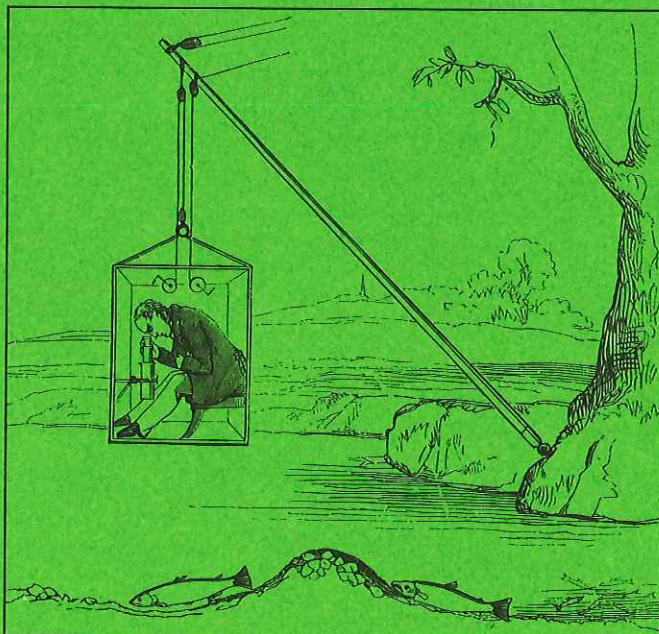


Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



PER MOSSBERG

Bottenfaunans sammansättning i
sura oligotrofa sjöar

BOTTENFAUNANS SAMMANSÄTTNING I SURA OLIGOTROFA SJÖAR

Per Mossberg

INLEDNING	2
OMRÅDES- OCH SJÖBESKRIVNING	2
MATERIAL OCH METODER	4
RESULTAT OCH DISKUSSION	5
Oligohumösa syd- och mellansvenska sjöar	5
Humösa mellansvenska sjöar	7
Fjällsjöar	8
De olika arternas reaktion på försurning	8
Profundalfaunans reaktion på försurning	15
Litoralfaunans reaktion på försurning	16
Rovdjurens andel av faunan vid olika pH	19
Bottenfaunans reaktion på försurning i olika sjötyper	20
LITTERATUR	21
SUMMARY: BENTHOS OF OLIGOTROPHIC AND ACID LAKES	23

INLEDNING

Försurningen av svenska sjöar har på senare tid blivit ett alltmer uppmärksammat miljöproblem. Den mest påtagliga effekten har ofta varit att sjöarnas fiskbestånd slagits ut. De sjöar som drabbats hårdast är i första hand de västsvenska sjöarna med klart och näringsfattigt vatten, men även i många syd- och mellansvenska skogssjöar är en pH-sänkning tydlig (Odén och Ahl 1970). De hårdast drabbade sjöarna hade tidigare ofta speciellt värdefulla fiskbestånd som öring och röding (Almer 1972). Även på övriga trofinivåer har drastiska förändringar skett, med en nedgång både i individ- och artantal som resultat (Leivestad et al. 1976).

Målet med denna undersökning var att studera bottenfaunans sammansättning vid låga pH-värden i några olika typer av oligotrofa sjöar. Tyngdpunkten är lagd på förändringar inom familjen Chironomidae eftersom denna grupp vanligtvis dominerar bottenfaunan. Dessutom består Chironomidae av ett stort antal arter med specifika miljökrav, varför man kan förvänta sig att en förändring i miljön bör leda till förskjutningar i artsammansättningen.

Ekonomiska bidrag har erhållits från Statens Naturvårdsverk och från Fiskeristyrelsens medel till kalkning av sjöar och vattendrag.

OMRÅDES- OCH SJÖBESKRIVNING

De undersökta sjöarna kan indelas i tre grupper efter sin humushalt och geografiska läge.

1. Oligohumösa syd- och mellansvenska sjöar
2. Humösa mellansvenska sjöar
3. Oligohumösa fjällsjöar

Sjöarnas storlek, djup, surhetsgrad, färg och läge framgår av nedanstående tabell.

Tabell 1. Sjöarnas läge, storlek, färg och surhetsgrad

Oligohumösa syd- och mellansvenska sjöar

Sjö	Undersök- ningsår	Yta (ha)	Avrinn.- område (ha)	Max. djup (m)	Höjd över havet	pH (yta)	Färg (mg Pt/l)	Läge
Skärsjön	1943	80	515	17.5	129	6.9	-	20 km S Fagersta
"	1977	"	"	"	"	5.4-6.1	15	"
V. Skäl- sjön	1943-48	40	150	19.5	233	6.3	-	15 km VSV Fagersta
"	1973	"	"	"	"	5.2-5.3	5-10	"
Eskare- sjö	1977	2	19	11.0	120	4.3-4.4	15	21 km N Varberg
Lilla sjö	1977	2	38	"	96	"	10-15	34 km NNO Varberg

Humösa mellansvenska sjöar

Hovtjärn	1943-46	6.6	48	5.0	148	5.6-5.7	-	20 km S Fagersta
"	1977	"	"	"	"	4.8-5.4	150	"
Grimsgöl	1943-48	1.1	87	4.8	187	6.2	-	10 km NO Växjö
"	1977	"	"	"	"	4.8-5.5	350- 550	"

Oligohumösa fjällsjöar

St. Rös- sjön	1977	80	1 600	3.6	896	5.0-5.5	-	95 km NV Mora
St. Harr- sjön	"	63	500	3.8	902	5.0-5.3	-	"
L. Harr- sjön	"	68	1 300	8.8	896	4.8-5.2	-	"
Ö. Särna- mannasjön	"	24	225	5.8	952	4.8-4.9	-	"

Samtliga sjöar är belägna inom kalkfattiga områden. Eskaresjö och Lilla sjö ligger på västkusten, Grimsgöl på småländska höglandet, Skärsjön, V. Skälsjön och Hovtjärn i Bergslagen samt de arktiska sjöarna i Fulufjällsområdet i Dalarna. De syd- och mellansvenska har två stagnationsperioder per år, medan fjällsjöarna cirkulerar under hela den isfria tiden. Maximala temperaturen i de senare ligger omkring 12°C i hela vattenmassan.

MATERIAL OCH METODER

Undersökningarna från 1940-talet i V. Skälsjön, Skärsjön, Hovtjärn och Grimsgöl har utförts av L. Brundin (Brundin 1949) och undersökningarna 1973 (Mossberg och Nyberg 1976) resp 1977 i dessa sjöar är i möjligaste mån en upprepning av tidigare undersökning. Bottenfaunaprover har i samtliga fall tagits med Ekmanhämtare, sållats genom såll med 0.6 mm maskvidd och formalinkonserverats. Antal prov och provtagningstidpunkt framgår av nedanstående tabell:

Tabell 2. Provtagningsdata

Sjö	Datum	Antal prov	Provtagningsdjup (m)
Skärsjön	26/8 1943	14	4, 5, 6, 12-14, 16-17
"	15/9 1977	14	1, 2, 4, 6, 8, 12.5-13.5, 17.5
V. Skälsjön	27/8 1943	48	1.5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14-16, 18-18.5
"	29-30/9 1943		
"	26/4 1973	18	1.5, 2, 4, 6, 8, 10, 12-13, 14-16, 18
Eskaresjö	7/9 1977	12	1, 2, 4, 6, 8, 11
Lilla sjö	"	12	1, 2, 4, 6, 8, 11
Hovtjärn	1/10 1943	18	1.5, 2, 2.5, 3.5, 4.5, 4.8, 5
"	15/9 1977	12	1.5, 2, 2.5, 3.5, 4.5, 5
Grimsgöl	mars 1943		
	jan. 1948	24	1, 1.7, 2.5, 4, 4.8
"	9/9 1977	10	1, 1.7, 2.5, 4, 4.8
St. Rössjön	25/8 1977	3	3.1-3.6
St. Harrsjön	23/8 1977	8	1, 2.1, 2.9, 3.8
L. Harrsjön	"	12	1, 2.1, 3.2, 4.2, 6.0, 8.8
Ö. Särna- mannasjön	22/8 1977	8	1.7, 3.2, 4.4, 5.8

Chironomidimagines har främst insamlats genom hävning på sjöytan och i sjöns strandnära områden. I två sjöar, V. Skälsjön och Grimsgöl, har dessutom kläckningstrattar använts. Insamlandet har skett följande datum:

Skärsjön	1977	12/5, 13/6, 18/7, 15/9
V. Skälsjön	1946	5/6, 30/6
"	1948	1/9
"	1973	1 gång/vecka 26/4-9/9 (hävning + kläckningstrattar)
Eskaresjö	1977	3/5, 8/6, 15/7, 7/9
Lilla sjö	1977	3/5, 8/6, 15/7, 7/9
Hovtjärn	1946	4/6, 29/6
"	1977	12/5, 13/6, 18/7, 15/9
Grimsgöl	1946-48	grundlig undersökning, bl a kläckningstrattar 8/5-8/7 1947
"	1977	5/5, 8/6, 15/7, 9/9
St. Rössjön	1977	15/6, 28/7, 2/8, 25/8
St. Harrsjön	1977	14/6, 23/8
L. Harrsjön	1977	14/6, 23/8
Ö. Särnamanna- sjön	1977	27/7, 22/8

De adulta insekterna har konserverats i 70% alkohol.

För många av de sjöar som undersökts av Brundin (1949) saknas uppgift om vattenfärg och i dessa fall har vattenfärgen beräknats utifrån siktdjupet med hjälp av en korrelation mellan siktdjup och vattenfärg (Grönberg et al. 1967).

RESULTAT OCH DISKUSSION

Oligohumösa syd- och mellansvenska sjöar

De arter som påträffats i dessa sjöar samt deras abundans redovisas i Tabell 12, 13, 14 och 15. Totalt har 110 arter erhållits varav 87 tillhör familjen Chironomidae. Artantalet fördelade sig på följande sätt inom de olika grupperna.

Tabell 3. Antal arter i de humusfattiga sjöarna

	Sjö och år					
	Skär- sjön	V. Skäl- sjön	Skär- sjön	V. Skäl- sjön	Eskare- sjö	Lilla sjö
	1943	1943	1977	1973	1977	1977
pH	6.9	6.3	5.4-6.1	5.2-5.3	4.3-4.4	4.3-4.4
Tanypodinae	1	4	3	9	2	6
Orthoclaadiinae	3	9	7	9	9	7
Chironominae	4	15	14	16	11	10
Tanytarsini	2	10	4	7	3	5
Totalt Chirono- midae	10	38	28	41	25	28
Övriga djur- grupper	6	11	11	10	9	11
Totalt	16	49	39	51	34	39

Antalet påträffade arter kommer givetvis att vara starkt beroende av hur omfattande sjön har blivit undersökt. Detta gäller i synnerhet de mera sällsynta arterna. Undersökningen i Skärsjön 1943 består enbart av bottenhugg på 4-17 meters djup, vilket kan förklara det låga artantalet i denna sjö. En jämförelse med andra sjöar av denna typ med motsvarande pH-värde, t ex Skären, visar nämligen att artantalet bör vara betydligt högre. I Skären fann Brundin 56 chironomidarter vid en undersökning av ungefär samma omfattning som den i Skärsjön 1977 (Brundin 1949). I V. Skälsjön har chironomidimagines insamlats vid tre tillfällen 1946-48 mot tjugo under 1973, varför även här artantalet bör ha varit betydligt större under 1940-talet. Om detta beaktas finns en klar tendens till minskat artantal inom Chironomidae med sjunkande pH.

Den grupp som främst drabbas är Tanytarsini. Om man bortser från rheofila arter, som troligen kommer från utloppsbacken, utgjorde Tanytarsini 4-12% av antalet chironomidarter vid pH 4.3-4.4, 14-17% vid pH 5.2-6.1 och 20-26% vid pH 6.3-6.9. En jämförelse av artantalet hos övriga djurgrupper är svår att göra på grund av att den taxonomiska bearbetningen drivits olika långt.

De olika arternas utbredning i de undersökta sjöarna kan grovt indelas i fyra grupper:

1. Arter med störst frekvens i de suraste sjöarna. Hit hör:
Odonata, Corixidae, Procladius fuscus.
2. Arter som visar störst frekvens i måttligt sura sjöar:
Limnochironomus pulsus, Microtendipes chloris.
3. Arter som har en lägre frekvens i sura sjöar:
Hirudinea, Ephemera vulgata, Pisidium spp., Gastropoda, Heterotrissoclaadius määri, Parakiefferiella bathophila samt ett flertal Tanytarsini-arter.

4. Arter som inte tycks påverkas av sjöns surhetsgrad:

Leptophlebia vespertina, *Sialis lutaria*, *Cyrnus flavidus*, *Holocentropus dubius*, *Ablabesmyia* spp., *Heterotanytarsus apicalis*, *Heterotrissocladius marcidus*, *Pagastiella orophila*, *Pseudochironomus prasinatus*.

Denna gruppindelning är givetvis en förenkling och t ex *Sialis lutaria*, som här förts till grupp 4, visar en tendens till ökat antal i surare vatten. En mera ingående genomgång av de olika arternas reaktion på låga pH-värden lämnas på sid 8.

Humösa mellansvenska sjöar

Bottenfaunans artantal och individtätthet i Hovtjärn och Grimsgöl på 1940-talet resp 1977 framgår av Tabell 16, 17 och 18. Jämfört med de humusfattiga sjöarna är artantalet här betydligt lägre med totalt 69 arter. Av dessa hör 51 till Chironomidae. De olika djurgruppernas artantal var:

Tabell 4. Antal arter i de humösa sjöarna

	Sjö och år			
	Hovtjärn 1943	Hovtjärn 1977	Grimsgöl 1943-48	Grimsgöl 1977
pH	5.6-5.7	4.8-5.4	6.2	4.8-5.5
Tanypodinae	6	3	9	6
Orthoclaadiinae	9	3	9	2
Chironominae	10	10	14	6
Tanytarsini	2	2	3	1
Totalt Chironomidae	27	18	35	15
Övriga djurgrupper	9	9	11	11
Totalt	36	27	46	26

Med undantag för Grimsgöl 1943-48 är värdena genomgående låga, speciellt för gruppen Tanytarsini. Det höga artantalet i Grimsgöl på 1940-talet beror på att denna undersökning är grundligare än övriga. Även för de humösa sjöarna finns en tendens till att en pH-sänkning leder till ett minskat artantal. Detta är speciellt markant för Orthoclaadiinae, som i Hovtjärn har minskat från 33 till 17% av artantalet inom Chironomidae. Motsvarande värden för Grimsgöl är 26 resp 13%.

Det släkte som är mest gynnat av försurning i humösa vatten verkar att vara *Chironomus*. I Hovtjärn har även *Zalutschia zalutschicola* och *Microtendipes* sp. högre abundans 1977 än 1943. Missgynnade arter är *Monopelopia tenuicalcar*, *Corynoneura celeripes*, *Heterotanytarsus apicalis* och *Heterotrissocladius grimshawi*.

Fjällsjöar

Av Tabell 19 framgår vilka arter som påträffats i de undersökta arktiska sjöarna och de funna individtätheterna redovisas i Tabell 20. Jämfört med övriga sjöar är artantalet det lägsta noterade med totalt 52 arter varav 38 tillhör Chironomidae. Fördelningen mellan de olika djurgrupperna var:

Tabell 5. Antal arter i de subarktiska-arktiska sjöarna

	Semning- sjön	Katter- jaure	St. Rö- sjön	St. Harr- sjön	L. Harr- sjön	Ö. Särna- mannasjön
pH	6.6	6.5	5.0-5.5	5.0-5.3	4.8-5.2	4.8-4.9
Tanypodinae	6	3	4	3	3	3
Orthocladiinae	20	35	12	8	8	6
Chironomini	7	4	4	4	8	2
Tanytarsini	9	13	5	3	4	3
Totalt Chirono- midae	42	55	25	18	23	14
Övriga djur- grupper	-	-	3	6	12	5
Totalt	-	-	28	24	35	19

Semningsjön och Katterjaure är sjöar undersökta av Brundin (Brundin 1949, 1956). Båda är oligohumösa och har ungefär samma ytvattentemperatur som Fulufjällsjöarna. Semningsjön ligger i Jämtland och är arktisk-subarktisk, medan Katterjaure ligger i Abisko-området ovanför trädgränsen. I jämförelse med dessa sjöar är artantalet i Fulufjällsjöarna lågt, och även inom Fulufjällsjöarna finns en tendens till sjunkande artantal vid lägre pH. Minskningen är störst inom Orthocladiinae, men även Tanytarsini uppvisar lägre värden vid tilltagande surhetsgrad. Arter som har förvånansvärt höga individtätheter i undersökningssjöarna är *Zalutschia zalutschicola*, *Chironomus polaris* och *Phaenopsectra coracina*, medan däremot *Heterotrissocladius määri* och *H. subpilosus* saknas.

De olika arternas reaktion på försurning

Som tidigare påpekats påverkas vid en försurning av en sjö samtliga trofinivåer i ekosystemet. Förändringar hos bottenfaunan är därför resultatet av ett komplext samspel mellan kemiska och biologiska förändringar i miljön. I denna undersökning har försurningens inverkan på bottenfaunan i sjöar med olika humushalt och geografiskt läge studerats. Då även andra miljöfaktorer, som t ex förändringar av födotillgång och födans sammansättning, förändrade konkurrens- och predationsförhållanden samt förändringar av vissa toxiska metallers löslighet bör ha betydelse för bottenfaunans utveckling i samband med försurning, är följande sammanställning därför delvis en förenkling.

Oligochaeta uppvisar genomgående låga antalssiffror i de sura sjöarna. Särskilt i de humösa sjöarna Hovtjärn och Grimsgöl är värdena 1977 mycket låga, medan värdena på 1940-talet var betydligt högre. I V. Skälsjön tyder djupfördelningen hos Oligochaeta på att en förändring skett i art-sammansättningen mellan 1943-73.

Hirudinea saknas i samtliga sjöar utom i V. Skälsjön 1943 och Skärsjön 1977, varför gruppen verkar starkt missgynnad av försurning. Den enda art som påträffats är *Erpobdella octoculata*.

Crustacea. *Pallasea quadrispinosa* hade i Skärsjön 1943 (pH 6.9) en individtäthet på 11/m² på 6-17 meters djup (Brundin 1949). Vid undersökningen i samma sjö 1977 (pH 5.4-6.1) kunde ej arten återfinnas, vilket tyder på att den försvinner redan vid ett relativt högt pH-värde. *Asellus aquaticus* är en mycket eurytop art, som förekommer i de flesta svenska sjöar. Arten är även relativt tålig mot försurning. I Eskaresjö (pH 4.3-4.4) saknades dock arten och i Lilla sjö (pH 4.3-4.4) påträffades enbart två exemplar. Mossberg och Nyberg (1980) fann *Asellus aquaticus* i sjöar med pH ned till 4.5. I sjön Trollkarlen (pH 4.2, färg 5 mg Pt/l) saknades arten och i Långsjön (pH 4.5, färg 70 mg Pt/l) förekom den i mycket låga individental. Vidare saknades den i den oligohumösa sjön Trestickeln med pH 3.9-4.6 (Wiederholm och Eriksson 1977). *Asellus aquaticus* nedre pH-gräns tycks därför ligga vid 4.3-4.4 i oligohumösa sjöar. I den brunfärgade Hovtjärn var individtätheten av *Asellus aquaticus* betydligt lägre 1977 (pH 4.8-5.4) än 1943 (pH 5.6-5.7) och i två sjöar med pH 4.5 och vattenfärg 30 resp 70 mg Pt/l uppvisade arten "normal abundans" i den minst bruna, medan den var sällsynt i den andra (Mossberg och Nyberg 1980). Det förefaller därför som om *Asellus aquaticus* skulle vara mindre tålig mot låga pH-värden i humösa än i klara vatten.

Gammarus lacustris har inte påträffats i någon av undersökningssjöarna. K.A. Økland (1969) anger pH 6.0 som nedre gräns för arten, varför avsaknaden av den i dessa sjöar troligen är pH-beroende.

Ephemeroptera. Hendrey och Wright (1977) fann vid undersökningar i Norge att *Leptophlebia vespertina* var den ephemerid som var mest tolerant mot låga pH-värden. I denna undersökning har den påträffats i sjöar med pH mellan 5.8-4.4. *Ephemera vulgata* fanns i V. Skälsjön 1943 men återfanns inte 1973. Vid nämnda norska undersökning påträffades arten i sjöar med pH 6.8-7.7 (op. cit.).

Odonata uppvisar speciellt i Eskaresjö höga individentätheter. De arter som påträffas är ofta typiska för humösa vatten (Langfield 1937, Corbet et al. 1960). Den kraftiga utvecklingen av dessa djur i sura sjöar sammanhänger troligen med minskat predationstryck från fisk. En ökning av Odonata vid försurning har tidigare konstaterats av Grahn och Hultberg (1974).

Megaloptera. *Sialis lutaria* har en tendens till ökad abundans i sura vatten. Den är tidigare känd som mycket försurningstålig (op. cit., Wiederholm och Eriksson 1977, Ryhänen 1961).

Corixidae anges av Grahn och Hultberg (1974) som vanliga i sura vatten. På grund av sitt levnadssätt erhålls sällan dessa djur i bottenproven. Däremot iaktogs ett flertal corixider vid provtagningarna i Eskaresjö, Lilla sjö och Harrsjöarna. Den art som påträffats i Lilla sjö, *Glaenocorisa propinqua*, är känd från ett flertal försurade sjöar på västkusten (Eriksson et al. 1977). Även den ökade frekvensen av corixider i sura vatten beror sannolikt på minskad fiskpredation (op. cit., Henriksson och Oscarson 1978, Macan 1965).

Trichoptera. Försurningstoleranta arter tycks framför allt vara *Cyrnus flavidus* och *Holocentropus dubius*.

Lamellibranchia är i de undersökta sjöarna enbart representerade av släktet *Pisidium*. I de båda suraste sjöarna, Eskaresjö och Lilla sjö, saknas även detta släkte. I Skärsjön uppträder *Pisidium* i ungefär samma omfattning 1977 som 1943, medan släktets utbredning i V. Skälsjön har minskat drastiskt mellan 1943 och 1973. Detta tyder på att gränsen för effekter på släktet i fråga ligger omkring pH 5.3-5.8 i oligohumösa sjöar. I de humösa sjöarna saknas *Pisidium* utom i Grimsgöl 1943. I de undersökta arktiska sjöarna saknas *Pisidium*. I den arktiska sjön Latnjajaure (pH 6.4, maximal temperatur 6.5°C) utgjorde *Pisidium* 9-27% av totalantalet bottendjur (Lithner 1966). Avsaknaden av *Pisidium* i Fulufjällsjöarna är därför troligen en effekt av lågt pH och inte av den arktiska miljön.

Förekomsten av Gastropoda har av J. Økland (1969) funnits vara starkt korrelerad till pH. Vid undersökningar i Norge fann han inga gastropoder vid pH <5.2, och få i intervallet 5.2-5.8. I denna undersökning har endast en art påträffats *Valvata macrostoma*, (V. Skälsjön 1943).

Chironomidae. Samtliga arter av släktet *Ablabesmyia* är eurytopa och försurningstoleranta. I de oligohumösa sjöarna finns alla tre arterna (*longistyla*, *monilis* och *phatta*) i pH ned till 4.4. I de arktiska och humösa sjöarna har enbart *A. monilis* påträffats. Enligt Fittkau (1962) är *A. monilis* den mest eurytopa *Ablabesmyia*-arten.

Procladius är taxonomiskt ett svårt släkte, varför artbestämningarna här är osäkra. Då bestämningarna skett efter Brundins bestämningsschema (Brundin 1949) bör dock jämförelser med tidigare undersökningar vara möjliga. Den enda art som påträffats i de suraste oligohumösa sjöarna är *P. fuscus*, vilken tidigare är funnen i Innaren, Stråken och Grimsgöl (op. cit.).

Heterotanytarsus apicalis är funnen i samtliga av de oligohumösa sjöarna. Den är tidigare påträffad i pH 3.9-4.6 (Trestickeln, Wiederholm och Eriksson 1977). Även i de arktiska sjöarna är arten vanlig, medan den i de humösa sjöarna ej kunnat återfinnas 1977. Arten synes därför vara mer försurningstolerant i oligohumösa och i arktiska sjöar. Brundin (1949) betecknar arten som nordlig, oligotrof och anpassningsbar till humösa sjöar.

Heterotrissocladius. De tre arter som påträffats uppvisar klara skillnader i fråga om att tåla försurning (Fig. 1). Den känsligaste är *H. määri*, som försvunnit i V. Skälsjön och Skärsjön och saknas i Fulufjällsjöarna. *H. grimshawi* intar en mellanställning, medan *H. marcidus*

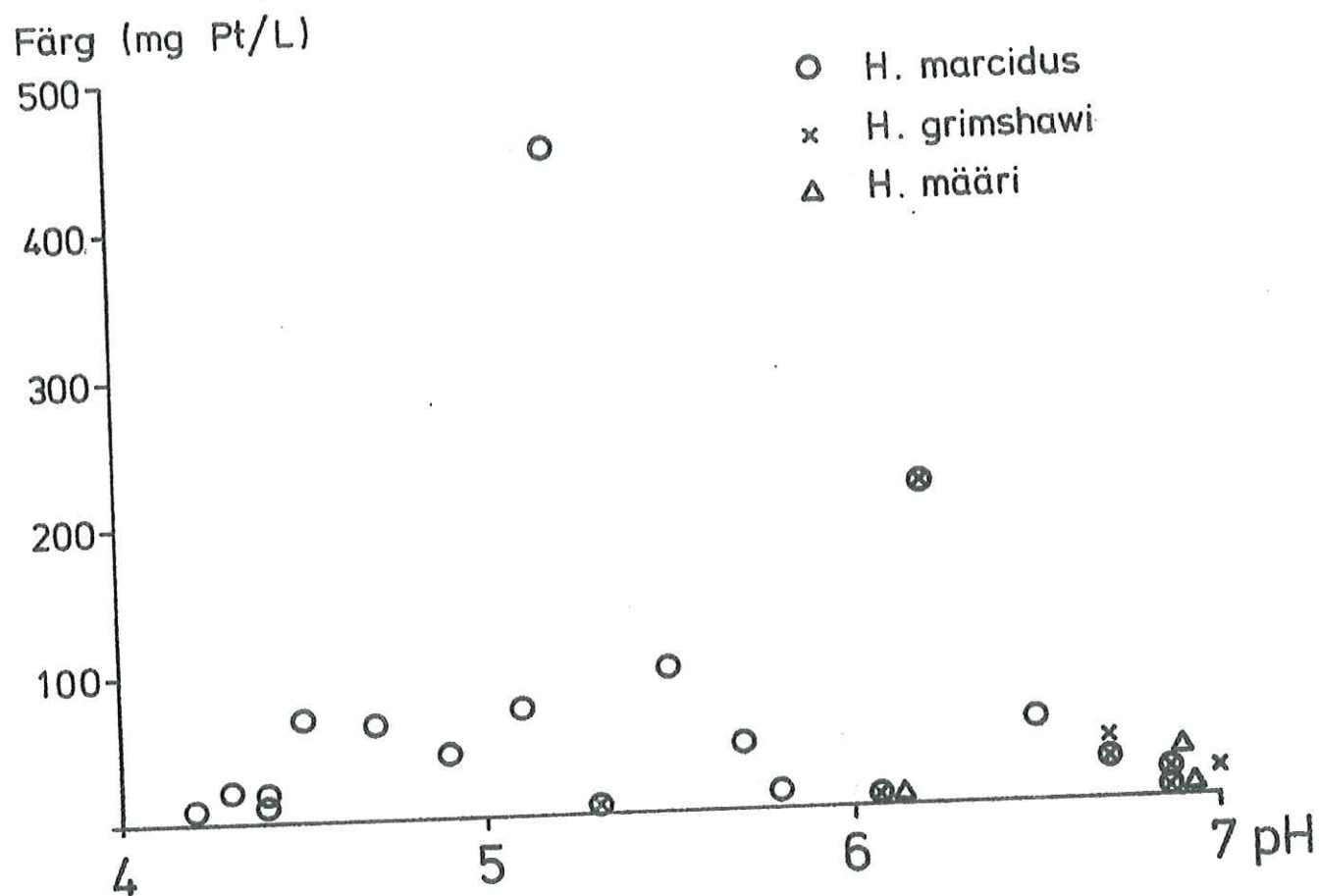


Fig. 1. Förekomsten av tre Heterotrissocladius-arter i relation till pH och humushalt.

verkar tämligen okänslig för lågt pH. För *H. grimshawi* förefaller även förmågan att klara låga pH-värden att vara mindre i humösa vatten. I denna undersökning är den funnen i pH 4.3-4.4. Mossberg och Nyberg (1980) fann den även vid pH 4.2. Anmärkningsvärt är att *H. subpilosus* ej påträffats i Fulufjällsjöarna. Arten är kallstenotherm och typisk för starkt oligotrofa sjöar (Saether 1975), varför den normalt borde ha funnits i dessa sjöar. Det förefaller därför troligt att också *H. subpilosus* är känslig för försurning.

Parakiefferiella bathophila är enligt Brundin (1949) en vanlig och allmänt utbredd art i Sverige. Artens fördelning i undersökningssjöarna tyder på att den klarar försurning bättre i måttligt humösa än i oligo-humösa sjöar. Dess förekomst i den måttligt humösa sjön Vitalampa med pH omkring 5.0 styrker detta antagande (Eriksson et al. 1974).

Psectrocladius. Ett flertal arter inom släktet är uppenbarligen försurningståliga. *P. limbatellus* har angetts med frågetecken då artbestämningen är något osäker. Brundin (1949) anger arten som arktisk-subarktisk, varför förekomsten i Eskaresjö och Lilla sjö är märklig.

Pseudorthocladus filiformis har enbart påträffats i de båda suraste sjöarna. Tidigare fynd tyder på att arten i mellansverige normalt uppträder i humösa sjöar (op. cit.).

Zalutschia mucronata är tidigare enbart känd från Grimsgöl och anges av Brundin (op. cit.) som karaktärsart för polyhumösa vatten. Arten har här även erhållits i Hovtjärn, Eskaresjö och L. Harrsjön, vilket tyder på att dess utbredning omfattar humösa och/eller sura vatten. *Z. mucronata* har inte återfunnits i Grimsgöl, varför kombinationen hög humus-halt och lågt pH tycks vara mer ogynnsam för arten än dessa miljöfaktorer var för sig. *Z. potamophilus* (bestämd som larv) är troligen synonym till *Z. mucronata* (bestämd som adult) (Mossberg och Nyberg 1980, Saether 1976). Även *Z. zalutschicola* är en typisk art för meso- och polyhumösa sjöar. Dess utbredning omfattar även oligotrofa subarktiska sjöar (Saether 1976). Arten är inte påträffad i någon av de suraste sjöarna i södra Sverige. Däremot fann Wiederholm den i små mängder i sjön Tre-stickeln med pH 3.9-4.6 (Wiederholm, muntl. medd.). I Fulufjällsjöarna är den mycket vanlig och förekommer i mycket stort antal i Harrsjöarna (maximalt 20 160 individer/m²). De höga abundansvärdena för Harrsjöarna tyder på att den klarar låga pH-värden bättre i arktiska än i sydligare sjöar. *Z. zalutschicola* anges även av Berg (1956) som kallstenotherm.

Chironomus. En av de mera slående resultaten av en försurning av en sjö är att släktet *Chironomus* ofta uppvisar en kraftig utveckling (Mossberg och Nyberg 1980). I Eskaresjö och Lilla sjö är sålunda arter av släktet *Chironomus* de vanligaste bottenorganismerna, i Hovtjärn och Grimsgöl har *Chironomus* relativa andel av bottenfaunan ökat markant och i St. Rössjön utgör *Chironomus* 85% av totalantalet bottendjur. Vid undersökningar i gruvsjöar i Missouri och Kansas fann Harp och Campbell (1967) att den tåligaste arten var *Chironomus plumosus*, som överlevde vid pH 2.3-3.2. Vid provtagningen i Lilla sjö påträffades ett flertal döda *Chironomus*-pupper på 11 meters djup. Tidigare undersökningar har visat att omvandlingen från puppa till adult är ett stadium som är känsligt för lågt pH (Bell 1971).

Limnochironomus och *Microtendipes* verkar att ha sin maximala utveckling i sjöar med måttligt lågt pH (Fig. 2 och 3). Dominerande arter är *L. pulsus* och *M. chloris*. Båda arterna är eurytopa, men utgör normalt ingen betydande del av bottenfaunan (Brundin 1949). *Microtendipes* saknas i sjöar med pH 5.0 och lägre medan *Limnochironomus* klarar pH 4.4. *Microtendipes* anges av Lang (1931) ha sin största frekvens i humösa sjöar. Resultaten i denna undersökning tyder på att båda arterna är mest frekventa i oligo-humösa sjöar med pH 5-6.

Pagastiella orophila är tidigare känd från ett stort antal svenska sjöar (Brundin 1949) och arten är även vanlig i de flesta av de undersökta sjöarna. I de humösa sjöarna uppvisar den dock en markant tillbakagång jämfört med tidigare undersökningar.

Phaenopsectra. Materialet från de oligohumösa sydliga sjöarna antyder att *P. longiventris* är bättre anpassad till sura miljöer än *P. coracina*. I Skärsjön och V. Skälsjön fann Brundin (1949) på 1940-talet enbart *P. coracina*, medan båda arterna påträffats i denna undersökning. I Eskaresjö samt i sju sjöar med pH 4.2-5.0 påträffades enbart *P. longiventris* (Mossberg och Nyberg 1980). I motsats till detta står emellertid förekomsten av *P. coracina* i Trestickeln (pH 3.9-4.6, Wiederholm och Eriksson 1977). Brundin (1949) anger båda arterna som kallstenotherma, dock anser han att *P. coracina* är den mest kallstenotherma. Vidare anses *P. longiventris* vara den art som är bäst anpassad till humösa sjöar (op. cit.). Arternas förekomst i sura sjöar ligger i linje med ovanstående och följande sjötyper kan urskiljas:

Syd- och mellansvenska oligohumösa

 grunda - *P. longiventris*

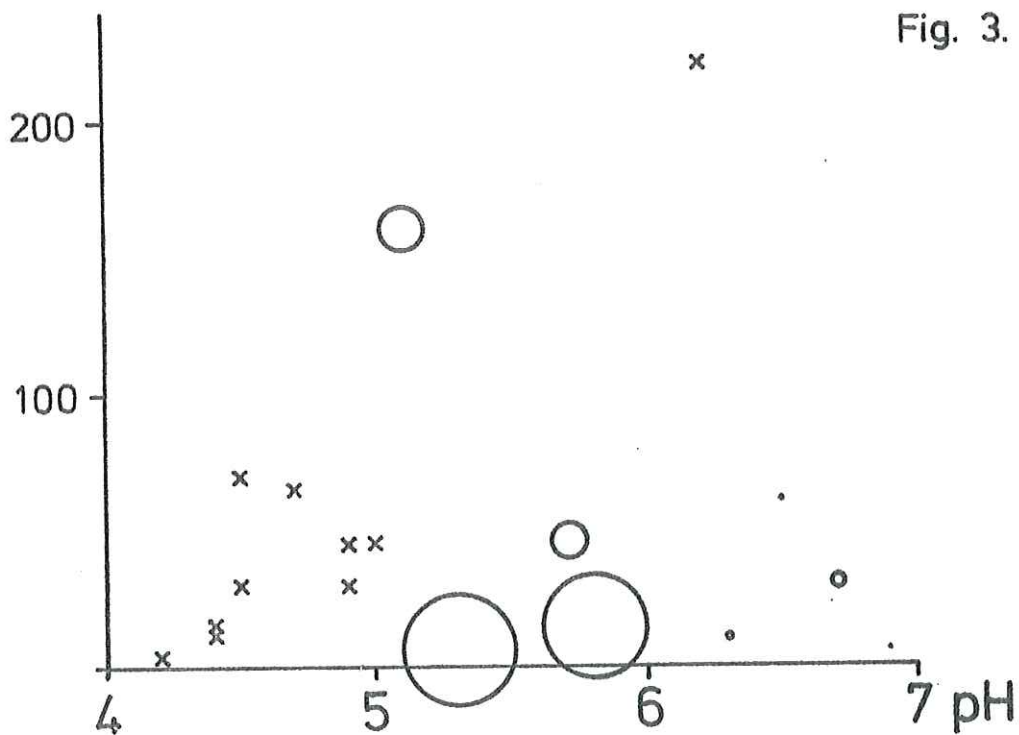
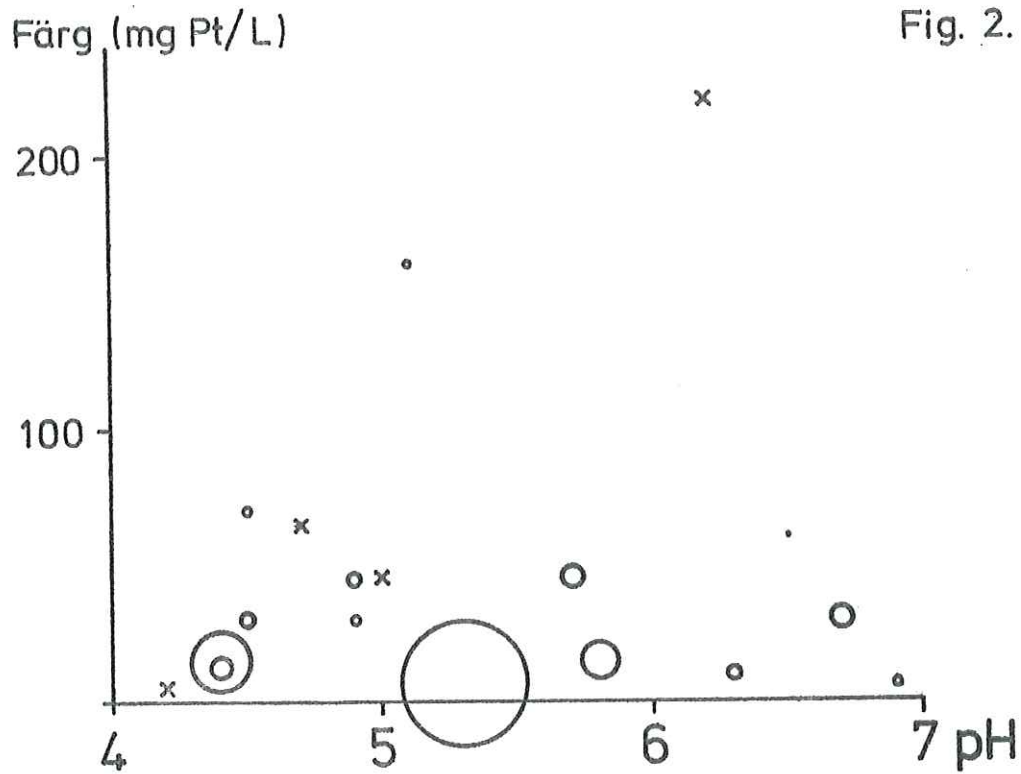
 djupa - *P. coracina* och *P. longiventris*

humösa - *P. longiventris*

arktiska - *P. coracina*

I Eskaresjö påträffades döda puppor av *P. longiventris* i bottenhuggen, vilket indikerar att arten här sannolikt är kraftigt påverkad av försurning (jmf. *Chironomus*).

Micropsectra uppträdde i större antal i Skärsjön och V. Skälsjön på 1970-talet än på 1940-talet. Betydelsefullaste art var *M. insignilobus*, vilken i V. Skälsjön har efterträtt *Tanytarsus lugens* som dominerande *Tanytarsini*-art. Av de *Tanytarsini*-arter, som påträffats i de båda suraste sjöarna, är *Micropsectra notescens*, *Tanytarsus buchionis* och *T. eminus* *rheofila* och kommer troligen från utloppsäckarna (Säwedal 1976, Reiss och Fittkau 1971). Den egentliga förekomsten av *Tanytarsus brundini* i Grimsgöl är tveksam. Arten har nämligen påträffats i endast ett exemplar och det är möjligt att detta härstammar från den närbelägna sjön Innaren. *Tanytarsus lestagei*-gruppen består av ett antal mycket närstående och svårskilda arter (Lindberg 1967), som här inte bestämts närmare.



○ = 10% av totalfaunan x = Arten saknas

Fig. 2. Den relativa andelen av *Limnochironomus* sp. av totalfaunan.
(Medelvärde för de djup där *Limnochironomus* sp. påträffas.)

Fig. 3. Den relativa andelen av *Microtendipes* sp. av totalfaunan.
(Medelvärde för de djup där *Microtendipes* sp. påträffas.)

Profundalfaunans reaktion på försurning

Profundalfaunans sammansättning i några oligohumösa sjöar (vattenfärg <30 mg Pt/l) redovisas i nedanstående tabell. Värdena är medelvärden för en arts procentuella andel av chironomidfaunan i profundalen. De sjöar som ingår i tabellen är: Innaren, Skären, Algunnen, Örken (Brundin 1949), Blanksjön, Svartsjön, Trollkarlen (Mossberg och Nyberg 1980) samt Skärsjön, V. Skälsjön, Eskaresjö och Lilla sjö.

Tabell 6. Profundalfaunans sammansättning i några oligohumösa sjöar

Antal sjöar	Medelvärde pH	Variation	Tanytarsus sp.	Micropsectra sp.	Stictochironomus rosenschöldi	Heterotrisso-cladius mäleri	Phaenopsectra coracina	P. longiventris	Chironomus sp.
6	6.8	6.3-7.0	30	13	12	3	3		
1	5.8	5.4-6.1	7	6	7		8		
1	5.3	5.2-5.3	1	14	39			5 ^{x)}	
1	4.9	4.0-5.4						57	3
1	4.5	3.6-4.7						3	17
2	4.4	4.3-4.4	2					3	51
1	4.2	3.8-4.4	3					5	47

x) P. coracina och P. longiventris sammantagna.

Som synes domineras profundalfaunan i de minst sura sjöarna av Tanytarsini-arter och Stictochironomus rosenschöldi. Vid pH omkring 5.0 försvinner dessa och i stället dominerar Phaenopsectra longiventris, samtidigt som Chironomus sp. börjar uppträda. Denna faunasammansättning liknar den som är normal i humösa sjöar men med ett betydligt högre pH. I de oligohumösa sura sjöarna tycks dock Zalutschia zalutschicola inte vara speciellt vanlig, medan den i humösa sjöar ofta har höga antalssiffror (Berg 1956, Brundin 1949). Vid pH omkring 4.5 övertas dominansen av Chironomus sp., men Phaenopsectra longiventris förekommer även ned till pH 4.2.

Motsvarande värden för de humösa sjöarna var:

Tabell 7. Profundalfaunans sammansättning i Hovtjärn och Grimsgöl

	Medelvärde pH	Tanytarsus sp.	Phaenopsectra longiventris	Chironomus sp.	Zalutschia zalutschicola
Hovtjärn 1943	5.7	7		10	56
" 1977	5.1	9		11	52
Grimsgöl 1943-48	6.2		70	20	3
" 1977	5.2			86	

I Hovtjärn är förändringarna mycket små, medan Grimsgöl uppvisar tydliga skillnader mellan provtagningstillfällena. I denna sjö har den tidigare dominanta *Phaenopsectra longiventris* gått starkt tillbaka och i stället dominerar *Chironomus sp.* (*plumosus*-gruppen). Profundalfaunan i Grimsgöl 1977 påminner därför starkt om den fauna som påträffas i oligohumösa sjöar med pH 5.4 och lägre. Effekten av försurning verkar alltså förstärkas i en humös miljö.

Litoralfaunans reaktion på försurning

I nedanstående tabell redovisas några chironomidarters procentuella andel av totalantalet chironomider ned till 4 meters djup i de oligohumösa sjöarna. Förutom undersökningssjöarna ingår Innaren (Brundin 1949) samt Blanksjön, Svartsjön och Trollkarlen (Mossberg och Nyberg 1980) i tabellen.

Tabell 8. Litoralfaunans sammansättning i några oligohumösa sjöar

Antal sjöar	Medelvärde pH	Tanytarsini	Pagastiella orophila	Limnochironomus sp.	Microtendipes sp.	Psectrocladius sp.	Chironomus sp.
1	6.9	36	23	1	<1	1	<1
1	5.8	66	5	3	16	<1	
1	5.3	8	1	11	34	21	
1	4.9	2	23	2		33	13
1	4.5		6	2		8	41
2	4.4	1	3	1		8	28
1	4.2					6	91

Även på grunt vatten uppträder en succession av arter med sjunkande pH. Vid pH över 5 utgör Tanytarsini en betydande del av faunan, men dessa är sällsynta vid lägre pH. I pH-intervallet mellan 5 och 6 har Limnochironomus (troligen pulsus) och Microtendipes (troligen chloris) kraftigt förhöjda värden, vilket är särskilt markant för utvecklingen i Skärsjön och V. Skälsjön på 1970-talet i jämförelse med 1940-talet. Psectrocladius sp. tycks ha sin maximala utveckling vid ett något lägre pH, och utgör en relativt stor del av litoralfaunan även vid pH 4.2. Liksom i profundalen domineras litoralfaunan vid de lägsta pH-värdena av Chironomus sp. Tätheten av Pagastiella orophila verkar inte vara korrelerad till surhetsgraden, utom vid extremt låga pH-värden, där arten saknas.

I de humösa sjöarna dominerade följande arter:

Tabell 9. Litoralfaunans sammansättning i Hovtjärn och Grimsgöl

		Medelvärde pH	Tanytarsini	Psectrocladius sp.	Zalutschia zalutschicola	Limnochironomus sp.	Microtendipes sp.	Pagastiella orophila	Phaenopsectra longiventris	Chironomus sp.
Hovtjärn	1943	5.7	<1	25	2	10	3	8		
"	1977	5.1	10		28	1	7	<1	6	3
Grimsgöl	1943-48	6.2		8				5	51	
"	1977	5.2		8						50

Djupgränserna för litoralen i Hovtjärn och Grimsgöl har satts till 2.5 resp 1 m (Brundin 1949). Förändringen i samband med försurning är i dessa sjöar mer oklar än i de oligohumösa. Anmärkningsvärt är dock att *Pagastiella orophila* har minskat, samt att *Chironomus* sp.'s utbredning ökat i båda sjöarna. Båda dessa förändringar noterades visserligen även i de oligohumösa sjöarnamen då vid ett betydligt lägre pH. Detta styrker antagandet att humusmiljön påskyndar successionsförloppet vid försurning. Förvånansvärt är att gruppen *Tanytarsini* har en högre frekvens i Hovtjärn 1977 än 1943. *Tanytarsini* har tidigare visats vara missgynnad av både försurning och hög humushalt (Berg 1956, Brundin 1949), varför förändringen är svårförklarlig.

De arktiska sjöar som ingår i denna undersökning är samtliga relativt grunda och har en vattenmassa som cirkulerar under hela den isfria perioden. Detta innebär att egentlig profundal saknas och sjöarna bör därför betraktas som "litoralsjöar". Sjöarnas bottenfaunasammansättning är därför närmast jämförbar med den som påträffas i litoralen i djupare arktiska sjöar. Som jämförelsesjöar har här använts Leipikvattnet och Semningsjön (Brundin 1949). Den procentuella andelen av totalantalet chironomider för några arter i dessa sjöar och Fulufjällsjöarna var:

Tabell 10. Bottenfaunans sammansättning i några fjällsjöar

	Medelvärde pH	<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	H. määri	<i>Psectrocladius</i> sp.	<i>Zalutschia zalutschicola</i>	<i>Chironomus polaris</i>	<i>Phaenopsectra coracina</i>	<i>Stictochironomus rosenschöldi</i>	<i>Tanytarsini</i>
Leipik- vattnet	6.6	<1	15	5					17
Semning- sjön	6.6		21	38				4	8
St. Rösjön	5.3	<1		3	<1	88	4		1
St. Harr- sjön	5.2			<1	90	<1	5		3
L. Harr- sjön	5.0	<1		1	31	<1	62		1
Ö. Särna- mannasjön	4.9		8	3			1	29	45

Utmärkande för Fulufjällsjöarna är att ett fåtal arter dominerar faunan totalt. I St. Rösjön utgjorde *Chironomus polaris* 88% av totalantalet chironomider, medan *Zalutschia zalutschicola* och *Phaenopsectra coracina* tillsammans utgjorde över 90% i Harrsjöarna. En kraftig dominans av *Chironomus* vid lågt pH överensstämmer väl med resultaten från de sydligare sjöarna. I Fulufjällsjöarna har dock *Chironomus* sin maximala utveckling i den minst sura sjön, varför *C. polaris* tycks vara mindre försurningstålig än de arter som finns i de sydligare sjöarna.

I Harrsjöarna dominerade *Zalutschia zalutschicola* faunan ned till ca 4 meters djup medan *Phaenopsectra coracina* är den vanligaste arten på djupare vatten. Denna bottenfaunasammansättning avviker starkt från den som Brundin (1949) fann i liknande sjöar med pH >6. Dominerande arter i litoralen i dessa sjöar var *Heterotrissocladius määri*, *H. grimshawi* och *Psectrocladius* sp. Av dessa saknas *H. määri* och *H. grimshawi* i bottenproverna från Fulufjällsjöarna, medan *Psectrocladius* sp. är relativt vanlig även i den suraste sjön. Detta överensstämmer väl med dessa arters pH-tolerans i de sydligare sjöarna. Andra arter som av Brundin (1949, 1956) anges som vanliga i arktiska-subarktiska sjöars litoral och som saknas i undersökningssjöarna är t ex *Abiskomyia virgo*, *Heterotrissocladius subpilosus*, *Parakiefferiella bathophila*, *Paracladopelma obscura* och *Lauterbornia coracina*.

I jämförelse med värden från andra arktiska sjöar är bottenfaunans abundans i St. Rösjön och Harrsjöarna mycket hög med maximala värden mellan 6 700-22 600 individer/m². Lenz (1927) fann vid undersökningar i norska arktiska sjöar värden omkring 2 000 individer/m². I grönländska sjöar har mellan 27-2 772 individer/m² påträffats (Andersen 1946). Värdena i Semningsjön låg mellan 144-399 och i Katterjaure (Brundin 1949, 1956) fanns maximalt 4 700 individer/m². Anledningen till dessa höga abundanstal är svårförklarlig. Möjligen kan minskad fiskpredation ha betydelse. Mot detta talar att den suraste sjön, Ö. Särnamannasjön, vars fiskfauna är i stort sett utslagen (Hanson 1974), hade betydligt lägre antalssiffror. Chironomidfaunans sammansättning tyder på att Ö. Särnamannasjön är den mest oligotrofa av undersökningssjöarna, men skillnaden i närings-tillgång bör inte vara tillräcklig för att förklara bottenfaunans olika utveckling i sjöarna.

Rovdjurens andel av faunan vid olika pH

Rovdjurens procentuella andel av totalfaunan varierade avsevärt mellan undersökningssjöarna. Nedanstående värden är medelvärde för samtliga provtagningsdjup.

Tabell 11. Rovdjurens andel av totalfaunan

Oligohumösa sjöar			Humösa sjöar			Arktiska sjöar	
Sjö		Rovdjur %	Sjö		Rovdjur %	Sjö	Rovdjur %
Skärsjön	1943	4	Hovtjärn	1943	29	St. Rösjön	3
"	1977	7	"	1977	31	St. Harr- sjön	5
V. Skälsjön	1943	22	Grimsgöl	1943-48	39	L. Harr- sjön	8
"	1973	12	"	1977	65	Ö. Särna- mannasjön	22
Eskaresjö	1977	34					
Lilla sjö	1977	26					

I samtliga sjötyper ökar rovdjurens andel med sjunkande pH. Av avgörande betydelse för detta är säkert att predationstrycket från fisk är mindre i sura sjöar. De rovlevande bottendjuren är ofta speciellt utsatta för fiskproduktion p g a sin storlek (ex Odonata) och/eller sitt levnadssätt (ex Procladius). De höga värdena i Grimsgöl beror på att Chaoborus flavicans här dominerar totalt på djupare vatten. Detta sammanhänger troligen med att syrgasvärdena här är ogynnsamma för övriga djur.

Bottenfaunans reaktion på försurning i olika sjötyper

De försurningseffekter på bottenfaunan som tidigare undersökningar oftast påtalat är en reduktion av art- och individantal.

Resultaten i denna undersökning tyder också på att artantalet sjunker vid lägre pH, medan däremot någon entydig korrelation mellan pH och individantal inte kunnat påvisas. En tendens till ett sådant samband finns inom de humösa och oligohumösa sydliga sjöarna, medan de arktiska sjöarna hade förvånansvärt höga individtätheter. Wiederholm och Eriksson (1977) påpekar att bottenfaunan i den försurade oligohumösa sjön Trestickeln (pH 3.9-4.6) liknar den i polyhumösa sjöar. Även denna undersökning tyder på detta. Anmärkningsvärt är att ett flertal arter, som är kända som humusindikatorer, påträffats i de suraste sjöarna.

För många arter finns klara skillnader i förmågan att tåla låga pH-värden i olika miljöer. Oftast är toleransen mot låga pH-värden lägre i en humös sjö än i en oligohumös. Detta leder till att en måttlig pH-sänkning i en humös sjö får större konsekvenser för bottenfaunan än motsvarande pH-sänkning i en oligohumös. För de flesta arterna är troligen en humös sjö en ogynnsam miljö i jämförelse med en oligohumös. En ytterligare försämring av miljön, typ pH-sänkning, bör följaktligen vara allvarligare i denna miljö än i en mera gynnsam. Dominerande släkte i de suraste sjöarna är Chironomus. I detta släkte ingår flera arter som är mycket toleranta mot extrema miljöer och förekommer t ex på syrgasfattiga bottnar i förrorenade sjöar. Den miljöfaktor som spelar störst roll för dessa arters utveckling är troligen konkurrens från andra arter. Arten är säkerligen inte gynnad av låga syrgashalter eller pH-värden, men blir i sin optimala miljö utkonkurrerad av andra arter. När miljön blir mera extrem kommer konkurrensförhållandena mellan arterna att förskjutas. Exempel på detta är det successionsförlopp som uppträder vid försurning i sydliga

oligohumösa sjöar, där *Limnochironomus*, *Microtendipes*, *Psectrocladius* och *Chironomus* efterträder varandra. Ju mer extrem miljön är från början, desto mera drastiskt resultat kan man förvänta sig av en försurning, vilket styrks av resultaten från de humösa och arktiska sjöarna.

LITTERATUR

- Almer, B. 1972. Försurningens inverkan på fiskbestånd i västkustsjöar. Summary: The effect of acidification on fish stocks in lakes on the west coast of Sweden. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (12). 47 p.
- Andersen, F.S. 1946. East Greenland lakes as habitats for chironomid larvae. Medd. Grönland 100(10). 65 p.
- Bell, H.L. 1971. Effect of low pH on the survival and emergence of aquatic insects. Water Res. 5:313-319.
- Berg, L. 1956. Studies on the humic, acid lake Gribsø. Folia Limnol. Scand. 8. 273 p.
- Brundin, L. 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedischen Urgebirgsseen. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 30. 914 p.
- 1956. Die bodenfaunistischen Seetypen und ihre Anwendbarkeit auf die Südhalbkugel. Zugleich eine Theorie der produktionsbiologischen Bodentung der glazialen Erosion. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 37:186-235.
- Corbet, P.S., C. Longfield och N.W. Moore. 1960. Dragonflies. Collins, St James's Place, London. 260 p.
- Eriksson, F., J.Å. Johansson, P. Mossberg, P. Nyberg, H. Olofsson och L. Ramberg. 1974. Ekosystemets struktur i sjön Vitalampa. Klotenprojektet. Rapport 4, Scripta Limnol. Ups. 10A/370. 126 p.
- Eriksson, M., L. Henrikson och H.G. Oscarson. 1977. Vattenskinnsbaggar i några bohusländska småsjöar. Zool.Revy, Stockh., 39:12-21.
- Fittkau, E.J. 1962. Die Tanypodinae (Dipt. Chironomidae). Abhandlungen zur Larvalsystematik der Insekten. 6. Berlin. 453 p.
- Grahn, O. och H. Hultberg. 1974. Försurningens effekter på oligotrofa sjöars ekosystem - intergrerade förändringar i artsammansättning och dynamik. Meddelande nr 2 från gruppen för försurningsforskning. IVL Medd. 13. 192. 25 p.
- Grönberg, B., L. Ramberg och E. Winblad. 1967. Limnologiska studier i Malingsbo-Klotenregionen. I. Fysikalisk-kemiska faktorer. Medd. Mälarundersökningen 18. 103 p.
- Hanson, M. 1974. Zooplankton i Fulufjällsjöar med lågt pH. Summary: The zooplankton in lakes with low pH in the Fulufjäll's mountain. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (5). 17 p.

- Harp, G.L. och R.S. Campbell. 1967. The distribution of *Tendipes plumosus* (Linné) in mineral acid water. *Limnol.Oceanogr.* 12(2):260-263.
- Hendrey, G.R. och R.F. Wright. 1977. Acid precipitation in Norway: effects on aquatic fauna. SNSF Internal Report 33. 17 p.
- Henrikson, L. och H.G. Oscarson. 1978. Fish predation limiting abundance and distribution of *Claenocorisa p. propinqua* (Hemiptera). *Oikos* 31(1):102-105.
- Lang, K. 1931. Faunistisch-ökologische Untersuchungen in einigen seichten oligotrophen bzw. dystrophen Seen in Südschweden. *K.Fysiogr.Sällsk. Lund. Handl. N.F.* 42(18). 173 p.
- Langfield, C. 1937. *The Dragonflies of the British Isles.* Frederick Warne & Co., London.
- Leivestad, H., G. Hendrey, I.P. Muniz och E. Snekvik. 1976. Effects of acid precipitation on freshwater organisms. Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway. SNSF-project FR. 6. 111 p.
- Lenz, F. 1927. Chironomiden aus Norwegischen Hochgebirgsseen. Zugleich ein Beitrag zur Seetypenfrage. *Nyt Mag.Naturvid.* 66:111-192.
- Lindeberg, B. 1967. Sibling species delimitation in the *Tanytarsus lestagei* aggregate (Dipt. Chironomidae). *Ann.Zool.Fenn.* 4(1):45-86.
- Lithner, G. 1966. Bottenfaunan i Latnjajaure 1966. *Limnol.Inst., Uppsala.* 33 p. (Stencil.)
- Macan, T.T. 1965. Predation as a factor in the ecology of water bugs. *J.Anim.Ecol.* 34:691-698.
- Mossberg, P. och P. Nyberg. 1976. Förurningseffekter på bottenfauna och fisk i Västra Skälsjön. Summary: Effects of acidification on bottom fauna and fish in Lake Västra Skälsjön. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (9). 23 p.
- 1980. Bottomfauna of small and acid forest lakes. *Rep.Inst.Freshw. Res., Drottningholm* 58. (In print.)
- Odén, S. och T. Ahl. 1970. The acidification of Scandinavian lakes and rivers. *Ymer, Årsbok* 1970:103-122.
- Reiss, F. och E.J. Fittkau. 1971. Taxonomie und Ökologie europäische verbreiteter *Tanytarsus*-Arten (Chironomidae, Diptera). *Arch.Hydrobiol.Suppl.* 40:75-200.
- Ryhänen, R. 1961 Über die Einwirkung von Grubenabfalle auf einen dystrophen See. *Ann.Zool.Soc. Vanamo* 22(8). 70 p.
- Saether, O.A. 1975. Nearctic chironomids as indicators of lake typology. *Verh.int.Ver.Limnol.* 19:3 127-3 133.
- 1976. Revision of *Hydrobaenus*, *Trissocladius*, *Zalutschia*, *Paratrisso-cladius*, and some related genera (Diptera: Chironomidae). *Bull.Fish. Res.Bd. Can.* 195. 287 p.
- Säwedäl, L. 1976. Revision of the notescens-groups of the genus *Micropsectra* Kieffer, 1909 (Diptera: Chironomidae). *Ent.scand.* 7:109-144.

- Wiederholm, T. och L. Eriksson. 1977. Benthos of an acid lake. *Oikos* 29(2):261-267.
- Økland, J. 1969. Distribution and ecology of the freshwater snails (Gastropoda) of Norway. *Malacologia* 9:143-151.
- Økland, K.A. 1969. On the distribution and ecology of *Gammarus lacustris* G.O. Sars in Norway, with notes on its morphology and biology. *Nytt.Mag.Zool.* 17(2):111-152.

SUMMARY: BENTHOS OF OLIGOTROPHIC AND ACID LAKES

The aim of the investigation was to study the reaction of the zoobenthos at low pH-values in three different types of lakes. The main purpose of the investigation was to clarify the reaction among the family Chironomidae. The types of lakes were: oligohumic lakes, humic lakes and oligohumic subarctic lakes. The lakes investigated of the first type were Skärsjön, V. Skälsjön, Eskaresjö and Lilla sjö. The humic lakes studied were Hovtjärn and Grimsgöl, and the subarctic lakes were St. Rösjön, St. Harrsjön, L. Harrsjön and Ö. Särnamannasjön. Four of the lakes (Skärsjön, V. Skälsjön, Hovtjärn and Grimsgöl) were studied in 1943-48 by Brundin (1949). In these latter lakes the present bottom fauna study was planned as a copy of Brundin's. The pH in the lakes were:

	Year	pH
Oligohumic lakes		
Skärsjön	1943	6.9
"	1976-77	5.4-6.1
V. Skälsjön	1943	6.3
"	1973	5.2-5.3
Eskaresjö	1977	4.3-4.4
Lilla sjö	1977	4.3-4.4
Humic lakes		
Hovtjärn	1943	5.6-5.7
"	1977	4.8-5.4
Grimsgöl	1947	6.2
"	1977	4.8-5.5
Subarctic lakes		
St. Rösjön	1977	5.0-5.5
St. Harrsjön	1977	5.0-5.3
L. Harrsjön	1977	4.8-5.2
Ö. Särnamannasjön	1977	4.8-4.9

The zoobenthos was sampled with an Ekman-dredge and sieved through a net with a meshsize of 0.6 mm. Adult insects were caught with funnel-traps and by netting near the shore.

In the southern oligohumic lakes there seems to be a decrease in the number of species with decreasing pH. This was especially marked in the group Tanytarsini. Groups/species which were most abundant in the acid lakes were: Odonata, Corixidae, Procladius fuscus, Zalutschia mucronata and Chironomus. Taxa that were missing in acid lakes were: Hirudinea, Ephemera vulgata, Pisidium, Gastropoda, Heterotrissocladus määri, Parakiefferiella bathophila and several species of Tanytarsini. In some species there seems to be a peak in abundance at an intermediate pH-value. This was noticed for Limnochironomus pulsus and Microtendipes chloris.

Also, in the humic lakes there were fewer species at low pH-values. Orthoclaadiinae was the most unfavoured group, while the Chironomus part of the fauna increased at low pH.

The reduction in number of species was also found in the subarctic lakes, which had low values for Orthoclaadiinae and Tanytarsini in particular. On the other hand, the abundance of some species, Zalutschia zalutschicola, Chironomus polaris and Phaenopsectra coracina, was remarkably high (max 20,000 ind./m²).

The zoobenthos community in the profundal region of the lakes showed a marked change at differing pH-values. In the oligohumic lakes with a pH above 5 the fauna was dominated by Tanytarsini-species and Stictochironomus rosenstödi. At a pH about 5 this species disappears and instead there is a dominance of Phaenopsectra longiventris. At a still lower pH the profundal fauna mainly consists of Chironomus sp. This change to a Chironomus-dominated fauna also occurs in the humic lakes, but at pH around 5.

Also, in the littoral zone there is a succession of species. At a high pH in oligohumic lakes Tanytarsini account for an important part of the fauna. As the pH-values drop, first Microtendipes chloris and Limnochironomus pulsus, then Psectrocladius sp. and Chironomus sp., increase in abundance.

In many species the sensitivity to acidification was higher in humic than in oligohumic waters. This means that the change in the species composition of the zoobenthos found at a certain pH in oligohumic lakes will occur at a higher pH in humic lakes.

Tabell 12. Bottenfaunans artsammansättning i de oligohumösa sydliga sjöarna

	Skärsjön 1943	Skärsjön 1977	V. Skälsjön 1943	V. Skälsjön 1973	Eskaresjö 1977	Lilla sjö 1977
Turbellaria						
Oligochaeta	x	x	x	x	x	x
Hirudinea			x			
Erepsdella octoculata L.		x				
Crustacea						
Asellus aquaticus L.	x	x	x	x		x
Pallasea quadrispinosa Sars	x					
Ephemeroptera						
Ephemera vulgata L.			x			
Leptophlebia vespertina L.		x		x		x
Odonata						
Enallagma cyathigerum Charp.					x	x
Cordulia aenea L.					x	x
Leucorrhinia dubia Linden					x	
Sympetrum danae Sulzer					x	
Megaloptera						
Sialis lutaria L.			x	x	x	x
Heteroptera						
Claenocorisia propinqua Fieb.						x
Trichoptera	x		x			
Leptoceridae				x		
Phryganidae				x		x
Polycentropidae				x		
Athripsodes aterrimus Steph.		x				
Cyrnus flavidus McL.		x			x	x
Holocentropus dubius Ramb.		x			x	
Molanna angustata Curt.		x				
Lepidoptera						
Nausinoe nymphaeata L.						x
Hydracarina		x	x	x		
Lamellibranchia						
Pisidium sp.	x	x	x	x		
Gastropoda						
Valvata macrostoma St.			x			
Diptera						
Ceratopogonidae		x	x	x	x	x
Ablabesmyia longistyla Fitt.		x		x		x
A. monilis L.		x		x	x	
A. phatta Eggert			x			x
A. sp.		x	x	x	x	x

Tabell 12. forts

	Skärsjön 1943	Skärsjön 1977	V. Skälsjön 1943	V. Skälsjön 1973	Eskaresjö 1977	Lilla sjö 1977
<i>Arctopelopia griseipennis</i> v.d.W.				x		
<i>Krenopelopia binotata</i> Wied.			x			
<i>Macropelopia goetghebueri</i> K.				x		x
<i>Natarsia punctata</i> Fabr.						x
<i>Procladius ?choreus</i> Meig.				x		
<i>P. ?fuscus</i> Br.					x	x
<i>P. ?islandicus</i> G.				x		
<i>P. ?nigriventris</i> K.				x		
<i>P. nudipennis</i> Br.			x	x		
<i>P. ?signatus</i> Zett.				x		
<i>P. sp.</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Thienemannimyia carnea</i> Fabr.						x
<i>Zavreliomyia melanura</i> Meig.			x			
<i>Corynoneura celeripes</i> Winn.		x				
<i>C. edwardsi</i> Br.				x		
<i>Cricotopus sp.</i>					x	x
<i>Heterotanytarsus apicalis</i> K.	x	x		x	x	x
<i>Heterotrissocladus grimshawi</i> Edw.			x	x		
<i>H. marcidus</i> Walk.		x	x	x	x	x
<i>H. määri</i> Br.	x		x			
<i>Mesocricotopus thienemanni</i> G.			x			
<i>Monodiamesa bathyphila</i> K.		x	x	x		
<i>Parakiefferiella bathophila</i> K.			x			
<i>P. coronata</i> Edw.			x			
<i>Protanypus morio</i> Zett.		x	x	x		
<i>Psectrocladius bisetus</i> G.					x	
<i>P. calcaratus</i> Edw.		x	x	x	x	
<i>P. ?dilatatus</i> v.d.W.						x
<i>P. edwardsi</i> Br.				x		
<i>P. ?limbatellus</i> Edw.					x	x
<i>P. obvius</i> Walk.					x	
<i>P. psilopteris</i> K.				x		x
<i>P. sp.</i>		x	x	x	x	x
<i>Pseudorthocladus filiformis</i> Edw.					x	x
<i>Zalutschia mucronata</i> Br.					x	
<i>Z. zalutschicola</i> Lip.	x	x				
<i>Chironomus anthracinus</i> Zett.					x	x
<i>C. cingulatus</i> Meig.					x	x
<i>C. obtusidens</i> G.					x	
<i>C. pseudothummi</i> Str.					x	
<i>C. tentans</i> Fabr.						x
<i>Cryptochironomus sp.</i>		x		x		x
<i>Cryptocladopelma viridula</i> Fabr.		x	x	x		
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> Zett.		x	x	x		
<i>Einfeldia dilatatus</i> G.					x	

Tabell 12. forts

	Skärsjön 1943	Skärsjön 1977	V. Skälsjön 1943	V. Skälsjön 1973	Eskaresjö 1977	Lilla sjö 1977
<i>Endochironomus intextus</i> Edw.		x	x			
<i>E. lepidus</i> Meig.					x	x
<i>E. tendens</i> Fabr.						
<i>E. sp.</i>				x	x	
<i>Glyptotendipes</i> sp.				x		
<i>Lenzia flavipes</i> Meig.		x	x	x		
<i>Limnochironomus pulsus</i> Edw.				x		x
<i>L. sp.</i>		x	x	x	x	x
<i>Microtendipes brevitarsis</i> Br.				x		
<i>M. chloris</i> Meig.				x		
<i>M. pedellus</i> De Geer		x				
<i>M. sp.</i>		x	x	x		
<i>Pagastiella orophila</i> Edw.	x	x	x	x	x	
<i>Pentapedilum sordens</i> v.d.W.			x		x	
<i>P. tritum</i> Edw.			x			
<i>P. uncatum</i> G.		x				
<i>Phaenopsectra coracina</i> Zett.	x	x	x	x		
<i>P. longiventris</i> K.		x		x	x	
<i>Polypedilum convictum</i> Edw.					x	
<i>P. cultellatum</i> G.						x
<i>P. pullum</i> Zett.		x		x		
<i>P. sp.</i>		x	x	x	x	
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> Staeg.	x	x	x	x		x
<i>Stenochironomus gibbus</i> Fabr.			x			
<i>S. hibernicus</i> Edw.						x
<i>Stictochironomus pictulus</i> Meig.			x			
<i>S. rosenschöldi</i> Edw.	x	x	x	x		
<i>Cladotanytarsus</i> sp.		x	x	x		
<i>Micropsectra insignilobus</i> K.			x			
<i>M. monticola</i> Edw.						
<i>M. notescens</i> Walk.					x	
<i>M. sp.</i>	x	x	x	x		
<i>Stempellina bausei</i> Edw.			x			
<i>Stempellinella brevis</i> Edw.			x			
<i>Tanytarsus aculeatus</i> Br.		x		x		
<i>T. buchionis</i> Reiss					x	x
<i>T. curticornis</i> K.			x			
<i>T. eminulus</i> Walk.					x	x
<i>T. gregarius</i> K.					x	x
<i>T. inaequalis</i> G.					x	
<i>T. innarensis</i> Br.			x	x		
<i>T. lestagei-gr.</i>			x			
<i>T. lugens</i> K.			x			
<i>T. nemorosus</i> Edw.			x			
<i>T. recurvatus</i> Br.			x			
<i>T. signatus</i> v.d.W.		x				x
<i>T. sp.</i>	x	x	x	x	x	x

Tabell 13. Bottenfaunans abundans i Skärsjön (individer/m²)

År	1943				1977			
	Djup, m	1	2	4	6	8	13	17
Oligochaeta	159		80	20		20	60	60
Hirudinea		20						
Erpobdella octoculata L.								
Crustacea								
Asellus aquaticus L.	66	980	1.820	540	360	60		
Pallasea quadrispinosa Sars	11							
Ephemeroptera								
Leptophlebia vespertina L.		220						
Trichoptera	16							
Athripsodes aterrimus Steph.			40					
Cyrnus flavidus McL.			20					
Holocentropus sp.							20	
Molanna angustata Curt.		20	20	20	60			
Hydracarina					20			
Lamellibranchia								
Pisidium sp.	439	20	20	100		160	1.200	100
Övriga djur	16							
Diptera								
Coratopogonidae	5						20	
Ablabesmyia sp.		80	40					
Procladius sp.	55	560	140	220	220	40	40	
Heterotanytarsus apicalis K.	33							40
Heterotrissocladius marcidus Walk.				20				
H. määri Br.	280							
Monodiamesa bathyphila K.						20	20	
Protanypus morio Zett.							20	
Psectrocladius sp.			20					
Zalutschia zalutschicola Lip.	5				20			
Cryptochironomus sp.				20				
Cryptocladopelma viridula Fabr.		40	40					
Demicryptochironomus vulneratus Zett.		20		20				
Limnochironomus sp.		20	480					
Microtendipes sp.		1.640	500	560	480			
Pagastiella orophila Edw.	44	400	480	60	100	20		
Phaenopsectra coracina Zett.	88						40	340
Polypedilum convictum-gr.		20	20	60				
Pseudochironomus prasinatus Staeg.	11	140	320					
Stictochironomus rosenschöldi Zett.	164				40	40	220	
Cladotanytarsus sp.		2.360	1.700	420	20	20		
Micropsectra sp.	11					100	160	
Tanytarsus sp.	120	3.900	2.360	560	260	40		40
Totalt	1.523	10.440	8.100	2.620	1.580	520	1.800	580

Tabell 14. Bottenfaunans abundans i V. Skälsjön (individer/m²)

År	1943										1973						
	4	6	8	10	12-13	14	16	18	1.5	2	4	6	8	10	12-13	14-16	18
Djup, m																	
Turbellaria			9	55	14		18	41									
Nematoda	150	64	46	18		45	14		80	40		40	20	640	180		
Oligochaeta	151	109	119	73	69	27	64	8									
Hirudinea								8									
Crustaceæ									460	180	60	120		160	40		
Asellus aquaticus L.	589	411	630	164	14	41											
Ephemeroptera																	
Ephemera vulgata L.	28	46	18						100	40							
Leptophlebia vespertina L.									20	20	40						
Megaloptera																	
Sialis lutaria L.		36							80	20							
Trichoptera	27	18	36	27													
Leptoceridae																	
Phryganidae																	
Polycentropidae			9	36	55	96	46	48				20	40		20	40	
Hydracarina																	
Lamellibranchia	192	137	329	201	260	220	192	8						40			
Pisidium sp.	14	55		9													
Övriga djur																	
Diptera																	
Ceratopogonidae	137	109	36	55						20	20		20	20			
Ablabesmyia sp.		18						34		40			40				
Arctopelopia sp.										40							
Procladius sp.	69	270	36	73	233	576	466	158	60	40	240	160	180	220	360	20	
Heterotanytarsus apicalis K.														20			
Heterotrissocladius grimshawi Edw.		9	46	55	356	14			20	20	240	360	260	20	20		
H. marcidus Walk.									20	780	140	60	120	100			
H. määri Br.				9	14		46	76									

Tabell 14. forts

År	1943										1973									
	4	6	8	10	12-13	14	16	18	1.5	2	4	6	8	10	12-13	14-16	18			
Djup, m															40					
<i>Hondifomes bathyphila</i> K.				18	96		36													
<i>Parakiefferiella</i> sp.	124	9	18		14									20						
<i>Protanypus morio</i> Zett.				27	14	69	9	7	760	740	120	60	60	20	40	20	60			
<i>Psectrocladius</i> sp.		18		27	14			20						40						
<i>Orthocladinae</i> obest.					14				20	20			20							
<i>Cryptocladopelma viridula</i> Fabr.																				
<i>Cryptochironomus</i> sp.									20											
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> Zett.																				
<i>Endochironomus dispar</i> -gr.														40						
<i>Glyptotendipes</i> sp.														80	20					
<i>Limnochironomus</i> sp.	41	55	18					60	260	540	1.620	2.680	480							
<i>Microtendipes</i> sp.	14	9	9	9				40	1.460	1.060	280	180								
<i>Pagastiella orophila</i> Edw.	69	146	46							60	160	160	60							
<i>Phaenopsectra coracina</i> Zett.						165	27	254								780	20			
<i>P.</i> sp.									80	80	120		20	20						
<i>Polypedilum convictum</i> -gr.	41	9		9				60				40	20							
<i>P. nubeculosum</i> -gr.																				
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> Staeg.	534	82	18	73	713	27	256	48	20	40	60	60	860	4.020	1.920					
<i>Stictochironomus rosenstödi</i> Edw.										20	60	40								
<i>Cladotanytarsus</i> sp.				9									20	40	2.400					
<i>Micropsectra insignilobus</i> K.				9																
<i>M. ?monticola</i> Edw.																				
<i>Stempellinella brevis</i> Edw.									440	60	20	20	100	60						
<i>Tanytarsus</i> sp.	192	275	201	1.434	2.480	425	137	724	2.320	3.920	2.520	2.680	4.260	2.280	5.760	180				
Totalt	2.322	1.894	1.624	2.381	4.360	1.660	1.351													

Tabell 15. Bottenfaunans abundans i Eskaresjö och Lilla sjö (individer/m²)

Djup, m	Eskaresjö					Lilla sjö						
	1	2	4	6	8	11	1	2	4	6	8	11
Oligochaeta	60	120		80			20	20				
Crustacea												
Asellus aquaticus L.												
Ephemeroptera							20					
Leptophlebia vespertina L.							40					
Odonata										20		
Enallagma cyathigerum Charp.			120	20								
Cordulia aenea L.			40	40					20			
Leucorrhinia dubia Linden	320	100	60									
Sympetrum danae Sulzer	140	120										
Megaloptera							100	160	200	120	160	
Sialis lutaria L.		80	20	20								
Heteroptera												20
Claenocoris propinqua Fieb.												
Trichoptera							80	20	40			80
Cynus flavidus McL.		20										
Holocentropus dubius Ramb.					20							
Phryganea bipunctata Retz.									20	20		
Lepidoptera												
Nausinco nymphaeata L.							20					
Diptera												
Ceratopogonidae	440	100	120	60		20		60	100	20	60	60
Ablabesmyia sp.	40	40	120	20	100				20	20	60	120
Macropelopia goethgebueri K.				20		20					60	60
Procladius sp.	200	260	100	240	160							80
Heterotrissocladius marcidus Walk.			20				20					
Psectrocladius sp.	240	120	100	20			60	140	20	20	40	
Chironomus annularis-gr.							20	60	20	540	1.640	

Tabell 15. forts

Djup, m	Eskaresjö						Lilla sjö					
	1	2	4	6	8	11	1	2	4	6	8	11
<i>C. antharcinus</i> -gr.	300	1.640	100	560	700	40		20	60	520	460	60
<i>C. plumosus</i> -gr.	100							40				
<i>C. tentans</i> Fabr.								40				
<i>C. thummi</i> -gr.							120	40		20	20	
<i>Cryptochironomus</i> sp.												
<i>Endochironomus dispar</i> -gr.	200	40	400		20	20			20	20		
<i>Limnochironomus</i> sp.				160	20							
<i>Pagastiella orophila</i> Edw.	120	140	20	780								
<i>Phaenopsectra longiventris</i> K.				20	200							
<i>Polypedilum convictum</i> -gr.	20	20										
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> Staeg.							2.300	40	140			140
<i>Tanytarsus</i> sp.	20				40		20	60				680
Totalt	2.200	2.760	1.220	2.860	1.240	80	2.840	700	660	1.300	2.620	

Tabell 16. Bottenfaunans artsammansättning i de humösa sjöarna

	Hovtjärn 1943-46	Hovtjärn 1977	Grimsgöl 1943-48	Grimsgöl 1977
Oligochaeta	x		x	x
Crustacea				
Asellus aquaticus L.	x	x	x	x
Ephemeroptera	x		x	
Leptophlebia vespertina L.		x		x
Odonata	x		x	
Enallagma cyathigerum Charp.				x
Lestes sponsa Hansem.				x
Cordulia aenea L.		x		
Leucorrhinia sp.			x	
Megaloptera				
Sialis lutaria L.	x	x	x	x
Trichoptera	x			
Limnephilidae		x		
Cyrnus flavidus McL.			x	x
Holocentropus dubius Ramb.			x	x
Oxyethira sagittifera Ris			x	
Phryganea sp.		x		
Coleoptera				x
Donacia sp.				x
Hydracarina	x	x	x	
Lamellibranchia				
Pisidium sp.			x	
Diptera				
Ceratopogonidae	x	x		x
Chaoborus flavicans Meig.	x	x	x	x
Ablabesmyia monilis L.	x		x	x
A. sp.	x	x	x	
Anatopynia plumipes Fries			x	
Guttipelopia guttipennis v.d.W.			x	
Krenopelopia binotata Wied.		x	x	x
Labrundia longipalpis G.			x	x
Monopelopia tenuicalcar K.	x		x	
Natarsia punctata Fabr.	x			x
Paramerina cingulata Walk.	x		x	
Procladius ?cinereus G.			x	
P. ?fuscus Br.			x	
P. nudipennis Br.	x			
P. ?signatus Zett.		x		
P. ?suecicus Br.	x			
P. sp.	x	x	x	x
Telmatopelopia nemorum G.				x
Corynoneura celeripes Winn.	x		x	
C. minuscula Br.	x			

Tabell 16. forts

	Hovtjärn 1943-46	Hovtjärn 1977	Grimsgöl 1943-48	Grimsgöl 1977
Heterotanytarsus apicalis K.	x		x	
Heterotrissocladus grimshawi Edw.			x	
H. marcidus Walk.	x		x	x
Microcricotopus bicolor Zett.			x	
Parorthocladus cfr. nigrinus G.			x	
Parakiefferiella bathophila K.	x	x		
Psectrocladius psilopterus K.			x	
P. sp.	x		x	x
Pseudorthocladus filiformis Edw.	x			
Trichocladus sp.	x			
Zalutschia mucronata Br.		x	x	
Z. potamophilus Chern.		x		
Z. zalutschicola Lip.	x	x	x	
Chironomus anthracinus Zett.		x		
C. cingulatus Meig.	x			
C. tenuistylus Br.			x	
C. anthracinus-gr.	x	x		
C. plumosus-gr.				x
Cryptocladopelma edwardsi Krus.			x	
C. viridula Fabr.	x	x	x	
Demicryptochironomus vulneratus Zett.			x	
Endochironomus tendens Fabr.		x		x
E. sp.		x	x	x
Glyptotendipes pallens Meig.			x	x
Lenzia flavipes Meig.		x	x	x
Limnochironomus pulsus Edw.	x			
L. sp.	x	x		
Microtendipes chloris Meig.			x	
M. nitidus Edw.	x			
M. sp.	x	x		
Pagastiella orophila Edw.	x	x	x	
Paratendipes nudisquama Edw.	x		x	
Phaenopsectra longiventris K.	x	x	x	x
Polypedilum pullum Zett.			x	
P. sp.	x	x		
Stenochironomus gibbus Fabr.			x	
S. hibernicus Edw.			x	
Cladotanytarsus sp.		x		
Stempellina bausei Edw.	x		x	
Tanytarsus brundini Lindeb.				x
T. mendax K.			x	
T. sp.	x	x		
Zavrelia pentatoma K.			x	

Tabell 17. Bottenfaunans abundans i Hovtjärn (individer/m²)

År	1943					1977					
	Djup, m	1.5	2.0	2.5	3.5-5.0	1.5	2.0	2.5	3.5	4.5	5.0
Nematoda			1.000		11						
Oligochaeta		357	1.069	192	77						
Crustacea											
Asellus aquaticus L.		370	1.042	110		80					
Ephemeroptera		110	329			220	60			20	
Leptophlebia vespertina											
Odonata			82			60					
Cordulia aenea L.											
Megaloptera											
Sialis lutaria L.			110		16	60	80	60			
Trichoptera		96	150	27	11	20					
Limnephilidae						220					
Phryganea sp.							20		20		
Hydracarina			14	110	197						
Diptera											
Ceratopogonidae			55	27	5	20					40
Chaoborus flavicans Meig.					71						
Ablabesmyia sp.		124	589			20					
Procladius sp.		178	260	795	186	600	740	720	600	500	180
Corynoneura sp.		41	69								
Heterotanytarsus apicalis K.		14	55								
Heterotrissocladius marcidus Walk.		27									
Parakiefferiella bathophila K.						40	80				
P. sp.		27		55	11						
Psectrocladius sp.		356	891								
Trichocladius sp.		27	260	27		180	340	100			
Zalutschia potamophilus Chern.					535	140	800	940	760	440	1.360
Z. zalutschicola Lip.				164							

Tabell 17. forts

År	1943					1977				
	1.5	2.0	2.5	3.5-5.0	1.5	2.0	2.5	3.5	4.5	5.0
Djup, m										
<i>Chironomus anthracinus</i> -gr.	27			93	140	20	80	80	400	60
<i>Cryptocladopelma viridula</i> Fabr.	14	41		5	60					
<i>Endochironomus dispar</i> -gr.	233	260	27	5	100					
<i>Limnochironomus</i> sp.	137				40	20				
<i>Microtendipes</i> sp.	233	41	247	55	440					
<i>Pagastiella orophila</i> Edw.					20					
<i>Phaenopsectra longiventris</i> K.	27	247			420	20				
<i>Polypedilum convictum</i> -gr.	27	83			80					
<i>P. nubeculosum</i> -gr.							20			
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	27			66	420	420	420	420		40
<i>Tanytarsus</i> sp.	2.452	6.647	1.781	1.344	2.960	2.600	2.160	1.880	1.360	1.680
Totalt										

Tabell 18. Bottenfaunans abundans i Grimsgöl (individer/m²)

År	1943-48				1977					
	1.0	1.7	2.5	4.0	4.8	1.0	1.7	2.5	4.0	4.8
Djup, m										
Oligochaeta	726	329	27				20			
Crustacea						120				
Asellus aquaticus L.	192									
Ephemeroptera	41					140				
Leptophlebia vespertina L.	41									
Odonata										
Megaloptera						60				
Sialis lutaria L.	14									
Trichoptera	55					20				
Cyrnus flavidus McL.						40				
Holocentropus dubius Ramb.										
Coleoptera						20				
Donacia sp.										
Hydracarina	96	27								
Lamellibranchia										
Pisidium sp.	822	82								
Diptera										
Ceratopogonidae						40				
Chaoborus flavicans Meig.						60		120	580	320
Ablabesmyia sp.	55	27								
Procladius sp.	165	55				80	20			
Psectrocladius sp.	96					60				
Zalutschia zalutschicola Lip.										
Chironomus plumosus-gr.						360	380			
Cryptocladopelma viridula Fabr.	150	55								
Demicryptochironomus vulneratus Zett.		27				140	20			
Endochironomus dispar-gr.	27									
Lenzia cfr. flavipes Meig.	27									
Pagastrella orophila Edw.	69									
Paratendipes sp.	14									
Phaenopsectra longiventris K.	644	384	256	205	55					
Chironomini sp.	27									
Totalt	3.261	986	283	1.103	3.384	1.140	440	120	580	320

Tabell 19. Bottenfaunans artsammansättning i de arktiska sjöarna

	St. Rösjön	St. Harrsjön	L. Harrsjön	Ö. Särnamanna- sjön
Oligochaeta	x	x	x	x
Ephemeroptera				
<i>Leptophlebia marginata</i> L.			x	
Odonata				
<i>Aeshna</i> sp.			x	
Heteroptera				
Corixidae		x	x	
Trichoptera				
Limnephilidae		x	x	
Phryganidae		x		
<i>Agrypnia pagetana</i> Curt.			x	
<i>A. varia</i> Fabr.				x
<i>Cyrrnus flavidus</i> McL.	x	x	x	
<i>Molanna albicans</i> Zett.		x	x	x
Coleoptera				
Dytiscidae			x	x
<i>Agabus</i> sp.			x	
<i>Hydroporus</i> sp.			x	x
Hydracarina	x			
Diptera				
Ceratopogonidae			x	
<i>Ablabesmyia monilis</i> L.	x	x	x	x
<i>Conchopelopia melanops</i> Wied.	x	x	x	x
<i>Procladius ?islandicus</i> G.	x			
<i>P. ?signatus</i> Zett.	x			
<i>P. sp.</i>	x	x	x	x
<i>Chaetocladius sp.</i>				x
<i>Corynoneura celeripes</i> Winn.		x		
<i>Cricotopus festivellus</i> K.	x		x	x
<i>C. polaris</i> K.	x			
<i>Eukiefferiella bavarica</i> Lundb.	x	x		
<i>E. claripennis</i> G.	x			
<i>Heterotanytarsus apicalis</i> K.		x	x	
<i>Heterotrissocladius grimshawi</i> Edw.	x			
<i>H. marcidus</i> Walk.	x	x	x	x
<i>Monodiamesa bathyphila</i> K.		x		
<i>Orthocladius thienemanni</i> K.	x			
<i>Protanypus morio</i> Zett.	x	x	x	x
<i>Psectrocladius calcaratus</i> Edw.	x			x
<i>P. edwardsi</i> Br.	x			
<i>P. obvius</i> Walk.	x			
<i>P. sp.</i>	x	x	x	x

Tabell 19. forts

	St. Rösjön	St. Harrsjön	L. Harrsjön	Ö. Särnamanna- sjön
Zelutschia mucronata Br.			x	
Z. tatica Pag.			x	x
Z. zalutschicola Lip.	x	x	x	
Chironomus anthracinus-gr.	x			
C. polaris Kirby	x	x	x	
Demicryptochironomus vulneratus Zett.			x	
Lenzia flavipes Meig.	x		x	
Limnochironomus sp.		x	x	
Microtendipes sp.			x	
Pagastiella orophila Edw.		x	x	
Phaenopsectra coracina Zett.	x	x	x	x
Polypedilum albicorne Meig.			x	
Stictochironomus rosenhöldi Edw.				x
Micropsectra junci Meig.			x	
M. groenlandica Anders	x	x	x	x
Paratanytarsus sp.	x	x	x	x
Tanytarsus gregarius K.	x			
T. lestagei-gr.	x			x
T. occultus Br.	x	x	x	
T. sp.	x	x	x	x

Djup, m	St. Rösjön			St. Harrsjön			L. Harrsjön			Ö. Särnamansjön					
	3.1-3.6	1.0	2.1	2.9	3.8	1.0	2.1	3.2	4.2	6.0	8.8	1.7	3.2	4.4	5.8
Oligochaeta	80	80	60	20	40	20	80	40		320					
Ephemeroptera															
Leptophlebia marginata L.															
Heteroptera															
Corixidae															
Trichoptera															
Agrypnia pagetana Curt.															
Cynurus flavidus McL.	133	60			20	60									
Molanna albicans Zett.		20	20				120	40	60	40					20
Coleoptera															
Dytiscidae															20
Hydroporus sp.															20
Hydracarina															
Diptera															
Ceratopogonidae															
Ablabesmyia sp.	67	80	80	140	40	20	400	80	120	40	80				40
Procladius sp.	93				20	60					20				
Thienemannimyia-gr.															
Cricotopus festivellus K.	27						100					120			20
Heterotriassocladius marcidus Walk.															
Monodiamesa bathyphila K.															
Protanypus morio Zett.															
Psectrocladius sp.	187	100	20			360									
Zalutschia tetrica Pag.															
Z. zalutschicola Lip.															
Chironomus anthracinus-gr.															
C. polaris Kirby	5.720	660	1.840	9.220	20.160		20	2.540	4.260	3.600	2.160				160
Demicyptochironomus vulneratus Zett.															
Limnochironomus sp.		60		40	40	440	100								
Pagastrella orophila Edw.															
Phaenopsectra coracina Zett.	227		40	60	1.640		960	20	1.520	3.780	19.040	20			20
Stictochironomus rosenstödi Edw.															
Paratanytarsus sp.	73	380	20	60	620		60					220	380	20	180
Tanytarsus sp.	40											420	1.000	140	320
Totalt	6.746	1.440	2.100	9.600	22.640	1.060	2.080	2.880	6.100	7.520	21.900				