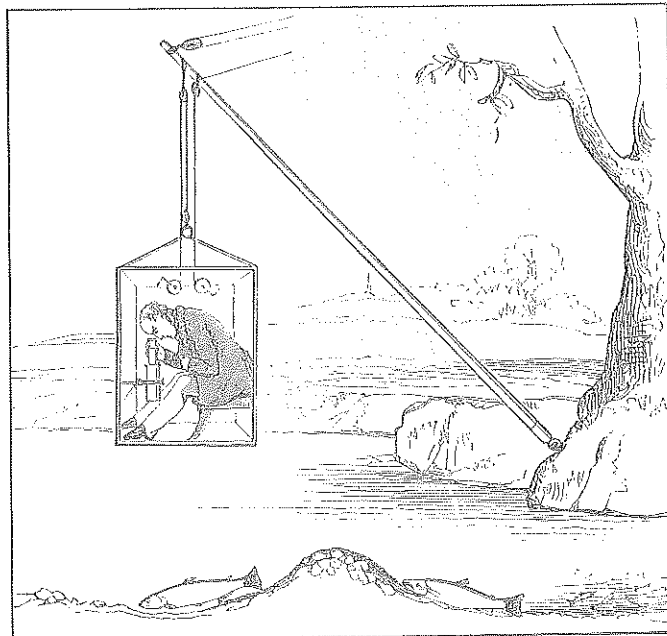


FISKENÄMNDEN
I VÄSTMANLANDS LÄN
1986 -12- 18

Dnr

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET Drottningholm



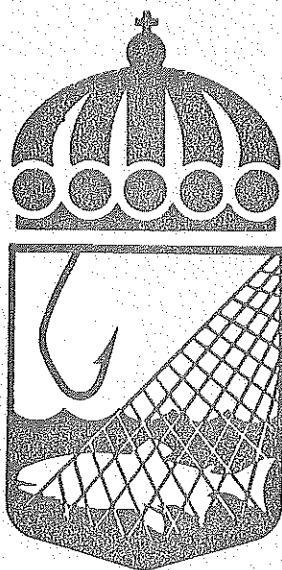
BJÖRN KINSTEN

Förekomst av relikta kräftdjur i
mellersta Sverige med speciell
inriktning på effekter av försurning

Författare:

Björn Kinsten

Hosjöstrand 127
791 46 FALUN



FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

FÖREKOMST AV RELIKTA KRÄFTDJUR I MELLERSTA SVERIGE MED SPECIELL INRIKTNING PÅ EFFEKTER AV FÖRSURNING

Björn Kinsten

1.	INLEDNING	1
2.	MATERIAL OCH METODER	3
2.1.	Allmänt	3
2.2.	Fysikalisk-kemiska provtagningar	3
2.3.	Biologiska provtagningar och bearbetningsmetoder	3
3.	RESULTAT	5
3.1.	Allmänna data om sjöarna	5
3.2.	Förekomst av relikta kräftdjur	5
3.2.1.	Allmänt om förekomst	5
3.2.2.	Förekomst i relation till olika morfometriska eller fysikalisk-kemiska variabler	8
3.2.2.1.	<u>Mysis relicta</u>	8
3.2.2.2.	<u>Pontoporeia affinis</u>	9
3.2.2.3.	<u>Pallasea quadrispinosa</u>	10
3.2.2.4.	<u>Gammaracanthus lacustris</u>	10
3.2.2.5.	<u>Limnocalanus macrurus</u>	10
3.3.	Täthet	11
3.3.1.	Allmänt om täthet	11
3.3.2.	Täthet i relation till alkalinitet	12
3.4.	Förändringar i förekomst eller täthet i några sjöar som är eller har varit försurade	12
4.	DISKUSSION	16
4.1.	Provtagningsmetodik och felkällor	16
4.2.	Vissa icke relikta kräftdjurs känslighet för sur miljö	18
4.3.	<u>Mysis relicta</u>	19
4.4.	<u>Pontoporeia affinis</u>	22
4.5.	<u>Pallasea quadrispinosa</u>	23
4.6.	<u>Gammaracanthus lacustris</u>	23
4.7.	<u>Limnocalanus macrurus</u>	24
5.	SYNPUNKTER OCH REKOMMENDATIONER	26
6.	SAMMANFATTNING	27
7.	ERKÄNNANDEN	28
8.	LITTERATUR	29
9.	ENGLISH SUMMARY: THE OCCURRENCE OF GLACIAL RELICT CRUSTACEANS IN CENTRAL SWEDEN WITH EMPHASIS ON THE EFFECTS OF ACIDIFICATION	31
	BILAGOR	33

1. INLEDNING

De s k glacialrelikta kräftdjur som förekommer i Sverige är Mysis relicta Lovén, Pontoporeia affinis Lindström, Pallasea quadrispinosa G.O. Sars, Gammaracanthus lacustris G.O. Sars, Limnocalanus macrurus G.O. Sars samt Mesidothea entomon (L.). Deras utbredning är speciell då de naturligt endast förekommer i vissa sjöar och vattendrag nedströms den högsta kustlinjen (HK), dvs den strandlinje som Östersjön i något av sina olika utvecklingsstadier nått upp till. Förekomsten av P. quadrispinosa överensstämmer dock inte helt med denna beskrivning, då den i något enstaka fall även påträffats strax ovan HK (bl a Nybelin & Oldevig 1944). Artens ställning som glacialrelikt har därför också tidigare ifrågasatts (Sejerstråle 1957). Även de övriga arternas ställning som glacialrelikter har tidigare ansetts tveksam (Holmquist 1963). Sejerstråle (1976) anser dock numera att alla ovannämnda arter är att betrakta som verkliga relikter med hänvisning till Ekmans definition (1915, 1953), som säger att en art är en relikt i en region, om dess uppträdande där endast kan förklaras med antagandet att den själv, eller dess förfäder, kvarlämnades där under annorlunda förhållanden än de nuvarande.

Förekomsten i Sverige av dessa arter har i grova drag kartlagts tack vare att många biologer varit intresserade av att använda deras utbredning till att försöka klarlägga de olika skedena i Östersjön historia. Ekman (1940) utförde en sammanställning över förekomsten av dessa djur i hela Sverige, medan Lundberg (1957) redovisade förekomsten i västra Sverige. Ytterligare fyndlokaler framgår av Lettevall (1962), Fürst (1966) samt Söderbäck (1974). Fürst (1972) konstaterade bl a naturlig förekomst av M. relicta i ett stort antal sjöar i Sverige och har även redovisat resultat av inplanteringar av dessa kräftdjur i svenska sjöar (Fürst 1981). I stora områden saknas dock fortfarande kunskap om arternas förekomst, framför allt när det gäller enskilda sjöar och vattendrag. Viss inventeringsverksamhet har dock nyligen påbörjats i Västmanlands län (Länsstyrelsen i Västmanlands län 1985), Västernorrlands län (Håkan Söderberg, Länsstyrelsen i Västernorrlands län, muntl.medd.) samt i Örnsköldsviks kommun

(Ulf Pierrou och Johan Spens, Örnsköldsviks kommun, muntl.medd.). Förutom nämnda brist på uppgifter om förekomst saknas i ännu högre grad uppgifter om populationstäthet hos dessa djur i svenska sjöar.

Förutom intresset kring de olika arterna i samband med beskrivningar av Östersjöns historia, tilldrar sig djuren även stort intresse pga att flera av arterna visat sig vara viktiga som näringsdjur för fisk (Huitfeldt-Kaas 1917, Nybelin 1935, Nybelin & Oldevig 1944, Völlestad 1983, Fürst et al. 1984). Samtidigt har det visat sig att många kräftdjur är känsliga för låga pH-värden (Borgström & Hendrey 1976, Økland & Økland 1980, Appelberg 1986). Studier av relikta kräftdjurs känslighet för sur miljö är emellertid sparsamma. Uppgifter rörande M. relicta, P. affinis och L. macrurus har dock presenterats av Dadswell (1974). Nero & Schindler (1983) har dessutom studerat försurningskänsligheten hos M. relicta, varvid författarna bl a fört fram åsikten att M. relicta är en av Nordamerikas pH-känsligaste sötvattensorganismer.

Då kunskapen är dålig om hur de relikta kräftdjuren klarar sig i miljöer som fortlöpande försuras och då det dessutom är mycket angeläget att i tid dokumentera eventuella förekomster innan försurningen uttraderat bestånden, påbörjades dessa undersökningar 1983 för att öka kunskapen i nämnda frågor.

Huvudsyftet med undersökningen är således att dokumentera nuvarande förekomst av dessa djur i ett antal såväl tidigare som icke tidigare undersökta sjöar i framför allt mellersta Sverige. Betydelsen av att undersöka dessa sjöar understryks inte minst av att Tracy & Vallentyne (1969) angav att kroppsdelar av M. relicta har små utsikter att bevaras i sjösediment.

Dessutom syftar undersökningen till att påvisa eventuella samband mellan pH, alkalinitet, konduktivitet, färg, kalcium+magnesium, siktdjup samt maximalt sjödjup och förekomst av relikter. Ansträngningar har även gjorts för att bestämma den ungefärliga tätheten av dessa djur för att undersöka om det fanns något samband mellan täthet och sjöarnas pH eller alkalinitet.

2. MATERIAL OCH METODER

2.1. Allmänt

Under juni-augusti 1983-84 undersöktes 70 sjöar i södra och mellersta Sverige. I 46 av dessa sjöar hade relikta kräftdjur tidigare påträffats och dokumenterats. Flertalet av sistnämnda sjöar är belägna i den västra delen av Sverige, medan de resterande 24 sjöarna framför allt ligger i östra Sverige. Berörda län är framför allt Värmlands, Älvsborgs, Östergötlands samt Kalmar län, men även i mindre utsträckning Kopparbergs, Göteborgs och Bohus, Hallands samt Jämtlands län.

2.2. Fysikalisk-kemiska provtagningar

Prover för kemisk analys insamlades som ytvattenprov (0.5 m djup) över största provtagningsdjupet och analyserades inom något dygn. Analysen omfattade pH, alkalinitet, konduktivitet och färg. År 1984 tillkom även analys av kalcium+magnesium. Siktdjupet uppmättes med hjälp av Secchi-skiva (25 cm diameter).

2.3. Biologiska provtagningar och bearbetningsmetoder

Undersökningarna omfattade provtagning för uppskattning av den relativa tätheten av de fyra kräftdjur som åtminstone under den ljusa delen av dygnet lever på botten, dvs M. relicta, P. affinis, P. quadrispinosa och G. lacustris. Dessutom undersöktes förekomsten av den pelagiska hoppkräftan L. macrurus. (M. entomon påträffades inte i 1983-84 års undersökning. Arten är sällsynt och erhålls i allmänhet inte annat än med speciell metodik och efter mer omfattande undersökningar.) Den relativa tätheten av de bottenlevande kräftdjuren skattades genom bottentrålning under dagtid. Därvid användes en bomtrål med ca 25 cm höjd, 100 cm bredd och 0.2 cm maskstorlek (Fürst 1965). Från båt med motor drogs redskapet under låg och jämn fart (ca 0.5 knop) fram på botten under fem minuter. Farten uppmättes 1984 med hjälp av logg (Silva 2000). I vissa fall har trålning skett under längre eller kortare tid än fem minuter. I dessa fall har de erhållna värdena omräknats till värden som motsvarar trålning

under fem minuter. I de flesta fall har två prov insamlats på största djupet samt ett prov på ungefär var 20:e djupmeter. Under 1984 togs dessutom i de flesta fall prov på 10 m djup. Djupet uppmättes med ekolod (Lowrance 2260). Proven konserverades i 70% etanol. L. macrurus insamlades med planktonhåv med maskstorleken 75 µm över största provtagningsdjupet, från ytan ned till 25 m, om så var möjligt. Proven konserverades med Lugols lösning.

De enskilda proven i den ovannämnda dubbelprovtagningen på största djupet avvek med 3-64% från respektive medelvärde och i medeltal var avvikelserna 21%.

Samtliga i undersökningen berörda sjöar, utom Stor-Ullen där M. relicta inplanterats, ingår i jämförelsen mellan förekomst av olika arter och maximalt sjödjup.

Studierna av sambandet mellan förekomst av kräftdjur å ena sidan och alkalinitet, pH, konduktivitet, färg och siktdjup å andra sidan omfattar de i undersökningen ingående sjöarna utom Buvattnet, Ölen och Ömmeln, då dessa varit försurade och därefter kalkats. Dessutom har Stor-Ullen undantagits av samma skäl som nämnts tidigare. Denna jämförelse omfattar sålunda 66 sjöar med undantag av jämförelsen med siktdjupet, då detta endast uppmätts i 60 sjöar. Vidare ingår endast de sjöar som undersöktes 1984 i jämförelsen mellan förekomst och halten kalcium+magnesium, pga att analys av nämnda ämnen endast utfördes detta år.

Vid jämförelse mellan förekomst och olika morfometriska och fysikalisk-kemiska variabler har sjöarna för att erhålla så lika antal som möjligt inom resp klass godtyckligt indelats i följande intervall:

Variabel	Intervall			
pH	<6.5	6.5-6.7	6.8-7.0	>7.0
Alkalinitet (mekv/l)	<0.04	0.04-0.06	0.06-0.14	>0.14
Konduktivitet (mS/m)	<4.0	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-7.9 >7.9
Färgtal (mg Pt/l)	<15	15-20	21-30	>30
Kalcium+Magnesium (mekv/l)	<0.40	≥0.40		
Siktdjup (m)	<3.0	3.0-4.9	5.0-6.9	>6.9
Maximalt sjödjup (m)	<20	20-29	30-39	>39

I de fall signifikanta samband påträffats har testmetod och signifikansgrad angivits. Testuppställning vid chi-2 test framgår av tabeller och figurer.

3. RESULTAT

3.1. Allmänna data om sjöarna

De 70 undersökta sjöarna (Figur 1) var från 9 hektar (Drippeltjärn) till strax under 10 000 hektar (Stora Le, Glafs fjorden) (Bilaga 1). Av dessa sjöar hade 19 alkalinitet av 0.05 mekv/l eller lägre (Bilaga 2) och hälften av sjöarna lägre alkalinitet än 0.085 mekv/l (Tabell 1). De undersökta sjöarna var djupa, grundaste sjön var 14 m, och hade låga färgtal och höga siktdjup.

Tabell 1. Medianvärden och variationsbredder av fysikalisk-kemiska data vid undersökningar av 70 sjöar 1983-84.

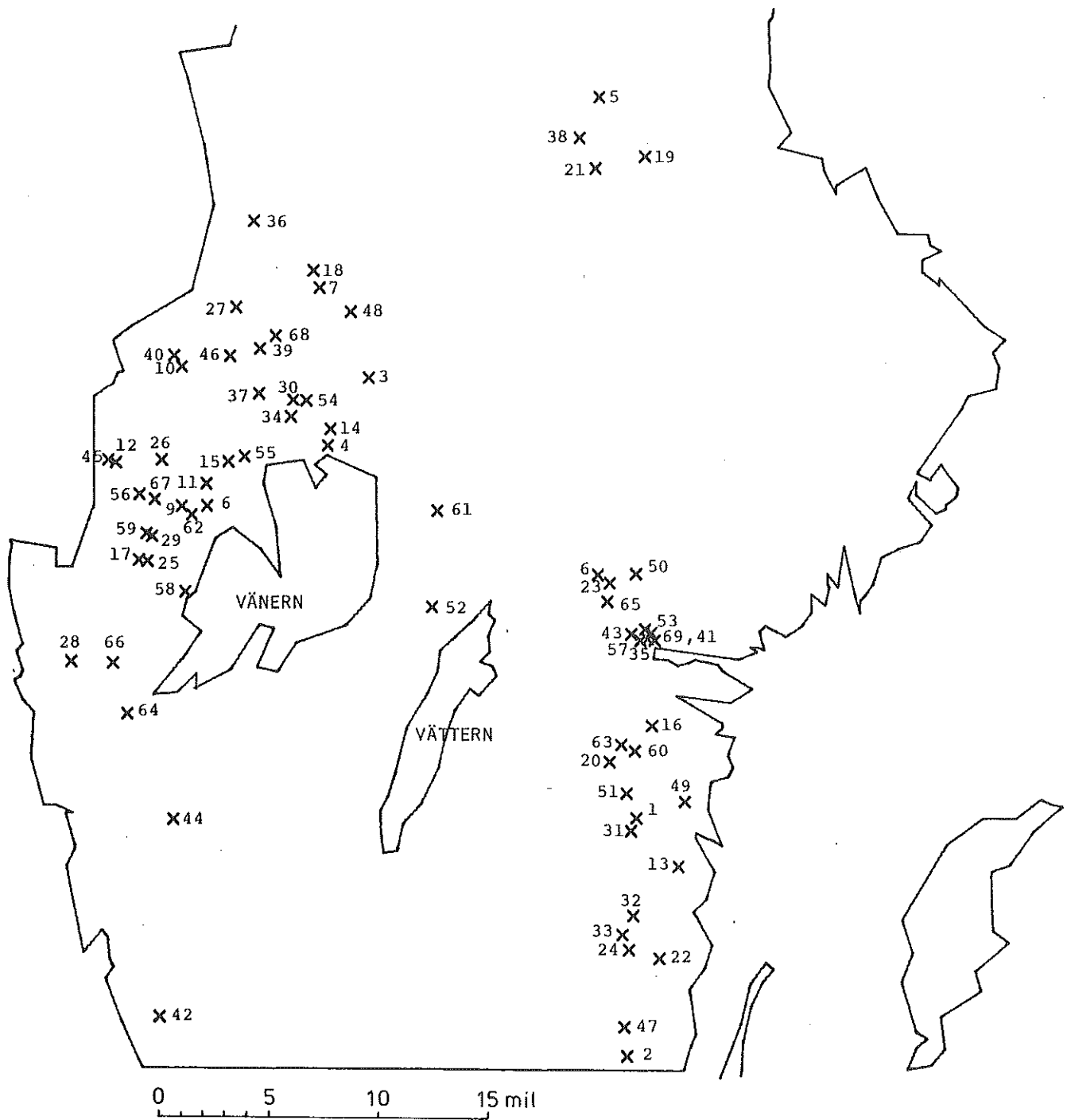
Variabel	Median	Variationsbredd (min. - max.)
Alkalinitet	0.085 mekv/l	0 - 1.44 mekv/l
pH	6.7	5.6 - 8.8
Ca+Mg	0.465 mekv/l	0.16 - 2.40 mekv/l
Konduktivitet	5.25 mS/m	2.4 - 24.4 mS/m
Färg	20 mg Pt/l	5 - 50 mg Pt/l
Siktdjup	5.1 m	1.5 - 10.8 m

3.2. Förekomst av relikta kräftdjur

3.2.1. Allmänt om förekomst

Vanligast förekommande art 1983-84 var M. relicta som påträffades i 57 sjöar. Stora Ullen är då ej medräknad eftersom M. relicta inplanterats i sjön. P. quadrispinosa förekom i 42 sjöar, L. macrurus i 33, P. affinis i 25 och G. lacustris i 14 sjöar (Bilaga 3).

Artkombinationen M. relicta - P. quadrispinosa var den vanligaste i de undersökta sjöarna (Tabell 2).



Figur 1. Undersökta sjöar (förutom de sjöar som angivits på kartan ingick Övsjön, belägen 1 mil NV Kälarne i Jämtland). Data om sjöarna finns i Bilaga 1.

Tabell 2. Antalet sjöar där samexistens av två relikta kräftdjursarter konstaterats, samt där en art lever ensam.

Art	Antal sjöar där arten/arterna förekommer/förekommit						
M. relicta	65	13	*				
P. affinis	31	31	1	**			
P. quadrispinosa	46	43	27	3	***		
G. lacustris	16	16	13	15	0		
L. macrurus	38	38	25	30	15	0	
M. entomon	2	2	1	1	0	2	0

M. relicta	P. affinis	P. quadrispinosa	G. lacustris	L. macrurus	M. entomon
------------	------------	------------------	--------------	-------------	------------

* Anger att M. relicta är enda relikttart i 13 sjöar

** Anger att P. affinis är enda relikttart i 1 sjö

*** Anger att P. quadrispinosa är enda relikttart i 3 sjöar

Sammanlagt 63 nya observationer av olika arter under 1983-84 i såväl tidigare som icke tidigare undersökta sjöar gjordes (Tabell 3). Den sällsynta G. lacustris påträffades i fyra "nya" sjöar (Tabell 3). Om även tidigare undersökningar medräknas påträffades i 17 sjöar endast en av de relikta kräftdjursarterna. I dessa sjöar förekom M. relicta oftast som enda relikttart och påträffades som ensam relikttart i 13 av sjöarna. Övriga arter som förekom som enda relikttart var P. quadrispinosa (3 sjöar) och P. affinis (1 sjö). Två av sjöarna med endast P. quadrispinosa (Illern och Övsjön) är belägna strax ovan HK. Den tredje sjön (Björnsjön) är belägen ca 80-90 m under HK. Grängen är den enda av sjöarna där P. affinis har konstaterats vara enda förekommande relikttart. Vid undersökningen av denna grunda sjö (maxdjup 14 m) 1983 påträffades emellertid inte arten. De fyra sistnämnda sjöarna är också de enda sjöarna i denna undersökning där M. relicta aldrig har iakttagits.

Tabell 3. Antalet nya observationer av olika relikta kräftdjur 1983-84.

	M. relicta	P. affinis	P. quadrispinosa	G. lacustris	L. macrurus
Antalet sjöar där arten påträffades första gången 1983-84 <u>trots tidigare undersökningar</u>	0	6	1	3	4
Antalet icke tidigare undersökta sjöar där arten påträffades 1983-84	21	5	16	1	6
Sammanlagda antalet sjöar där arten påträffades första gången 1983-84	21	11	17	4	10

I 12 av sjöarna har alla fem av de funna relikterna påträffats vid något tidigare tillfälle, nämligen i Alstern (B), Fälgaren, Grann, Lelången, Mellan-Fryken, Rottnen, Ränken, Stora Le, VärmeIn, Västra Silen, Östra Silen och Övre Fryken (Bilaga 3 där referenser till tidigare undersökningar framgår). Även i Hummeln har fem relikta kräftdjursarter påträffats om man även räknar med M. entomon. Däremot har aldrig G. lacustris iakttagits i denna sjö.

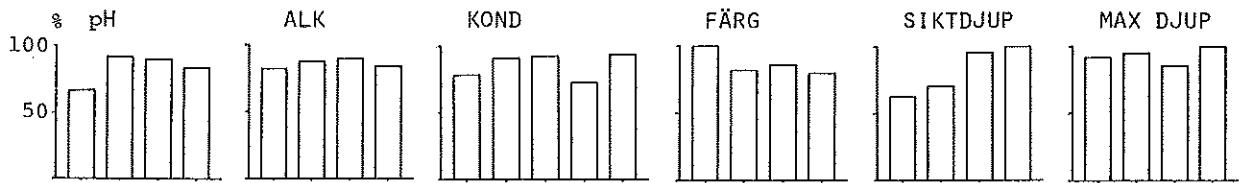
3.2.2. Förekomst i relation till olika morfometriska eller fysikalisk-kemiska variabler

3.2.2.1. Mysis relicta

Arten påträffades i ca 80% av alla sjöar i samtliga djupintervall och fanns i alla sjöar djupare än 39 m (Figur 2).

De 13 sjöar där M. relicta var enda förekommande relikttart hade en gemensam egenskap: lågt maximalt djup (medelvärde = 20.7 m ± 5.8 m S.D.) i jämförelse med övriga sjöar med M. relicta (52 sjöar), som hade ett betydligt större maximalt djup (medelvärde = 41.8 m ± 23.9 m S.D.). Skillnaden var signifikant

(Mann-Whitney U-test $p < 0.05$). Förekomst av M. relicta var mer frekvent vid höga siktdjupsvärden (Chi-square $p < 0.05$).



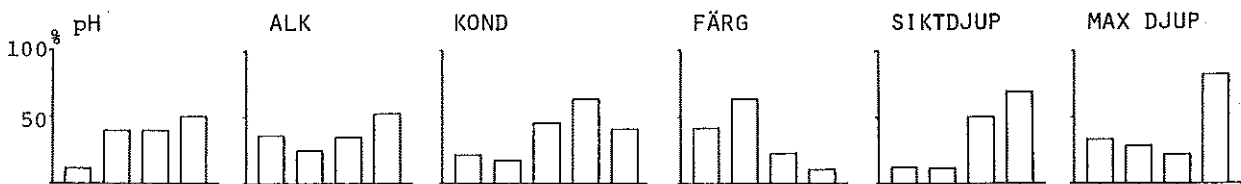
Figur 2. Andel sjöar med förekomst av Mysis relicta i relation till totalantalet sjöar inom varje klass av resp parameter.

Klassindelning för de olika parametrarna:

pH	<6.5	6.5-6.7	6.8-7.0	>7.0
Alkalinitet (mekv/l)	<0.04	0.04-0.06	0.06-0.14	>0.14
Konduktivitet (mS/m)	<4.0	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-7.9 >7.9
Färgtal (mg Pt/l)	<15	15-20	21-30	>30
Siktdjup (m)	<3.0	3.0-4.9	5.0-6.9	>6.9
Maximalt sjödjup (m)	<20	20-29	30-39	>39

3.2.2.2. Pontoporeia affinis

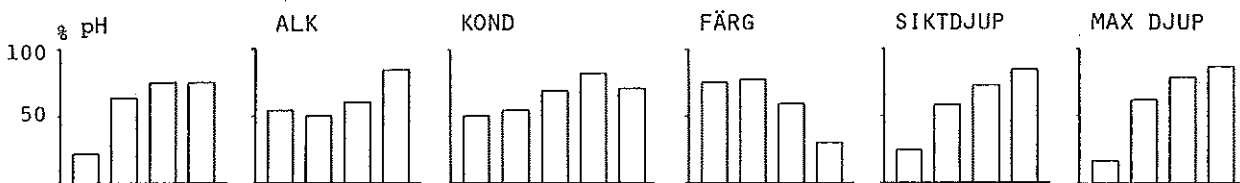
P. affinis påträffades oftare i sjöar med större maximalt djup (Chi-square $p < 0.01$) och framför allt i sjöar djupare än 39 m (Figur 3). Förekomsten var också större i sjöar med lägre färgvärden samt i sjöar med större siktdjup (Chi-square $p < 0.01$ för respektive). En svag tendens fanns till ökad förekomst i sjöar med högre alkalinitet, liksom en något mera markerad tendens till ökad förekomst i sjöar med högt pH, hög halt av kalcium+magnesium samt hög konduktivitet.



Figur 3. Andel sjöar med förekomst av Pontoporeia affinis i relation till totalantalet sjöar inom varje klass av resp parameter. Klassindelning enligt Figur 2.

3.2.2.3. Pallasea quadrispinosa

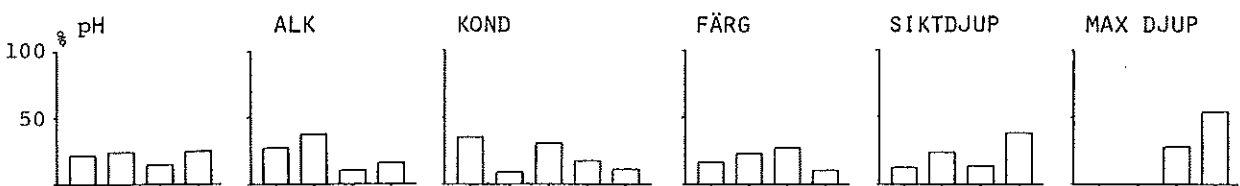
Förekomsten av denna art ökade med det maximala sjödjupet, med pH samt med siktdjupet (Chi-square $p < 0.05$ för respektive). Dessutom fanns en tendens till ökad förekomst i sjöar med hög alkalinitet, hög halt av kalcium+magnesium respektive låg färg (Figur 4).



Figur 4. Andel sjöar med förekomst av Pallasea quadrispinosa i relation till totalantalet sjöar inom varje klass av resp parameter. Klassindelning enligt Figur 2.

3.2.2.4. Gammaracanthus lacustris

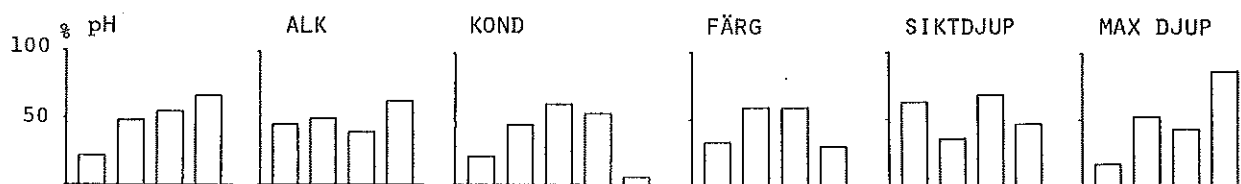
Arten var den enda som inte observerades i alla djupintervall (kap. 2.3.). Den saknas i sjöar med mindre maximalt djup än 30 m (Figur 5) och skillnaden i förekomst mellan sjöar djupare respektive grundare än 39 m var signifikant (Mann-Whitney U-test $p < 0.01$).



Figur 5. Andel sjöar med förekomst av Gammaracanthus lacustris i relation till totalantalet sjöar inom varje klass av resp parameter. Klassindelning enligt Figur 2.

3.2.2.5. Limnocalanus macrurus

Ju djupare sjö desto större förekomst av L. macrurus (Chi-square $p < 0.01$). En viss tendens till å ena sidan ökad förekomst och å andra sidan högre pH, högre halt av kalcium+magnesium samt högre konduktivitet tycktes också föreligga (Figur 6).



Figur 6. Andel sjöar med förekomst av Limnocalanus macrurus i relation till totalantalet sjöar inom varje klass av resp parameter. Klassindelning enligt Figur 2.

3.3. Täthet

3.3.1. Allmänt om täthet

I 40 sjöar förekom M. relicta tillsammans med åtminstone någon av de tre övriga kräftdjursarterna vars relativa täthet uppskattades. I 32 av dessa sjöar dominerade M. relicta, medan P. quadrispinosa dominerade i fem sjöar (Mellan-Spillen, St. Sinnern, Tolången, Animmen samt Öjsjön) (Bilaga 2). P. affinis dominerade i Möckeln, medan de återstående sjöarna ej hade någon tydlig dominans av någon art.

Den högsta uppmätta relativa tätheten i någon sjö svarade M. relicta för. Arten påträffades i över 6 000 ind/5 min tråldrag på 10 m djup i Storsjön och Östersjön. Den högsta tätheten av P. quadrispinosa uppmättes i Mellan-Spillen där ca 4 500 ind/5 min tråldrag insamlades på 10 m djup. P. affinis nådde den högsta tätheten i sjöarna Möckeln, Tolången och Horsfjärden där ca 2 000 ind/5 min tråldrag erhöles på 10, 30 respektive 40 m djup. Den högsta tätheten av G. lacustris påträffades i Mellan-Fryken där 120 ind/5 min tråldrag påträffades på 60 m djup.

Den maximala tätheten av M. relicta var signifikant lägre i sjöar med mindre (<39 m) maximalt djup (Mann-Whitney U-test $p < 0.01$).

Generellt sett hade M. relicta betydligt högre och G. lacustris betydligt lägre täthet än övriga arter.

3.3.2. Täthet i relation till alkalinitet

Det maximala djupet varierade mycket mellan sjöarna. Vid undersökning av eventuellt samband mellan alkalinitet och täthet utnyttjades därför tätheten på 20 m, som var gemensamt provtagningsdjup för de flesta sjöarna.

I sjöar inom alkalinitetsintervallet 0-0.04 mekv/l var tätheten hos M. relicta på 20 m djup signifikant lägre än i sjöar med högre alkalinitet (Mann-Whitney U-test $p < 0.05$), medan tätheten av arten P. quadrispinosa på 20 m var positivt korrelerad med alkaliniteten (Spearman Rank $p < 0.05$).

Vid en jämförelse mellan alkalinitet och de högsta uppmätta täthetsvärdena oberoende av djup i respektive sjöar, förelåg en signifikant korrelation mellan alkalinitet och täthet av M. relicta vid en alkalinitet < 0.1 mekv/l (Spearman Rank $p < 0.05$). Däremot förelåg ingen sådan vid en alkalinitet större eller lika med 0.1 mekv/l.

3.4. Förändringar i förekomst eller täthet i några sjöar som är eller har varit försurade

I Dalsjön har förekomst av M. relicta konstaterats i tidigare undersökningar (Lundberg 1957) (Bilaga 3). Därefter har sjön kraftigt försurats och under åren 1979-83 har pH-värden mellan 4.7 och 5.6 uppmätts (Bilaga 2). Alkaliniteten hade 1983 värdet 0 mekv/l. Inga återfynd av M. relicta gjordes under 1983.

Kymmen har tidigare undersökts av Fürst (1966), varvid M. relicta och P. quadrispinosa påträffades. Mellan 1978 och 1983 har pH-värdet varierat mellan 5.5 och 6.4. I juni 1983 uppmättes pH 5.9 och alkaliniteten 0.01 mekv/l i ytvattnet, vilket visar att vattnet var mycket svagt buffrat. Vid samma tillfälle påträffades endast 7 exemplar av M. relicta i tre sammanlagda tråldrag på vardera fem minuter. P. quadrispinosa konstaterades ej (Bilaga 2).

Den grunda sjön Rinnen (maxdjup 15 m) har tidigare undersökts av Lundberg (1957), varvid M. relicta och L. macrurus påträffades (Bilaga 3). Under åren 1979-83 uppmättes pH-värden mellan 5.6 och 6.1. Dessutom visade Lundberg (1957) att syrgashalten kan vara låg i bottenvattnet under sommarstagnationen. Ingen av de två nämnda arterna iaktogs 1983.

I Rattsjön (maxdjup 18 m), där M. relicta tidigare iakttagits (Fürst 1966), uppmättes under perioden 1979-83 pH-värden mellan 5.5 och 6.5 och alkaliniteten 0.02 mekv/l (1983). Det lägsta pH-värdet uppmättes under vårfloden 1980. M. relicta förekom 1983 i låg täthet (Bilaga 2).

Vid 1983 års undersökningar i Rottnen påträffades alla fem arterna, trots att endast fyra av dem iakttagits tidigare av Ekman (1940) och Fürst (1966). Alkaliniteten uppmättes 1983 till 0.02 mekv/l, och pH varierade under 1979-83 mellan 5.7 och 6.3. Tätheten var i samtliga fall låg (Bilaga 2).

Sjön Unden har undersökts oftare än övriga sjöar, pga kalkningen i sjöns tillrinningsområde, med början 1977. Undersökningar av glacialreliktförekomst har skett under åren 1977, 1978, 1979, 1980, 1983 och 1984, varvid åtminstone vid något tillfälle arterna P. quadrispinosa, P. affinis, M. relicta och L. macrurus påträffats (Bilaga 3). Även Ekman (1940) fann dessa arter. Den utan jämförelse vanligaste arten 1977-84 var M. relicta, som påträffades vid samtliga provtagningstillfällen (Tabell 4). Dessutom har arten påträffats i några röding- och sikmagar 1974 och 1976 (Fiskenämnden i Örebro, muntl.medd.). Endast enstaka exemplar av M. relicta påträffades i Unden 1977-78 (Tabell 4), och inga individer konstaterades mellan 0 och 20 meters djup. Några år efter kalkningen tycks arten däremot ha ökat påtagligt i täthet i djupa men framför allt i grunda och strandnära delar av sjön (10-20 m djup) för att 1983 och 1984 ha påträffats i den hittills högsta tätheten sedan kalkningen påbörjades. Bland sjöarna med en alkalinitet ≤ 0.02 mekv/l hade Unden 1983 den högsta tätheten av M. relicta (Bilaga 2). Även 1965, dvs innan sjön visade tecken på att försuras, verkar en större täthet av M. relicta ha förekommit än vad fallet var 1977-78 (Tabell 4).

Tabell 4. Antal funna Mysis relicta per tråldrag (omräknade till 5 min) på olika djup i Unden under perioden 1965-84. 0 anger att trålning utförts men att inga exemplar av arten påträffats. - anger att trålning ej utförts. I vissa fall har medelvärden angivits.

Djup, m	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-90	Okänt djup	Anm.
Datum										
65.07.31	-	-	69	-	-	-	-	-	-	Okänd tid
65.12.27	-	-	-	-	-	-	-	-	224	" "
77.10.13	0	0	-	<1	-	-	-	-	-	
78.08.18	0	0	-	7	-	<1	-	7	-	
79.10.25	3	-	-	6	-	18	89	55	-	
80.08.12	35	19	-	12	-	8	-	12	-	
83.06.18	-	185	-	168	-	167	-	79	-	
83.08.20	2	693	-	81	-	94	-	227	-	
84.08.19	12	282	-	155	-	113	-	262	-	

P. affinis har sedan 1977 påträffats i Unden vid fyra tillfällen (1979, 1980, 1983 och 1984) och endast på djup större än 50 m (Tabell 5). Det låga antalet påträffade individer gör det svårt att uttala sig om tätheten ändrats sedan kalkningen påbörjades. P. quadrispinosa har sedan 1960-talet endast påträffats vid två tillfällen då bottentrålning utförts (1983 och 1984) och då endast i ett exemplar på vardera 50-60 m och 10-20 m djup. Dessutom har ett exemplar påträffats i en rödingmage 1975 (Fiskenämnden i Örebro, muntl.medd.).

Tabell 5. Antal funna Pontoporeia affinis per tråldrag (omräknade till 5 min) på olika djup i Unden under perioden 1965-84. 0 anger att trålning utförts men att inga exemplar av arten påträffats. - anger att trålning ej utförts. I vissa fall har medelvärden angivits.

Djup, m	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-90	Okänt djup	Anm.
Datum										
65.07.31	-	-	0	-	-	-	-	-	-	Okänd tid
65.12.27	-	-	-	-	-	-	-	-	0	" "
77.10.13	0	0	-	0	-	-	-	-	-	
78.08.18	0	0	-	0	-	0	-	0	-	
79.10.25	0	-	-	0	-	1	0	0	-	
80.08.12	0	0	-	0	-	0	-	10	-	
83.06.18	-	0	-	0	-	1	-	5	-	
83.08.20	0	0	-	0	-	0	-	5	-	
84.08.19	0	0	-	0	-	0	-	4	-	

Bland de sjöar som ingick i 1983-84 års undersökning och som hade en alkalinitet ≤ 0.02 mekv/l påträffades endast i Rottnen och Unden mer än en art av bottenlevande glacialrelikta kräftdjur (Bilaga 3). Tätheten hos alla arter, utom M. relictata i Unden, var dock mycket låg.

Stora Salungen kalkades 1982 efter det att låga pH-värden uppmätts i ytvattnet i augusti 1978 (pH 6.1) och i oktober 1978 (pH 5.9). Vid undersökningarna 1983, dvs efter kalkningen, noterades en relativt hög täthet av M. relictata (Bilaga 2).

Sjöarna Busjön, Buvattnet, Eldan, Grängen, Ölen och Ömmeln hade 1983-84 en alkalinitet mellan 0.02 och 0.16 mekv/l. I samtliga dessa sjöar har glacialrelikta kräftdjur tidigare iakttagits, men inte 1983-84 (Bilaga 2 och 3). I de två grunda sjöarna Busjön (maxdjup 14 m) och Grängen (maxdjup 15 m) påträffades tidigare P. affinis och M. relictata respektive P. affinis (Ekman 1940). Låga pH-värden uppmättes i båda sjöarna (5.8 respektive 6.1) i november 1979, en tidpunkt då höstcirkulationen kan ha inträffat, vilket medför att de uppmätta pH-värdena troligen gällt hela sjövolymen pga sjöarnas ringa djup.

Lundberg (1957) angav att Buvattnet hade bestånd av såväl M. relictata som L. macrurus. Ett lågt pH-värde (pH 6.1) uppmättes sommaren 1979. Samma år kalkades sjön. Trots detta var pH i ytvattnet mycket lågt (pH 5.2) i samband med vårfloden 1980 (Bilaga 3). Sommaren 1983 uppmättes däremot ett relativt högt pH (6.7). Några relikter påträffades ej 1983.

I Eldan, med alkaliniteten 0.10 mekv/l, har P. quadrispinosa, M. relictata och L. macrurus påträffats tidigare (Lundberg 1957), men däremot inte 1983. Under åren 1978-80 uppmättes sjunkande pH-värden under hösten. Hösten 1980 nåddes det lägsta pH-värdet (5.9). Dåliga syrgasförhållanden, orsakade av industriutsläpp från en träfiberindustri, har noterats i de djupare delarna av sjön i slutet av 1960- och början av 1970-talet (Erland Stake, Länsstyrelsen i Värmlands län, muntl.medd.). Eventuellt i kombination med lågt pH kan syrgasförhållandena ha lett

till att de glacialrelikta kräftdjuren decimerats och försvunnit från sjön. Andra anledningar till att arterna inte påträffades 1983 kan dock inte uteslutas.

I Ölen uppmättes mycket låga pH-värden (5.1-5.3) under perioden 1969-73. Därefter har sjön kalkats (1976-77, 1983) vilket medfört högre pH-värden i sjön fr o m 1976. Enligt Fürst (1966) påträffades M. relicta i stor täthet 1965. Vid undersökningen 1983, liksom vid en undersökning av Fürst 1976 (Fürst muntl. medd.), upptäcktes dock inga relikter. De låga pH-värdena i slutet av 1960-talet och början av 1970-talet medförde med stor sannolikhet att arten utrotades.

Ömmeln var påtagligt försurad i slutet av 1970-talet och början av 1980-talet. Bl a uppmättes pH 5.1 i ytvattnet våren 1980. Sjön kalkades 1980 och 1982, vilket medförde betydligt högre pH-värden 1983 (pH 7.2). Pallasea quadrispinosa och M. relicta har påträffats tidigare (Lundberg 1957), men återfanns ej 1983 (Bilaga 2).

Trots att låga pH-värden (5.2-6.2) uppmättes under 1977 och 1980 i den lilla (0.20 km²) men djupa (maxdjup 53 m) sjön Skiren påträffades 1983 tre av de fyra glacialrelikta kräftdjur som tidigare konstaterats av Fürst (1966). Den felande arten var L. macrurus. M. relicta förekom i stor täthet 1983. Kalkning av sjön skedde 1982/83.

4. DISKUSSION

4.1. Provtagningsmetodik och felkällor

Metodiken vid insamlandet av de bottenlevande djuren är behäftad med felkällor som gör att kvantifieringen endast får betraktas som relativ. Tänkbara felkällor är t ex att bomtrålen kan uppföra sig olika beroende på bottentopografi och bottensubstrat, att djurarterna på olika sätt undviker att fångas av redskapet (t ex gräver P. 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 minsta djuren kan dess-

utom till viss del passera trålnätet. Vid jämförelser av relativ täthet mellan olika sjöar bör man också vara medveten om att skillnader i den vertikala och horisontella fördelningen förekommer mellan olika tider under dygnet och årstider. Trots nämnda felkällor bör, bl a pga det relativt stora antalet sjöar som ingår i undersökningen, vissa jämförelser kunna göras.

Vid mätningen av pH och alkalinitet har endast sommarvärden registrerats. Dessa värden kan bara användas för att antyda de lägsta sommarvärden vid vilka olika populationer kan fortleva i en sjö. De kan dock endast ge en mycket begränsad uppfattning om olika arters lägsta toleransgränser. För att erhålla gränsvärden av sistnämnda typ måste undersökningar ske under kritiskt sura perioder av året (t ex i samband med snösmältningen). Dessutom bör om möjligt komplettering med laboratorieförsök ske.

Antalet sjöar, vars pH- och alkalinitetsvärden sommartid var i närheten av eller under de värden där de olika populationernas fortlevnad tycktes hotad, visade sig vara förhållandevis få. De angivna lägsta pH- och alkalinitetsvärdena vid vilka arterna observerats bör därför inte utan vidare betraktas som de lägsta värden vid vilka de olika populationerna kan överleva. Snarare bör detta uppfattas så att djuren klarar att leva i sjöar med dessa värden sommartid, men att ett större urval av sjöar med lägre värden skulle kunna visa att den lägsta toleransgränsen är något lägre.

Då det angivits att en art försvunnit från eller inte förekommer i en sjö är detta grundat på att inga individer påträffats vid provtagningen i denna undersökning. Det kan naturligtvis inte helt uteslutas att arten trots detta lever kvar i sjön - men i så fall i mycket låg täthet.

Vid jämförelse mellan relativ täthet och alkalinitet valdes att använda tätheten på 20 m respektive den maximala tätheten oberoende av djup. Detta medför att jämförelsen inte blir helt rättvisande. Trots detta bör denna form av jämförelse kunna accepteras när det gäller att erhålla en ungefärlig uppfattning om skillnader i täthet mellan sjöar med olika alkalinitet.

4.2. Vissa icke relikta kräftdjurs känslighet för sur miljö

Flera kräftdjursarter har befunnits vara försurningskänsliga. En av de kräftdjursarter som i storlekshänseende påminner om de relikta kräftdjursarterna, nämligen märlkräftan Gammarus lacustris påträffades av Ökland (1980) endast vid pH över 6.0 i kalla fjällsjöar och endast vid pH över 6.6 i varma låglands-sjöar. Borgström & Hendrey (1976) angav att arten vid akvarieförsök hade en låg tolerans för pH-värden under 5.5 även under kortare tid. Ökland & Ökland (1980) angav också att låga kalciumhalter gör arten känsligare för låga pH-nivåer.

En av de kräftdjursarter som studerats speciellt väl i sur miljö är flodkräftan, Astacus astacus, (Appelberg 1986). Enligt Appelberg är det de unga stadierna hos denna art som är mest känsliga för låga pH-värden. Han angav som speciellt kritiska moment äggfästning, den senare delen av embryonalutvecklingen samt stadierna närmast efter kläckning. Vid pH 4.5 kläcktes t ex inga ägg. Vid pH 4.9 noterades före kläckning en hämmad nettoackumulation av Na^+ , K^+ och Ca^{2+} , och vid pH 5.0 iakttoogs en drastisk äggförlust. Mortaliteten i samband med kläckning var påtagligt större vid pH 4.9 och 5.6 än vid högre pH-värde. Indikationer fanns också på att låga pH-värden före kläckning kunde medföra en irreversibel hämning av Ca^{2+} -upptaget hos senare stadier. Hos de jämförelsevis mindre pH-känsliga adulta flodkräftorna konstaterades skal med förhållandevis låg vikt och lågt Ca^{2+} -innehåll då djuren ömsade skal vid pH under 5.7, beroende på en hämmad upptagning av Ca^{2+} .

Morgan & McMahon (1982) angav också att Ca^{2+} -innehållet i haemolymfan hos kräftan Procambarus clarki ökade signifikant i sur miljö, vilket ansågs härröra från utlösning av karbonat från exoskelettet. Enligt Appelberg (1979) torde ett svagare skal medföra ökad predationskänslighet.

Vid låga pH-värden kan även flera metaller frigöras och orsaka förgiftning av organismer (Johansson & Nyberg 1981). Hos amphipoden Gammarus pulex har t ex Wright (1980) påvisat att den giftiga metallen kadmium kan ersätta kalcium och därigenom minska kalciumupptaget.

Givetvis kan även försurningens påverkan på andra organismer än kräftdjur leda till rubbningar i en sjös ekosystem, vilket i slutändan, genom t ex förändrade födo-, konkurrens- och predationsförhållanden, också leder till betydande effekter på populationer av t ex olika kräftdjur (Henriksson et al. 1980, Nilssen et al. 1984, Appelberg 1986).

4.3. Mysis relicta

M. relicta uppvisade en lägre täthet på 20 m djup i sjöar med alkaliniteten 0-0.04 mekv/l än i sjöar med högre alkalinitet. Inom intervallet 0-0.04 mekv/l tycks också tätheten minska radikalt då alkaliniteten närmar sig 0.

I Dalsjön, med alkaliniteten 0 mekv/l och pH 5.6, har arten uppenbarligen slagits ut av försurning, liksom i tre andra sjöar (Buvattnet, Ölen och Ömmeln) där låga pH-värden (5.1-5.2) uppmätts i slutet av 1970- och början av 1980-talet. I ytterligare tre sjöar (Busjön, Eldan och Rinnen) har försurningen troligen också medverkat till att M. relicta tillsammans med andra relikta arter försvunnit, då pH-värden mellan 5.6 och 5.9 noterats. I dessa fall kan dock även andra faktorer, som t ex syrgas- och djupförhållanden, ha medverkat till artens försvinnande. Det är emellertid intressant att konstatera att M. relicta levde kvar i ett ytterst glest bestånd i sjön Kymmen, vars alkalinitet 1983 uppmättes till 0.01 mekv/l. Tätheten var, tillsammans med beståndet i den mycket grunda sjön Östgjutten (maxdjup 15 m), den lägsta som påträffades i hela undersökningen. Bland de fyra sjöar som hade en alkalinitet på 0.02 mekv/l har M. relicta försvunnit i en (Rinnen, se ovan) och hade låg täthet i två samt hade en låg men något högre täthet i den stora och djupa sjön Unden. Sistnämnda sjö, som undersökts oftare än övriga sjöar, började kalkas 1977 då alkaliniteten var 0.02 mekv/l efter att under ett flertal år ha varit 0.01 mekv/l (Samrådsgruppen för Undens kalkning 1983). Vid denna tidpunkt verkade tätheten hos M. relicta vara mycket låg eller ungefär i nivå med den i Kymmen 1983. Efter kalkningen i Unden tycks arten successivt ha ökat i täthet fram till de senaste täthetsuppskattningarna 1983 och 1984. Ökningen skedde trots att alkaliniteten

i de centrala delarna under samma tid legat kvar vid 0.02 mekv/l. Först 1983 uppmättes ett förhöjt alkalinitetsvärde (0.03 mekv/l).

De lägsta uppmätta pH- och alkalinitetsvärdena där arten observerades var 5.9 respektive 0.01 mekv/l. Motsvarande värden funna av Dadswell (1974) var 5.7 respektive 0 ppm. Nero & Schindler (1983) fann att M. relicta försvann från en kanadensisk sjö vid pH 5.6-5.9, vilket tolkades som en effekt av direkt vätejonförgiftning av såväl adulta som juvenila stadier.

Innan effekterna av kalkningen av tillrinningsområdet runt Unden börjat påverka sjön i någon högre grad, saknades M. relicta i de grunda och strandnära områdena samtidigt som arten påträffades i djupare delar. Efter kalkningen ökade pH-nivån i de centrala delarna endst något, medan pH i de strandnära områdena ökade betydligt mer. Den största ökningen hos arten har också skett i relativt grunda delar av sjön (10-20 m djup). Tätheten hos M. relicta tycks alltså ha hämmats mer av försurningen i de strandnära och grunda delarna än i de centrala och djupa partierna.

Ovanstående tyder på att möjligheterna att nå större djup i en försurningskänslig sjö ökar artens chans att överleva. Detta resonemang stöds också av att de sjöar där någon av relikterna försvunnit pga försurning var signifikant grundare än övriga sjöar. Att M. relicta däremot skulle ha någon generell tendens till en lägre förekomst i sjöar med mindre maximalt djup motsägs av resultatet i denna undersökning liksom av undersökningarna utförda av Dadswell (1974). Tvärtom tycks just M. relicta klara sig förhållandevis bra i grunda sjöar (maxdjup 14-20 m), åtminstone i jämförelse med de övriga relikterna. Detta stöds också av den jämförelse som visade att sjöar där M. relicta var enda relikttart var signifikant grundare än sjöar där M. relicta förekom tillsammans med någon av de andra arterna. Den maximala tätheten av M. relicta var dock signifikant lägre i sjöar med mindre maximalt djup.

Förekomsten av M. relicta i grunda sjöar kan åtminstone till viss del bero på att den har större förmåga att tåla höga temperaturer än de övriga arterna. Dadswell (1974) och Fürst (muntl. medd.) har t ex påträffat M. relicta i sjöar med en bottentemperatur på 18°C respektive 20°C, medan P. affinis och L. macrurus saknades i sjöar med bottentemperaturer över 14°C (Dadswell 1974). Ytterligare en orsak kan vara att M. relicta har större förmåga att undvika fiskpredation än de övriga arterna. En möjlighet att undvika fiskpredation kan vara dess goda förmåga till vertikalvandring.

Vid låg buffertförmåga, ca 0.02 mekv/l, ökar risken påtagligt för att tillfälliga surstötter skall utrota bestånden av M. relicta i grunda sjöar samt leda till att arten försvinner från de strandnära och grunda områdena i djupa sjöar. Bestånden i de djupa sjöarna klarar sig emellertid längre tid genom att arten här har möjligheter att uppsöka de djupa och mindre sura delarna.

I åtta sjöar som kalkats före undersökningen 1983-84 (Skiren, Skärsjön, Stocksjön, Stora Färgen, Stora Le, Stora Salungen, Stor-Ullen samt Unden) iaktogs bl a M. relicta. I åtminstone två av dessa sjöar (Stora Salungen och Stor-Ullen) påträffades relativt hög täthet, som troligen var en effekt av kalkningen och framför allt av att denna utförts i tid.

Tre sjöar (Buvattnet, Ölen och Ömmeln), som kalkades före undersökningen 1983-84, saknade relikter vid denna undersökning trots att relikter tidigare hade observerats. Uppenbarligen hade kalkningsinsatserna utförts för sent för att hinna rädda reliktestånden.

Att M. relicta saknades i Alstern (K) 1983 berodde sannolikt på att arten här förekom i ett mycket glest bestånd, vilket konstaterades av Fürst (1966). En mer omfattande provtagning behövs alltså för att påvisa om arten lever kvar i sjön. Någon anledning att tro att den skulle ha försvunnit från sjön finns emellertid ej.

4.4. Pontoporeia affinis

Hos denna art förelåg endast en tendens till minskad förekomst i sjöar med lågt pH och låg halt av kalcium+magnesium liksom en tendens till lägre täthet i sjöar med lägre alkalinitet. Det lägsta pH och den lägsta alkalinitet i en sjö där arten påträffades i denna undersökning var 6.2 respektive 0.02 mekv/l.

Undersökningsresultaten överensstämmer i stort sett med dem som erhållits av Dadswell (1974), som också nämner att förekomsten av P. affinis var positivt korrelerad med pH och total hårdhet. Han angav också att P. affinis saknades i sjöar som i ytan hade ett pH lägre än 6.0 och en alkalinitet under 0 ppm. Dessutom träffade han inte på dessa djur i sjöar med ett pH i hypolimnion som understeg värdet 5.5.

Arten tycks också ha försvunnit från den grunda sjön Grängen, vilket kan bero på försurning. pH-värden på 6.1 uppmättes i slutet av 1970-talet. Då artens förekomst missgynnas av låga maximala sjödjup kan Grängens ringa djup i förening med ett lågt pH här ha förorsakat artens utslagning.

I fyra sjöar saknades P. affinis vid undersökningarna 1983-84, trots att den tidigare hade observerats och utan att någon uppenbar förklaring till förändringen finns. Resultatet kan jämföras med att samma art för första gången påträffades i sex sjöar 1983-84 trots att sjöarna undersökts tidigare och arten då inte observerats. I båda fallen var antalet sjöar fler än de fall där motsvarande förändring konstaterats hos övriga arter. En tänkbar förklaring kan vara att tätheten hos P. affinis varierar jämförelsevis mycket mellan olika år och/eller inom sjöarna och att arten på så vis undgår att fångas vid vissa tillfällen och på vissa platser. Eventuellt kan också en bidragande orsak vara att arten i högre grad än övriga arter gräver ner sig i sedimentet och på så vis blir svårare att fånga. Mot detta talar dock i viss mån det faktum att förutom bomtrål även Ekman-hämtare (om än sporadiskt) användes i de fyra förstnämnda sjöarna och att inte heller i dessa prov något exemplar av arten kunde påträffas.

4.5. Pallasea quadrispinosa

Denna art var den enda vars förekomst var signifikant lägre i sjöar med lågt pH. Att arten är känslig för sur miljö indikeras även av att tätheten var signifikant positivt korrelerad med alkaliniteten. P. quadrispinosa tycks dessutom ha försvunnit ur tre sjöar beroende på försurning. I en av dessa sjöar, Kymmen (pH 5.9, alkalinitet 0.01 mekv/l), påträffades däremot M. relicta, om än i mycket låg täthet. I två sjöar med alkaliniteten 0.02 mekv/l (Rottnen och Unden) var tätheten hos P. quadrispinosa mycket låg, medan den var något högre hos P. affinis och betydligt högre hos M. relicta. (Tätheten hos M. relicta var dock låg för arten.)

De lägsta pH- och alkalinitetsvärden där arten påträffades var 6.1 respektive 0.02 mekv/l.

Mossberg (1979) återfann ej arten i en sjö i Västmanland 1977 trots att den påträffades där under 1940-talet. Vid undersökningarna 1977 uppmättes pH-värden mellan 5.4 och 6.1.

Arten tycks vara känslig för sur miljö, och ovanstående antyder att den försvinner från en sjö vid ett relativt högt pH-värde, eventuellt strax under pH 6.0.

4.6. Gammaracanthus lacustris

I motsats till förhållandet hos de övriga relikta kräftdjuren har inga samband mellan förekomst och täthet å ena sidan och pH och alkalinitet å andra sidan påvisats för G. lacustris. En bidragande orsak kan vara det låga antalet sjöar som arten påträffas i. Undersökningen har inte heller, även det i motsats till vad som gäller de fyra övriga relikterna, påvisat något fall där G. lacustris försvunnit från någon sjö beroende på försurning som trolig orsak. Arten saknades dock i två sjöar där den iakttogs tidigare. Orsaken till detta torde snarast vara att finna i låg täthet samt sjöstorleken och därmed sammanhängande svårigheter att erhålla representativa prov. Den ena sjön, Glafs fjorden, är störst bland sjöarna (99.7 km²), medan den andra sjön, Värmeln, är den fjärde största sjön (78.8 km²).

G. lacustris gynnas uppenbarligen av sjöar med stora maximala djup, vilket eventuellt kan sammanhånga med dess sannolikt stora predationskänslighet, orsakad av bl a dess iögonfallande storlek och rörelser. Fiskens predationstryck är troligen större i grunda än i djupa områden, beroende bl a på bättre ljusförhållanden, temperatur och fisktäthet. Artens, i jämförelse med de övriga relikterna, genomgående låga täthet antyder också att arten i allmänhet kan vara utsatt för ett hårdare predationstryck än de andra arterna. Dess uppenbara preferens för djupa sjöar, där effekten av surstötter är mindre än i grunda vatten, förklarar troligen också varför den hittills klarat sig bättre mot försurningen än övriga arter. Detta betyder dock inte att arten rent fysiologiskt skulle klara sig bättre i sur miljö.

Lägsta pH och alkalinitet i en sjö där arten påträffades var 6.1 respektive 0.02 mekv/l.

4.7. Limnocalanus macrurus

Liksom hos P. affinis förelåg det endast en tendens till minskad förekomst i sjöar med lågt pH och låg halt av kalcium+magnesium.

Dadswell (1974) angav emellertid att totalhårdhet och pH var korrelerade med förekomst, liksom hos P. affinis. Han angav dessutom att L. macrurus aldrig påträffades i sjöar med pH <6.1 respektive alkaliniteten <1.3 ppm, vilket nära överensstämmer med motsvarande värden i denna undersökning, där lägsta pH och alkalinitet var 6.1 respektive 0.02 mekv/l.

Ovanstående tyder på att även denna art är känslig för sur miljö. Planktiska copepoder (dit L. macrurus hör) anses annars ha en förhållandevis låg känslighet för sur miljö, framför allt i jämförelse med planktiska cladocerer som t ex Daphnia (Nilssen et al. 1984).

I ytterligare två sjöar (Alstern (B) och Skiren) iaktogs inte arten 1983 trots att den tidigare påträffats. Sannolikt beror detta på att arten uppehöll sig djupare än de översta 25 metrarna där hävning skedde och på det viset undgick upptäckt.

Sammanfattningsvis kan konstateras att som trolig orsak till att glacialrelikta kräftdjur ej påträffades 1983-84 dominerar försurning, medan syrgasbrist och metodfel var troliga orsaker i ett fåtal vatten (Tabell 6).

Tabell 6. I tabellen har de relikter angivits som påträffats vid tidigare undersökningar men som saknades i de angivna sjöarna vid undersökningarna 1983-84. Även trolig orsak till avsaknaden har angivits. x = trolig orsak till avsaknaden, (x) = eventuell inverkan på avsaknaden.

Art som saknas	Sjö	Trolig orsak till avsaknaden			
		Försur- ning	Syrgas- brist	Metodik	Okänd
Mysis relicta	Alstern (K)			x	
	Busjön	x			
	Buvattnet	x			
	Dalsjön	x			
	Eldan	(x)	(x)		
	Rinnen	x	(x)		
	Ölen	x			
	Ömmeln	x			
Pontoporeia affinis	Busjön	x			
	Grängen	x			
	Mellan-Fryken				x
	Visten				x
	Öresjön				x
Pallasea quadrspinosa	Övre Fryken				x
	Eldan	(x)	(x)		
	Glafs fjorden				x
	Kymmen	x			
Gammaracanthus lacustris	Ömmeln	x			
	Glafs fjorden				x
Limnocalanus macrurus	Värmeln				x
	Alstern (B)			x	
	Buvattnet	x			
	Eldan	(x)	(x)		
	Rinnen	x	(x)		
	Skiren			x	
	Summa	15	5	3	7

5. SYNPKUNKTER OCH REKOMMENDATIONER

- Utvecklingen av förekomst och täthet hos de relikta kräftdjuren bör följas upp i sjösystemet Kymmen - Rottnen - Mellan-Fryken samt Övre Fryken. Motiven för detta är sjöarnas låga alkalinitet, avsaknaden av P. quadrispinosa (Kymmen), avsaknaden av P. affinis (Mellan-Fryken, Övre Fryken) samt låg täthet av M. relicta (Kymmen, Rottnen). Det är dessutom troligt att beståndet av M. relicta i Kymmen hotar att dö ut inom en nära tid. Motåtgärder bör övervägas i framför allt Kymmen.
- Utvecklingen av beståndet av M. relicta i den lilla grunda och försurningskänsliga Rattsjön bör följas upp, och sannolikt måste kalkning ske snart då beståndet hotar att dö ut inom en snar framtid.
- I några av de ej kalkade sjöarna (Busjön, Eldan, Grängen och Rinnen) har vissa av relikterna försvunnit. Då försurning troligen bara är en del av förklaringen till detta bör en uppföljande undersökning ske för att närmare klargöra orsaken.
- Även sjöar med högre pH- och alkalinitetsvärden än i de ovan nämnda kan bli aktuella att följa, om försurningsprognosen kan bedömas vara sådan att de relikta arterna inom en nära framtid riskerar att utrotas.
- Kalkning bör givetvis övervägas i sjöar där relikta kräftdjur hotas av utrotning beroende på försurning, men självklart även i sjöar där de redan har försvunnit (t ex Dalsjön).
- Undersökningen av relikter i den kalkade sjön Uden bör fortsätta. Sjön är hittills den enda där en kalknings betydelse för relikta kräftdjur kunnat följas under flera år.
- Det är även väsentligt att sjöar med relikta kräftdjur som avses bli kalkade följs upp. I ett undersökningsprogram bör därför ingå förundersökning av förekomst och eventuell täthet av relikta kräftdjur samt uppföljning efter kalkning.

- Inplantering av relikta kräftdjur, i sjöar där någon av arterna slagits ut av försurning och där tidigare förekomst är känd, bör övervägas efter det att kalkning skett. Erfarenheter från sådana inplanteringar är stor (Fürst 1981, Fürst et al. 1984). Möjligheterna till dylika åtgärder betraktas dock för närvarande som delvis begränsade, då det bl a visat sig att det finns risk för överföring av parasiter mellan sjöar. Om inplantering inte är möjlig kan skadan betraktas som irreversibel.
- I sjöar där relikta kräftdjur slagits ut, innan kunskap om förekomst av dessa djur inhämtats, kan skadan också betraktas som irreversibel.
- Kartläggningen av dessa djurs utbredning bör pga ovanstående fortsätta. Kunskapen om utbredningen är fortfarande mycket begränsad i framför allt norra Sverige (kartläggningsverksamhet har dock påbörjats i Västernorrlands län), men även i andra delar av landet saknas en mer detaljerad kunskap om dessa djurs förekomst.

6. SAMMANFATTNING

De relikta kräftdjuren kan anses vara betydelsefulla som indikatororganismer för pH och alkalinitet i många sjöar under högsta kustlinjen liksom i sjöar där djuren inplanterats. M. relicta och troligen även flera av de övriga arterna försvinner sannolikt i vatten med pH respektive alkalinitet nära eller strax under 6.0 respektive 0.02 mekv/l. Tätheten tycks dock minska redan vid högre alkalinitetsvärden för M. relicta och P. quadrispinosa. Några större skillnader i känslighet för sur miljö mellan de olika reliktarterna har inte kunnat påvisas i denna undersökning.

I undersökningen påvisades att 15 relikta kräftdjurspopulationer sannolikt slagits ut pga försurning. Utslagningen berörde fyra av de fem relikta arterna (alla utom G. lacustris) och omfattade sammanlagt nio sjöar.

Tätheten av M. relicta tycks vara mer hämmad av försurning i grunda än i djupa delar av en sjö, vilket medför att möjligheten att nå större djup i en försurningssituation torde öka artens möjlighet att överleva. Relikterna har också i första hand slagits ut i grunda sjöar pga försurning som trolig orsak.

I tre sjöar skedde kalkningen för sent för att hinna rädda de relikta kräftdjurspopulationerna. I sju sjöar hann dock kalkning ske innan de ursprungliga populationerna av relikter slagits ut. I två kalkade sjöar påträffades relativt höga tätheter av M. relicta, vilket troligen kan förklaras med en förbättrad pH-situation i dessa sjöar.

7. ERKÄNNANDEN

Först vill jag tacka Magnus Fürst vid Sötvattenslaboratoriet för att han, liksom många andra gånger, entusiasmerat och lämnat värdefulla råd såväl i samband med planering som under undersökningens gång.

Värdefulla uppgifter har även lämnats av Torgil Slatte vid Länsstyrelsen i Östergötlands län, Erland Stake vid Länsstyrelsen i Värmlands län samt Per Alind vid Länsstyrelsen i Kalmar län.

Erik Degerman vid Sötvattenslaboratoriet har givit mig ovärderlig hjälp i samband med de statistiska bearbetningarna. Han har dessutom tillsammans med Per Nyberg vid Sötvattenslaboratoriet kritiskt granskat manuskriptet.

Jag vill även tacka Birger Pejler vid Limnologiska institutonen, Uppsala universitet, för värdefulla synpunkter på manuskriptet.

Undersökningen har utförts inom ramen för Sötvattenslaboratoriets kvalificerade effektuppföljning av kalkningsverksamheten och finansierats av Statens Naturvårdsverks anslag "Åtgärder mot försurningen".

8. LITTERATUR

- Appelberg, M. 1979. The effect of low pH on Astacus astacus L. during moult. Paper presented in the Second Scandinavian Symposium on Freshwater Crayfish, Lammi, Finland, 1979.
- Appelberg, M. 1986. The crayfish Astacus astacus L. in acid and neutralized environments. Doctoral Thesis, Uppsala University, Uppsala. 108 p.
- Borgström, R. & G.R. Hendrey. 1976. pH tolerance of the first larval stages of Lepidurus arcticus (Pallas) and adult Gammarus lacustris G.O. Sars. SNSF Project. Oslo-Ås, Norway. 37 p.
- Dadswell, M.J. 1974. Distribution, ecology and postglacial dispersal of certain crustaceans and fishes in eastern north America. Nat.Mus.Canada Publ.Zool. 11.
- Ekman, S. 1915. Vorschläge und Erörterungen zur Reliktenfrage in der Hydrobiologie. Arkiv Zool. 9. 35 p.
- Ekman, S. 1940. Die schwedische Verbreitung der glazialmarinen Relikte. Verh.Internat.Verein.Limnol. 9:37-58.
- Ekman, S. 1953. Zoogeography of the sea. Textbooks of animal biology. Sidgwick and Jackson, London. 417 p.
- 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 fortplantningsperioder hos Mysis relicta Lovén. Fil.lic.avhandl., Uppsala Univ. 77 p.
- Fürst, M. 1972. Livscykler, tillväxt och reproduktion hos Mysis relicta Lovén. (English summary: Life cycles, growth and reproduction in Mysis relicta Lovén.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 41 p.
- Fürst, M. 1981. Results of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:33-47.
- Fürst, M., J. Hammar, C. Hill, U. Boström & B. Kinsten. 1984. Effekter av introduktion av Mysis relicta i reglerade sjöar i Sverige. (English summary: Effects of the introduction of Mysis relicta into impounded lakes in Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 84 p.
- Henriksson, L., H.G. Oscarson & J.E. Stenson. 1980. Does the change of predator system contribute to the biotic development in acidified lakes? p. 316-317. In Ecological impact of acid precipitation. Proc.Int.Conf., Sandefjord, Norway 1980. Eds.: D. Drabløs and A. Tollan. SNSF-project, Oslo-Ås.

- Holmquist, C. 1963. Dags att om värdera de s k maringlaciala relikterna? Fauna och flora 58:30-42.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjøsens fisker og fiskerier. Det Kgl. Norske Vidensk.Selsk.Skr. 1916, 2. 257 p.
- Johansson, K. & P. Nyberg. 1981. Försurning av svenska ytvatten - effekter och omfattning 1980. (English summary: Acidification of surface waters in Sweden - effects and extent 1980.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6). 118 p.
- Lettevall, U. 1962. Mysis relicta, Pontoporeia affinis, Pallasea quadrispinosa och Mesidotea entomon funna i sjöar i mellersta Kalmar län. Fauna och flora 57:66-76.
- Lundberg, F. 1957. Glacialmarina relikter i Västsverige. Fauna och flora 52:137-155.
- Länsstyrelsen i Västmanlands län. 1985. Relikta kräftdjur i Västmanländska sjöar. 1985(3). 36 p. (Stencil.)
- Morgan, D.O. & B.R. McMahon. 1982. Acid tolerance and effects of sublethal acid exposure on iono-regulation and acid base status in two crayfish Procambarus clarkii and Orconectes rusticus. J.exp.Biol. 97:241-252.
- Mossberg, P. 1979. Bottenfaunans sammansättning i sura oligotrofa sjöar. (English summary: Benthos of oligotrophic and acid lakes.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 40 p.
- 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.
- Nilssen, J.P., T. Österdahl & W.T.W. Potts. 1984. Species replacements in acidified lakes: Physiology, predation or competition? Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 61:148-153.
- Nybelin, O. 1935. Ny svensk fyndlokal för Gammaracanthus loricatus var. lacustris (G.O. Sars). Fauna och flora 30:253-256.
- Nybelin, O. & H. Oldevig. 1944. Om Pallasea quadrispinosa G.O. Sars ovan marina gränsen i östra Jämtland. Medd.Göteborgs Mus.Zool.Avd. 107 p.
- Samrådsgruppen för Undens kalkning 1977-1983. 1983. Kalkningsprojektet Unden. 45 p.
- Segestråle, S.G. 1957. On the immigration of the glacialrelicts of northern Europe, with remarks on their pre-history. Comment.Biol.(Soc.Sci.Fenn.) 16. 117 p.
- Segestråle, S.G. 1976. Proglacial lakes and the dispersal of glacial relicts. Comment.Biol.(Soc.Sci.Fenn.) 83. 15 p.

- Söderbäck, O. 1974. Naturvårdsinventering i Atvidabergs kommun. Länsstyrelsen i Östergötlands län. p. 59-62. (Stencil.)
- Tracy, S.F. & J.R. Vallentyne. 1969. Fungal decomposition and amino analysis of Mysis relicta Lovén. *Limnol.Oceanogr.* 14:352-356.
- Völlestad, L.A. 1983. Nye funn av istidsimmigrantene Pontoporeia affinis, Pallasea quadrispinosa og Mysis relicta i Norge. *Fauna, Oslo* 36:129-131.
- Wright, D.A. 1980. Cadmium and calcium interactions in the freshwater amphipod Gammarus pulex. *Freshw.Biol.* 10:123-133.
- Økland, K.A. 1980. Mussels and crustaceans: Studies of 1 000 lakes in Norway. p. 324-325. In *Ecological impact of acid precipitation. Proc.Int.Conf., Sandefjord, Norway 1980.* Eds.: D. Drabløs and A. Tollan. SNSF-project, Oslo-Ås.
- Økland, J. & K.A. Økland. 1980. pH level and food organisms for fish: Studies of 1 000 lakes in Norway. p. 326-327. In *Ecological impact of acid precipitation. Proc.Int.Conf., Sandefjord, Norway 1980.* Eds.: D. Drabløs and A. Tollan. SNSF-project, Oslo-Ås.

9. ENGLISH SUMMARY: THE OCCURRENCE OF GLACIAL RELICT CRUSTACEANS IN CENTRAL SWEDEN WITH EMPHASIS ON THE EFFECTS OF ACIDIFICATION

The marine glacial relict crustaceans investigated in this study (Mysis relicta, Pallasea quadrispinosa, Pontoporeia affinis, Gammaracanthus lacustris and Limnocalanus macrurus) were sampled by dragging a beam trawl along the bottom. For sampling of Limnocalanus a plankton net was also hauled vertically from 25 m depth to the surface.

The glacial relict crustaceans are regarded as important indicator organisms in acidified regions which lie below the level of the highest shoreline of the Baltic Sea in the late Quaternary stage. This was confirmed in the present study in which 70 lakes in the southern and central parts of Sweden were investigated. In summer the pH ranged from 5.6 to 8.8, the alkalinity was between 0 and 1.44 meq/l, the conductivity was between 2.4 and 24.4 mS/m and the Secchi depth varied between 1.5 and 10.8 m in the different lakes.

A comparison with previous studies showed that the relict species disappeared from lakes when the pH dropped below 6 and the alkalinity fell below 0.02 meq/l. Statistically significant differences could be found in the occurrence of the different species in different pH-intervals, depth-intervals and Secchi-depth intervals. As a general rule the frequency of occurrence increased with higher pH, greater maximum depth and greater Secchi depth.

The abundance of Mysis and Pallasea decreased significantly with decreasing alkalinity in the interval 0-0.10 meq/l.

A total of 15 different populations of relict crustaceans had probably been wiped out by acidification, whereas low oxygen levels and unknown factors were responsible for the disappearance of 15 populations.

The abundance of Mysis was lower in the shallow parts of acidified lakes as compared to deeper regions. It is proposed that populations in deeper lakes have greater opportunities to survive in acidified lakes, mainly because they can avoid acid spates in spring by moving to deeper and more alkaline water.

Liming has been carried out in several lakes, and as a result the relict crustaceans have survived. In two limed lakes very high abundances of Mysis were found. These abundances were higher than during the years before liming. It is concluded that liming operations are necessary to prevent further losses of relict populations.

ALLMÄNNA SJÖDATA

Nr	Sjö	Län	SMHI-koord	H ö h (m)	Yta ₂ (km ²)	Största djup, m
1	Allgjuttern	H	642489-151724	126.4	0.17	32
2	Allgunnen	H	631706-151419	84.7	13.1	15.6
3	Alstern (B)	S	662322-139339	158	9.50	64
4	Alstern (K)	S	659236-137481	52	5.90	14
5	Balungen	W	675133-149715	196	11.0	17
6	Björsjön	E	653528-149876	47.1	1.0	30
7	Busjön	S	666361-137043	129	7.94	14
8	Buvattnet	P, S	656470-132005	96	0.54	25
9	Dalsjön	P, S	656448-130803	130	0.48	19
10	Drippeltjärn	S	662774-130753	188	0.09	30
11	Eldan	S	657475-131960	75	5.22	24
12	Foxen	S	658397-127781	102	7.17	55
13	Fälgaren	H	640336-153652	41.7	2.54	65
14	Gapern	S	659989-137602	60	25.25	24
15	Gläfsfjorden	S	658476-132962	45	99.70	36
16	Glypen	E	646701-152393	111.7	1.1	30
17	Grann	P	654007-128871	101	6.5	42.4
18	Grängen	S	667150-136767	140	2.32	15
19	Hiusen	W, X	672474-151813	191.9	12.1	20
20	Horsfjärden	E	645048-150492	116.6	3.5	51
21	Hosjön	W	671900-149570	108	1.40	20
22	Hummeln	H	636162-152826	54.9	5.50	61.5
23	Huin	E	653174-150400	46.8	14.2	23
24	Illern	H	636541-151446	115.0	4.0	26.5
25	Iväg	P	653964-129266	101	12.0	27
26	Järmsjön	S	658520-129864	134	19.61	(89)
27	Kymmen	S	665478-133265	194	14.30	55
28	Kärnsjön	O	649438-125880	49	7.07	40.5
29	Lelången	P, S	655087-129475	94	54.90	61
30	Mellan-Fryken	S	661287-135928	62	46.22	120
31	Mellan-Spillen	H	641912-151495	115.5	3.19	17
32	Möckeln	H	638083-151634	104.3	3.29	21
33	Nedre Bjärken	H	637223-151155	107.5	2.04	21
34	Nedre Fryken	S	660520-135820	62	12.62	32
35	Nedre Glottern	E	650646-152150	79.0	2.1	29
36	Rattsjön	S	669370-134055	196	1.41	18
37	Rinnen	S	661566-134372	94	4.50	15
38	Rogsjön	W	673287-148825	155.0	16.9	47.5
39	Rottnen	S	663601-134397	106	16.00	60
40	Ränken	S	663277-130387	87	14.94	35
41	Skiren	E	650581-152471	86	0.20	53
42	Skärsjön	N	633344-130068	49	3.1	22
43	Stocksjön	E	650874-151419	77.6	0.95	27
44	Stora Färgen	P	642262-130589	61.3	6.0	48
45	Stora Le	P, S	658500-127455	102	94.00	99
46	Stora Salungen	S	663261-133011	165	1.89	(31.9)
47	Stora Sinnern	H	633034-151274	77.9	2.3	25.5
48	Stora Ullen	S	665302-138478	233	7.37	80
49	Storsjön	H	643269-153913	13.1	10.8	46
50	Tisnaren	D, E	653595-151584	43.9	38.9	25

Nr	Sjö	Län	SMHI-koord	H ö h (m)	Yta ₂ (km ²)	Största djup, m
51	Tolången	H	643639-151263	128.6	1.75	30
52	Unden	R, T	652000-142300	117	95.0	104
53	Vekmangeln	E	651080-152027	62.4	1.20	22
54	Visten	S	661264-136508	63	32.34	34
55	Värmeln	S	658701-133732	56	78.80	45
56	Västra Silen	P, S	656961-128876	97	49.0	47
57	Ågelsjön	E	650571-151826	66.9	1.15	37
58	Ånimmen	P	652611-131035	48	16.38	29.4
59	Ärtingen	P	655218-129201	93.7	5.9	18
60	Öjsjön	E	645553-151635	99.7	2.0	20
61	Ölen	T	656337-142505	99	4.10	17
62	Ömmeln	P, S	656060-131299	121	7.40	24.5
63	Ören	E	645838-151000	77.7	3.6	38
64	Öresjön	O	647072-128452	75.7	11.1	33
65	Östgjuten	E	652331-150312	54.4	4.4	15
66	Östersjön	P	649362-127769	66.6	1.5	29
67	Östra Silen	P, S	656742-129568	103	40.2	41.5
68	Övre Fryken	S	664198-135102	62	42.73	90
69	Övre Glottern	E	650935-152305	83.3	1.0	22
70	Övsjön	Z	699113-150930	278.8	3.2	30

RESULTAT AV ANALYSERNA 1983-84

Av tabellen framgår ytvattenvärde sommartid 1983-84 av olika fysikalisk-kemiska variabler. Dessutom anges antal funna individer av Mysis relicta, Pontoporeia affinis, Pallasea quadrispinosa och Gammaracanthus lacustris per 5 min tråldrag. På vissa djup har två olika prov insamlats varvid två värden angivits.

- anger att parametern ej mätts eller analyserats

+ anger att arten påträffats

0 anger att arten ej påträffats

Sjöarna är angivna i alkalinitetsordning.

Nr	Sjö	pH	Alk mekv/l	Kond ms/m	Färg mgPt/l	Ca+Mg mekv/l	Sikt- djup,m	Prov- tag- nings- djup,m	G. lacus- tris ind/5 min	P. quadri- spinosa ind/5 min	P. affi- nis ind/5 min	M. re- licta ind/5 min	L. mac- rurus
9	Dalsjön	5.6	0	4.4	20	-	4.2	19	0	0	0	0	0
27	Kynnen	5.9	0.01	3.0	25	-	6.7	20	0	0	0	5	0
37	Rinnen	5.9	0.02	3.4	50	-	2.7	14	0	0	0	2, 0	0
36	Rattsjön	6.1	0.02	2.4	20	-	5.1	16-18	0	0	0	42, 55	0
39	Rottnen	6.2	0.02	3.0	30	-	4.5	20	0	1	0	111	+
52	Unden	6.4	0.02	4.8	5	-	-	40	8, 17	0	0, 8	61, 116	+
68	Övre Fryken	6.1	0.03	3.3	40	-	3.2	50	14	0	6	140	+
26	Järnsjön	6.3	0.03	4.2	10	-	9.5	20	0	0	0	369	+
12	Foxen	6.6	0.03	5.0	20	-	5.5	40	0	0	0	336	+
10	Drippeltjärn	6.7	0.03	4.5	25	-	5.4	60	0	+	1	134	+
29	Lelången	6.7	0.03	5.0	15	-	7.0	90	0	9	0	158	+
2	Allgunnen	6.6	0.04	9.0	25	0.46	-	20	13	0	0	401	+
7	Busjön	6.2	0.04	3.4	50	-	2.4	40	18	0	0	152	+
5	Balungen	6.2	0.05	2.7	40	0.16	-	40	10	0	0	474	+
18	Grången	6.5	0.05	3.3	25	-	4.5	55	6, 9	0	0	222, 273	0
30	Mellan-Fryken	6.4	0.05	3.6	30	-	4.4	20	0	1	0	253	0
42	Skårsjön	6.2	0.05	10.0	10	-	5.1	40	0	1, 0	0	464, 987	+
44	Stora Fårgen	6.6	0.05	9.2	10	0.41	7.1	20	0	7	0	590	+
								40	0	7	3	238	+
								30	0	14, 30	0	16, 23	0
								40	0	0	0	54	+
								40	0	0	2	2	+
								53	1, 0	9	25	18, 19	0
								15	0	0, 4	10	10	0
								14	0	0	24, 32	0	0
								17	0	0	0	0	0
								15	0	0	26	0	0
								20	3	0	0	0	0
								40	111	0	65	65	+
								40	54	0	237	237	+
								60	124	0	216	216	+
								90	8	0	419	419	+
								20	0	0	313, 1126	313, 1126	0
								10	0	0	160	160	+
								20	0	0	2392	2392	+
								45	0	0	310, 385	310, 385	+

Nr	Sjö	pH	Alk mekv/l	Kond ms/m	Färg mgPt/l	Ca+Mg mekv/l	Sikt- djup, m	Prov- tag- nings- djup, m	G. lacus- tris ind/5 min	P. quadri- spinosa ind/5 min	P. affi- nus ind/5 min	M. re- licta ind/5 min	L. mac- rurus
45	Stora Le	6.7	0.05	5.2	15	-	9.7	20	0	17	6	210	+
								40	23	16	7	83	
								60	5	0	24	97	
								80	4	1	16	43	
								90	2	0	2	14	
1	Allgjuttern	6.7	0.06	5.3	10	0.29	6.7	10	0	0	0	164	0
								20	0	1	0	1607	0
15	Glafsfjorden	6.7	0.06	4.6	25	-	5.0	30	0	0	0	1402, 2848	+
								20	0	0	0	70	0
								36	0	0	0	812, 1021	0
34	Nedre Fryken	6.5	0.06	3.6	25	-	4.0	20	2	7	0	864	0
								30	8, 13	23, 71	0	1718, 1977	+
40	Ränken	6.6	0.06	4.4	25	-	5.0	20	1	31	1	1455	0
								40	17, 24	22, 25	0	202, 274	0
48	Stor-Ullen	6.9	0.06	3.3	15	-	-	20	0	0	0	830	0
								40	0	0	0	1696	0
54	Västen	6.8	0.06	4.7	10	-	5.0	60	0	0	0	1079, 1159	+
								20	0	1	0	1237	0
56	Västra Silen	6.9	0.06	5.4	15	-	8.7	30	0	9, 44	0	1552, 1884	+
								20	0	61	55	76	0
67	Östra Silen	6.7	0.06	5.1	15	-	8.2	40	1, 2	70, 107	116, 255	199, 266	0
								20	3	36	1	2375	+
69	Övre Glottern	6.8	0.06	4.2	40	0.27	3.9	40	8, 13	62, 90	2, 13	619, 862	0
								15	0	0	0	48	0
								22	0	0	0	0, 0	0
8	Buvattnet	6.7	0.07	4.6	15	-	6.7	25	0	0	0	0	0
28	Kärnsjön	6.5	0.07	7.5	50	0.33	2.2	10	0	0	0	73	+
								20	0	0	0	228	0
								40	0	0	0	40, 40	0
46	Stora Salungen	6.7	0.07	4.3	50	-	3.4	20	0	0	0	780, 1841	0
47	Stora Sinnern	6.7	0.07	9.3	25	0.54	4.7	10	0	96	1	0	+
								20	0	40, 41	0	34, 39	0
35	Nedre Glottern	6.9	0.08	4.9	25	0.30	5.5	15	0	7	0	1552	0
								26	0	0	0	1636, 1789	-
38	Rogsjön	6.5	0.08	3.9	15	0.26	7.5	20	0	6	0	518	0
								47	0	11, 2	56, 116	198, 451	0

Nr	Sjö	pH	Alk mekv/l	Kond ms/m	Färg mgPt/l	CaMg mekv/l	Sikt- djup, m	Prov- tag- nings- djup, m	G. lacus- tris ind/5 min	P. quadri- spinosa ind/5 min	P. affi- nis ind/5 min	M. re- licta ind/5 min	L. mac- rurus
57	Ågelsjön	6.8	0.08	4.7	25	0.31	4.3	15	0	11	0	247	0
								20	0	8	0	1132	
								35	0	3, 4	0	36, 140	
14	Gapern	6.8	0.09	5.9	25	-	2.7	24	0	0	0	46, 38, 26	+
17	Grann	7.0	0.09	6.6	25	-	5.0	20	3	51	25	718	+
								38	8, 29	1, 12	12, 50	8, 37	
21	Hörsjön	6.7	0.09	3.5	40	-	-	15	0	0	0	24	0
								20	0, +	0, +			
55	Värmeån	6.9	0.09	5.2	15	-	5.1	20	0	12	13	242	+
								40	0	119, 190	5, 12	1401, 1832	
60	Öjsjön	6.3	0.09	5.2	10	0.30	7.5	5	0	2	0	0	0
								10	0	667	0	6	
								19	0	145	0	55	
11	Eldan	6.7	0.10	5.5	15	-	4.5	20	0	0	0	0	0
19	Husen	6.6	0.10	3.3	20	0.25	-	20	0	0	0	13, 34	-
23	Nedre Bjärken	6.4	0.10	8.0	20	0.45	5.5	10	0	561	359	530	0
								20	0	120, 134	6, 28	136, 62	
65	Östgöjuten	6.9	0.10	5.3	30	0.34	4.0	15	0	0	0	3	0
4	Alstern (K)	7.5	0.11	6.1	30	-	1.5	14	0	0	0	0	0
3	Alstern (B)	6.9	0.12	3.6	10	-	-	20	0, +	6	14	790	0
								40	0	16	24	850	
								60	0	27, 20	86, 73	257, 260	
43	Stocksjön	6.8	0.12	5.0	40	0.35	3.5	15	0	0	0	627	0
								19	0	0	0	825	
								26	0	0	0	4, 11	
53	Vekmangel	6.8	0.12	5.2	25	0.37	4.5	15	0	26	0	710	+
								22	0	1, 0	0	39, 45	
59	Ärtingen	7.2	0.14	6.6	25	-	5.5	19	0	52, 233	3, 18	2502, 4766	+
24	Illem	6.8	0.15	8.9	15	0.55	6.4	10	0	200	0	0	0
								25	0	52, 107	0	0	
61	Ölen	6.9	0.15	5.3	50	-	-	17	0	0	0	0	0
64	Öresjön	6.9	0.15	9.4	15	0.47	5.8	10	0	0	0	28	+
								20	0	0	0	349	
								30	0	0	0	317, 226	
56	Björnsjön	7.0	0.16	6.8	20	0.50	4.4	20	0	66	0	0	0
								30	0	29, 47	0	0	
25	Ivåg	7.3	0.16	7.5	20	-	5.6	20	0	62, 125	22, 25	98, 177	+
41	Skiren	7.2	0.16	6.6	5	-	10.8	46	1	0	369	2221	0

Nr	Sjö	pH	Alk mekv/l	Kond ms/m	Färg mgPt/l	Ca+Mg mekv/l	Sikt- djup, m	Prov- tag- nings- djup, m	G. lacus- tris ind/5 min	P. quadri- spinosa ind/5 min	P. affi- nis ind/5 min	M. re- licta ind/5 min	L. mac- rurus
58	Animmen	7.2	0.16	7.8	10	-	6.0	22	0	793, 821	165, 134	252, 516	+
62	ÖrneIn	7.2	0.16	5.8	10	-	8.2	24	0	0	0	0	0
66	Östersjön	7.1	0.17	9.3	30	0.45	2.9	10	0	0	0	6298	+
								20	0	0	0	526	
								28	0	0	0	1289	
13	Fälsgaren	7.1	0.19	8.3	20	0.53	5.4	10	0	52	10	1905	+
								20	2	112	46	603	
								40	19	84	40	141	
								60	2, 2	94, 82	32, 66	106, 88	
16	Glypen	6.6	0.19	8.2	15	0.53	5.4	10	0	195	525	2861	+
								20	0	287	0	2546	
								30	0	118, 147	0, 0	1710, 1669	
32	Möckeln	6.9	0.22	10.4	20	0.67	7.1	10	0	1237	2246	306	0
20	Horsfjärden	6.9	0.23	7.2	15	0.47	7.0	10	0	790, 551	1413, 483	695, 708	+
								20	0	98	178	381	+
								40	0	237	1058	4993	+
50	Tissnaren	7.1	0.23	8.3	20	0.62	5.0	20	0	48, 37	2032, 1330	619, 708	+
23	Hunn	7.0	0.25	8.4	25	0.63	4.9	15	0	0, 2	0	267, 410	+
								20	0	0	0	24	+
22	Hummeln	7.1	0.26	12.2	15	0.79	5.1	10	0	2, 0	0	20, 34	+
								20	0	22	132	230	+
								40	0	8	47	36	
								55-60	0	74	68	40	
31	Mellan-Spillen	7.1	0.27	8.8	10	0.60	7.2	10	0	305, 478	153, 28	86, 75	0
								17	0	4372	0	21	0
51	Tolången	7.0	0.29	7.3	10	0.55	7.4	10	9	235	0	54	0
								20	0	1635	599	132	0
								30	0	494	51	376	0
70	Övsjön	7.2	0.42	6.4	25	0.55	4.4	10	0	1012, 1731	1443, 2237	236, 76	0
								20	0	1379	0	0	0
								30	0	389	0	0	0
49	Storsjön	7.0	0.56	14.1	40	1.00	2.0	10	0	592, 256	0	0	+
								20	0	72	0	6424	
								40	0	154	13	1440	
63	Ören	8.8	1.44	24.4	25	2.40	2.0	10	0	52, 53	0	1113, 710	+
								15	0	0	0	180	
								20	0	2	0	151	
								30	1	0	0	40	0

PÅVISAD FÖREKOMST AV RELIKTA KRÄFTDJUR UNDER 1900-TALET I SJÖAR
SOM UNDERSÖKTES UNDER 1983 OCH 1984.

Uppgifter om tidigare förekomst har lämnats av:

1. Ekman (1940)
2. Nybelin & Oldevig (1944)
3. Lundberg (1957)
4. Lettevall (1962)
5. Lettevall (1963, muntl.medd.)
6. Fürst (1966)
7. Arnemo (1972, muntl.medd.)
8. Länsstyrelsen i Kalmar län (1974, muntl.medd.)
9. Söderbäck (1974)
10. Johansson (1983, muntl.medd.)

Avända beteckningar i tabellen:

0 anger att arten ej påträffats

- anger att undersökning ej utförts

x anger att arten påträffats 1983-84

1-10 anger att arten påträffats tidigare och hänvisar till källan
ovan

Sjö	Gammaracanthus lacustris		Pallasea quadrispinosa		Pontoporeia affinis		Mysis relicta		Limnocalanus macrurus	
	tidigare	1983-84	tidigare	1983-84	tidigare	1983-84	tidigare	1983-84	tidigare	1983-84
Allgjuttern	-	0	-	x	-	0	-	x	-	0
Allgunnen	0	0	0	0	0	0	x	x	-	0
Alstern (B)	6	10	6	x	6	x	6	x	6	0
Alstern (K)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Balungen	-	0	-	0	-	0	-	x	-	-
Björnsjön	-	0	-	x	-	0	-	0	-	0
Busjön	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Buvattnet	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Dalsjön	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Drippeltjärn	-	0	-	0	-	0	-	x	-	0
Eldan	0	0	3	0	0	0	3	0	3	0
Foxen	0	0	6	x	0	x	6	x	6	x
Fälgaren	8	x	1	x	1	x	1	x	1	x
Capern	0	0	0	0	0	0	6	x	0	x
Glafsfjorden	1	0	1	0	0	0	1	x	1	x
Glypen	-	0	-	x	-	0	-	x	-	x
Grann	6	x	3	x	0	x	6	x	6	x
Grängen	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hiusen	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Horsfjärden	0	0	9	x	9	x	9	x	0	x
Hosjön	0	0	-	x	-	0	-	x	-	0
Hummeln	0	0	4	x	4	x	4	x	4	x
Hunn	0	0	-	x	-	0	-	x	-	x
Illebr	0	0	4	x	0	0	0	0	0	0
Ivåg	0	0	3	x	3	x	3	x	3	x
Järnsjön	0	0	1	x	0	0	1	x	0	0
Kymmen	0	0	6	x	0	0	6	x	0	0
Kärnsjön	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lelången	1	x	1	x	1	x	1	x	1	x
Mellan-Fryken	1	x	3	x	3	x	3	x	3	x
Mellan-Spillen	-	0	-	x	-	0	-	x	-	0
Möckeln	-	0	-	x	-	0	-	x	-	0
Nedre Bjärken	0	0	5	x	5	x	5	x	5	x
Nedre Fryken	-	x	-	x	-	0	-	x	-	0
Nedre Glottern	-	0	-	x	-	0	-	x	-	0
Rattsjön	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
Rimnen	0	0	0	0	0	0	6	x	6	x
Rogsjön	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Rottnen	6	x	1	x	0	x	6	x	6	x

Sjö	Gammaracanthus lacustris	Pallasea quadrispinosa	Pontoporeia affinis	Mysis relicta	Limnocalanus macrurus
	tidigare 1983-84	tidigare 1983-84	tidigare 1983-84	tidigare 1983-84	tidigare 1983-84
Ränken	x	3	0	3	1
Skiren	x	0	6	6	6
Skärsjön	0	0	0	x	0
Stocksjön	0	0	0	x	0
Stora Färgen	0	0	0	x	0
Stora Ie	x	1	1	1	x
Stora Salungen	0	0	0	3	x
Stora Sinnern	0	-	-	-	0
Stora Ullen	0	-	-	inpl -66	x
Storsjön	0	6	0	1	x
Tissnaren	0	-	-	-	-
Tolängen	0	x	0	-	x
Unden	0	x	x	-	x
Vekmangeln	0	1	1	1	0
Visten	0	0	0	-	x
Värmeln	3	x	1	1	x
Västra Silen	3	x	0	1	x
Ågelsjön	0	3	3	3	x
Ännummen	0	-	-	-	0
Ärtingen	0	1	1	1	x
Öjsjön	0	1	1	1	x
Ölen	0	x	-	-	0
Ömmeln	0	0	0	1	0
Ören	0	3	0	3	0
Öresjön	0	1	0	1	0
Östgjutten	0	0	1	1	x
Östersjön	0	-	0	-	x
Östra Silen	0	0	0	1	0
Övre Fryken	1	3	3	3	x
Övre Glottern	0	1	1	1	x
Övsjön	0	-	0	-	0
Totalt	12	29	20	* 44	28
		42	25	* 57	33

* Stora Ullen har undantagits pga inplantering.

I sjön Hummeln påträffades även Mesidothea entomon. Arten har tidigare även rapporterats från Stora Färgen (Lundberg 1957).