeå Marina Forskningscentrum/Institutionen för Ekologi och Geovetenskap, Umeå universitet

http://www.havet.nu/dokument/Bv2002bottenfauna.pdf

Martinez, P.J. & E.P.Bergersen. 1991. Interactions of Zooplankton, *Mysis relicta,* and Kokanees in Lake Granby, Colorado. American Fisheries Society Symposium 9:49–64.

Moen, V. & A. Langeland. 1989. Diurnal vertical and seasonal horizontal distribution patterns of *Mysis relicta* in a large Norwegian lake. Journal of Plankton Research. 11:729–745.

Morgan, M.D., S.T. Threlkeld & C.R Goldman. 1978. Impact of introduction of Kokanee (*Onchorhyncus nerka*) and opossum shrimp (*Mysis relicta)* on a subalpine lake. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 35:1572–1579.

Morgan, M.D. & S.T. Threlkeld. 1982. Size dependant horizontal migration of *Mysis relicta*. Hydrobiologia, 93:63–68.

Naturvårdsverket. 2001. Undersökningstyp: Siktdjup. (Programområde: Hav). Version 1:1.

Naturvårdsverket. 2003. Undersökningstyp: Djurplankton i sjöar. Version 1:1.

Naturvårdsverket. 2008. Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars litoral och vattendrag - inventering med oberoende urval (M42). Version 1:1.

Naturvårdsverket. 2010. Undersökningstyp: Bottenfauna i sjöars profundal och sublitoral. Version 2:0.

Naturvårdsverket. 2010. Undersökningstyp: Vattenkemi i sjöar. Version 1:1.

Nero, R.W. 1982. A description of three nets suitable for estimating the abundance of *Mysis relicta*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1046.

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.

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.

Rudstam, L.G., S. Hansson & U.Larsson. 1986. Abundance, species composition and production of mysid shrimps in a coastal area of the northern baltic proper. Ophelia, Suppl. 4:225–238.

Rudstam, L.G., F.R. Knudsen, H. Balk, G. Gal, B.T. Boscarino & T. Axenrot. 2008. Acoustic characterization of *Mysis relicta* at multiple frequencies. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 65:2769–2779.

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.

Sell, D.W. 1982. Size-frequency estimates of secondary production by *Mysis relicta*in Lakes Michigan and Huron. Hydrobiologia 93:69–78 .

Sonesten, L. 2008. Bottendjur. Vänerns vattenvårdsförbund. Årsskrift 2008.

Sonesten, L., M. Wallin, T. Vrede, & K. Wallman. 2009. Miljöövervakning i Mälaren 2009. Mälarens vattenvårdsförbund. Sveriges lantbruksuniversitet.

Sparrevik, E. & K. Leonardsson. 1998. Recruitment in the predacious isopod *Saduria entomon* (L.): alternative prey reduces cannibalism. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 221:117–130.

Uppman, M. 2009. Bottendjur. Pelagia Miljökonsult AB. Vätterns vattenvårdsförbund. Årsskrift 2009.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:1, 2011-05-09.

Bilaga 1.

Utrustning för provtagning och analys av glacialrelikta kräftdjur

Fältutrustning

Båt med utombordare och ankare.

Flytväst

Syftkompass

GPS-utrustning

Ekolod och logg (uppladdade)

Siktskiva (25 cm) med lina som är märkt med ½ m intervall.

Ev. Sjökort

Djupkarta

Anteckningsbok med penna

Sprutflaska

Burkar/flaskor

”Märklappar”

Vattenfast märkpenna

Olika typer av provtagningsutrustning inklusive kompletterande utrustning:

Stor vertikalhåv

Öppningsarea 1 m^2 och maskstorlek 1 mm. Mindre maskstorlek (t.ex. 250 µm) kan krävas då små juvenila individer av arten förekommer.

Vid fångst då håven sänks skall tyngden avpassas så att håvens sjunkhastighet är c:a 0,3–0,5 m/s.

Om fångst endast skall ske vid uppdragning av håven kan en mindre blytyngd fästas vid håvens spets för att undvika fångst då håven sänks mot botten.

Lina som är uppmärkt med 1 m intervall.

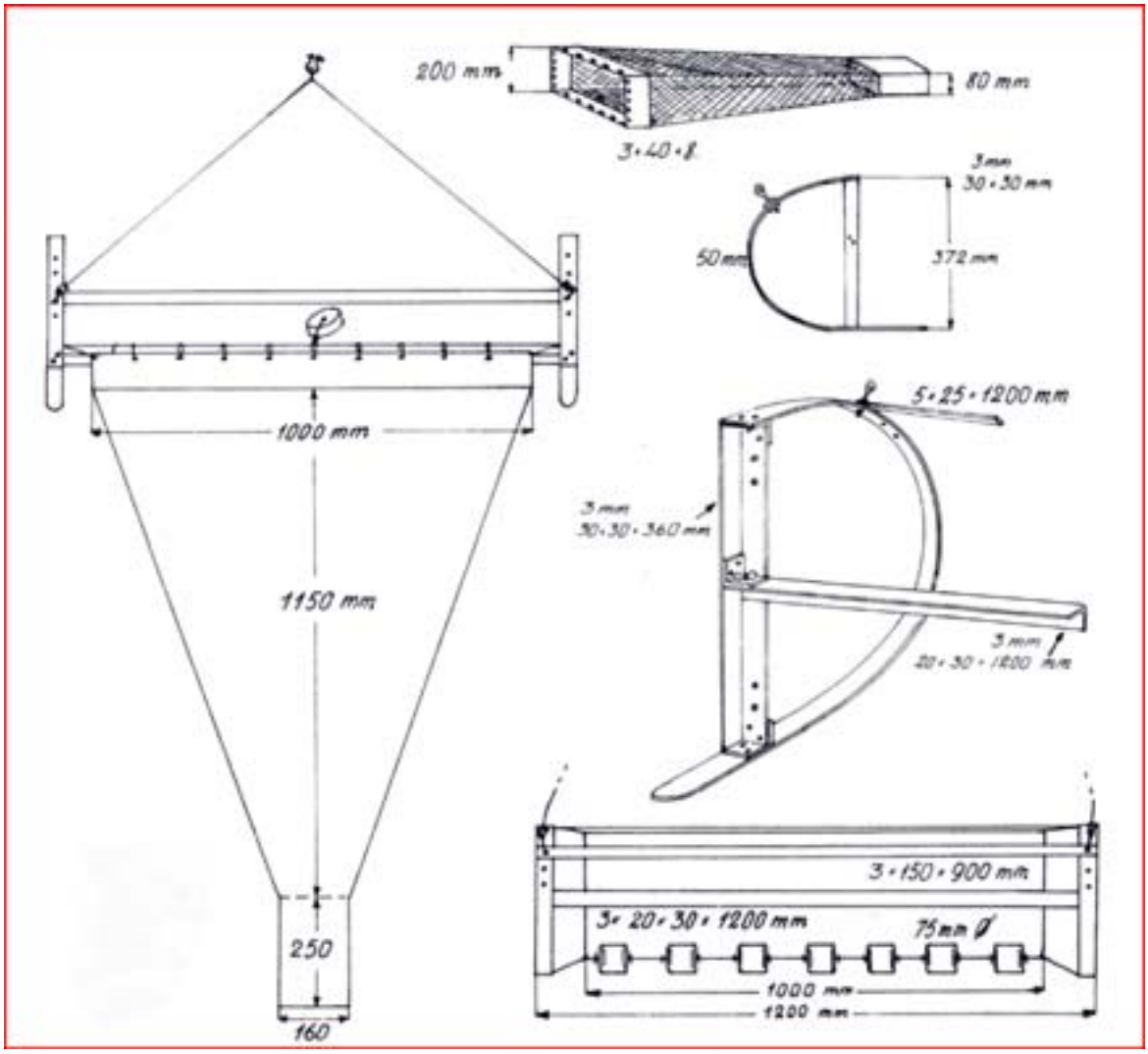
Hink

Balja

Pincett, mjuk

Mysistrål

Komplett Mysistrål med maskstorleken 1 mm och/eller Mysis-håv.



Figur 1. Bild av Mysistrål (enligt Fürst 1965 med viss modifiering).

Mysistrålens ram tillverkas av aluminium. Den tvärgående bommen framför trålens mynning kan tillverkas av vinkeljärn med dimensionen 20x20 mm och godstjockleken 3 mm.

Draglina till trålen vars längd minst motsvarar 2 x maxdjupet i sjön. Linan skall vara så stum som möjligt och uppmärkt med c:a 5 m:s intervall.

Såll för bottenfauna med maskstorleken 1 mm.

10-liters hink

Balja

Ekmanhuggare

Ekmanhuggare med testat lod och med luckor som förhindrar att djuren kan smita ut. För fångst av *P. quadrispinosa* ska bottenhuggaren vara försedd med ett nät med maskstorleken 0,5 mm fästat i redskapets överdel men under luckorna.

Lina som är uppmärkt med 1m:s intervall.

Bottenfaunasåll med maskstorleken 1 mm (kan vara mindre då små juvenila individer ingår i undersökningen).

Planktonhåv

Planktonhåv (maskstorlek 75 µm) med tyngd och lina som är märkt med 1 m:s intervall

Liten hink för förvaring av håv och lina.

Tratt

Sänkhåv

Sänkhåvar med lina och dobb.

Bete

Fälla (se t.ex. Bagge et al. 1996)

Fällor med lina och dobb.

Bete

Ljuskällor med olika färg

Provförvaring

1- liters förvaringsburkar med stort tättslutande lock för provförvaring.

Konserveringsmedel (96 % etanol). Vid konservering av prov skall provens slutliga halt av etanol vara c:a 70%.

100 ml flaskor med tättslutande kork för planktonprov (*Limnocalanus macrurus*).

Jod-jodkaliumlösning (20 g kaliumjodid, 10 g jod, 200 g destillerat vatten).

Laboratorieutrustning

Utrustning för subsampling av trålprov

Vanna för analys av prover

Förstoringsglas med lampa

Stereomikroskop

Petriskål eller liknande

Pincett, mjuk
Sprutflaska
Burkar för bearbetade prover
Konserveringsmedel (96 % etanol)

Eventuellt omvänt mikroskop för planktonräkning
Räknekammare
Subsampler för planktonprov

Bestämningslitteratur
Etiketter
Penna
Anteckningsbok, protokoll

Utrustning för temperaturmätning och syrgasprov på olika djup.
Eventuellt tillägg av utrustning för annan kompletterande provtagning.

Bilaga 2.

Fältprotokoll skall upprättas enligt nedan.

FÄLTPROTOKOLL GLACIALRELIKTA KRÄFTDJUR

Fältprotokollet bifogas provburkar och provflaskor. Uppgifter som krävs för varje enskild provflaska skall stå på provflaskans etikett.

SJÖNAMN	
Sjönummer enligt SMHI	
Utloppskoordinater (ange RT 90 eller SWEREF 99)	
Höjd över havet (meter över havet)	

1. STATIONSDATA	
Stationsnamn eller beteckning	
Koordinater (ange RT 90 eller SWEREF 99)	
Uppmätt sjödjup vid mätstationen (m)	

2. ALLMÄNNA DATA	
Datum	
Tid	
Vindriktning och vindstyrka (svag, måttlig stark)	
Andra iakttagelser av betydelse	

3. PROVTAGNINGSDATA	
Ytvattentemperatur (°C) mätt på 0,5 m:s djup	
Förekomst av språngskikt samt dess ungefärliga djup (m)	
Siktdjup (dm)	
Provtagningsdjup eller djupintervall (m)	

Provtagningsredskap, dess storlek och maskvidd (mm)	
Vid trålning: 1. Trålens genomsnittliga hastighet (knop eller m/s): 2. Effektiv tid för tråldraget (s):	
Vid bottenhugg: Ange bottenhuggets yta (m^2)	
Vid håvning: 1. Ange om fångst skett både vid håvens rörelse nedåt och uppåt eller bara i en riktning (uppåt eller nedåt) 2. Håvens hastighet (m/s).	
Provtagarens kod eller namn	
Övrigt	

4. PROVDATA		
Beskriv insamlat bottensubstrat i bottenhuggare eller Mysistråt genom att markera i kolumnerna ”Förekomst” och/eller ”Förekomstgrad” nedan		
	Förekomst	
Bottensedimentets substrattyp:	1.Dy 2.Gyttja 3.Lera 4.Sand	
Bottensedimentets färg	1. Ljusgrå 2. Blyertsgrå 3. Svart 4. Brun (humusfärg)	
Bottensedimentets lukt	1. Ingen lukt 2. Svavelväte 3. Olja (dvs petroleum-kolväten)	
		Förekomstgrad Klassas (0, 1 eller 2)
Vid trålning: Sedimentmängd i tråll		0 = Inget eller lite sediment 1 = Halvfull tråll 2 = Full tråll
Vid trålning: Sedimentmängd i såll		0 = Saknas eller sparsam förekomst 1 = Måttlig förekomst 2 = Riklig förekomst

Övrigt	1.Växtdelar 2.Cyanobakterie-kolonier (Cyanobakterie-kulor) 3.Oljedroppar 4.Spånor 5.Blålera 6.Kalkpartiklar 7.Myrmalm	0 = Förekommer inte 1 = Sparsam förekomst 2 = Riklig förekomst
Andra iakttagelser av betydelse		
Konserveringsmedel		
Provtagarens kod eller namn		

BURKENS ELLER FLASKANS ETIKETT	
Sjönamn	
Sjönummer enligt SMHI	
Station	
Datum	
Tid	
Provtagningsdjup (m)	
Provtagningsredskap	
Maskstorlek (mm)	
Provtagarens kod eller namn	
Annan viktig information	