

INFORMATION

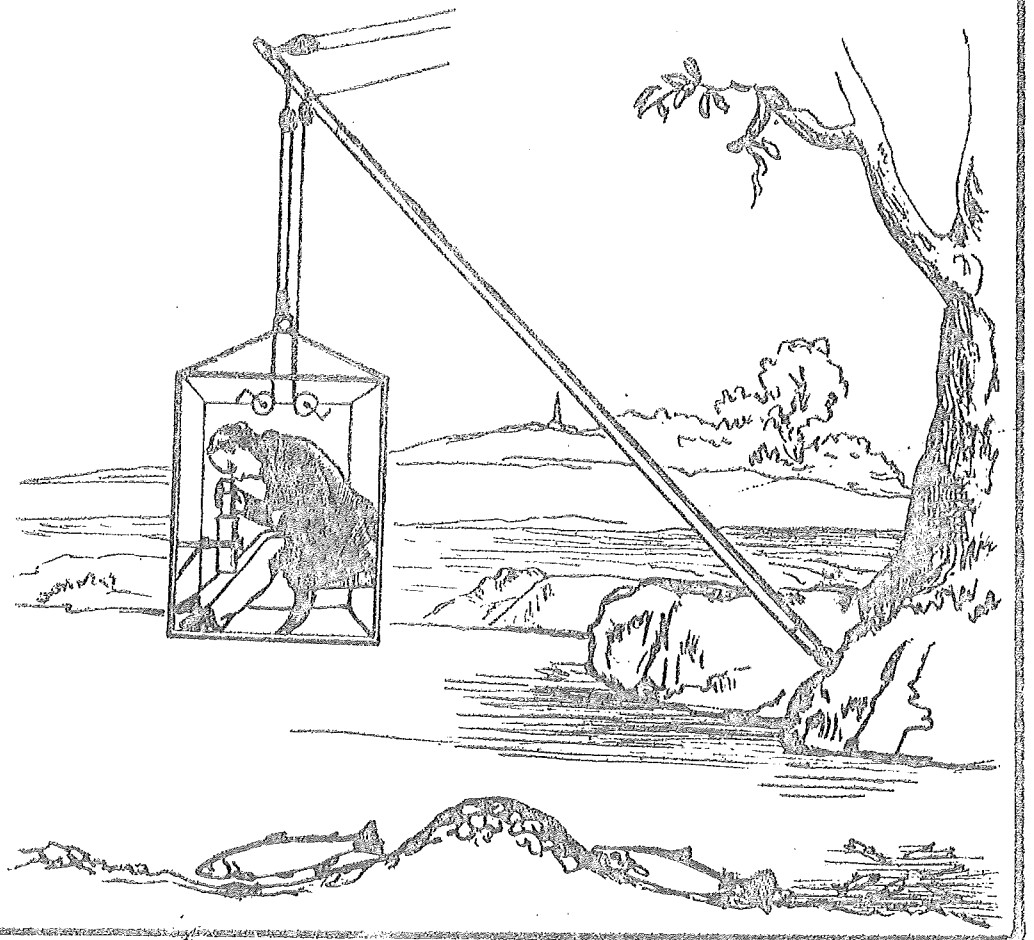
från SÖTVATTENSLABORATORIET, DROTNINGHOLM

Nr 2 1970

Biologiska undersökningar i Vänern

av

Ulf Grimås



Innehållsförteckning

	sid
I Inledning	2
II Miljö	3
1. Sediment	3
2. Vegetation	4
3. Temperatur- och strömförhållanden	5
4. Sikt djup	7
5. Vattenkemi	7
III Bottenfauna	9
1. Material och metoder	9
2. Allmänt om sjön	10
3. Kvantitet	11
4. Kvalitet	15
5. Jämförelser med tidigare undersökningar	21
IV Sammanfattning	25
V Referenser	49

I. Inledning

Vänern har under 1959-61 varit föremål för undersökningar, som omfattar fysikalisk-kemiska förhållanden, plankton, bottenfauna samt sediment. Resultaten redovisas och diskuteras i "Rapport nr. 1" från Kommittén för Vänerens vattenvård (1962) samt av Karlgren (1964). En av orsakerna till undersökningen har varit uppfattningen att sjöns biologiska status under senare år hastigt har förändrats, huvudsakligen som en följd av en försämrad vattenbeskaffenhet, vilket bl a haft följdverkningar för sjöns fiskfauna. Så har t ex förskjutningar noterats i balansen mellan olika fiskarter till nackdel för bottenlevande arter.

De ovan refererade undersökningarna tar bl a sikte på utbudet av näring i de olika trofiska nivåerna i sjön och förändringen i detta näringsutbud som en verksam faktor i balansförskjutningen mellan fiskarter. Resultaten av de fysikalisk-kemiska undersökningarna och planktonanalyserna synes visa att Vänerens produktionskapacitet ökat som en följd av en eutrofiering, men att detta ökade energiflöde ej kommit bottenfaunan till del. Snarare tyder resultaten på en kraftigt minskad kvantitet bottendjur parallellt med en förändrad artbalans till nackdel för typiska fisknäringsoorganismer som insekter och relikta kräftdjur.

De överraskande resultaten motiverade en närmare analys av Vänerens bottenfauna, vilken påbörjades 1963 i regi av Fiskeristyrelsen. Dessa undersökningar, vars huvuddrag här skall redovisas, ger inga belägg för en minskad kvantitet bottendjur i sjön. I likhet med de förändringar, som antas skett i sjöns planktonflora och -fauna tyder bottenfaunans kvantitativa och kvalitativa sammansättning på en eutrofiering även av bottenarna. Effekterna av denna process är svår att påvisa inom de stora, öppna delarna av Värmlandssjön och Dalbosjön, men framstår tydligare i sjöns periferi inom skärgårdarna och i avgränsade vikar. Oliigheterna mellan den öppna Vänerens och skärgårdarnas fauna betingas i viss utsträckning av naturliga faktorer i miljön, t ex dämpad vågerosion och rikare sediment inomskärs, framför allt i litoralen. Lokalt och ofta djupare in i skärgårdarna accentueras denna effekt av bl a näringsrika utsläpp från jordbruksbygd och tätorter. Förhållandena tyder således på en ökad näringsstandard i bottenarna som inom områden i sjöns periferi är av sådan storleksordning att den även klart kan påvisas i bottenfaunans kvalitativa och kvantitativa sammansättning.

II. Miljö

1. Sediment

Vänerns karaktär av innanhav påverkar utformningen av sjöns bottenmiljö. Huvuddelen av kustlinjen är exponerad för stark vågerosion, vilket ger stränderna prägel av havskust. Denna starka exponering kan sägas utgöra en viktig begränsande faktor för litoralfaunans utformning, genom bl a indirekt påverkan genom bottenarnas sedimentsammansättning och vegetation.

Litoralens sediment är övervägande minerogena. Utefter de öppna kusterna dominerar block och grus, följda av sand och sandblandade sediment ner till ungefär 20 m djup. Exponeringen gör sig gällande även i stora, flacka bottenytor som Kinnevikens och Vänersborgsviken, som har övervägande sandbottnar ner till ungefär 15 m djup. Avgränsade, större fjärdar i skärgården, t ex Säterholmsfjärden och Kattfjorden är fortfarande rika på sand till 10 m djup och mindre fjärdar längre in i skärgården, t ex Sällarfjärden, visar sandbottnar ner till 5 m djup.

Längst ut i periferin förekommer områden med helt avvikande sedimentsammansättning. Som typiska exempel kan nämnas Arnöfjärden, Ölmeviken och Dettern, vars kontakt med övriga delar av sjön skärmas av vegetation och vars botten är organogena trots det ringa vattendjupet. I dessa bassänger slammas sedimenten lätt upp i vattenmassan även vid låga vindstyrkor på grund av den stora vattenytan i förhållande till medeldjupet, som sällan övergår 2 m. Den relativt höga genomrinningen i Dettern medför en utforsling av material till Brantsfjorden, som därigenom berikas. Den kombinerade effekten av vågerosion och utflöde medverkar till att delar av Detterns utloppsområde utgörs av sandbottnar.

Vänerns profundal har en ojämn konfiguration, där sedimenttäcket ofta genombryts av höjdryggar och spetsar, som är fattiga på sediment eller helt nakna. Blockbottnar har konstaterats på 40-50 m djup och djupområdet utgörs således ej av någon sammanhängande och enhetlig sedimentyta utan varierar i struktur. Över stora områden är därutöver ytskiktet av organogent material tunt. Den begränsade förekomsten av finsediment i litoralen och förhållandena i profundalen ger Storvänerns botten en oligotrof karaktär.

2. Vegetation

En bidragande orsak till fattigdomen på organogent material är att litoralvegetationen är dåligt utvecklad som en följd av strändernas exponering. Rik vegetation förekommer endast inne i skärgårdarna i anknytning till föröreningar vid flodutlopp och samhällen. Som exempel kan nämnas Kolstrandsviken med utanför liggande skärgård, Karlstadsområdet och inloppet till Kristinehamn. Anrikning av organogent material inom djupare områden utan anknytning till vegetation förekommer bl a i östra delarna av Kattfjorden och utanför Byälvens utlopp i Dalbosjön.

I samband med vegetationen kan noteras att strändernas växtsamhällen avviker i sin zonerings från exempelvis en normal slättsjö. Stranden vid Vätern saknar en väl definierad flytbladszon även inne i skärgården och begränsas utåt av Phragmites-zonen. Flytbladsväxter förekommer i stället ofta insprängda i vass-skiktet.

Vätern synes även sakna en rik permanent påväxtflora (Waern, muntl.). Fattigdomen på vegetation i de exponerade lägena kan bl a stå i samband med den underkyllning av ytvattnet, som ofta förekommer under hösten före isläggningen på grund av vindverkan. Det underkylda vattnet förorsakar en isbildning över bottenarna, som fryser in även den submersa vegetationen (sjön "kravar"). En av karaktärsarterna är *Ulotrix zonata*, som är ett-årig och köldtålig och bildar en ytnära bård, bl a på exponerade skär. *Ulotrix zonata* förekommer under likartade betingelser även i Vättern och Ladoga (jfr Stjerna-Pooth 1968, 1969).

Under vissa perioder förekommer massuppträdande av alger i bottennära skikt, vilket bl a förorsakar igenslamning av fiskredskap. Företeelsen är noterad såväl i avgränsade vikar som i öppna sjön. Två uppblomningar har kontrollerats och båda förorsakades av trådformiga, planktonlevande arter. Den tillfälliga ansamlingen över bottenområden eller i vissa djupskikt sker således huvudsakligen genom en sedimentation från fria vattnet eller genom vattenströmmar.

Under mars, 1964, insamlades material från fiskredskap i Dettern och Brantsfjorden. Samtidig planktonprovtagning i Dettern gav negativt resultat. Arten bestämdes (leg. N. Quennerstedt) till *Melosira islandica helvetica* (O. Müller). Förekomsten synes rikare i Brantsfjorden, vilket kan bero på dess större vattenvolymer och mindre sedimentgrumling. Tillförseln av viktiga näringsämnen från Nossan och Dettern (jfr sid. 8) torde medverka till att området ofta är utsatt

för blomning. *Melosira islandica* coll. är tidigare konstaterad av Teiling (1962) som vanlig i Vänern, bl a i närheten av städer. Den är för övrigt allmänt utbredd och viktig planktonform med maximal utveckling under den kalla årstiden, ibland i massförekomst (Cleve-Euler 1951, Huber-Pestalozzi 1942).

Utänför Söökoja i norra Vänern konstaterades den 3/9 1965 riklig utveckling av *Tribonema taeniatum* Pasher (leg. H. Skuja) i samband med trälning efter kräftdjur. Algen förekom från ytan ner till ungefär 45 m djup och rikligast inom djupzonen 20-25 m (T. Larsson, muntl.). Under provtagningen rådde kraftig pålandsvind, vilket medverkade till anrikningen utefter kusten. Vid en upprepade trälning 13/9 1965 saknades algen. *Tribonema*-arternas miljökrav är ringa kända. Känt är dock att *T. taeniatum* har maximal utveckling under kall årstid och att *Tribonema* tidigare är rapporterad förorsaka nätpåslag i Vänern (Rosén, muntl.)

3. Temperatur- och strömförhållanden

Vind över de stora sjöytorna betingar kraftiga vattenrörelser inte endast i det övre vattenskiktet utan kommer genom så kallade interna seicher att försätta sjöns hela vattenmassa i rörelse. Iakttagelser över sjöns temperaturskiktning ger skäl anta att dessa vattenrörelser är omfattande i Vänern, något som sedan länge konstaterats av sjöns fiskare. Förskjutningen av de olika vattenskikten och språngskiktets pendlingar och pulser innebär att stora delar av profundalens botten kommer i kontakt med ytvatten och att litoralbottenarna spolats med djupvatten. Diagram 1 visar situationen den 6/8 1965 med en kraftig förskjutning av ytvatten mot norr genom hård sydlig vind och en uppressning av hypolimnionvatten till ytan i söder. Så förekommer till exempel 6-gradigt vatten på 10 m djup i Kinnevik och på 70 m djup i norra Värmlandssjön. En likartad situation kunde konstateras 1967 (Diagr. 2).

Vattenskiktets förskjutningar i horisontal- och vertikalled medför att bottenarna kommer att beröras dels av ett horisontellt strömsystem inom respektive vattenskikt, dels av ett vertikalt i samband med språngskiktets pendlingar innan ett jämviktsläge nås.

Slutligen något om utbytet mellan de olika vattenskikten. Tidigare insamlat material ger anledning förmoda att turbulenser och vattenutbyte mellan epi- och hypolimnion är ringa under sommaren trots sjöns storlek och geografiska läge samt att en skillnad före-

ligger mellan Värmlandssjön och Dalbosjön i skiktningens djupläge och stabilitet (Karlgrén 1962). Det synes ej föreligga någon tvekan om att Väneren under hela sommaren bibehåller ett förhållandevis kallt hypolimnion. Av intresse är att flertalet temperaturmätningar visar högre bottentemperaturer i Dalbosjön än i Värmlandssjön, vilket endast delvis kan förklaras av skillnader i medeldjup. Karlgrén anger förekomsten av ytaktiva ämnen från kommunala och industriella avloppsvatten som en tänkbar förklaring till skiktningens stabilitet och ett förhållandevis tunt epilimnion i Värmlandssjön.

En annan tänkbar, medverkande faktor utgör skillnaderna i de båda sjöbäckernas bottentopografi. Värmlandssjön är i detta hänseende mer variationsrik med isolerade djup-områden och ett väl utvecklat system av höjdryggar, vilket kan förhindra eller dämpa en effektiv omrörning. Speciellt betydelsefull kan denna effekt vara under våren, då skiktningen utformas. En skillnad noterades 8-10/6 1964 i en mätserie på 20 stationer runt sjön (Diagr. 3). I båda bassängerna finns en antydning till utbildning av ett språngskikt och genomsnittstemperaturen är genomgående lägre i Värmlandssjön från ytan till bottnen. Skillnaden mellan sjöarna är ej så påfallande inom det övre 30-m skiktet ($0,2-0,6^{\circ}\text{C}$) men accentueras mot djupen för att uppgå till nära 2° på 75 m djup.

Senare på sommaren, när språngskiktet är väl utbildat, har under 1963-65 dess jämviktsläge i Värmlandssjön legat omkring 20 m. Som exempel kan nämnas situationen 31/7 1963 efter en period av lugnt och vackert väder (Diagr. 3). Mitt i Värmlandssjön noterades ett varmt ytiskt ner till 3 m djup och det egentliga språngskiktet mellan 20-25 m. Resultaten styrker ej uppfattningen att Värmlandssjön skulle ha ett anmärkningsvärt tunt epilimnion.

Sammanfattningsvis kan konstateras att material saknas för en detaljerad beskrivning av de hydrografiska förhållandena i Väneren. Det kan endast fastslås att starka strömsystem råder och att dessa är av stor betydelse för sammansättningen av sjöns fauna och flora.

4. Siktdjup

Sjöns siktdjup kan under juni-juli beäknas ligga omkring 4 m (Tabell 1). Under juni 1964 var medelvärdet 4,1 m och någon signifikant skillnad mellan de två huvudbassängerna förelåg ej. Ytterlighetsvärdena noterades för Dalbosjön och differensen mellan dessa uppgick till 0,9 m. Under juli 1967 var medelvärdet 3,8 m.^{x)}

En jämförelse med material från maj 1920 (Nordqvist, opubl.) och juli 1921 (Vallin, opubl.) anger en nedgång i siktdjupet, som för de stora, öppna bassängerna kan uppskattas till nära 1 m.

Enligt undersökningar 1959-60 är medelsikten i sjön 3,2 m om låga värden för strandnära stationer uteslutes, vilket skulle tyda på en försämring av 2 m jämfört med situationen 1920-21. Siktdjupets årsrytm är okänd under de olika undersökningsåren och variationerna under sommaren, betingade bl a av produktionen planktonorganismer, försvårar en direkt jämförelse. Det kan dock anses odiskutabelt att sjöns ljusklimat försämrats under de senaste 40 åren.

Skillnaderna mellan skärgård och öppna sjön är större än variationerna mellan olika stationer i Storsvånern. Som exempel kan nämnas medelvärden under juli 1964: utanför Söokoja 3,7 m, i Kattfjorden 3,0 m, i inre delarna av Säterholmsfjärden 2,7 m. I de speciella, ytstora men grunda fjärdarna Ölmeviken, Arnöfjärden och Dettern är siktdjupet normalt endast några decimeter. Ljusklimatet försämras således successivt djupare in i skärgårdarna och endast smärre avvikelser har noterats, ex. Kattfjorden NV 3,1 m och SÖ 2,8 m under juli 1964.

5. Vattenkemi

Kommittén för Vänerns vattenvård, Rapport nr 1, upptar ett stort material vattenkemiska analyser, vilka i första hand tar sikte på inverkan av föroreningar inom lokalområden. Resultaten visar att en sådan inverkan förekommer.

En regional undersökning av de större komponenterna genomfördes på 20 stationer runt sjön i juni 1964 samt på 7 stationer för samtliga konstituenterna under juli 1967 i vertikalprovtagningar (Tabell 2, 3 diagr. 5). Därutöver förekommer speciell kontroll av situationen i Kattfjorden samt i Nossan, Dettern och Brantsfjorden i samband med vattenblomning.

^{x)} (Den 29.5.69 uppmättes i centrala Värmlandssjön 5,6 m och i centrala Dalbosjön 4,9 m siktdjup).

I förhållande till övriga, stora sjöar i mellansverige är totala jonkoncentrationen låg i Vänern och kan skattas till ungefär hälften av Mälarens stora, centrala fjärdars, t ex Björkfjärdarna. Vattnets sammansättning är av Ca-SO_4 -typ och den inbördes ordningen mellan kat-jonerna Ca-Na-Mg-K . Bland de stora sjöarna visar Vänerns vatten den största överensstämmelsen med nederbördens sammansättning (Ahl, opubl.).

Av resultaten kan framhållas att variationen mellan de olika stationerna runt sjön är små, vilket styrker uppfattningen att de stora bassängernas vatten snabbt blandas genom de omfattande vattenströmmarna. Vissa skillnader kan dock urskiljas mellan de två huvudbassängerna, inducerade av vattenkvalitén från sådana älvar, som mynnar direkt i Storzvånern utan mellanliggande skärgårdar (Ahl, opubl.).

De lägsta koncentrationerna av kväve och fosfor kan konstateras i vatten från områden utanför skärgårdslinjen och variationen mellan de olika stationerna i bassängerna är små. P-koncentrationen är närmast jämförbar med de stora fjärdarnas i centrala Mälaren.

Något högre värden för fosfor, kväve, elektrolythalt, Ca och HCO_3 kan konstateras i Kattfjorden under juli jämfört med öppet vatten vid Härö och under augusti i jämförelse med situationen i norra och södra Värmlandssjön (Tab. 4, 5) samt för Dettern i juli jämfört med Storzvånern (Tab. 3). Höga koncentrationer fosfor och kväve föreligger i serien Nossan, Dettern och Brantsfjorden i mars 1964 i samband med den konstaterade blonningen av Melosira islandica. Förhållandet mellan de olika kvävekomponenterna i Detternsystemets ytvatten framgår av tabell 6. Avvikelserna från övriga delar av Vänern är markant, framför allt när det gäller NH_4 -koncentrationen och kvoten NH_4/NO_3 och kan inte enbart hänföras till årstidsvariationer. Resultaten ger anvisning om omfattningen av de till Detternsystemet tillförda näringsämnen från jordbruksbygden genom Nossan.

Analyserna av permanganatförbrukning och färg ger värden, som i större delen av sjön faller inom ramen för de samband, som konstaterats av Åberg-Rodhe 1942 och Ahl. 1962 . Detta gäller för samtliga stationer och datum i Storzvånern, Kinnevikén och Brantsfjorden, samt för Dettern i juli 1967. Avvikande är i första hand Nossan och Dettern i mars 1964 med höga värden för färg i förhållande till per-

manganatförbrukning. Förhållandet kan sättas i samband med avvattningens områdes prägel av jordbruksbygd. En motsatt form av permanganatanomali uppvisar Kattfjorden, vars ytvatten har höga värden för permanganatförbrukning i förhållande till färg.

III. Bottenfaunan

1. Material och metoder

Undersökningens mål har varit att fastställa om storskaliga förändringar skett i Vänerens utbud av fisknäringens organismer i en sådan omfattning att det kan förklara de noterade förändringarna i sjöns fiskfauna. Undersökningen har bl a tagit sikte på den kvalitativa sammansättningen av bottenfaunan för att klarlägga om några arealer av Väneren saknar t ex sådana typiska fisknäringens organismer som stora kräftdjur. Arbetet har bl a koncentrerats till halvpelagiska organismer i sedimentens ytskikt eller i bottennära vattensskikt, parallellt med vattenprovtagningar för kemisk analys, temperaturskiktning och siktdjup. Undersökningen av dessa organismer genomfördes med specialkonstruerad apparatur i samarbete med M. Fürst vid Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Liknande kvalitativa provtagningsserier har företagits runt sjön för andra grupper av organismer, som är fastare bundna till sedimenten.

Den kvantitativa provtagningen är upplagd dels med tanke på de stora bassängernas status dels på en beskrivning av de förändringar, som kan förväntas i faunans sammansättning från öppen sjö till skärgård. Materialet omfattar ca 100 kvantitativa bottenhugg med Ekman-Birge bottenhuggare. Sällningen är genomförd med 0,6 mm maskverk och vägningarna utförda med en noggrannhet av $\pm 0,1$ mg. Parallellt med dessa provtagningar har material insamlats för kontroll av den kvalitativa sammansättningen.

En specialundersökning är genomförd av insekternas förekomst i vattenytter, som angränsar till Lurö skärgård. (Norlin under bearbetning.) En specialbearbetning av trichopterer har genomförts av K.-H. Forslund samt av oligochaetmaterial av G. Milbrink.

2. Allmänt om sjön

Artlistan över de bottendjur, som påträffats i Vänern, ger ett mycket heterogent intryck. Några extrema ytterligheter förtjänar att nämnas redan inledningsvis, för att snabbt skissera de biologiska förhållandena i sjön.

Bland fjädermyggorna förekommer bl a som karakteristiska arter *Heterotrissocladius subpilosus* och arter inom *Chironomus*. *H. subpilosus* är typisk för djupområdena i näringsfattiga sjöar och betraktas av Brundin (1949) som en karaktärsart för extremt oligotrofa sjöar. Arten förekommer i Vänern liksom i Vättern (Grimås 1969) i huvudbassängernas djupområden. *Chironomus*-arterna, *plumosus* och *anthracinus* är å andra sidan karakteristiska för näringsrika sjöar med hög temperaturkvot under året och förekommer över stora delar av Vänerns perifera bottenområden.

Bland övriga viktiga djurgrupper inom bottenfaunan kan nämnas oligochaeterna, glattmaskarna. Typiska renvattensarter som *Stylodrilus heringianus* och *Rhynchelmis limosella* dominerar de öppna bassängerna då däremot bl a *Limnodrilus hoffmeisteri* och *Eulyodrilus hammoniensis*, som är karakteristiska för näringsrik miljö, dominerar många av skärgårdens fjärdar.

I Störvänerns litoral förekommer bl a *Ancylus fluviatilis*, som har höga krav på syresättning och därför i Sverige närmast är att betrakta som en rinnande-vattensart. Även många trichopterer är typiska för likartade miljöer men i artlistan kombinerad med t ex *Hydroptila dampfi*, som hittills är känd från Ostpreussen och Holland (Forsslund, muntl.) och således tillhör vattenområden av en annan grundtyp.

De andragna exemplen ger anvisning om sjöns biologiska tillstånd. Större delen av skärgårdarna kan betraktas som eutrofa då däremot huvudbassängerna har en klart oligotrof prägel. Ungefär 3/4 av det vatten, som tillförs Vänern genom tilloppen har att passera en skärgårdszon. Inom dessa skärgårdar förvaltas för närvarande en stor del av de näringsämnen, som tillförs sjön. Skärgårdarna är således att betrakta som naturliga, biologiska reningsverk för Störvänern. Det organiska material, som kontinuerligt pumpas ut till huvudbassängerna genom vattenutbytet mellan Störvänern och arkipelagen, mineraliseras i de stora vattenvolymerna utan att nämnvärt påverka t ex syrgasförrådet i hypolimnion. Av betydelse för de stora

bassängernas framtid är en klarläggning av hur långt uppladdningen gått i sjöns randzoner. En för hård belastning av denna zon medför inte endast en förlust av en naturlig, biologisk buffertzona utan kan medföra en frigörelse av hittills deponerade näringsämnen i skärgårdarnas sediment, med snabba konsekvenser även för Storsjön.

3. Kvantitet

Storsjön

Kvantiteten botten djur i Vänerns stora bassänger är förhållandevis låg. Som framgår av tabell 7 är den genomsnittliga biomassan i Vänerns litoral endast några tiotal gram/m^2 och i profundalen ungefär 2 g/m^2 . Resultaten visar att biomassan ökar successivt mot djupare områden (diagr. 6, 7). Detta fördelningsmönster kan anses karakteristiskt för stora sjöar och överensstämmer t ex med situationen i de delar av Vättern, som ej direkt influeras av utsläpp från städer och tillopp. Disproportionen mellan biomassa och abundans i Vänerns profundal betingas av de stora kräftdjuren och oligochaeterna i sjöns djupare partier.

Den sparsamma förekomsten av lösa sediment i Storsjöners litoral och sandbottnarnas labila ytskikt och fattigdom på organiskt material medverkar till den låga koncentrationen botten djur. Biomassan sedimentlevande organismer uppgår till $0,6 \text{ g/m}^2$ i kustnära grundområden. Högre koncentrationer förekommer inom den exponerade blockzonens översta 2-metersskikt. Detta område besätts av organismer, anpassade för vågexponeringen, främst iglar, snäckor och plattmaskar och biomassa upp till 5 g/m^2 har noterats. Zonen har på grund av metodiksvårigheter ej noggrannare karterats kvantitativt.

I litoralen förekommer tillfälliga invasioner av halvbjörnsorganismer, som spolas in med djupvatten och berikar litoralen utefter kuster med frånlandsvind. Som exempel kan nämnas situationen i Kinnevikens 27.8.65, där höga koncentrationer av kräftdjuret *Mysis relicta* konstaterades över sandbottnarna inom djupzonen 15-20 m. Det kan antas att sådana situationer ofta uppträder i den oskärmade Kinnevikens vid sydlig vind.

Mängden bottendjur i sjöarnas djupområden, profundalen, är beroende av tillskottet organiskt material till sedimenten, vilket i sin tur bl a är beroende av vattenmassornas volymer. I stora vattenvolymer går nedbrytningen av den organiska substansen förhållandevis långt redan i det fria vattnet och tillskottet till sedimenten blir härigenom beskurat. Mycket talar för att så är fallet i Störvätern, nämligen sedimentens tunna skikt av organiskt material och bottenfaunans oligotrofa karaktär, såväl kvantitativt som kvalitativt. Det organiska materialets nedbrytningsgrad i det fria vattnet betingas bl a av klimatet och bassängernas arealer, morfometri och strömsystem. En jämförelse mellan våra två största sjöar, Vätern och Vättern, ger i vissa hänseenden likartade förhållanden. Båda sjöarna påverkas av samma storklimat, är djupa och syrgasrika och har väl utvecklade strömsystem. En skillnad mellan sjöarna i tillförseln av material genom tillflöden kan inte anses tillräckligt som förklaring till skillnaderna i kvantitet bottendjur inom djupområdena. Vätterns ojämförligt rikare bottenfauna (biomassa omkr. 7 g/m^2 och abundans 2.700 ind/m^2) torde ha sin grund i sjöns avsaknad av buffrande skärgårdsonråden samt den förhållandevis begränsade arealen i förhållande till djupet, vilket tillsammans bidrar till en rikare deponering av organiskt material till Vätterns djup. Sedimentens tillväxtgrad är ännu inte känd för Störvätern. För Vättern gäller värden mellan 2,2 - 3,0 mm/år i djupområdena (Norrman 1968).

Skärgården

Djupfördelningen av organismer i skärgårdarna följer ej genomgående samma mönster som i Störvätern. I vissa system, t ex Arnösystemet sjunker biomassan mot djupen. I andra, merbelastade system som Karlstadssystemet och i Kattfjorden är biomassan hög i profundalen. Jämfört med Störvätern är rikedonen på bottendjur högre i samtliga djupområden för samtliga bassänger, vilket bl a kan ses som ett svar på rikare tillgång av organiskt material. Den genomsnittliga biomassan och abundansen för skärgårdarnas litoral är $2,1 \text{ g/m}^2$ resp. 2.320 ind/m^2 . I profundalen stiger biomassan ofta kraftigt i förhållande till abundansen, vilket huvudsakligen beror på en anrikning av oligochaeter, och värdena uppgår till i genomsnitt $12,8 \text{ g/m}^2$ och $4,745 \text{ ind/m}^2$ (tabell 7, diagram 6 och 7).

I diagram 8 sammanfattas de viktigaste undersökningsområdena i fem huvudsystem. Karlstadssystemet sträcker sig från Karlstads hamn till Säterholmsfjärdens mynning mot Värmlandssjön vid Söökoja. Systemet belastas av kommunala utsläpp och Klarälsvatten. Arnösystemet, som ej mottar kommunala utsläpp eller stora vattenflöden, mynnar i Säterholmsfjärden. Detternsystemet omfattar Dettern och Brantsfjorden och påverkas huvudsakligen av jordbruksbygd genom Nossan. Kattfjorden mottar vatten direkt från Klarälven och mynnar direkt i Värmlandssjön samt påverkas av industriutsläpp. Storvänern rymmer Värmlandssjön och Dalbosjön inklusive skärgårdsnära bottnar.

En jämförelse mellan de olika systemen visar att Detternsystemet har den högsta biomassan bottendjur i litoralens två översta djupzoner, 0-5 m och 5-10 m. Mest anmärkningsvärt är skillnaden mellan Dettern och Arnöfjorden, som har likartad morfometri med stora ytor i förhållande till djupet. I zonen 0-5 m är biomassan i Dettern $5,6 \text{ g/m}^2$ och i Arnöfjärden endast $1,7 \text{ g/m}^2$. Resultaten talar för en gödning av Dettern genom Nossan och antagandet styrks av faunans kvalitativa sammansättning. Båda fjärdarna har en rik chironomid-fauna men i Dettern tillkommer dessutom en riklig oligochaet-besättning. Skillnaderna i abundans är inte lika väl markerade. Individantalet i Dettern är $2,684 \text{ ind/m}^2$ och i Arnöfjärden $1,848 \text{ ind/m}^2$. Ingen anmärkningsvärd skillnad föreligger mellan fjärdarna i Karlstadssystemet och Arnösystemet inom samma djupzon 0-5 m. Biomassan är högst i Karlstadssystemets mellersta fjärdar, $2,8 \text{ g/m}^2$, varefter den sjunker i de yttre, större fjärdarna genom strändernas exponering men även in mot Karlstads hamn till i genomsnitt $1,6 \text{ g/m}^2$. Den låga biomassan i hamnen kan synas anmärkningsvärd med tanke på den effekt, som gödningen har t ex i Dettern. Förklaringen kan vara att Dettern har en förhållandevis stor omrörning av vattenmassan och en syresättning i sedimenten, som i Karlstads hamn är begränsad bl a till effekter av sjöfarten. Den låga biomassan i hamnen kan även ses som ett resultat av negativa effekter genom olika former av giftutsläpp.

Redan i nästa djupzon, 5-10 m, grupperar sig de olika systemen på ett karakteristiskt sätt i diagrammet. Den högsta biomassan gäller för Detternsystemet, $4,4 \text{ g/m}^2$. Därefter följer fjärdar i Karlstadssystemet, $4,0 - 1,7 \text{ g/m}^2$. Låga biomassor visar Arnösystemet, $1,5 - 1,2 \text{ g/m}^2$ och Kattfjorden, $1,2 \text{ g/m}^2$. De lägsta värdena förekommer i Storvänern, $0,1 \text{ g/m}^2$. De rikaste fjärdarna inom varje

system inom denna zon visar tydliga skillnader i balansen mellan djurgrupper. Tabell 8 visar denna balans mellan stora kräftdjur, chironomider och oligochaeter i Dettern-, Karlstads- och Arnösystemen. Det sammanlagda antalet individer skiljer sig inte nämnvärt mellan fjärdarna, men däremot vilka organismer som dominerar. Brantsfjorden domineras av de stora kräftdjuren (46%), vilket bl a har sin grund i den öppna kommunikationen med Dalbosjön, men har också en relativt hög koncentration oligochaeter (34%), som tyder på gödning. Sällaren har en typisk chironomidfauna (79%) och visar trots sin avskärmning mot Värmlandssjön inslag av stora kräftdjur (3%). Inre Hammarösjön domineras helt av oligochaeter (93%) och saknar stora kräftdjur, vilket kan ses som svaret på en överbelastning av organiskt material.

Den inbördes ordningen mellan de olika systemen kvarstår i nedre litoralen, 10-20 m. Den högsta biomassan, $4,2 \text{ g/m}^2$, kan konstateras i Karlstadssystemets yttersta fjärd, Säterholmsfjärden. Liksom i föregående djupzon är koncentrationen oligochaeter hög och 4 ggr högre i täthet än motsvarande områdets i Arnösystemet.

Av de undersökta områdena har endast två skärgårdssystem, Karlstadssystemet och Kattfjorden, områden djupare än 20 m. Dessa områden fungerar biologiskt som djup profundal och jämförs med Storvänerns djupzon, 20-100 m. Genomsnittligt är biomassan 7 ggr och abundansen 6 ggr högre i dessa skärgårdar. I yttre Hammaröfjärden och Säterholmsfjärden uppgår biomassan genomsnittligt till $6,9 \text{ g/m}^2$, vilket är 4 ggr högre än Storvänerns. Även abundansen är högre eller 2,017 jämfört med 829 ind/m^2 . Speciellt höga värden gäller för Kattfjordens profundal, genomsnittligt $17,8 \text{ g/m}^2$ och $7,183 \text{ ind/m}^2$, d v s 10 ggr högre än de stora bassängernas. Situationen i Kattfjorden är närmast att jämföra med de mest eutrofierade fjärdarnas i Mälaren, t ex Ekoln, Västeråsfjärden och Galten. Som exempel kan nämnas att större delen av faunan, eller 82%, är uppbyggd av oligochaeter, vilket ytterligare understryker likheten med de eutrofierade Mälarfjärdarna. Kattfjorden avslöjar genom sin morfometri och sina djupområden den höga belastningen av sjöns randområden, som överskuggas i andra, grundare fjärdsystem.

Sammanfattningsvis kan konstateras att kvantiteten bottendjur i Störvänern är lägre än i våra övriga, stora sjöar. Detta faktum tillåter ej slutsatsen att Vänerns bottenfauna minskat i kvantitet under senare år. En jämförelse med tidigare undersökningar talar snarare för en ökad kvantitet i sjön, som är mindre påtaglig i huvudbassängerna än i sjöns skärgårdar. Biomassa och abundans bottendjur är hög ända ut till skärgårdarnas ytterområden, där profundalen visar tydliga tecken på en överbelastning.

4. Kvalitet

Bottenfaunans kvalitativa sammansättning har redan berörts för att understryka samspelet mellan miljö, artsammansättning och kvantitet och resultaten visar att stora skillnader föreligger mellan Störvänern och skärgårdarna.

Balansen mellan de olika huvudgrupperna i faunan är av stort intresse, dels som indikatorer på miljöns belastning, dels med tanke på de olika gruppernas varierande tillgänglighet och betydelse för fiskproduktionen. I princip gäller att stora, exponerade organismer, t ex stora kräftdjur, sländlarver och kläckande insekter är lätt tillgängliga och utnyttjas i större utsträckning som fiskföda än t ex oligochaeter nere i sedimenten. En ökande belastning av recipienten medför lätt en utslagning av de exponerade fiskfödeorganismerna. Till slut kan endast ett fåtal specialister besätta bottenarna. Till sådana specialister kan räknas oligochaeterna och insektslarverna inom släktet Chironomus. Då tillgången på ätbart material för detritusätare ökar och konkurrensen med andra arter minskar, kan dessa specialister utveckla rika populationer, vilket har skett i skärgårdarna till Vänern. Den ökade biomassan är i sådana fall ett tecken på ökad näringsrikedom men ej ett tecken på ökad kapacitet att producera för människan eftertraktade och lämpliga fiskarter. En förskjutning i bottenfaunan mot arter, som är nedgrävda i sedimenten, medverkar till en motsvarande förskjutning inom fiskfaunan mot arter, som bättre förmår utnyttja det förändrade

näringsutbudet. Utvecklingen gynnar ofta arter, som normalt betecknas som "skräpfisk", t ex mörtfiskar. Eutrofieringsprocessen, den stegrade mängden organiskt material och följdverkningarna, t ex minskat syrgastryck i vattnet och förändringar i näringsutbudets kvalitet samt fiskets selektivitet samverkar till en ogynnsam utveckling för fisket.

Oligochaeter, chironomider, copepoder, relikta crustacéer och pisidier utgör huvuddelen av faunan eller 99% av skärgårdarnas profundalfauna, 96% i Störvänerns profundal, 97% i Störvänerns litoral och 87% i skärgårdarnas litoral. Siffrorna anger något om de övriga djurgruppernas betydelse i de olika områdena. Av tabell 9 framgår att skärgårdens litoral är det område, som är rikast på former, i tabellen uppdelad på 16 huvudgrupper. Rikedomen är en naturlig följd av det miljöspektrum, som skärgårdarnas grundområden har att erbjuda. I Störvänerns litoral är miljön betydligt strängare för sedimentlevande djur genom vågexponeringen och endast 8 av de 16 huvudgrupperna kan noteras. Typiskt är att copepoder dominerar individuellt. Det kan vara tveksamt om dessa copepoder skall räknas in under bottenfauna och en stor del av dessa små organismer kan dessutom förutsättas ge förluster vid sällningen.

En viss aktiv ansamling kan dock förutsättas till bottennära skikt och har bl a konstaterats av Grimås (1961) och Milbrink (1969). Det bör emellertid anmärkas att ett högt individantal copepoder inte nämnvärt påverkar biomassan. Störvänerns profundal är förhållandevis rik på djurgrupper och upptar 9 av de 16 noterade. Ingen djurgrupp är speciellt dominant utan antalet individer är relativt jämnt fördelat på de viktigare grupperna stora kräftdjur, copepoder, oligochaeter och pisidier, där copepoderna har en begränsad betydelse för biomassan. Det formfattigaste området utgör skärgårdens profundal, där endast 5 huvudgrupper påträffats. Oligochaeternas dominans är anmärkningsvärd och understryker de speciella förhållanden, som råder i dessa djupområden.

Kräftdjur

Bland de större kräftdjuren utgör de relikta formerna huvuddelen och samtliga sötvattensformer har påträffats i sjön. *Pontoporeia affinis* dominerar i de kvantitativa proverna och omfattar nära 90% av samtliga individer. Även dess konstans är relativt hög och de uppträder i 60% av samtliga bottenhugg i Störvänerns profundal. I det kvantitativa materialet ingår även *Pallasea quadrispinosa* och *Mysis relicta*.

Kvantiteten av *Mysis* i sjön, som är av stor betydelse för fiskproduktionen, kan ej åskådliggöras genom provtagningar i sedimentbottnarna, då en stor del av populationen uppehåller sig i det fria vattnet. Trålning med speciell apparatur visar att *Mysis* förekommer i samtliga vattenområden med undantag för de innersta fjärdarna, t ex Karlstads hamn, Arnöfjorden, Ölmeviken och Dettern. Att döma av trålfångsterna är förekomsten sparsam i sådana områden som Hammaröfjärden och Mariestadsfjärden. Vid kontroll av ett 30-tal stationer i Storvänern förekommer *Mysis* i 100% av tråldragen, *Pallasea quadrispinosa* i 80% och *Gammaracanthus lacustris* i 10%. *Pallasea* går in i de större fjärdarna, då däremot *Gammaracanthus* endast har påträffats på de större djupen i Värmlandssjön och Dalbosjön. *Pontoporeia affinis*, som dominerar profundalbottnarna, synes vara den relik, som uppträder längst in i skärgårdarna. Den förekommer t ex i kvalitativa prover från Dettern.

Den glesa förekomsten av relikten *Mesidothea entomon* är anmärkningsvärd. Kontroller med släpskrapa i fjärdarna och de båda huvudbassängerna, sammanlagt ett 40-tal stationer runt sjön, har givit endast två exemplar av isopoden, ett från 65 m djup i centrala Värmlandssjön och ett på 55 m djup vid Medgrundet i centrala Dalbosjön. Arten är tidigare konstaterad för Vänern (Ekman 1907) men saknas i materialet från undersökningarna 1920 och 1959. Fattigdomen på organiskt material och lämplig näring för *Mesidothea* i de stora profundalområdena kan vara förklaringen till den sällsynta förekomsten.

Bland övriga större kräftdjur är *Asellus aquaticus* vanlig i skärgårdarnas övre litoral, t ex de grunda flaken i Ölmeviken, Arnöfjorden och Dettern. I de större fjärdarnas strandkanter har dessutom påträffats exemplar av *Gammarus pulex*.

Höga koncentrationer av små kräftdjur förekommer i de vegetationsområden, som avskärmar de inre fjärdarna samt över de grunda flaken. Som exempel kan nämnas Gersholmsrevet, som skärmar Karlstads hamn mot Hammaröfjärden, där *Sida crystallina* förekommer i tätheter upp till 8.000 ind/m² och *Cyclops* sp. upp till 5.000 ind/m². Vanliga inom dessa områden är även *Eurycercus lamellatus*, *Iliocryptus acutifrons* och *Leptodora kindtii*. Även i små, skyddade vikar i yttersta skärgården, t ex på Härö, förekommer de större cladocererna, främst *Sida*, i täta bestånd i samband med vegetation. I det kvantitativa materialet uppträder *Latona setifera*, *Ophryoxus gracilis*, *Bytotrephes longimanus* och *Holopedium gibberum* i enstaka exemplar.

Insekter

Fjärdermyggorna, Chironomidae, utgör den viktigaste insektsgruppen i bottenfaunan. Större insekter inkluderar sländor, skalbaggar och skinnbaggar. Bland sländorna ingår Ephemeroptera (dagsländor), Plecoptera (bäcksländor), Trichoptera (nattsländor), Megaloptera (sävsländor) och Odonata (trollsländor). De stora insekterna är huvudsakligen begränsade till litoralen och antalsmässigt betydligt färre än chironomiderna men har relativt stor betydelse för biomassan. Bland övriga insekter ingår Ceratopogonidae (svidknott) och Chaoborus plumicornis.

Chironomiderna besätter samtliga djupområden i sjön men är rikligast företrädda i de litoralområden, som ej är starkt exponerade. Ett 50-tal arter har examinerats (tabell 11). Av intresse är att många av de för Väneren karaktäristiska arterna även kan noteras för Vättern och att de gemensamma arterna framför allt tillhör profundalen och indikerar oligotrofa förhållanden. Inledningsvis nämndes Heterotrissocladius subpilosus, som av Brundin (1949) betecknas som en kallstenoterm, ultraoligotrof arktisk-subarktisk art. Den uppträder som vanlig i såväl Vänerens som Vätterns djupområden. I kvalitativt skrapmaterial från olika delar av Störvänerens djupzon 45-75 m utgör Heterotrissocladius subpilosus 85% av det totala larvmaterialet. Övriga orthocladiiner omfattar endast 3%, Chironomini och Tanypodinae vardera 6% och Tanytarsini mindre än 1%. I det kvantitativa materialet är Heterotrissocladius' dominans inte lika väl markerad och den omfattar här 25% av larverna. Chironomidernas abundans i profundalen är emellertid ganska låg, varför balansförhållandet mellan arter lättare kan utläsas ur de kvalitativa proverna.

Bland övriga gemensamma chironomidarter för Väneren och Vättern kan nämnas Conchapelopia melanops, Thienemannimyia fuscipes, Trichocladius albiforceps, Prodiamesa olivacea, Monodiamesa bathyphila, Paracladopelma camptolabis, P. obscura, Cladotanytarsus mancus, Cl. wexionensis, Tanytarsus gregarius, T. heusdensis, T. curticornis, Stempellinella minor och Microspectra insignilobus. Microspectra-arten, som i likhet med H. subpilosus endast uppträder i de stora bassängernas djupområden är även den intressant som indikator på miljön. Den tillhör de vanligare arterna i arktiska-subarktiska sjöar och betraktas av Brundin som glacialrelict i Vättern.

Samma förhållande gäller *Paracladoplema obscura*. Till de nordliga inslagen i faunan kan även räknas *Monodiamesa bathyphila*, som är relativt frekvent i Vänerens profundal men även går in i skärgårdarna med undantag för de mest perifera fjärdarna. Samma utbredningsbild visar den med Vättern gemensamma arten *Paracladoplema camptolabis*. Dess abundansmaximum ligger i de flesta sjöar i litoralerna men den uppträder frekvent i Vänerens profundal ner till 75 m djup. Till de kallstenoterma arterna kan även räknas *Arctopelopia griseipennis* och *Thionemannimyia fuscipes*. De övriga arterna är tämligen eurytopa, d v s påträffas i många typer av vatten med skiftande betingelser, t ex vad gäller klimat. *Cryptotendipes usmaensis*, som av Brundin betraktas som relativt sällsynt i Sverige, förekommer i skärgårdarnas litoralområden ner till 10 m djup, framför allt i Arnö- och Detternsystemet, och är i övrigt noterad som en av de vanligaste arterna i den måttligt eutrofa sjön Erken (Sandberg, 1969).

Arter inom släktet *Chironomus* är sparsamt företrädda i oligotrofa sjötyper och har ej kunnat påvisas i Vättern eller Vänerens stora huvudbassänger. De är däremot typdjur för många näringsrika, varma vatten och specialister på miljöer med stort tillskott av organiskt material och syredeficit. *Chironomus plumosus* uppträder i fjärdarna inom Karlstadssystemet ut till Söokoja och kan även noteras för Kristinehamnområdet, Kattfjorden samt de perifera grundområdena Dettern, Ölmeviken och Arnöfjärden. Den största beståndstätheten visar Dettern med 770 ind/m^2 *Chironomus plumosus*. Den lägsta tätheten har Arnöfjärden med 15 ind/m^2 . Karlstads hamn har en besättning upp till 308 ind/m^2 och Säterholmsfjärden 220 ind/m^2 . I de mellanliggande fjärdarna överstiger koncentrationen ej 100 ind/m^2 . I intet fall har rena chironomusbottnar påträffats utan arten är ofta kombinerad med *Cryptochironomus*, *Polypedilum*, *Stichtochironomus* och *Prochironomus*. Den rikaste blandfaunan har Arnöfjärden med *Chironomus plumosus*, *Tanytarsus curticornis*, *Stempellina subglabripennis* och *Cryptotendipes usmaensis* samt en tät population av *Cladotanytarsus wexionensis*. Den fattigaste artuppsättningen har Karlstad hamn med *Prodiamesa olivacea* och *Procladius*-arter utöver *Chironomus plumosus*. Även om sådana fjärdar ej har påträffats, där miljön är så starkt belastad att endast *Chironomus* tillsammans med oligochaeter förmår besätta bottnarna så tyder många tecken på att Hammarösjöns och Säterholmsfjärdens profundalområden står nära detta utvecklingsstadium med hög koncentration oligochaeter och inslag av *Chaborus plumicornis*, *Chironomus* och *Procladius*.

Litoralens chironomidfauna har olika sammansättning i de olika fjärdsystemen. Tabell 10 visar larvernas och pupporas fördelning på de fyra huvudgrupperna för djupzonen 0-10 m i Karlstads hamn + Hammaröfjärden, Arnöfjärden + Sällaren och Dettern + Brantsfjorden. Skillnaden mellan de olika delområdena är klart utläsbar och understryker tidigare antaganden beträffande de olika områdenas belastning. Karlstadssystemet domineras av *Procladius*, som är frilevande rovdjur och således mindre beroende av förhållandena i sedimenten. Den höga procenten orthocladiiner betingas framför allt av den likaledes frisinmande *Procladius olivaceus* och i sedimenten förekommer *Chironomus plumosus* utan att bilda täta bestånd. I Arnöfjärdsystemet dominerar tanytarsiner, främst *Tanytarsus* s.str. och *Cladotanytarsus*, vilket antyder att förhållandena i litoralen är relativt opåverkade av föroreningar. Bland Chironomini kan nämnas *Paracladopelma camptolabis* och *Cryptotendipes usmaënsis*. Dominansen av Chironomini i Detternsystemet med framför allt *Chironomus plumosus*, *Polypedilum nubeculosum*, *Cryptotendipes usmaënsis* samt tanypodiner talar för en hög näringsstandard, där emellertid vattenomrörningen inom Dettern och tillskottet av vatten från Dalbosjön till Brantsfjorden syresätter sedimenten och förhindrar monokulturer av specialister på högeutrofa förhållanden.

De stora insekterna (tabell 12) förekommer huvudsakligen i litoralområdet och inom de två huvudtyperna av miljöer, storväterns exponerade blockstränder och skärgårdarnas sedimentrika grundområden med vegetation. Vissa arter är anpassade för de exponerade bottenarna. Hit kan i första hand räknas bäcksländorna samt bland dagsländorna *Heptagenia fuscogrisea*, *H. sulphurea*, *Ephemerella ignita* och *Baetis scambus* samt bland nattsländorna *Polycentropus flavomaculatus*, *Hydropsyche*-arter och *Brachcentropus subnubilus*. Mer karakteristiska för lugnare bottenområden är dagsländorna *Cloeon dipterum*, *Centroptilum luteolum* samt *Caenis*-arterna, som besätter nakna sedimentbottenar mot större djup. Till mer skyddade miljöer hör även sävsländan *Sialis lutaria*, nattsländorna *Cyrnus flavidus* och *Orthotrichia tetensii*, skinnbaggarna *Micronecta minutissima*, *Notonecta glauca glauca* och *Hydrometra stagnorum* samt skalbaggarna *Helophorus minutus*, *Donacia clavipes* och *Haliphus immaculatus*.

De fullbildade nattsländorna har analyserats av K.-H. Forsslund. En vanlig art utefter alla stränder är *Atripsodes nigronervosus*, som svärmar i mitten av juni. Bland de svärmande utefter exponerade stränder kan nämnas *Brachycentropus subnubilus* i mitten av juni, *Atripsodes perplexus* i mitten av juli, *Tinodes waeneri* i slutet av juli och *Psychomyia pusilla* runt sjön under augusti.

I tabell 13 har fynden grupperats på tre huvudområden i sjön, de exponerade stränderna, Lurö skärgård, där arterna kan härstamma från olika typer av miljöer och slutligen fynd endast från skärgårdar. Endast en art, *Atripsodes nigronervosus*, har samlats i samtliga områden. Vissa arter är gemensamma för några av områdena men endast 5 av de 27 beskrivna arterna är gemensamma för öppen kust och skärgård. Presentationen gör ej anspråk på att ge en fullständig beskrivning av de olika områdenas trichopterfauna men ger anvisningar om det rika utbud av miljöer och former, som Vätern ger från stora bassänger till inbyggda skärgårdsvatten.

Oligochaet-faunans sammansättning behandlas speciellt av G. Milbrink (1970) i skriften "Oligochaetsamhällen som miljöindikatorer i Vätern".

Snäckorna hör liksom de stora insekterna till litoralen. De flesta arterna (tabell 14) tillhör stränder, som är skyddade för hård vågexponering och grundområdena vegetationsbälten. Några går emellertid ut i den exponerade blockstranden, t ex *Lymnea peregra* samt *Ancylus fluviatilis*, som har höga krav på syresättningen i vattnet. Till den exponerade strandens typdjur hör även plattmaskarna, t ex *Dendrocoelum lacteum* samt iglarna (tabell 14).

5. Jämförelser med tidigare undersökningar

En av förutsättningarna för en noggrann jämförelse mellan olika undersökningar är att samma metodik har använts vid de olika tillfällena. Ett speciellt viktigt led i provtagningen är vilken maskstorlek, som kommit till användning vid utsällningen av proverna. 1959 års undersökningar är genomförda med 1 mm maskverk och det är troligt att även Nordquist använde samma sålltyp 1920. Vid undersökningarna 1963-67 användes den internationellt vedertagna maskvidden 0,6-0,7 mm för bottnarnas makrofauna, vilket bl a ger möjligheter till jämförelser med undersökningar av andra stora sjöar, t ex Vättern, Mälaren, Hjälmarén och de nordamerikanska stora sjöarna.

En första justering av materialet för direkta jämförelser med tidigare undersökningar blir således att utesluta sådana djurgrupper, som kan förväntas ge stora förluster vid sällningen m 1 mm maskverk. Uteslutna ur materialet är därför samtliga mindre kräftdjur: cladocerer, copepoder och ostracoder. Bland nemtoderna har endast sådana exemplar medräknats, som i journalerna anmärkts som speciellt stora exemplar. Större bekymmer bereder sådana djurgrupper, som visar heterogena storleksklasser, speciellt chironomider och oligochater. Små arter och individer av dessa grupper har uteslutits i materialet från 1963-67. Den överraskande låga tätheten bottendjur enligt 1959 års undersökningar resulterade i en kontroll av situationen under 1960. Vid denna kontroll erhöles inga bottendjur i något av proverna. Dessa resultat har ej beaktats vid jämförelsen, som således helt grundar sig på 1959 års undersökningar.

Storvänerens litoral är ur många synpunkter mindre lämpad som utgångspunkt för en bedömning av tidsbundna förändringar i sjön. Den kraftiga vågexponeringen är här en faktor av avgörande betydelse för faunans utformning och överskuggar effekterna av en måttlig eutrofiering. Där vågexponeringen dämpas, d v s huvudsakligen inne i skärgården, ger de grundare områdena tydliga svar på närhet och omfattning av föroreningar. De områden, som oftast kommer till användning för jämförelser mellan sjöar och tidsperioder är bassängernas djupområden, profundalen. Förutsättningarna för faunan dikteras i dessa områden i stor utsträckning av vattnens belastning och bottenarna brukar också normalt vara homogent sammansatta vad gäller sediment och fauna. Även här kan emellertid de specifika förhållandena i Väneren försvåra våra möjligheter till direkta jämförelser, framför allt Storvänerens ojämna morfometri i djupen och sedimentytans varierande struktur, som ger en ojämn fördelning av bottendjuren även i profundalen. En noggrann beskrivning av Vänerens biologiska status fordrar således en betydligt större arbetsinsats än vad som normalt kan anses betryggande. Det bör därför betonas att stor försiktighet måste iakttas vid jämförelser mellan olika undersökningsår, trots de justeringar, som vidtagits i materialet. Det säkraste jämförelseområdet utgör skärgårdens profundal, genom dessa djupbottenars homogenitet och förändringarnas omfattning. Samtliga behandlade undersökningar, Nordquist 1920, Lysén 1959 och Grimås 1963-67 har material från Storvänerens profundal. Material från skärgårdar saknas för 1920 men förekommer från undersökningarna 1959 tillsammans med kustnära områden under beteckningen lokalområden samt från undersökningen 1963-67.

Tabell 15 visar bottenfaunans abundans i Störvänerns profundal vid de olika undersökningstillfällena, fördelat på de viktigaste djurgrupperna. Materialet visar inga större förändringar i totalfaunans täthet mellan 1920 och 1959. Den ca 30% lägre abundansen 1959 framkallas framför allt av en hälften så stor besättning oligochaeter 1959, d v s organismer, som är beroende av deponerat, organiskt material. Det är troligt att skillnaderna i oligochaet-täthet återspeglar variationerna i beläggningen av organiskt material över Vänerns olika profundalytor och inte en reell decimering av oligochaeter från 1920 till 1959.

Undersökningarna 1963-67 visar en täthet bottenorganismer i profundalen, som är 4-6 gånger högre än vid tidigare undersökningar. En reell ökning av totalfaunans täthet 6 gånger i de stora bassängerna från 1959 kan inte anses realistisk. En bidragande orsak till de stora skillnaderna under senare år kan vara att provtagningen 1959 berörde bottnar med låga halter organiskt material och därigenom låga halter organismer, vilket oligochaetbesättningen talar för. Skillnaderna måste dock till stor del ses som en effekt av olika provtagningsmetodik, trots de justeringar som vidtagits beträffande materialen.

De olika djurgruppernas konstans i proverna är hög såväl 1920 som 1963-67 och låg under 1959 (tabell 15 och 16). Den enda avvikel-sen utgör musslorna, vilket är av stort intresse för tolkningen av de förändringar, som kan antas ha skett i sjön. Undersökningar an-tyder att en ökad täthet filtrerare, speciellt musslor, är en effekt av måttlig eutrofiering av sjöar. Som exempel kan nämnas Vättern, där koncentrationen musslor i bottarna har ökat i genomsnitt 300% under de senaste 50 åren (Grimås 1969). Musslorna är de enda orga-nismer, som visar en kontinuerligt ökad konstans i proverna från 1920 och framåt i Väneren. De utgör därutöver den enda grupp, som visar en successivt ökad täthet och stigande procentuell andel i totalfaunan. Deras andel i profundalen stiger från mindre än 1% 1920 till ca 17% 1963-67, vilket är anmärkningsvärt stor förändring jämfört med övriga grupper, som är förhållandevis konstanta. Effekten kan ses som en tidig fas i eutrofieringsprocessen där ett ökat "regn" av organogent material, bl a från fria vattnets egen-produktion gynnar filtrerande organismer utan att förändra betingel-serna till förmån för detritusätare, som ex. oligochaeter.

Bland övriga organismer har enligt resultaten de stora kräftdjuren och oligochaeterna ökat med ca 300% sedan 1920. En viss ökning i konstans i proverna kan också noteras, då däremot den procentuella andelen i totalfaunan minskar, mycket som en effekt av musselfaunans utveckling. Andelen chironomider, turbellarier och nematoder i totalfaunan har inte nämnvärt förändrats. Av samtliga djurgrupper torde de stora kräftdjuren visa de minsta förlusterna vid sällningen, varför resultaten kan tyda på en ökad täthet av dessa djur i sjön sedan 1920. För den viktigaste arten, *Pontoporeia affinis*, konstaterades 1920 maximal täthet 200-250 ind/m² i södra Värmlandssjön, 1959 fastslogs maximal täthet i centrala och norra delarna av Dalbosjön med 300-400 ind/m² och 1963-67 kunde 500-650 ind/m² konstateras i norra Värmlandssjön resp centrala Dalbosjön.

Beräkningar av biomassan har utförts av Nordquist på 1920 års material. I princip följer dess djupfördelning samma mönster som 1963-67 i Storvänern. Inom litoralen uppgår den till 0,2-0,4 g/m² och i profundalen till 0,5-1,1 g/m². En jämförelse grundad på biomassa ger säkrare hållpunkter för en bedömning av utvecklingen i Vänern än individantalet organismer, då de små organismernas andel i biomassan är relativt begränsad. Genomsnittsvärdet för 1920 är i profundalen 0,8 g/m² och för 1963-67 1,8 g/m², vilket talar för en fördubbling under de senaste 45 åren. Maximala värdet 2,8 g/m² uppmättes i södra Värmlandssjön 1920 och 3,5 g/m² i centrala Värmlandssjön 1963-67. Mycket tyder på att denna ökning är att hänföra till den ökade tätheten musslor och stora kräftdjur.

Jämförelsematerial från skärgårdarna föreligger med 1959 års undersökningar. I tabell 17 anges dels den genomsnittliga koncentrationen bottendjur för samtliga lokalområden, dels för väl avgränsade skärgårdsområden, d v s Dettern exklusive punkt 4, Skoghall, Karlstad, Kristinehamn, Kolstrandsviken och Mariestad. Undersökningarna 1963-67 ger en kvantitet bottendjur, som är ungefär en 10-potens högre, d v s skillnaderna är något större än för Storvänern. Kvoten skärgård/Storvänern i de båda undersökningarna kan här ge anvisningar om de förändringar som skett under de senaste åren. Under 1959 är skärgårdsfaunan ungefär 3 ggr så individrik som Storväterns profundal. Under 1963-67 är samma kvot ca 5. Resultaten tyder på att faunan ökar i täthet snabbare i skärgårdarna än för Vänern i övrigt.

IV Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan konstateras att de tecken på en eutrofiering, som noterats i Vänern också innefattar bottenarna och dess fauna. I de stora bassängerna är det troligt att musslor och stora kräftdjur ökat och att detta medfört en ökad biomassa från i genomsnitt 1 till 2 g/m² sedan 1920. Utvecklingen i Vänern visar många överensstämmande drag med Vättern, d v s förändringar inom ramen för oligotrofa förhållanden. Den jämförelsevis fattiga djupfaunan i Störvänern tyder på att en stor del av de tillförda näringsämnen till sjön förvaltas i skärgårdarna, som är att betrakta som buffertzoner mellan nederbördsområde och huvudbassängerna. Situationen i skärgårdarna, t ex i Karlstadsområdet visar tydliga tecken på en hög belastning och klart eutrofa förhållanden. Det är möjligt att de starka strömsystemen och "vattenpumpen" mellan skärgård och huvudbassänger förhindrar att kritiska situationer uppstår med syrgasbrist i sediment och vatten i de öppna och grunda skärgårdarna. De djupa bassängerna i periferien, t ex Kattfjorden, avslöjar hög belastning av skärgården med stagnerande förhållanden och tecken på perioder med syrgasbrist i profundalen.

Orsaken till de kvalitativa förändringarna hos bottenfaunan, som slutligen leder till oligochaet-dominans i sådana belastade system som Vänerns skärgårdar, rymmer flera tolkningar. Diskussionen utgår ofta från en direkt koppling mellan de fysikalisk-kemiska förändringarna i sedimentytan och de olika organismernas fysiologiska krav på sin omgivning, vilket sekundärt leder till förändringar i fiskfaunans sammansättning (se sid 15). Vi vet i dag att fiskpredationen är en viktig faktor att ta hänsyn till vid tolkningen av olika bottendjurs utbredning. Orsak och verkan kan således vara den motsatta, d v s ett ökat predationstryck på bottenfaunan genom en ökad individtäthet och biomassa bottenlevande fisk, vilket i första hand eliminerar de mer exponerade organismerna. Den troliga mekanismen är en intern växelverkan mellan miljö, fisk och bottenfauna, som accelererar takten i förändringarna och närmast är att jämföra med hushållet av näringsämnen i stort i ett överbelastat ekosystem (se sid 10). Sekundära effekter på bottenfaunan genom fiskavbetning torde vara speciellt betydelsefulla under tidiga skeden i eutrofieringsprocessen, där små förändringar i miljön kan ge omfattande förskjutningar i balansen mellan fiskarter.

Om några förändringar har skett i balansen mellan olika fiskarter i Störvätern är det inte troligt att huvudorsaken är förändringar i de stora bassängernas bottenfauna. Den troliga ökningen av mängden stora kräftdjur och musslor bör snarast ha en positiv effekt på bestånden av bottenlevande fiskarter, t ex de storvuxna sikarterna, vars bestånd i realiteten synes försvagas. Däremot kan utvecklingen i skärgårdarna tänkas påverka de olika fiskbestånden i hela sjön genom sådana arter, vars bestånd dimensioneras i sjöns periferi. Den trend, som påtalats med en ändrad balans i fiskfaunan till förmån för pelagiska, planktonätande fiskar som nors och siklöja, har ännu ej kunnat beläggas med undersökningar. En sådan utveckling förefaller emellertid trolig och har motstycken i andra stora sjöar. Med eutrofieringen följer en ökad produktion av näring i fria vattnet, vilket t ex i Bodensjön direkt påverkat beståndstäthet och tillväxt hos den planktonätande sikarten *Coregonus wartmanni* (Nümann, 1964). Effekterna av en eutrofiering i Störvätern kan även skuggas av andra faktorer som fiskets selektivitet och reduktionen av viktiga predatorer som lax och öring i sjön, en reduktion som inte beror på sjöns biologiska status utan på blockeringen av älvarnas lekområden genom kraftverken. En beräkning av den mängd foderfisk, som lax- och öringbestånden årligen förbrukat tyder på en nedgång från omkring 1 500 ton under slutet av 1800-talet till omkring 100 ton i dagens läge (Wendt, 1969), vilket bör ge konsekvenser för bestånden av bytesfiskar som nors och siklöja. De stora predatorernas betydelse kan exemplifieras med utvecklingen i de stora amerikanska sjöarna, där bestånden av den viktiga rovfisken kanadaröding kollapsade som en följd av en invandring av havsnejonöga. Nejonögats angrepp utlöste storskaliga förändringar i sjöarnas fiskbestånd, delvis som en följd av kanadarödingens bortfall, och sekundärt även som en effekt av det kommersiella fiskets omställning till andra fiskarter (Smith, 1968). För närvarande befinner sig t ex Lake Michigan i ett utvecklingsskede med ett stort bestånd av en planktonätande fiskart, *Alosa pseudoharengus*.

Tabell 1. Vänern. Siktdjup.

	Max	Medel	Min
1920 (1)	6,0	4,9	3,0
1921 (2)	5,60	4,93	3,95
1959-1960 (3)	3,8	3,2	2,6
1964 öppna sjön	4,6	4,1	3,7
skärgård	3,7	3,1	2,6

1) Enl. Nordqvist (opubl.)

2) Enl. Wallin (opubl.)

Stn 49, 56, 62, 63 (min.-värden i kustnära områden) ej medräknade.

3) Enl. Kommitténs Rapport nr 1, 1962.

Stationer i öppna sjön (exkl. 1-7, 21, 22).

Tabell 2. Vänern. Sammanfattning av vattenkemiska data 8-9 juni 1964. Materialet bygger på 160 enskilda analyser av vatten från 20 stationer i de öppna bassängerna.

	Hela sjön Värmlandssjön			Dalbosjön			
	ekv %	max	medel	min	max	medel	min
$d_{20} \cdot 10^6$		71,7	70,0	68,2	69,0	68,2	67,3
Ca mekv/l	56,3	0,414	0,394	0,390	0,400	0,379	0,370
Mg "	14,7	0,128	0,109	0,086	0,100	0,091	0,070
Na "	25,7	0,191	0,169	0,161	0,196	0,187	0,178
K "	3,3	0,026	0,023	0,022	0,027	0,023	0,022
HCO ₃ "	30,5	0,235	0,219	0,202	0,223	0,207	0,179
SO ₄ "	50,6	0,365	0,354	0,339	0,376	0,354	0,336
Cl "	18,9	0,138	0,133	0,128	0,136	0,130	0,123

Tabell 3. Vänern. Sammanfattning av vattenkemiska data, juli 1967. Materialet bygger på 391 enskilda analyser från 6 stationer, varav 2 stationer med vertikalserier ner till 85 m djup, samt 1 station i Dettern.

	StorVänern			Dettern
	max	medel	min	
pH	6,95	6,87	6,75	6,80
NH ₄ -N mg/l	0,014	0,008	0,001	0,010
NO ₃ -N "	0,009	0,003	0,001	0,002
NO ₂ -N "	0,379	0,334	0,272	0,023
Org.-N "	1,079	0,312	0,103	0,882
Totalt N "	1,467	0,657	0,494	0,917
PO ₄ -P "	0,013	0,010	0,007	0,015
Övrig P "	0,060	0,018	0,001	0,053
Total-P "	0,070	0,028	0,013	0,068
$\mathcal{K}_{20} \cdot 10^6$	73,2	71,0	69,4	114,5
Ca mekv/l	0,393	0,376	0,356	0,591
Mg "	0,103	0,099	0,099	0,224
Na "	0,219	0,198	0,191	0,339
K "	0,033	0,027	0,023	0,060
HCO ₃ "	0,215	0,192	0,170	0,527
SO ₄ "	0,378	0,362	0,349	0,447
Cl "	0,150	0,143	0,137	0,275
Optisk täthet, of	0,133	0,102	0,072	0,126
" " , f	0,098	0,078	0,065	0,064
" " , of-f	0,038	0,024	0,007	0,062
Färg mg Pt/l	40	39	35	40
KMnO ₄ -förbr. mg/l	42	40	37	39
Si "	0,75	0,53	0,33	0,09

Tabell 4. Vänern. Vattenkemiska data 13/7 1964

	Kattfjorden		Härö
	yta	50 m	53 m
pH	6,6	6,3	6,5
$\text{Al}^{3+} \cdot 10^6$	75,7	75,7	69,2
Tot-P $\mu\text{g/l}$	13	19	10
$\text{NH}_4\text{-N}$ "	7	3	4
$\text{NO}_3\text{-N}$ "	175	215	140
Org.-N "	385	340	330
$\text{KMnO}_4\text{-föörbr. mg/l}$	52	57	47

Tabell 5. Vänern. Vattenkemiska data:

		Stn 1. Kattfjorden ytan 21/8 1964			
		1	2	3	4
		2. " 50 m " "			
		3. Hönan, Värmlandssjön, ytan, 25/8 1964			
		4. Kinnevikén, ytan 27/8 1964			
Ca	mekv/l	0,424	0,374	0,364	0,364
Mg	"	0,108	0,103	0,107	0,100
Na	"	0,265	0,224	0,210	0,204
K	"	0,024	0,024	0,024	0,024
HCO_3	"	0,328	0,205	0,208	0,204
SO_4	"	0,396	0,374	0,379	0,386
Cl	"	0,171	0,131	0,115	0,104
Tot-P	$\mu\text{g/l}$	24	15	13	7
$\text{NH}_4\text{-N}$	"	24	1	9	0
$\text{NO}_3\text{-N}$	"	265	370	335	355
Si	mg/l	0,84	0,94	0,77	0,90
KMnO_4	föörbr. "	62	45	33	37
Färg	mg Pt/l	50	40	40	35
$\text{Al}^{3+} \cdot 10^6$		86,5	75,4	73,4	73,2

Tabell 6. Vänern. Vattenkemiska data från Dettern-systemet, 6/3 1964.

	Nossan	Dettern	Brandsfjorden
Djup m	ytan	ytan	ytan
Vattentemp. °C	0,6	0,8	0,6
pH	7,20	7,45	7,10
$\mathcal{K}_{20} \cdot 10^6$	245	150	85,8
Färg mg Pt/l	65	65	35
KMnO ₄ -förbr. mg/l	29	37	39
NH ₄ -N µg/l	985	120	240
NO ₂ -N µg/l	13	11	7
NO ₃ -N µg/l	990	725	410
Org. N µg/l	630	435	720
Total -N µg/l	2 620	1 290	1 375
PO ₄ -P µg/l	70	15	1,6
Total-P µg/l	143	50	22,8

Tabell 7. Vänern. Bottenfaunas djupfördelning i skärgård och huvudbassänger. Biomassa g/m², abundans ind./m².

Djupzon m	Skärgård		Storvänern	
	Biomassa	Abundans	Biomassa	Abundans
0 - 5	2,2	2 235		
5 - 10	2,1	2 935	0,1	220
10 - 20	1,7	1 362	0,6	1 261
20 - 40	11,4	4 584	1,4	860
40 - 100	14,1	4 906	2,1	787
Litoralen, medel	2,1	2 320	0,4	740
Profundalen, medel	12,8	4 745	1,8	829

Tabell 8. Vänern. Balansen mellan de tre huvudgrupperna, stora kräftdjur, chironomider och oligochaeter i djupzonen 5 - 10 m i Brantsfjorden (Detternsystemet), inre Hammaröfjärden (Karlstadssystemet) och Sällaren (Arnösystemet).

	St. kräftdj.	Chironom.	Oligoch.
<u>Ind/m²</u>			
Brantsfjorden	894	396	660
Sällaren	35	1 135	337
Inre Hammaröfj.	-	88	1 144
<u>%</u>			
Brantsfjorden	45,9	20,3	33,8
Sällaren	2,5	79,1	18,4
Inre Hammaröfj.	-	7,1	92,9

Tabell 9. Vänern. Balansen mellan huvudgrupperna i bottenfaunan i skärgårdarnas och storvänerns litoral och profundal. Räkнад på individantal.

	Litoral		Profundal	
	Skärgård	Storvänern	Skärgård	Storvänern
Chironomider	39,8	7,7	2,5	5,1
Stora insekter	1,7	-	-	-
Övriga insekter	0,5	0,8	0,3	-
Stora kräftdjur	3,8	0,8	-	17,4
Cladocerer	4,1	1,5	0,4	0,5
Copepoder	10,3	83,1	13,7	22,5
Ostracoder	1,9	-	-	0,7
Oligochaeter	29,1	4,6	83,1	37,7
Hirudineer	0,1	-	-	-
Sphaeriader	4,0	0,8	-	12,8
Anodonta	0,1	-	-	-
Snäckor	0,2	-	-	-
Hydracariner	3,1	-	-	-
Turbellarier	1,0	-	-	2,3
Nematoder, stora	0,3	-	-	1,2
Hydrozoa	0,1	0,8	-	-

Tabell 10. Vänern. Den procentuella fördelningen av larver och puppor på de fyra huvudgrupperna inom Chironomidae i tre fjärdsystem, beräknat på antalet individer. Djupzon 0 - 10 m.

	Tanypo- dinae	Orthocla- diinae	Chirono- mini	Tanytar- sini
Karlstads-syst.	53	21	18	8
Arnö-systemet	18	8	29	45
Detter-systemet	23	3	63	11

Tanypodinae

Ablabesmyia monilis L.
 Arctopelopia griseipennis vdW.
 Choncapelopia melanops Wied.
 Procladius ssp.
 Thienemannomyia fuscipes Edw.

Orthoclaadiinae

Aericotopus thienemanni Goethg.
 Corynoneura sp.
 Cricotopus albiforceps K.
 Cricotopus oscillator Mg.
 Diamesa sp.
 Eukiefferiella hospita Edw.
 Heterotrissocladius grimshawi Edw.
 " subpilosus Br.
 Monodiamesa bathyphila K.
 Orthocladus excavatus Br.
 Parakiefferiella sp.
 Potthastia gaedii Mg.
 Prodiamesa olivacea Mg.
 Psectrocladius bisetus G.
 " brehmi K.
 " fennicus Storå
 " psilopterus K.
 Rheorthocladus rufiventris Mg.

Chironomini

Chironomus anthracinus Zett.
 " plumosus L.
 Cryptochironomus sp.
 Glyptotendipes usmaënsis Pag.
 Microtendipes chloris Mg
 " pedellus deGeer
 Paracladopelma camptolabis K.
 " obscura Br.
 Paralauterborniella nigrohalteralis Mall.
 Paratendipes sp.
 Polypedilum nubeculosum
 Prochironomus sp.
 Pseudochironomus prasinatus Staeg.
 Stichtochironomus histrio Fabr.

Tanytarsini

Cladotanytarsus mancus Edw.
 " wexionensis Br
 Constempellina brevicosta Edw.
 Microspectra groenlandica And.
 Paratanytarsus setosimanus G.
 Stempellana subglabripennis Br.
 Stempellinella minor Edw.
 Stylotanytarsus securifer-gr.
 Tanytarsus curticornis K.
 " gregarius Edw.
 " heusdensis G.
 " holochlorus Edw.

Ephemeroptera (dagsländor, larver).

Baetis scambus Eat.
 Centroptilum luteolum Müll.
 Cloeon dipterum L.
 Caenis horaria L.
 " moesta Bengts.
 " rivulorum Eat.
 Ectyonurus sp.
 Ephemerella ignita Poda
 Heptagenia fuscogrisea Retz
 " sulphurea Müll.
 Leptophlebia verspertina L.

Plecoptera (bäcksländor, larver).

Capnia atra Mort.
 Diura bicaudata L.
 Nemoura cinerea Retz.

Trichoptera (nattsländor, larver).

Apatania muliebris Mc Lachl.
 Atripsodes annulicornis Steph.
 " cinereus Curt.
 Brachycentrus subnubilus Curt.
 Colpotalium? incicus Curt.
 Cynurus trimaculatus Curt.
 Ecnomus tenellus Ramb.
 Halesus tessellatus Ramb.
 Hydropsyche angustipennis Curt.
 " pellucida Curt.
 Lepidostoma hirtuum F.
 Linnophilus stigmata Curt.
 Orthotrichia tetensii Kolbe.
 Polycentropus flavomaculatus Pict.
 Stenophylax ? stellatus Curt.

Megaloptera (sävsländor, larver).

Sialis lutaria L.

Odonata (trollsländor, imago).

Erythronma najas Hans.

Heteroptera (skinnbaggar, imago).

Gerris sp.
 Hydrometra stagnorum L.
 Micromecta minutissima L.
 Notonecta glauca glauca L.
 Sigara sp.

Coleoptera (skalbaggar, imago).

Deronectes sp.
 Donacia clavipes F.
 Gyrinus sp.
 Haliphus immaculatus Gerh.
 Helophorus minutus Fabr.
 Hygrotus versicolor Schall.
 Riolus sp.

Tabell 13. Trichopterimago från Vänern. Leg. K.-H. Forsslund.

	öppen kust	Lurö	skärgård
<i>Hydroptila angulata</i> Mos.	x		
" <i>forcipata</i> Eat.	x		
<i>Polycentropus falvomaculatus</i> Pict.	x		
<i>Cyrnus trimaculatus</i> Curt.	x		
<i>Molanna angustata</i> Curt.	x		
<i>Micrasema</i> ? <i>nigrum</i> Br.	x		
<i>Atripsodes perplexus</i> McLachl.	x		
<i>Agapetus comatus</i> Pict.	x	x	
<i>Neureclipsis bimaculata</i> L.	x	x	
<i>Tinodes waeneri</i> L.	x	x	
<i>Polycentropus irroratus</i> Curt.		x	
<i>Goera pilosa</i> F.		x	
<i>Atripsodes annulicornis</i> Steph.		x	
<i>Phrygania striata</i> L.		x	x
<i>Molanna albicans</i> Zett.		x	x
<i>Atripsodes aterrimus</i> Steph.		x	x
<i>Atripsodes nigronevrosus</i> Retz.	x	x	x
<i>Holocentropus pipicornis</i> Steph.	x		x
<i>Psychomyia pusilla</i> F.	x		x
<i>Brachycentrus subnubilus</i> Curt.	x		x
<i>Atripsodes cinereus</i> Curt.	x		x
<i>Hydroptila cornuta</i> Mos.			x
" <i>pulchricornis</i> Eat.			x
<i>Cyrnus flavidus</i> McLachl.			x
<i>Agrypnia pagetana</i> Curt.			x
<i>Oecetis lacustris</i> Pict.			x
<i>Hydroptila dampfi</i> Ulm.			x

Tabell 14. Vänerns bottenfauna.

Crustacea (kräftdjur)

Mysis relicta Lov.
 Gammaracanthus lacustris Sars
 Gammarus pulex L.
 Pallasea quadrispinosa Sars
 Pontoporeia affinis Lindstr.

Asellus aquaticus L.
 Mesidothea entomon L.

Bytotrephes longimanus Leyd.
 Eurycerus lamellatus Müll.
 Holopedium gibberum Zadd.
 Iliocryptus acutifrons Sars
 Latona setifera
 Leptodora kindtii Focke
 Ophryoxus gracilis Sars
 Sida crystallina Müll.

Gastropoda (snäckor)

Acroloxus lacustris L.
 Ancylus fluviatilis Müll.
 Bathymophalus contortus L.
 Gyraulus acronicus Fer.
 " laevis Ald.
 Lymnea palustris Müll.
 " peregra Müll.
 " stagnalis L.
 Physa fontinalis L.
 Valvata macrostoma Steenb.

Hirudinaea (iglar)

Glossosiphonia hetroclita L.
 Haemopsis sanguisuga L.
 Helobdella stagnalis L.
 Hemicleipsis marginata Müll.
 Herpobdalla atomaria Car.
 " octocullata L.
 Pisicola geometra L.
 Protocleipsis tessellata Müll.

Tabell 15. Storvänerns profundal. Bottenfaunans abundans i ind./m², den procentuella fördelningen mellan djurgrupper och gruppernas konstans i prover från 1920 (Nordquist, opubl.), Lysén (1962) och 1963 - 67. I beräkningarna har uteslutits små nematoder, chironomider och oligochaeter samt alla cladocerer, copepoder och ostracoder.

<u>Ind/m²</u>	St.crust.	Insect.	Oligoch.	Sphaer.	Turb.	Nem.	Summa
1920	50	9	100	1	1	2	163
1959	38	5	50	10	-	2	105
1963 - 1967	144	42	313	106	19	9	633

Andel i totalfaunan %

1920	30,7	5,5	61,3	0,7	0,6	1,2
1959	36,2	4,8	47,6	9,5	-	1,9
1963 - 1967	22,7	6,6	49,5	16,8	3,0	1,4

Konstans i prover %

1920	71	71	86	14	19	14
1959	43	29	62	33	-	10
1963 - 1967	79	58	95	84	32	21

Tabell 16. Vänern. Huvudgruppernas konstans. Siffrorna anger den procent av totala antalet prover där de enskilda huvudgrupperna uppträder.

	Grimås 1963-67	Lysén 1959	Nordquist 1920
Oligochaeter	96	60	86
Chironomider	85	45	64
Små kräftdjur	85	8	-
Copepoder	83		
Sphaeriidae	68	37	11
St. kräftdjur	42	20	64
Hydracariner	32	-	-
Cladocerer	28		
Turbellarier	26	-	14
Ostracoder	26		
St. insekter	21	2	-
Nematoda, stora	17	8	18
Övriga insekter	13	6	-
Snäckor	4	-	-
Hydra	2	-	-
Anodonta	2	-	-
Hirudinaea	1	-	-
Prov utan organismer	0	15	14

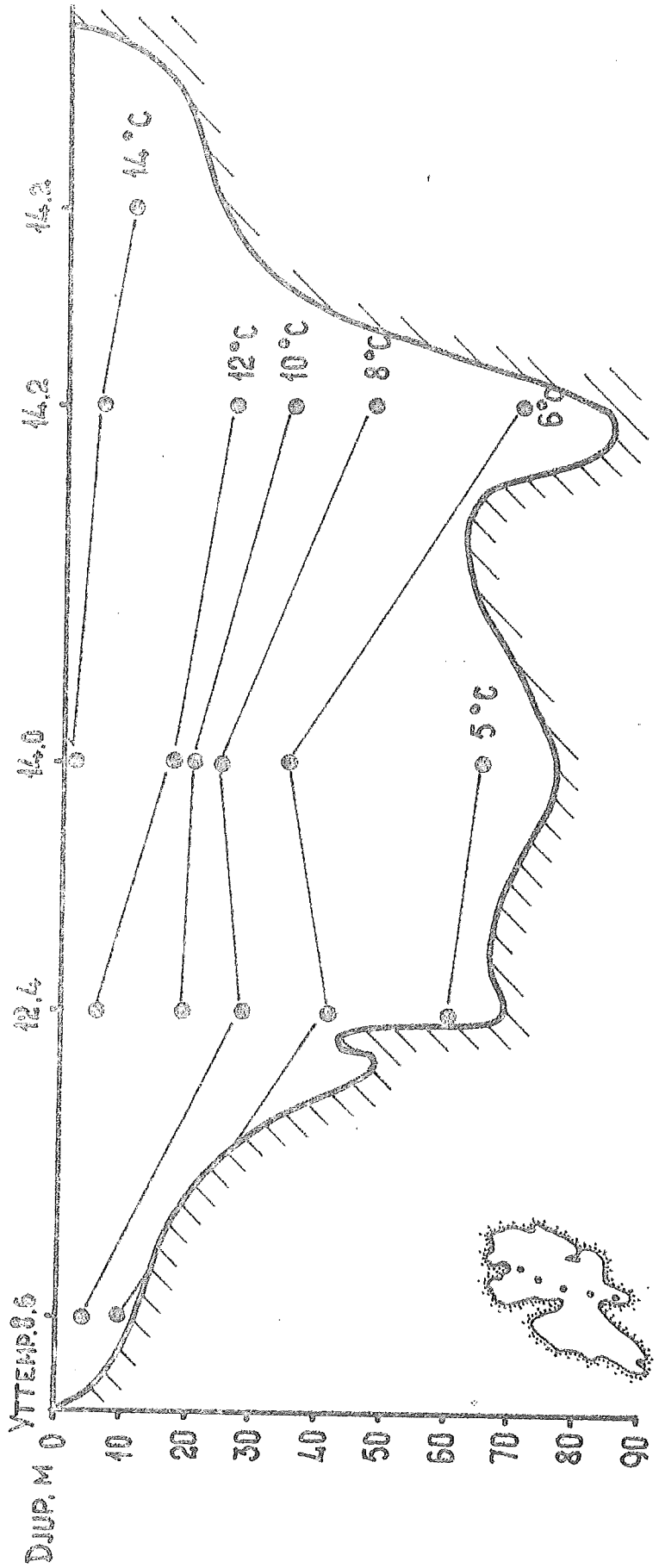
Tabell 17. Bottenfaunans abundans i Vänerns skärgårdar och lokalområden enligt 1959 års och 1963 - 67 års undersökningar.

Ind/m ²	St. crust	Insect	Oligoch	Sphaer	Turb	Nem	Summa
1959:							
alla lokalomr.	11	48	172	21	-	2	254
enb. skärgård	-	76	223	36	-	-	335
1963 - 1967:							
litoral	88	974	675	93	23	7	1 860
profundal	-	133	3 943	38	-	-	4 114

VÄNERN.

VÄTTEMPERATURER I VÄRMLANDSSJÖN, 6 AUG. 1955.

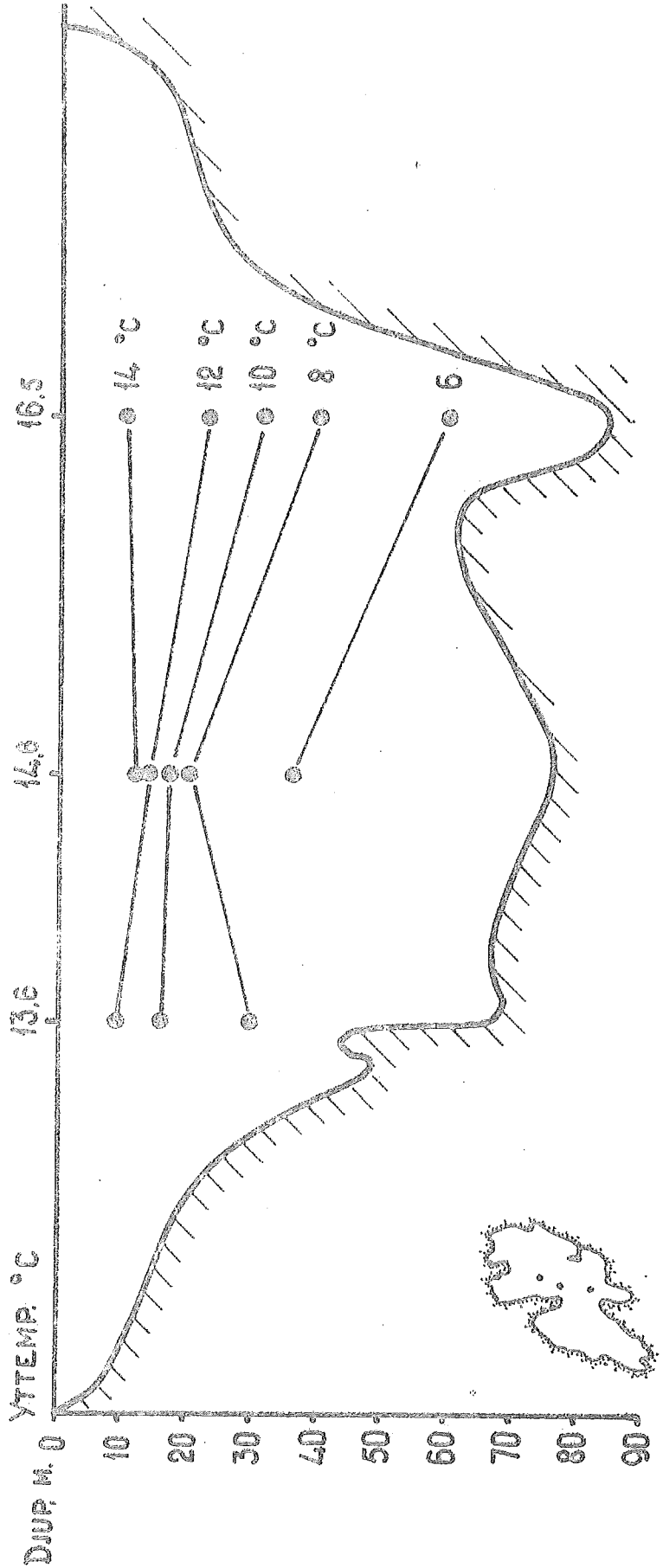
KINNEVIKEN LURÖ SKÄRG. VÄRMLANDS NÄS HAMMARÖN
Ö. RUNNEN Ö. SÖLÖNGEN Ö. TÄRNAN SHÖNAN



VÄNERN.

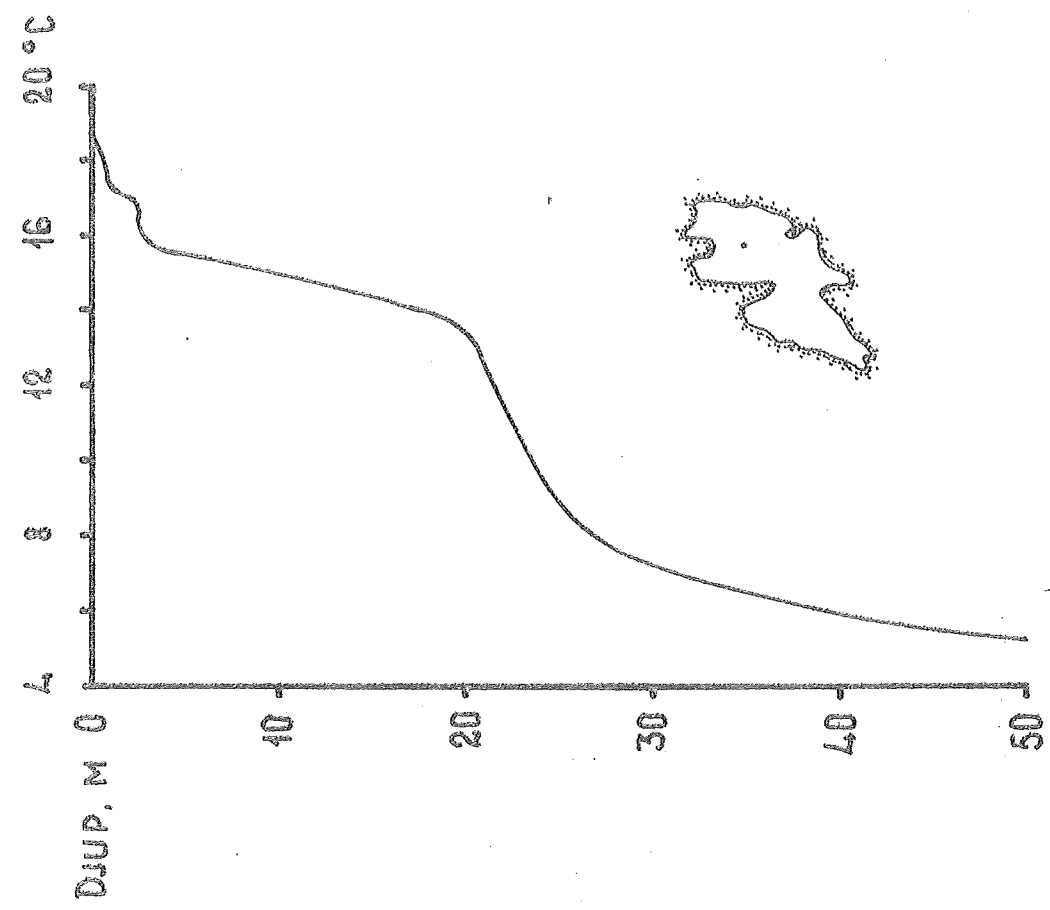
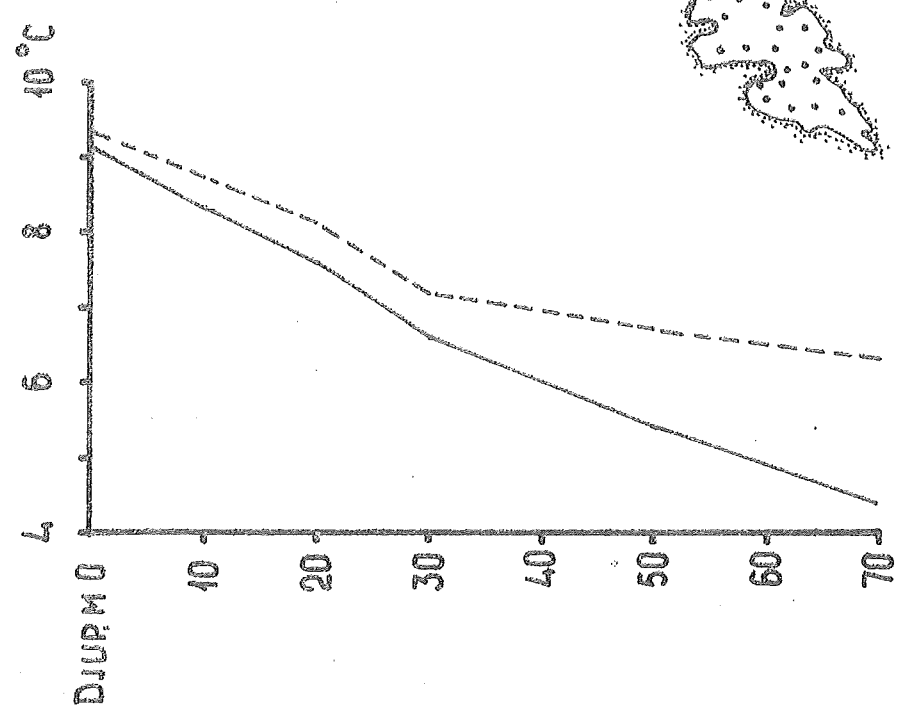
VATTENTEMPERATURER I VÄRMLANDSSJÖN, 24 JULI 1967.

KINNEVIKEN LURÖ SKÄRG. VÄRMLANDS NÄS HAMMARÖN
Ö. RUNNEN Ö. SÖINGEN Ö. TÄRNAN



VÄRMLANDSSJÖN, DALBOSJÖN
MEDELTEMPERATURER 8-10 JUNI 1964

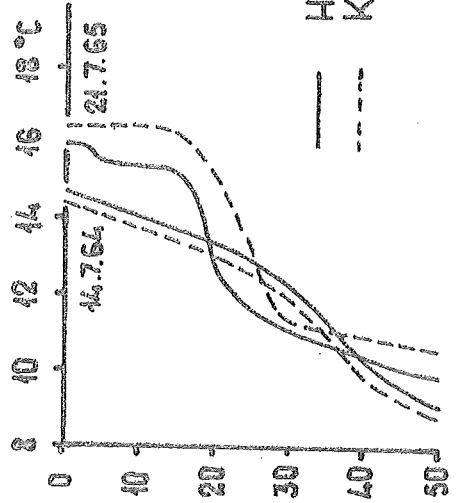
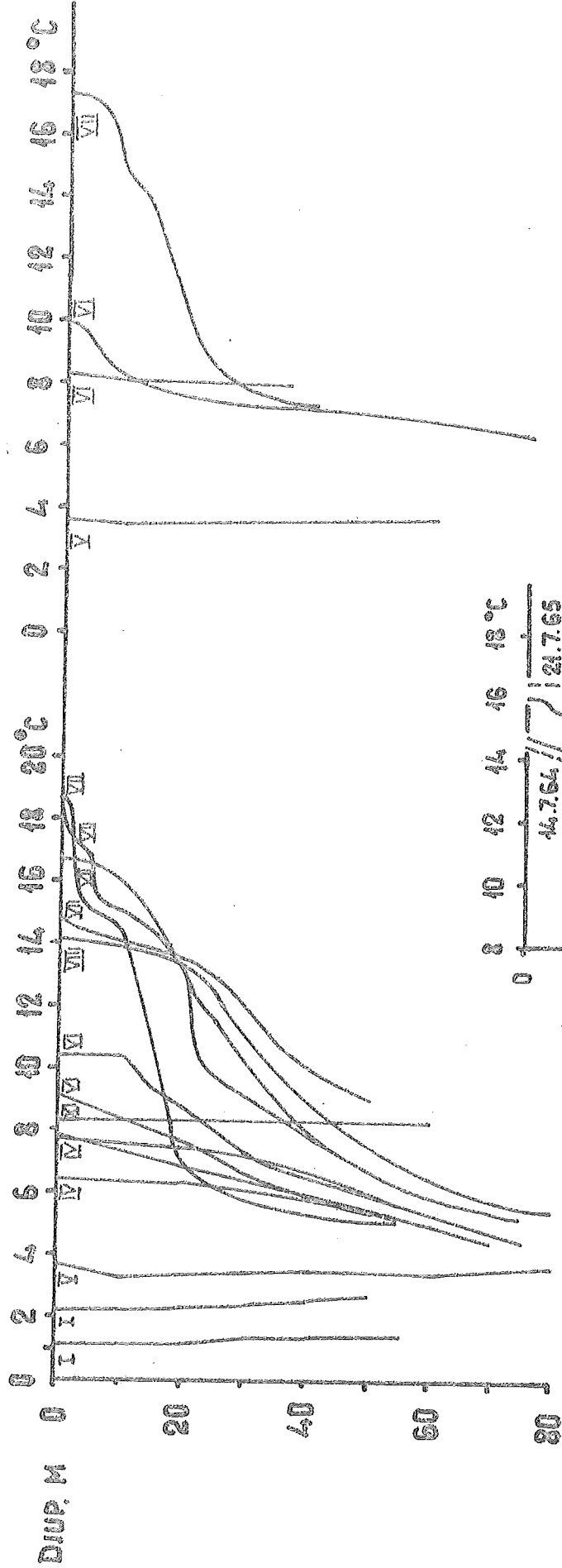
CENTRALA VÄRMLANDSJÖN.
TEMPERATURSKIKTNING 31 JULI 1965.



NÅGRA TEMPERATURKURVOR FÖR VÄNERN.

VÄRMLANDSSJÖN

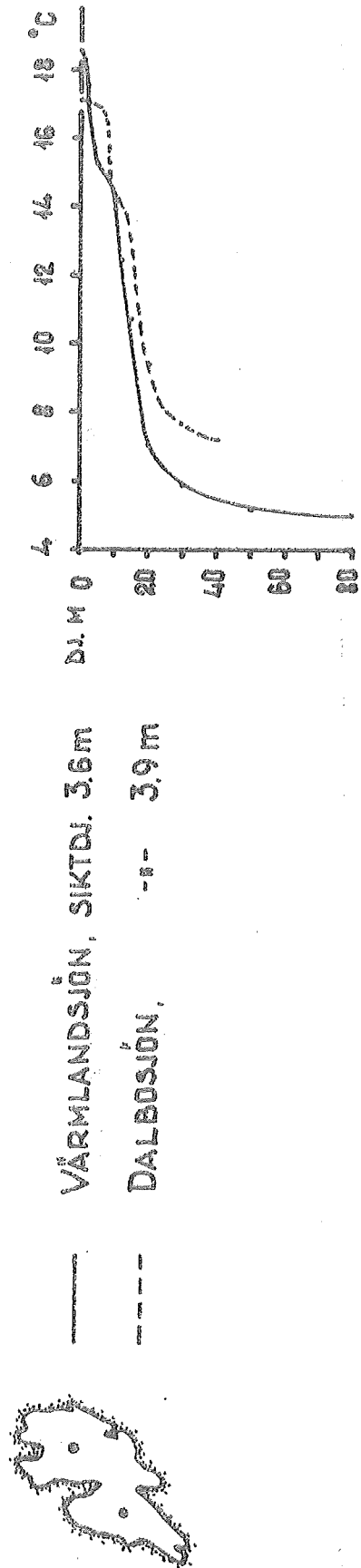
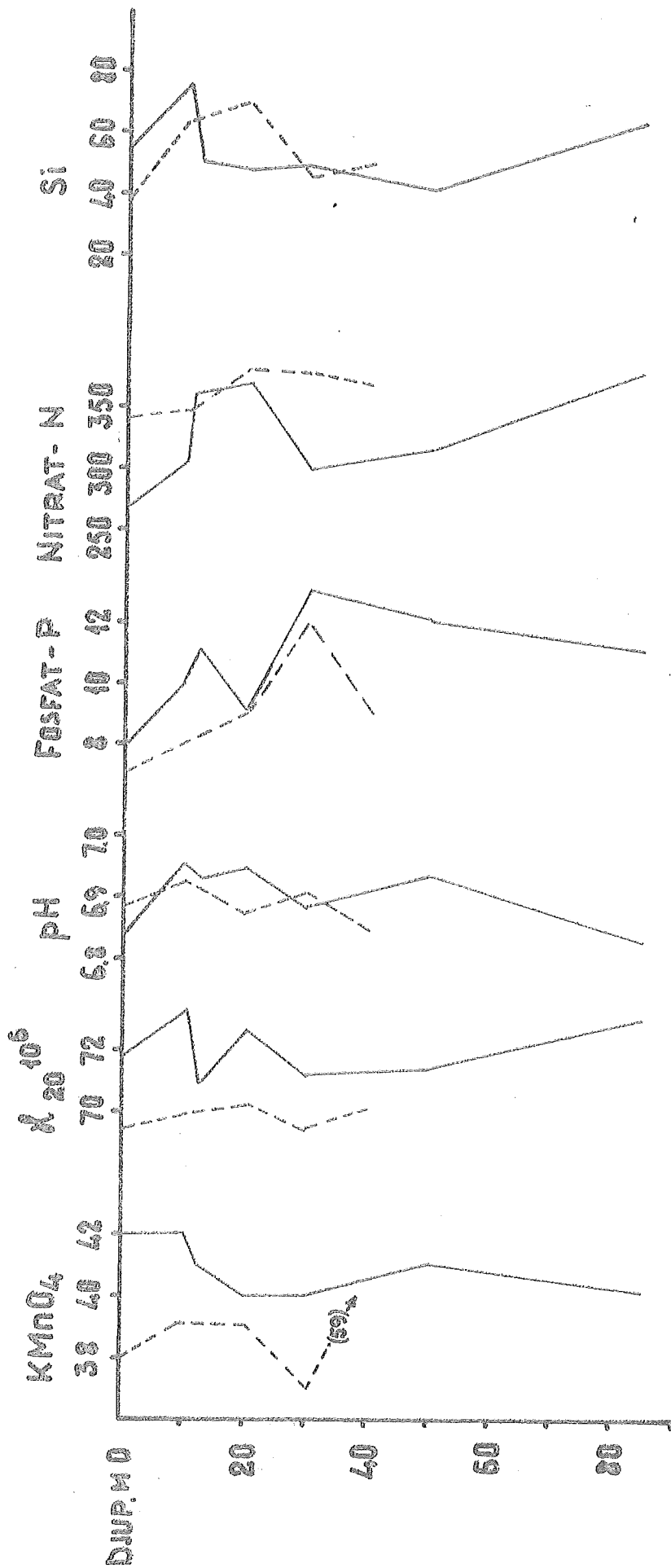
DALBOSSJÖN



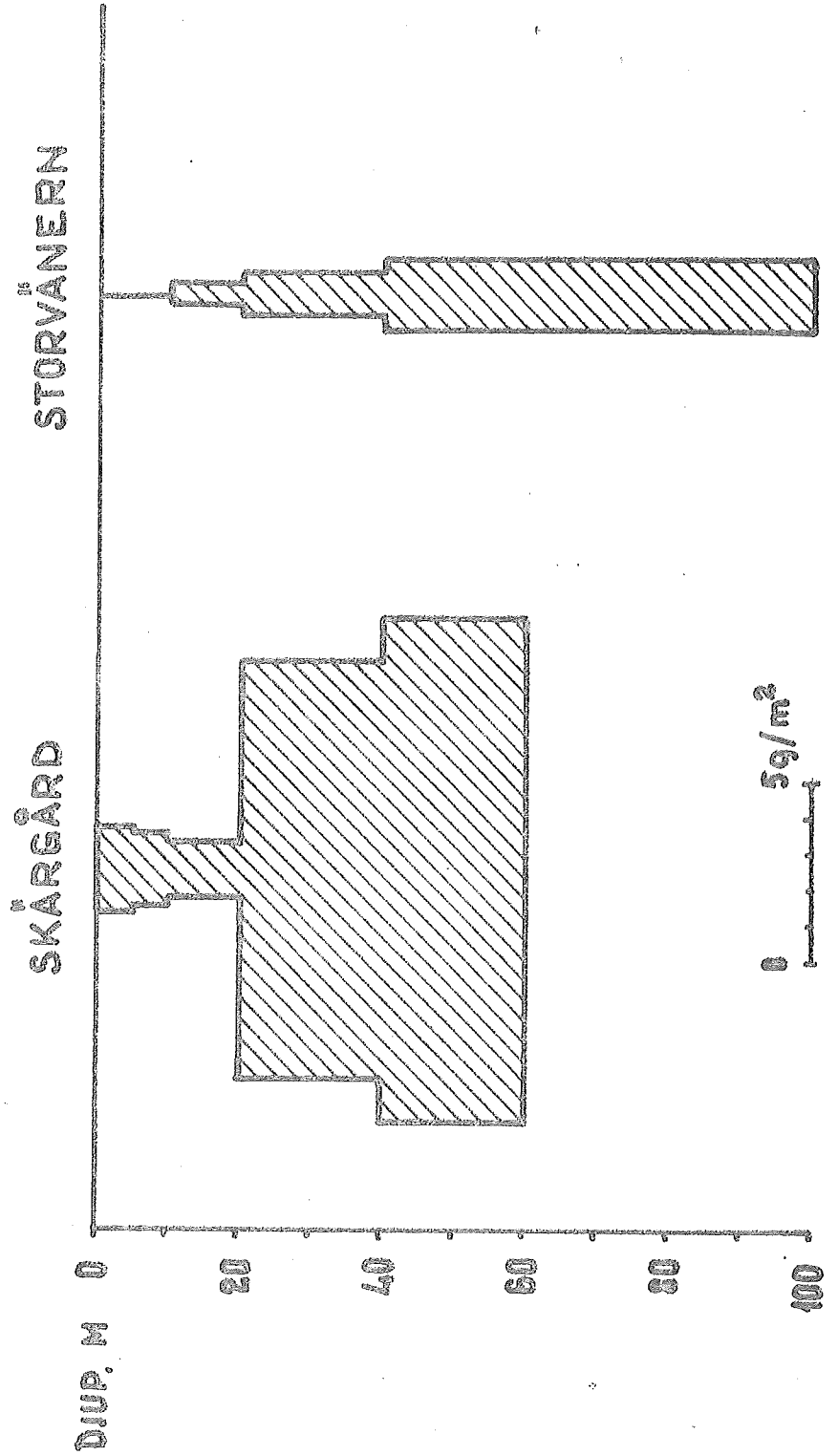
I - JAN
 V - JUN
 VII - DEC

— HÅRÖ, N. VÄRMLANDSSJÖN
 - - - KATTFJORDEN

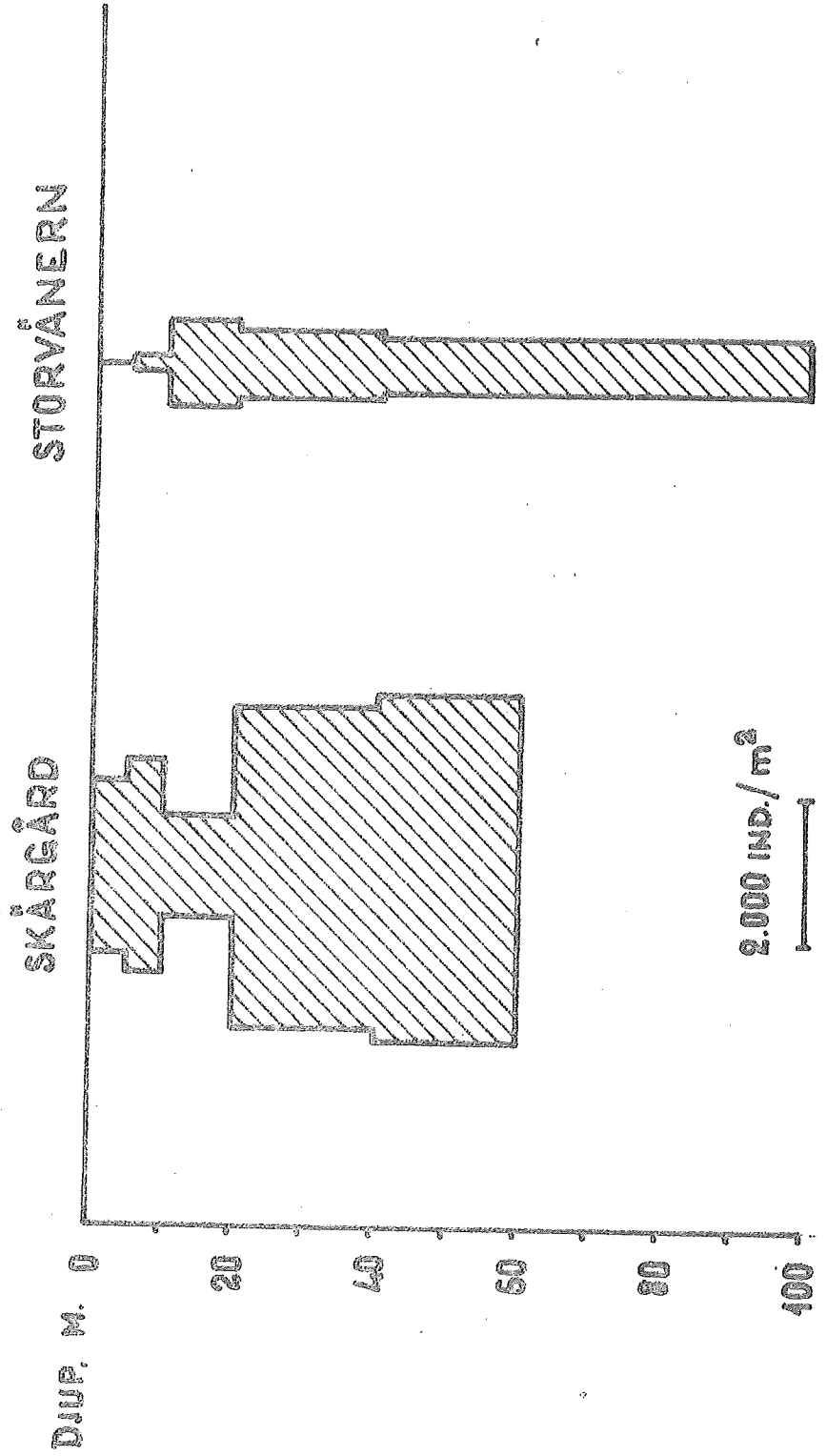
NÅGRA VATTENKEMISKA DATA FRÅN VERTIKALPROVTAGNING I CENTRALA DELARNA AV VÄRMLANDSSJÖN OCH DALBOSJÖN DEN 18 JULI, 1967.



BOTTENFAUNANS DJUPFÖRDELNING I VÄNERN.
BIOMASSA, g/m².

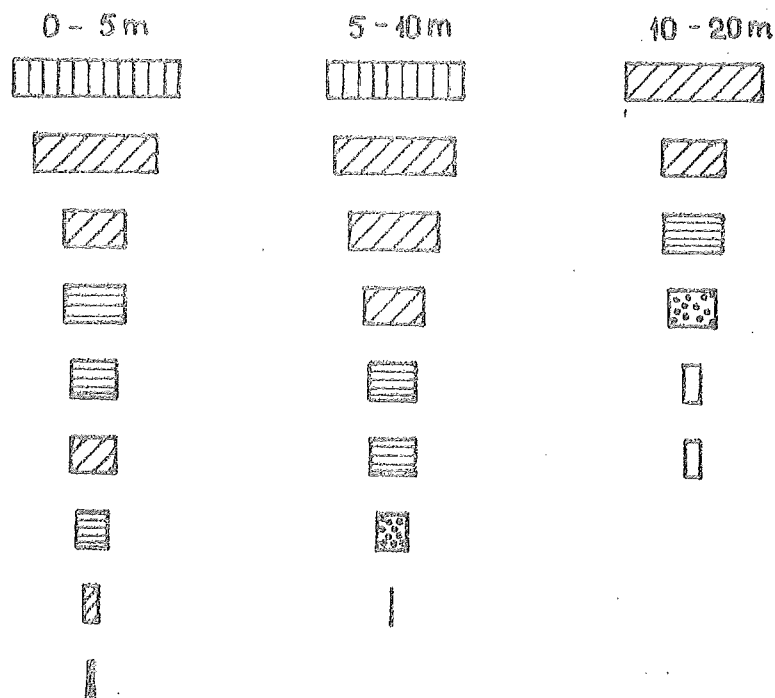


BOTTENFAUNANS DJUPFÖRDELNING I VÄNERN.
ABUNDANS, IND./m².

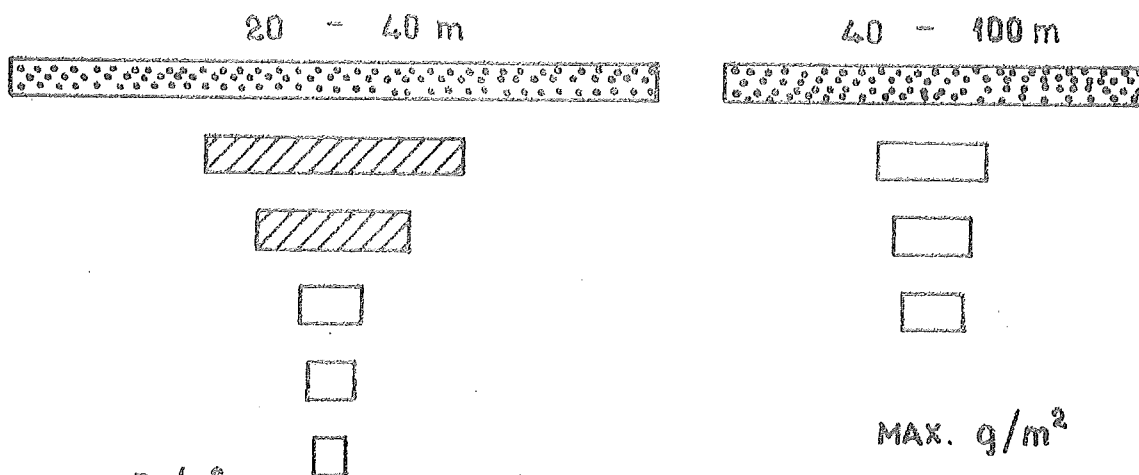


BOTTENFAUNANS BIOMASSA, g/m^2 , I OLIKA DJUPZONER OCH REGIONER AV VÄNERN.

LITORAL



PROFUNDAL



0 $5g/m^2$

	MAX. g/m^2
KATTFJORDEN	21.6
KARLSTADSYST.	8.6
DETTERNSYST.	5.6
STORVÄNERN	3.5
ARNÖSYST.	2.2

V Referenser

- Ahl, T., 1962. Vattenkemiska förhållanden i Göta Älv, Lilla och Stora Delsjön, Södra och Norra Långvattnet samt Rådasjön vid Gunnebobro. Stenc., Limnologiska Inst., Uppsala. 29 pp.
- Brundin, L., 1949. Chironomiden und andere Bodentiere der südschwedischen Urgebirgsseen. Rept.Inst.Freshw.Res., Drottningh., 30. 914 pp.
- Cleve-Euler, A., 1951. Die Diatomeen von Schweden und Finland. Kungl.Sv.Vetensk.Akad. Handl., 2 (1). 163 pp.
- Ekman, S., 1907. Über das Crustaceenplankton des Ekoln (Mälaren) und über verschiedene Kategorien von mariner Relikten in schwedischen Binnenseen. Zool.stud., tillägnade prof. T. Tullberg, Uppsala, 42-65.
- Grimås, U., 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in northern Sweden. Rept.Inst.Freshw.Res., Drottningh., 183-237.
- 1969. The bottom fauna of Lake Vättern, central Sweden, and some effects of eutrophication. Rept.Inst.Freshw.Res., Drottningh., 49, 49-62.
- Huber-Pestalozzi, G., 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers. Bd XVI, 346-549.
- Jovén, P., 1962. Undersökningar i Vänern åren 1959-1961. Kommittén för Vänerns vattenvård, Rapport no 1. 14 pp.
- Karlgren, L., 1964. Vänerundersökningarna 1959. Stenc. 20 pp.
- Lysén, G., 1962. Undersökning av bottenprov med avseende på makrozoosamhällets kvalitativa och kvantitativa sammansättning. Kommittén för Vänerns vattenvård, Rapport no 1. 3 pp.
- Milbrink, G., 1969. Microgradients at the mud-water interface. Rept.Inst.Freshw.Res., Drottningh., 49, 129-148.
- 1970. Oligochaetsamhällen som miljöindikatorer i Vänern. Inf., Sötvattenslab., Drottningh., nr 3. 6 pp.
- Norrman, J.O., 1968. Rapport angående sedimentfördelningen i Vättern. Stenc. 9 pp.
- Nümann, W., 1964. Die Veränderung im Blaufelchenbestand (*Coregonus wartmanni*) und in der Blaufelchenfischerei als Folge der künstlichen Eutrophierung des Bodensees. Verh.Internat.Verein. Limnol., XV, 514-523.
- Sandberg, G., 1969. A quantitative study of chironomid distribution and emergence in Lake Erken. Arch.Hydrobiol./Suppl. XXXV, 2, 119-201.
- Stjerna-Pooth, I., 1968. Undersökning av bentos (alger och djurformer) vid Vätterns stränder den 8-9/9 1966 och den 28/6 1967. Stenc. 13 pp.
- 1969. Biologisk undersökning av påväxt och djurformer runt Vänerns stränder den 4-10/6 och 12-14/8 1968. Stenc. 7 pp.
- Teiling, E., 1962. Vänerns algplankton och dess vittnesbörd om vänervattnets trofiska standard. Kommittén för Vänerns vattenvård, Rapport no 1. 4 pp.
- Wendt, C., 1969. Fiskar och fiske i Vänern. Stenc. 35 pp.
- Åberg, B. och Rodhe, W., 1942. Über die Milieufaktoren in einiger südschwedischen Seen. Symb.Bot.Ups., 5 (3). 256 pp.