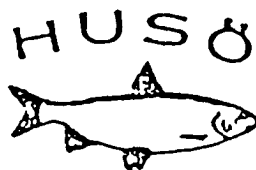


Arkiv ex
alt

FORSKNINGSRAPPORT
TILL
ÅLANDS LANDSKAPSTYRELSE



BIOLOGISKA STATION
ÅBO AKADEMI — ÅLANDS
LANDSKAPSTYRELSE

N R 62 (1 9 8 8)

Författare: Magnus Östman

VATTENKVALITET OCH BOTTENFAUNA I ÅLÄNSKA VATTENTÄKTER

	sida
1. Inledning	1
2. De undersökta sjöarna	1
3. Material och metodik	2
4. Tjudö träsk	
4.1. Allmänt	4
4.2. Vattenkvalitet	5
4.3. Bottenfauna	7
4.4. Litoralfauna	8
4.5. Diskussion	8
5. Lavsböle träsk	
5.1. Allmänt	9
5.2. Vattenkvalitet	9
5.3. Bottenfauna	11
5.4. Litoralfauna	12
5.5. Diskussion	12
6. Dalkarby träsk	
6.1. Allmänt	14
6.2. Vattenkvalitet	14
6.3. Bottenfauna	16
6.4. Litoralfauna	17
6.5. Diskussion	17
7. Markusbölefjärden	
7.1. Allmänt	19
7.2. Vattenkvalitet	20
7.3. Bottenfauna	22
7.4. Litoralfauna	22
7.5. Diskussion	23

	sida
8. Långsjön	
8.1. Allmänt	24
8.2. Vattenkvalitet	24
8.3. Bottenfauna	26
8.4. Litoralfauna	26
8.5. Diskussion	27
9. Borgsjön	
9.1. Allmänt	29
9.2. Vattenkvalitet	29
9.3. Bottenfauna	31
9.4. Litoralfauna	32
9.5. Diskussion	33
10. Förekomsten av mollusker	34
11. Litteratur	35
Bilaga	37

1. Inledning

Sommaren 1988 utfördes på Husö biologiska station på uppdrag av Ålands landskapsstyrelse en undersökning av sex åländska sjöar. Fem av sjöarna används som vattentäkter och en är presumtiv vattentäkt. Vattenkvaliteten i flera av sjöarna har tidvis varit dålig och en undersökning av sjöarnas vattenkemi och -biologi har därför varit motiverad.

Syftet med undersökningen var att genom vattenprovtagning- och analys samt genom undersökning av botten- och strandfaunan få en bild av sjöarnas allmänna tillstånd.

2. De undersökta sjöarna

Sjöarna som ingick i undersökningen var Tjudöträsk i Finström, Lavsböleträsk i Saltvik (vattenbolag: Bocknäs vatten), Markusbölefjärden och Långsjön i Finström (Ålands vatten), Dalkarbyträsk i Jomala (Ålands vatten) samt Borgsjön i Sund (presumtiv vattentäkt för Sundets vatten). Sjöarnas läge och topografi framgår av Fig. 1. resp. Tab. 1.

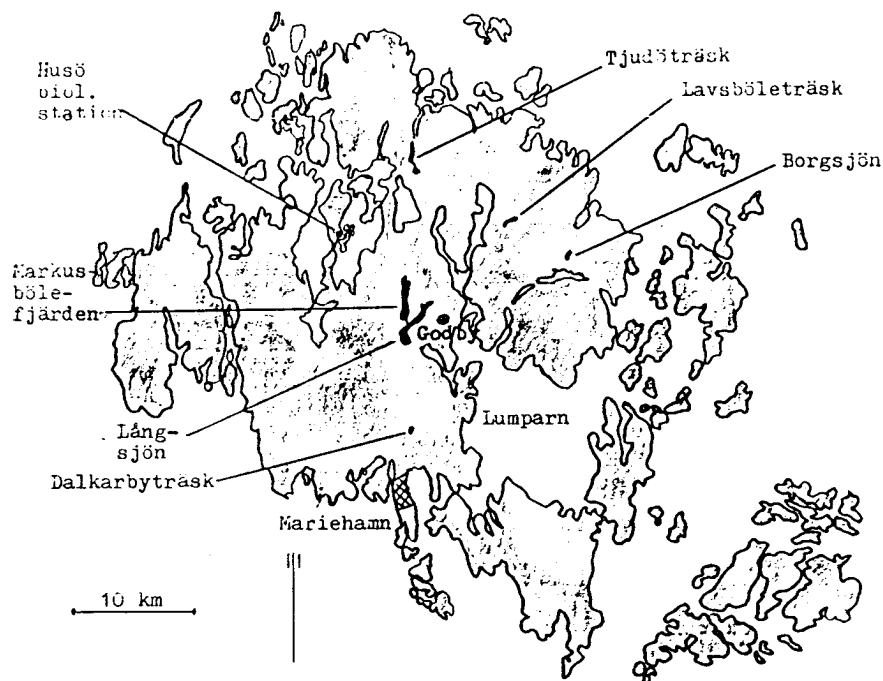


Fig. 1. De undersökta sjöarnas läge på Åland.

	Tjudöträsk	Lavsböle- träsk	Dalkarby- träsk	Markusböle- fjärden	Långsjön	Borgsjön
Höjd över havet, m	3.1	17.7		0.13	0.15	13.4
Nederbörds- område, ha	1296	1437	140	1380	2930	71
Vattenvolym, milj. m ³	3.2	1.4	0.8			1.6
Max. djup, m	13.5	7.5	5.0	9.5	18	14.5
Max. längd, m	2850	1500	800	4500	3750	800
Max. bredd, m	470	320	300	300	625	400
Areal, ha	82	30	15	156	140	18

Tab. 1. De undersökta sjöarnas topografi enligt Wikgren 1962, Helminen 1977, Carlsson (opubl. data) och egna mätningar.

3. Material och metodik

Vattenprov togs tre gånger under sommaren från Tjudöträsk, Lavsböleträsk, Dalkarbyträsk och Borgsjön. Från Markusbölefjärden och Långsjön togs vattenprov fyra gånger, från den sistnämnda sjön föreligger dessutom vissa vattenanalysdata från en femte provtagning utförd i maj av FD Tore Lindholm. Proverna togs med s.k. Ruttner-vattenhämtare med en meters djupintervall på fasta provstationer (sjöns djupaste punkt = station 1.). För artbestämning av plankton och för analys av cyanobakterietoxiner togs även koncentrerade planktonprov från ytvattnet med finmaskig planktonhåv. I samband med bottendjursprovtagningen i juni togs vattenprover på ytterligare en eller två punkter (station 2 och 3). I resultatframställningen har medtagits endast värdena från station 1. om inget annat nämns. På proverna gjordes följande analyser:

- temperatur
- pH
- ledningsförmåga
- syrehalt (Finsk Standard SFS 3040)
- kemisk syreförbrukning (Vesianalysoimikunnan mietintä 1.6.)

- kalciumpåhalt (Finsk Standard SFS 3001, något modifierad)
- klorofyll a-halt (Vattenstyrelsens vetenskapliga kommission, standardförslag INSTA-VHB-3 1983-01)
- totalkväve och fosfor (Koroleff, F. Meriveden yleisimmät kemialliset analyysimenetelmät (Havsforskningsinstitutet) och Svensk Standard SIS 02 81 31)

Analyserna gjordes på Husö biologiska station på kvällen eller följande dag efter provtagningen. Klorofyll- och närsaltproverna förvarades dock nedfrysta under flera veckors tid innan analyserna utfördes. På vissa prov gjordes dessutom analys av cyanobakterietoxiner vid Institutionen för biologi vid Åbo Akademi. Dessa analyser utfördes av Diana Toivola och resultaten redovisas i en separat rapport. I samband med toxinanalysen bestämdes även de dominerande växtplanktonarterna i varje prov, och resultaten av artbestämningen ingår delvis i denna rapport.

En inventering av bottenfaunan utfördes i juni. Antalet provstationer per sjö varierar från ett till tre beroende på sjöns storlek. Bottenproverna togs med s.k. Ekman-huggare, tre hugg per station. Proven sållades i 0.5 mm:s såll, formalinkonserverades, och sorterades senare under preparationsmikroskop med ca 10 ggr:s förstoring. Dessutom bestämdes djurens biomassa genom vägning (våtvikt, WW).

Emedan bottenfaunan i allmänhet visat sig vara rätt artfattig i åländska sjöar studerades även faunan i strandvattnen i sjöarna. Djur insamlades med hjälp av s.k. Luther-räfsa, långskaftad skraphåv och genom att undersöka ytan på strandstenar och stockar. De insamlade exemplaren bestämdes så långt det var möjligt (brist på tid och bestämningslitteratur) och en grov uppskattning av deras riklighetsgrad gjordes. Resultaten är sammanställda i bilagan på sid. 37.

4. Tjudö träsik

4.1. Allmänt

Tjudö träsik är beläget i nordöstra delen av Finström, nära gränsen till Geta (fig. 1.) Sjön, vars norra del ofta benämns Västanträsik, kantas av tät skog, åkrar och betesmark. Förutom avrinning från de senare belastas sjön även av utsläpp från en grönsakskonserveringsindustri i byn Vestanträsik. I sjöns södra ända finns en allmän badstrand. Sjön har senast undersökts av Räisänen 1984.

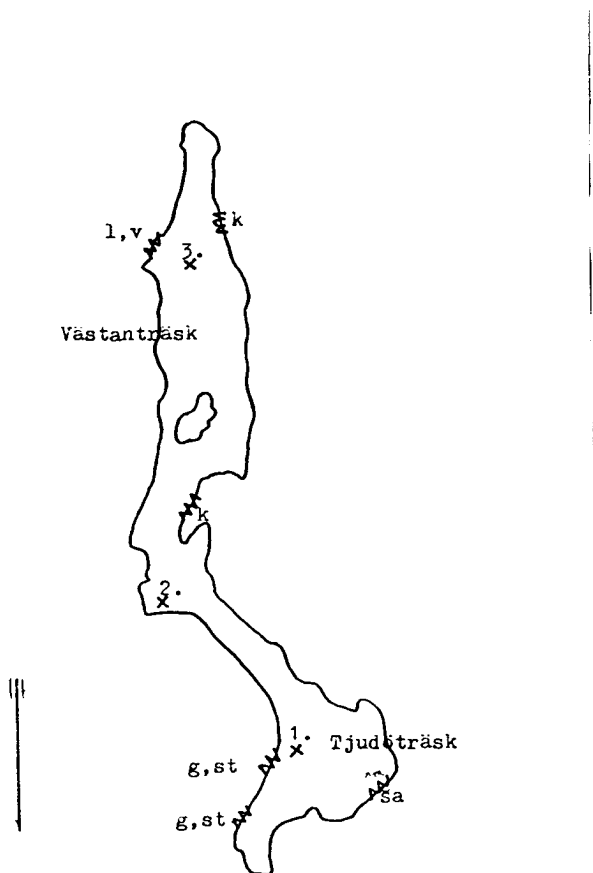


Fig. 2. Tjudö träsik med provstationer (1, 2 och 3)¹ och de strandavsnitt där litoralfauna insamlats (~~~~) utmärkta.

g = grus, k = klippa, l = lera, sa = sand, st = stenar/stockar, v = växter/växtdelar

¹samma som användes av Helminen 1973-1974 och Räisänen 1984.

4.2. Vattenkvalitet

En stabil och kraftig temperaturskiktning var rådande i sjön under hela undersökningsperioden (Fig. 3). Som en följd av detta förekom syrebrist under temperatursprångskiktet vid station 1. Låg syrehalt (0.43 mg/l) noterades också på station 3 den 8.6. Även variationerna i pH återspeglar den kraftiga skiktningen och en betydande fotosyntesaktivitet ovanför språngskiktet.

De uppmätta närsaltvärdena är sammanställda i fig. 4a. och 4b. Bottenvattnet uppvisade konstant högre fosfor- och kvävehalter, vilket har sin förklaring i det stagnerade djupvattnet. I sjöns mellersta och norra del (station 2 och 3) noterades klart lägre kvävevärden (kring 500 µg/l både för yta och botten) än på station 1 (fig. 4b.) vid provtagningen den 8.6. Sommarens medeltal (ytan) var för fosfor 30 µg/l och för kväve 920 µg/l. Detta ger ett kväve/fosfor-förhållande på 31.

Siktdjup och klorofyll a-halter framgår av Fig. 5. Dominerande växtplanktonarter (provtagning 14.7. och 16.8.) var kiselalgen *Tabellaria sp.* samt cyanobakterierna *Anabaena flos-aquae* och *Microcystis aeruginosa*.

Vid ett besök vid sjön 5.9. konstaterades en med blotta ögat synlig blomning av *Microcystis* som ställvis yttrade sig som en flytande grön algmatta vid stränderna.

I Tab. 2. har sammanfattats värdena för ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhårdhet.

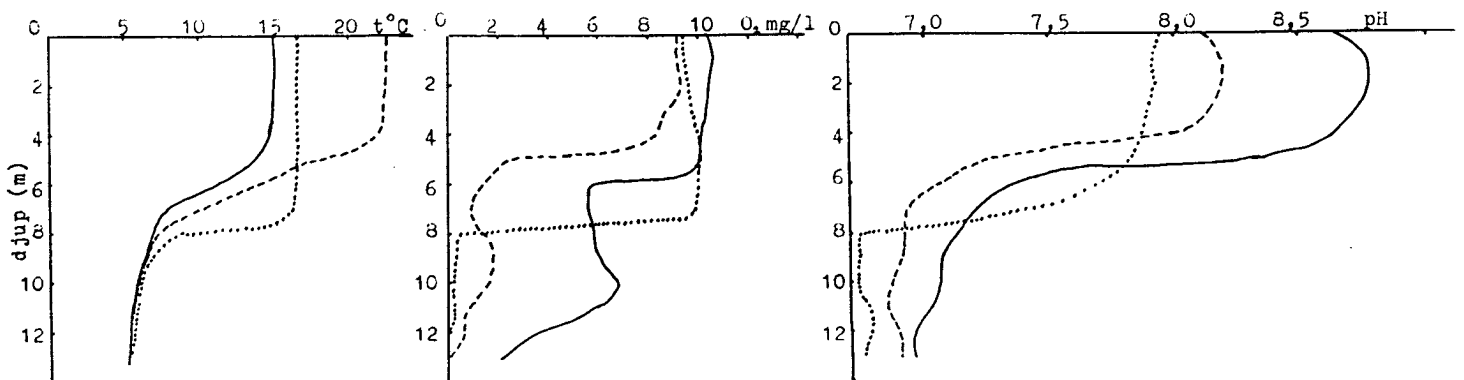


Fig. 3. Temperatur, syrehalt och pH vid station 1.

— = 8.6. --- = 14.7. = 16.8.

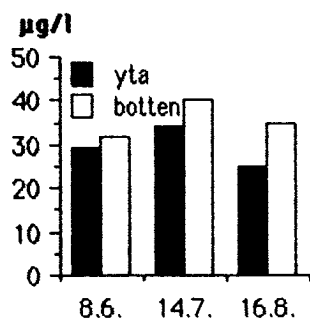


Fig. 4a. Totalfosforhalter under sommaren på station 1.

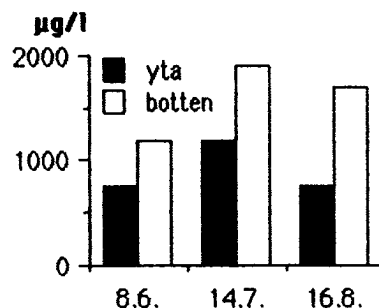


Fig. 4b. Totalkvävehalter under sommaren på station 1.

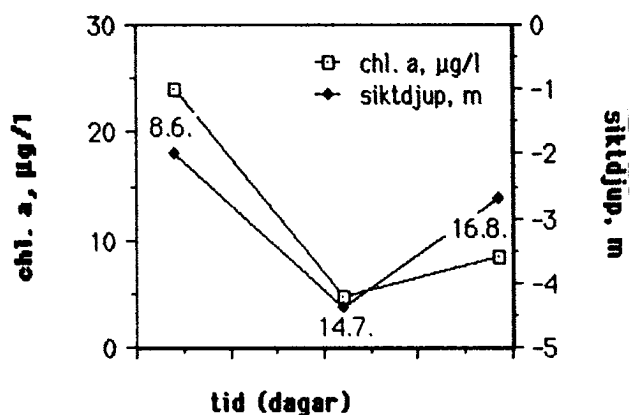


Fig. 5. Klorofyll a-halt (medeltal för prover tagna ovanför språngskiktet) och siktdjup på station 1. Datum för resp. provtagning utsatta.

Tab. 2. Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt, medeltal för resp. provtagning.

datum	8.6.	14.7.	16.8.
ledn. förm. uS/cm	270	258	240
KMnO ₄ -förbr. (yta)	34	39	38
mg/l (botten)		47	42
Hårdhet, mg CaCO ₃ /l			39

4.3. Bottenfauna

Bottenprov togs 8.6. från tre stationer i olika delar av sjön (se fig. 2.) Botten på de båda djupaste stationerna (tab. 2.) bestod av mörkt sediment, medan finfördelade växtdelar dominerade den grundaste stationen. Tätheter och biomassor är sammanställda i tab. 3. Totalt noterades 10 taxa. Förutom dessa torde även dammusslan *Anodonta sp.* förekomma i sjön eftersom rikligt med tomma skal påträffades längs stränderna.

Tab. 3. Bottenfauna vid provtagning 7.6. 88

art	Station 1 (djup 13 m)		Station 2 (djup 2 m)		Station 3 (djup 10 m)	
	täthet	biomassa	täthet	biomassa	täthet	biomassa
	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD
<u>OLIGOCHAETA</u>			23±20			
<u>HYDRACARINA</u>			23±40			
<u>INSECTA</u>						
Corixidae			23±40			
Caenis moesta			12±20			
Caenis robusta			12±20			
Chironomidae			969±850	0.61±0.87	92±131	
Chironomidae, plumosus-typ	138±104	1.79±2.27	12±20	0.03±0.05	69±92	1.81±2.10
Corethra plumicornis	600±111	2.04±0.49			115±106	0.32±0.30
Cerato- pogonidae	23±20					
<u>MOLLUSCA</u>						
Valvata piscinalis			35±35	1.32±1.25		
TOTALT	761±235	3.83±276	1074±1045	1.96±2.17	276±329	2.13±2.40

4.4. Litoralfauna

Prov av litoralfaunan insamlades 7.6. och 5.9. på de platser som är angivna i fig. 2. En översikt av samtliga sjöars litoralfauna finns i bilagan. I Tjudö träsk påträffades 27 taxa ("arter"). Särskilt välföreträdde grupper var nattsländelarverna (*Trichoptera*) med 9 arter, och molluskerna (snäckor och musslor) med 5 arter av vilka flera var allmänna. Snäckan *Lymnaea stagnalis*, som inte påträffades i denna undersökning, torde även förekomma i sjön (Ralf Carlsson, opublic. uppgifter).

4.5. Diskussion

En jämförelse med Räsänens undersökning från 1984 ger vid handen att fosforhalten i sjöns södra ända (station 1.) varken ökat eller minskat. Även algproduktionen torde ligga på ungefär samma nivå, ett undantag utgör dock de jämförelsevis höga värdena från 8.6. Inga större skillnader i kemisk syreförbrukning (kaliumpermanatförbrukning) kunde heller konstateras. På basen av närsaltvärden, klorofyll a-halt och siktdjup kan sjön, liksom 1984, klassas som måttligt eutrof (Nordforsk 1980).

Bottenprov på stationerna 1, 2 och 3 har tagits bl.a. i augusti 1973 (opublic. uppgifter i Husö biol. stations arkiv). Bottenfaunans sammansättning var då i stort sett likadan som 1988 (tab. 3), med undantag för mygglarven *Corethra plumicornis*, som helt saknades 1973.

Någon undersökning av litoralfaunan torde inte ha utförts tidigare. Resultaten från denna undersökning vid handen att litoralfauna är artrik och mångsidig utan någon klart dominerande art.

Sammanfattningsvis kan sägas att Tjudö träsk inte har undergått några större förändringar under de senaste åren vad gäller vattenkvalitet och fauna. En noggrann inventering av florans kunde eventuellt ge ett mera entydigt resultat eftersom flera växtkarteringar i sjön tidigare utförts (Cedercreutz 1934, Helminen 1977, Räsänen 1984)

5. Lavsböleträsk

5.1. Allmänt

Lavsböleträsk är beläget i Saltvik kommun strax norr om Kvarnbo by (fig. 1.). Sjön är så gott som helt kantad av skog. På den nordvästra stranden finns en del semesterbosättning som belastar sjön med avfallsvatten. Övriga belastningskällor är åkrarna, betesmarkerna och ladugårdarna norr om sjön som också påverkar vattenkvaliteten i Åsgårda träsk, vilket i sin tur står i förbindelse med Lavsböleträsk genom ett utfallsdike. De olika belastningskällornas relativa betydelse har undersökts av Weppling 1983. I denna undersökning har dock endast vattenkvaliteten i själva vattentäkten studerats.

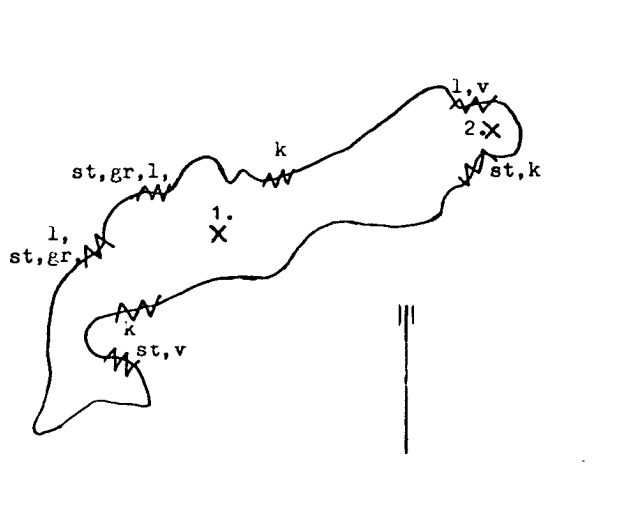


Fig. 6. Lavsböleträsk med provstationer (1 och 2) och de platser där littoralfauna insamlats (vv)
gr = grus, k = klippa, l = lera, st = stenar/stockar, v = växter/växtdelar

5.2. Vattenkvalitet

I sjön förekom temperaturskiktning under hela undersökningsperioden (fig. 7.). I juni och juli noterades till följd härav syrebrist vid botten, medan bottenvattnets syrehalt i augusti var något högre, troligen till följd av vindomblandning. pH-värdena återspeglar en rätt betydande foto-syntesaktivitet i de övre vattenlagren.

Totalfosfor och -kvävevärdena från station 1. är framställda i fig. 8. Proven från station 2. den 9.6. uppvisade värden av samma storleksordning som vid station 1. Sommarens medeltal för totalfosfor vid ytan var 22 $\mu\text{g/l}$ och för totalkväve 810 $\mu\text{g/l}$ vilket ger ett TN:TP-förhållande på 37. Klorofyll a-haltens ökning i juli (fig. 9.) sammanfaller med det extremt

Klorofyll a-haltens ökning i juli (fig. 9.) sammanfaller med det extremt varma vädret under större delen av månaden. Dominerande planktonalger vid de två senare provtagningarna var bl.a. kiselalgen *Asterionella*, guldalgen *Dinobryon*, dinoflagellaten *Ceratium* och cyanobakterierna *Microcystis aeruginosa* och *Aphanizomenon flos-aquae*.

De uppmätta värdena för ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalcium-hårdhet är sammanfattade i tab. 4.

Sjöns vattenstånd varierade med 33 cm under sommaren.

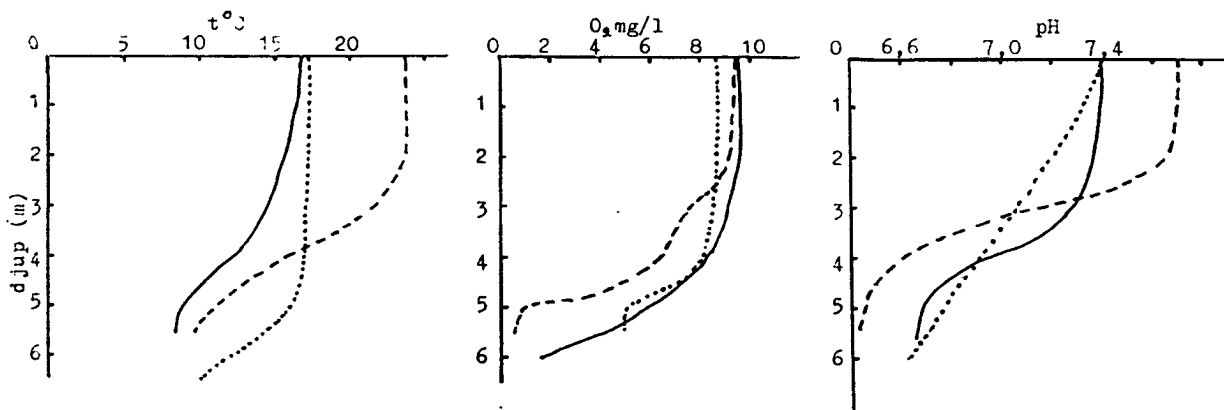


Fig. 7. Temperatur, syrehalt och pH på station 1.

— = 9.6. --- = 19.7. = 17.8.

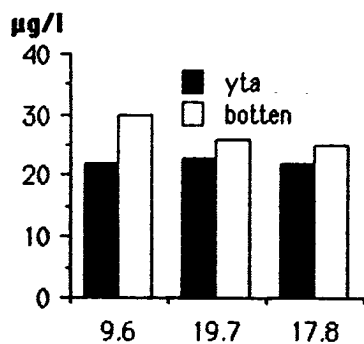


Fig. 8a. Totalfosforhalter under sommaren på station 1.

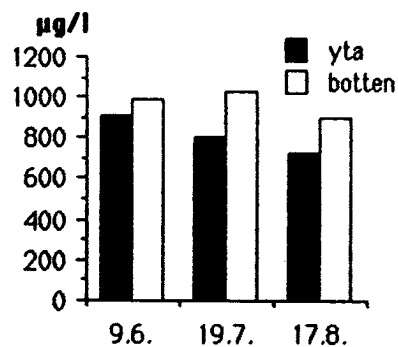


Fig. 8b. Totalkvävehalter under sommaren på station 1.

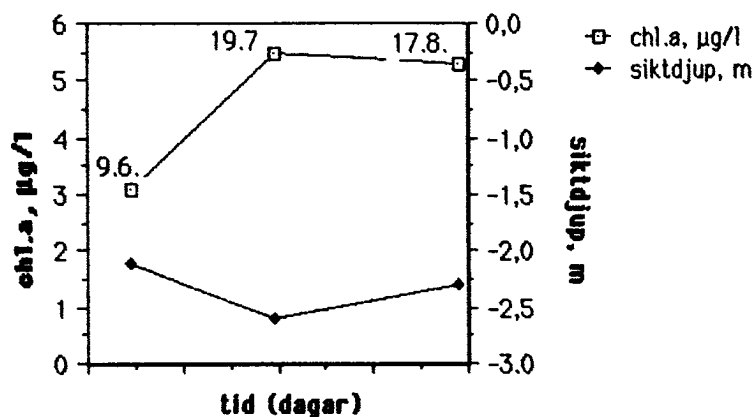


Fig. 9. Klorofyll a-halter (medeltal för prover tagna ovanför språngskiktet) och siktdjup på station 1. Datum för resp. provtagning utsatt.

Tab. 4. Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt på station 1, medeltal för resp. provtagning.

datum	9.6.	19.7.	17.8.
ledn. förm. uS/cm	118	115	105
KMnO ₄ -förbr. (yta)	53	54	50
mg/l (botten)	55	56	52
Hårdhet, mg CaCO ₃ /l			16

5.3. Bottenfauna

Bottenprov togs från 2 stationer (tab. 5.). Botten på station 1. bestod av mörk gyttja, medan station 2. dominerades av växtdelar. Tätheter och biomassor är sammanställda i tab. 4. Totalt noterades 7 taxa förutom *Anodonta sp.* som torde förekomma i sjön eftersom tomma skal ställvis fanns uppspolade på stränderna.

Tab. 5. Bottenfauna vid provtagning 9.6. 88.

art	Station 1 (djup 6 m)		Station 2 (djup 3 m)	
	täthet ind./m ² ±SD	biomassa g/m ² ±SD	täthet ind./m ² ±SD	biomassa g/m ² ±SD
<u>OLIGOCHAETA</u>	12±20			
<u>HIRUDINEA</u>				
Helobdella stagnalis			12±20	0.04±0.07
<u>OSTRACODA</u>			12±20	
<u>INSECTA</u>				
Chironomidae	127±53	1.22±1.15	1419±138	0.75±0.30
Chironomidae, plumosus-typ	12±20	0.41±0.72		
Corethra plumicornis	208±92	0.85±0.26		
Ceratopogonidae	35±35	0.07±0.08	12±20	0.29±0.50
TOTALT	394±220	2.55±2.21	177±198	1.08±0.87

5.4. Litoralfauna

Prov av litoralfaunan insamlades 9.6. och 30.8. på platser angivna i fig. 6. De påträffade arterna i litoralen framgår ur bilagan på sid. 37. Totalt noterades 31 taxa ("arter"). Särkilt välföreträdde var nattsländelarverna (*Trichoptera*) med 12 arter.

5.5. Diskussion

Lavsböleträsk är, trots sitt ringa djup, temperaturskiktat under sommaren, med syrebrist vid botten som följd. Detta konstaterades även av Weppling 1983. Totalfosforhalten på station 1 var av samma

storleksordning som i Weplings undersökning, i övrigt är en direkt jämförelse svår att göra p.g.a. att värden på totalkväve, kaliumpermanganatförbrukning och klorofyll-a saknas i Weplings rapport. Enligt denna kan sjön anses vara måttligt eutrof. Enligt Forsbergs och Rydings indelning (Nordforsk 1980) skulle sjön på basen av resultaten från 1988 ligga på gränsen mellan mesotrofi och eutrofi.

När det gäller bottenfauna kan jämförelser göras med en provtagning på station 1 i augusti 1974 (Husö biol. stations arkiv). Då var glattmaskarna (*Oligochaeta*) den dominerande gruppen med en täthet på 201 ind./m², medan mygglarven *Corethra plumicornis* helt saknades. Den sistnämnda var den talrikaste arten i denna undersökning (tab. 5). Huruvida dessa skillnader är tecken på förändringar i bottenmiljön går dock inte att avgöra på basen av några få provtagningar.

Litoralfaunan var den artrikaste av samtliga sjöar som ingick i undersökningen. Molluskernas fåtalighet torde ha ett samband med den låga kalcium-halten i vattnet (se kap. 10.).

6. Dalkarbyträsk

6.1. Allmänt

Dalkarbyträsk är beläget i Jomala kommun strax söder om Jomala kyrka (fig. 1.) Sjön kantas i öster av skog och branta klippor och i väster av åkrar. Avrinningen från åkrarna förhindras att nå sjön genom en vall längs sjöns västra strand. Dalkarbyträsk används som reservvattentäkt och som mellanförvaringsplats för råvatten från Markusbölefjärden och Långsjön. Sjön har undersökts bl.a. av Porvari m.fl. 1987.

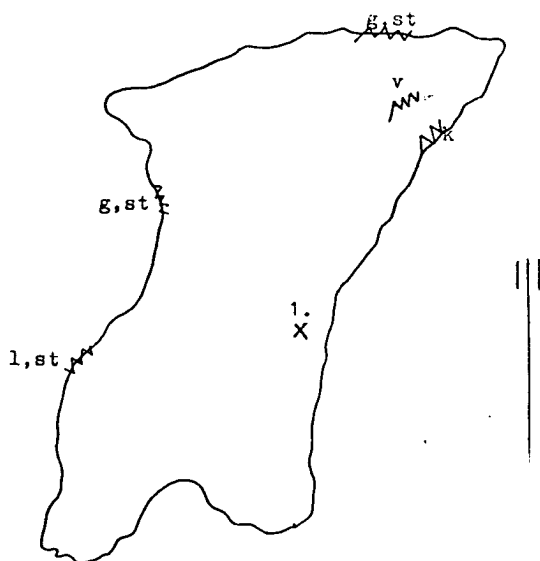


Fig. 10. Dalkarbyträsk med provstation (1.) och de platser där litoralfauna insamlats (~~~~~). utmärkta. g = grus, k = klippa, l = lera, st = stenar/stockar, v = växter

6.2. Vattenkvalitet

P.g.a. sjöns ringa djup (5 m) och utsatta läge för vindar uppträder ingen temperaturskiktning (fig. 11.). Syretillgången var till följd härav god även vid botten. Skillnaderna i pH mellan de olika provtagningarna förklaras genom olika stark belysning och därav uppkomna skillnader i fotosyntesaktiviteten.

Totalfosfor- och kvävehalterna framgår av fig. 12. De märkbart högre värdena från juni-provtagningen kan härröra från vatten som pumpats in från Långsjön eller Markusbölefjärden. Sommarens medelvärde för totalfosfor vid ytan blev 34 µg/l och för totalkväve 1200 µg/l vilket ger ett

kväve/fosfor-förhållande på 35

Variationen i klorofyll a-halt och siktdjup (fig. 13.) var liten under sommaren. De talrikaste planktonalgerna var kiselalgen *Ceratium* och cyanobakterierna *Aphanizomenon flos-aquae* och *Microcystis aeruginosa*.

I tab. 6. finns sammanställt de uppmätta värdena för ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt.

Vattenståndet varierade med över 30 cm under sommaren.

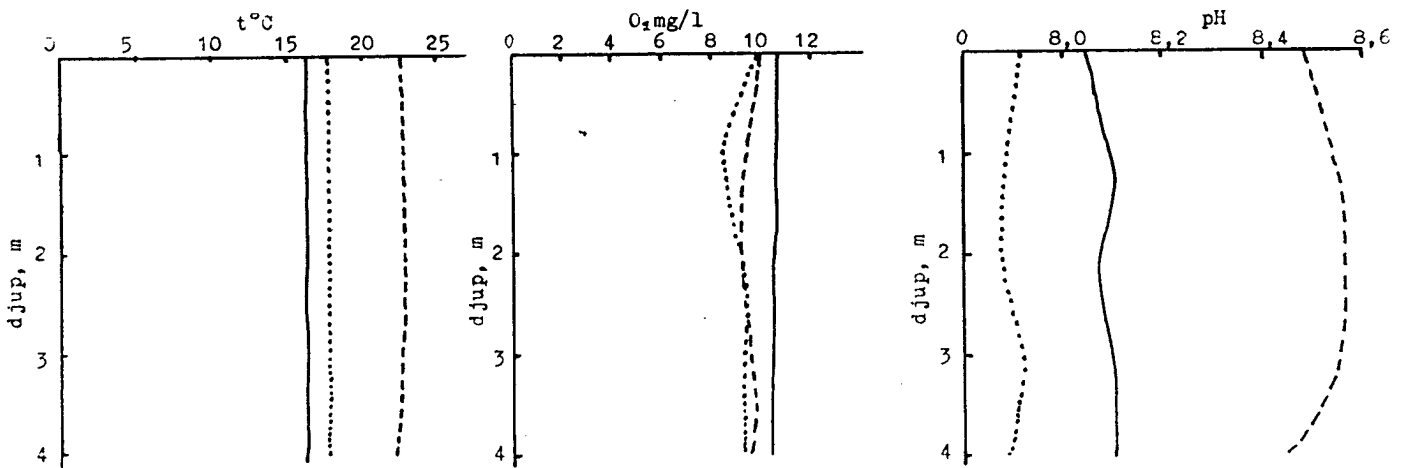


Fig. 11. Temperatur, syrehalt och pH på station 1.

— = 14.6. --- = 14.7. = 10.8.

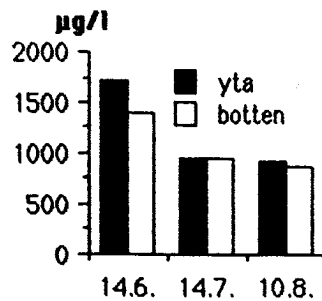
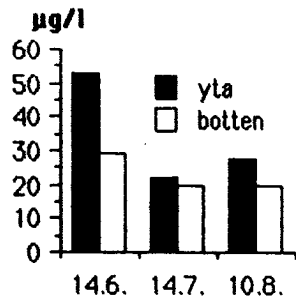


Fig. 12a. Totalfosforhalter på station 1. Fig. 12b. Totalkvävehalter på station 1.

under sommaren.

under sommaren.

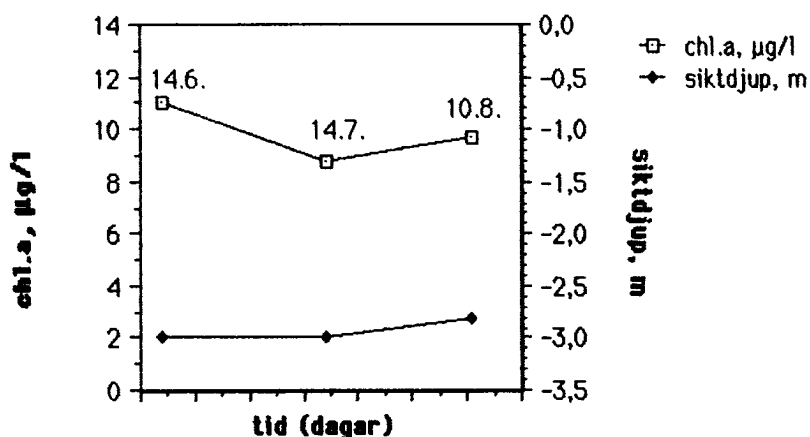


Fig. 13. Klorofyll a-halter och siktdjup (medeltal för alla prover) på station 1.
Datum för resp. provtagning utsatt.

Tab 6. Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt på station 1,
medeltal för resp. provtagning.

datum	14.6.	14.7.	10.8.
ledn. förm. uS/cm	224	222	209
KMnO ₄ -förbr. (yta)		48	38
mg/l (botten)	47	42	36
Hårdhet, mg CaCO ₃ /l			33

6.3. Bottenfauna

Bottenprov togs från en station nedanför den högsta klippan. Botten består här av mörk gyttja, medan den i stora områden i sjöns norra och västra delar är täckt av vattenmossan *Fontinalis antipyretica*. Bottenfaunan visade sig vara sparsam och endast 5 taxa noterades (tab. 7). Dammusslan *Anodonta* förekommer dessutom i sjön emedan tomma skal påträffades längs stränderna.

Tab. 7. Bottenfauna vid provtagning 14.6. 88

Station 1		
art	täthet ind./m ² ±SD	biomassa g/m ² ±SD
<u>NEMATODA</u>	81±87	
<u>OLIGOCHAETA</u>	58±100	0.01±0.02
<u>HYDRACARINA</u>	104±60	
<u>INSECTA</u>		
Chironomidae	254±178	0.37±0.12
<u>Ceratopogonidae</u>	<u>46±53</u>	<u>0.12</u>
TOTALT	543±478	0.50±0.14

6.4. Litoralfauna

Prov av litoralfaunan insamlades 14.6. och 5.9. på de platser som framgår av fig. 10. Uppgifter om litoralfaunan sammansättning finns i bilagan på sid. 37. Totalt noterades 26 taxa ("arter"). Påfallande var molluskarternas fåtalighet, endast två arter (snäckan Gyraulus och ärtmusslan Pisidium) noterades, men dessa var i stället rätt talrika.

6.5. Diskussion

Jämfört med vattenkvalitetsundersökningen 1986 (Porvari m. fl.) är närsaltnivån i sjön i stort sett oförändrad. Även i juni 1986 noterades påfallande höga närsaltvärden som klart överskred sommarens medelvärde 1986 (24.4 µg/l totalfosfor och 952 µg/l totalkväve). En något ökad algproduktion och följaktligen en liten minskning av siktdjupet 1988 jämfört med 1986 kunde dock noteras, men detta kan ha sin förklaring i det exceptionellt varma vädret sommaren 1988. Sjön kan klassificeras som måttligt eutrof på basen av närsalt- och klorofyllhalter samt siktdjupet (Nordforsk 1980).

Bottenfaunan på sedimentbotten (station 1) undersöktes i augusti 1974 (Husö biol. stations arkiv). Även då dominerade mygglarver (*Ceratopogonidae*, *Chironomidae*) och glattmaskar (*Oligochaeta*) och sålunda torde inga större förändringar i mjukbottenfaunasamhället ha ägt rum. Mattan av vattenmossa (*Fontinalis antipyretica*) som täcker största delen av sjöns botten i norr och väster omnämns inte i samband med insjöundersökningen 1972 - 75 (Helminen 1977) och torde följaktligen ha bildats relativt nyligen. Mossan visade sig vara rik på djur (se litoralfaunan) och det är troligt att uppkomsten av detta "nya habitat" haft en ökande effekt på totalantalet evertebrater i sjön.

7. Markusbölefjärden

7.1. Allmänt

Markusbölefjärden är belägen i Finström kommun söder om byn Markusböle (fig. 1.). Sjön kantas av skog i dess södra del och av odlingar och betesmarker i norr. Kor går dessutom och betar på stranden vid sjöns södra ända. Belastningen från jordbruket och boskapsskötseln är sålunda rätt betydande. Dessutom får sjön ta emot endel avloppsvatten från hus- hållen i Markusböle och Pålsböle. Sjön, som tidigare stått i förbindelse med havet och uppvisat meromiktiska förhållanden, har varit föremål för ett antal undersökningar, t.ex. Wikgren 1965, Eriksson & Lindholm 1985 och Porvari m. fl. 1987.

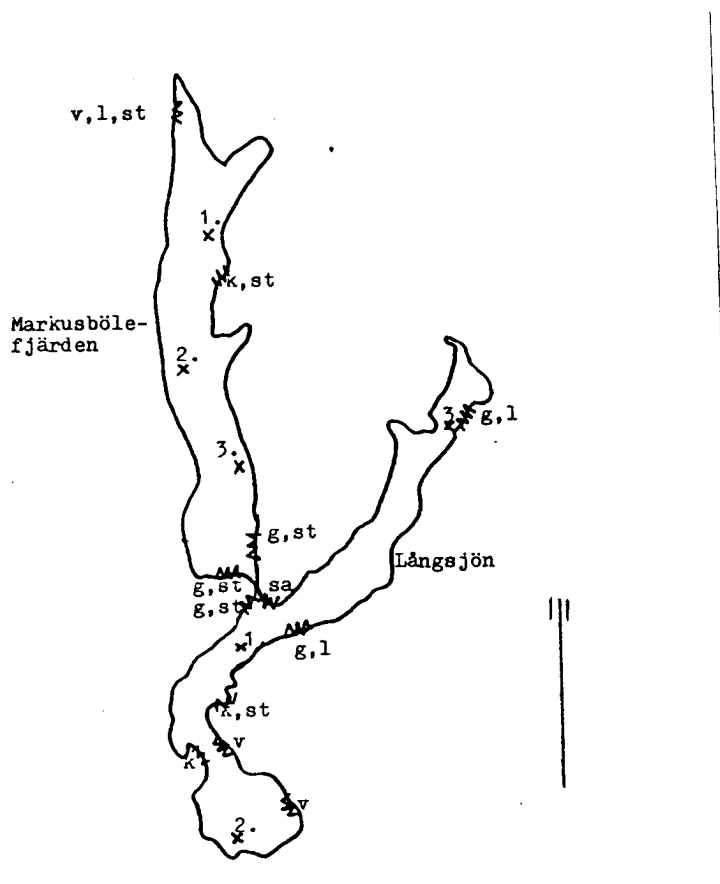


Fig. 14. Markusbölefjärden och Långsjön med provstationer (1, 2 och 3) och de platser där litoralfauna insamlats (x).

g = grus, k = klippa, l = lera, sa = sand, st = stenar/stockar, v = växter/växtdelar

7.2. Vattenkvalitet

Ingen bestående temperaturskiktning var rådande i sjön under undersökningsperioden (fig. 15). Detta är en följd av att nordliga och sydliga vindar lätt blandar om vattenmassorna. Att vattnets syretärande förmåga är stor visar det faktum att syrebrist uppträdde vid botten både i juni och juli trots avsaknaden av språngskikt. pH varierade stort mellan provtagningarna till följd av olika stark belysning och fotosyntesaktivitet hos planktonalger.

De uppmätta närsaltalternerna på station 1 framgår av fig. 16. Värdena på station 2 och 3 den 21.6. var av samma storleksordning som på station 1. Sommarens medeltal för totalfosfor vid ytan var 91 µg/l och för kväve 1300 µg/l vilket ger ett kväve/fosforförhållande på 14.

Vattnets klorofyll a-halt varierade kraftigt under sommaren (fig. 17). Vid alla provtagningar kunde en med blotta ögat iakttagbar blomning av cyanobakterier noteras. De dominerande cyanobakteriearterna var i juli *Oscillatoria agardhii*, i augusti *Microcystis aeruginosa* och *Aphanizomenon flos-aquae* och i september *Microcystis* och *Anabaena spiroides*. I september var stränderna ställvis täckta av en tjock grön illaluktande matta som visade sig bestå av *Microcystis*-celler.

Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt från station 1 är sammanställda i tab. 8. Motsvarande värden från station 2 och 3 den 21.6. var av samma storleksordning som på station 1.

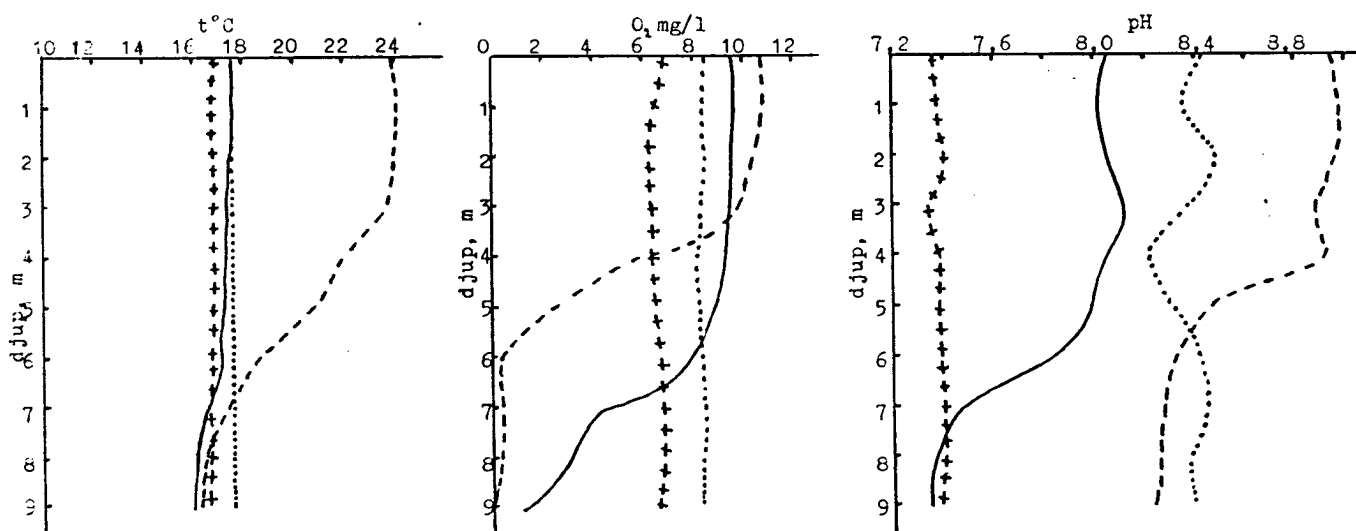


Fig. 15. Temperatur, syrehalt och pH på station 1.

— = 21.6. --- = 6.7. = 10.8. ++++ = 13.9.

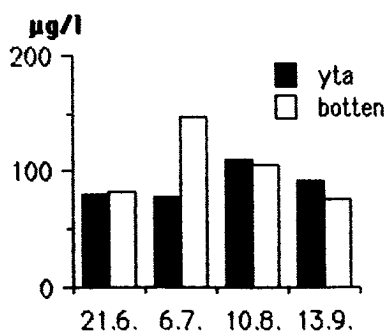


Fig. 16a. Totalfosforhalter under sommaren på station 1.

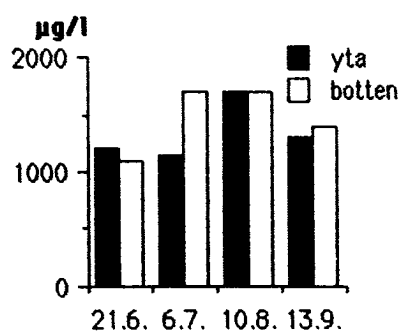


Fig. 16b. Totalkvävehalter under sommaren på station 1.

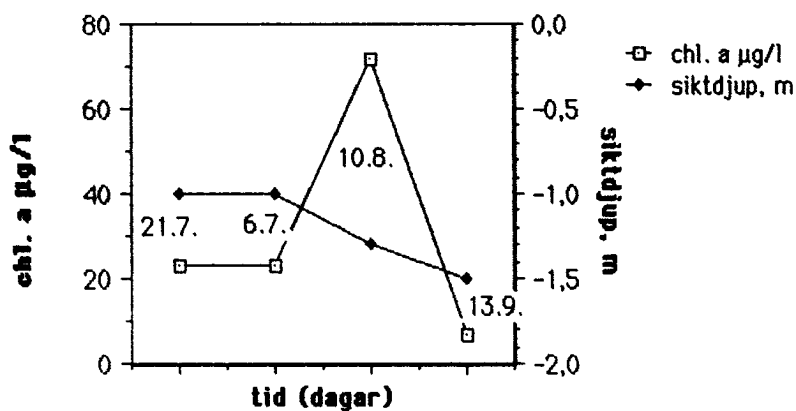


Fig. 17. Klorofyll a-halter (medeltal för alla prover) och sikt djup på station 1. Datum för resp. provtagning utsatt.

Tab. 8. Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt på station 1, medeltal för resp. provtagning.

datum	21.6.	6.7.	10.8.	13.9.
ledn. förm. uS/cm	336	344	319	322
KMnO ₄ -förbr. (yta) mg/l	42	58	42	59
(botten)	46	57	42	45
Hårdhet, mg CaCO ₃ /l			41	

Vattenståndet varierade med 20 cm under sommaren.

7.3. Bottenfauna

Bottenprov togs från tre stationer 22.6. På station 1 och 3 var bottenmaterialet mörk gyttja, medan botten på station 2 bestod av sand, grus och ljus lera. Djurtätheter och biomassor är sammanställda i tab. 9. Totalt noterades 7 taxa förutom dammusslan *Anodonta* som ställvis förekommer allmänt i sjön (rikligt med uppspolade tomma skal längs stränderna).

Tab. 9. Bottenfauna vid provtagning 22.6. 1988.

art	Station 1 (djup 9 m)		Station 2 (djup 2 m)		Station 3 (djup 7,5 m)	
	täthet	biomassa	täthet	biomassa	täthet	biomassa
	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD
<u>OLIGOCHAETA</u>	185±174		4152±491	0.79±0.06	1995±854	0.49±0.17
<u>NEMATODA</u>					12±20	0.17±0.30
<u>HYDRACARINA</u>	12±20					
<u>INSECTA</u>						
Caenis robusta			35±60			
Chironomidae	692±216	2.99±3.90	5178±675	0.98±0.35	1303±539	9.36±1.85
Chironomidae, plumosus-typ			138±60	2.40±1.01		
Ceratopogonidae			138±60	0.01±0.02	12±20	0.01±0.03
TOTALT	889±410	2.99±3.90	9641±1346	4.18±1.44	3322±1433	10.03±2.35

7.4. Litoralfauna

Litoralfaunaprov insamlades 22.6. och 15.9. på platser angivna i fig. 14. Resultaten framgår ur bilagan på sid. 37. Totalt noterades 23 taxa. Talrika var bl.a. molluskerna och iglarna (*Hirudinea*) med 6 resp. 3 arter av vilka *Erpobdella octoculata* var den dominerande makrofauna-arten på strandstenarna. Sländlarverna var däremot fåtaliga, t.ex. endast 3 arter nattsländor påträffades.

Enligt opublicerade uppgifter (Carlsson) torde förutom de i bilagan nämnda snäck-arterna, även arterna *Hydrobia ventrosa*, *Paludestrina jenkinsi*, *Planorbis planorbis* och *P. carinatus* förkomma i sjön.

7.5. Diskussion

Både totalfosfor- och totalkvävevärdena är lägre än de medelvärden som uppmättes 1984 (158,2 µg/l TP och 1605 µg/l TN, Eriksson & Lindholm 1985) och 1986 (119,2 µg/l TP och 1685 µg/l TN, Porvari m.fl. 1986). TN/TP-förhållandet var dock 1988 av samma storleksordning som i de båda tidigare undersökningarna (11,8 1984 och 14,3 1986) varför man fortfarande kan anse att kväve är tillväxtbegränsande i Markusbölefjärden (Forsberg m.fl. 1978). De minskade närsalthalterna påverkade även algproduktionen så att inga uppmätta klorofyll a-värden 1988 nådde upp till 1986 års medelvärde (107,2 µg/l). Även siktdjupet var sommaren 1988 vid samtliga provtagningar större än medeltalet för 1986 (0,75 cm). Det torde därför vara klart att en viss förbättring av vattenkvaliteten i sjön ägt rum, särskilt om man beaktar att sommaren 1988 var exceptionellt varm och gynnsamm för cyanobakterier. 1986 klassades sjön som hypertrof, men på basen av närsaltvärden, klorofyll a-halt och siktdjup sommaren 1988 kan sjön nu anses vara eutrof.

När det gäller bottenfaunan finns inget direkt jämförelsematerial från tidigare år att tillgå. Det artfattiga bottendjurssamhället med fjädermygglarver och glattmaskar som klart dominerande grupper är dock typisk för eutrofa vatten. Likaså kan man anta att de talrika iglarna och molluskerna längs stränderna gynnas av eutrofieringen, åtminstone torde molluskerna som partikelfiltrerare och detritusätare ha en klar fördel av den höga algproduktionen. Vattnets höga kalciumhalt torde även bidra till den rikliga förekomsten av snäckor och musslor (se kap. 10.)

8. Långsjön

8.1. Allmänt

Långsjön är belägen i Finström strax söder om Markusbölefjärden (fig. 1.) De båda sjöarna är förenade med en några m bred och ca 50 m lång kanal. Långsjön som tidigare stått i förbindelse med havet och uppvisat meromiktiska förhållanden, isolerades 1972 från havet och utsötades fullständigt under de närmast följande åren. Sjöns stränder präglas av tät skog, höga klippor och åkrar. Belastningskällor är främst jordbruk, boskap och avloppsvatten från hushåll. Sjön har undersökts i många repriser, bl.a. Wikgren 1965, Lindholm 1975, Eriksson och Lindholm 1985 och Porvari m. fl. 1987.

8.2. Vattenkvalitet

Temperaturskiktning uppträdde under sommaren (fig. 18.) som en följd av att sjön är rätt djup och skyddad för vind. 13.9. hade dock en viss omblandning av bottenvattnet ägt rum till följd av kyligt väder och hård vind. I slutet av maj var syretillgången ännu rätt god efter våromblandningen, men från juni till september uppträdde syrebrist under språngskiktet. Som ett resultat av syrebristen och de reducerande förhållandena noterades också kraftig svavelvätebildning vid botten. De höga syrehalterna och pH-värdena vid ytan återspeglar en livlig fotosyntesaktivitet ovanför språngskiktet.

De uppmätta närsaltvärdena från station 1 framgår ur fig. 19a. och 19b. De höga halterna vid botten förklaras av de stagnerade djupvattnet. Sommarens medeltal (ytvatten) för totalfosfor var 83 µg/l och för totalkväve 1300 µg/l vilket ger ett TN/TP-förhållande på 15,7.

Under sommaren noterades stora variationer i klorofyll a-mängder och siktdjup (fig. 20.). Dominerande cyanobakteriearter var *Oscillatoria agardhii* och *Aphanizomenon flos-aquae* i juli -september. Blomning av dessa arter var vid samtliga provtagningar konstaterbar med blotta ögat. Övriga talrika växtplanktonarter var bl.a. dinoflagellaten *Peridinium* och kiselalgerna *Melosira* och *Synedra*.

Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt är framställda i tab. 10.

Vattenståndet i sjön varierade under sommaren med 20 cm.

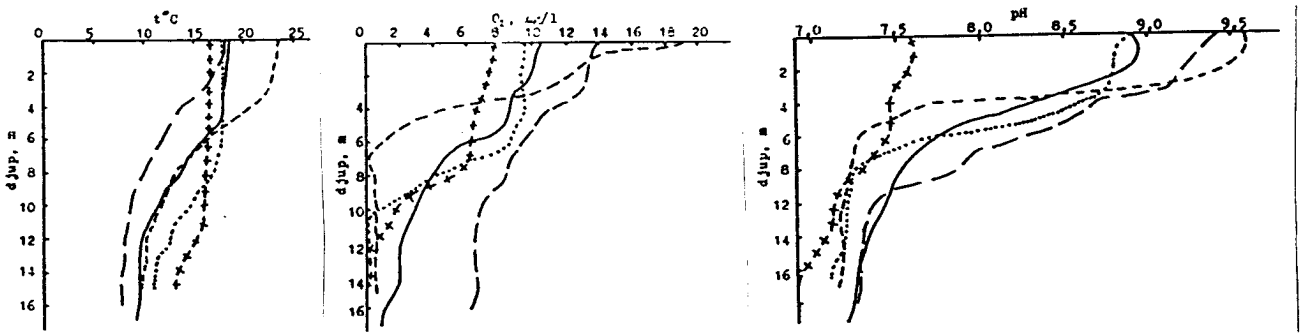


Fig. 18. Temperatur, syrehalt och pH på station 1.

----- = 30.5. — = 21.6. - - - - = 6.7. ····· = 10.8. ····· = 13.9.

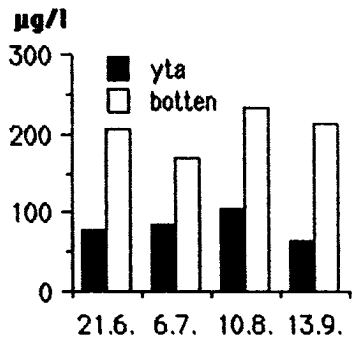


Fig. 19a. Totalfosforhalter under sommaren på station 1.

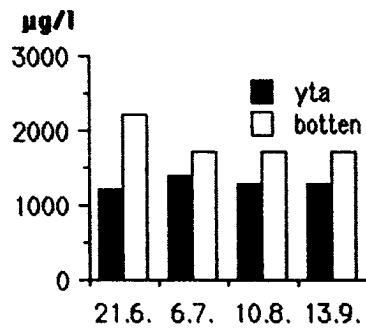


Fig. 19b. Totalkvävehalter under sommaren på station 1.

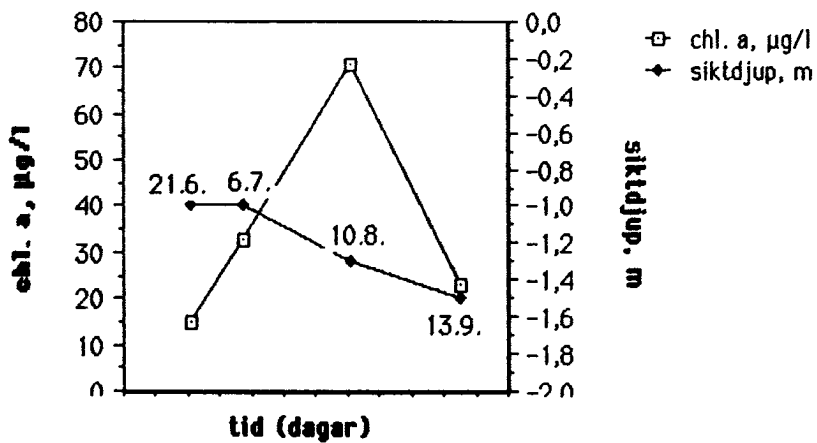


Fig. 20. Klorofylla a-halter (medeltal för prov tagna ovanför språngskiktet) och siktdjup på station 1. Datum för respektive provtagning utsatt.

Tab. 10. Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt på station 1, medeltal för resp. provtagning.

datum	21.6.	6.7.	10.8.	13.9.
ledn. förm. uS/cm	304	310	290	299
KMnO ₄ -förbr. (yta)	46	70	48	50
mg/l (botten)	52	62	55	49
Hårdhet, mg CaCO ₃ /l			39	

8.3. Bottenfauna

Bottenprov togs 22.6. på tre stationer i olika delar av sjön. Botten på station 1 och 3 bestod av mörk gyttja och på station 2 av lera bevuxen med *Ceratophyllum demersum*. Denna art samt *Potamogeton pectinatus* och grönalgen *Cladophora aegragropila* täcker större delen av sjöns södra ända. I tab. 11. har sammanfattats djurtätheter och biomassor. Totalt påträffades 11 taxa. Dammusslan *Anodonta*, som vid den kvantitativa provtagningen påträffades i några små exemplar, visade sig vid kvalitativ provtagning med Luther-räfsa vara mycket talrik och storvuxen på den vegetationsrika botten i sjöns hela södra del.

8.4. Litoralfauna

Prov på litoralfaunan togs 27.6. och 15.9. på de strandavsnitt som är utmärkta i fig. 14. De påträffade arterna framgår ur bilagan på sid. 37. 23 taxa noterades totalt. Litoralfaunans sammansättning företer stora likheter med Markusbölefjärdens fauna. Sålunda var molluskerna och iglarna de dominerande grupperna med 7 resp. 4 arter medan sländlarverna var fåtaliga både vad gäller individ- och artantal. Förutom de i denna undersökning noterade snäck-arterna torde även *Paludestrina jenkinsi* förekomma i sjön (Carlsson, opublic. uppgifter).

Tab. 11. Bottenfauna vid provtagning 22.6. 1988.

art	Station 1		Station 2		Station 3	
	täthet ind./m ² ±SD	biomassa g/m ² ±SD	täthet ind./m ² ±SD	biomassa g/m ² ±SD	täthet ind./m ² ±SD	biomassa g/m ² ±SD
<u>OLIGOCHAETA</u>						
Stylaria lacustris			35±35			
Oligochaeta sp.			749±452	1.40±0.78	93±87	0.12±0.14
<u>NEMATODA</u>						
			12±20			
<u>HYDRACARINA</u>						
			12±20			
<u>OSTRACODA</u>						
					12±20	
<u>INSECTA</u>						
Caenis robusta			69±35			
Chironomidae			3368±1197	7.28±3.19	900±341	0.55±0.29
Chironomidae, plumosus-typ	23±20	1.56±1.38			12±20	0.58±0.97
Ceratopogonidae					120±122	0.12±0.14
Corethra plumicornis	12±20	0.02±0.04				
<u>MOLLUSCA</u>						
Anodonta sp.					35±35	10.03±9.75
TOTALT	35±40	1.58±1.42	4245±1759	8.68±3.97	1172±625	11.40±11.29

8.5. Diskussion

De tidvis dåliga syreförhållandena i Långsjön är väldokumenterad från tidigare undersökningar (t.ex. Lindholm 1975). Försök att på mekanisk väg lufta bottenvattnet har gjorts i sjön under flera år, men effekten torde

vara ytterst lokalt begränsad - provstation 1 där syrebrist under termoklinen konstaterades hela sommaren ligger endast ca 100 m från luftaren. En jämförelse med undersökningarna 1984 och 1986 (Eriksson & Lindholm 1985 resp. Porvari m.fl. 1986) ger vid handen att kvävebelastningen i sjön inte förändrats, medan fosforhalterna 1988 i medeltal (83 µg/l) var högre än både 1984 och 1986 (65,3 resp. 71,0 µg/l). Denna stigande trend kan ha sin förklaring i att fosfor mobiliseras från bottensedimenten under de reducerande förhållanden som råder där till följd av syrebristen. Vid vår- och höstomblandningen tillförs sedan även de övre vattenlagren en del av fosfortillskottet. TN/TP-förhållandet 15,7 är lägre än 1984 och 1986 (21,2 resp. 17,7) och detta indikerar att Långsjön skulle vara på väg att bli kvävebegränsad från att 1984 och 1986 varit fosforbegränsad (Forsberg m. fl. 1978).

Klorofyll a-halter och siktdjup var 1988 lägre än medeltalet för sommaren 1986 (47,2 µg/l resp. 1,00 m), med undantag för det höga klorofyll a-värdet i augusti. De förhöjda fosforhalterna har således inte åstadkommit en ökning i algproduktionen och även detta faktum kan vara ett tecken på att tillväxten i Långsjön numera är kvävebegränsad.

Enligt Forsberg och Ryding (Nordforsk 1980) är Långsjön på basen av närsalt- och klorofyll a-värden samt siktdjup en eutrof sjö. Produktionen av planktonalger (främst cyanobakterier) var sommaren 1988 något mindre än under början och mitten av 80-talet, men fortfarande var algblomningen tidvis så kraftig att sjöns vatten var estetiskt direkt motbjudande.

När det gäller botten- och strandfauna finns opublicerade knapphändiga uppgifter i Husö biol. stations arkiv från provtagningar från 1971 och 1973. Bottenfaunan karaktäriserades även då av glattmaskar och fjädermygglarver, men i övrigt är det svårt att göra någon direkt jämförelse p.g.a. materialets ringa omfattning. Syrebristen vid botten har satt sina spår på faunan på station 1 där i stort sett endast några få tåliga fjädermygglarver av *plumosus*-typ påträffades. Litoralfaunan visar stora likheter med Markusbölefjärdens litoralfauna varför kommentarerna i kap. 7.5. också kan gälla för Långsjön.

9. Borgsjön

9.1. Allmänt

Borgsjön är belägen i ett större skogsområde i norra delen av Sund kommun (fig. 1.). Stränderna är skogbevuxna med undantag för den östra stranden, som domineras av höga klippor och branta stup. Inga större belastningskällor påverkar sjön som ligger långt från närmaste bostättning. Vid den nordvästra stranden finns dock en sommarstuga. Sjön har undersökts av bl.a. Sundblom 1962, Helminen 1977 och under en kurs i limnologi på Husö biologiska station hösten 1987 (opublic. uppgifter).

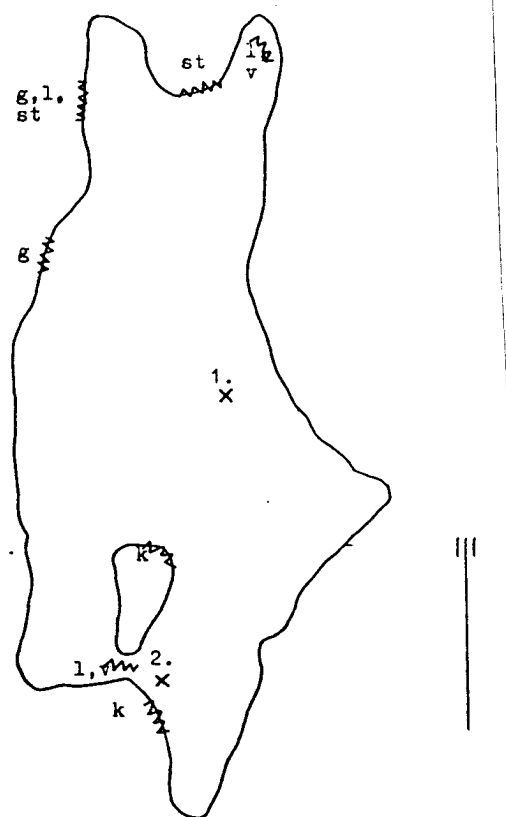


Fig. 21. Borgsjön med provstationer (1. och 2.) och de platser där prov på litoralfauna insamlats ().

g = grus, k = klippa, l = lera, st = stenar/stockar, v = växter/växtdelar

9.2. Vattenkvalitet

Sjön var kraftigt temperaturskiktad under hela undersökningsperioden (fig. 22.) p.g.a. sitt djup och vindskyddade läge. Till följd av detta rådde syrebrist vid botten vid alla provtagningar (fig. 22.). Anmärkningsvärt

var den topp på syrekurvan som inföll på ca 8 meters djup strax under språngskiktet vid samtliga provtagningar. Det är troligen frågan om någon livligt assimilerande planktonalg som har optimala ljusförhållanden på detta djup. De uppmätta närsaltvärdena framgår av fig. 23a och 23b. De höga bottenvärdena förklaras av stagnerat djupvatten och nedbrytningsaktiviteten i bottensedimentet. Sommarens medeltal (ytvattnet) för totalfosfor blev $17 \mu\text{g/l}$ och för totalkväve $424 \mu\text{g/l}$ vilket ger ett TN/TP-förhållande på 25.

Klorofyll a-halter och siktdjup är framställda i fig. 24. Av de fåtaliga planktonalgerna kan nämnas dinoflagellaten *Ceratium*.

I tab. 12. har sammanställts de uppmätta värdena för ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning, och kalciumhalt.

Sjöns vattenstånd varierade under sommaren med 22 cm.

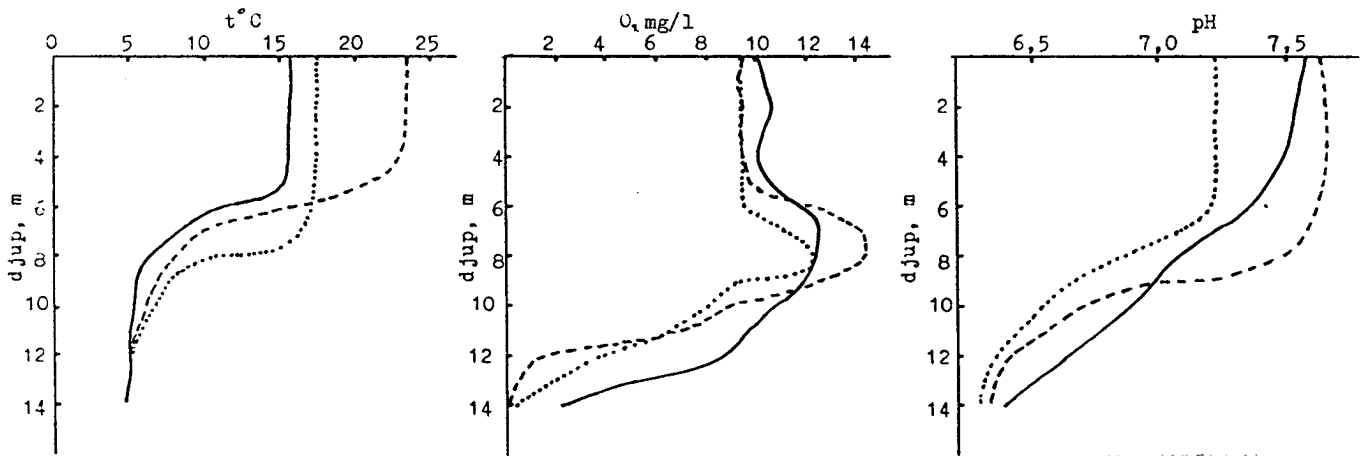


Fig. 22. Temperatur, syrehalt och pH på station 1.

— = 16.6. - - - = 19.7. = 17.8.

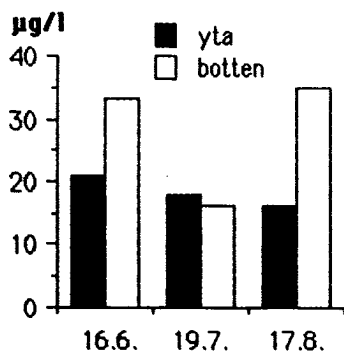


Fig. 23a. Totalfosforhalter under sommaren på station 1.

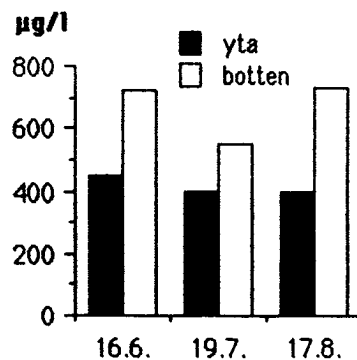


Fig. 23b. Totalkvävehalter under sommaren på station 1.

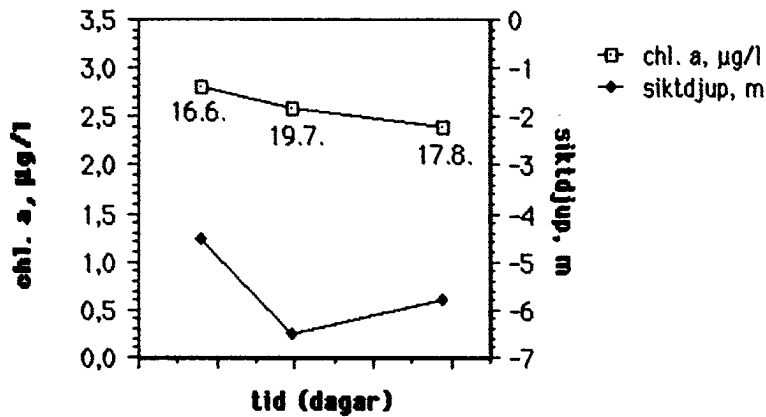


Fig. 24. Klorofyll a-halter (medeltal för prover ovanför språngskiktet) och siktdjup på station 1. Datum för resp. provtagning utsatt.

Tab. 12. Ledningsförmåga, kaliumpermanganatförbrukning och kalciumhalt på station 1, medeltal för resp. provtagning.

datum	16.6.	19.7.	17.8.
ledn. förm. $\mu\text{S}/\text{cm}$	98	77	72
KMnO_4 -förbr., (yta)	20	19	20
mg/l (botten)	22	29	23
Hårdhet, mg CaCO_3/l			8

9.3. Bottenfauna

Kvantitativa prov på bottenfaunan togs på två stationer den 16.6. Botten på station 1 bestod av mörk gyttja och på station 2 av lerblandad sand och växtdelar. Djurtätheter och biomassor framgår ur tab. 13. Totalt noterades 11 taxa.

Tab.13. Bottenfauna vid provtagning 16.6. 88.

art	Station 1 (djup 14 m)		Station 2 (djup 2,5 m)	
	täthet	biomassa	täthet	biomassa
	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD	ind./m ² ±SD	g/m ² ±SD
<u>OLIGOCHAETA</u>				
<i>Stylaria lacustris</i>			58±20	
<i>Oligochaeta sp.</i>			1326±2088	4.07±6.53
<u>HIRUDINEA</u>				
<i>Helobdella stagnalis</i>	12±20	0.25±0.44		
<u>CRUSTACEA</u>				
<i>Asellus aquaticus</i>	12±20	0.07±0.11	23±20	0.12±0.13
<u>HYDRACARINA</u>				
			81±72	0.02±0.04
<u>INSECTA</u>				
<i>Caenis sp.</i>	12±20	0.01±0.02	311±270	1.01±1.18
<i>Ephemera vulgata</i>			58±72	1.24±1.07
Chironomidae			1730±1048	0.49±0.12
Ceratopogonidae			69±35	0.10±0.09
<i>Corethra plumicornis</i>	173±92	0.44±0.23		
<u>MOLLUSCA</u>				
<i>Pisidium sp.</i>			1003±1229	0.74±0.63
TOTALT	209±152	0.77±0.80	4659±4854	7.79±9.79

9.4. Litoralfauna

Prov på litoralfaunan insamlades 16.6. och 30.8. på de platser som är angivna i fig. 21. Resultatet framgår av bilagan på sid. 37. 23 taxa noterades totalt. Anmärkningsvärt var molluskernas fåtalighet, endast snäckan *Gyraulus sp.* påträffades i enstaka exemplar.

9.5. Diskussion

Syrebristen vid botten har konstaterats även i de tidigare undersökningarna av sjön (Sundblom 1962, Helminen 1977 och limnologikursen 1987). Enligt fig. 22. är det dock endast de djupast belägna vattenskiktet (fr.o.m. 12 m och nedåt) och därmed en relativt liten vattenvolym som har kritiskt låga syrehalter, och syrebristen torde därför inte ha någon större betydelse för sjön som helhet.

Mängden organiskt lättoxiderbart material (KMnO_4 -förbrukning, se tab. 12. var större än i Helminens undersökning 1977 (17 mg/l) men i stort sett lika stor som i Sundbloms undersökning 1962 (17 - 36 mg/l). De låga värdena korrelerar väl med de låga klorofyll a-halterna och det stora siktdjupet (fig. 24). På basen av de två sistnämnda parametrarna och de uppmätta närsaltvärdena kan sjön anses vara på gränsen mellan oligotrofi och mesotrofi (Nordforsk 1980).

Bottenfaunan på den djupa stationen (1.) var artfattig och endast mygglarven *Corethra plumicornis* förekom i större antal. På den grunda stationen (2.) var artsammansättningen betydligt mera mångformig och och i stort sett likadan som vid en provtagning i augusti 1973 (Husö biol. stations arkiv). Molluskernas fåtalighet (undantag ärtmusslan *Pisidium* rikliga förekomst på station 2) förklaras av vattnets låga kalciumhalt och brist på andra joner. Av sjöarna i denna undersökning hade Borgsjön den klart lägsta kalciumhalten och ledningsförmågan (se kap. 10).

Borgsjön kan karaktäriseras som en djup och karg skogssjö utan mänsklig påverkan. Vattenkvaliteten var sommaren 1988 sådan att sjön väl lämpar sig som vattentäkt. Borgsjön är dock ur naturskyddssynpunkt synnerligen värdefull och inga allvarliga ingrepp som hyggen, dikningar eller sänkning av sjöns yta i samband med vattentäkten borde få förekomma, i synnerhet som karga skogssjöar av Borgsjöns typ där vattnets omloppstid är lång, hör till de mest känsliga för yttre störningar.

10. Förekomsten av mollusker

Att vattnets koncentration av kalcium har stor betydelse för de skalbildande molluskernas förekomst har visats i många undersökningar, t.ex. Macan 1973. Även i denna undersökning konstaterades ett samband mellan molluskernas artantal och totala abundans å ena sidan och resp. sjös kalciumhalt å andra sidan (fig. 25a. och 25b.). Det är dock klart att många andra faktorer, t.ex. sjöns trofinivå, också reglerar förekomsten av mollusker.

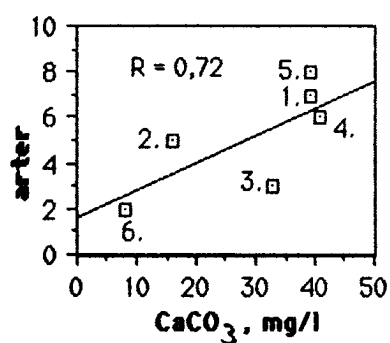


Fig. 25a. Antal molluskarter (bottenfauna + litoralfauna) versus kalcium-hårdhet.
1-Tjudöträsk, 2-Lavsböleträsk,
3-Dalkarbyträsk, 4-Markusböle-
fjärden, 5-Långsjön, 6-Borgsjön

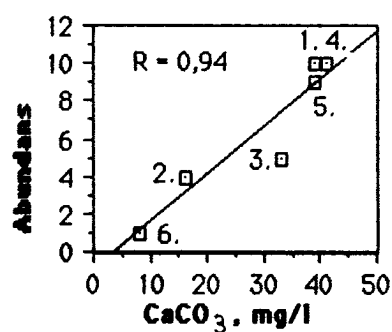


Fig. 25b. Molluskernas totala abundans (uträknad genom att summera alla arters relativa abundanser (= +-tecken i bilagan) i resp. sjö) versus kalciumhårdhet. Sjöarnas numrering som i fig 25a.

11. Litteratur

- Cedercreutz, C. 1934. Die Algenflora und Algenvegetation auf Åland.
- Acta Bot. Fenn. 15: 1-120
- Eriksson, J. & Lindholm T. 1985. Intern och extern belastning i sjöarna
Markusbölefjärden och Långsjön. - Husö biol. stat. Medd.
nr 25.
- Forsberg, C., Ryding, S-O., Claesson, A. & Forsberg, Å. 1978. Water
chemical analyses and/or algal assay? Sewage effluent
and polluted lake water studies. - Mitt. Internat. Verein.
Limnol. 21: 352-363.
- Helminen, O. 1977. Insjöundersökningar på Åland 1972 - 1975.
- Husö biol. stat. Medd. nr 19: 23-55
- Lindholm, T. 1975. Utvecklingen mot holomixi i Långsjön, en mero-
miktisk kustsjö på Åland, efter isolering från havet år 1972.
- Vesitalous 1/1975: 20-23
- Macan, T. T. 1973. Ponds and Lakes - Georg Allen & Unwin Ltd.
- Nordforsk 1980:2 Monitoring of inland waters, Report from the working
group for eutrophication research, compiled by Sven-Olof
Ryding.
- Porvari P., Veijanen A. & Eriksson J. 1987. Vattenkvaliteten i sjöarna
Markusbölefjärden, Långsjön och Dalkarby träsk sommaren
1986. - Forskningsrapport till Ålands landskapsstyrelse
nr 54.
- Räisänen R. 1984. Undersökning av Tjudö Storträsk och Uppsjön på Kökar
samt deras tillrinningsområden sommaren 1984.
- Forskningsrapport till Ålands landskapsstyrelse nr 42.
- Sundblom, N-O. 1962. Fortsatta limnologiska undersökningar av åländska
insjöar - Husö. biol. stat. Medd. nr 4.

Weppling, K. 1983. Undersökning av Bocknäs vattentäcker sommaren 1983. - Forskningsrapport till Ålands landskapsstyrelse nr 35.

Wikgren B-J. 1965. Salt vatten i insjöar. - Husö. biol. stat. Medd. nr 8.

BilagaLitoralfaunan i de undersökta sjöarna

Teckenförklaring: + = fåtalig, endast enstaka exemplar påträffades
 ++ = tämligen riklig förekomst, ca 5-20 exemplar påträffades
 +++ = riklig förekomst, > 20 exemplar påträffades

art	Tjudöträsk	Lavsböle- träsk	Dalkarby- träsk	Markusböle- fjärden	Långsjön	Borgsjön
<u>DEMOSPONGIAE</u>						
Ephydatia fluviatilis						+
<u>HYDROZOA</u>						
Hydra vulgaris	+					+
<u>TURBELLARIA</u>						
Dendrocoelum lacteam	+		+			+
Planaria torva	+		++			
Bdellocephala punctata				+		
Polycelis tenuis			+			
<u>OLIGOCHAETA</u>						
Stylaria lacustris	+	++	++	+	+	+
Chaetogaster sp.				++		
Oligochaeta sp.	+	++		+++	++	++
<u>HIRUDINEA</u>						
Herpobdella octoculata	++	+	+	+++	+++	
Theromyzon tessulatum				+	+	
Helobdella stagnalis			++	++	++	+

art	Tjudöträsk	Lavsböle- träsk	Dalkarby- träsk	Markusböle- fjärden	Långsjön	Borgsjön
Hemiclepsis marginata					+	
<u>HYDRACARINA</u>	+++	+++	+++	+++	++	++
<u>CRUSTACAEA</u>						
<u>Asellus</u>						
aquaticus	+++	+++	+++	++	++	+++
<u>INSECTA</u>						
<u>Ephemeroptera:</u>						
<u>Ephemera</u>						
vulgata	+++	+++	+			+++
Caenis moesta	+	+++	+		++	++
C. robusta		++	+++	+++	++	+
Cloeon dipterum		+				
Leptophlebiae						+
<u>Odonata</u>						
<u>Erythromma</u>						
najas			+	+		
Enallagma cyathigerum		+				
Aeschna sp.		+			+	
Cordulia aenea			+			
Orthetrum cancellatum		+				
Sympetrum sp.		+				
<u>Heteroptera</u>						
Micronecta sp.	+++	++	+	+++	+	+
<u>Diptera</u>						
<u>Chironomidae</u>	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<u>Ceratopogonidae</u>	++	++	++	+	++	+
<u>Tipulidae</u>		+			+	
<u>Coleoptera</u>						
Rhantus sp. (larv)		+				
Halipius sp. (larv)			+			

art	Tjudöträsk	Lavsböle- träsk	Dalkarby- träsk	Markusböle- fjärden	Långsjön	Borgsjön
<u>Trichoptera</u>						
Anabolia sp.			+			
Leptocerus aterrimus	++	++	++			+
Phrygaena obsoleta		+				
Phrygaena sp.			+			
Limnophilus lunatus	++	+	+			
L. politus		+				
Limnophilus sp. ¹	+					
Limnophilus sp. ²		+				
Limnophilus sp. ³		+			+	
Limnophilus sp. ⁴			+			
Halesus sp.	++					
Goera pilosa	++	+				
Molanna angustata	++	+	+			+
Molannodes zelleri		+				
Cyrnus trimaculatus	+++	++	+	+		+
Polycentropus irroratus	+	+				+
P.flavomaculatus				+		+
Tinodes waeneri	+	+		++		+

¹ 20 x 7 mm, rakt rör av grovkornig sand

² hus av rörformade blad

³ hus av tvärställda växtdelar

⁴ hus av stora barkbitar

art	Tjudöträsk	Lavsböle- träsk	Dalkarby- träsk	Markusböle- fjärden	Långsjön	Borgsjön
<u>MOLLUSCA</u>						
<u>Bivalvia</u>						
Sphaerium corneum	++	+				
Pisidium	+	+	++			
<u>Gastropoda</u>						
Theodoxus fluviatilis	+++			++	++	
Bithynia tentaculata	++			++	++	
Lymnaea peregra	++	+		+++	+	
L. auricularia		+		+	+	
L. palustris					+	
L. stagnalis					+	
Gyraulus sp.			+++	+	+	+
Acroloxus lacustris				+		
ANTAL TAXA:	27	31	26	23	23	22

Forts.

- 32 1983 ERIKSSON, J. & LEPPÄKOSKI, E.: Bottenfaunan på Al-stationer i den åländska skärgården. - 17 s.
- 33 1983 LEPPÄKOSKI, E. & BLOMQVIST, E.: Redogörelse för verksamheten år 1982. - 16 s.
- 34 1983 BONSDORFF, E. & KARLSSON, O.: Grumlingseffekten i samband med småskaliga muddringar i skärgården. - 5 s.
- 35 1983 WEPPLING, K.: Undersökning av Bocknäs vattentäkter sommaren 1983. - 17 s.
- 36 1983 RÖNNBERG, O.: Blåstångens utbredning i den åländska skärgården 1981-82. - 8 s.
- 37 1983 RUOKOLAHTI, C.: Undersökning av tre åländska reningsverk och recipienter sommaren 1983. - 34 s.
- 38 1984 KARLSSON, O.: Odling av sikyngel i belysta nätkassar. - 19 s.
- 39 1984 LEPPÄKOSKI, E. & NYSTRÖM, R.: Verksamhetsberättelse för år 1983. - 13 s.
- 40 1984 MATTILA, J. & RÖNN, C.: Undersökning av tre åländska reningsverk och deras recipienter sommaren 1984: Degerby, Stenbro och Kastelholm. - 26 s.
- 41 1984 RUOKOLAHTI, C.: En kassodlings inverkan på påväxten i en havsvik (Eckerö) 1984. - 21 s.
- 42 1984 RÄISÄNEN, R.: Undersökning av Tjudö Storträsk och Uppsjön på Kökar samt deras tillrinningsområden sommaren 1984. - 28 s.
- 43 1985 SUOMALAINEN, S.: Inventering av Kungsöfjärden och Katthavet i Jomala i samband med uttag av bevattningsvatten 1984. - 38 s.
- 44 1985 LEPPÄKOSKI, E. & NYSTRÖM, R.: Verksamhetsberättelse för år 1984. - 12 s.
- 45 1985 ADJERS, K.: Övervakningen av tre åländska kassodlingar 1980-1985. - 34 s.
- 46 1985 RÖNN, C.: Undersökning av Toböle- och Mora träsk med tillrinningsområde, samt Hamnsunds träsk sommaren 1985. - 19 s.
- 47 1985 RUOKOLAHTI, C.: Kassodlingars inverkan på Cladophora glomerata (grönslick) i två åländska havsvikar (Järsö, Eckerö) 1985. - 14 s.
- 48 1985 ERIKSSON, J. & LINDHOLM, T.: Belastningen från Markusbölefjärdens och Långsjöns viktigaste tillflöden. - 12 s.
- 49 1986 SUOMALAINEN, S.: Effekter av vasskörd på vattentäkter. Undersökningar i Markusbölefjärden. - 27 s.
- 50 1986 RUOKOLAHTI, C.: Undersökning av vattnen kring Brännholmens fisk, Andersö. - 18 s.
- 51 1986 LEPPÄKOSKI, E., LINDHOLM, T. & ÖSTERMAN, C-S.: Verksamhetsberättelse för år 1985. - 12 s.
- 52 1986 RUOKOLAHTI, C.: Förekomsten av blåstång invid några fiskodlingar i Föglö. - 12 s.
- 53 1986 ADJERS, K.: Undersökning av Vargsundet 1986. - 18 s.
- 54 1987 PORVARI, P., VEIJANEN, A. & ERIKSSON, J.: Vattenkvaliteten i sjöarna Markusbölefjärden, Långsjön och Dalkarby träsk sommaren 1986. - 21 s.
- 55 1987 ÖSTMAN, M.: Undersökning av Godby reningsverk och markbädden i Sund sommaren 1987. - 21 s.
- 56 1987 RÖNNBERG, O., LEPPÄKOSKI, E. & ÖSTERMAN, C-S.: Verksamhetsberättelse för år 1986. - 7 s.
- 57 1987 ADJERS, K.: Miljöpåverkan från fiskodling i brackvatten på Åland. - 24 s.
- 58 1987 GRANLID, M.: Vattenkvaliteten i utloppsdiket från Ålands fiskodling. - 25 s.
- 59 1987 HENRIKSSON, S-H.: Undersökning av Tjudö Svartträsk och dess tillrinningsområde. - 30 s.

Forts. på pärmens baksida

Forts. från pärmens insida

- 60 1988 RÄISÄNEN, R.: Undersökning av Bruksviken 1986. - 20 s.
61 1988 SANDBERG, E.: Undersökning av hydrografi och bottenfauna
vid Ålands Forell 1988. - 15 s.