

258

OK

G. ANDERSSON, B. BERZINS, S. BJÖRK OCH C. GELIN

VOMBSJÖNS SOMMARGRÖNA VATTEN

Särtryck ur Skånes Natur 55 (1968)

Vombsjöns sommargröna vatten

AV

G. ANDERSSON, B. BERZINS, S. BJÖRK OCH C. GELIN

Sjön i händelsernas centrum

Alla människor — vi i Skåne också — består som bekant av vatten mest, åtskilliga skåningar av vatten från Vombsjön. Nära 35 % av skånelänens befolkning bor nämligen i den sydvästregion, som fortfarande har Vombsjön som viktigaste källa. Vattnet pumpas från sjön, infiltreras i Vomb-sanden, pumpas upp som konstgjort grundvatten till städernas kranar och distribueras till humana pumpverk för att pulsera i malmö- och lundabor. Vombsjövattnet utgör således en del av många bland oss, och vi borde väl därför vara intresserade av att veta mer om ursprunget till denna del.

Det är jämnt 20 år sedan vatten först började pumpas från Vombverket till Malmö. Från början var uttaget 600 l/sek. Snabbt har under nyttjandetiden ansökningar kommit om att få göra allt större uttag; 1964 var en ansökan om ökning av uttagsrätten till 1,500 l/sek aktuell. För att kunna ta ut så mycket vatten måste sjön regleras och tidvis fyllas över sina bräddar. I avvaktan på en mera långsiktig lösning av s.v. Skånes vattenproblem blir Vombsjön en invallad reservoar.

Vombsjön har berett vattendomstolen många arbetstillfällen, inte bara i samband med dess nyttjande som vattentäkt utan bl.a. även inför sänkningen av sjön på 1940-talet, då den oförglömliga terrängjusteringen i och kring Kävlingeån begicks. Man tycker sig kunna förutsätta, att de limnologiska förhållandena skulle vara välkända i ett vatten som Vombsjön, sjön, som nu så länge stått i händelsernas

centrum. Men faktiskt visade sig summan av det limnologiska vetandet vara besvärande blygsam.

Som följd av de genomförda och tilltänkta ingreppen ändras naturligtvis de limnologiska förhållandena; ser man dessa ändringar ur sjöutvecklingshistorisk synvinkel, är det fråga om tvära karaktärskast. Den växande ansvarskänslan både in- och utrikes i samband med exploateringen av naturresurserna har bl.a. medfört, att man numera brukar anse kontrollen av utvecklingsförloppen i de vatten, som utnyttjas, såsom ett obligatorium. Det skall emellertid då vara fråga om meningsfyllda undersökningar, som verkligen ger ett grepp om tillstånd och utvecklingstrend i hela det limniska ekosystemet, inte om analyser av lösryckta och då intetsägande enskildheter.

För att framdeles kunna jämföra förhållandena i den invallade Vombsjön med tillståndet före invallningen genomfördes sommaren 1967 en undersökning från Limnologiska institutionen i Lund. Det historiska perspektivet är nämligen det man saknar mest och oftast, då det gäller att bedöma utvecklingen och att ställa prognoser beträffande vatten, vare sig det gäller deras utnyttjande som recipienter, renvattentäkter och regleringsmagasin eller de limniska ekosystemens roll vid anrikningen av biocider etc. För Vombsjöns del bör de påbörjade allsidiga limnologiska undersökningarna fortsättas.

I det följande lämnas en skissartad framställning av den karakteristiska sommarsituationen i Vombsjön, representerad av några resultat från provtagningar den 25 juli 1967. Grundmaterialet finns på Limnologiska institutionen i Lund, och en fullständigare redogörelse avses att i annat sammanhang senare publiceras. Det är här således fråga om en ögonblicksbild av situationen i sjön under sommaren, och här tas upp resultaten från analyserna av de mest betydelsefulla kemiska och fysikaliska faktorerna hos vattnet, från de kvalitativa och kvantitativa bestämningarna av växt- och djurplankton samt från bestämningarna av växtplanktons primärproduktion. En limnologisk undersökning skall bestå av miljö- och organismanalyser, som skall sammanfogas till synteser. Då man vill beskriva och förklara sammansättningen och utvecklingsgraden av t.ex. en sjös plankton, måste man nämligen ta i beaktande den miljö organismerna lever i. Alla plankter är således direkt beroende av temperatur- och ljusförhållandena; växtplankterna är för sin utveckling vidare starkt avhängiga av tillgången på närsalter, såsom

nitrat och fosfat, medan t.ex. syrgashalten är en viktig faktor för planktondjuren.

Högsommarväder hade rått en tid före den 25 juli 1967, och även provtagningsdagen var vädret soligt, men ett regnområde trängde in under kvällen. Det blåste en frisk sydvästlig vind, och därför cirkulerade hela vattenmassan. Vattenblommen var kraftig, vattnet grönt och dess genomskinlighet så dålig, att en vit skiva (diam. 25 cm) försvann ur sikte redan på ca 0,5 m djup.

Vattnet

Fysikaliska och kemiska analyser presenteras i tab. 1, vars data förtjänar att något kommenteras.

Det infallande ljuset absorberas mycket effektivt av den stora mängden plankton. Sätter man det på ytan infallande ljuset till 100 %, återstår i Vombsjön endast 0,6 % på 2 m djup (tab. 1, fig. 1). Detta betyder, att under 2 m råder praktiskt taget mörker.

Den stora rikedom på växtplankton leder även till en övermättnad av syrgas i de övre skikten, något som är kännetecknande för högproduktiva sjöar. Tack vare cirkulationen i den för vindar exponerade sjön är syrgasförhållandena goda även i bottenvattnet. Helt annorlunda blir förhållandena om inte hela vattenmassan röres om, såsom vid lugnt och varmt väder eller vintertid under isen i en icke genomrunnen sjö. Då kan syrgasförrådet i bottenvattnet snabbt förbrukas med en allvarlig syrgasbrist som följd. Verkningarna av denna gör sig gällande såväl direkt som indirekt.

Vattnets pH-värde ligger över 9, vilket måste betraktas som högt. Det är en direkt följd av rikedom på växtplankton. Genom assimilationsprocesserna tas kolsyra upp ur vattnet och resulterar i att pH stiger. Höga värden får man vid stor växtplanktonrikedom och vid soligt väder — just de förhållanden, som rådde i Vombsjön vid den aktuella provtagningen.

Specifika ledningsförmågan är ett mått på vattnets totala halt av joner. De jonslag, som kvantitativt sett är av störst betydelse i detta sammanhang, är kalcium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, karbonat, sulfat och klorid, av vilka kalcium och bikarbonat förekommer i störst koncentrationer. Som synes i tab. 1 är koncentrationerna i stort sett desamma på samtliga provtagningsnivåer. Utöver

Tab. 1. Fysikaliska och kemiska analysdata från Vombsjön den 25 juli 1967.

Djup m	Temperatur °C	Totalljusfördelning i % av infallande ljus	Specifik ledningsförmåga μS_{20}	pH	Vattenfärg mg Pt/l	Syrgas mg/l	Syrgas mättnadsprocent	mekv/l							$\mu g/l$		
								Kalcium	Magnesium	Natrium	Kalium	Bikarbonat + karbonat	Sulfat	Klorid	Nitrat-kväve	Nitrit-kväve	Fosfat-fosfor
0,2	19,6	56	292	9,3	20	11,0	122	2,34	0,45	0,41	0,11	1,82	1,09	0,50	380	18	17
1	19,6	7,6	297	9,3	20	10,7	119	2,34	0,45	0,42	0,11	1,82	1,09	0,50	375	19	17
2	19,5	0,6	299	9,3		10,5	117					1,82					
3	19,5		299	9,3	20	10,5	117	2,34	0,45	0,42	0,11	1,83	1,09	0,50	360	18	15
6	19,4		300	9,2	20	9,6	107	2,38	0,45	0,42	0,11	1,84	1,09	0,50	365	19	23
9	19,3		299	9,2	20	9,8	109	2,38	0,45	0,41	0,11	1,86	1,10	0,50	365	19	21
12	19,1		305	9,1	20	7,9	88	2,44	0,45	0,41	0,11	1,88	1,09	0,50	355	18	42

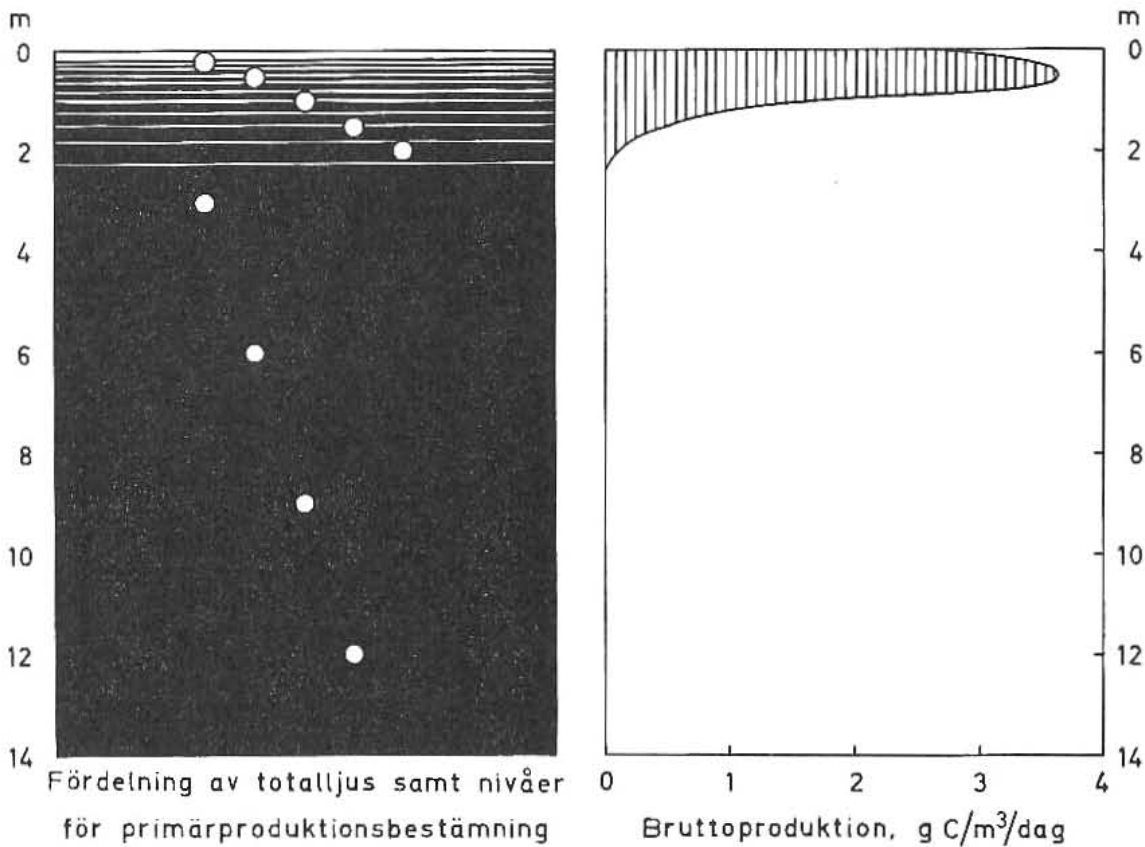


Fig. 1. Vänstra bilden illustrerar den vertikala fördelningen i Vombsjöns vatten av det vid sjöytan infallande totalljuset. Belägenheten av de vid primärproduktionsbestämningen använda flaskorna är markerad med öppna cirklar. Högra bilden visar, att fytoplanktons primärproduktion är begränsad till det allra översta vattenskiktet. I den övervägande delen av sjön råder mörker, och där producerar fytoplankton inte heller någon organisk substans. Vattendjupet är markerat i de vertikala skalorna.

de uppräknade förekommer i vattnet en del andra joner, vanligen i betydligt lägre koncentration men av vital betydelse för växtplanktonerna. I tab. 1 har medtagits nitrat, nitrit och fosfat. Mängden nitrat och i ännu högre grad mängden fosfat är direkt avgörande för utvecklingen av växtplanktonet, och en ökad tillförsel, t.ex. genom avloppsvatten, resulterar snabbt i en kraftigare kvantitativ utveckling.

Fosfatet anrikas i algerna, samtidigt som vattnet i sjöarnas ytskikt under sommarhögproduktionen utarmas på detta ämne. För jämförelser mellan olika sjöar lämpar sig värden från den tidiga våren bäst, nämligen från den period omedelbart efter islossningen, då

sjöns hela vattenmassa är omblandad och då planktonproduktionen ännu är låg.

Vombsjöns vatten är näringsrikt — det visar både vattenanalyserna och planktonrikedomen. Det är delvis en naturlig följd av omgivningarnas geologiska egenskaper, delvis en följd av en i sen tid alltmer accentuerad kulturpåverkan. Flera tätorter släpper ut närsaltrikt avloppsvatten i Björkaån, sjöns största tillflöde, och med dräneringsvattnet från de gödslade åkrarna kommer också betydande mängder näringsämnen. Näringstillgången är så god, att den möjliggör för växtplankterna att förekomma i stor mängd hela sommaren — Vombsjöns vatten är grönt från maj till september.

Mikroskopiska växter och djur — sjöns plankton

Växtplankton

Den gröna färgen hos Vombsjöns vatten orsakas naturligtvis av den stora mängden mikroskopiska växter (alger), som svävar fritt omkring i vattenmassan. Det är många släkter och arter, som är representerade, av vilka en del förekommer mycket fåtaligt, andra oerhört talrikt. Hur det kan se ut i en droppe ytvatten, visar fig. 2 a. Fig. 2 b visar sammansättningen av det prov man får i en planktonhåv med en maskstorlek av 0,06 mm. Som synes skiljer sig sammansättningen betydligt, och vid insamling med planktonhåv måste man hålla i minnet, att man får en koncentration av de större former, medan man går miste om många mindre former, som går igenom håvens maskor.

I tab. 2 ingår de vanligast förekommande släkterna och arterna med uppgift om antal enheter per liter vatten från ett prov, taget på 1 m djup. Räkningen har skett under ett speciellt planktonmikroskop med en teknik, som medger, att man kan räkna samtliga organismer från en bestämd vattenvolym. En del arter bildar kolonier, och då räknar man vanligen antalet sådana. Antalet celler i en koloni kan uppgå till flera hundra.

Inom en del släkter, t.ex. *Chlamydomonas*, är det svårt att bestämma organismerna till arten, och man får nöja sig med att ange släktet. Orsaken är, att organismerna dels är små — bara ca 0,01 mm — och dels att de vanligen deformerar sig vid fixeringen.

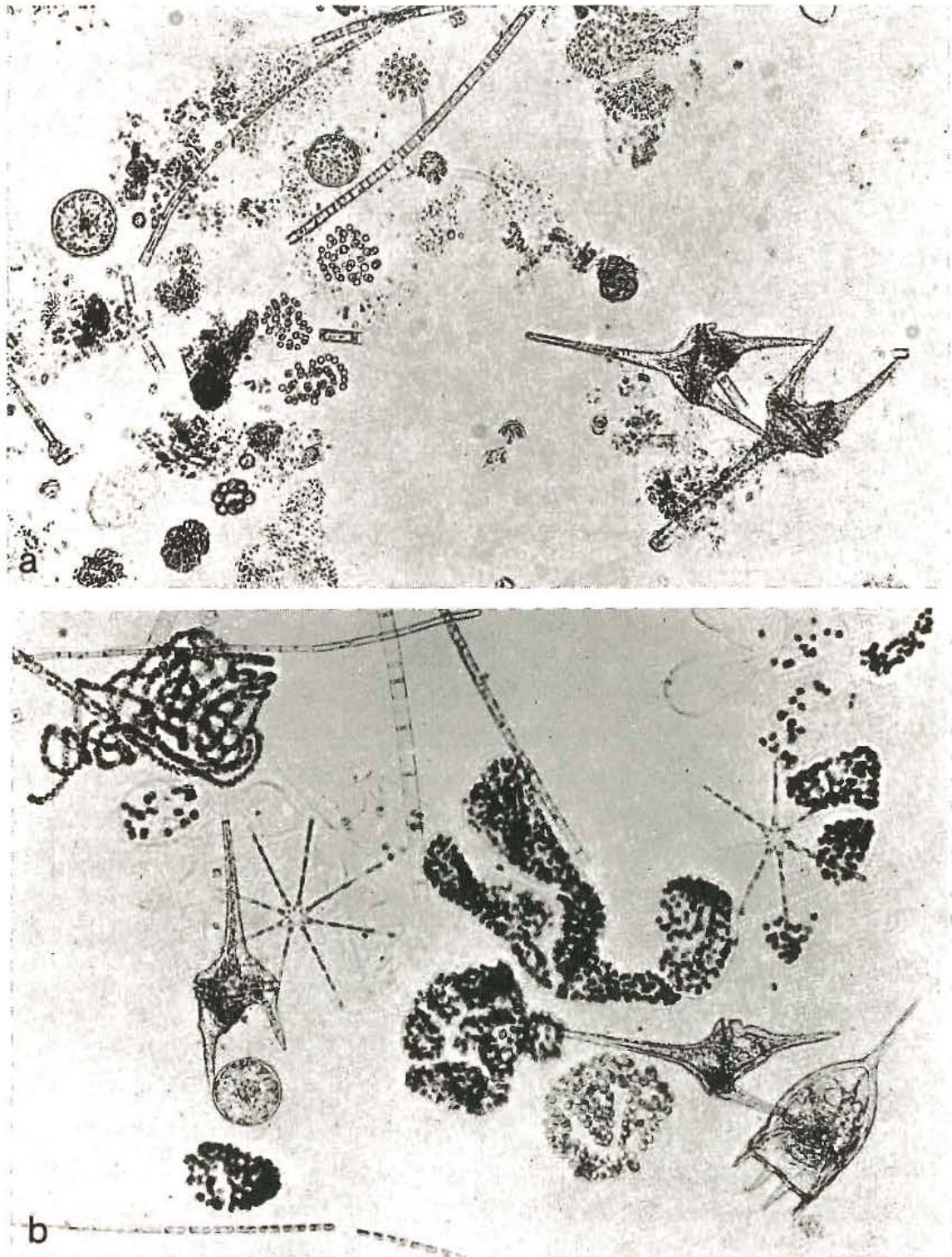


Fig. 2. Mikrofoto av plankton från Vombsjön 25/7 1967. Den övre bilden (a) visar planktonsammansättningen i ett ytprov, taget efter anrikning genom sedimentation. Nedre bilden (b) visar sammansättningen efter anrikning genom håvning. De två stora organismerna i övre bildens högra del är pansarflagellaten *Ceratium hirundinella*. Längd ca 0,2 mm. I centrum av den nedre bilden ses kolonier av *Microcystis viridis* och i nedre högra hörnet ett exemplar av rotatorien *Keratella cochlearis*.

Som synes i tab. 2 är planktontätheten mycket stor, och totalt finns per liter vatten ca 3 mill. enheter (individ resp. kolonier). En imponerande siffra, så stor, att man har svårt att få riktigt begrepp om den oerhörda mängden. Räknar man om det till antal enheter i en vattendroppe, får man siffran 600!

Flera av de mest talrika växtplankterna tillhör gruppen blågröna alger. *Aphanizomenon flos-aquae* och *Oscillatoria Agardhii* med trådformade kolonier samt *Aphanothece stagnina* och de tre *Microcystis*-arterna *M. viridis*, *M. aeruginosa* och *M. flos-aquae* med oregelbundet formade kolonier är de arter, som huvudsakligen bidrar till att ge vattnet i Vombsjön dess gröna färg. Cellerna innehåller små gasblåsor (pseudovakuoler), som gör dem lättare än vattnet, och vid lugnt väder ansamlas de i ytvattenskiktet. Vid sådana tillfällen kan man i Vombsjön se hur de blågröna algerna ligger i ett markerat, ofta mönstrat lager i vattenytan.

Växtplanktons primärproduktion

En sjös växtplankton nybildar organisk substans av koldioxid och vatten med solljuset som energikälla. Denna process äger rum i alla gröna växter, såväl på land som i vatten, och benämnes fotosyntes (kolsyreassimilation). Växtplanktons fotosyntetiska substansnybildning — dess primärproduktion — har i Vombsjön bestämts enligt en metod, som bygger på användandet av den radioaktiva kolisotopen ^{14}C (STEEMANN NIELSEN 1952, 1965).

^{14}C -tekniken kan i korthet beskrivas på följande sätt. Med en vattenhämtare överföres vattenprov från olika djup i sjön till 100 ml genomskinliga glasflaskor med inslipad propp. Till var och en av dessa flaskor sättes med en steril pipett en känd mängd radioaktivt kol i form av en natriumbikarbonatlösning (^{14}C -aktivitet: 4 mikrocurie). Flaskorna fästes vid en smal stång, monterad mellan två flottörer, sänkes ned och exponeras från kl 12 till solnedgången under rådande ljusförhållanden på samma djup, från vilka proven tagits. Omedelbart efter solnedgången inhämtas produktionsflaskorna och placeras mörkt och svalt tills filtrering kan ske av proven.

Beroende på mängden växtplankton i produktionsproven tryckfiltreras en viss volym av innehållet i respektive flaskor genom finporiga membranfilter (porstorlek mindre än 0,0005 mm), som kvar-

håller samtliga mikroskopiska växter och i dem vid fotosyntesen inbyggt radioaktivt kol. Denna mängd radioaktivt kol mätes med ett speciellt instrument, ett Geiger-Müller-rör.

Genom analys av vattenprov från respektive undersökningsnivåer bestäms den totala halten av vanligt inaktivt kol, ^{12}C , i vattnet. Då den till produktionsflaskorna satta mängden radioaktivt kol, den genom fotosyntesen i växtplanktonet inbyggda mängden radioaktivt kol samt vattnets halt av vanligt inaktivt kol är kända, kan den vid fotosyntesen totalt inbyggda mängden kol i olika organiska föreningar beräknas med beaktande av vissa korrektionsfaktorer. Detta värde är ett mått på de mikroskopiska växternas produktion och anges t.ex. i gram kol per kubikmeter vatten och dag.

Planktonalgernas primärproduktion varierar mellan olika sjöar såväl som under året i en och samma sjö. Detta beror på ett flertal faktorer, såsom ljusförhållanden, temperatur, tillgång på kvävehaltiga salter och på fosfat.

För att bestämma växtplanktons primärproduktion i Vombsjön exponerades produktionsflaskor på följande djup: 0,2, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 6, 9 och 12 m (fig. 1).

Den intensiva planktonblommen av blågrönalger absorberade ljuset mycket kraftigt, och endast 1 % av det infallande ljuset återstod vid ca 1,7 m djup. Därunder var ljusförhållandena så dåliga, att de omöjliggjorde fotosyntes (se fig. 1).

Växtplanktons primärproduktion (bruttoproduktion, uttryckt i g C/m³/dag) från respektive djup åskådliggöres grafiskt i fig. 1. Då produktionen är känd inom varje kubikmeter från ytan ned till botten, kan produktionen beräknas för hela vattenpelaren, uttryckt i gram kol per kvadratmeter sjöyta och dag. Av fig. 1 framgår, att det i själva ytskiktet sker en markant hämning av de mikroskopiska växternas assimilationsintensitet genom att det starka solljuset till en viss grad inaktiverar växtplankternas klorofyll. Belysningsförhållandena för planktonalgernas fotosyntes synes vid provtagningstillfället vara optimala på 0,5 m djup i Vombsjön.

Produktionen av organisk substans i Vombsjön den 25 juli 1967 var 3,7 g C/m² sjöyta. Ca 84 % av primärproduktionen uppmättes inom skiktet 0—1 m. Vid jämförelse mellan Vombsjön och den likaledes naturligt näringsrika sjön Erken i Uppland (RODHE 1958 a, b, VOLLENWEIDER & NAUWERCK 1961, NAUWERCK 1963) och de

Tab. 2. De individrikaste planktonarterna och deras antal på 1 m djup i Vombsjön den 25 juli 1967.

Art	Antal individ/l	Antal kolonier/l
Växtplankton		
<i>Microcystis viridis</i>		140,000
<i>Microcystis aeruginosa</i>		60,000
<i>Microcystis flos-aquae</i>		140,000
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>		80,000
<i>Aphanothece stagnina</i>		240,000
<i>Aphanothece</i> sp.		100,000
<i>Coelosphaerium Naegelianum</i>		70,000
<i>Oscillatoria Agardhii</i>		220,000
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>		260,000
<i>Anabaena</i> sp.		100,000
<i>Chlamydomonas</i> sp.	100,000	
<i>Oocystis solitaria</i>	220,000	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		100,000
<i>Melosira granulata</i>		100,000
<i>Melosira italica subarctica</i>		80,000
<i>Cryptomonas</i> sp.	100,000	
<i>Ceratium hirundinella</i>	20,000	
Djurplankton		
<i>Strobilidium minimum</i>	2,000	
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	160	
<i>Filinia longiseta</i>	520	
<i>Daphnia cucullata kahlbergensis</i>	280	
<i>Chydorus sphaericus</i>	100	

näringsrika danska sjöarna Esrom Sö och Furesö (STEEMANN NIELSEN 1958, JONASSON & MATHIESEN 1959) har inte noterats något så högt produktionsvärde (g C/m² sjöyta/dag) som i Vombsjön.

Då det producerande växtplanktonskiktet i Vombsjön var mycket tunt, kan med vissa generaliseringar primärproduktionen för hela sjön, 12,4 km², för provtagningsdagen i juli beräknas till 46 t kol, vilket motsvarar en produktion av ca 115 t organisk substans.

Djurplankton

De planktondjur, som allmänt förekommer i våra sötvatten, brukar inordnas i följande grupper: protozoer (urdjur), rotatorier (hjul-djur), cladocerer (hinnkräftor) och copepoder (hoppkräftor). Djurplankterna visar inte samma talrikhet som växtplankterna. Det totala antalet per liter vatten i Vombsjön är ca 3,600, men man bör då komma ihåg, att det i stället rör sig om rätt stora organismer. Så är t.ex. rotatorien *Filinia longiseta* ca 0,15 mm lång (exkl. borst) och hinnkräftan *Daphnia cucullata* 1—2 mm.

Många av de större djurplankterna företar regelbundna dygns-vandringar, så att de under dagen vistas nära botten för att under natten simma upp till ytan. Provet från 1 m djup är taget omkring kl 11, dvs. då åtskilliga djur vandrat ned på djupare vatten. Prov från större djup visar också både ett större individantal och ett större artantal. I det bottennära vattnet påträffas också en — i jämförelse med övriga planktonorganismer — verklig jätte, *Leptodora hyalina*, en helt färglös, genomskinlig, ca 10 mm lång hinnkräfta.

En del djurplankter lever till stor del på växtplankton, medan andra är rovdjur och livnär sig på sina mindre släktingar. Alla utgör de en viktig beståndsdel i fiskars föda, och de bidrar således till den höga fiskproduktion, som är kännetecknande för Vombsjön. Förutom att sjön säkerligen är en av de mest högproduktiva i landet med avseende på växtplanktons primärproduktion, anses den också inta en av tätplatserna, när det gäller fiskproduktion.

Sjön inom vallarna

Enligt planerna för vattenståndsregleringen i den invallade Vombsjön blir regleringsamplituden vissa år ca 3 m. Höga vattenstånd kommer regelbundet att inträffa under april—maj. Därefter sjunker vattnet under sommaren, och vintermånaderna får de genomsnittligt lägsta vattenstånden. Bland de limniska organismsamhällena drabbas de strandnära vattenområdenas storväxtbestånd hårt av en sådan reglering. Under vintern kommer nämligen frost och ispåverkan att avdöda vattenväxterna inom den torrlagda strandzonen. Vinter-torrläggningar behöver inte ske varje år för att stranden skall bli vattenvegetationsfri, det räcker med att vinterlågvattnet inträffar med några års mellanrum. Utarmningen av de strandnära områdena

kommer vidare att negativt påverka produktionen av bottenlevande djur i samma zon, med men för vissa delar av fiskfaunan som yttersta konsekvens.

Den hårda exploateringen av Vombsjön bör rimligtvis upphöra när Sydsverige fått sin vattenförsörjningsfråga långsiktigt löst. Under förutsättning att ett prestigefritt samarbete i tid upprättas mellan tekniker och ekologer (limnologer, växtekologer etc.) bör det gå bra att återställa Vombområdet på ett sådant sätt, att det fyller den alltmer miljömedvetna allmänhetens krav på att tristessen i det överexploaterade landskapet häves.

LITTERATUR

- JONASSON, P.M., & MATHIESEN, H. 1959. Measurements of primary production in two Danish eutrophic lakes, Esrom Sø and Furesø. — *Oikos* 10.
- NAUWERCK, A. 1963. Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. — *Symb. bot. upsal.* XVII:5.
- RODHE, W. 1958 a. Primärproduktion und Seetypen. — *Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol.* 13.
- 1958 b. The primary production in lakes: some results and restrictions of the ^{14}C method. — *Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 144.
- STEMMANN NIELSEN, E. 1952. The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. — *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 18.
- 1958. Planteplanktonets årlige produktion af organisk stof i Furesøen. — *Folia limnol. scand.* 10.
- 1965. On the determination of the activity in ^{14}C -ampoules for measuring primary production. — *Limnol. Oceanogr.* 10 (Suppl.).
- VOLLENWEIDER, R. A., & NAUWERCK, A. 1961. Some observations on the ^{14}C method for measuring primary production. — *Proc. int. Ass. theor. appl. Limnol.* 14.