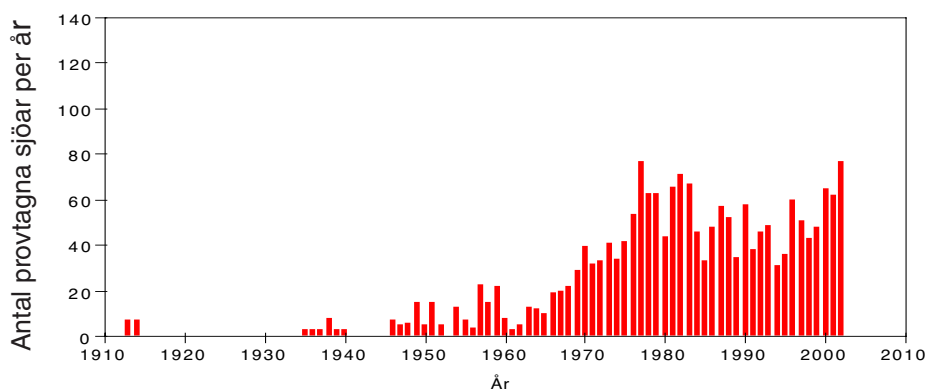


Kvantitativa djurplanktonundersökningar i Sverige

När, var, hur och varför?

av

Gunnar Persson¹ & Jan-Erik Svensson²



¹Institutionen för miljöanalys
SLU
Box 7050
750 07 Uppsala
E-mail: gunnar.persson@ma.slu.se

²Högskolan i Borås
Ingenjörshögskolan
501 90 Borås
E-mail: janerik.svensson@hb.se

²Naturhistoriska Riksmuseet
Sektionen för Evertebratzoologi
Box 50007
104 05 Stockholm

Kvantitativa djurplanktonundersökningar i Sverige

När, var, hur och varför?

av

Gunnar Persson & Jan-Erik Svensson

Tryck 2004/11
Upplaga 100 ex
Inst. för miljöanalys
ISSN 1403-977X

Förord

Vid ett sammanträffande i mars 2001 kom författarna till denna rapport att diskutera det allmänna kunskapsläget vad gäller zooplankton i Sverige. Vi tyckte oss inledningsvis se att aktiviteten avtagit under senare år samt att den kunskapsfond som byggts upp under många decennier inte samlats för att utgöra en bas för vidare arbete. Vi kunde också konstatera att en del andra förhållanden inom miljö- och naturvårdssektorerna verkade hämmande:

- zooplankton saknas bland de "miljö kvalitetsfaktorer" som ska bedömas i EU:s ramdirektiv för vatten
- en internationell standard för zooplanktonundersökningar saknas
- den svenska "standard" enligt naturvårdsverkets miljöövervakningshandbok är inte tillräckligt konkret (www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/de13/sotvatten/djurplankt_sjo.pdf)
- uppgifter saknas om vad som är normala zooplanktontillstånd i sjöar av olika typ i olika delar av landet
- bra index för att bedöma avvikelser och påverkan saknas
- zooplankton saknas i den serie av bedömningsgrunder för olika organismsamhällen som utgivits av naturvårdsverket.

Dessutom finns idag en påtaglig kompetensbrist vad gäller de viktigaste zooplanktongruppernas taxonomi och bestämningsmetodik, en brist som i sin tur verkar hämmande för miljö- och naturvårdsverksamheten.

Det är knappast möjligt att snabbt råda bot på dessa problem, men med undantag av de två första problemen har vi sett det som fullt möjligt att inom rimlig tid bidra till att lösa de senare fyra problemen. Vi har för ändamålet konstituerat "Det svenska zooplanktonprojektet" (The Swedish Zooplankton Initiative) vars första rapport behandlar vilka undersökningar som gjorts i Sverige av planktondjurens mängdförhållanden i sjöar.

Motiv och tillvägagångssätt innefattas i beskrivningen liksom en metadatabas innehållande data om hur prov tagits i ca 550 sjöar. Det är viktigt att poängtera att rapporten inte behandlar den betydligt större mängd av prov som tagits med vanlig planktonhåv men som vi inte vill beteckna som "kvantitativa" även om håvdragets längd och den teoretiskt beräk-

nade mängden filtrerat vatten anges. All provtagning med håv utan volymsmätning betraktar vi som "kvalitativ". En separat inventering av denna typ av prov pågår.

Vi har strävat efter att i sammanställningen ta med även undersökningar som vi nu bedömer ha mindre allmänt värde, t.o.m. sådana där data för närvarande inte påträffats. En anledning är att enstaka prov kan vara av stort värde vid bedömningen av en enskild sjö utan att tillföra mycket sett ur allmän synpunkt. En annan viktig anledning är att vi också vill göra en idéhistorisk kavalkad över denna typ av zooplanktonprovtagningar. Samtidigt har vi en förhoppning att läsaren måhända kan bidra med det numeriska material vi saknar. Vi hoppas givetvis också inför eventuellt kommande utgåvor på läsarstöd med uppgifter om de undersökningar vi helt missat. Om vi lyckas i vår målsättning utgör denna rapport och dess metadatabas den lättsökta informationskälla som vi eftersträvat.

Efter en bedömning av de olika materialens allmänna värde kommer de mest värdefulla att digitaliseras tillsammans med övriga miljödata från sjöarna och uppgifter om ev. störningar. En slutlig databas med kvantitativa uppgifter om zooplanktonförekomst skall läggas till grund för vidare utvärdering. De flesta här nämnda momenten kan urskiljas i figur 1 som visar det arbetssätt som projektet tillämpar.

Många personer har hjälpt oss med information. Detta har skett genom ett mycket stort antal mail, rapportförsändelser och inte minst många givande telefonsamtal. För all hjälp vi fått vill vi rikta ett stort allomfattande TACK till våra informatörer inklusive författare av olika publikationer. Det har dessutom varit särskilt värdefullt att få ta del av opublicerad information från Ingvar Andersson, Roland Bengtsson, Sven Björk, Gertrud Cronberg, Jan Johansson, Björn Kinsten, Per Mossberg, Hans Olofsson, Lennart Olofsson och Tobias Wrede. Vi hoppas på fortsatt givande utbyte.

Ekonomiskt stöd har lämnats av Naturvårdsverkets Naturresursavdelning och FoU-nämnden vid Högskolan i Borås. Delar av arbetet har bedrivits som gästforskning vid Naturhistoriska Riksmuséet.

Uppsala och Borås i november 2004

Författarna

Innehåll

	Sidan
Inledning	7
Uppbyggnad av metadatabas	8
Datafångst och datakrav	8
Geografiska uppgifter	9
Provtagningsfrekvens	9
Horisontal- och vertikalfördelning	9
Redskap	9
Provbehandling och analys	10
Datakällor	10
Kringdata	10
Undersökningsbeskrivningar	10
Beskrivning av enskilda undersökningar	11
1. Latnjajaureprojektet: en fiskfri högfjällssjö	11
2. Abiskoekursionerna 1948-58, samt övriga data från området	11
3. Kuokkelprojekten: P-och N-gödsling av små fjällsjöar	13
4. Sexton kommunala referenssjöar i Norrbotten	14
5. Fyra sjöar på gränsen till Stora Sjöfallets nationalpark	14
6. Påverkan av metaller i Kristineberg	14
7. Referensundersökningar och experiment i humussjöar väst om Örträsket	15
8. Jämförelse mellan Vindelälvens sel och Umeälvens älvmagasin	16
9. Zooplankton i fjällkedjans stora regleringsmagasin	16
10. Undersökningar i Ransaren-Kultsjön-Stekenjokk	17
11. Ökad fiskavkastning efter gödsling av Mjölkvattnet	18
12. Samband mellan föda och zooplankton i 15 sjöar i Jämtland	19
13. Mysis-inplanteringarnas effekter	19
14. Reglering och Mysis-inplantering: Stora Blåsjön och Ankarvattnet	20
15. Övre Oldsjön: den ultimata samplingdesignen?	20
16. Fulufjällsjöarna: kalkning och utplantering av röding och öring	20
17. Sjöar och magasin i Vålån, södra Jämtland	21
18. Tvåttjärnarna: en abborrtjärn i Hälsingland	22
19. "Projekt Falu gruva"	22
20. Enstaka kvantitativa zooplanktonprovtagningar i Dalasjöar	23
21. Pionjärundersökningarna i Klotentjärnarna	23
22. Bakterioplanktons mortalitet i Gäddtjärnen och Fiskalösen	23
23. Arseniktillsats i "limnocorraller"	24
24. Ekosystemundersökningar: Klotenprojektet i Bergslagen	24
25. Ekosystemundersökningar: Hyttödammen i Älvkarleö	25
26. Planktonfattiga kalkoligotrofa sjöar i Uppland	26
27. Siggeforasjön: tidsserie med högfrekvent provtagning	26
28. Zooplankton och bakteriediversitet i några uppländska sjötyper	27
29. Zooplankton i Erken	28
30. Halmsjön: uppvärmd för att kyla Arlanda	29
31. Ösby sjön i Djursholm: en tidig ekosystemstudie	29
32. Hypertrofa sjöar i Stockholms norra förorter: Norrviken, Vallentunasjön	30
33. Hypertrofa sjöar i Stockholms södra förorter: Järlasjön, Långsjön	31
34. Tillfrisknande (?) sjöar i Stockholms södra förorter: Flaten, Magelungen	32
35. Regional kartering av Mälarens zooplankton	33

36. Stora och Lilla Ullfjärden: två djupa Oscillatoria-bassänger	34
37. "Ekoln special" 1967-69	35
38. Studien i Ekoln-Görvåln	36
39. Mälarfjärdarna nära Stockholms innerstad	36
40. Siklöjestudier i Lambarfjärden	37
41. Tidsserier i Mälaren efter 1979	38
42. Sju Svartåsjöar i Västmanland	38
43. Sjöarna i Kolbäcksåns vattensystem	39
44. Sjöar i övre Hedströmmen – och några till	40
45. Kvantitativa zooplanktonundersökningar i Vättern	41
46. Väneren: mapping och monitoring sedan 1959	42
47. Vänerens skärgårdar och vikar	43
48. Zooplankton i Hjälmarens 1965-1967	44
49. Undersökningen i Motala Ström	45
50. Grunda slättsjöar: Dättern	45
51. Grunda slättsjöar: Tåkern	46
52. Grunda slättsjöar: Hornborgasjön	47
53. Grunda slättsjöar: Hullsjön	47
54. Kroppkärrssjön: en förortssjö i Karlstad	48
55. Ellenösjön och Viksjön: två karpfiskdominerade västsvenska sjöar	48
56. Bosmina i 18 sjöar i Örekilsälvens avrinningsområde	50
57. Urval inför PMK-prgrammet 1983: 23 möjliga referenssjöar	50
58. Sjöar inom Integrerad KalkningsEffektUppföljning samt intensivövervakade miljöövervakningssjöar	51
59. Undersökningar inför rotenonbehandlingar i Kolmården	52
60. "Skaraborgs läns hushållningssällskaps fiskevårdsområde å Hökensås"	53
61. Fyra fattiga sjöar med pelagisk fisk	53
62. Skärsjön (Huskvarnaån): en av Sydsveriges siklöjesjöar	54
63. Stora Tresticklan: försurning i nationalpark	54
64. Försurningskänsliga stora sjöar väster om Väneren	54
65. IVL:s kvicksilverstudier	55
66. Acido-oligotrofiering av försurade västsvenska sjöar?	56
67. Gårdsjöprojektet: en försurnings/kalkningsklassiker	57
68. Lysevatten: försurning-kalkning-återförsurning	59
69. Stora Holmevatten: en kalkad sydlig rödingsjö	60
70. Härskogensjöarna före och efter kalkning	60
71. Monitoring under pågående försurning på Lygner's Vider	61
72. Gödslingsförsök i försurade och kalkade sjöar 1: Hecklan	62
73. Gödslingsförsök i försurade och kalkade sjöar 2: Njupfatet	62
74. Kalknings-predationsförsök i Mellansverige	63
75. Återintroduktion av mört i försurade och kalkade sjöar	64
76. Eudiptomus i Stora Stockelidsvatten	64
77. Delsjöarna: en unik tidsserie i vattenreservoarer	65
78. Miljöövervakning i några stora sjöar i Västra Götaland	66
79. Fegen och Kalvsjön – exploateringsplaner och miljöövervakning	73
80. Recipientkontroll i Åtransjöar	74
81. Fiskodlingen i Skärsjön	75

82. Bolmen – Nordvästskånes vattentäkt	75
83. Samordnad recipientkontroll i Lagans avrinningsområde	77
84. Anebodatraktens sjöar	78
85. Växjösjöarna - restaurering och biomanipulation	79
86. Recipientkontroll i några sjöar i Alsteråns vattensystem	81
87. Lyckebyåns vattenvårdsförbunds övervakning av tre sjöar	82
88. Samordnad recipientkontroll i 4–7 sjöar i Ronnebyån	83
89. Mörrumsåns vattenvårdsförbunds varierande planktonprogram	83
90. Samordnad recipientkontroll i två sjöar i Bräkneån	85
91. Skräbeånns vattenvårdsförbund – årlig planktonövervakning	85
92. Recipientkontroll i Helgeåns sjöar	86
93. Rotenonexperiment i två Blekingesjöar	87
94. Effekter av skogskalkning på fastmark i Ringamåla	87
95. Listersjön – en kalkad vattentäkt	88
96. Regional limnologi i Blekinges åarnas avrinningsområden	88
97. Sodabehandling – ett kalkningsalternativ	88
98. Gonyostomumprojektet	89
99. Ivösjön: planerat pumpkraftverk	90
100. Vombsjön: vattentäkt till Malmö stad	90
101. Bysjön: hypertrof utan extern näringstillförsel	91
102. Havgårdssjön: ett undervisningsprojekt	92
103. Odensjön: en skånsk klarvattensjö	93
104. Plankton som mörtmat i Sövdesjön	93
105. Biomanipulation i Sövdeborgssjön	93
106. Zooplanktonpåverkan på alger i Dagstorpssjön	94
107. Ringsjön: eutrofiering, belastningsreduktion och biomanipulation	94
108. Finjasjön: eutrofiering, muddring och biomanipulation	95
109. Ybbarpsåns sjöar 1971-1980	96
110. Kontroll av fyra sjöar i Rönneåsystemet	96
111. Krankesjön: En grund slättsjö med växlande grumling	97
112. Rotenoneffekter i Vasatorpdammen	98
113. Mycklaflon: rödingsjö i Emån	99
114. Frisksjön: förundersökning inför kärnavfallsförvaring	99
115. Inverkan av vattenrörelser på zooplanktontätheten – undersökningar i Unden	99
Sammanfattning av metadatabasens innehåll	101
De undersökta sjöarnas geografi	101
Undersökningar i tidsperspektiv	103
Provtagningsfrekvens och uthållighet	104
Horisontal- och vertikalfördelning	105
Vertikal integrering av zooplanktontäthet	106
Provtagningsredskap	107
Metodtester	108
Provstorlek och provbehandling	108
Subsampling	109
Analyserade djurgrupper	109
Ansvariga personer och datakällor	110
Kringdata	111
Diskussion	113
Bilaga 1–3	

Inledning

Under den taxonomiskt-faunistiska epoken inom zooplanktologin (1800- och början på 1900-talet) infångades planktondjuren oftast med planktonhåv och närvaron av olika taxa registrerades, ibland med en bedömning av mängden i relation till övriga taxa. Man samlade ingen information om i vilken täthet djuren förekom eller om deras biomassor.

Även idag använder man ofta planktonhåv när man vill undersöka vilka organismer som finns i en sjö. Förutom en ren faunistisk beskrivning kan identifiering av "indikatorarter", "nyckelarter" eller liknande ev. föra vidare till en bedömning av olika störningar.

Nästan alla typer av störningar påverkar dock även olika arters mängder och utbredning i vattnet. Det finns således fördelar med att ta prov som gör det möjligt att beskriva djurens mängdförhållanden i vattnet: en insikt som i och för sig är sekelgammal men som inte började tillämpas på allvar förrän på 1950-talet. Då påbörjades ett mindre antal undersökningar där zooplanktonmängderna i prov tagna med volymsbestämd vattenhämtare analyserades. Denna typ av verksamhet växte snabbt och hade sin kulmen under 1970-talets slut.

Antalet olika sätt att få den eftersträvade informationen ökade också mycket markant. Rör, pump, håv med flödesmätare och "planktonfällor" kom till användning. Dessutom förflyttades intresset för kvantitativa mängduppgifter från individer per volymsenhet till biovolym eller biomassa per volymsenhet. Detta ledde till utveckling av olika metoder för beräkning av individvikter eller individvolym

Valet av olika metoder i de delmoment som en undersökning omfattar kan i stor utsträckning påverka resultatens användbarhet för olika syften. Vi poängterar här detta genom att i ovanligt hög utsträckning redovisa dessa detaljer, där uppgifter finns.

I den del av rapporten som beskriver enskilda undersökningar anges förutom undersökningarnas omfattning och metodik även deras syften, placering i idéhistorien och resultat, allt i mycket kortfattad form. Referenser har placerats efter varje projektpresentation.

I princip görs genomgången från norr till söder men ett försök har gjorts att hålla samman projekt med samma tema men i olika sjöar. Om flera olika projekt med allmän målsättning genomförts i samma sjöar vid olika tidpunkter har de hållits samman i vad vi kallar ett "projekt". Projektets nummer i den skriftliga genomgången är en ingång till motsvarande projekt i den digitala metadata-basen.

Den detaljerade databasen har byggts upp för att beskriva vilka zooplanktonprovtagningar som gjorts i en given sjö ett givet år samt de metoder som använts. Den omfattar 1900 rader med data från ca 550 sjöar och ligger i .XLS - eller .TXT- format på CD-skiva.

I vår framställning i text och metadata-bas har vi betonat provens kvantitativa aspekter. Det finns därför anledning att notera att dessa analyser också ger en beskrivning av vilka taxa som finns i proven. Ibland har dock provvolymen varit alltför liten eller också har sub-samplingen drivits alltför långt för att ge en säker beskrivning av den provtagna sjöns art-sammansättning. Ibland har också artbestämning lämnats därhän för svåra grupper.

Det svenska zooplanktonprojektets tankegångar framgår i en strategiskiss som även visar hur insamlingen bedrivits (figur 1). I den box som betecknar "artförekomst/kvantitet" har kvantitativa och kvalitativa data ("håvprovdata") samlats. Eftersom vi i denna rapport bara behandlar kvantitativa data inkluderas inte merparten av museiproven som nästan uteslutande betecknas som "kvalitativa".

Uppbyggnad av metadatabas

Datafångst och datakrav

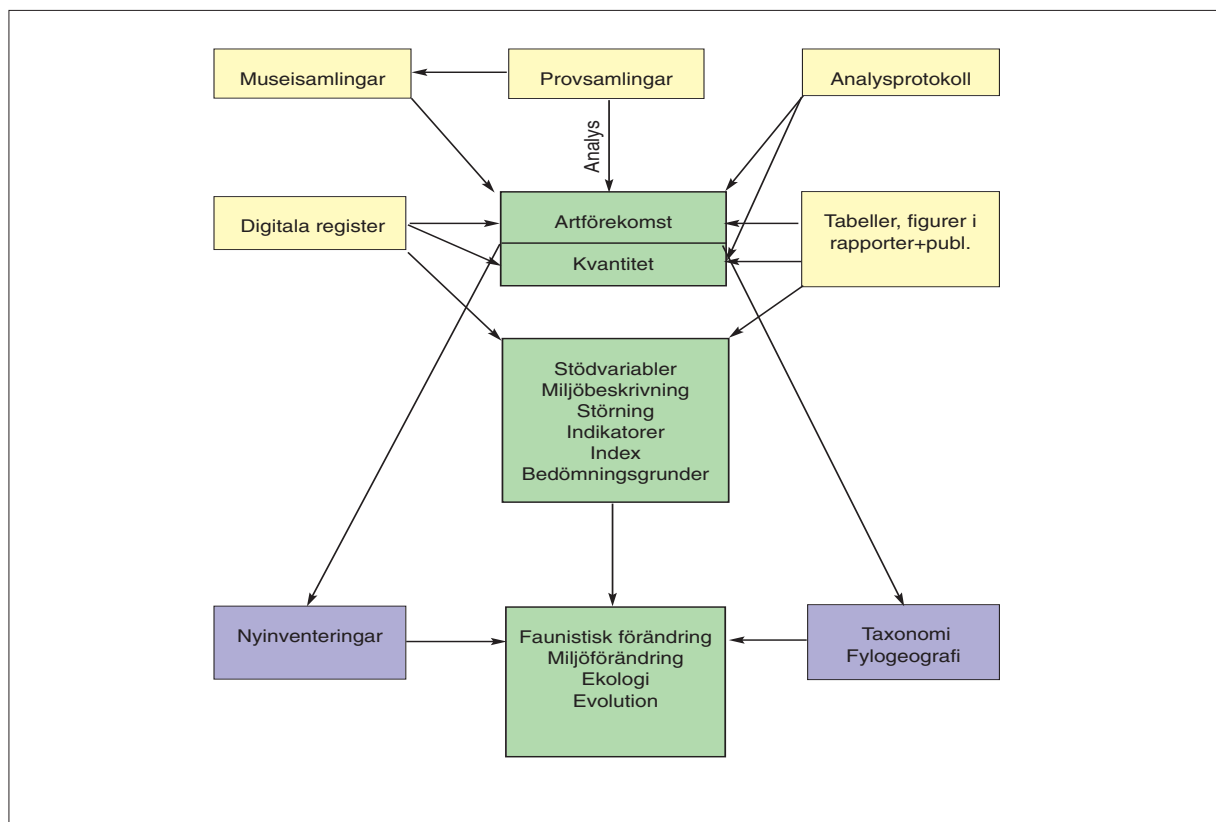
Efterforskningar efter svenska kvantitativa zooplanktonundersökningar har bedrivits helt traditionellt genom sökningar i bibliotek, på universitetsinstitutioner, hos länsstyrelser, vattenvårdsförbund och konsulter. Sökningen har ofta baserats på av oss kända författarnamn vars material där så varit möjligt anskaffats både vad gäller artiklar, rapporter och analysprotokoll. Digitala register har granskats dels i form av tillsända filer dels via Internet. Sist men inte minst har en stor mängd uppgifter lämnats vid muntliga kontakter.

Omfattningen av de uppgifter som beskriver proven framgår av Bilaga 1. Där finns de detaljer som kompletterar följande genomgång. För att registrera ett prov eller en provserie har vi krävt uppgifter om var provet tagits, vilket datum det togs, på vilket sätt och med vilken utrustning det togs samt syftet med provtagningen. Från dessa krav har avsteg gjorts när vi bedömt att det finns ett intresse att berätta om vad som gjorts även om vi inte

nu har all kunskap om undersökningen eller alla data bevarade. Vi har inte heller krävt att alla prov ska vara analyserade eller att mer än en bråkdel av den information som togs fram vid analysen skall finnas bevarad. T.ex har en undersökning registrerats även om enbart ett tidsdiagram med totalbiomassa finns bevarat.

Detta sätt att arbeta ger en "bruttoförteckning" av material som kan vara möjligt att använda i en planerad nationell databas med kvantitativa uppgifter. Fortsatt arbete med digitalisering av mätdata kommer att visa vad som återstår i en slutlig "nettodatabas".

När vi här presenterar sammanfattande statistik med data från ca 550 sjöar har vi dock valt att utesluta en provserie som skulle påverka statistiken påtagligt men vars generella värde är tveksamt. Det gäller bevarade men icke analyserade jod-fixerade prov (0,5 l ytvatten) som togs 1970 i ca 110 sjöar i Blekinge och Småland län. Vi bedömer att denna justering ger oss en mer realistisk statistik om den verksamhet vi beskriver och om den kommande "nettodatabasen".



Figur 1. Principskiss för arbetet inom det svenska zooplanktonprojektet. Gröna rutor visar den information som skall samlas in för att möjliggöra sammanställningar och bearbetningar i Sverigeskala av den typ som anges i rutorna. I denna rapport beskrivs tillgången på kvantitativa zooplanktondata (del av grön ruta 1). Figurens gula boxar visar datakällor, vilka alla anges för enskilda kvantitativa undersökningar i rapporten.

Geografiska uppgifter

Sjöar har identifierats med koordinater enligt SMHI:s SVenska vattenArkiv (SMHI 2001) och provtagningsstationer har koordinatsatts enligt rikets nät. I vissa fall har sjöar inom en liten region haft samma eller snarlika namn. Möjliga objekt har då lagts in på karta och med uppgifter om bl. a. höjd över havet, provtagningsdjup, vägsträckningar och provtagningsstider har sjöarna kunnat identifieras. I fjällvärlden finns speciella problem när sjöar som fanns före dämning ibland förenats till större nutida vattenmagasin. Lokaler som förr, när prov togs, låg i olika sjöar kan därför i nutiden ligga i samma magasin.

Uppgifter om sjö- eller bassängtyper samt max-djup har i första hand inhämtats från rapporter inom de olika "projekten". Höjd över havet har inhämtats från SVAR.

Provtagningsfrekvens

Zooplanktonbestånden har en stor årstidsdynamik. Detta beaktas ofta genom en högre provtagningsfrekvens sommartid då bestånden är stora och mer variabla. När en enstaka provtagning genomförs läggs den av samma anledning under en sommarmånad (ofta augusti) vilket kan utläsas ur metadatabasen.

I databasen anges antalet provtagningsdatum per år och hur många av dessa som infaller under sommaren (april t.o.m. okt i söder och maj t.o.m. sept i norr). Start- och slutmånad för sommarprovtagningsarna anges också (Bilaga 1). I fleråriga studier har provtagningsfrekvensen en tendens att förändras. Detta har beaktats genom att ge en ny rad med start- och slutår för varje ny frekvens om inte förändringen är marginell. Med detta förfarande hålls databasens volym nere, men enskilda provtagningsdatum kan inte utläsas.

Horisontal- och vertikal fördelning

Planktondjurens varierande individtäthet i horisontalplanet kan beskrivas med provtagning på samma djup över större ytor. Den följer ibland mönster som kan beskrivas men antas ofta vara mer eller mindre slumpmässig. Ofta antar undersökaren att det finns en gradient eller skillnad längs en sjö eller mellan olika basängar i en sjö och inrättar vad som här kallas "provtagningsstationer" för att beskriva detta. Där tas i många fall proven som beskriver stationens zooplankton i en punkt. I andra fall tas prov på ett antal punkter inom varje "provtagningsstation" för att bilda ett medelvärde för stationen. Ibland analyseras då proven från de individuella punkterna. Ofta slås de samman

till ett blandprov, som vid analys antas ge ett representativt medelvärde för stationen. I metadatabasen framgår antalet provpunkter på varje station.

I vertikalled finns också skillnader i planktondjurens täthet. Dessa skillnader beskrivs ofta med punktprov på olika djup och redovisas då som antal provpunkter i djupled i metadatabasen. Ofta används någon form av medelvärden för att beskriva planktontätheten i vertikalskikt där den är likartad. Ibland används t.ex. medelindividtäthet i epilimnion och hypolimnion. Denna s.k. djupintegrering kan göras genom att, baserat på analyserade prov, beräkna medelvärden från punktprov tagna på flera djup inom det aktuella djupskikten. Integreringen kan också fås om prov från olika djup slås samman före analys. Håvdragning vertikalt eller snett inom samma skikt ger samma typ av djupintegrering. I andra fall har den vertikala integreringen gällt djupskikt som varierat i omfång under säsongen, t.ex. epi- och hypolimnion.

Vid medelvärdesbildning i djupled har ibland viktning av enskilda prov gjorts så att den relativa vattenvolymen i sjöns olika djupskikt använts som viktsfaktorer för prov från motsvarande djupskikt. Detta har gjorts antingen när punktprov på olika nivåer först analyserats eller när blandning av diskreta prov från olika djupnivåer gjorts inför analys. Tillämpliga andelar av de prov som tagits har då mätts upp och blandats inför analys. Eftersom de ytliga skikten i en sjö alltid har mycket större volym än varje underliggande skikt med samma tjocklek tenderar denna typ av vägning att betona planktontätheten i de ytliga skikten.

Redskap

Mellan 15 och 20 olika redskap har använts för att samla planktondjur från en viss vattenvolym. De flesta finns presenterade i litteraturen och behandlas inte närmare här. När det gäller att hämta vatten från ett givet djup används många typer av vattenhämtare som skiljer sig åt främst vad gäller storlek och stängningsmekanism. De kan i viss mån göras något vertikaltintegrerande med en längd upp mot 3 m, eller i de fall man använder slang ca 10 m. Planktonfällor är en typ av hämtare där provvattnet pressas ut genom ett nätfilter när hämtaren lyfts ovan vattenytan. Därigenom kan stora volymer provtas utan tillgång till vinschar och fartyg.

Pump används också för att provta stora vattenvolymer och ofta görs samtidigt en vertikalintegrering genom att vattenintaget gradvis

sänks. Stora volymer provtas också med stängbar håv med volymsregistrerande propeller (oftast Clarke-Bumpus-håv). Den kan integrera vid horisontella drag men också vertikalt genom sneda drag.

Vid metodjämförelser har dessa redskapstyper visat sig fånga planktondjur med olika effektivitet. Framför allt förekommer flyktreaktioner för större djur, i första hand copepoder. Djuren är känsliga för de stötvågor som olika redskap alstrar, alternativt de sugströmmar som en pump kan ge. Metodtester har t.ex. visat att den ofta använda Ruttnerhämtaren fångar färre djur än andra hämtare (Elster 1958). Detta antas bero på den stötvåg och turbulens som orsakas av den horisontellt ställda bottenplatta som går ned först. Eftersom olika fångsteffektivitet har framkommit vid andra redskapsjämförelser har vi ansett det viktigt att ange det använda redskapet. En ändring av redskap i en provtagningsserie har inneburit att den brutits och fått nytt startår i metadatabasen.

Provbehandling och analys

Uppgifter om proven berör bland annat den vattenvolym som provtagits. Min- resp. maxvolym anger volymsintervall för redskap som provtar varierande volymer t.ex. Clarke-Bumpushåv. Alternativt anges den volym som tagits i varje provpunkt (=varje delprov) som min-volym samt den totala volymen på blandprovet som max-volym när prov integrerats genom blandning

Det är vanligt att prov delas före analys för att vid provgenomgången hålla arbetsinsatsen på en rimlig nivå. Samtidigt sänks precisionen i räkningarna vilket inte alltid beaktas. Vi har därför eftersträvat att ange den provvolym som de analyserade djuren härrör från. Det har dock visat sig att rapporteringen i detta avseende ofta är bristfällig.

Vid anrikningen av djur från provvattnet har vattnet oftast silats genom sildukar med olika maskvidd. Maskvidden anges då eftersom djur kan storleksselekteras, speciellt vid större maskvidder, vilket måste beaktas.

För att få med alla djur används ibland jodfixering med efterföljande sedimentation och dekantering av överskottsvatten.

Vissa djurgrupper som protozoer analyseras ofta i fytoplanktonprov.

För fixering och konservering används oftast Lugols lösning (surt jodjodkalium) och formalin. Den förra har fördelar genom att ge bra synkontrast och tynga djuren vid sedimentation men är inte tillräckligt väl konserverande för att i normalfallet tillåta långtidsförvaring.

Bara prov konserverade med formalin eller etanol bör normalt arkiveras. Hälsoriskerna med formalin bör dock noteras.

Många av de undersökningar som gjorts omfattar inte alla planktiska djur utan bara vissa grupper t.ex. större kräftdjur (=fiskfödoorganismer) eller protozoer. Vilka grupper som analyserats har därför registrerats. Vanligast är analyser av både kräftdjur och hjuldjur men ej protozoer.

Datakällor

Metadatabasen ger information om i vilken form data från de olika undersökningarna är tillgängliga. Registreringen av datakällor görs separat för individtäthet och biovolym eller biomassa. Data kan finnas i tabellverk och figurer med olika upplösning vad gäller rumslig integrering eller taxonomisk detaljering. Redan digitaliserade data har samlats under en rubrik, men även där kan ibland aggregering förekomma. I en anmärkningskolumn anges vilken metod som använts för att ta fram individvolym eller individvikter.

Kringdata

Förekomsten av kringdata har registrerats dels vad gäller planktonsamhällen dels vad gäller fisk. Även förekomsten av vattenkemiska uppgifter, liksom uppgifter om klorofyllmätningar, har registrerats tillsammans med noteringar om vilka planktonvariabler (fytoplankton, bakterier) som följts. Förekomsten av produktionsmätningar har noterats

Registreringarna om fiskförekomst består av förekomstuppgift via intervju, provfisken, utställnings- och rotenonuppgifter, samt uppgifter om maganalyser

Undersökningsbeskrivningar

Den berättande redovisningen av alla zooplanktonundersökningar utgör den tunga delen av denna rapport. Metadatabasen bör inte användas utan koppling till relevanta "projektbeskrivningar". Där finns alltid tilläggsinformation utöver en förkortad version av den provinformation som finns i metadatabasen. I rapporten har kopplingen mellan berättande text och metadatabasen åstadkommit genom en numrering av "projekten" och morsvarande numrering i metadatabasen.

Numreringen öppnar också möjligheten att relativt lätt skapa en relationsdatabas så att digitala projektbeskrivningar länkas till varje projektnummer. För detta finns lösningar med olika kommersiella databaser. Vi har valt att inte nu leverera en sådan heldigitaliserad databas men har förhoppningar att i mån av resurser skapa en sådan bas tillgänglig över Internet.

Beskrivning av enskilda undersökningar

1. Latnjajaureprojektet: en fiskfri högfallssjö

Projektet första fas drevs 1964-1969. Den planerade andra fasen med fiskinplantering genomfördes inte. Arnold Nauwerck var projektledare och ansvarig för zooplanktonstudierna. Sjön Latnjajaure ligger på kalfjället, 987 m. ö. h., har ytan 0,73 km², är 43 m djup, har ca 4 års vattenomsättningstid, och är islagd 9-10 mån. Den är ultraoligotrof med ett siktdjup på upp till 35 m. Zooplanktonresultat finns i tabeller och framför allt i figurer i två publikationer.

Under de första åren togs prov med Ruttnerhämtare (7-20 l) på olika djup (3-8 djup) på en station. Proven filtrerades (80-100 µm maskvidd) och formalinkonservering användes. På senare år ("in later years") användes en dränkbar elektrisk pump som gav större provvolym (20-50 l) och som användes 1968 +1969 för att ta prov på olika nivåer i flera vertikalfiler. Pumpen uppges ge jämförbara värden med hämtarprov.

Vertikala semikvantitativa håvprov (80-100 µm maskvidd) togs på en station med 30 m djup (6 x 30 m) och subsampel användes för analys av utvecklingsstadier och mätningar.

Genomsnittlig individtäthet (0-30 m) anges. Medelindividtätheter ges för Cyclops scutifer under 6 år (49 tillfällen, 3-5 djup).

Fyra vertikalförändringsserier finns och horisontalfördelning presenteras från två datum på ca 10 stationer. Vertikalförändrande djur har också fångats i kläckningstrattar för chironomider.

Individstorlek kan utläsas ur figurer. Endast *Bosmina obtusirostris* och *C. scutifer* redovisas. Totala medelbiomassan har uppskattats till 0,2 J·m⁻².

Antalet provtagningar är: 1964: 5, 1965: 4, 1966: 4, 1967: 20, 1968: 8, 1969: 6. Huvuddelen av proven är tagna under 3 mån sommartid.

Kringdata finns i form av samtidiga fytoplanktonräkningar (integrerat 0-30 m djup), samt samtidig vattenkemi och klorofyllhalt ett år.

Kvantitativa uppgifter om rotatoriefaunan i Latnjajaure har presenterats av Birger Pejler från tre provtagningar 1949-1952 (varav en under sommaren).

Referenser:

Nauwerck, A. 1978. *Bosmina obtusirostris* im Latnjajaure. Arch. Hydrobiol. 82: 387-418.

Nauwerck, A. 1980. Die pelagische Primärproduktion im Latnjajaure, Schwedisch Lappland. Arch. Hydrobiol. / Suppl. 57: 291-323.

Nauwerck, A. 1994. Cyclops scutifer SARS in Lake Latnjajaure, Swedish Lapland. Hydrobiologia 274: 101-114.

Nauwerck, A., Duncan, A., Hillbricht-Ilkowska, A. & Larsson, P. 1980. Zooplankton. In: LeCren, E.D. & Lowe-McConnell, R.H. The functioning of freshwater ecosystems. International Biological Programme 22, Cambridge university press, pp. 251-285.

Pejler, B. 1957. Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotatoria from northern Swedish Lapland. K. svenska Vetensk.-Akad. Handl., ser. 4 vol. 6, No. 5. 68 pp.

2. Abiskoexkursionerna 1948-58, samt övriga data från området

I en serie årliga exkursioner till Abisko undersökte dåtidens ledande akvatiska ekologer, med Sven Ekman som ledare, de fysikalisk-kemiska och biologiska förhållandena i områdets sjöar och tjärnar. Kvantitativa zooplanktonprov togs från is eller båt i 20 sjöar. Proven togs med Ruttnerhämtare eller Rodhehämtare från 2-8 djupnivåer och provvolymen översteg sällan 5 l/nivå. I ytterligare 32 vatten, oftast mindre tjärnar, togs prov från stranden med en "planktonmugg" tillverkad av en 0,5 l plåt-mugg fastsatt på bambuskraft. Med denna togs något större vattenvolymer (5-30 l) som filtrerades genom håvar med olika maskvidd, oftast "Müllergas no 25" men även "no 13" (=grövre). Värdet av dessa prov för att karaktärisera den planktiska faunan kvantitativt kan ibland vara begränsat dels för att de alltid tas i ytan, dels för att de knappast kan tas längre ut än 3-4 m från stranden. "Muggproven" har inte förtecknats här men har ett referensvärde om de via de bevarade fältdagböckerna kan kopplas till en bestämd lokal.

De prov som förtecknats i metadatabasen härrör därför enbart från sjöar och tjärnar med provtagning med vattenhämtare. En sov-

ring har också gjorts bland hämtarprovtagningarna så att vinterprov (nov – maj) inte medtagits om de inte utgör en förlängning av en tidserie inom samma år. Därigenom utsluts ett antal enstaka vinterprovtagningar med lågt kvantitativt informationsvärde. Återstoden utgörs dels av enstaka sommarprov tagna från båt i olika sjöar/tjärnar (23 st), dels provtagningsserier enskilda år (14 st). Sven Ekman svarade för kräftdjursanalyserna och Birger Pejler för hjuldjuren. Ekmans data finns arkiverade på Limnologiska institutionen i Uppsala och Pejlers analyser av rotatorier har publicerats (Pejler 1957). De data som kommer från Torneträsk har senare publicerats (inkl. rotatorier).

En genomgång av både Ekmans och Pejlers material visar att de båda ofta analyserat samma prov och att data därför kan kombineras. Detta gäller för ca hälften av de prov som Ekman analyserat. Prov som har undersökts av Pejler, men inte av Ekman finns också, speciellt från augusti år 1954.

De mest omfattande tidsserierna kommer från Övre och Nedre Laksjön. Därutöver omfattas Torneträsk, Vassijaure, Råtjojaure, Latnjajaure, Rissajaure, Nakerjaure, Övre Lousajärvi och Rakkurijärvi samt ett antal mindre tjärnar i området. Kringdata utgörs av enkel vattenkemi. Ekman (1957) ger en bild av geografiska och klimatiska förutsättningar i området.

Ca 15 år efter "Abiskoexkursionernas" intensivperiod (1967) genomfördes ett 3-betygsarbete inom Latnjajaureprojektet (Gunnar Eriksson & Gunnar Persson) för att bl. a. beskriva zooplanktonpopulationerna i småtjärnar på över 1000 m höjd i sjöns närområde. Då besöktes 15 vatten i början och slutet av produktionssäsongen och prov togs med "planktonmugg" i 8 av de minsta vattnen och med Ruttnerhämtare i de något större (7 st, ytor 0,004-0,16 km²). De senare har inkluderats i metadatabasen. Prov togs på 2 djup (yta+botten), filtrerades (63 µm), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under omvänt mikroskop. Kringdata finns i form av fullständig vattenkemi och fytoplanktonanalyser. Alla vatten var fiskfria.

Ungefär samtidigt (1965) genomförde Staffan Holmgren en stor fytoplanktonundersökning i Nedre Laksjön vid Abisko. Zooplankton ingick inte men han redovisar ändå några zooplanktonarters vertikala utbredning 4 ggr under ett dygn i mars 1965. Förekomsten av vertikalkvandringar kan utläsas av denna serie. Djurens vertikalfördelning i den 15 m

djupa sjön (yta 0,13 km²) kan utläsas av ytterligare en vinterprovtagning i mars 1964.

Ytterligare några år senare (1970) genomfördes i slutet av augusti en 3-betygsexkursion till Kuokkelområdet väster om Torneträsk (se nedan). Huvudinriktningen var att undersöka plankton och fisk i ett urval av områdets många små tjärnar (0,003-0,04 km²). I 16 tjärnar togs kvantitativa zooplanktonprov med en dränkbar elektrisk pump med vilken prov togs yta-botten på 10-15 olika punkter i varje tjärn. Proven filtrerades genom ett på pumpen fastsatt filter (63 µm) och den filtrerade volymen mättes med en flödesmätare. Samlingsproven fixerades med Lugols lösning och analyserades under omvänt mikroskop efter subsampling med Folsom sample splitter. Biovolymsbestämningar gjordes med längd/volym samband för de viktigaste djuren, individvolymkonstanter för övriga. Ansvarig var Gunnar Persson.

I kringinformationen ingår fullständig vattenkemi, klorofyll och fytoplankton. Sex av vattnen saknade fisk.

Referenser:

- Ekman, S. 1957. *Die gewässer des Abisko-Gebietes und ihre bedingungen*, K. svenska Vetensk.-Akad. Handl. 4, ser. 6: 1-172.
- Ekman, S. 1963. *Die jährliche Populationsentwicklung des planktischen Kopepoden Diaptomus graciloides im subarktischen Nordschweden*. Zool. Bidr. Upps. 36: 277-293.
- Eriksson, G. & Persson, G. 1971. *Limnologiska studier i högfjällsvattnen i Latnjajaureområdet 1967 I: Fysikalisk-kemiska faktorer, bottenflora, bottenfauna, zooplankton. Rapport, Limnologiska inst. Uppsala.*
- Holmgren, S. K. 1968. *Phytoplankton production in a lake north of the arctic circle. Rapport, Limnologiska inst. Uppsala.*
- Lundgren, A. & Persson, G. 1974. *Abiskovattnen inför vägen Kiruna-Narvik. Utredning Limnologiska inst. Uppsala.*
- Pejler, B. 1957. *Taxonomical and ecological studies on planktonic Rotatoria from northern Swedish Lapland*. K. svenska Vetensk.-Akad. Handl., ser. 4 vol. 6, No. 5. 68 pp.
- Persson, G. 1970. *VI. Zooplankton. I: Kuokkelexkursionen 1970. Rapport, Limnologiska inst. Uppsala.*
- Ekman, S., opublicerat material.

3. Kuokkelprojektet: P- och N-gödsling av små fjällsjöar

Med inspiration från studierna av bl.a. växtnäringens roll i "Experimental lakes area" i Kanada genomfördes under 1971-80 försök med gödsling av små fiskfria fjällsjöar i subarktiskt klimat i Kuokkelområdet väster om Torneträsk. Tre små (1,4-2,2 ha) grunda (4,5-5,5 m) oskiktade sjöar och en djupare temperaturskiktad sjö (2,4 ha, 13,7 m) gödslades med fosfor och kväve i olika kombinationer (figur 2). I den grupp som undersökte effekterna i ekosystemen svarade Gunnar Persson för zooplankton.

Ett provtagningsintervall på 10 dagar (juni-sept.) användes genomgående och i de grunda sjöarna togs prov från ytan till botten med ett 0,75 m långt plexiglasrör med klafflock (diam 70 mm). Blandprov togs stratifierat i en strandzon (10 punkter) och en central zon (5 punkter) i de grunda sjöarna. I den djupa sjön togs prov med ett 2,25 m långt rör (diam 70 mm) med klafflock nedtill och förslutningsmekanism upptill. Sjön djupstratifierades och inom varje stratum togs prov på 6, 6, 5, 4 och 2 punkter (5 strata). Prov från de olika punkterna inom varje stratum slogs ihop, filtrerades (40 µm) och konserverades med Lugols lösning.

I prov från de grunda sjöarna räknades kräftdjur i hela proven medan rotatorier räknades i prov subsamlade till 1/4 (Folsom sample splitter). I den djupa sjön subsamlades proven ofta längre (1-2/10) och med Wiborg whirling vessel. Det sista undersökningsåret i den djupa sjön användes sammanslagna volymsviktade prov från de fyra översta strata vid varannan provtagning. I den djupa sjön gjordes vid två tillfällen 1979 åtta vertikalprovtagningar inom 1,5 dygn för att belysa förekomsten av dygnsvandringar.

Separata håvningar med grovmaskig håv (0,25 m², 1000 µm maskvidd) användes för att kvantifiera *Bythotrephes longimanus*. Zooplanktonanalysen omfattade olika tillväxtstadium och ägg och möjliggör generations- och populationsanalys. Torrviktsbestämningar gjordes och längd-vikt funktioner beräknades. Precision i såväl individtätthet som biomassa

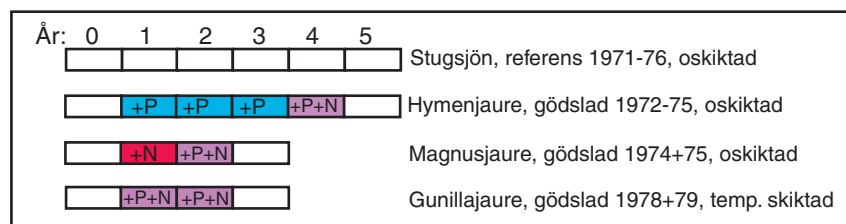
beräknades. Dessutom gjordes omfattande mätningar av kroppsstorlekar. Vattenkemi, klorofyll och fytoplankton beskrevs parallellt.

Vid gödslingarna ökade zooplanktonbiomassan 2-7 ggr medan fytoplanktonbiomassan ökade 20-40 ggr. Långa generationscykler bidrog till fördröjd respons för zooplankton, liksom dominans av alger mindre lämpade som föda. I den djupa sjön gav förhöjt pH (10-10,5) ensamt eller i kombination med ammoniak sannolikt en förgiftningsreaktion. En snabbt ökad population av predatorn *Bythotrephes longimanus* kan speciellt i den djupa sjön ha påverkat övriga populationer. Det suboptimala resultatet för zooplankton hade således flera orsaker vilket kunde visas med olika mått på fekunditet, eliminationhastighet och kroppstillväxt.

Parallellt till populationsundersökningarna i två av sjöarna har feedingexperiment genomförts och en konsumtionsmodell utvecklats och tillämpats. Nettoproduktion har också beräknats liksom respiration och födokonsumtion för att jämföra med modellresultaten.

Referenser:

- Persson, G. 1978. *Experimental lake fertilization in the Kuokkel area, northern Sweden: The response by the planktonic rotifer community*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 875-880.
- Persson, G. 1985. *Clearance rates of crustacean macrofiltrators: The nature of in situ rate depressions in a fertilized oligotrophic lake in the Kuokkel area, northern Sweden*. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 70: 335-358.
- Persson, G. 1985. *Community grazing and the regulation of clearance and feeding rates of planktonic crustaceans in lakes in the Kuokkel area, northern Sweden*. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 70: 197-238.
- Persson, G. & Ekbohm, G. 1980. *Estimation of dry weight in zooplankton populations: Methods applied to crustacean populations from lakes in the Kuokkel area, northern Sweden*. *Arch. Hydrobiol.* 89: 225-246.
- Persson, G. & Johansson, J. 1984. *Experimental fertilization of lakes in the Kuokkel area, northern Sweden: Zooplankton responses, and the precision*



Figur 2. Programöversikt över gödsling med fosfor (+P), kväve (+N) och kombinationsgödsling i Kuokkelprojektet.

of population estimates. In: *Zooplankton studies within the lake fertilization experiments of the Kuokkel area, northern Sweden. Acta Univ. Ups. 737, 51 pp.*

Persson, G., Holmgren, S.K., Jansson, M., Lundgren, A., Nyman, B., Solander, D. & Ånell, C. 1977. Phosphorus and nitrogen and the regulation of lake ecosystems: Experimental approaches in subarctic Sweden. I: *Proc. from Circumpolar Conference on Northern Ecology, Sept. 1975. 3: 3-19. Nat. Res. Council, Canada.*

4. Sexton kommunala referenssjöar i Norrbotten

Under sin tid på Länsstyrelsen i Luleå initierade Arnold Nauwerck referensundersökningar i en sjö i varje kommun i Norrbotten. Kommunerna genomförde provtagningarna och länsstyrelsen finansierade alla analyser. Totalt kom 16 sjöar i länet att undersökas 1986 och 1987. Sjöarna hade en storlek mellan 0,3 och 4,3 km² med maxdjup varierande mellan ca 2 m och ca 25 m (lodningar saknas). De flesta sjöar var grunda och bara sju uppskattades ha maxdjup över 8 m. Sjöarna var lokalt opåverkade men täckte en skala från klart till brunt vatten och med fosforhalter upp till 25 µg P·l⁻¹.

I undersökningarna ingick räkningar av fyto- och zooplankton och analys av klorofyll samt vattenfärg, pH, alkalinitet och närhalter. Prov togs med Ruttnerhämtare på en station centralt i sjöarna så att prov togs på 0,5 m djup och vidare nedåt med 1 m intervall i alla sjöar grundare än 8 m. I sjöar djupare än 8 m togs proven på 0,5 m djup och sedan med 2 m intervall. Minst 2 hämtare togs på varje djup och proven blandades i en 25 l dunk innan 5-20 l vatten togs ut till filtrering (75 µm maskvidd) för kräftdjursanalys. Proven konserverades med formalin och analyserades under omvänt mikroskop.

För analys av rotatorier togs särskilda prov så att 1 l provvatten togs ut från blandprovsdunken och fixerades med Lugols lösning. Efter minst 2 timmars sedimentation dekanterades vatten och provet analyserades på vanligt sätt under omvänt mikroskop.

Provtagningarna startade direkt efter islossningen i maj och fortsatte under den isfria perioden till mitten av oktober med totalt 7-10 provtagningstillfällen. Provtagningsfrekvensen var högre under försommaren.

För 1986 är materialet komplett och redovisat i form av en figurbilaga med sammanfattande tabeller (säsongmedelvärden) till en länsstyrelserapport. Figurerna omfattar de

vanligaste kräftdjursarternas populationsdynamik och generationsmönster. Den relativa fördelningen mellan ciliater, rotatorier, cladocerer, cyclopider och diaptomider under säsongerna anges också i figurer.

Under 1987 provtogs enbart zooplankton och vattenkemi + klorofyll. Både vattenkemiska data och zooplanktonproven finns bevarade. Arnold Nauwerck bearbetar f.n. materialet.

Referenser:

Nauwerck, A. *Opplicerat utkast till rapportbilaga, Länsstyrelsen i Luleå.*

5. Fyra sjöar på gränsen till Stora Sjöfallets nationalpark

När Ritsems kraftverk togs i drift avleddes vatten från vattensystemet nedströms Sitasjauremagasinet och vattnet gick istället till kraftverket. I vattensystemet finns dels rinnsträckor, dels 3 sjöar som därigenom bara fick lokal tillrinning vintertid. För att undersöka effekterna av en ökad vintertappning till 2 m³·s⁻¹ gjordes undersökningar dels utan tappning dels med ökad tappning.

Zooplanktonprov togs i 4 sjöar varav en var opåverkad referens. Som referenssjö användes Seukok. De övriga var Autajaure, Sourkejau-re, Teusajaure. Alla sjöarna är stora (2,5 – 17 km²) och djupa (47-73 m). De tre presumtvt påverkade sjöarna ligger i en kedja som bildar gräns till Stora Sjöfallets nationalpark.

Proven togs i augusti 1982 (före tappning) och 1987 (med tappning). På 1, 3, 5, 10 och 20 m djup togs prov med Ruttnerhämtare (2 hämtare per djup). Provvatten från varje nivå filtrerades (63 µm maskvidd) och fixerades med Lugols lösning. Analyserna utfördes under omvänt mikroskop av Birger Pejler. Rådata finns hos Per Mossberg som var ansvarig för zooplanktondelen av undersökningen.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och fytoplankton. Provfisken finns också.

Referenser:

Anon. 1988. *Teusadalen. Miljöstudier under minitappning. AB Hydroconsult 1988, 882.*

Mossberg, P., *opplicerat material.*

6. Påverkan av metaller i Kristineberg

Efter observationer av Kurt Roslund om avvikande zooplanktonfauna i Hornträsket utanför Kristineberg i slutet av 1990-talet genomförde han en kvantitativ undersökning på 7

stationer i sjön sommaren 2002. Samtidigt provtogs en station i Släppträsket som referens. Sjöarna har 6,5 resp 7,8 km² yta och ligger i norra Västerbottens skogslandskap. Provtogs på varannan meters djup (maxdjup 16 m) med Limnoshämtare, filtrerades genom 40 µm filter och konserverades med Lugols lösning. Provtagningsdatum var 30/7, 13/8 och 30/9.

Hornträsket har mycket avvikande planktonfauna (och flora?) och störningen beror på höga halter av Cu, Cd och Zn (analyserat 30/9 2002). Sjön har två bassänger varav Norrsjön är mer störd. Släppträsket däremot torde representera en obetydligt störd sjötyp jämförbar med referenssjöarna i södra Norrbottens skogsland.

Analys av metaller i sediment och biota har samtidigt gjorts som två examensarbeten.

Referenser:

Halsius, C. 2003. *Metals in Lake Hornträsket - Effects on zooplankton, benthic invertebrates and fish. Institutionen för ekologi och geovetenskap. Umeå universitet.*

Johansson, E. 2003. *Metals in Lake Hornträsket - Distribution in water and sediment. Institutionen för analytisk kemi. Umeå universitet.*

Roslund K., *Djurplankton i Hornträsket, Västerbotten, en metallpåverkad sjö. Manuskript*

7. Referensundersökningar och experiment i humussjöar väst om Örträsket

I mitten av 1990-talet startades försök för att belysa planktons reglering med avseende på organiskt material och oorganiska näringsämnen (N och P). De grupper som studerades var bakterier, autotrofa växtplankton, heterotrofa flagellater, mixotrofa flagellater, ciliater, rotatorier, copepoder samt cladocerer. Zooplanktonanalys och beräkningar gjordes av Jan Jo-

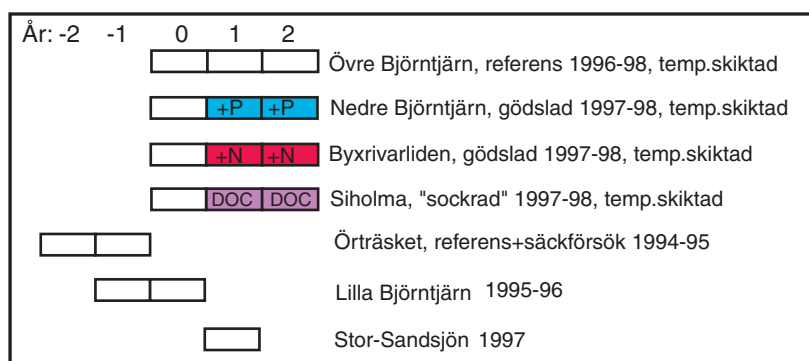
hansson och Ulrika Stensdotter (protozoer i Örträsket och Stor-Sandsjön).

Helsjöexperiment gjordes i fyra småtjärnar med varierande humushalt och med tillsatser enligt figur 3. Tjärnarna är mycket små (1-5 ha, 4-10 m maxdjup) men skiktade. Örträsket, som också undersöktes, är en stor (7 km², 64 m maxdjup) sjö med kort omsättningstid (3 mån) och brunt vatten (80 mg Pt). Stor-Sandsjön (9,7 km²), en pendang med lång omsättningstid och klart vatten undersöktes under ett år.

I tjärnarna togs prov under juni t.o.m. september var tredje vecka 1996, varannan vecka 1997 och varje vecka 1998. Från 20 till 25 punkter togs vattenpelare ned till övre metalimnion. Vatten togs med ett 2 m plexiglasrör med klafflock -"Rambergör". Vattnet (40 l) blandades i en balja och blandprov (15-20 l) filtrerades (45 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och räknades under omvänt mikroskop.

I Örträsket togs zooplanktonprov vid nio resp. åtta tillfällen somrarna 1994 resp. 1995. För varje 2 m skikt togs en vattenvolym proportionell mot skiktets volymsandel av epilimnion. Efter blandning uttogs ett epilimniontypiskt blandprov (15-20 l), som behandlades enligt ovan. Kräftdjur, rotatorier och ciliater samt utvecklingsstadier och ägg har räknats. Längdmätningar på kräftdjur gjordes i varje prov och transformerades till organiskt kol med funktioner ur litteraturen (Bottrell et al. 1976). Säckförsök med fosfor och kvävetillsatser gjordes i Örträsket men djurplanktonanalyserna omfattade endast ciliater.

Resultaten av sjöexperimenten visade förändringar för andra organismgrupper men inga eller små förändringar av zooplankton. Copepoder minskade dock vid sockertillsats. Rikligt med kringdata redovisas (vattenkemi, klorofyll, bakterier samt klassiskt fytoplankton). Alla planktongrupper är kvantifierade och kan jämföras (jfr Njupfatet).



Figur 3. Programöversikt över gödsling med fosfor (+P), kväve (+N) och sockertillsats i experimentsjöarna vid Örträsket. Undersökningsåren i övriga näraliggande sjöar anges också i figuren.

Referenser:

Blomqvist, P., Jansson, M., Drakare, S., Bergström, A.-K., Brydsten, L. 2001. *Effects of additions of DOC on pelagic biota in a clearwater System: Results from a whole lake experiment in northern Sweden. Microb. Ecol.* 42: 383-394.

Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasava, H., Larson, P. & Weglenska, T. 1976. *A review of some problems in zooplankton production studies. Norwegian J. Zool.* 24: 419-456.

Drakare, S. 2002. *The role of picophytoplankton in lake food webs. Dissertations from the faculty of science and technology 763, Uppsala Univ.*

Drakare, S., Blomqvist, P., Bergström, A.-K., & Jansson, M. *Relationships between picophytoplankton and their environment along a gradient of lakes of different water colour and nutrient content. Manuskript.*

Isaksson, A., Bergström, A.-K., Blomqvist, P. & Jansson, M. 1999. *Bacterial grazing by phagotrophic phytoflagellates in a deep humic lake in northern Sweden. J. Plankton Res.* 21: 247-268.

Jansson, M., Bergström, A.-K., Drakare, S. & Blomqvist, P. 2001. *Nutrient limitation of bacterioplankton and phytoplankton in northern Sweden. Freshw. Biol.* 46: 653-666.

8. Jämförelse mellan Vindelälvens sel och Umeälvens älvmagasin

Under temat "Vattenkraften och naturmiljön" bedrev Vattenfall i mitten på 1980-talet en informationsverksamhet för att visa vilken inverkan vattenkraften har på miljö och näringar. Bland olika teman fanns en jämförelse mellan fysikalisk-kemiska-biologiska förhållanden i den utbyggda Umeälven jämfört med den orörda "tvillingälven" Vindelälven.

Plankton behandlades i en jämförelse mellan två naturliga sel med relativt snabbt vattenutbyte i Vindelälven och två älvmagasin i Umeälven. De senare karaktäriseras av generellt långsammare vattenutbyte med höjt vinterflöde, utebliven vårflod, minimalt sommarflöde som stiger under hösten och en överlagrad variation i dygns- och helgtappning. Grundforsmagasinet matchas mot Olselet och Bjurfors Övre mot Stryckselet. De båda sistnämnda ligger närmare kusten och har brunare vatten.

I varje vatten fanns provtagningsstationer i 3 sektioner i strömriktningen. Prov togs i maj, juli, augusti och oktober 1984 och vid två av

dessa tillfällen togs proven från alla tre sektionerna i varje vatten, annars från mittsektionen. Proven togs från djupskiktet 0-5 m med Rambergör och omfattade 24 l vatten som filtrerades genom 40 µm planktonväv och konserverades med Lugols lösning. Analyserna utfördes under omvänt mikroskop av Hans Olofsson och resultaten anges som biomassa och individtäthet för Rotatoria, Cladocera och Copepoda. Rådata finns hos Per Mossberg som var ansvarig för zooplanktondelen av undersökningen.

Biomassorna visar sig vara högst i älvmagasinen vilket hänförs till vattnets längre uppehållstid där, speciellt i juli och augusti när flödena skiljer som mest. Individernas medelstorlek är också större i magasinen vilket kopplas till vattenomsättningen. En brytpunkt finns där utspolningshastigheten överstiger rekryteringshastigheten. Små individer med snabb reproduktion dominerar därför i Vindelälvens sel där vattenutbytet är snabbast.

Kringinformation finns i form av vattenkemi, klorofyll, fytoplankton och primärproduktion.

Referenser:

Nilsson, B. 1986. *Vattenkraften och naturmiljön. Umeälven och Vindelälven, sammanfattning av en ekologisk jämförelse. AB Hydroconsult 1986, 844.*

Mossberg, P., *opublicerat material.*

9. Zooplankton i fjällkedjans stora regleringsmagasin

På sommaren 1957 genomförde Tom Lötmarker ett stort provtagningsprogram i 13 stora sjöar och magasin i fjällkedjan i Jämtlands och Västerbottens län. Provtagningarna gjordes i 6 reglerade och 7 oreglerade vatten och inkluderade såväl beskrivning av säsongmönster och vertikal fördelning som vertikalförändringar. Alla undersökta sjöar var stora, de naturliga hade ytor 11–163 km² och regleringsmagasinen 13–95 km². Maxdjupen var 30-123 m respektive 33-130 m. Uppgifter om fiskbestånd och regleringamplitud finns från alla sjöar men uppgifter om vattenkemi och fytoplankton saknas.

Prov togs månatligen juni-sept (4 ggr) med undantag för några djupa sjöar (4 st) där prov togs 3 ggr. Provtagningarna gjordes nattetid (22-01). En kvantitativ Clarke-Bumpushåv med maskvidden 160 µm användes för horisontella ca 400 m långa drag på djupen 0, 2, 5,

10, 15, 20, 30, 40 m etc. Proven konserverades med formalin och subsamlades till 1/10 före räkning. Totalt togs 48 vertikalprofiler med 450 prov.

Artanalyserna omfattade tillväxtstadier (Copepoda) och kön och fekunditet (Cladocera). Resultat redovisades i figurbilagor (13 st) med vertikal fördelningar och i andra diagram som vertikalinTEGRERINGAR (ej för alla arter). Studierna av vertikaltvandringar genomfördes i Locknesjön och låg utanför det övriga undersökningsprogrammet. Sjön har senare undersökts med kvalitativa hävningar (Holmberg 1975)

Analysen gjordes vidare av generationscykler och möjliga dämningseffekter. Sådana kunde dock inte påvisas men individtätheterna av *Daphnia longispina* och *Bosmina* var lägre i magasinen. Undersökningen är en viktig referens och är metodmässigt jämförbar med de i Vänern och Vättern.

Ca 25 år efter Lötmarkers undersökning (1982) upprepades provtagningarna av Björn Kinsten i 4 av sjöarna (Torrön, Storsjouten, Storjuktan och Vojmsjön). Då användes också Clarke-Bumpushåv (maskvidd 160 µm) och håven drogs denna gång nattetid snett upp genom vattnet för att direkt ge värden jämförbara med de räknemässiga vertikalinTEGRERINGAR som Lötmarker gjort. Proven konserverades med Lugols lösning och subsamlades till 1/2 och i vissa fall 1/4 före räkning under omvänt mikroskop. Resultaten är ännu opublicerade men rapportutkast finns.

Referenser:

Holmberg, A. 1975. *Studier av tre sikarters näringsval samt kvalitativ analys av zooplankton i Locknesjön i Jämtland. Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm 5: 1-29.*

Lötmarker, T. 1964. *Studies on planktonic crustacea in thirteen lakes in northern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 45: 8-189.*

Kinsten, B. *Muntligt meddelande.*

10. Undersökningarna i Ransaren-Kultsjön-Steckenjokk

År 1954 inleddes undersökningar inför en reglering av Ransaren (som då redan påbörjats). Den nedströms belägna Kultsjön undersöktes som referens. Undersökningarna koordinerades från Limnologiska institutionen i Uppsala. Jan Axelson som svarade för zooplanktonundersökningarna kom in i projektet 1956 och redovisar data 1954-60 (7 år). Ransaren nådde full dämningshöjd 1958. Samma år började bygget av en damm även i Kultsjöns utlopp och en viss dämning ägde rum redan 1960. Före dämning hade sjöarna 21 resp 53 km² yta, med 60 respektive 140 m maxdjup. I varje sjö fanns en huvudstation där provtagningarna var regelbundna och zooplanktonprov togs med två veckors intervall juni-augusti, vissa år tätare och även i september. Vintertid eftersträvades tre provtagningar. Proven togs med Rodhehämtare (maskvidd 70 µm), i regel på 1, 5, 10, 20 och 40 m djup och redovisades (utom i appendix) som ind*dm² över 40 m djup. I varje sjö gjordes sporadiska jämförelser med ytterligare 2 stationer. I Ransaren gjordes dessutom specialprovtagningar i form av transekter längs sjön (6 stationer) samt 4 specialprofiler i littoralen. Parallellt med zooplanktonundersökningarna gjordes också fytoplanktonräkningar och primärproduktionsmätningar (Nauwerck 1957, Rodhe 1957).

	År	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91		
Kultsjön K3						R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
Kultsjön K2								R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
Ransaren R1		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
Ankarvattnet																																									
Stora Blåsjön		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
Mesvattnet																				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
Småvattnet																				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
Färgkod:																																									
Teckenförklaring:																																									

Figur 4. Översikt över de zooplanktonprovtagningar som gjorts i sjöar och vattenmagasin där *Mysis relicta* blivit inplanterad. Provtagningsfrekvens anges i figuren och metodik i texten.

Resultaten visar fram till och med 1957 en måttlig och likartad mellanårsvariation i båda sjöarna. Därefter ökade både individtäthet och biomassa i Ransaren åtminstone under de följande 2 åren, beroende främst på en ökning av *Daphnia galeata*. År 1960 antyds en återgång, speciellt för rotatorier. Fytoplanktonbiomassan har en liknande tydlig ökning medan primärproduktionen har en mindre tydlig ökning.

Axelson använder också sina data för att beskriva generationcykler för *Cyclops scutifer* och två *Diaptomus*-arter, samt för att beskriva *Daphnia galeatas* cyklomorfos.

Senare startades gruvbrytning i Stekenjokk vilket ledde till förnyade undersökningar av bl.a. zooplankton i Kultsjön (Hasselrot & Björklund 1975). Undersökningarna gjordes av Björn Kinsten som upprepade delar av Axelsons program på en station (K3) i Kultsjön år 1973-1976. 4-6 provtagningar gjordes juni-sept. dessa år. Dessutom tillkom i denna undersökning ytterligare två stationer. Även åren 1980, 1982, 1984 och 1991 togs enstaka prov av Kinsten (figur 4) för att följa upp ev. effekter av Stekenjokk-brytningen. Även i Ransaren togs 5 prov per säsong somrarna 1975+1976 följt av enstaka provtagningar 1982, 1984 och 1991. Endast materialet från 1973 års undersökning är publicerat. Då användes dels Axelsons metodik med Rodhehämtare och 70 µm maskvidd dels en dränkbar pump. Resultaten rapporteras i tabeller och diagram. De två metodernas resultat ges i två diagram med olika enheter.

Kinsten har även en opublicerad metodjämförelse ”Rambergör” – dränkbar pump – bensindriven sugpump.

Referenser:

- Axelson, J. 1957. *Vattenbeskaffenhet och plankton i Ransaren och Kultsjön. (Första medd. för åren 1954-1956) IV. Zooplankton. Rapport Limnologiska inst, Uppsala.*
- Axelson, J. 1961. *Zooplankton and impoundment of two lakes in northern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 41: 84-168.*
- Hasselrot, T. & Björklund, I. 1976. *Undersökningar i Stekenjokk, Saxån och Kultsjön åren 1973-75 i samband med anläggande av gruva och anrikningsverk i Wilhelmina kommun, Västerbotens län. Statens Naturvårdsverk PM 688.*
- Kinsten, B. 1976. *Zooplankton i Kultsjön. I: Undersökningar i Stekenjokk, Saxån och Kultsjön åren 1973-75 i samband med anläggande av gruva och anrikningsverk i Wilhelmina kommun, Västerbotens län. Statens Naturvårdsverk, PM 688, pp 70-78.*

Nauwerck, A. 1957. *Vattenbeskaffenhet och plankton i Ransaren och Kultsjön. (Första medd. för åren 1954-1956) II. Fytoplanktonbeståndet. Rapport Limnologiska inst, Uppsala.*

Rodhe, W. 1957. *Vattenbeskaffenhet och plankton i Ransaren och Kultsjön. (Första medd. för åren 1954-1956) III. Primärproduktionen. Rapport Limnologiska inst, Uppsala.*

11. Ökad fiskavkastning efter gödsling av Mjölkvattnet?

Den mycket låga fiskavkastningen i långtidsreglerade vattenmagasin i fjällen har inte bara tacklats genom Mysisinplanteringar. I ett medelstort magasin (med referens) görs från år 2000 försök att genom gödsling öka produktionen hos den befintliga faunan för att därigenom öka produktionen av röding och möjligen även öring. Zooplanktonansvarig är Tobias Vrede vid Limnologiska institutionen i Uppsala.

Stor-Mjölkvattnet har ytan 13,5 km², maxdjupet 97 m och dämningssamplituden 11 m. Den uppströms liggande referensen Stora+Lilla Burvattnet har ytan 12,9 km² och maxdjupet 139 m med amplituden 7 m. Programmet startade med en provtagning år 2000 samt ett förundersökningsår (2001) i båda sjöarna. Detta följdes av gödsling i Mjölkvattnet med fosfor och kväve i proportionerna 1:8 år 2002 (och 2003). Utvecklingen följs genom provtagningar varannan vecka juni-okt. (9 ggr).

För zooplanktonprovtagningarna används ett 2 m långt plexiglasrör med klafflock nedtill och slutmekanism upptill och med volymen 4 l. I varje sjö tas prov på 5-6 punkter på så sätt att provvolymerna i varje djupskikt är proportionella mot skiktets volym (till 70 m djup). Allt provvatten blandas i en tunna och 50-80 l filtreras (40 µm maskvidd) varefter provet fixerades med Lugols lösning för analys av kräftdjur och rotatorier i omvänt mikroskop. För rotatorieräkning subsamplas ofta till 50%, ev. 30% med ”Wiborg whirling vessel”. Individtätheter för kräftdjur och rotatorier redovisas liksom biomassor beräknade via längd/vikt-regressioner och slutligen omvandlade till mg C*⁻¹.

Kringdata finns i form av närsaltkemi, klorofyll, klassiskt kvantitativt fytoplankton, volym autotroft picoplankton, bakteriebiovolym, primärproduktion (4 ggr/säsong) och årliga provfisken. Enstaka maganalyser finns. Mysis finns i sjön efter inplantering 1972.

Referenser:

- Vrede, T., opublicerat material,

12. Samband mellan föda och zooplankton i 15 sjöar i Jämtland

I nordvästra Jämtland finns möjlighet att jämföra zooplanktons kvalitativa och kvantitativa förekomst i flera miljögradienter som påverkar sammansättning och mängd av zooplanktons föda. Där har det lokala näringsutbudets betydelse för zooplankton undersökts av Tobias Vrede m. fl. I ett område från skogsland mot högfjäll valdes 15 sjöar ut som låg skilda åt i gradienter av växtnäring, vattenfärg, regleringsamplitud, växtzon och vattenhårdhet. I augusti 2002 och 2003 gjordes sedan provtagningar i sjöarna. De var i regel större än 1 km² och maxdjupen varierade mellan 15 och 81 m.

Proven togs centralt i sjöarna med ett modifierat Ramberggrör med 2 m längd och 5 cm diameter samt förslutningsmekanism upptill (4 l volym). En djupintegrering gjordes genom att blanda prov tagna som en pelare genom hela den eufotiska zonen. Den uppskattades som 2 ggr siktdjupet som i de flesta fall låg på mellan 5 och 18 m djup. Provvattnet filtrerades genom silduk med 40 µm maskvidd och fixerades med fytofix. Proven är ännu inte analyserade.

Som kringvariabler finns vattenkemi, klorofyll, kvantitativt växtplankton och bakterier.

Referenser:

Tobias Vrede, muntligt meddelande.

13. Mysisinplanteringarnas effekter

I efterdyningarna till utbyggnaden av vattenmagasin i fjällen inleddes inplanteringar av *Mysis relicta* som näringsobjekt för fisk. Den halvpelagiskt levande *Mysis relicta* skulle ersätta de bottenlevande näringsdjur som försvann när stora bottenarealer torrlades under vårvintern (Fürst 1965). Dessa inplanteringar fick emellertid fler konsekvenser i ekosystemen och påverkan på zooplankton studerades av bl. a. Björn Kinsten under 5 år i Småvattnet och Mesvattnet. Sjöarna är små (16-138 ha) oligotrofa fjällsjöar med maxdjup 28-49 m och med röding som helt dominerande fiskart men även med öring. *Mysis* introducerades 1971 i båda sjöarna och utvecklingen följdes 1972-76. Därefter har enstaka provtagningar gjorts av Kinsten vid fyra tillfällen åren 1977-91 (figur 4). Dessa resultat är opublicerade. Zooplanktonprov (och fytoplankton) togs genom att med

en sugpump pumpa upp vatten medan pumpen sänktes ned till 20 m djup på 10 slumpvis utlagda stationer. Ca 7,5 l vatten filtrerades (30 µm maskvidd) från varje station och fixerades med Lugols lösning. Före analys slogs proven från de 10 stationerna samman. Vid analys under omvänt mikroskop räknades således djur från ca 75 l vatten (vissa prov sub-samlades till 50%). Proven togs med ca 10 dagars intervall från början av juni till sept., ev. okt. Detta gav 8 tillfällen 1972+1973, 10 tillfällen 1974 +1975 och 9 tillfällen 1976. Vertikalfördelning (ca tre ggr/år) beskrevs med prov tagna med Rodhehämtare, i något fall med Clarke-Bumpushåv. Alla prov 1977-91 togs som vertikalfiler med Rodhe-hämtare.

Av diagram med säsongmedelvärden (ind*1⁻¹) framgår att *Mysis*introduktionen påverkade *Eubosmina longispina* och *Holopedium gibberum* negativt medan rotatorier och fytoplankton ökade och *Cyclops scutifer* ej påverkades. Detta gällde speciellt i Mesvattnet. Möjligen kan totala zooplanktonbeståndet beskrivas med hjälp av publicerade data för dessa fyra arter/grupper. Fytoplanktonutvecklingen angavs parallellt. *Mysis* populationodynamik och fiskens svar på introduktionen beskrevs i två andra artiklar.

Referenser:

Fürst, M. 1981. Result of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 59: 33-47.

Fürst, M., Hammar, J., Hill, C., Boström, U. & Kinsten, B. 1984. Effekter av introduktion av *Mysis relicta* i reglerade sjöar i Sverige. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 1984:1.

Kinsten, B. 1983. Påverkan av *Mysis*-introduktion på växt- och djurplankton i två mindre sjöar i Jämtland. Fiskevårdande åtgärder i kraftverksmagasin 12: 26-30.

Kinsten, B. & Olsén, P. 1981. Impact of *Mysis relicta* Lovén introduction on the plankton of two mountain lakes, Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 59: 64-74.

Olsén, P. 1980. The population development of *Mysis relicta* after introduction in two mountain lakes, Sweden. Scr. Limnologica Upsal. 504, Limnologiska inst. Uppsala.

Olsén, P. 1980. Impact of introduction of *Mysis relicta* on char and brown trout in two mountain lakes, Sweden. Scr. Limnologica Upsal. 505, Limnologiska inst. Uppsala.

14. Reglering och Mysis-inplantering: Stora Blåsjön och Ankarvattnet

År 1947 reglerades Stora Blåsjön i Jämtland med 6 m amplitud och 1957 ökades regleringsamplituden till 13 m. I samband med Blåsjöns reglering gjordes klassiska undersökningar av bl. a. Grimås och Nilsson.

För att förbättra fiskfångsterna introducerades *Mysis relicta* år 1964 (se ovan). Dess roll i ekosystemet återstod att beskriva och år 1971 gjorde Björn Kinsten en kvantitativ zooplanktonundersökning. Per Olsén analyserade växtplankton (opublicerat). Zooplanktonundersökningen bedrevs på identiskt sätt i Stora Blåsjön och den oreglerade och *Mysis*-fria referenssjön Ankarvattnet belägen ca 3 km uppströms. Båda sjöarna är stora (9,3 resp. 31 km²) och djupa (75 resp. 110 m).

Prov togs med hjälp av pump. Pumpslangen (diam. 1,3 cm) sänktes långsamt ned till 20 m djup på 5 stationer i varje sjö och vattnet blandades i en tunna innan 10 l uttogs för filtrering (63 µm maskvidd). Provet formalin-konserverades och kräftdjur analyserades under lupp och rotatorierna under omvänt mikroskop. Denna typ av provtagning upprepades varje vecka juni-sept. Resultaten redovisades som individtäthet i tabeller och även som biomassa i figurer (individvikter ur litteraturen).

För att beskriva vertikalfördelning togs 4 ggr under perioden prov med Rodhehämtare på 3 nivåer under ytskiktet om 20 m. Även dessa prov subsamlades till 10 l före analys. Förekomsten av vertikalkvandringar undersöktes 3 ggr under perioden genom att prov om 5 l togs på var 5:e m över 50 m djup. Detta upprepades 5 ggr under de aktuella dyggen. Vertikalhåvningar från 20 m djup kompletterar provtagningarna och används för att med större säkerhet ange den relativa fördelningen mellan arter och stadier. Håvningar finns också för hela säsongen 1972 i Ankarvattnet.

Resultaten visade på samma totalbiomassor i båda sjöarna men andelen hinnkräftor var extremt låg i Blåsjön. Tidigare undersökningar av Löffler (1953) och Brelin & Johansson 1965-70 (opubl.) pekar på förändringar som kunde hänföras till både dämning och *Mysis*-introduktion i Stora Blåsjön. Experiment för att renodla påverkan från *Mysis* kom något år senare igång i Småvattnet och Mesvattnet (figur 4).

Referenser:

- Fürst, M. 1965. *Experiments on the transplantation of Mysis relicta Lovén into Swedish lakes*. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 79-89.
- Grimås, U. 1961. *The bottom fauna of natural and impounded lakes in Northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön)*. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42: 183-237.

Kinsten, B. 1973. *Zooplankton i Ankarvattnet och Stora Blåsjön (Jämtland)*. Rapport, Limnologiska inst., Uppsala.

Löffler, H. 1953. *Beitrag zur Planktonkunde des Faxälvs-systems*. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 34: 58-72.

Nilsson N-A. 1961. *The effect of artificial waterlevel fluctuations on the feeding habits of trout and char in the lakes of Blåsjön and Jormsjön, northern Sweden*. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42: 238-261.

15. Övre Oldsjön: den ultimata samplingsdesignen?

Keneth Åström gjorde 1972 en undersökning av Övre Oldsjön i NV Jämtland (582 m.ö.h.). Sjön var medelstor (5,5 km², 21 m maxdjup) och stod inför en reglering 1974 (14 m dämning). Inför provtagningen indelades sjöytan i kvadrater med 500 m sida (21 st) och inför varje provtagning valdes provtagningsruta genom att först slumpa horisontalkoordinat 1 (bland 7 kvadrater) sedan den vinkelräta horisontalkoordinaten (bland 3 kvadrater) och sist djupet i varje rutas centrum. På detta sätt valdes 10 provpunkter tredimensionellt i sjön och dessutom valdes subjektivt 2 punkter för att komplettera den horisontella täckningen. Proven togs i varje rutas centrum med Ruttnerhämtare varur 1 l togs ut och fixerades med Lugols lösning. Efter sedimentation sögs vatten av och proven analyserades i omvänt mikroskop. Åtta provtagningar gjordes juni t.o.m. okt 1971 och två i juni 1972. För varje provtagning redovisades en tabell med individtätheter i provtagningsrutorna. Medelindividtäthet för varje provtagning omräknades också till biomassa och medelbiomassans säsongförlopp jämfördes med fytoplanktonbiomassans. Utförandet gav horisontellt och vertikalt viktade medelvärden för sjön som helhet.

Referenser:

- Åström, K. 1972. *Kvantitativ zooplanktonundersökning av Övre Oldsjön*. Rapport, Zoologiska inst., Uppsala universitet.

16. Fulufjällsjöarna: kalkning och utplantering av röding och öring

Zooplankton i 6 sjöar i Fulufjällsområdet har studerats sedan början på 1970-talet då surt vatten medfört att fiskpopulationerna dött ut i fyra av sjöarna. Sjöarna kalkades sedan och fisk inplanterades i alla sjöar utom i Övre Särnamannasjön som förblev okalkad fram till år

2001 då den kalkades i strid med pågående uppföljningsprogram. Nu finns röding (R), öring (Ö) och lake (L) enligt följande: Övre Särnamannasjön (fiskfri?), Nedre Särnamannasjön (R), Stora Rösjön (R), Lilla Rösjön (R), Stora Harrsjön (Ö+L), Lilla Harrsjön (R+Ö+L). Kvantitativa och semikvantitativa zooplanktonprov togs extensivt 1972-73, 1976-79 och 1989-91. Torolf Lindström hade det övergripande ansvaret för zooplankton och Maria Hanson gjorde undersökningen 1972-73. Prov togs med en 1,5 l Ruttnerhämtare, eller en 5,3 l hämtare enligt Lindström (1952) och med semikvantitativa vertikala håvdrag. Alla prov filtrerades genom väv med 70 µm maskvidd. Endast kräftdjur analyserades. Som tätast togs 4 prov perioden juni-sept (1972), under senare år togs i regel två prov per säsong. Sjöarna är grunda (3-6 m maxdjup) och prov togs oftast på tre djup med minst 3 Ruttnerhämtare per djup. Vertikalt integrerade individtätheter i en vattenpelare redovisas. Tyngdpunkten lades på generationscykler och effekter av varierande fiskpredation diskuterades, liksom möjliga effekter av höga aluminiumhalter och lågt pH. Som kringinformation finns kemi (inklusive Al). Kräftdjurens vertikalfördelning specialstuderades med augustiprov i Stora Rösjön 1991, 1992 och 1996 (Lindström 2001).

Undersökningarna i Särnamannasjöarna återupptogs år 2000 när Nedre Särnamannasjön fördes in i den nationella kalkningseffektövervakningen (IKEU) och Övre Särnamannasjön blev referenssjö. Kvantitativa prov tas nu fyra gånger per säsong med Limnoshämtare (sid. 51) och fytoplankton och kemi finns som tilläggsinformation liksom provfisken.

Referenser:

- Hanson M. 1974. Zooplankton i Fulufjällssjöar med lågt pH. Information från Sötvattenslab. Drottningholm, Nr 5.
- Hansson, M. 1976. Biologin i en sur fjällsjö belyst av rödingens föda. Information från Sötvattenslab. Drottningholm, Nr 5.
- Lindström, T. 1952. Sur l'ekologie du zooplancton Crustacé. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 33: 1-165.
- Lindström, T. 1992. Zooplankton på Fulufjället 1976-91. Information från Sötvattenslab. Drottningholm, (1992) 2: 35-68.
- Lindström T. 1998. Short-term changes of crustacean plankton reproduction and juvenile survival in some acidified and limed high mountain lakes. Nordic J. Freshw. Res. 74: 127-140.
- Lindström T. 2001. Structure of crustacean plankton in some lakes in northern Sweden when influ-

enced by char predation. Fiskeriverket informerar 2001: 3.

Persson, G. & Ekström, C. 2001. Djurplankton före och efter kalkning i sjöar inom integrerad kalkningseffektuppföljning. Rapport 2001:6, Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala

17. Sjöar och magasin i Vålån, södra Jämtland

Ottsjön, Hottön, Gesten, Häckren, Sällsjön och Ånn undersöktes 1946-57 av Thorolf Lindström, Sötvattenslaboratoriet. Provtagningarna koncentrerades på enskilda sjöar olika år och tidsintervallen mellan provtagningarna varierade. Ottsjön, senare även Häckren, undersöktes mer intensivt än de övriga. Förutom att ange de planktiska kräftdjurens individtäthet var syftet även att beskriva populationernas variation i rummet. I en senare publikation (Lindström 1958) behandlades främst populationernas variation i tiden och deras generationscykler. I en ytterligare artikel behandlades förhållandena när Häckrenmagasinet skapats av Hottön, Gesten och Häckren (1966). Där undersöktes om ändrad predation av röding påverkade zooplanktonens vertikalfördelning, svärbildning och vandring. Detta gjordes dels under dämningssfasen (1970-71) dels under utarmningsfasen (1996).

I den första undersökningen togs prov på många stationer i varje sjö med tre olika hämtare: 1) Rodhehämtare å 10 l (1946-47), 2) en egenkonstruerad kortare hämtare (å 5,3 l) med större diameter och 3) en liknande hämtare men med Rodhehämtarens mekanism (1950-57). Provvattnet filtrerades med metallfilter (maskvidd 70-90 µm).

Resultaten redovisades som rådata i en mängd tabeller med uppgifter om utvecklingsstadier, kön och ägg. Rotatorier sades vara fåtaliga, och redovisades inte. Många parallella prov togs för metodstudier på samma station, datum och djup. Många stationer per sjö redovisades också. Med sjöordning enligt ovan fanns 20, 5, 6, 5, 1 och 5 stationer i respektive sjö.

Analysen av vertikalfördelning visade att vinden hade statistiskt signifikant effekt på vertikalfördelningen i Ottsjön. Detta gällde individtäthet på 2, 5 och 10 m djup för Diaptomus, Cyclops, Daphnia och Bosmina. Lugna dagar testades också vertikalfördelning dag och natt samt fördelning i anslutning till språngskikt (Ottsjön). Diaptomus hade en signifikant dygnsvandring med ytanhopning i skymningen. Daphniahanar och juveniler samt Bosmina fanns efter nedvandring dagtid i språngskiktet eller vid botten i oskiktade sjöar.

Årscyklar beskrevs preliminärt och två fraktioner med fasförskjuten könsmognad beskrevs både för Diaptomus och Cyclops. Frågan om generationcykler belystes bl. a. i den senare artikeln (1958) med tilläggsmaterial från 1954 + 1955 + 1957. Där beräknades individtätheter i vattenpelare baserat dels på kvantitativa prov tagna med vattenhämtare, dels på vertikalt tagna håvprov. En jämförelse mellan håv- och hämtarprov visade att de kan ersätta varandra.

Data från olika år användes för att i ett stort antal diagram visa normalförlopp för enskilda arter och stadier under en säsong samt ev. avvikelser. I uppföljningen efter dämning redovisades data i en stor mängd tabeller (individtätheter i 5,3 l hämtare) och figurer. Främst diskuterades att Daphnia galeata uppehöll sig ytligt där predationsrisken var störst. Tendenser till moln- och svärmbildning diskuterades utifrån avvikelser från en poissonfördelning.

Referenser:

Lindström, T. 1952. *Sur l'ekologie du zooplancton Crustacé. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 33: 1-165.*

Lindström, T. 1957. *Sur les planctons Crustacé de la zone littorale. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38: 31-153.*

Lindström, T. 1958. *Observations sur les cycles annuels des planctons crustacé's. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 39: 99-145.*

Lindström, T. 1973. *Life in a lake reservoir: fewer options, decreased production. Ambio 2: 145-153.*

Lindström T. 1998. *Short-term changes of crustacean plankton reproduction and juvenile survival in some acidified and limed high mountain lakes. Nordic J. Freshw. Res. 74: 127-140.*

Lindström, T. 2001. *Structure of crustacean plankton in some lakes in northern Sweden when influenced by char predation. Fiskeriverket informerar 2001: 3.*

18. Tvåtjärnarna: en abborrtjärn i Hälsingland

Två små bassänger åtskilda av ett smalt sund har gett tjärnen namnet Tvåtjärnarna (5,3 ha yta, 7 m maxdjup). Den är oligotrof och lätt humös (30-50 mg Pt⁻¹l⁻¹). I tjärnen finns abborre, mört, gädda och ruda och abborrens näringsbiologi har specialstuderats av Gösta Kjellberg som också genomförde undersökningar av sjöns zooplankton.

Prov togs på en station över största djupet i den norra bassängen. Ruttnerhämtare (1,3 l) användes för att från djup med 1 m ekvidistans ta 6 prov som sedan blandades i en balja. Ett subsampel (5 l) ur baljan filtrerades sedan genom en planktonhåv (200 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och analyserades under omvänt mikroskop. Proven togs varannan vecka 1967+1968.

Resultaten visades i 10 diagram med de viktigaste arternas förekomst under perioden samt den totala individtätheten av kräftdjur. Nauplier ingår inte i redovisningen p.g.a. den använda maskvidden. Ett diagram visar också Eudiaptomus gracilis dygnsvandring vintertid.

Utgående från maganalyser på abborre av olika ålder gjordes en ingående analys av zooplanktons roll i abborrens föda. Det visade sig att zooplankton dominerade som föda under abborrens två första levnadsår. Framför allt åts Bosmina longirostris, Daphnia cristata samt Eudiaptomus gracilis och Polyphemus pediculus medan Cyclops spp och Holopedium gibberum inte åts. Födovallet för övriga fiskarter redovisas mer kortfattat.

En omfattande redovisning gjordes också av bottenfauna, speciellt strandfauna (kläckning m.m.) och ytfauna. Övriga kringdata omfattar löpande enkel vattenkemi samt komplett vattenkemi vid ett tillfälle.

Referenser:

Kjellberg, G. 1971. *Ett tusenbrödrabestånd (Perca fluviatilis) näringsekologi i en mindre skogstjärn. Information från Sötvattenslab., Drottningholm 1971 Nr 4.*

19. "Projekt Falu gruva"

I början av 1980-talet genomfördes ett omfattande projekt för att dels kartlägga eventuella biologiska störningar av metallutsläpp från gruvbrytningen och gruvbrytningens restprodukter runt Falun, dels bedöma möjligheterna till åtgärder. Det biologiska programmet omfattade provtagningar i Runn (inklusive Vikasjön och Ösjön), Varpan och Rogsjön. Rogsjön användes som opåverkad uppströms referens och undersökningarna kom att inriktas på fisk och bottenfauna (som visade sig vara störd).

I samband med undersökningarna togs några kvantitativa zooplanktonprov i augusti och september 1982 i Runn och i september samma år i Rogsjön. Båda sjöarna är stora (64 km² resp. 18 km²) och djupa (27 resp. 65 m). På en station i varje sjö togs prov med Rodhe-

hämtare på 1, 3, 6, 9, 12, och 15 m djup. Proven blandades till ett 30 l blandprov, filtrerades (40 µm maskvidd), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under inverterat mikroskop. Kringdata finns framför allt i form av metallhalter i vatten. Zooplanktonmaterialet är opublicerat.

Referenser:

Ahl, T. & Wiederholm, T. 1983. *Projekt Falu gruva; Miljöeffekter. Naturvårdsverket PM 1837.*

Inst. för miljöanalys, opublicerat material.

20. Enstaka kvantitativa zooplanktonundersökningar i Dalasjöar

Med syfte att dokumentera speciella miljöer eller följa upp effekter av åtgärder tog Hans Olofsson kvantitativa zooplanktonprov i augusti i 6 sjöar. Där åtgärder genomförts togs prov året innan åtgärd samt prov 2-5 år efter åtgärd. Följande sjöar har provtagits:

Gruvsjön, eller Silvbergssjön i Säter (0,4 km², 35 m maxdjup) mycket sur sedan århundraden. Prov 1993+1996.

Brunnsjön, Hedemora, (1,4 km², 4 m maxdjup) hypertrof, prov före och efter utfiskningsförsök. Prov 1993+1996.

Stora Älgsjön, Gyllbergen, (0,2 km²) före och efter sodabehandling. Prov 1993+1996. (se sid. 88 om motsvarande undersökningar i Blekinge och Skåne).

Björkljustern, (2 km²) före och efter kalkning. Prov 1993+1996.

Dyversjön, Rotälven, kalkning. Prov 1994 (ej analyserat).

Gimmen, (4,2 km²), kräftsjö med sviktande rödingbestånd. Prov 1992 (ej analyserat).

Proven togs genomgående med ett 2 m långt Rambergör över sjöarnas djuphål och i form av vattenpelare delad i epi- och hypolimnion ned till största djup (i Älgsjön enbart epilimnion). De enskilda proven blandades i en hink varur 10-25 l togs ut (5 l i Brunnsjön), filtrerades (40 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och analyserades under omvänt mikroskop. Kräftdjur och rotatorier analyserades med speciell hänsyn till äggförekomst och tillväxtstadium. Provtagningen i Gimmen omfattade flera stationer. Dessa prov har i övrigt behandlats på samma sätt.

Kringdata finns i form av vattenkemi och fytoplankton samt provfisken.

Referenser:

Olofsson, H, opublicerat material.

21. Pionjärundersökningarna i Klotentjärnarna

Undersökningarna i Klotentjärnarna 1913-14 samlade dåtidens hydrobiologiska storheter som Gunnar Alm, Einar Naumann, Theodor Freidenfeldt m. fl. Den sistnämnde genomförde kvantitativa zooplanktonundersökningar och torde jämte Cleve-Euler och Huss (1912) vara den förste som försökte beskriva planktondjurens mängdförhållanden i Sverige (jfr. sid. 38).

Steget att komplettera uppgifter om artförekomst med även kvantitativa uppgifter styrdes i Klotenundersökningen antagligen av intresset att bedöma möjlig fiskproduktion.

Oxögat, Hemtjärn, Stora och Lilla Hyttjärn samt Väkkalampa besöktes. Alla är små (<10 ha) och mindre än 6 m djupa utom Väkkalampa som är ca 11 m djup. På djup större än 5 m var sjöarna syrgasfria.

Praktiskt tillgick insamlingen av zooplankton så att vatten från bestämda djup (1 m intervall) sögs med en handpump av slagtyp genom en slang till ett filter (Müllergas No 20). Vid varje provtagningsställe (över största djupen) pumpades och silades 77 l vatten och proven formalinkonserverades. Proven överfördes till en volymbestämningsapparat enligt Apstein och totalvolymen seston bestämdes. I seston ingick zooplankton, detritus och fällningar men inte alger eftersom det enligt Naumanns parallella undersökningar bara fanns nannofytoplankton som borde passera filtret. Genom att skatta mängden detritus och fällningar beräknades zooplanktonmängden som skillnad. Som komplement anges frekvensen av olika ingående arter enligt en sexgradig skala. Prov redovisas från 9-10 provtagningar varav dock högst 5 sommartid. Vertikalfördelning kan utläsas ur en tabell för varje provtagning. Undersökningens nutida användning är svårbedömd.

Referenser:

Freidenfeldt T. 1921. *Undersökningar över zooplankton. I: Alm, G., Freidenfeldt, T., Hannerz, A.G., Jonsson, E., Naumann, E. & Swenander, G. (eds) Klotentjärnarna, fiskerivetenskapliga undersökningar på uppdrag av kungliga lantbruksstyrelsen. Medd. Kungl. Landtbruksstyrelsen 232: 93-118.*

22. Bakterioplanktons mortalitet i Gäddtjärnen och Fiskalösen

Bakteriepopulationernas förlustvägar (t.ex. virusangrepp eller zooplanktonkonsumtion) i en humusrik och i en humusfattig skogssjö undersöktes år 2000 av Katarina Vrede vid limnologiska institutionen i Uppsala. Zooplank-

ton i rollen som bakteriekonsument ingick i undersökningen. Kräftdjuren analyserades av Jan Johansson och protozoerna av Ulrika Stensdotter. Den ena undersökningssjön, Gäddtjärnen, har ytan 0,10 km² och maxdjupet 10 m. Den är humös (>100 mg Pt·l⁻¹), har pH 4,6-6,7 och har kalkats. Den andra sjön, Fiskalösen, är ännu mindre (ca 0,04 km², 7,4 m maxdjup) humusfattig (<15 mg Pt·l⁻¹) och har pH 4,9-5,3.

Prov togs var fjortonde dag från mitten av maj till mitten av okt (11 ggr). Dessutom togs kompletterande prov vid tre tillfällen 2001. Zooplanktonproven togs på en central punkt i varje sjö med "Rambergrör" från ytan till temperatursprångskiktets övre gräns samt från dess undre gräns till botten. I dessa epi- och hypolimnionprov ingår således inte metalimnion och epilimnions djup ökar från ca 2 till 4 m under säsongen i Gäddtjärn och från ca 2 till 6 m i Fiskalösen. Ca 20 l vatten togs från varje skikt. 9 l filtrerades (40 µm maskvidd) och proven fixerades med Lugols lösning samt analyserades under omvänt mikroskop.

Individtätheter för kräftdjur och rotatorier redovisas samt biomassor beräknade via längd/vikt-regressioner och slutligen omvandlade till mg C·l⁻¹.

Kringdata finns i form av närsaltkemi, partikulärt kol, klorofyll, fytoplanktonbiovolym, bakteriebiovolym, bakterieproduktion samt primärproduktion vid provtagningarna år 2001.

Referenser:

Vrede, K., *opublicerat material*.

23. Arseniktillsats i "limnocorraller"

I mitten på 1980-talet genomfördes i Sörmo-gen (4,2 km², 12 m maxdjup) i Bergslagen ett försök att beskriva hur förgiftningseffekter på någon komponent i ett ekosystem förs vidare till andra delar av systemet. Experimenten ingick i det ekotoxikologiska s.k. ESTHER-projektet. Som modellsubstans valdes arsenik (arsenat, AsO₄) och som modellekosystem valdes 4 runda plastinneslutningar från yta till botten med 10 m diameter och 4 m djup. Arsenat doserades i olika mängder till 3 av dessa "limnocorraller" och vatten pumpades ständigt in för att försöka ge dem en vattenomsättningstid på ca 100 dygn. Den förgiftade komponenten blev i detta fall fytoplankton och effekterna av detta spårades bl. a. på zooplanktonbestånden som undersöktes av Hans Olofsson och Michael Brett. Den dammeffekt som

kan uppträda i denna typ av försök belystes genom att också ta prov i själva sjön. Dessa sjöprov togs som blandprov på en station utanför corralerna med hjälp av ett 2 m Rambergrör. Proven togs ned till 4 m djup och 16 l blandprov filtrerades genom väv med 40 µm maskvidd. Subsampling tillämpades vid analysen. För att undvika kontraktion bedövades djuren genom bubbling med koldioxid och fixerades sedan med Lugols lösning. Dessutom användes sockertillsats för att cladocererna skulle behålla sina ägg. Provtagningarna gjordes med tre dagars intervall och vartannat prov analyserades. Detta innebar 16 ggr under perioden juni—okt 1985 och 23 ggr maj—okt 1986. Materialet är ofullständigt redovisat men kräftdjurens totalbiomassa under säsongen finns redovisad. Vägningar av planktondjur genomfördes. Individerna i ett stort antal prov räknades också för att beskriva variationen mellan enskilda prov.

Som kringdata finns vattenkemi, fytoplanktonräkningar, primärproduktionsmätningar, bakterieräkningar och bakterieproduktion.

Referenser:

Bell, R.T. & Heyman, U. *Response of a freshwater pelagic plankton community in limnocorrals to low arsenate stress. Manuskript*.

Blomquist, P. & Heyman, U. 1987. *Effects of arsenate additions to pelagic mesocosms on phytoplankton biomass and composition. Limnologica 20:329-338*.

Olofsson, H. *opublicerat material*.

24. Ekosystemundersökningar: Klotenprojektet i Bergslagen

År 1969 inleddes undersökningar i sjöarna Vitalampa och Botjärn (yta 2,9 resp. 9,7 ha, maxdjup 10 resp. 14,4 m). Sjöarna har omsättningstiderna 1,9 resp. 0,3 år och har måttligt brunt vatten (50-100 mg Pt·l⁻¹)

Jan-Åke Johansson och Hans Olofsson startade zooplanktonundersökningar inom projektet 1972 och data finns tillgängliga till 1976 (5 år). Sommaren 1973 kvävegödslades Vitalampa för att simulera effekter av skogsgödsling. Resultaten pekar på inga eller obetydliga effekter på zooplankton, dock försvann *Sida crystallina*.

Zooplanktonprov togs i två strata, pelagial och littoral, med gräns vid 2 m djup som motsvarar makrofytvegetationens utbredningsgräns. Proven togs en gång per vecka sommartid och minst månatligen vintertid. Detta gav ca 29 prov/år.

I varje stratum togs 12 respektive 20 vertikalk profiler yta-botten med ett 2 m långt "Ramberg rör" med klafflock (diam 40 mm). Varje provpunkt var utslumpad, i pelagialen dock med förbehåll att provvolymen från varje 2 m skikt representerar skiktets andel i den totala sjövolymen. I Vitalampa gav provtagningen 22 l littoralvatten och 62 l pelagialvatten och i Botjärn 74 l pelagialvatten. Provvattnet filtrerades (40 µm maskvidd) och fixerades med Lugols lösning och räknades under omvänt mikroskop efter subsampling med "Wiborg whirling vessel" (1/10 till 8/10 prov). Undersökningen kompletterades 1973 med extra prover i littoralen. Från dessa rapporteras dock i huvudsak kvalitativa uppgifter.

Tillväxtstadier och ägg räknades i båda sjöarna och längdmätningar gjordes för att via egna längd-vikt samband beräkna biomassa som torrsvikt. Generationscykler undersöktes.

I en första rapport från Vitalampa beräknades med hjälp av tillväxtexperiment och publicerade samband total zooplanktonproduktion för 1972+73 uttryckt som g·m⁻² (våtvikt). I en andra rapport från Botjärn (1972-75) redovisas dels biomassor mätta som torrsvikt med de nya längd-vikt sambanden, dels redovisades experiment och beräkningar av födokonsumtion för de viktigaste arterna. Vidare diskuterades storleksintervall för djurens föda samt bakteriernas roll som föda i sjön och i allmänhet.

Individtätheter och biomassor från båda sjöarna och för hela undersökningsperioden finns digitalt lagrade.

Vattenkemi finns för hela perioden. Fytoplankton- och bakteriebiovolymmer samt partikulärt kol 0,7–40 µm finns från 1975. Både fiskbestånd (abborre), fiskproduktion, födoing och födoval har beskrivits.

År 1977 gjordes kvantitativa provtagningar i Vitalampa och Botjärn samt i tre andra sjöar i området där prover togs varje vecka från islossning till midsommar. Sjöarna var Orrtjärn, Grästjärn och Ljustjärn (i Malingsbo). Metodik och kringvariabler liknade de som användes i Botjärn och Vitalampa. Proven togs dock med en meterlång hämtare med klafflock och slutmekanism (4 l volym). De togs centralt i sjöarna från ytan till botten och med 1 m intervall. Proven räknades och utvärderades separat. Både fyto- och bakterioplankton ingick samt tillfälligt primärproduktionsmätningar (¹⁴C), liksom maganalyser på fisk. Materialet omfattar ca 8 provtagningar i maj-juni. Det är publicerat.

Referenser:

Eriksson, F., Johansson, J.Å., Mossberg, P., Nyberg, P., Olofsson, H. & Ramberg, L. 1974. *Ekosyste-*

mets struktur i sjön Vitalampa. Klottenprojektets rapport nr 4. Limnologiska inst., Uppsala

Heyman, U. 1983. *Relations between production and biomass of phytoplankton in four Swedish lakes of different trophic status and humic content. Hydrobiologia 101: 89-104.*

Johansson, J.Å. 1983. *Seasonal development of bacterioplankton in two forest lakes in central Sweden. Hydrobiologia 101: 71-88.*

Johansson, J.Å., Olofsson, H. & Ramberg, L. 1976. *Studier av zooplanktons konsumtion i Botjärn. Klottenprojektets rapport nr 5. Limnologiska inst., Uppsala.*

Nyberg, P. 1976. *Production and food consumption of perch in two Swedish forest lakes. Klottenprojektets rapport nr 6. Scr. Limnol. Upsal. 421.*

Nyberg P. 1979 *Production and food consumption of perch, Perca fluviatilis L., in two Swedish forest lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 58: 140-157.*

Ramberg, L. 1976. *Relations between phytoplankton and environment in two Swedish forest lakes. Klottenprojektet rapport nr 7. Scr. Limnol. Upsal. 426.*

Olofsson, H. *opublicerat material.*

25. Ekosystemundersökningar: Hyttödammen i Älvkarleö

Uppfödning av lax- och öringyngel (liksom andra fiskarter) har länge praktiserats i naturdammar i Sverige. I några av dessa har biologiska undersökningar gjorts men knappast mer omfattande än de som gjordes av Rolf Arne i Hyttödammen. Dammen har 12 ha yta och 2,2 m maxdjup. Den är heterogen på många sätt, bl. a. är genomströmningen av vatten från Dalälven stark i vissa partier medan grundvatteninflöden finns i andra områden. Makrofytvegetationen är varierad och bitvis kraftig. Tätheten av laxungar i slutet på tillväxtsångerna uppskattades till 1 ind·m⁻³ och öringtätheten var betydligt lägre.

Zooplanktonundersökningarna pågick 1959-62 (4 år). Proven togs veckovis under somrarna och mer sällan vintertid. Individtätheter redovisades från fyra stationer där en speglade inloppsvattnets fauna (utesluts här). Av de övriga var en djupare än 2 m. Proven togs fram till sept. 1961 med Ruttnerhämtare på ett resp. tre djup (2 resp. 1 stn). Därefter användes plexiglasrör (6 l volym) med kork i den övre änden på de grunda stationerna medan Ruttnerhämtare nyttjades på den djupa sta-

tionen. Ett 1 l subsampel ur varje prov uttogs för fixering (Lugols lösning) och koncentrerat genom sedimentering och dekantering. Proven analyserades under omvänt mikroskop. För att beskriva den horisontella variationen togs prov på 30 stationer månadsvis under 3 somrar. En separat metodjämförelse mellan rör och Ruttnerhämtare redovisades baserat på medelvärden från 8 provtagningar på 4 stationer.

För varje art redovisades tids/täthetsdiagram för alla stationer. Horisontalfördelning redovisades visuellt på kartor för varje art och karteringstillfälle. Total zooplanktonbiomassa beräknades med hjälp av egna och Nauwercks individvolymmer samt redovisades i diagram med liknande framställningssätt. Dessutom jämfördes totalbiomassan med motsvarande beräkningar från Erken. Jämförelser med Erken gjordes vad gäller total zooplanktonbiomassa och kvoten zoo-/fytoplanktonbiomassa. Båda visade sig överensstämma tämligen väl.

De övriga undersökningar som gjorts i Hyttödammen omfattar vattenkemi, makrofytvegetation, fytoplankton och primärproduktion, bottenfauna och fiskens näringsval.

Referenser:

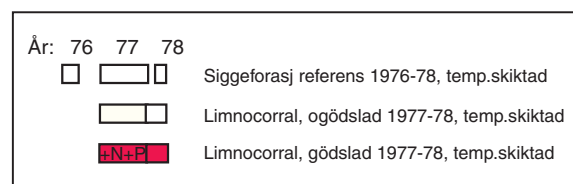
Arnemo, R. 1960. *Limnologiska studier i Hyttödammen 1959. Vandringsfiskutredn. Medd. 11/1960.*

Arnemo, R. 1964. *Limnological studies in Hyttödammen. 1. Physical and chemical conditions. Report Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 45: 5-93.*

Arnemo, R. 1965. *Limnological studies in Hyttödammen. 2. Phytoplankton and its production. Report Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 46: 141-166.*

Arnemo, R. 1965. *Limnological studies in Hyttödammen. 3. Zooplankton. Report Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 46: 200-275.*

Arnemo, R. 1965. *Limnological studies in Hyttödammen. 4. The young salmon, its growth and food. Laxforskningsinstitutet, Medd. 5/1975.*



Figur 5. Programöversikt över den intensiva sjöprovtagningen och "limnocorral"-experimenten i Siggeforasjön 1976-1978. Beteckningar enligt figur 2.

Arnemo, R. 1975. *Limnological studies in Hyttödammen. 5. Outlines of the ecosystem and its management. Laxforskningsinstitutet, Medd. 8/1975.*

Arnemo, R. & Norlin, Å. 1962. *Om vegetation och miljö i Hyttödammen vid Älvkarleö. S. Sveriges fiskerifören 1959-60: 42-50.*

Norlin, Å. 1964. *Bottenfauna och chironomidernas kläckningsintensitet i Hyttödammen vid Älvkarleö. S. Sveriges fiskerifören. 1961-62: 39-60.*

26. Planktonfattiga kalkoligotrofa sjöar i Uppland

Längs Upplandskusten ligger ett antal grunda kalkoligotrofa sjöar som avsnörts från havet i tämligen sen tid. I en av dessa, Eckarfjärden (yta 0,2 km², maxdjup 2,6 m) studeras balansen mellan planktisk och bentisk produktion. Arbetet utförs av Eva Nilsson, Limnologiska inst. Uppsala, som även tar kvantitativa zooplanktonprov ca 18 ggr/år (2 ggr/mån under isfri period) från år 2000 och framåt. Prov tas med Rambergrör på 6 stationer i sjön och blandas till ett blandprov så att delprovets volymer viktas mot volymen i sjöns olika djupskikt. Ca 20 l provvatten filtreras (40 µm maskvidd) och fixeras med Lugols lösning. Proven är ännu ej bearbetade.

Kringdata finns i form av fullständig vattenkemi, klorofyll, fytoplanktonbiomassa och produktion, bakteriebiomassa och produktion samt provfiske.

Referenser:

Blomqvist, P, muntligt meddelande.

27. Siggeforasjön: tidsserie med högfrequent provtagning

Med målsättning att beskriva fytoplanktonens dynamik och förstå de reglerande faktorerna startades i april 1976 ett projekt i Siggeforasjön NV om Uppsala. Det avslutades i juni 1978. Reidar Grundström genomförde zooplanktondelen av undersökningen. Han följde dessutom zooplankton i de försök med fosfor och kvävegödsling i stora plastinneslutningar yta-botten ("limnocorraler") som också genomfördes i sjön den isfria perioden 1977. Sjön är oligotrof, svagt brun (40-60 mg Pt⁻¹) och tämligen liten (0,76 km², 11 m maxdjup). Insättningar av regnbåge och bäckkröding har årligen gjorts.

Provtagningsprogrammet var intensivt. Under tre försommarmånader togs prov var 3:e dag och under övrig tid togs proven i snitt en gång i veckan. För provtagningar användes ett centralt område med >8m djup (0,1 km²) där prov togs på 8 utslumpade lokaler med ett 2 m långt Rambergör. År 1976 behandlades blandprov från fyra skikt separat. År 1977+78 bestämdes först språngskiktets läge och vattenpelare togs sedan dels ned till språngskiktet, dels i meta+hypolimnion och blandades i två olika hinkar. Ur dessa togs sedan vatten till olika analyser. För zooplanktonanalys filtrerades 6-20 l vatten (63 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och räknades i omvänt mikroskop. År 1978 infördes ytterligare en filtrering av 1-6 l vatten genom 25 µm nät för att fånga små rotatorier och ägg. För subsampling användes ibland "Folsom sample splitter". För fem rotatoriearter räknades ägg och för copepoder gjordes en gruppering av vissa tillväxtstadier. Torrsvikt bestämdes genom längdmätningar och användning av kända längd-viktsamband från Klottenprojektet. En analys av provtagningsprecisionen genomfördes också (Heyman 1980). Kringdata omfattar vattenkemi, klorofyll, primärproduktion med samma höga provtagningsfrekvens.

Resultat av zooplanktonundersökningen redovisades som biomassa i epilimnion från april till midsommar 1976, hela året 1977 och april- mitten av juni 1978 (figur 5). Rotatorier redovisades även som individtäthet. För två arter gavs vertikal fördelning våren 1976. Kvoten mellan zoo- och fytoplankton var omkring ett och varierade måttligt under säsongen. Fytoplankton beräknades ha ca 5 ggr högre produktion än zooplankton. Vidare bearbetningar ledde fram till beräkning av algkonsumtion via produktionsberäkning (P/B-kvoter) respirationsberäkning och en assimilationskvot. Denna s.k. fysiologiska beräkningsmetod har kompletterades med konsumtionsberäkning via filtreringshastighet baserat på experiment i Botjärn i Klotten. Beräknat med den fysiologiska metoden kan zooplanktonbetning motsvara planktonalgernas totala elimination under eftersommaren.

Referenser:

- Blomqvist, P., Heyman, U. & Grundström, R. 1981. *The structure of the pelagic ecosystem in Lake Siggeforasjön. Scr. Limnol. Upsal A: 522, 79 pp*
- Grundström, R. 1987. *Changes in the population dynamics of Keratella cochlearis (Gosse), Kellicottia longispina (Gosse) and Polyarthra vulgaris Carlin in a fertilized enclosure. Hydrobiologia 147: 215-219.*

Grundström, R. 1989. *Effects of enclosure fertilization on zooplankton, intermediated by phytoplankton. 1989. Lic. avhandl., Limnologiska inst. Uppsala.*

Grundström, R. 1989. *Zooplankton response to enclosure fertilization in Lake Siggeforasjön, Sweden. Manuskript.*

Heyman, U. 1980. *The population dynamics of phytoplankton in L. Siggeforasjön. Acta Univ. Upsal. 584, 14 pp.*

Heyman, U. 1983. *Relations between production and biomass of phytoplankton in four Swedish lakes of different trophic status and humic content. Hydrobiologia 101: 89-104.*

Heyman, U. & Lundgren, A. 1988. *Phytoplankton biomass and production in relation to phosphorus; some conclusion from field studies. Hydrobiologia 170: 211-227.*

28. Bakteriediversitet och zooplankton i några uppländska sjötyper

Molekylärgenetiska metoder användes av Eva Lindström, Limnologiska institutionen Uppsala, för att beskriva bakteriediversiteten i 5 sjöar under fyra årstider 1996/97. Diversiteten relaterades till sjöarnas karaktär vad gäller näringsstandard och humushalt samt till olika variabler i planktonsamhället som styrs av dessa grundförutsättningar. Bland planktonvariablerna analyserades planktonkräftdjur och rotatorier av Jan Johansson och protozoer av Peter Blomqvist.

De undersökta sjöarna var Siggeforasjön (mesotrof, oligohumös), Tvigölingen (polyhumös, eutrof), Hålsjön (oligohumös, eutrof), Vallentunasjön (oligohumös, hypertrof) och Äs puss (polyhumös, hypertrof). Tidigare kvantitativa zooplanktonundersökningar finns i Siggeforasjön och Vallentunasjön (sid. 26 & 30).

Undersökningen i Siggeforasjön (0,76 km², 11 m maxdjup) startade två år tidigare än i de övriga sjöarna (1994) och omfattade månatliga zooplanktonprovtagningar där ca 50 l provvatten insamlades till ett blandprov från 12 utslumpade stationer i proportion till volymen i olika djupskikt ned till 8 m djup. Ett 2 m långt Rambergör användes för provtagningen och 3 l vatten filtrerades för zooplanktonanalys (maskvidd 40 µm). Proven fixerades (Lugols lösning) och analyserades under omvänt mikroskop (protozoer analyserades i fytoplanktonprov). Samma förfarande användes för de sjöar som undersöktes efter Siggeforasjön.

Individtäthet liksom biomassor uttryckta som torrsvikt eller kol och baserade på storleksmätningar finns digitalt lagrade. Kringinformation finns i form av närsaltkemi, klorofyll, fytoplanktonbiomassa, bakteriebiomassa och bakterieproduktion (Siggeforasjön).

Referenser:

Lindström, E. S. 1998. Bacterioplankton community composition in a boreal forest lake. *FEMS Microb. Ecol.* 27: 163-174.

Lindström, E. S. 2000. Bacterioplankton community composition in five lakes differing in trophic status and humic content. *Microb. Ecol.* 40: 104-113.

29. Zooplankton i Erken

År 1956 och 1957 genomförde Arnold Nauwerck de provtagningar som sedermera (1963) resulterade i en klassisk avhandling "Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im see Erken".

Sjön Erken är 23,5 km² stor och har maxdjup 21 m. Den har en kort och instabil skiktningssperiod, är eutrof och har 4,5-5,5 m siktdjup.

I Nauwercks avhandling redovisades 50 provtagningsomgångar som med något undantag togs med veckointervall år 1957. Rådata både från år 1956 och 1957 har numera gått förlorade. Provlokaler var Bojen i Erken men i en tilläggsundersökning redovisades horisontalfördelning över hela sjön (18 stationer) vid ett tillfälle. Tidsserieproven togs på djupen 1, 3, 7, 11, 15 och 19 m med Rodhehämtare (5 l). 0,5-1 l av provet fixerades med Lugols lösning och efter sedimentering och koncentreringsanalyserades ciliater, nauplier och rotatorier i detta prov. Resterande provvatten filtrerades (200 µm maskvidd) och fixerades med formalin. Djuren både i det sedimenterade och i det filtrerade provet räknades under omvänt mikroskop. Parallellt med zooplanktonundersökningen studerades fytoplankton med motsvarande uppläggning. Även bakterie- och detritustätheten uppskattades vid planktonräkningarna. Dessutom mättes primärproduktionen vid 21 tillfällen.

Materialet redovisades som ind^{*l}-1 i 16 djup-tiddiagram med tillhörande vertikallintegreringar samt tre diagram med vertikalt integrerade protozodata. Vertikalvandringsserier redovisades från fyra tillfällen under året. Individolymer finns tabellerade för alla arter och den totala integrerade biovolymen 0-20 m anges (µm³l⁻¹). Biovolym för enskilda arter

och deras vertikalfördelning kan inte utläsas.

Produktionen för de viktigaste zooplanktonarterna beräknades genom att bestämma utvecklingshastighet för *Eudiaptomus graciloides* och uppskatta den för andra arter. Födokonsumtionen beräknades genom att bestämma filtreringshastighet för de viktigaste arterna, och den totala födokonsumtionen redovisades dels i tid-diagram, dels som månatlig sammanställningstabell med övriga planktondata.

Både Nauwercks avhandling och Erken utgör viktiga referenser och det finns kanske möjlighet att med hjälp av diagrammen åter skapa individtäthetsuppgifter för år 1957.

Åtta år efter Nauwercks undersökning (1965) gjorde Åsa Dottne-Lindgren en jämförelse mellan zooplanktonbestånden på tre stationer fördelade utefter sjöns längdaxel (sjön är ca 10 km lång). Provtagningen gjordes veckovis från 5 juli till 9 sept. (10 datum). På varje station togs 2 parallella prov i djupprofilen (Rodhehämtare, 80 µm maskvidd) på djupen 0, 4, 8, 12 och 16 m (14 m på en stn). Prov på varje djup räknades separat men för variansanalys av olika grupper och arters individtäthet summerades individer räknade i 8 prov i skiktet 0-12 m. Medelindividtätheten för 14 arter/grupper kan för tidsperioden utläsas i diagram. Äggantal finns för *Eudiaptomus graciloides*. Undersökningen visade att de flesta kräftdjur hade förhöjd individtäthet på den västligaste stationen i sjön, medan rotatorierna hade en jämnare fördelning. Kringinformation finns i form av enkel vattenkemi.

År 1969 genomfördes åter en stor insamling av zooplanktonprov från Erken. Proven togs från 10 stationer utslumpade över hela sjön. De insamlades genom att med en bensindriven pump fylla vatten i en tunna. Pumpslangen sänktes under pumpning från ytan ned till botten. Ett subsampel uttogs sedan ur tunnan och filtrerades och konserverades för senare analys. Denna kom dock inte till stånd vad gäller zooplankton. Endast *Ceratium hirundinella* blev föremål för analys (Dottne-Lindgren 1973). Proven har nu inte kunnat påträffas.

Under perioden 1965-1974 gjordes tämligen omfattande synoptiska undersökningar av zooplanktons fördelning i sjön. Det var främst horisontalfördelningen i den lilla skalan som undersöktes från is under de vinterkurser som drevs vid Erkenlaboratoriet. Verksamheten bedrevs under beteckningen "MOS" (moln och svärbildning) av ett antal lärare vid Limnologiska institutionen. Data finns bevarade men är opublicerade.

Både före och efter dessa undersökningar har kvalitativa zooplanktonprov (håvprov) tagits i Erken. De sammanfattas av Pejler (1975) som bl. a. påtalar att ovanstående författare sannolikt noterat "fel" Eurytemora-art. Arten skall sannolikt vara *E. velox*.

Den senaste större zooplanktonprovtagningen i Erken genomfördes år 1992 av en grupp som arbetade med interaktioner mellan kräftdjur, bakterier, och autotrofa och mixotrofa alger i pelagialen. Tobias Vrede svarade för zooplankton. Arbetet var huvudsakligen experimentellt men utvecklingen i sjön följdes genom provtagningar på 5 punkter där vatten från det övre omblandade skiktet (epilimnion) insamlades med 2 m Ramberggrör i proportion till varje 2 m djupskiktets andel av sjöns epilimnionvolym. Vid oskiktade förhållanden togs proven ned till 10 m djup. Vatten från de olika punkterna blandades och filtrering av 10-18 l vatten (120 µm maskvidd) gav ett prov som konserverades med Lugols lösning och senare analyserades under omvänt mikroskop. Provtagningarna gjordes veckovis från mitten av april till september, sedan ytterligare tre gånger till november. För beräkning av kräftdjurens biomassa användes individvolymerna publicerade av Nauwerck (1963).

Referenser:

- Dottne-Lindgren, Å. 1973. *Quantitative studies of zooplankton in Lake Erken. Scripta limnologica Upsaliensia: 327.*
- Dottne-Lindgren, Å. 1973. *Ceratium hirundinella in Lake Erken: horisontal distribution and form variation. Scripta limnologica Upsaliensia: 329.*
- Nauwerck, A. 1963. *Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. Symb. Bot. Upsal 17: 5, 163 pp.*
- Pejler, B. 1975. *On long term stability of zooplankton composition. Report Freshw. Inst., Drottningholm, 54: 106-117*
- Segerfeldt, Å. 1967. *Kvantitativa studier av zooplanktonbeståndet i Erken. Rapport, Limnologiska inst., Uppsala.*
- Vrede, K., Vrede, T., Isaksson, A. & Karlsson, A. 1999. *Effects of nutrients (P N and C) and zooplankton on bacterioplankton and phytoplankton – a seasonal study. Limnol. Oceanogr. 44: 1616-1624.*
- Persson, G. *opublicerat MOS-material.*
- Vrede, T. *opublicerat material.*

30. Halmsjön: uppvärmd för att kyla Arlanda

I samband med de senaste utbyggnaderna av Arlanda satsade man också på en central produktion av kyla. Förenklat fungerar detta som ett kylskåp och man får därför spillvärme i processen. I detta fall släpptes varmvatten (ca 26-28°C) ut i Halmsjön vid Arlanda i så stora mängder att sjötemperaturen antogs kunna öka med ca 2-4°C. Sjön är liten och grund (0,4 km², 5,4 m maxdjup). Den har grundvattenmatning vid sydöstra stranden och temperaturökningen förväntades leda till tydliga förändringar. Dessutom skulle en bank fyllas tvärs över sjön vilket också förväntades påverka sjöns biologi. Sjön var tidigare mest känd för en riklig förekomst av cerkarier som försvårat badande. Den har dessutom mottagit dagvatten från Arlanda.

I det kontrollprogram som fastställdes för sjön ingår bl.a. zooplanktonanalys. Fram t.o.m. 2002 var den kvalitativ men från 2003 tas kvantitativa prov. De tas med Ruttnerhämtare (2 l) på 5 punkter (yta – botten) och allt vatten blandas innan subsampel tas ut för analys. Detta ger totala provolymer på ca 44-48 l. Ett subsampel filtreras genom 60 µm väv och konserveras med Lugols lösning. Under 2003–2004 togs årligen prov 6 ggr under perioden maj t.o.m. oktober.

Kringvariabler omfattar vattenkemi, klorofyll och kvantitativt växtplankton.

Jan-Erik Svensson analyserar proven på kräftdjur och rotatorier.

Referenser:

- Luftfartsverket 2004. *Halmsjön 2003. Alcontrol laboratories.*
- Svensson, J-E. 2004. *Djurplankton i Halmsjön 2003. Rapport till Medins Sjö- och Åbiologi., 5 s.*
- Eriksson, U. *mundligt meddelande*

31. Ösbysjön i Djursholm: en tidig ekosystemstudie

Åren 1956-59 gjordes den första mer kompletta ekosystemundersökningen med moderna metoder i Sverige (jfr dock Ransaren-Kultsjön). Ösbysjön är mycket liten (4,6 ha, 3,5 m maxdjup). Den ligger i Stockholms norra förorter och är eutrof med tillfällig total syrgasbrist vintertid. Birger Pejler genomförde zooplanktonundersökningen som omfattade 21 provtagningar okt 1957-nov 1958 (varav 10 provtagningar maj-okt 1958). Prov togs då främst på en central station där 1 l vatten

från djupen 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 och 3,0 m fixerades med Lugols lösning och lämnades att sedimentera 2 dagar varpå vatten sögs av och proven räknades i omvänt mikroskop. Vid två tillfällen gjordes också jämförelser med prov från en station belägen i ett mer vegetationsrikt område. Vidare togs vid huvudstationen prov 6 dagar i följd i slutet av juli och individtätheter jämfördes visuellt (ej statistiskt). Alla presentationer gjordes med s.k. "kuldiagram" för 5 djup och enskilda arter, samt avslutades med tiddiagram med djupintegrerade medeltätheter för enskilda arter.

Som komplement till den kvantitativa undersökningen redovisades kvalitativa uppgifter om artförekomst från håvprov (Müllergas No 25) tagna före (sommaren 1957) och efter (våren 1959) den kvantitativa studien genomfördes.

Parallella beskrivningar av vattenkemi, fytoplankton, pollenprofiler och makrofyter finns redovisade.

Referenser:

- Ahl, T. 1966. *Chemical conditions in Ösbysjön, Djursholm. I. Factors related to organic production. Oikos 17: 33-61.*
- Ahl, T. 1966. *Chemical conditions in Ösbysjön, Djursholm II. The major constituents. Oikos 17: 175-176.*
- Forsberg, C. 1960. *Subaquatic macrovegetation in Ösbysjön, Djursholm. Oikos 11: 183-199.*
- Pejler, B. 1961. *The zooplankton of Ösbysjön, Djursholm. I. Seasonal and vertical distribution of the species. Oikos 12: 225-248.*
- Pejler, B. 1962. *The zooplankton of Ösbysjön, Djursholm. II. Further ecological aspects. Oikos 13: 216-231.*
- Willén, T. 1961. *The phytoplankton of Ösbysjön, Djursholm. I. Seasonal and vertical distribution of the species. Oikos 12: 36-69.*

32. Hypertrofa sjöar i Stockholms norra förorter: Norrviken, Vallentunasjön

Sjön Norrviken är måttligt stor (2,71 km²) och grund (12,5 m maxdjup). Tillståndet i Norrviken var under 1940- t.o.m. 60-talen alarmerande ur eutrofieringssynpunkt med omfattande blomningar av blågröna alger och syrgasbrist. På uppdrag av Jästfabriken, den största förorenaren, gjorde Limnologiska insti-

tutionen i Uppsala mångåriga undersökningar och rekommenderade åtgärder. Zooplankton dokumenterades tidigt i projektet (1962) av Adam Gönczi.

Prov togs på två stationer (1, 3, 7, 11 m resp. 1, 3, 8 m djup, station N5 resp. N3) med Rodhe-hämtare under vinter och vår. När filtreringsproblemen ökade p.g.a. blågröna alger växlades till Ruttnerhämtare. I det förra fallet filtrerades proven (70 µm maskvidd) och i det senare fallet fixerades 1 l prov (formalin) som sedimenterades varpå vatten dekanterades och provet analyserades under omvänt mikroskop. 14 provtagningsomgångar togs under året varav 6 under perioden maj-september.

Resultaten visades i form av djup-tiddiagram för de viktigaste arternas individtäthet. Stereometriska figurer användes för beräkning av individvolym och djupintegrerad totalbiomassa angavs. Biomassetopporna var mycket höga, och den höga decemberbiomassan var anmärkningsvärd. Kringdata finns i form av vattenkemi, fytoplankton och primärproduktion.

Zooplanktonundersökningar gjordes även i mitten av 1970-talet, men då nästan genomgående på huvudstationen (N3). Den mest omfattande undersökningen gjordes av Ulfar Antonsson 1976, med 10 provtagningar varav 8 perioden april-sept. Proven togs med 2 m "Rambergör" och analyserades separat för 4 djupnivåer (till 8 m djup). Kräftdjur och rotatorier samt deras ägg räknades och mättes och olika Cyclops-arter urskiljdes. Materialet är opublicerat och biomassor återstår att beräkna. År 1974 och 1975 gjordes liknande undersökningar som förblivit opublicerade. Det första året finns 8 provtagningar april-sept. och ytterligare 3 under vintern men i många fall kan bara individtätheten i skiktet 0-2 m beskrivas. Det andra året (1975) togs prov 8 ggr april-augusti och individtätheter i två djupskikt finns genomgående redovisade (0-2 m och 2-4 m).

Mycket kringdata finns även för undersökningarna 1974-76.

Vallentunasjöns zooplankton undersöktes 1980 av Lars Bern. Sjön var då sedan länge hypertrof med mycket kraftiga blomningar av blågröna alger trots att nästan alla avloppsutsläpp upphörde 1970. Sjöns yta är 6,2 km² och maxdjupet är bara 5 m. Den ligger uppströms Norrviken.

Zooplanktonprov togs på en station centralt i sjön med ett 2 m plexiglasrör. Fem sådana prov blandades i en hink och ett subsampel togs ut och filtrerades (40 µm maskvidd), fixe-

rades (Lugols lösning) och analyserades. Totalt togs prov vid 10 tillfällen maj t.o.m. oktober. Kräftdjur och rotatorier analyserades och biomassa (torrvikt) beräknades med hjälp av längd-vikt-samband från litteraturen.

Resultaten visar att zooplanktonbiomassan var mycket hög, så hög att en "nedbetning" orsakad av det stora beståndet av mörtfisk bedömdes osannolik. En utfiskning av mörtfisk bedömdes därför inte kunna öka zooplanktonmängden och därigenom öka nedbetningen av fytoplankton. Kringdata omfattar vattenkemi, klorofyll, fytoplankton och provfisken.

Referenser:

- Ahlgren, G. 1970. *Limnological studies of lake Norrviken, a eutrophicated Swedish lake. II. Phytoplankton and its production. Schweiz. Zeitschr. Hydrol.* 32: 354-396.
- Ahlgren, I. 1973. *Limnologiska studier av sjön Norrviken. Scr. Limnol. Uppsal.* 333, *Limnologiska institutionen, Uppsala.*
- Ahlgren, G. & Ahlgren, I. 1963. *Näringsbalans och primärproduktion i sjön Norrviken. Rapport, Limnologiska institutionen, Uppsala.*
- Ahlgren, I., Bell, R., Bern, L. & Nebaeus, M. 1981. *Vallentunasjöns närsaltbelastning, växtplankton och djurplankton 1980. Rapport, Limnologiska inst., Uppsala 1981:5.*
- Gönczi, A. 1964. *Zooplankton i sjön Norrviken. Rapport, Limnologiska institutionen, Uppsala.*
- Lessmark, O. & Andersson, G. 1981. *Fiskbeståndet i Vallentunasjön. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Rodhe, W. 1948. *Sjön Norrvikens vattenbeskaffenhet år 1946-47 och vattenblomningens bekämpande med kopparsulfat sommaren 1947. Vattenhygien Nr 2.*
- Antonsson, U., *opublicerat material.*

33. Hypertrofa sjöar i Stockholms södra förorter: Järlasjön, Långsjön

Järlasjön i Stockholms södra förorter har också en lång föroreningshistoria. Föroreningsutsläppen kulminerade på 1940-talet men inte förrän 1969 var sjön i det närmaste fri från föroreningsstillförsel (dagvatten kvarstod). Sjön är liten (0,8 km²) men djup (24 m) och det bedömdes nödvändigt att tillföra luft under temperatursprångskiktet för att oxidera sedimentytan och därigenom hejda fosfor-

utflödet ur de förorenade och syrgasfria sedimenten. Detta gjordes med en dränkbar anläggning för luftbubbling nära botten och återföring av luftat vatten till hypolimnion (Limnox-metoden). Luftningen pågick 26/5-20/10 1970. I ett uppföljningsprogram ingick zooplankton som analyserades av Bruno Berzins. Analyserna inför ingreppet gjordes 1969 (april, maj, juli, sept. och nov.). År 1970 gjordes 6 provtagningar varav 5 perioden maj t.o.m. sept och 1971 togs prov vid 10 tillfällen (7 provtagningar maj t.o.m. sept). Förutom en central station (H) användes en SV-station och andra stationer vid 4 tillfällen 1969 och 6 tillfällen 1970. Proven togs med Rodhehämtare (5 l volym, 45 µm maskvidd, formalinfixering) och blandades före analys för att motsvara temperaturskiktningen. I möjligaste mån skapades därigenom blandprov för epi-, meta- och hypolimnion och under oskiktad period blandprov från hela vattenpelaren. I undersökningens början finns prov från enskilda djup. Kräftdjur, rotatorier och protozoer analyserades men endast kräft- och hjuldjur redovisas i projektets slutrapport. Där redovisas beräknade medelvärden för skikten 0-10 och 10-22 m djup. Prov representerande epi- och metalimnion har då slagits samman. Kringformation finns främst i form av fullständig vattenkemi, växtplankton, primärproduktion och provfisken.

Långsjön i Huddinge har liksom Järlasjön en lång föroreningshistoria. Sjöns yta är 28 ha och maxdjupet 3,3 m. Under 1960-talet var fosforhalterna sällan under 100 µg P·l⁻¹, blomningar av blågröna alger var kraftiga och fiskdöd vanlig på vintern. I slutet av april 1968 spreds aluminiumsulfat över sjöns yta och ett uppföljningsprogram startades samtidigt. Det pågick t.o.m. maj 1970 (då nästa Al-behandling genomfördes). Märta Cronholm svarade för zooplanktonundersökningarna och räkningarna gjordes antagligen av Kristina Blomquist. Provtagningarna var månatliga med undantag av två vintermånader 1968. Prov togs på 0,5 och 2 m djup med en 3,5 l SIV-hämtare och innehållet fixerades med Lugols lösning och fick sedimentera innan vattnet dekanterades och provet analyserades under omvänt mikroskop. Hela prov analyserades under våren 1968 men sedan gjordes subsampling så att som minst 1/20-del av provet analyserades. Kräftdjur och rotatorier analyserades inledningsvis och från juni 1968 tillkom ciliater. Av resultaten framgår att rotatoriernas individtäthet (15 000 ind·l⁻¹) tävlar med tätheten i Trummen och Hullsjön om

det svenska rekordet samt att ciliaternas individtäthet stiger till $> 5000 \text{ ind} \cdot \text{l}^{-1}$ även sommartid under den undersökta perioden. Kringdata finns i form av vattenkemi och kvantitativa fytoplanktonanalyser.

År 1995 återupptogs Stockholm Vatten provtagningarna som drevs i 5 år. Prov togs 4-6 gånger per sommar med en lång Limnoshämtare (5 l). Prov togs i skiktet 0-1 m på 13 punkter i sjön och blandades innan ett subsampel togs ut, filtrerades (70 μm maskvidd) och konserverades med formalin. Proven är analyserade av Peter Rivinoja (Pelagia AB) och data finns hos Stockholm Vatten. Som stödvariabler finns vattenkemi, klorofyll och växtplankton.

Syftet med senare tids provtagningar var att beskriva ev. effekter av två utfiskningar av mörtfisk samt gösinplanteringar under 1990-talets senare hälft. Listan över åtgärder i sjön är numera omfattande:

- 1948-1950 Kopparsulfatbehandling
- 1962 Kopparsulfatbehandling
- 1964-1965 Kopparsulfatbehandling
- 1954-1965 Luftning av vatten vintertid (olika metoder, med avbrott)
- 1962-1964 Kemisk bekämpning av vass
- 1959-1960 Kemisk bekämpning av flytbladsveg.
- 1962-1963 Kemisk bekämpning av flytbladsveg
- 1966 Utsättning av gädda
- 1968 Aluminiumutflockning
- 1970 Aluminiumutflockning
- 1985+1986 Grävuddring nära strand
- 1990 Suguddring
- 1989+1991 Utsättning av signalkräfta
- 1985+1993 Utsättning av spegelkarp
- 1993 Utsättning av fjällkarp
- 1995-1999 Utsättning av gös
- 1995 Utfiskning med trål av huvudsakligen mört och ruda ($168 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
- 1998 Utfiskning med trål av huvudsakligen mört och ruda ($71 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
- 2002 Tillförsel av konsumtionsvatten till sjön

Dessutom har rensningar av strandvegetation gjorts vid åtskilliga tillfällen.

Referenser:

- Bengtsson, L., Berggren, H., Meyer, O. & Verner, B. 1972. Restaurering av sjöar med kulturbetingat hypolimniskt syrgasdeficit. *Limnologiska inst. Lund, Centrala fysiklaboratoriet Atlas Copco AB, Stockholm.*
- Blomquist, K. Jernelöv, A. Lundström, G., Sundström, B. & Svensson, B. 1969. *Biologiska undersökningar av Långsjön t.o.m. den 30/6 1969. IVL, serie B, 58.*

Blomquist, K. Cronholm, M. & Jernelöv, A. 1971. *Försök med fosfatreduktion med kemisk fällning i Långsjön. Vatten 27: 177-194.*

Eklund, B. 1986. *Sjörestaureringar i Stockholm. Vatten 42: 154-159.*

Berzins, B. *opublicerat material.*

Stockholm Vatten, opublicerat material.

34. Tillfrisknande (?) sjöar i Stockholms södra förorter: Flaten, Mågelungen

Sjön Flaten ligger i sydöstra Stockholm och är liten (63 ha) men tämligen djup (13 m) och därför temperaturskiktad. Sjön har historiskt haft en god vattenkvalitet som man månat om genom åren. Bebyggelsen i Skarpnäcksområdet, där sjön ligger, expanderade dock kraftigt från 1970-talet. Man försökte i början på 1980-talet förebygga problem genom att avledda dagvatten från de bebyggda områdena (ca 1/3 av tillrinningsområdet). I början på 1990-talet konstaterades dock en snabb ökning av klorofyllhalten och en minskning av siktdjupet. Klorofyllhalten låg 1975-1985 i storleksordningen $5 \mu\text{g klorofyll a} \cdot \text{l}^{-1}$ och steg till $20 \mu\text{g klorofyll a} \cdot \text{l}^{-1}$ 1991-1992. Siktdjupsminskningen gick från ca 5 till ca 3 m.

År 2000 gjordes en tillsats av aluminiumklorid till sedimenten som låg under temperatursprångskiktet samt det hypolimniska vattnet. Effekten har blivit en drastisk minskning av fosforhalten (ca $10 \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$) och algmängderna samt en uppkläring. Vegetationen av högre växter i sjön har dock samtidigt expanderat.

Zooplanktonprov togs år 1996-2000 på en station i sjöns mitt 3-5 ggr under sommaren. Proven togs med en Limnoshämtare på varje meters djup från ytan ned till metalimnion samt från metalimnions undre gräns till botten. Inga prov togs i metalimnion. Prov från de båda skikten blandades och ett subsampel från vardera skiktet togs ut för filtrering (70 μm maskvidd) och konservering med formalin. Proven är analyserade av Peter Rivinoja till och med år 1999 och förvaras av Stockholm Vatten.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och växtplankton.

Zooplankton har också undersökts i Mågelungen. Den är relativt stor (19 km^2 , maxdjup 14 m) och har en betydligt längre föroreningshistoria än Flaten. I drygt 20 år (till 1972) var sjön recipient för Huddinge reningverk. När sjön avlastades var den hypertrof ($600 \mu\text{g P} \cdot \text{l}^{-1}$)

med svåra blomningar av blågröna alger och ett siktdjup på ca 0,5 m. Sjön har tillfrisknat med ett exponentiellt förlopp och har nu ca 30 µg P*1-1 och 2,5 m siktdjup. För att nå normal näringsstatus måste en ytterligare lägre näringsstatus nås. De viktigaste åtgärderna har varit en avlastning av olika sorters spill- och avloppsvatten från sjön men även luftning av bottenvatten har förekommit (jfr. Järslasjön). Vid den luftning som startade 1988 gjordes även zooplanktonundersökningar. Michael Brett svarade för analyserna. Proven togs månatligen maj-oktober (6 ggr). De togs på en station dels som blandprov i skiktet yta-metalimnion dels som blandprov metalimnion-botten. Proven togs med Ruttnerhämtare på varje meter inom skikten. Två subsampel togs från varje prov för filtrering genom 65 µm väv. Subsampel 1 om 2 l togs för analys av rotatorier och fixerades med Lugols lösning. Subsampel 2 (10 l) togs för analys av kräftdjur.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och kvantitativt växtplankton.

Referenser:

Blomquist, P. & Brett, M.T. 1989. *Studier av växt och djurplankton i Magelungen. Scr. Limnol. Upsal. 1989 B:6*

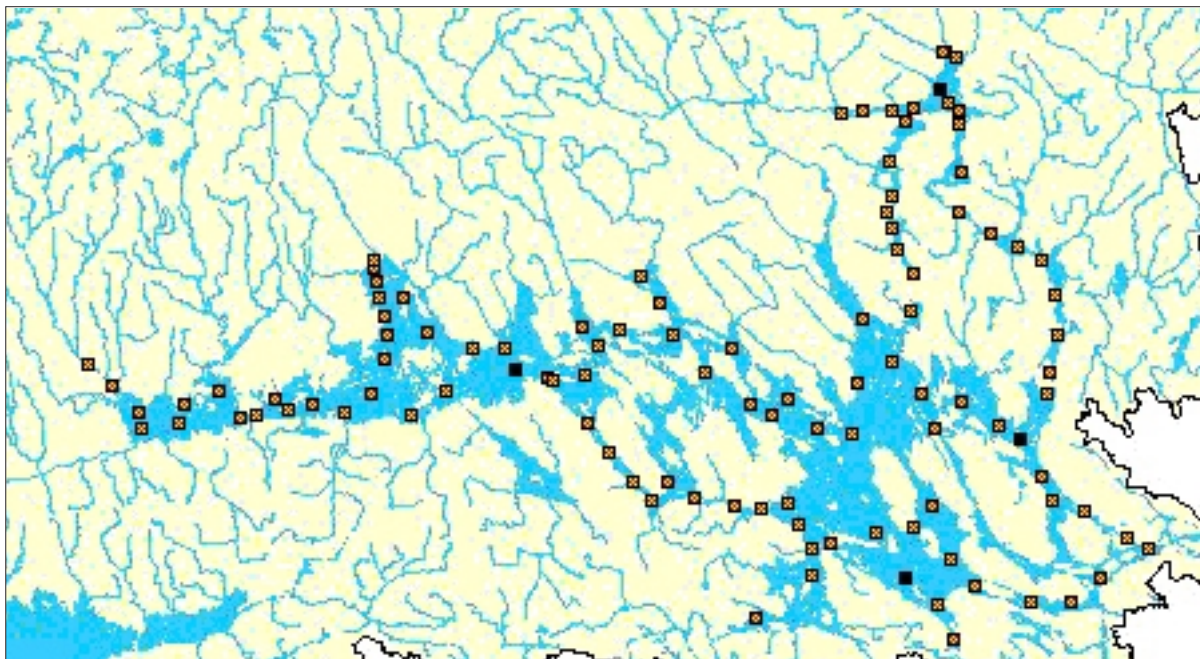
35. Regional kartering av Mälarens zooplankton

Zooplanktonundersökningar kom igång omedelbart vid Mälärundersökningens start i augusti 1964. Kvantitativa prov togs i aug./sept. på 70 stationer vid en kryssning runt hela Mälaren. Proven togs på 0,5 m djup med Rodhehämtare (volym 5 l, maskvidd 80 µm, fixering Lugols lösning). Dessa ytprovtagningar (se figur 5) fortsattes med 4 kryssningar 1965 (ca 90 stationer) och 5 kryssningar 1966 (ca 40 stationer). Redan i mars 1965 togs vertikalk profiler från is (se sid. 36) i nordöstra Mälaren. Dessutom togs då också vertikalk profiler från is i Västeråsfjärden, Blacken och Galten (8 stationer). Detta material är opublicerat.

I mars 1966 genomfördes provtagningar på 23 stationer från is. Då togs prov på var 5:e m i djupled. På 7 av dessa stationer togs även vertikalk profiler under sommarens kryssningar. År 1977 fortsattes isprovtagningarna med profilprovtagning på 6 stationer i mars, och i april togs på 7 stationer prov på 1 m, 15 m och ca 30 m djup

Undersökningarna hade således på några år passerat en karteringsfas och närmat sig en monitoringfas med provtagningar i hela vattenpelaren på ett fåtal stationer. Ansvarig under dessa inledande år var Rolf Arnemo.

Till karteringsfasen hörde också de provtagningar som gjordes med vertikal håvning med



Figur 6 Provtagningsnätets maximala utbredning i Mälaren med samtliga stationer besökta 1964-67. Tidsseriestationer i drift 2002 har markerats med svart färg. Där tas prov maj, juli, augusti och september från ytan till botten indelat i två skikt.

planktonhåv (60 µm) på 11 stationer maj-okt. med tre veckors intervall 1970 och 1971 under ledning av Barbro Grönberg. Proven formalin-konserverades och i några prov analyserades levande djur. Kräftdjur och rotatorier analyserades.

Till karteringarna 1964-67 finns kringdata i form av vattenkemi, klorofyll, fytoplankton och bakterier (odlade). Fiskuppgifter finns i form av intervjuer.

Resultaten från dessa inventeringar har sampublicerats (Grönberg 1975). Redovisningen bygger i huvudsak på de kvalitativa proven som fått ge utbredningsbilder stöttat av de kvantitativa proven. Eftersom materialet med kvantitativa ytprover från kryssningarna visade på betydande variationer mellan närbelägna stationer enskilda datum ges medelvärden maj-okt. för hela bassänger. En lokal variation (moln- och svärmbildning) återstår att analysera. Djurplanktonbiomassan i de olika bassängerna och andelen eutrofiindikatorer korrelerar väl mot både fosforbelastning och klorofyllhalt.

Från Mälaren som helhet finns ett stort referensmaterial från tidigare och senare undersökningar, speciellt om kvalitativa undersökningar inkluderas (se Grönberg 1975).

Kvantitativa zooplanktonprov har också tagits i fjärdarna utanför Västerås inom samordnad recipientkontroll. Prov togs 1978 vid 3 tillfällen maj t.o.m. september i 4 områden i själva Västeråsfjärden och dessutom i Askövik. I varje område togs provvatten med Ramberggrör i skiktet 0-2 m på 5-7 punkter. Vatten från dessa punkter blandades till blandprov för varje område, filtrerades (50 µm maskvidd), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under omvänt mikroskop. K-konsult hade uppdraget och Christina Ekström gjorde analyserna.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och växtplankton.

En annan studie i Västeråsfjärden ägnades åt eventuella effekter av varmvattensutsläpp från fjärrvärmeverket i Västerås. Prov togs på 6 stationer på högst 4 djupnivåer i mars 1972 med Rodhe-hämtare. Vid filtreringen användes 25 µm väv och rotatorier specialstuderades medan kräftdjursförekomsten angavs summariskt. Arbetet genomfördes av Magnus Lanner och visade på en något avvikande fauna allra närmast värmeverket.

Referenser:

Eriksson, U. 1978. Samordnad recipientkontroll för Västeråsfjärden och Svartåns avrinningsområde. K-konsult 791130.

Grönberg, G. 1975. Djurplanktonundersökningar i Mälaren – en sammanställning. Information från Naturvårdsverkets limnologiska undersökning nr 3, Uppsala.

Lanner, M. & Pejler, B. 1973. The effect of cooling water discharges on zooplankton in a bay of Mälaren. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 53: 31-33.

36. Stora och Lilla Ullfjärden: två djupa *Oscillatoria*-bassänger

Lilla Ullfjärden (alt. Ullevifjärden) ligger längst i söder i en nord-sydlig kedja av fjärdar utgående från Mälarfjärden Ekoln söder om Uppsala. Norr om den ligger Stora Ullfjärden. Båda är djupa, 52 respektive 27 m, måttligt stora 1,9 respektive 2,7 km², och numera högeutrofa. Eutrofieringens framväxt under 1900-talet kan följas i de laminerade sedimenten. Mälarundersökningen inledde kvantitativa zooplanktonstudier i Lilla Ullfjärden år 1965 (14 ggr/år, 2 stationer), fortsatte 1971 (14 ggr/år) och 1974 (14 ggr/år). I Stora Ullfjärden togs zooplanktonprov 1965 (5 ggr), 1971 (14 ggr) och 1974 (15 ggr)

Rolf Aasa urvärderade 1965 års material från L. Ullfjärden medan Gunnar Persson gjort begränsade redovisningar från båda fjärdarna från senare år.

Proven togs med Rodhe-hämtare på 12-14 olika djup i L. Ullfjärden år 1965+1971+1974. I Stora Ullfjärden togs prov på 4 djup 1965, 5-12 djup 1971 och 2-3 djup 1974. Proven filtrerades (maskvidd 63 µm), konserverades med Lugols lösning och räknades under omvänt mikroskop. Alla prov analyserades separat vilket bl. a. gav möjlighet att speciellt redovisa de djuplevande populationerna som biomassemässigt dominerade över de i epilimnion det första året. Inom den relativt korta tidsserien kunde en pågående eutrofiering avläsas. Stora populationer av blågröna alger fanns framför allt år 1974 i metalimnion sommartid och under isen på vårvintern. De *Oscillatoria*-arter som dominerar har visat sig vara toxiska i flera test.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll, primärproduktion, fiskbestånd och fiskens näringsval. I Ullfjärdarna finns flera glacialmarina relikter bl. Limnocalanus macrurus och Mysis relicta. Planktonätande fisk finns i form av sik, siklöja och nors. Dessutom finns inplanterad kanadaröding som äter bl. a. Mysis och nors. Sammantaget är den planktiska näringsväven komplex i fjärdarna. Kvalita-

tiva zooplanktonundersökningar i fjärdarna har tidigare redovisats av Ekman (opubl), Thomasson (opubl) och Pejler (1957, 1962 och 1965).

Enstaka kvantitativa provtagningar i ytvattnet gjordes också 1965-67 i de fjärdar som ligger närmast norr om Ullfjärdarna.

Referenser:

- Aasa, R. 1967. *Lilla Ullevifjärden. Växt och djurplankton. Zoologisk revy 29: 27-30.*
- Aasa, R. 1967. *Lilla Ullevifjärden. Djurplankton under vinterperioden 1965. Meddelanden Mälardalenundersökningen 15, 27 pp.*
- Aasa, R. 1967. *Lilla Ullevifjärden. Växtplankton under vinterperioden 1965. Meddelanden Mälardalenundersökningen 16, 50 pp.*
- Aasa, R. 1970. *Lilla Ullevifjärden. Växt- och djurplankton 1965. Meddelanden Naturvårdsverkets limnologiska undersökning 33, 129 pp.*
- Grönberg, B. 1975. *Djurplankton i Mälaren 1965-66 och 1970-71. NLU Rapport 82; Naturvårdsverket PM 655.*
- Hammar, S. 1967. *Lilla Ullevifjärden. Fiskfaunan och dess näringsrelationer. Zoologisk Revy 29: 34-35.*
- Hammar, S. 1968. *Näringsekologi hos fisk i Lilla Ullevifjärden. Meddelanden Mälardalenundersökning- en 22, 16 pp.*
- Nilsson, N.A. & Svärdson, G. 1968. *Some results of the introduction of lake trout (Salvelinus namaycush Walbaum) into Swedish lakes. Inst. of Freshwat. Res. Drottningholm, Report: 48: 5-16.*
- Pejler, B. 1957. *Taxonomical and ecological studies on planktonic rotatoria from Central Sweden. K. svenska Vetensk.-Akad. Handl., ser. 4 vol. 6, No. 7. 52 pp.*
- Pejler, B. 1962. *Taxonomic notes on some planktic fresh-water rotifers. Zool. Bidrag, Uppsala 35: 307-319.*
- Pejler, B. 1965. *Regional-ecological studies of Swedish fresh-water zooplankton. Zool. Bidrag, Uppsala 36: 407-515.*
- Tolstoy, A. 1972. *Chlorophyll a and primary production of phytoplankton in two basins of lake Mälaren (Lilla Ullevifjärden and Ekoln). Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, Rapport 52.*
- Willén, T. 1971. *Vattenblom i Ullevifjärdarna. Forskning och Framsteg 5: 32.*

Willén, T. & Tirén, T. 1984. *Lilla Ullfjärden - en sjöbeskrivning. Naturvårdsverket, Rapport 1769, 121 pp.*

37. "Ekoln special" 1967-69

I april 1967, samtidigt som den karterande fasen inom Mälardalenundersökningen trappades ned, började ett intensivprogram i Ekoln-bassängen nedströms Uppsala. Denna intensivundersökning pågick i exakt två år och syftade till att ge en god bild av säsongsförlopp i en djup eutrofierad bassäng. Detta gällde inte bara zooplankton utan även kemi, klorofyll, fytoplankton, bakterier (odlade) och fisk (intervjuundersökning). Barbro Grönberg svarade för zooplanktondelen.

Ekoln är både stor (22 km²) och djup (37 m) och har många smala vikar. Den har eutrofierats framför allt av kommunala utsläpp från Uppsala och genom jordbrukspåverkan.

Prov togs med en veckas intervall under vegetationperioden och vintertid med 2-3 veckors intervall. Proven togs på en sydlig lokal i bassängen (3B) med Rodhehämtare. Det första året bildades blandprov genom att 15 liter från vardera djupen 0,5, 5 och 10 m blandades och ett subsampel på 10 l uttogs för filtrering (60 µm maskvidd) och fixering (Lugols lösning). Ett andra blandprov bildades med vatten från nivåerna 10, 15 och 20 m och ett tredje från nivåerna 20 och 25 m. För att minska dominansen av enstaka nivåer i blandproven togs 1968 en hämtare vatten från varje meters djupintervall för att bilda de tre blandproven. Rotatorier artbestämdes, exklusive kontraheerade djur. Kräftdjur identifierades till art och tillväxtstadium och ägg räknades. Speciella volymsbestämningar baserades på parallellt gjorda mätningar och beräkningar av stereometrisk figur.

Resultaten redovisas i tiddiagram där även procentuell fördelning mellan de olika djupskikten ingår. Artbestämningar gjorda på håvprov redovisades också. "Bottom-up"-reglering eller "top-down"-reglering diskuteras. Redovisningen har många paralleller med Nauwercks avhandling från Erken, bl. a. den goda tidsupplösningen.

Alla tidigare undersökningar sammanfattades också (se även Grönberg 1975). Den enda av dessa som utfördes med kvantitativ metodik gjordes av Adam Gönczi 1961. Han arbetade med tre tvärprofiler i Ekoln, vardera med tre stationer. Den centrala profilen (som redovisas) har totalt 14 provpunkter och av bilaga 1 framgår att 5 av dessa ligger vertikalt (antagligen på centralstationen) och har djupen

1, 5, 15, 25 och 33 m. Sannolikt saknas den djupaste provpunkten på en av de två andra stationerna. Proven togs med Rodhehämtare utom i juli och augusti då Ruttnerhämtare användes. Formalin och Lugols lösning användes vid fixering och ett sedimentationsförfarande kan ha ersatt filtrering för att koncentrera proven. Resultaten angavs som medelvärden för alla 14 provpunkterna för några viktiga kräftdjursarter och hela rotatoriegruppen. Dessutom angavs den totala individtätheten och biomassan, den förra även i ett djupfördelningdiagram. Resultaten pekar på mycket låg planktontäthet och totalbiomassa, hälften eller en tredjedel av vad som uppmättes 5 år senare.

Referenser:

- Grönberg, B. 1973. *Djurplanktonundersökningar i Ekoln (Mälaren) 1967-1969. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning nr 54.*
- Grönberg, B. 1975. *Djurplanktonundersökningar i Mälaren – en sammanställning. Information från Naturvårdsverkets limnologiska undersökning nr 3, Uppsala.*
- Grönberg, B., Tolstoy, A., Söderqvist, K. 1974. *Limnological studies in Ekoln bay of lake Mälaren 1967-1969. Vatten 30: 20-35.*
- Gönczi, A. 1962. *Undersökningar över Ekolns zooplankton och vattenkemi. Rapport, Limnologiska inst., Uppsala.*
- Fondén, R. 1969. *Heterotrophic bacteria in Lake Mälaren and Lake Hjälaren. Oikos 20: 344-372.*
- Söderqvist, K. 1970. *Växtplankton i Mälaren 1964-1967. Meddelanden NLU 31.*
- Tolstoy, A. 1972. *Chlorophyll a and primary production of phytoplankton in two basins of Lake Mälaren (Lilla Ullevifjärden and Ekoln). Meddelanden NLU 52.*

38. Studien i Ekoln-Görväln

När Mälärundersökningens specialundersökning i Ekoln avslutades 1969 startades Ekoln-Görväln-undersökningen i ett ca 5 mil långt band av smala eutrofierade fjärdar mot söder från Uppsala till Görvälns vattenverk där fjärdarna öppnar sig mot Mälarens centrala del. Ytprov togs på 9 stationer längs denna sträcka och på 3 stationer togs vertikalprofiler. Vatten för analys av vattenkemi, klorofyll, fytoplankton, primärproduktion och bakterier togs på alla stationer medan zooplankton togs på stationerna med vertikalprofiler (Ekoln,

Skarven och Görväln). Proven togs med Rodhe-hämtare (5 l) på flera djup (0,5, 5, 10, 15, 25 m, samt i Görväln 30 och 42 m). De filterades (80 µm) och fixerades med Lugols lösning. Sex provtagningar med djupprofil redovisades maj-okt 1970, 8 st mars-nov 1971-73 och 7 st 1974-75. Barbro Grönberg ansvarade för zooplanktondelen av programmet.

Kräftdjur och rotatorier analyseras. Data från 1970 - 74 ingick i två redovisningar som gjordes om tillståndet i nordöstra Mälaren. Där framgick bl. a. att relativt stora zooplanktonmängder fanns i temperatursprångskiktet eller djupare ned samt en tendens till ökande populationer under perioden, speciellt i Ekoln.

Redan i mars 1965 undersöktes zooplankton på sträckan Ekoln (eg. Stora Ulvfjärden) – Stäket. Gunilla Wetterling analyserade då prover tagna med Ruttnerhämtare (5 l) på 4-13 djup på 13 stationer. Lugols lösning tillsattes till proven och efter sedimentation sögs överstående vatten av, varefter proven räknades i räknekammare under omvänt mikroskop. Kräftdjur och rotatorier redovisades och med hjälp av mätningar på djuren beräknas biovolym. Totalbiomassa för huvudgrupperna anges. Undersökningen visade genomgående på ett individ- och artfattigt plankton.

Referenser:

- Ahl, T. m. fl. 1974. *Limnologiska studier i nordöstra Mälaren (Ekoln – Görväln). Naturvårdsverkets limnologiska undersökning 73, SNV PM 446.*
- Eriksson, S. 1967. *Djurplankton i hävprover från Görväln, Mälaren 1955-56. Meddn. Mälärundersökningen 10, 17 pp.*
- Ericsson, P., Hajdu, S. & Willén, E. 1984. *Vattenkvaliteten i Görväln, en dynamisk Mälärfjärd. Vattenkemi och växtplankton i ett fyrtioårigt perspektiv. Vatten 40: 193-211.*
- Wetterling, G. 1967. *Djurplankton i Mälaren: avsnittet Stora Ullevifjärden – Stäket, mars 1965. Mälärundersökningen, Meddn. Nr 14*
- Winblad, E. 1979. *Limnologiska studier av nordöstra Mälaren, Ekoln-Görväln, 1972-1974. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, Information 23.*

39. Mälärfjärdarna nära Stockholms innerstad

I Mälärfjärdarna öster om Drottningholm d.v.s. i innerstadens omedelbara närhet samarbetade Mälärundersökningen och stadens gatukontor om en kvantitativ zooplanktonun-

dersökning sommaren 1965. Den genomfördes av Elisabeth Iregren-Björkqvist och Torbjörn Tirén. Prover togs vid 4 tillfällen från juni t.o.m. augusti på 5 stationer och vid 7 tillfällen under samma period på 2 andra stationer. Proven togs på 0, 4, 8 och 14 m djup på 4 av stationerna och dessutom på 20-32 m på de övriga. Proven (5 l) filtrerades (80 µm) och fixerades med Lugols lösning och analyserades under inverterat mikroskop. Kräftdjur och rotatorier bestämdes och räknades (Cyclopoida och Calanoida redovisade som grupp).

Arternas eller gruppernas individtätheter redovisades i tabellbilaga samt i tredimensionella djup-tid-diagram varur tämligen variabla vertikala skiktningbilder kan utläsas. Individvolym från egna individstorleksmätningar och från Arnemo (stereometriska figurer) användes för att beräkna totalbiomassor i hela vattenpelaren på varje station och som medelvärde för alla Stockholmsstationerna. Författarna påtalar att sju provtagningsomgångar tycks spegla de verkliga biomassvariationerna under säsongen väsentligt bättre än fyra omgångar.

Under fyra år på 1930-talet (1936-1939) gjorde S. Widell vid Stockholms gatukontor kvantitativa provtagningar vid stationen Klubben. Även om kräftdjursanalyser bara finns från ett år visar sig rotatorierna (som finns från 4 år) ha individtätheter som ligger i samma storleksordning som 1965. Fyra av de stationer där zooplanktonprov togs i ytvattnet under Mälarundersökningens kryssningar 1965-66 ligger också inom det aktuella området men har inte inkluderats i jämförelserna.

Tidigare kvalitativa zooplanktonundersökningar inom området har gjorts av Jägerskiöld (1892), Cleve-Euler & Huss (1912), Huss & Sondén (1920, Larén (1941-42) och Thomasson (1949)

Referenser:

- Arnemo, R., Iregren-Björkqvist, E & Tiren, T. 1967. *Djurplankton i Mälaren och Hjälmarén. Zool. Revy 29: 10-18.*
- Cleve-Euler, A. & Huss, H. 1912. *Vattnet i sjöar och vattendrag inom Stockholm och dess omgivning-ar. Afd. 2. Plankton. Hälsovårdsn. Ber. N.F. 7 (bih 2). 133 pp.*
- Huss, H. & Sondén, K. 1920. *Vattnet i sjöar och vattendrag inom Stockholm och dess omgivningar. Serie II. Stockholms stads hälsovårdsnämnd.*
- Iregren-Björkqvist, E. & Tiren, T. 1967. *Djurplankton i Stockholmsområdet av Mälaren, sommaren 1965. Meddn. Mälarundersökningen 17.*
- Jägerskiöld, L.A. 1892. *Zwei der Euchlanis lynceus Ehrenberg verwandte neue Rotatorien. Zool. Anz. 15: 447.*
- Larén, U. 1941-42. *Planktonundersökningar i Mälaren och Saltsjön. Stockholms vattenledningsverk.*
- Thomasson, K. 1949. *Über das Auftreten von Brachwasserorganismen im Mälarplankton. Oikos 1: 56-64.*
- Widell, S. 1936-1940. *Tjänstememorial rörande undersökningar av vattnet i Mälaren och Saltsjön åren 1936-40. Stockholms stads hälsovårdsnämnd.*

40. Siklöjestudier i Lambarfjärden

Den kanadensiske fiskeribiologen Tom Northcote gästade Sötvattenslaboratoriet under något år i slutet av 1960-talet och samordnade då olika undersökningar om siklöjans näringsbiologi. Bl.a. undersökte Stig Jacobsson och Torgny Söderström vertikalfördelningen av kräftdjursplankton dag och natt i Lambarfjärden under sommaren och hösten 1968. Lambarfjärden ligger norr om Lovön (där Sötvattenslaboratoriet ligger) och utanför Hässelby. Maxdjupet är 62 m och fjärden har odefinierade gränser mot omkringliggande fjärdar.

Vid sju tillfällen 9/7 till 22/11 togs prov med Clarke-Bumpus-häv (132 µm maskvidd) dels mitt på dagen dels mitt på natten. Proven togs i 6 djupstrata (0-4, 5-9, 10-18, 20-28, 30, 38, 40-48 m) genom att häven medan den var öppen kördes en lika lång sträcka på var eller varannan meters djup inom stratat. Proven formalinfixerades och med en modifierad Hensen-Stempelpipett (1 ml volym) togs prov som motsvarade 15-20 l sjövattnet (i extremt täta sommarprov 5 l sjövattnet) till analys i omvänt mikroskop.

Resultaten redovisades dels som medelvärden för individtätheten i hela vattenpelaren för varje art, dels individtätheten i varje skikt dag och natt för varje art (även åldersstadium). Äggbärande honor och juveniler redovisades separat i diagrammen. Vertikalvandringar antydde bara för *Daphnia cucullata* och *Thermocyclops oithonoides* samt *Cyclops copepoditer* och *Limnocalanus macrurus*. *T. oithonoides* förekommer generellt djupare än *Mesocyclops leuckarti*.

I en annan undersökning av Sten Vallin behandlas siklöjans näringsval i Lambarfjärden (maganalyser) och relateras till planktonförekomsten, dels i vertikala håvdrag i fjärden, dels i håvdrag i intagsbassängen till Lovöns

vattenverk. Undersökningen är kvalitativ men kompletterar föregående undersökning och innehåller en komplett artanalys av de Cyclops-arter som finns i fjärden.

I en sammanställning av "Äldre Mälarsundersökningar" som Sten Vallin gjort citeras kvantitativa undersökningar av speciellt Lambarfjärdens zooplankton 1909-1911 gjorda av Cleve-Euler & Huss (1912). Vallins egna kvantitativa (och kvalitativa) undersökningar 1934, 1935, 1954, 1956 och 1960 redovisas också kondenserat med fokus på Lambarfjärden. Dessutom redovisas kondenserade data från öst-västliga kryssningar i Mälaren med r/v Eystrasalt ovanstående årtal (Vallin 1967).

Referenser:

Cleve-Euler, A. & Huss, H. 1912. *Vattnet i sjöar och vattendrag inom Stockholm och dess omgivning-ar. Afd. 2. Plankton. Hälsovårdsn. Ber. N.F. 7 (bih 2). 133 s.*

Jacobsson, S. & Söderström, T. 1971. *Kvantitativa studier av planktoncrustacéer i Lambarfjärden, Mälaren 1968. Information, Sötvattenslab., Drottningholm 16.*

Lilljeborg, W. 1900. *Bidrag till en översikt av de inom Sverige iakttagna arterna av släktet Cyclops. Stockholm 118 pp.*

Northcote, T.G. & Rundberg, H. 1970. *Spatial distribution of pelagic fishes in Lambarfjärden (Mälaren, Sweden) with particular reference to interaction between Coregonus albula and Osmerus eperlanus. Inst. of Freshwat. Res. Drottningholm, Report 50*

Svärdson, G. 1956. *Lambarfjärdens siklöja. Svensk fiskeritidskrift 65: 73-80.*

Vallin, S. 1969. *Siklöjans näringsbiologi i Lambarfjärden; Mälaren. Information Sötvattenslab, Drottningholm 7.*

Vallin, S. 1967. *Äldre Mälarsundersökningar. Opublicerat manus.*

41. Tidsserier i Mälaren efter 1979

Efter satsningen på intensivstudier i nordöstra Mälaren fram t.o.m. 1975 (sid. 36) kom en period på tre år helt utan zooplanktonprovtagningar i Mälaren. År 1979 återupptogs verksamheten med monitoring på tre stationer i sjön (Ekoln, Södra Björkfjärden och Granfjärden) efter införandet av det nationella programmet för miljökvalitet (PMK). Programmet gällde för de största fjärdarna och samordnad recipientkontroll (SRK) tillämpades närmare föroreningskällorna, framför allt i

sjöns västra del. Prov togs löpande maj t.o.m. okt (6 ggr) fram t.o.m. 1995 då PMK upphörde och Mälarens vattenvårdsförbund och den nya nationella miljöövervakningen tog vid. Provtagningsfrekvensen minskades då till 4 ggr per säsong (maj, juli, sept, okt) och programmet löper fortfarande (med lucka för 1996 och 1997 på två av stationerna). Dessutom har provtagningarna på den gamla Görväln-stationen återupptagits från och med 1999. Proven tas med Rodhehämtare (5 l), filtreras (40 µm maskvidd), fixeras med Lugols lösning, subsamlas med "Wiborg whirling vessel" och analyseras under omvänt mikroskop. Åren 1979-90 analyserades separata prov från var 5:e m djup i intervallet 0-30 eller 0-40 m djup. Åren 1991-95 slogs prov från 1, 5 och 10 m redan i fält ihop till ett blandprov medan proven från 5 m nivåerna därunder analyserades separat. Efter 1995 analyseras blandprov 1-10 m och 15-30 m (alt.15-40 m). Kräftdjur och rotatorier analyseras, inklusive tillväxtstadium och äggförekomst, och biomassa beräknas med hjälp av tidigare bestämda individvolymmer. Kringinformation finns i form av vattenkemi, klorofyll, växtplankton och provfisker (ekoräkningar i Ekoln, Prästfjärden och Blacken sedan 1987). Trender har undersökts i denna långa tidsserie men kan inte påvisas bl. a. på grund av relativt stor mellanårsvariation. Om data från tidsserien 1970-75 i nordöstra Mälaren skarvas till ovanstående tidsserie framstår 1974 och 1975 som "toppar" varefter planktonbestånden minskat.

Referenser:

Nyberg, P. & Enderlein, O. 1999. *Ekolodet till hjälp i fiskövervakningen. Sjöar&vattendrag, årsskrift från miljöövervakningen 1999: 51-57.*

Nyberg, P., Auvinen, P., Bergstrand, E., Degerman, E., Enderlein, O. & Fjälling, A. 1998. *Siklöjeundersökningarna i Mälaren 1991-97. Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, Örebro.*

Persson, G. 2000. *Zooplankton i tre mälarsfjärdar. I: Wallin, M. (ed.) Mälaren, miljö tillstånd och utveckling 1965-98. Mälarens vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen i Västmanlands län, Västerås.*

Willén, E., Wiederholm, T. & Persson, G. 1990. *Mälarens vattenkvalitet under 20 år. 2. Strandvegetation, plankton, bottendjur och fisk. Naturvårdsverket rapport 3842.*

42. Sju Svartåsjöar i Västmanland

I slutet av 1970-talet gjordes basundersökningar av Västeråsfjärden och Svartåns avrinningsområde inom den då nyetablerade samordnade recipientkontrollen. Tillståndsbekriv-

ningen var bred och omfattade kvantitativa zooplanktonundersökningar. Provtagningarna i Västeråsfjärden redovisas tillsammans med Mälaronundersökningens program (se ovan). Här redovisas provtagningar i sju sjöar uppströms Västerås. De undersökta sjöarna var Toftsjön, Målsjön, Bågen, Labodasjön, Långsjön, Hörendesjön och Fläcksjön. Sjöarna är betydligt mindre (0,7–6,3 km²) än sjöarna i Kolbäcksån. De har också en flackare botten-topografi än sjöarna längre åt nordväst i Bergslagen. Djupen är 6–30 m.

Proven från sjöarna togs de första dagarna i augusti 1978. Ett Rambergör användes vid provtagningen för att ta prov i skiktet 0-2 m djup på 5–7 provpunkter i varje sjö. Från ett blandprov med vatten från alla punkter togs provvatten ut, filtrerades (50 µm maskvidd), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under mikroskop. K-konsult hade uppdraget och Christina Ekström gjorde analyserna.

Som tilläggsdata finns vattenkemi, klorofyll och växtplankton.

Referenser:

Eriksson, U. 1978. Samordnad recipientkontroll för Västeråsfjärden och Svartåns avrinningsområde. K-konsult 791130.

43. Sjöarna i Kolbäcksåns vattensystem

I augusti 1980 gjordes en zooplanktonundersökning inom Kolbäcksåns recipientkontrollprogram. Ansvarig var Gunnar Persson. Undersökningen var kvantitativ och omfattade 13 sjöar. Sjöarna är i allmänhet ganska stora (0,8-38,6 km², 2-53 m maxdjup) och har tydligt oligotrof karaktär i åns övre del som övergår till eutrof i åns nedre lopp. Individtätheter bestämdes vertikaltintegrerat genom att blanda prov tagna med Rodhehämtare på 4 djup i varje sjö inom epilimnion och i fall med oskiktade sjöar från botten till ytan. I sjöar djupare än 15 m gjordes provtagningen till detta djup. Filtringen gjordes med 40 µm filter och fixeringen med Lugols lösning.

Parallellt med denna provtagning gjordes också en semikvantitativ hävning i varje sjö. Hävningen (100 µm maskvidd) gjordes från samma djup som hämtarprovtagningen. Håven sänktes baklänges ned till avsett djup och drogs sedan mycket långsamt upp. Omräkning till individtäthet gjordes med antagandet att den vattenmängd som passerat

håven kunde beräknas baserat på håvens diameter och hävdragets längd.

Avsikten var att bedöma om det var möjligt att finna en korrektionsfaktor mellan hämtar- och hävfångster eftersom enbart semikvantitativ hävning hade använts vid provtagningar i alla sjöarna 4 ggr (juni-september) sommaren 1980.

Både individtätheter och biomassor visade sig enligt hämtarproven vara förhållandevis höga i relation till trofinivån. Metodjämförelsen pekade på en uppräknings av biomassan i storleksordningen 2 ggr vid hävning, men med stor variation, vilket skulle ge sommarmedelbiopolymer i storleksordningen 6-12 mg/l. Den stora variationen tycks till en del bero på sjöarnas varierande trofinivå men resterande variation talar mot att applicera en korrektion på data från hävproven.

Kringinformation finns i form av fullständig vattenkemi, klorofyll, fytoplankton och fiskförekomst (ej komplett). Materialet har ej publicerats.

Zooplanktonsamhällets artsammansättning redovisades också från samma 13 sjöar i en annan undersökning som genomfördes i augusti 1978.

I Kolbäcksåns nedersta sjö Freden (3,3 km², 15 m maxdjup) gjordes redan år 1965 en undersökning i Mälaronundersökningens regi. Freden är en avlång sjö där inloppet (Kolbäcksån) samt Strömsholms kanal och utloppet ligger i nära anslutning till varandra i sjöns ena ände. Vattenomsättningen kan därför antas vara mycket högre där än i resten av sjön. Eventuella gradienter inom sjön skulle beskrivas genom provtagning på 4 stationer längs sjön. Ytprov togs vid 6 tillfällen (april t.o.m. augusti) på alla stationer. På huvudstationen i sjöns ej genomströmmade ände togs dessutom prov på 5 m djup vid alla tillfällen. Utöver ytprov togs prov på 2-3 djup på övriga tre stationer i april och augusti. Vid de tre första provtagningarna (t.o.m. maj) var provvolymen 5 l, sedan 1 l. Kräftdjur och rotatorier analyserades liksom kräftdjurens utvecklingsstadiet. Materialet är opublicerat.

Referenser:

Persson, G. 1981. Undersökningar i Kolbäcksåns vattensystem. IX. Djurplankton, sommaren 1980. Naturvårdsverket Rapport 1404.

Willén E.. 1981. Undersökningar i Kolbäcksåns vattensystem. XII. Växtplanktonundersökningar 1980. Naturvårdsverket rapport 1407.

Willén E. & Persson, G. 1979. Undersökningar i Kolbäcksåns vattensystem. IV. Plankton, augusti

1978. Rapport, Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, Uppsala.

Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, opublicerat material.

44. Sjöar i övre Hedströmmen – och några till

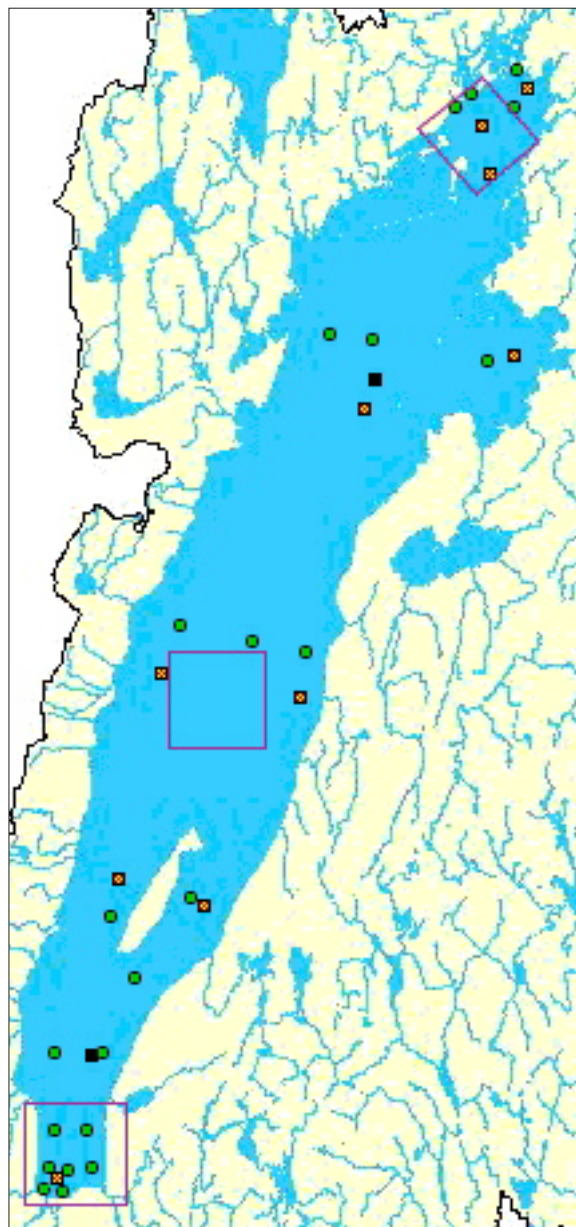
I övre delen av Hedströmmens vattensystem undersöktes år 1966 zooplanktonbestånden i sex sjöar. Några mil västerut i Köpingsåns avrinningsområde ligger två sjöar där zooplankton också undersöktes 1966. Den först nämnda undersökningen gjordes av Inger Mellgren och den senare av Rolf Arnemo. Båda undersökningarna utgjorde delar av Mälarderundersökningens studier av Mälarens tillrinningsområde. Alla Hedströmmensjöarna (Malingsbosjön, Dagarn, Storsjön, Övre Vättern, Nedre Vättern och Tomasbosjön) är förhållandevis stora (0,5-5 km², 12-21 m maxdjup) liksom Salbosjön i Köpingsån. Den återstående sjön, Ljustjärn, är en 4 ha stor åsgropssjö som rotenonbehandlades i oktober 1965 och kalkades från isen i mitten av april undersökningåret (Wilander & Ahl 1972). Alla sjöar utom Tomasbosjön har oligotroft till mesotroft näringstillstånd.

I Hedströmmensjöarna togs prov med Ruttnerhämtare (5 l) på 1, 5, 8-10 samt 15 m djup där så var möjligt. Proven togs centralt i sjöarna och i Tomasbosjön på 2 stationer. Provtagningsdatum var 3/4, 15/7, 21/8 och 4/10 (håvprov).

I Salbosjön togs prov med Rodhehämtare (5 l) centralt på minst sex djup och i Ljustjärn på tre djup (0, 5, 8 m). Provtagning gjordes 6 gånger april-dec. varav 4 gånger juni-okt. Efter filtrering (60-80 µm) fixerades proven med Lugols lösning och räknades i omvänt mikroskop.

Kräftdjur och rotatorier undersöktes och resultaten presenteras i form av "kuldiagram" för olika arters individtäthet i båda undersökningarna. Dessutom anges totalbiomassa beräknad med stereometriska figurer. "Djupkompenserad" biomassa anges även. Det kan noteras att Ljustjärns plankton ger intryck av kalkningseffekter och att Tomasbosjöns plankton har en eutrof prägel.

Artförekomst bestämd i håvprover redovisas också och kan relateras till samtidiga undersökningar av Grönberg i Klotenområdet (Grönberg 1968). Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll, fytoplankton, bakterier (odlade) och fisk (spec. Köpingsån).



Figur 7 Zooplanktonprovtagningar i Vättern. Provtagningsnätet vid Vatteninspektionens juliprovtagning med vattenhämtare 1962 anges med gröna punkter. Clarke-Bumpus-provtagningen i sept. 1969 gjordes på 16-17 utslumpade punkter inom de tre markerade kvadraterna och Clarke-Bumpus-provtagningen i maj+aug 1974 gjordes på 10 punkter (orange). Tidseriestationer i drift 2002 har markerats med svart färg. Där tas Clarke-Bumpus-prov i juli och augusti i skikten 0-10, 10-20, 20-40 och 40-60 m djup. Rotatorieprov tas med vattenhämtare.

Referenser:

Ahl, T., Arnemo, R., Bonthron, E., Ek, J., Fondén, R., Tolstoy, A. 1969. Limnologiska studier i Salbosjön och Ljustjärn, Örebro län, 1965-1967. Medd. Mälarderunders. 29.

Ek, J., Fondén, R., Rudander, B. & Tolstoy, A. 1968. Hedströmmen 1. Bakteriehalt, växtplank-

ton, klorofyll och högre vattenvegetation 1966. *Medd. Mälarderunders.* 24.

Grönberg B., 1968. *Limnologiska studier i Malingsbo-Klotenregionen. Djurplankton. Medd. Mälarderundersökningen* 20(3): 74-98.

Mellgren, I. 1969. *Hedströmmen. II. Djurplankton under sommarperioden 1966. Medd. Mälarderunders.* 28.

Westin, L. 1967. *Fiskbeståndet i Salbosjön, Örebro län, hösten 1965. Medd. Mälarderunders.* 7.

Wilander, A. & Ahl, T. 1972. *The effects of lime treatment to a small lake in Bergslagen, Sweden. Vatten* 28: 431-445.

45. Kvantitativa zooplanktonundersökningar i Vättern

Mälarderundersökningen kom under slutet av 1960-talet att kontaktas av kommittén för Vätterns vattenvård för att få till stånd biologiska och vattenkemiska undersökningar. För zooplanktons del blev resultatet en synoptisk undersökning 1969 av beståndens horisontala heterogenitet inom tre större områden i norra, mellersta och södra delen av sjön där prov togs på 17 utslumpade stationer inom varje område. Den gjordes av Åsa Dottne-Lindgren och Gunnar Persson. Proven togs med Clarke-Bumpushåv i form av sneda håvdrag från 25 m djup mot ytan (125 µm maskvidd, formalinkonservering). Prov togs även från botten till 25 m djup på 4 stationer. Kräftdjur (exkl. nauplier) räknades efter subsampling med "Folsom sample splitter".

Undersökningen visade på en betydande variation mellan stationerna och det södra området hade högst individtäthet. Eftersom undersökningen sammanföll med den första av de två beryktade septemberstormarna 1969 försvåras dock bedömningen av provtagningens representativitet för mer normala förhållanden.

I samband med redovisningen upparbetades också ett äldre kvantitativt material från Vatteninspektionens juliundersökning 1962 på 22 stationer där zooplanktonprov tagits i djupprofiler med Rodhehämtare och där räkningar/besämningar gjorts av Bruno Berzins (figur 7). Undersökningen gav främst en bra bild av djurens vertikalfördelning. Den är ännu inte helt bearbetad vad gäller rotatorier och framför allt ciliater som analyserats av Bruno Berzins.

År 1974 genomförde Naturvårdsverkets limnologiska undersökning (fd Mälarderundersökningen) två stora provtagningsomgångar i slutet av maj och augusti. Barbro Grönberg var ansvarig. På 11 stationer gjordes sneda håvdrag med Clarke-Bumpushåv (0-20, 20-40, 40-60 m) fördelade över hela sjön (125 µm maskvidd, Lugols lösning). Resultaten överensstämde i stora drag med den tidigare undersökningens men ingen högre biomassa i söder kunde påvisas.

År 1978 etablerades en permanent mätstation mellan Karlsborg och Motala och där togs det första året månatliga prov på zooplankton, vattenkemi, klorofyll, fytoplankton och primärproduktion. Proven togs som sneda Clarke-Bumpus drag (0-10, 10-20, 20-40 och 40-60 m). 125 µm maskvidd användes och proven konserverades med Lugols lösning. Kräftdjuren subsamlades med "Wiborg sample splitter" före räkning. Rotatorier och mindre kräftdjur (nauplier) provtogs på diskreta djup med Kielhämtare (1,5 l) och analyserades efter hopslagning att motsvara ovanstående skikt (0+5+10 m, 10+15+20 m etc.). Från 1979 fram till 1995 har provtagningar enligt samma metod (ej prim. prod.) genomförts på samma station i mitten av augusti varje år. Från och med 1996 ingår även provtagningar i juli i programmet liksom provtagningar på en station S om Visingsö. Augustiprovtagningarna är avsedda att jämföra 10 årsperioder eller längre men en sådan jämförelse försvåras av att extremtoppar uppträder några enstaka år.

Referenser:

Dottne-Lindgren, Å. & Persson, G. 1971. *Djurplankton i Vättern, september 1969. Rapport, Limnologiska inst. Uppsala.*

Dottne-Lindgren, Å. & Persson, G. 1973. *Horizontal variation of crustacean plankton in lake Vättern. Scripta Limnologica Upsaliensia* 328.

Grönberg, B. 1975. *Djurplankton i Vättern 1974. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, Information 1.*

Persson, G. 1996. *Djurplankton. I: Vättern och dess tillflöden 1971-94. Vätternvårdsförbundet Rapport nr 40: 63-69.*

Vatteninspektionen 1962. Opublicerat material.

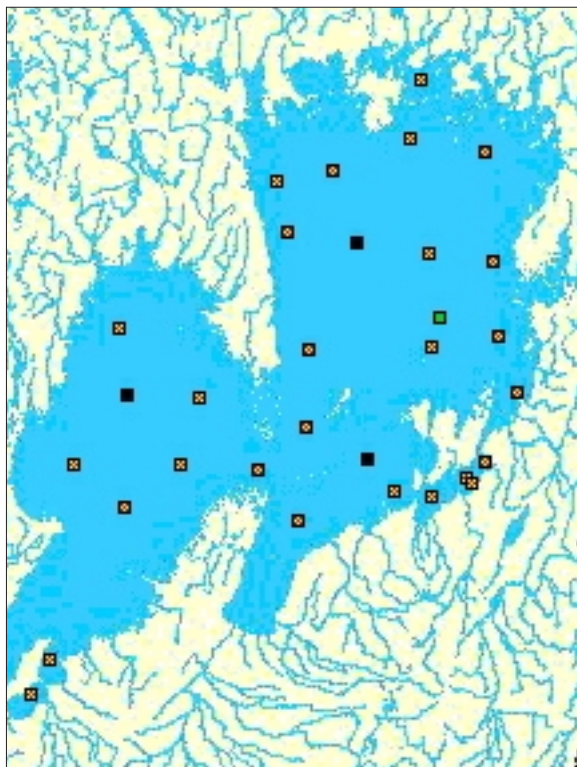
Persson, G. 1987. *Vätterns limnologiska status i ett 20-årsperspektiv. Komm. Vätterns Vattenvård Rap. 29*

46. Vänern: mapping och monitoring sedan 1959

Den första stora kvantitativa och kvalitativa undersökningen av Vänerns zooplankton gjordes av Statens vatteninspektion i augusti 1959 med Ingeborg Stierna-Pooth som ansvarig för zooplankton. Proven togs med en hämtare rymmande 1 l och prov från flera djup slogs ihop till vertikalt integrerade prov om 5 l volym. Djupintegreringen varierade något men var avsedd att täcka epi-, meta-, och hypolimnion. Provtagningarna omfattade också de flesta av Vänerns skärgårdsområden vilket behandlas separat (sid. 43). Vatteninspektionens undersökning följdes av två orienterande undersökningar av zooplanktonbestånden både i utsjön och i vikar och fjärdar med hjälp av kvalitativa håvprov (oktober 1969) och kvantitativa prov (4-8 september 1972) utförda av Barbro Grönberg med medarbetare inom Naturvårdsverkets limnologiska undersökning. 1972 års provtagning gjordes med Clarke-Bumpushåv (160 µm maskvidd) på 23 stationer spridda i utsjön över hela Vänern.

Häven drogs snett uppåt inom olika djupintervall, som beroende på djup var 0-15, 15-30, 30-45, 45-60 och 60-75 m. I nivån 0-15 m togs dubbelprov som metodtest. Enbart kräftdjur (ej nauplier) analyserades. Kräftdjursförekomsten jämfördes med födoalet (maganalys) hos de pelagiala fiskar som insamlades vid ett omfattande provfiske (flyttrålning) som genomfördes av Fiskerstyrelsen i augusti samma år (Nilsson 1974). Bythotrephes cederströmi och några andra hinnkräftarter visade sig vara överrepresenterade i siklöjornas magar. I vertikalled fanns ca 65% av zooplanktonpopulationerna i skiktet 0-15 m och ca 20% i skiktet 15-30 m. Individtätheten var tämligen likartad i de tre bassängerna men artsammansättningen pekade på störst näringsrikedom i Skaraborgssjön.

Med denna bakgrund startades 1973 en kvantitativ monitoring av zooplankton. År 1973 besöktes 23 stationer i utsjön vid 4 tillfällen (9 stationer i aug.). År 1974 besöktes 13 stationer (4 tillfällen) och från 1975 provtogs 6 stationer t.o.m. 1977, därefter 3 stationer. Proven togs månatligen maj-okt och representerade Värmlandssjön, Skaraborgssjön och Dalbosjön. Prov från de två förstnämnda stationerna analyserades. Kräftdjursproven togs med Clarke-Bumpushåv (125 µm maskvidd) som drogs snett uppåt inom olika djupintervall (0-20, 20-40 och 40-60 m) som 1978 ändrades till 0-10, 10-20, 20-40 och 40-60 m. Rota-



Figur 8. Provtagningsnätets maximala utbredning i Vänern med samtliga besökta stationer 1973-77. Tidsseriestationer i drift 2002 har markerats med svart färg. Där tas prov juni och augusti i skiktet 0-10, 10-20, 20-40 m djup på alla stationer samt 40-60 m i Värmlandssjön och Dalbosjön. Intensivundersökningsstationen (11A) har markerats med grönt. Endast skärgårdsprovtagningar som gjorts mer än 4 ggr per sommar har medtagits.

torier insamlades genom filtrering (40 µm maskvidd) av blandprov tagna med vattenhämtare (Kielhämtare) på tre djupnivåer inom samma skikt (0,5+5+10 m, 10+15+20 m etc.). Alla proven fixerades med Lugols lösning och räknades under omvänt mikroskop efter subsampling med "Wiborg whirling vessel".

Kräftdjur och rotatorier analyserades, inklusive tillväxtstadium och äggförekomst, och biomassa beräknades med hjälp av tidigare bestämda individvolym. Kringinformation finns i form av vattenkemi, klorofyll och växtplankton.

Resultaten av de långa tidsserierna visar att kräftdjurspopulationerna minskade under 1970-talet. De har från 1980-talets inledning legat på en tämligen konstant nivå. Samtidigt har både rotatoriepopulationerna och det totala artantalet ökat under den senare perioden.

I juni år 1975 genomförde Sötvattenslaboratoriet trålningar från r/v Thetis och särskilda Clarke-Bumpus-prov togs med anledning av trålningarna. Proven togs på 3 utsjöstatio-

ner med 20 m skiktjocklek ned till botten. Metodiken följde rutinerna för Vänern men maskvidden var större (160 µm) och inga rotatorier analyserades. Två parallella håvdrag gjordes i varje djupskikt vilket kan användas för att beskriva lokal variation.

År 1976 genomfördes en intensivstudie på en station (11A) i Värmlandssjön och då togs zooplanktonprov med standardmetodik för sjön. Clarke-Bumpus användes för kräftdjur (125 µm maskvidd) och rotatorier togs med Kihämtare (40 µm maskvidd). Fem djupnivåer med 10 m ekvidistans användes och prov togs 17 ggr under året (14 ggr maj t.o.m. sept.). Av resultaten framgick bl.a. temperaturskiktningens betydelse för zooplanktons vertikalfördelning. Dessutom påvisades hur olika vattenmassor med olika planktonsamhällen passerade stationen, framför allt under våren. Materialet är publicerat.

Enstaka kvantifieringar av pelagisk fisk har gjorts sedan 1988 och år 1993 inleddes årliga provfiske i form av ekoräkningar med kompletterande trålningar. Skaraborgssjön är det rikaste området i sjön vad gäller pelagisk fisk.

Referenser:

Almer, B. & Larsson, T. 1974. *Fiskar och fiske i Vänern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 8.*

Appelberg, M. *Vänernexpeditionen 1977. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 5.*

Grönberg, B. 1976. *Djurplankton i Vänern september 1972. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, Information 11.*

Grönberg, B. 1973. *Djurplankton i Vänern oktober 1969. I: Willén, T. (ed.) Undersökningar i Vänern 1969-71. SNV PM 390, Naturvårdsverkets limnologiska undersökning 63.*

Hansson, S. *Hydroakustisk kvantifiering av pelagial fisk i Vänern och Vättern 1993. Vänerns vattenvårdsförbund, Länsstyrelsen i Karlstad.*

Lindell, T. 1976. *Vänern. I: Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaran – en översikt. Statens naturvårdsverk, Publ 1976: 1 pp. 21-35.*

Nilsson, N.A. 1974. *Fiskens näringsval i öppna Vänern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 17.*

Nyberg, P & Enderlein, O. 1999. *Ekolodet till hjälp i fiskövervakningen. Sjöar och vattendrag. Årsskrift från miljöövervakningen 1997. Naturvårdsverket och SLU.*

Persson, G. & Kvarnäs, H. *Mariestadsfjärden, förarbeten till samordnat recipientkontrollprogram. (Opubl. manus)*

Persson, G. & Söderbäck, B. 1996. *Djurplankton i Vänern. I: Wallin, M. (ed.) Vänerns miljö tillstånd och utveckling 1973-1994. Naturvårdsverket, Rapport 4619 pp. 43-48.*

Stierna-Pooth, I. 1962. *Kvantitativ undersökning av zooplankton. Kommittén för Vänerns vattenvård. Rapport 1.*

Pejler, B. 1975. *On long term stability of zooplankton composition. Report, Institute of Freshwater res. Drottningholm 54: 107-117.*

Pejler, B. 1965. *Regional – ecological studies of Swedish freshwater zooplankton. Zool. Bidr. Uppsala 36: 4.*

Wallin, S. 1971. *Plankton i Vänern sommaren 1921. Rapport, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.*

Willén, T. 1978. *Vänerns vattenkvalitet ur biologisk synpunkt. I: Vänern – en naturresurs. Statens naturvårdsverk, s.146-167.*

Inst. för miljöanalys, SLU, opublicerat material.

47. Vänerns skärgårdar och vikar

Många av Vänerns skärgårdar och vikar har en helt annan karaktär än utsjön. Det är framför allt de fjärdar som både mottar mycket näring från omlandet och har måttligt vattenutbyte med utsjön som drabbas. En första överblick av situationen gav Vatteninspektionens undersökning 1959 då Ingeborg Stierna-Pooth dels analyserade prov från utsjön (sid. 42) dels analyserade prov från följande skärgårdar: Kristinehamnsviken, Kolstrandsviken, Sjötorp, Mariestadsviken, Kinneviken, Dättern, Vänersborgsviken, Köpmannebro, Åmål, Säffle, Åsfjorden, Kattfjorden och Sättersholmsfjärden. Proven togs med en hämtare rymmande 1 l och prov från flera djup slogs ihop till vertikalt integrerade prov om 5 l volym. Djupintegreringen varierade något men var avsedd att täcka epi-, meta-, och hypolimnion. I många fall finns dock bara ytprov.

Vid undersökningen av artförekomst i håvprov 1969 (Barbro Grönberg) berördes även skärgårdsområdena.

I augusti 1973 bedrev NLU:s hydrologgrupp synoptiska studier av vattenkvalitet och vattenrörelser i några skärgårdsområden i Vänern. Förutom vattenkemiska prov togs även

fyto- och zooplanktonprov på olika djup med Rodhehämtare i Åsfjorden (6 stationer), Kattfjorden, (5 stationer), Säterholmsfjärden (3 stationer), Kinnevikens (4 stationer) och Mariestadsfjärden (7 stationer). Stationerna var lagda för att beskriva gradienter mot utsjön och prov från många djup analyserades. I juni påföljande år (1974) upprepades hela provtagningen. Provvattnet (5 l) filtrerades genom 80 µm nät och analyserades under omvänt mikroskop. Stefan Jansson analyserade proven från 1973 och Peter Blomqvist proven från 1974. Zooplanktonbiomassorna var förhöjda i relation till utsjöns biomassor i alla skärgårdsområden utom Kattfjorden och Kinnevikens.

Mariestadsfjärden, som senare (1977) specialundersöktes under en hel säsong, har ytan 76,4 km² och maxdjupet 17 m. Där togs prov maj t.o.m. okt. (6 ggr) på 6 stationer med Rodhehämtare (40 µm maskvidd) på 1, 5, 10 m (3 stationer) och 1+5 m djup (3 stationer). Gunnar Persson ansvarade för undersökningen. I fjärden som helhet var djurplanktonbiomassan högre än i Vänern fram till sensommaren och inom fjärden var kräftdjurens individtätthet låg i Tidans mynning där rotatorierna dominerade. Vattenkemi och klorofyll finns som bakgrundsdata.

De grunda och eutrofa fjärdarna Dättern och Brandsfjorden specialundersöktes 1976. De redovisas separat (sid. 45).

Referenser:

Grönberg, B. 1973. *Djurplankton i Vänern oktober 1969*. I: Willén, T. (ed.) *Undersökningar i Vänern 1969-71*. SNV PM 390, Naturvårdsverkets limnologiska undersökning 63.

Lindell, T. 1976. *Vänern. I: Vänern, Vättern, Mälaren, Hjälmaren – en översikt*. Statens naturvårdsverk, Publ 1976:1 s. 21-35.

Persson, G. & Kvarnäs, H. *Mariestadsfjärden; förarbeten till samordnat recipientkontrollprogram*. (Opubl. manus)

Stierna-Pooth, I. 1962. *Kvantitativ undersökning av zooplankton*. Kommittén för Vänerns vattenvård. Rapport 1.

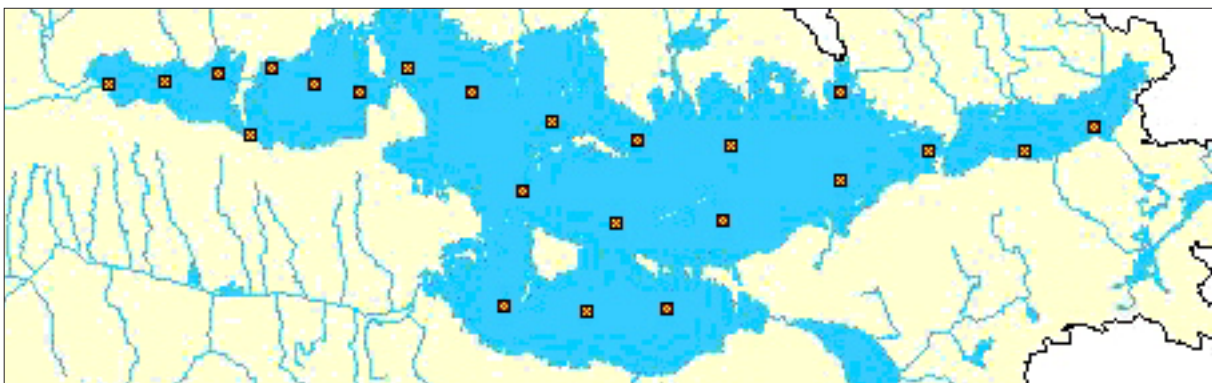
Willén, T. 1978. 9. *Vänerns vattenkvalitet ur biologisk synpunkt. I: Vänern – en naturresurs*. Statens naturvårdsverk, s. 146-167.

Welch, E.B. 1974. *The water quality of nearshore areas in Lake Vänern – Causes and prospects*. Statens naturvårdsverk PM 509, NLU rapport 77.

48. Zooplankton i Hjälmaren 1965-1967

När Mälarundersökningen startades inkluderades även Hjälmaren. Den då alarmerande eutrofieringen, framför allt i de västra fjärdarna, skulle dokumenteras och åtgärdsbehovet bedömas så snabbt som möjligt. Zooplanktonundersökningarna kom igång med ytprover i september 1965. De leddes av Barbro Grönberg. År 1966 togs prov i juni, augusti och oktober. En sista provtagningsomgång genomfördes i mars 1967.

Hjälmaren är mycket stor, grund (484 km², maxdjup 21 m) och oskiktad. Sjön har 4 distinkta bassänger varav de grundaste (max 3 m djup) västliga, Hemfjärden och Mellanfjärden, utanför Örebro var starkt eutrofierade medan de östligare, Storhjälmaren och Östra Hjälmaren – var mer måttligt eutrofierade. Totalt användes 25 stationer där ytprover (0,5 m) togs med Ruttnerhämtare. På tre stationer i Storhjälmaren togs prov på var femte meter ned till botten (3-4 djup). Proven filtrerades (60 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och analyserades under lupp och omvänt mikroskop. Proven analyserades till art och tillväxtstadium. Volymsbestämning med geometriska figurer användes för att beräkna bio-



Figur 9. Provtagningsnätets maximala utbredning i Hjälmaren med samtliga besökta stationer 1965-67. Nyare provtagningar saknas.

volym. Under maj-okt 1969 gjordes kompletterande artanalyser i håvprover. Som kringdata finns vattenkemi, klorofyll, fytoplankton, bakterier (odlingsmetodik) och ett långtidsprovfiske (1955-84) i Mellanfjärden. Av analysen framgick den ovanligt höga rotatorieandelen i Hjälmmaren samt de avvikande zooplanktonsamhällena i de två västra fjärdarna.

Referenser:

Grönberg, B. 1971. *Djurplanktonundersökningar i Hjälmmaren 1965-1967 och 1969. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, 44.*

49. Undersökningen i Motala Ström

Börje Carlin genomförde 1935-40 i samarbete med Norrköpings stad fältarbeten för sitt doktorsarbete "Die Planktonrotatorien des Motalaström". Avhandlingen behandlar utöver rotatorier såväl kräftdjursplankton som fytoplankton. Proven togs av stadens personal, främst vid vattenverket i Fiskeby vid sjön Glans utlopp. Där togs prov två-tre gånger i veckan. Prov togs också centralt i sjön men betydligt mindre ofta. Detta gjordes 1935, 1938 och 1939 och med 2-4 veckors intervall (5-8 ggr maj t.o.m. sept.). Ett fåtal vinterprover togs. Fiskebyproven togs i vattenverkets intag medan sjöproven togs 1935 på 0, 5, 10, 15 och 18 m djup. Åren 1938 och 1939 togs prov på varannan meters djup. Prov i vattenintaget togs med 2-3 dagars intervall året runt (1935-40) och redovisas som 10-dagars medelvärden. Carlins interkalibrering pekar på att proven från det sakta strömmande utloppsvattnet i Fiskeby representerar sjöstationens vatten. Dessutom togs prov från fem andra rinnande vatten uppströms Glan (bl.a. nedströms Roxen) men de kan inte antas vara typiska för någon uppströms sjö.

Glan är stor (75,3 km²) men inte särskilt djup (22,8 m maxdjup). Den är näringsrik, har kort omsättningstid och mottar i huvudsak vatten från den likaledes eutrofa Roxen. Organiskt material tillförs dessutom från cellulosa-industri.

Vid provtagningen togs 1 l vatten som formalinkonserverades och efter 3-4 dagars sedimentation koncentrerades till 1,5 dl samt efter filtrering (maskvidd "feine") räknades i omvänt mikroskop. Samtidigt togs vattenprov som conserverades med Lugols lösning för fytoplanktonräkning. Ett håvprov som formalinkonserverades togs också för taxonomiskt arbete.

Data redovisas i flera typer av diagram. Individtätheter (ind^{*l}-1) redovisas för varje art i

tiddiagram från 6 års provtagningar i Fiskeby. Individtätheter på olika djup i Glan samt i ytvatten från övriga stationer anges med ytproportionella cirklar. I ytterligare en diagramtyp anges på en temperatur/tid-kurva individtätheter som ytproportionella cirklar.

I diagram finns individtätheter med ovanstående framställningssätt för 8 kräftdjursarter/grupper samt 28 rotatoriearter. Ingen omräkning till biovolym har gjorts. Det helt dominerande rotatorieavsnittet behandlar också taxonomiska notiser och flera nybeskrivningar samt förekomst av vilägg, hanar och hanägg. Avhandlingen beskriver också förekomsten av fytoplanktonarter på samma sätt. Karaktäriserande enkel vattenkemi finns men modern närsaltkemi saknas. Delar av avhandlingens innehåll har vidare bearbetats i Hutchinsons klassiska lärobok.

Referenser:

Carlin, B. 1943. *Die planktonrotatorien des Motala ström. Zur Taxonomie und Ökologie der Planktonrotatorien. Medd. från Lunds Univ. Limnologiska inst, No 5, 258 pp.*

Hutchinson, G.E. 1967. *A treatise on Limnology volume III. Introduction to lake biology and the limnoplankton. Wiley & Sons, New York, London.*

50. Grunda slättsjöar: Dättern

Det kemiska och biologiska tillståndet i Vänern började löpande dokumenteras 1973. I planerna ingick även att beskriva sjöns randområden och under sommaren 1976 togs vid 6 tillfällen (maj-okt) prov från två stationer centralt belägna i Dättern respektive Brandsfjorden. Båda är stora (28,2 km², 19,5 km²) grunda (maxdjup 2,0 resp 6,0 m) näringsrika vänerfjärdar som ligger seriekopplade så att vatten från Västgötaslätten tillförs Dättern och via en grund tröskel förs vidare till Brandsfjorden som i sin tur har en större mynning mot Vänern. Dättern är högeutrof och Brandsfjorden svagt eutrof. Dättern är speciellt känd som leklokal för gös.

I båda fjärdarna togs zooplanktonprov med Ruttnerhämtare (5 l) på 1 m djup, filtrerades (60 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och analyserades efter subsampling (Wiborg whirling vessel) under omvänt mikroskop. Analyser gjordes till art och storleksstadium och biovolym beräknades med geometriska figurer.

Tilläggsdata finns i form av fullständig vattenkemi, klorofyll och fytoplankton. Biomassor och artsammansättning motsvarade eutro-

fa förhållanden. I Dättern var planktondjurens totala individtäthet mer än dubbelt så stor som i Brandsfjorden trots ungefär lika stor biomassa.

Referenser:

Almer, B. 1977. Gösen i Dättern. Information från Sötvattenslaboratoriet 1977:13.

Willen, T.(ed) 1977. Dättern och Brandsfjorden – vattendata. Naturvårdsverkets limnologiska undersökning, Information No 14.

51. Grunda slättsjöar: Tåkern

Tåkern i Östergötland är en grund kransalgsjö av den typ som kan skifta mellan ett tillstånd med grumligt vatten och ett tillstånd med klart vatten. Under den klara fasen utvecklas en riklig undervattensvegetation som gynnar många sjöfåglar, i Tåkern framför allt de rastande änderna. Under det senaste århundradet har sjön genomgått kanske fyra perioder med grumliga förhållanden. I sen tid svängde Tåkern från klart till grumligt stadium ca 1994 men när detta skrivs råder återigen klarvattenförhållanden.

Sjöytan är 45 km², (varav 13,7 km² utgörs av vassbälten) och har ett maxdjup på 2 m.

Tåkern var tidigt föremål för klassiska vetenskapliga studier under 1900-talet (t ex Du Rietz et al 1939, Pejler 1965), dock utan att zooplanktons kvantitativa utveckling ägnades speciellt intresse.

Sjön kom återigen i fokus när teorierna om alternativa stabila jämnviktlägen testades (se Krankesjön) av forskare från Limnologen i Lund. Kvantitativa zooplanktonprov togs i sjön 1985–1997 med hjälp av ett plexiglasrör på 3-4 punkter med 2-10 m avstånd och blandades i en dunk (5 l). Efter filtrering genom 45 µm väv konserverades proven i formalin och analyserades under omvänt mikroskop.

Prov togs 10-14 ggr från mars/april till september perioden 1994–1997. Från perioden 1985-1993 redovisas data från 1–2 provtagningstillfällen per år (juli+augusti). Provtagning mitt på dagen och mitt på natten genomfördes vid 8 tillfällen och prover i 4 olika typer av vegetation togs vid 4 tillfällen (juli och september 1985, augusti 1986 och från augusti 1987. Analyserna omfattade hinn- och hoppkräftor och bioolymer beräknades med längd/viktförhållanden ur litteraturen. Samtidigt redovisas total fytoplanktonbiomassa konverterad från klorofyllanalyser. Tot-P och tot-N redovisas som sommarmedelvärden

(juni-sept). Konsumtion beräknades med konstanter ur litteraturen och det konstaterades att kräftdjurens betningstryck per dag knappast var större än 4% av växtplanktons biovolym. Zooplanktons betning torde därför inte vara ensamt avgörande för svängningar till klarvattenstadium. Ansvarig för denna undersökning var Irmgard Blindow och Anders Hargeby.

Prover samlades in med samma metodik även under 1998-2000 (5 ggr per år) men resultatet har ej publicerats.

På uppdrag av länsstyrelsen analyserade Jan-Erik Svensson zooplanktonprover från Tåkern tagna 2001 och 2002. Proverna samlades in av personal från länsstyrelsen vid fem tillfällen från april till augusti båda åren. De togs vid en station (utanför Glänås) med ett plaströr (diameter ca 35 mm). Vid varje provtagningstillfälle togs prov genom hela vattenpelaren. Djupet på platsen varierade mellan 0,8 m och 0,5 m, de lägsta djupen under slutet av säsongen. Vattenståndsvariationen är normal för sjön och vattenståndet brukar sjunka ca 0,4 m från vår till sensommar. Vanligen samlades 5 liter vatten in för zooplanktonanalys. Vattnet filtrerades genom 45 µm filter och konserverades i formalin.

Zooplanktondata presenterades som ind*1⁻¹ och bioolymer hos 20 arter crustacéer och ca 30 arter rotatorier. Bioolymer har beräknats med hjälp av längd/vikt-regressioner för crustacéer och artspecifika volymer för rotatorier. Inslaget av bentiska cladocerer och rotatorier var tämligen stort. Kringdata finns för vattenkemi och fytoplankton.

Provtagning med samma metodik har genomförts även under 2003-2004 och proverna är nu under analys.

Referenser:

Blindow, I., Andersson, G., Hargeby, A. & Johansson, S. 1993. Long-term pattern of alternative stable states in two shallow eutrophic lakes. *Freshwater Biology* 30: 159-167.

Blindow, I., Hargeby, A. & Andersson, G. 1998. Alternative stable stages in shallow lakes: what causes a shift? I: Jeppesen, E. Søndergaard, M. Søndergaard, M & Christoffersen, K. (eds) *The structuring role of submerged macrophytes in lakes.* Springer Verlag, New York: 353-360.

Blindow, I., Hargeby, A. & Andersson, G. 2000. Long-term waterfowl fluctuations in relation to alternative states in two shallow lakes. I: Comin, F.A., Herrera, J.A. & Ramirez, J. (eds) *Limnology and aquatic birds. Monitoring, modelling, and management.* Universidad de Yucatan, Merida (Mexico).

Blindow, I., Hargeby, A., Wagner, B, M., A. & Andersson, G. 2000. How important is the crustacean plankton for the maintenance of water clarity in shallow lakes with abundant submerged vegetation? *Freshwater Biology* 44: 185-197.

Du Rietz, G.E., Hannerz, A.G., Lohammar, G., Santesson, R. & Waern, M. 1939. Zur Kenntnis der Vegetation des Sees Tåkern. *Acta Phytogeographica Suecica* XII. 65 s.

Ekstam, U. 1975. Förändringar av fågelfauna och miljö i vid Tåkern 1850-1974. *Vår Fågelvärld* 34: 268-282.

Pejler, B. 1965. Regional-ecological studies of Swedish fresh-water plankton. *Zool. Bidr. Uppsala* 36: 407-515.

Svensson, J-E. 2003. Planktonsamhället i Tåkern 2001-2002. Rapport till länsstyrelsen i Östergötlands län. Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås. 19 s.

52. Grunda slättsjöar: Hornborgasjön

I samband med planerna på restaurering av Hornborgasjön gjordes en rad naturvärdesundersökningar, bl. a. av fyto- och zooplankton. Dessa gjordes i Storeklaren, ett ca 20 ha stort område fritt från vassvegetation och med mindre än 1 m vattendjup. Dåvarande laboratoriet för miljökontroll gjorde undersökningarna. Kvantitativa zooplanktonprov togs i augusti+september 1983 och 1984 med Ruttnerhämtare. År 1985 intensifierades undersökningen med totalt 10 provtagningar varav 8 st maj t.o.m. september. Proven togs då på 5 punkter i Storeklaren med rörhämtare ytabotten och blandades till ett 15 l blandprov som filtrerades (40 µm), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under omvänt mikroskop. Ansvarig var Gunnar Persson.

Som kringdata finns vattenkemi, klorofyll och fytoplankton. Vattenkemin pekade på svagt eutrofa förhållanden men vattnet var förhållandevis klart och planktonfattigt. Zooplanktonbiomassorna var t.o.m. extremt låga (lägre än i fjällsjöar) trots relativt högkvalitativ fytoplanktonföda och en måttlig fiskpredation. Även rotatoriepopulationerna utvecklades extremt svagt under sommaren.

En undersökning av Storeklarens håvplankton gjordes även 1967 och 1971, främst under sommaren (Berzins 1972).

Hornborgasjöns zooplankton har senare undersökts av Irmgard Blindow och Anders Hargeby i samband med undersökningar av andra

näringsrika grunda sjöar där en växling mellan klarvattenstadium och grumligt stadium kan ske (se Krankesjön, sid. 97). Då denna nya undersökning gjordes var sjön fortfarande i klarvattensstadium. Prov togs april-aug., vanligen 7-8 ggr per år under undersökningsperioden (1996-2000). År 1995 gjordes en provtagning. Proven togs med hjälp av ett 1 m plexiglasrör på 3-4 ställen med kort avstånd och blandades i en dunk (5 l). Efter filtrering genom 45 µm väv konserverades proven i formalin och analyserades under omvänt mikroskop. Analyserna omfattade kräftdjur och bioolymer beräknades med längd/viktförhållanden ur litteraturen. En stor del materialet är opublicerat. Även närsaltkemi och växtplanktonbiomassa analyserades. Konsumtion beräknades också med konstanter ur litteraturen och det konstaterades att kräftdjurens betningstryck per dag var i medeltal 20% av växtplanktons biovolym.

Referenser:

Berzins, B. 1972. *Periphyton och mikrobenthos i Hornborgasjön. Rapport, Limnologiska institutet, Lunds universitet.*

Blindow, I., Hargeby, A. & Andersson, G. 2000. *How important is the crustacean plankton for the maintenance of water clarity in shallow lakes with abundant submerged vegetation. Freshwater Biology. 44: 185-197.*

Johlander, A. 1986. *Fiskeribiologiska undersökningar i Hornborgasjön 1983. Hornborgadokument Nr 11. Rapport, Länsstyrelsen i Skaraborgs län.*

Willén, E., Hajdu, S. & Persson, G. 1986. *Storeklaren – Hornborgasjön. Limnologiska undersökningar 1981-1985. Naturvårdsverket, rapport 3063 (Hornborga – Dokument Nr 12).*

53. Grunda slättsjöar: Hullsjön

Hullsjön är en lerslättsjö belägen ca 5 km öster om Trollhättan. Ytan är 1,83 km² och maxdjupet ca 1,2 m. Bottentopografin är flack och vid normalt lågvattenstånd är vattendjupet över stora delar av sjön inte större än 0,7-0,9 m. Fram till 1960-talet var sjön relativt klar men bl.a. täckdikningsföretag och en allt mer intensiv jordbruksverksamhet anses ha bidragit till att sjön blivit allt näringsrikare och grumligare (Sandell 1997). Hullsjön hyser ett rikt fågelliv och är en viktig rastlokal. Sjön avsattes därför som naturreservat 1977.

Gunnar Lysén analyserade fyto- och zooplankton från två provstationer i Hullsjön vid

tre tillfällen maj–september 1971. På varje station insamlades "ca en liter originalvatten" som fixerades med "lämplig jodlösning". Provdjup anges ej i Lyséns rapport. Rikligt förekommande ciliater och rotatorier räknades i 0,2-5 ml provvatten medan "större planktondjur" räknades i prov från 1 l silat vatten. Totalt redovisas resultat för 6 arter/grupper ciliater, 13 rotatorie- och ca 8 crustacéarter samt nauplier. Tätheten av cladocerer var liten och mängden ciliater och rotatorier ibland synnerligen stor. Särskilt rotatoriefaanan var tidvis mycket individrik ($> 50\,000\text{ ind}\cdot\text{l}^{-1}$ i ett augustiprov) och innehöll många eutrofiindikatorer.

Bakgrundsdata för vattenkemi finns i viss mån och är tillgänglig på länsstyrelsen i Vänersborg (Sandell 1997). Fytoplankton analyserades samtidigt som ciliaterna och de vanligaste rotatorierna och redovisades som individtätheter och bioolymer för dominerande arter/grupper. Fytoplanktonmängden var mycket stor, $60\text{ mm}^3\cdot\text{l}^{-1}$ i augusti.

Eutrofieringsproblemen har fortsatt in i våra dagar. Vid provfisken 1984 och 1996 dominerades fisksamhället påtagligt av karpfiskar. I augusti 1995 uppmättes en tot-P-koncentration på $980\text{ }\mu\text{g l}^{-1}$, vilket indikerar att sjön tidvis läcker fosfor och att retentionen är obetydlig. Idag pågår olika restaureringsprojekt med syfte att reducera näringsbelastningen och att bevara Hullsjön som fågellokal.

Referenser:

Lysén, Gunnar. 1971. *Planktonbeståndet i Hullsjön under perioden maj-september 1971. Stencil. Länsstyrelsen i Västra Götalands län (Vänersborg).*

Sandell, G. 1997. *Hullsjön - eutrofieringssituation och åtgärdsförslag. Terra-Limno Gruppen AB.*

54. Kroppkärrssjön: en förortssjö i Karlstad

När järnvägen från Kristinehamn nådde Karlstad 1874 avsnördes Kroppkärrsjön från Vänerdeltat genom den nya järnvägsbanken. Sjön har ytan 85 ha och djupet 7,8 m men breda vassbälten gör att den vegetationsfria ytan bara är 48 ha. Sjön är eutrof och humös (ca 60 mg Pt) och skiktas inte sommartid.

Zooplanktonundersökningar genomfördes 1964 av Rune Forsberg. På en station över sjöns djupområde togs prov på 0,5, 2,0 och 5,0 m djup med Ruttnerhämtare. Provvattnet överfördes till plastflaskor och en liter från

varje djup fixerades med Lugols lösning i mät-cylindrar där bottensatsen efter sedimentation tillvaratogs för räkning under omvänt mikroskop. Prov togs varannan vecka sommartid och månatligen vintertid.

Resultaten visas som kuldiagram och som vertikalintegrerade individtätheter för de viktigaste arterna. Ingen summering finns för olika större grupper eller totalt. Skala till kuldiagrammen saknas men följer sannolikt Ösbysjöns (sid. 29). Vertikalintegreringen är troligen volymsviktad men detta påverkar ej tolkningen. Analyser av viktigare fytoplanktonarter i håvprov har också gjorts. Vattenkemiska kringdata omfattar löpande mätningar av pH, vattenfärg, konduktivitet syrgas halt och temperatur. Från ett tillfälle redovisas komplett vattenkemi.

Faanan visade sig mycket nära överensstämma med Ösbysjöns.

Referenser:

Forsberg R. 1965 *Undersökning av Kroppkärrsjöns planktonfauna 1964. Zoologiska inst. Uppsala.*

Forsberg R. 1967. *Planktonfaunan i Kroppkärrsjön. Medd. från Värmlands naturhistoriska förening, 19, 46 pp.*

55. Ellenösjön och Viksjön: två karpfiskdominerade västsvenska sjöar

De grunda sjöarna i Bohuslän och västra Dalslands sprickdalar är ofta näringsrika, grumliga och ibland mycket fiskrika. Näringsrikedomen i form av höga fosforhalter har troligen sitt ursprung i jordbrukspåverkan och erosion. Ellenösjön i Färgelanda kommun och Viksjön i Munkedals kommun drabbas ofta av blågrönalgbloomningar och mängden karpfisk är mycket stor. Således är fångsten från ett nätprovfiske i Ellenösjön den högsta som någonsin rapporterats till fiskeriverkets databas. Båda sjöarna är mycket grunda och vindexponerade och de kännetecknas av kraftiga vattenståndsvariationer. De ligger i Valboåns dalgång inom Örekilsälvens avrinningsområde, Ellenösjön ca 4 km uppströms Viksjön. Ellenösjön har genom ett smalt sund kontakt med den omedelbart uppströms belägna mesotrofa Östersjön som också tidvis drabbas av kraftiga algbloomningar. Östersjön har ytan $1,7\text{ km}^2$ och maxdjupet 29 m medan Ellenösjön har ytan $2,8\text{ km}^2$ och maxdjupet 7 m samt Viksjön $2,6\text{ km}^2$ och 6 m.

I samband med att Färgelanda kommun genomförde ett karpfiskreduktionsprojekt i Elle-

nösjön i slutet av 1990-talet gjordes olika förstudier och effektkontroller, däribland studier av planktonsamhället. Förstudien initierades och planerades av Stellan Hamrin och Teresa Soler från fiskeriverkets sötvattenslaboratorium. Jan-Erik Svensson hade ansvaret för och genomförde alla planktonanalyserna. Under 1997 togs zooplanktonprover vid nio tillfällen (april-november) i Ellenösjön och Viksjön. En vattenpelare från 0-2 m togs med transparent plaströr (36 mm) på sju punkter i varje sjö. Vattnet slogs samman och ett blandprov motsvarande 4-5 liter togs ut och filtrerades (45 µm maskvidd) och fixerades i Lugols lösning. Kvalitativa håvdrag gjordes också för att skatta tätheter av Leptodora, Chaoborus och stora copepoder. Reduktionsfisket, som genomfördes genom trålning 1998, drabbades av flera svårigheter och den totala fiskfångsten blev avsevärt lägre än vad som krävs för att få påvisbara effekter. Under 1999 togs ändå zooplanktonprover vid sex tillfällen (maj-oktober) i båda sjöarna med samma metod som ovan men endast proverna från Ellenösjön är analyserade. Det gick ej att visa några påtagliga förändringar i zooplanktonsamhället efter åtgärden och algbloomingarna var lika kraftiga som tidigare. Restaureringsåtgärderna inriktades därefter på att minska externbelastningen.

I samband med dessa studier togs även zooplanktonprov i Östersjön i augusti 1997 och augusti 1999 med samma metodik som ovan.

Zooplanktondata är presenterade som ind^{*l-1}. Biomassor har kalkylerats med hjälp av längd/vikt-regressioner för crustacéer och artspecifika volymer för rotatorier. Kringdata finns från Ellenösjön och Östersjön vad gäller närsaltkemi, klorofyll, och fytoplankton. Från Ellenösjön finns dessutom omfattande provfiske-data. Från undersökningen i Viksjön finns närsaltkemi och klorofyll.

Inom ramen för recipientkontrollen har augustiprovtagningar av zoo- och fytoplankton genomförts i Ellenösjön och Östersjön både före (analyserade av Getrud Cronberg) och efter ovanstående studier. Gertrud Cronberg redovisar kvantitativa zooplanktondata från augustiprovtagning i Ellenösjön och Östersjön 1995 och 1996. Enligt metodikbeskrivningen insamlades 6 liter vatten 1995 och 6-8 liter vatten 1996. Vattnet filtrerades genom 45 µm väv och formalinfixerades. Resultaten redovisas som individtätheter. Kvalitativa zooplanktondata redovisas från undersökningarna 1990 och 1992.

Metodikerna i recipientkontrollundersökningarna i Ellenösjön och Östersjön (Jan-Erik Svensson) i augusti 2000, 2001, 2002 och 2003

överensstämde med projektårens.

Under 2002-2003 genomförde Jan-Erik Svensson och Nils Lundkvist en större kvantitativ studie av zooplankton i Ellenösjön, Östersjön, Viksjön och 15 andra sjöar i avrinningsområdet (se nedan).

Referenser:

- Bergström, S.E., Svensson, J-E. & E. Westberg. 2000. *Habitat distribution of zooplankton in relation to macrophytes in an eutrophic lake. Verh Internat Verein Limnol. 27: 2861-2864.*
- Cronberg, G. 1990. *Planktonundersökning av Ellenösjön och Östersjön juli-augusti 1990. Bilaga i: Dahlbäck, J. 1991. Ellenösjön - Östersjön. Tillstånd och närsaltsbelastning 1985-1990. Länsstyrelsen i Älvsborgs län, Rapport 1991:5.*
- Cronberg, G. 1993. *Planktonundersökning av Ellenösjön och Östersjön augusti 1992. Bilaga i: Dahlbäck, J. 1994. Undersökningar i Valboåns avrinningsområde 1991 - 1993. KM Lab och Färgelanda kommun.*
- Cronberg, G. 1995. *Växt- och djurplankton i Ellenösjön och Östersjön, augusti 1995. Bilaga i: KM Lab 1997. Valboån och Lerdalsälven 1994-96. Färgelanda kommun. Rapport.*
- Cronberg, G. 1997. *Växt- och djurplankton i Ellenösjön och Östersjön, augusti 1996. Bilaga i: KM Lab 1997. Valboån och Lerdalsälven 1994-96. Färgelanda kommun. Rapport.*
- Hamrin, S.F., T. Soler, S. Bergström, J-E. Svensson, R. Wemmer & E. Westberg. 1998. *Åtgärdsprogram för restaurering av Ellenösjön / Östersjön. Rapport från Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium. 70 s.*
- Svensson, J-E. 1998. *Närsalter och plankton i Viksjön 1997. Rapport från Melica miljökonserter. 31 s.*
- Svensson, J-E. 2000. *Plankton i Ellenösjön-Östersjön före och efter mörtfisktrålning. 31 s. Rapport från Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås.*
- Svensson, J-E. 2001. *Djur- och växtplankton i Ellenösjön och Östersjön 21 augusti 2000. Rapport från Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås.*
- Svensson, J-E. 2002. *Djur- och växtplankton i Ellenösjön och Östersjön 24 augusti 2001. Rapport från Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås. 18 s.*
- Svensson, J-E. & N. Lundkvist. 2003. *Zoo- och fytoplankton i Ellenösjön och Östersjön 6 augusti 2002. Rapport från Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås.*
- Westberg, E., Bergström, S.E. & J-E. Svensson. 2001. *Dietary differences between juvenile perch and pikeperch in an eutrophic lake. Verh Internat Verein Limnol. 27: 3329-3332.*

56. *Bosmina* i 18 sjöar i Örekilsälvens avrinningsområde

Örekilsälven är det stora tillflödet till Gullmarsfjorden vilken påverkas framför allt av tillförsen av växtnäringsämnen från avrinningsområdet. Flera tillämpade projekt har inriktats på att minska denna tillförsel.

Avrinningsområdet kännetecknas också av stor diversitet vad gäller sjötyper. I det karaktäristiska sprickdalslandskapet dominerar grumliga eutrofa sjöar i dalarna, humösa sjöar uppe på "fjällens" platåer och klarvattensjöar på mer näringsfattiga sluttningar. Både försurnings- och eutrofieringsproblemen är påtagliga. På korta avstånd inom samma avrinningsområde vidtas därför såväl kalkningsåtgärder som åtgärder mot övergödning, t ex reduktionsfiske och anläggning av retentionsdammar.

Under 2002 och 2003 genomförde Jan-Erik Svensson och Nils Lundqvist en kvantitativ provtagning i 18 av avrinningsområdets sjöar. Av dessa har Viksjön, Ellenösjön och Östersjön tidigare undersökts med avseende på zooplankton (sid. 48).

I detta projekt var syftet i första hand grundforskningsrelaterat - att dokumentera förekomst, utbredningsmönster och sexuell förökning hos kräftdjursplankton, med speciellt fokus på olika former av *Bosmina* spp. En biavsikt var att även utnyttja det insamlade materialet för att beskriva zooplanktons biodiversitet i avrinningsområdet.

De 18 sjöar som ingick i provtagningen var Björvattnet, Bovattnet, Ellenösjön, Hålevattnet, Häresjön, Kvarnemadsjön, Kärsjön, Lersjön, Nyckelvattnet, Ragnerudsjön, Sandvikesjön, Sannesjön, Skottesjön, Strandsjön, Vassbotten, Viksjön, Vrångsjön och Östersjön. Merparten av provtagningen skedde vid sex tillfällen (augusti, september och november 2002 och februari, april och juni 2003). Den kvantitativa provtagningen gjordes med Schindler-Patalashämtare (12 liter i aug 2002, 30 liter vid de övriga provtagningstillfällena). Provtagningen skedde vid en station i varje sjö, vanligtvis över sjöns djupaste punkt. Prover togs på 2-5 olika djup, det exakta antalet provtagna djup var beroende av sjöns djup. Förutom de kvantitativa proven gjordes även ett kvalitativt håvdrag (90 µm, diameter 25 cm) från botten till ytan vid varje provtagningstillfälle och vid provtagningarna i aug 2002 och april 2003 gjordes kvalitativa håvdrag (25 µm maskvidd, diameter 15 cm) för en rotatorieinventering. Samtliga kvantitativa prover konserverades i Lugols lösning medan

de kvalitativa proverna vanligen konserverades i etanol (70-80%).

Provtagningarna kompletterades med enkel vattenkemi. Det bör noteras att provtagningen i februari 2003 skedde från 30 cm is täckt av ett tunt snötäcke, vilket är tämligen unikt vad gäller zooplanktonundersökningar i södra Sverige.

Analysen av de kvantitativa och de kvalitativa proverna beräknas vara slutförd under 2005. Delar av informationen om *Bosmina*-formernas utbredning kommer troligen att ingå i Nils Lundqvists doktorsavhandling. Avsikten är även att publicera en särskild svenskspråkig rapport med uppgifter om artförekomst i enskilda sjöar..

Referenser:

J.-E. Svensson, N. Lundqvist, opublicerat material.

57. *Urval inför PMK programmet 1983: 22 möjliga referenssjöar*

Inför starten av programmet för övervakning av miljö kvalitet (PMK) genomfördes ett antal rekognoseringar för att finna lämpliga sjöar och skogsområden utan lokal påverkan men med regional påverkan av luftföroreningar, speciellt försurning. Omgivningarna borde också ha någon form av lagfast skydd. Verksamheten kulminerade i slutet av juli och början av augusti 1983 då 23 utvalda sjöar besöktes och bedömdes av personal från Naturvårdsverkets Miljökontrolllaboratorium. Sjöarnas morfometri spände från små grunda (0,01 km², 2,0 m) sjöar till relativt stora och djupa (5,38 km², 38 m). De små sjöarna dominerade. Allt ifrån klara till mycket bruna sjöar ingick.

Prov togs bland annat på vattenkemi, klorofyll och plankton. Gunnar Persson ansvarade för zooplankton. Proven togs med Ramberggrör i form av vattenpelare yta-botten på 5 punkter längs en linje från stranden mot djuphålan så att det blandprov som samlades i en stor hink skulle ungefärligt bli viktat mot volymen i sjöns olika djupskikt. Blandprovet (10-44 l) filterades (40 µm maskvidd), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under omvänt mikroskop efter subsampling (Wiborg whirling vessel). Kräftdjur och rotatorier analyserades och biomassor beräknades med individvolymkonstanter.

Resultaten visade en mycket stor spännvidd och gjorde det möjligt att undvika en del avvikande sjöar vid det slutliga urvalet som ledde till att 26 sjöar kom att ingå i programmet.

Program	Sjö	År														"Epi- djup"	"Hypo- djup"	
			90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	2			
IKEU	Långsjön, Åva																6	–
IKEU	Stensjön																8	18
IKEU	Stengårdshultasjön																8	18
IKEU	Gylättsjön																6	–
IKEU	Gyltigesjön																8	18
IKEU	Stora Härsjön																8	18
IKEU	Ejgdesjön																8	18
IKEU	Långsjön																8	14
IKEU	Västra Skälsjön																8	18
IKEU	Lien																8	18
IKEU	Bösjön																8	14
IKEU	Tryssjön																8	18
IKEU	Nedre Särnamannasjön																3,5	–
IKEU	Källsjön																8	14
REF	Stora Envättern																8	10
REF	Älgsjön																6	–
REF	Fiolen																8	–
REF	Allgjuttern																8	18
REF	Brunnsjön																8	–
REF	Stora Skärsjön																8	10
REF	Rotehogstjärnen																8	–
REF	Härsvattnet																8	18
REF	Fräcksjön																8	12
REF	Övre Skärsjön																8	18
REF	Övre Särnamannasjön																3,5	–
REF	Stensjön																8	–
REF	Remmarsjön																8	12
REF	Jutsajaure																6	–
REF	Abiskojaure																8	14
Färgkod:																		

Figur 10. Översikt över kvantitativa zooplanktonprovtagningar utförda inom den nationella miljöövervakningen (REF) och kalkningseffektuppföljningen (IKEU). Programmet löper troligen vidare i samma omfattning. I sjöarna tas vertikallintegrerade prov för djupskikt angivna till höger i figuren.

Referenser:

Persson, G. 1996. 26 svenska referenssjöar 1989–1993, en kemisk–biologisk statusbeskrivning. Naturvårdsverket, Rapport 4552.

Inst. för miljöanalys, opublicerat material

58. Sjöar inom Integrerad KalkningsEffektUppföljning samt intensivövervakade miljöövervaknings-sjöar

Under slutet på 1980-talet byggdes ett program upp för nationell övervakning av olika effekter i långtidskalkade sjöar och vattendrag (IKEU). Femton sjöar fick från 1990 ett

undersökningsprogram som innefattade bl. a. vattenkemi, klorofyll, fytoplankton, zooplankton (kvalitativt) och fisk (årliga provfisken).

Zooplanktonundersökningar startades något tidigare (1988) inom det sedan 1983 löpande övervakningsprogrammet för referenssjöar (då 26 st, efter 1995 15 st). Miljöövervakningsprogrammet har samma kringdata som IKEU, men IKEU har dessutom bakterieräkningar år 1999. Zooplanktonansvariga har varit Christina Ekström och Gunnar Persson.

Trots att övervakningen i början var inriktad på kvalitativ analys av zooplankton i håvprov togs från start kvantitativa prov i tre IKEU-sjöar och två miljöövervakningssjöar (figur 10). Dessa mätserier kompletterades år

1996 med ytterligare tre IKEU-sjöar och fem referenssjöar. Alla hyste bestånd av planktonätande "pelagisk" fisk. Från år 2000 fick alla sjöarna kvantitativ provtagning fyra gånger sommartid (juni-sept.).

Alla kvantitativa prov togs på en station i varje sjö med Limnoshämtare (4,3 l) och proven filtrerades (40 µm maskvidd) och fixerades med Lugols lösning. Prov från djupen 0, 2, 4, 6, 8 m bildade ett blandprov och prov från djupare skikt, dock högst 18 m, bildade ytterligare ett blandprov. Båda subsamplades med "Wiborg whirling vessel" före analys under omvänt mikroskop. Kräftdjur och rotatorier analyserades fram till art och utvecklingsstadium samt äggförekomst. Artförekomst bestämd i håvprover redovisas också från dessa sjöar, framför allt från perioden innan kvantitativ provtagning infördes. I miljöövervakningssjöarna redovisas artförekomst tillbaka till 1988.

I ett fristående projekt för att utröna interaktioner zooplankton–pelagisk fisk (sid. 53) tog Ulrika Bejer prov 1991 i Allgjuttern, Långsjön, Stora Härsjön och Hörnen. Den sist nämnda är en klarvattensjö i mellersta Blekinge, övriga är IKEU-sjöar.

Maganalyser på fisk finns också från de inledande åren av IKEU-programmet.

Två sjöar med äldre undersökningar från Fulefjäll (se sid. 51) ingår numera bland IKEU- och referenssjöar.

Västra Skälsjön som nu ingår bland IKEU-sjöarna har sedan 1960-talet haft kalkningsuppföljning för zooplankton inom Per Nybergs kalknings–predations-projekt (se sid. 63).

En del av miljöövervakningssjöarna förundersöktes i PMK-områden (se ovan) och de är därför undersökta även 1983. Detta gäller Abiskojaure, Härsvattnet och Fiolen. Den sistnämnda har även studerats tidigare vid två tillfällen (sid. 78).

Referenser:

- Appelberg, M. 1995. *Liming strategies and effects: the Lake Stora Härsjön case study*. In: *Liming acidified surface waters - a Swedish synthesis*. (Eds: L Henrikson & Y-W Brodin). - Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. pp 339-352.
- Appelberg, M. & U. Aldén, 1992. *Integrerad uppföljning av kalkningens effekter på sjöar och vattendrag - en treårsrapport*. Inform. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 1992(4):1-60.
- Appelberg, M., C. Ekström & E. Hörnström, 1990. *Stora Härsjön - ett exempel på integrerad uppföljning av kalkningens effekter*. (English summary: *Lake Stora Härsjön - a case study for integrated monitoring of the effects of liming*). Information

från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, 1990(1). 20 p.

Bergström, A.-K. 1999. *En jämförelse av bakterieantal mellan kalkade och okalkade sjöar*. Inst. för Miljöanalys, SLU, Uppsala, Rapport 1999:11.

Hörnström E. & Ekström C. 1997. *Plankton i IKEU-sjöarna, I: Biologisk mångfald i kalkade sjöar - utvärdering av IKEU-programmets sex första år*. Naturvårdsverket, rapport 4816.

Nyberg, P. 1995. *Liming strategies and effects: the Lake V:a Skälsjön case study*. In: *Liming acidified surface waters - a Swedish synthesis*. (Eds: L Henrikson Y-W Brodin). - Springer Verlag, Heidelberg, Berlin. pp 327-338.

Söderbäck, B & T. Svensson 1998. *6-årsutvärdering av IKEU-programmet. Sjöar. 1989-1995*. Naturvårdsverket Rapport 4816: 1-66.

Persson, G. 1996. *26 svenska referenssjöar 1989-1993; en kemisk-biologisk statusbeskrivning*. Naturvårdsverket, Rapport 4552.

Persson, G. 2001. *Djurplankton efter kalkning av 14 sjöar inom IKEU-projektet*. Vann 36: 464-470.

Persson, G. & Ekström, C. 2001. *Djurplankton före och efter kalkning i sjöar inom Integrerad KalkningsEffektUppföljning*. Inst. för Miljöanalys, SLU, Uppsala, Rapport 2001:6.

Den nationella miljöövervakningens datavårdskap, Institutionen för miljöanalys, SLU

59. Undersökningar inför rotenonbehandlingar i Kolmården

Två stora skogsbolag med bas i Norrköpingstrakten lät i början av 1960-talet rotenonbehandla ett antal sjöar i Kolmården för att plantera in "sportfiskefisk". Inför dessa projekt genomförde Bruno Berzins förundersökningar och gav rekommendationer om fiskeriåtgärder och miljöförbättringar (ex. kalkning). Han var vid den tiden föreståndare för Södra Sveriges fiskeriförenings laboratorium i Aneboda.

Kvantitativa zooplanktondata finns bevarade digitalt från 17 sjöar. En stor del av dessa (14 st) finns också som rapporter med "diagnoser", fyto- och zooplanktondata samt enkel baskemi. Håvprov för fyto- och zooplanktonanalys ingår normalt för varje sjö och för vissa sjöar finns enbart håvprov. Enligt Berzins & Pejler (1987) är proven filtrerade genom 20 µm väv och formalinkonservade. Analysen har omfattat artidentifikation (inkl tillväxt-

stadier) för protozoer, rotatorier och kräftdjur. De undersökta sjöarna (eller tjärnarna) är genomgående mycket små, med något undantag mellan 2 och 10 ha. Djupintervallet spänner från 2 till 14,5 m och många är oskiktade sommartid.

Individtätheterna har lagrats digitalt på 1970-talet och då komprimerades individtätheten till en 10-gradig skala vilket minskar exaktheten vid en avkodning (se bilaga 3). I Kolmårdenmaterialet berör detta dock bara 3 sjöar. Materialet har använts avidentifierat i en serie publikationer för att karaktärisera zooplanktons miljöpreferenser (Berzins & Pejler 1987)

Referenser:

Berzins, B. & Pejler, B. 1987. *Rotifer occurrence in relation to pH. Hydrobiologia 147: 197-116.*

Berzins, B. *Opublicerade data och rapporter.*

60. "Skaraborgs läns hushållnings-sällskaps fiskevårdsområde å Hökensås"

Bruno Berzins deltog också i fiskeriverksamheten med rotenonbehandling, inplantering och miljöförbättring i många småsjöar och tjärnar på Hökensås. Bland annat kalkades 6 sjöar omkring 1960. I de "förundersökningar" som han upprättade på liknande sätt som i Kolmården finns enkel baskemi samt kvantitativa zooplanktonuppgifter från perioden 1958-63. Från 15 sjöar/tjärnar finns digitalt lagrade kvantitativa zooplanktondata. Håvprov för artanalys finns från ytterligare sjöar. Originalprotokoll saknas i betydligt större omfattning än från Kolmården och eftersom individtätheterna har komprimerats till en 10- gradig skala minskar exaktheten vid en avkodning (bilaga 3.). Värdet av dessa data blir därför troligen begränsat.

Fiskbestånden i fiskevårdsområdet var högradigt förändrade men finns beskrivna i form av utsättningsprotokoll 1957 och 1960. Berzins lade också förslag om gödsling med tomasfosfat eller superfosfat men det är obekant om detta genomfördes.

Enligt Pejler & Berzins (1987) är proven filtrerade genom 20 µm väv och formalinkonserverade. Analysen har omfattat artidentifikation (inkl tillväxtstadier) för protozoer, rotatorier och kräftdjur. Alla sjöar/tjärnar utom Alvasjön (1,3 km²) är mycket små inom fiskevårdsområdet.

Referenser:

Berzins, B. & Pejler, B. 1987. *Rotifer occurrence in relation to pH. Hydrobiologia 147: 197-116.*

Berzins, B. *Opublicerade data och rapporter.*

61. Fyra fattiga sjöar med pelagisk fisk

Ulrika Bejer, sötvattenslaboratoriet, tog 1993 prov på kräftdjursplankton och pelagiskt levande fisk i fyra sjöar för att visa på födorelationer och interaktioner. Fiskens påverkan på kräftdjurens vertikala fördelning, vertikalandringar under dygnet samt fördelning mellan pelagial och littoral var av särskilt intresse. De sjöar som provtogs var: Allgjuttern, Långsjön, Stora Härsjön och Hörnen. Hörnen är en klarvattenssjö i Blekinge medan de tre förstnämnda ingår i IKEU-projektet och alltså är kalkade (sid.51). De hade vid den aktuella tiden ingen kvantitativ zooplanktonprovtagning inom IKEU-projektet. Alla sjöarna är relativt små (0,2-2,6 km²) för att ha bestånd av pelagisk fisk (siklöja, nors). Två av sjöarna är dessutom förhållandevis grunda (15-18 m).

Kräftdjursprov togs i maj, slutet av juli och september i tre av sjöarna. I den fjärde sjön, Långsjön, togs de första proven i början av juni och de sista i början av oktober. Limnoshämtare användes för att ta prov på 4-5 djupnivåer centralt i varje sjö. På varje nivå togs tre prov som ska räknas separat för att ge spridningsmått. Prov togs på samma sätt 6 gånger varje dygn vid alla provtagningsdatum för att beskriva dygnsvandringar. Dessutom togs strandnära prov för att beskriva ev. skillnader mot sjömitt där huvudstationerna låg. Detta gjordes i tre vikor i varje sjö där två djupnivåer provtogs med tre prov på varje nivå. Alla prov filtrerades genom väv med 45 µm maskvidd och djuren fixerades med Lugols lösning. Bara en begränsad del av proven är analyserade.

Fiskbeståndens storlek och fördelning i sjöarna bedömdes genom nätprovfisken. Omfattande maganalyser gjordes på fångad fisk och mätningar gjordes på *Bosmina* både från fiskens magar och från planktonprov. Kringdata omfattar förutom provfisken fullständig vattenkemi och klorofyll i IKEU-sjöarna. Från Hörnen finns enkel vattenkemi.

Referenser:

Bejer, U, *opublicerat material.*

62. Skärsjön (Huskvarnaån): en av Sydsveriges siklöjesjöar

Limnologiska institutionen i Lund utförde i augusti 1977 en undersökning av Skärsjön (yta 0,88 km², maxdjup 35,5 m) i Huskvarnaåns övre del, Jönköpings län. Avsikten var att inför en planerad mindre sjöreglering beskriva sjöns status. Speciellt intresse skulle också ägnas åt förekomst av för södra Sverige ovanliga organismer och om den inplanterade rödingen reproducerade sig.

Zooplanktonprov togs vid en punkt över sjöns djuphåla den 22 augusti. Prov togs på varje meter i vertikalled och sammanfördes i blandprov som omfattade nivåerna 0-7, 7-14, 14-24 och 24-34 m. Det framgår inte av rapporten vilken typ av hämtare som användes. Blandproven filtrerades genom planktonnät (45 µm) och fixerades med formalin. Endast data för de vanligaste crustacéarterna presenteras (individtäthet för 6 arter, samt för copepoditer och nauplier). Bakgrundsdata finns för basal vattenkemi i yt- och bottenvatten, i viss mån fytoplankton (artlista från ytvattenprov), för profundal bottenfauna och för fisk (både bottenfasta och pelagiska översiktnät). Skärsjöns fiskfauna var artfattig och mycket gles men innehöll förutom enstaka rödingar också ovanligt storvuxen siklöja.

Referenser:

Hamrin, S., Collvin, L., Jönsson, B., Lessmark, O. & L. Persson. 1977. Skärsjön (Huskvarnaån). Limnologisk undersökning augusti 1977. Rapport från limnologiska institutionen, Lunds universitet.

63. Stora Tresticklan: försurning i nationalpark

Naturvårdsverkets limnologiska undersökning genomförde 1975 undersökningar i en sur sjö med pH 4,3-4,6 nära norska gränsen i Dalsland. Barbro Grönberg ansvarade för zooplankton. Stora Tresticklan är mycket flikig och har ytan 1,1 km² och 19,9 m maxdjup. Sjön är mycket fattig och obetydligt humös. Den ingår numera i en nationalpark men låg vid undersökningstillfället i ett naturreservat.

Prov togs vid 4 tillfällen maj t.o.m. oktober med Ruttnerhämtare (5 l) på 5 djup. Proven filtrerades (80 µm maskvidd), fixerades med Lugols lösning och analyserades under omvänt mikroskop. Inga provsammanslagningar gjordes, och rotatorier, kräftdjur samt tillväxtstadiet analyserades. Biomassor beräknades

med individvolymkonstanter. Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och fytoplankton.

Resultaten pekar på stor artfattigdom med två arter (*Bosmina coregoni* och *Polyarthra remata*) som dominanter och med en högsta total biomassa på 0,4 mm³·l⁻¹.

Referenser:

Grönberg, B., opublicerat material

64. Försurningskänsliga stora sjöar väster om Väneren

Många av de stora sjöarna i sprickdalarna i sydvästra Värmlands och norra Dalslands barrskogsområden är likartade till sin karaktär. De är vanligen djupa och näringsfattiga och kan hysa livskraftiga populationer av glacialarelikter. De är också försurningskänsliga och i detta område finns några av de största kalkade sjöarna i Sverige.

Under slutet av 1970- och början av 1980-talet ansvarade den sötvattensekologiska gruppen vid Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet, för ett antal limnologiska undersökningar i regionen. Syftet var framför allt att bedöma försurningsrisker eller effekter av genomförda kalkningsåtgärder.

Dalslandsdelen av Stora Le (sjöns totala yta 86,2 km², maxdjup 102 m) var föremål för en större undersökning 1979. Kvantitativa zooplanktonprover togs med 6 liters Van Dornhämtare vid fyra stationer i maj, juni, augusti och september. Prov togs vanligen på fyra olika djup (1,5, 4,5, 10 och 20 m) vid varje station. Sjöns djup vid provplatserna var dock avsevärt större, vanligen > 80 m. Proven filtrerades genom 65 µm nät och djuren konserverades i 4% formalin. Resultaten redovisas som individtäthet för 5 arter rotatorier och 7 arter crustacéer. Dessutom mättes kroppsstorleken hos *Bosmina* spp vilken redovisas som populationens medelstorlek ± c.i. i figurform. Förutom den volymsbestämda zooplanktonprovtagningen gjordes håvdrag (65 µm, diameter 16 cm) från botten till ytan vid varje provpunkt. I detta fall redovisas resultatet som individer per ytenhet. Bakgrundsdata finns vad gäller en del vattenkemi (PO₄-P och tot-P i juni), fytoplankton (artlistor med frekvensuppskattningar, bioolymer av viktigaste taxa, klorofyll), profundal bottenfauna och fisk (nätprovfiske med såväl bottenfasta som pelagiska nät i augusti). Det gjordes även en analys av maginnehållet hos fisk (fr a abborre, gers, mört, sik, siklöja). Resultaten redovisas som fre-

kvenser på en tregradig skala. I fiskarnas maginnehåll identifierades flera crustacéarter som ej hittades i de kvantitativa zooplanktonproverna. Slutsatsen av den limnologiska undersökningen av Stora Le var att sjön hade en betydligt reducerad förmåga att motstå ytterligare tillförsel av försurande ämnen.

Sjöarna Djup och Tansjön ligger på gränsen mellan Bengtsfors och Åmåls kommuner i Dalsland. De undersöktes 1981, bl.a. med målsättningen att bedöma försurningshotet. Djup har en sjöyta på 2,52 km² och ett maxdjup på 71 m. Sjön är reglerad med en amplitud på 1,2 m. Tansjöns yta är 1,60 km² och maxdjupet är 44 m. Kvantitativa zooplanktonprover togs i juni och augusti vid en provpunkt i varje sjö på djupen 1,5, 4,5 och 20 m. En 6 liters Van Dornhämtare användes och man hämtade 12 liter vatten på varje djup. Vattnet filtrerades (65 µm maskvidd) och proven konserverades i 4% formalin. Resultaten redovisas som individtäthet av Calanoida, Cyclopoida, copepoditer, nauplier, 6 arter cladocerer och 7 arter rotatorier. Individstorlekar hos Bosmina mättes och redovisas som populationens medelstorlek. Bakgrundsdata finns för basal vattenkemi (kvävefraktioner mättes dock ej vid juniprovtagningen), fytoplankton (kvalitativa artlistor och biopolymer för dominerande arter) samt profundal bottenfauna. Undersökningens slutsats var att Djup och Tansjön var akut försurningshotade med sjunkande alkalinitet och troliga skador på reliktpopulationerna.

Björnklammen och Gransjön i Säffle kommun, Värmland, hotades av försurning men kalkades i tid i början på 1980-talet. Efter kalkningen undersöktes de, speciellt vad beträffar biologiska förhållanden. Björnklammen (yta 1,72 km², maxdjup 18 m) omges helt av barrskog medan Gransjön (yta 0,85 km², maxdjup 18 m) även omges av en del jordbruksmark. Kvantitativa zooplanktonprover togs 20 juli 1983 i Gransjön och 1 augusti 1983 i Björnklammen. I varje sjö togs prover vid fem stationer och vid varje station på djupen 1, 5 och 10 m. Proven togs med 6 liters Van Dornhämtare, filtrerades genom 100 µm väv och konserverades i 4% formalin. Resultaten redovisades som individtäthet för 7 arter/taxa av crustacéer från varje sjö. Bakgrundsdata finns för basal vattenkemi på 2 m djup, fytoplankton (endast kvalitativ analys av hävprover), profundal bottenfauna och fisk (provfiske med bottensatta nät). Undersökningens slutsats var att Björnklammen och Gransjön hade kalkats i tid innan allvarliga skador

inträffat men att förnyade kalkningar skulle bli nödvändiga i framtiden.

Referenser:

- Henrikson, L., Larsson, P., Nyman, H.G. & Oscarson, H.G. 1980. *Stora Le i Dalsland - en limnologisk undersökning 1979. Länsstyrelsen i Älvsborgs län. 1980: 7.*
- Henrikson, L., Nyman, H.G. & Oscarson, H.G. 1982. *Djup och Tansjön - en limnologisk undersökning 1981. Länsstyrelsen i Älvsborgs län. 1982: 6.*
- Henrikson, L., Nyman, H.G. & Oscarson, H.G. 1983. *Björnklammen och Gransjön - två sjöar i Säffle kommun. En orienterande limnologisk undersökning 1983. Rapport från Miljö- och Hälsoskyddsnämnden, Säffle kommun.*

65. IVL:s kvicksilverstudier

När de höga halterna av kvicksilver i miljön uppmärksammades under 1960- och 1970-talen identifierades snart den kvicksilverbase-kloralkaliindustrin som en viktig utsläppskälla. Samtidigt misstänktes samband mellan försurning och höga metallhalter i sjövattnet. Det var därför naturligt att inventera kvicksilverhalter runt olika kemiska industri- anläggningar i de försurningsdrabbade områdena på västkusten och IVL deltog under mitten av 1970-talet i flera projekt finansierade av bl a kloralkaliindustrin i Bohus och Stenungsund (Hultberg 1977 enligt Andersson & Alenäs 1988, Freyschuss & Andersson 1978). Senare gjorde IVL undersökningar av kvicksilver i fisk i försurade och kalkade sjöar även i andra projekt (t.ex. Hasselrot 1985, Alenäs 1986, Andersson & Alenäs 1988)

I november 1974 och februari 1975 insamlades organismer för analys av kvicksilver i olika trofiska nivåer i Hålsjön, Holmevatten och Hundsjön nordost om Bohus. Samtidigt togs kvantitativt zooplankton. Prover togs på varje meter från ytan till botten och vattnet slogs samman till ett samlingsprov. Resultaten finns redovisade endast som totalbiomassa av zooplankton. Bakgrundsdata finns sannolikt i form av vattenkemi.

I samband med kvicksilverundersökningar i ett antal sjöar öster och nordost om Stenungsund 1977 togs kvantitativa zooplanktonprover. De analyserades av Ingrid Aronsson. Primärprotokollen är bevarade. Prov togs vid ett tillfälle under perioden mars-juni (vanligen i maj) i 12 sjöar: Arsjön, Buvattnet, Grinnerödsjön, Lilla Väktor, Rishagerödvatten, Stora Bjurvattnet, Stora Galten, Stora Häl-

lungen, Stora Läresbovattnet, Stora Mörtevattnet, Stora Skarsjön och Öresjö. Provtagningsmetodikerna är inte kända i detalj men kan antas överensstämma med metodiken i andra undersökningar av IVL i området (se projekten 66, 68). Av information på analysprotokollet framgår att vatten vanligen hämtades från fyra djup inom intervallet 0-10 m. Vattnet slogs samman och ett integrerat prov på 5 liter togs ut för analys. Bakgrundsdata finns för pH, Hg i vatten och Hg i gädda.

IVL:s olika studier av kvicksilver i biota visade bl.a. på ett samband mellan lågt pH och höga halter kvicksilver i såväl gädda som abborre och i vissa rapporter redovisas även halter av kvicksilver i zooplankton. Det gjordes dock ingen kvicksilveranalys direkt på zooplankton i de kvantitativa prover vi beskriver här. Kvicksilverforskningen i försurade och kalkade vatten kom så småningom att drivas av andra utförare i större nationella projekt.

Referenser:

Alenäs, I. 1986. *Kalkningsprojektet Härskogen 1976-1986. Vattenkemisk och biologisk respons på kalkningsåtgärder i sju Västsvenska sjöar. IVL Rapport B 846.*

Andersson, I. & Alenäs, I. 1988. *Slutrapport för projektet "Partiell kalkning - en metod att bibehålla eller åstadkomma exploaterbara fiskpopulationer i vissa försurade sjöar". IVL Rapport B 884.*

Freyschuss, S. & Andersson, I. 1978. *Mätning av kvicksilverhalt i vattnet i sjöar på västkusten. Rapport för Elektrokemiska Aktiebolaget, Bohus.*

Grahn, O., Hultberg, H. & Jernelöv, A. 1976. *Kvicksilvrets fördelning i olika trofinivåer - en översiktlig studie av tre västsvenska sjöar. IVL Rapport B 292*

Hasselrot, B. 1985. *Abborryngel som mätare av kvicksilverbelastning. IVL Rapport B 795*

Hultberg, H. 1977. *Kvicksilverundersökning av gädda från sjöar i området O-NO om KemaNords kloralkalifabrik i Stenungsund. Rapport för Kema Nord AB, Stenungsund.*

Aronsson, I., *publicerat material.*

66. Acido-oligotrofiering av försurade västsvenska sjöar?

När försurningsproblemet hade identifierats och de första försurade sjöarna karakteriserades i Sverige fanns en insikt om att många primära effekter på sjöarnas kemi och biologi

potentiellt kunde inducera ytterligare förändringar. En hypotes var att försurade sjöar var mer näringsfattiga än de skulle varit utan försurning. Acido-oligotrofieringshypotesen presenterades av forskare från IVL i en rapport som översiktligt redogjorde för några av de biologiska förändringar som observerats i ett antal Västsvenska sjöar, t ex artfattigdomen bland många växt och djurgrupper, ökad transparens, utbredningen av vitmossor och algfilt, ansamling av grovdetritus på bottenarna, och förekomsten av vissa predationskänsliga insekter (Grahn m. fl. 1974).

Studien ingick i ett projekt som egentligen hade som syfte att ta fram lämpliga tekniker för kalkning av sjöar. Med finansiering från Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) och Centrala Driftsledningen (CDL) genomförde IVL med start 1973 studier av biologi och kemi i Skitjärn, Stensjön och Örvattnet i Värmland, Bredvattnet, Gårdsjön och Lysevattnet i Svartedalen, Bohuslän, samt Stora Holmevatten i Risveden väster om Alingsås. Den sistnämnda sjön utgick så småningom ur projektet.

Zooplanktonprovtagning pågick med varierande intensitet i flera av sjöarna fram till 1980-talets början. Förutom från Lysevatten, som kom att bli föremål för ett särskilt återförsurningsprojekt, är de kvantitativa zooplanktonresultaten opublicerade. Vi har ej tillgång till resultat från projektets tidiga år men från slutet av 1970-talet analyserades proverna av Ingrid Aronsson, IVL Aneboda, och primärdata finns bevarade. Provtagningsmetoden finns beskriven i rapporterna från Lysevatten. Prover togs vid sjöarnas djupaste punkt, vanligen på varje meter i hela vattenpelaren med en 3,5 l klaffhämtare (0,5 m hög). Ur det upphämtade vattnet togs vanligen 5 eller 10 l vatten ut och konserverades omgående med Lugols lösning. Provet filtrerades (45 µm) i samband med analysen på lab, vanligen utan subsampling. Vid vissa tillfällen behandlades proven från epi-, meta- och hypolimnion var för sig.

Oligotrofieringshypotesen kom så småningom att ifrågasättas både vad gäller dess generalitet och vad gäller signifikansen av underliggande mekanismer (t ex Olsson & Petterson 1993). Flera av sjöarna från IVL:s projekt blev dock mycket viktiga i den fortsatta försurnings- och kalkningsforskningen. Gårdsjön kom att bli föremål för mycket omfattande integrerade studier (se projekt 67), i Lysevatten dokumenterades för första gången vad som händer när en kalkad sjö återförsuras (se projekt 68) och Örvattnet, som aldrig har kalkats,

är idag en viktig referens där återhämtningen från försurning potentiellt kan dokumenteras (t ex Ek m.fl. 1995).

Referenser:

Andersson, B. I. 1998. *On the ecosystem changes caused by liming of acidified small forest lakes. Licentiatavhandling, Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet.*

Andersson, B.I. & Hultberg, H. 1997. *Lake Lysevattnen - a study of liming and reacidification effects in a forest lake ecosystem in southwestern Sweden. IVL Report B 1250.*

Ek, A., Grahn, O., Hultberg, H. & Renberg, I. 1995. *Recovery from acidification in Lake Örvattnet, Sweden. Water, Air, and Soil Pollution 85: 1795-1800.*

Grahn, O., Hultberg, H. & Landner, L. 1974. *Oligotrophication - a self-accelerating process in lakes subjected to excessive supply of acid substances. Ambio 3: 93-94.*

Grahn, O. & Hultberg, H. 1972. *Meddelande nr 2 från gruppen för försurningsforskning. Försurningens effekter på oligotrofa sjöars ekosystemintegrerade förändringar i artsammansättning och dynamik, IVL, Rapport B19*

Hultberg, H. & Andersson, B. I. 1982. *Liming of acidified lakes: induced long-term changes. Water, Air and Soil Pollution 18: 311-331.*

Olsson, H. & Pettersson, A. 1993. *Oligotrophication of acidified lakes - a review of hypotheses. Ambio 22: 312-317.*

Aronsson, I., *opublicerat material*

67. Gårdsjöprojektet: en försurnings/kalkningsklassiker

Gårdsjöprojektet var på sin tid den kanske största enskilda svenska forskningssatsningen om kalkningens effekter i försurade system. Projektet innehöll många delar, t.ex. studier av sediment, hydrologi, kemi, paleolimnologi och biologi. Förutom undersökningar i Gårdsjön och referenssjöarna Norra och Södra Hästevatten genomfördes även omfattande studier i avrinningsområdets terrestra delar.

Gårdsjön (0,312 km², 18,5 m maxdjup) och Norra Hästevatten (0,033 km², 6,5 m maxdjup) ligger i Stenungsunds kommun, ca 60 km norr om Göteborg och ca 15 km från havet. Depositionen av försurande ämnen var

ansenlig när projektet startade i slutet på 1970-talet och paleolimnologiska studier visade att sjöarna i området hade börjat försuras redan på 1950-talet. Innan dess var Gårdsjön av allt att döma en typisk näringsfattig västsvensk skogssjö med klart och kanske svagt humöst vatten.

Projektet var integrerat både i den mening som att luft, vegetation, mark och vatten studerades samt att många universitet, institutioner och institut samarbetade. Folke Andersson, med erfarenhet från den ekosysteminriktade forskningen om barrskogens ekologi, var pådrivande och projektledare under den inledande fasen. Den sötvattensekologiska gruppen vid zoologiska institutionen i Göteborg under ledning av Jan Stenson svarade för en stor del av de biologiska studierna, bl.a. zooplankton, och ansvarade även för den samordnade kemiska provtagningen.

Unikt för projektet var den goda uppföljningen av den exponerade och frisimmande faunan av större evertebrater, fr.a. Chaoboruslarver och corixider. Lennart Henrikson och Hans Oscarson skötte mycket av dessa studier under projektets början. Det kvantitativa zooplanktonmaterialet, som omfattade 13 säsonger, kom så småningom att sammanställas och utvärderas av Jan-Erik Svensson, som också analyserade majoriteten av proverna. Den limniska delen av Gårdsjöprojektet finansierades i stor utsträckning av Statens Naturvårdsverk.

Studierna av zooplankton syftade framför allt till att testa vilka mekanismer som styrde zooplanktonsamhällets sammansättning och diversitet före och efter kalkning. Avsikten var bl.a. att tillämpa de landvinningar om top-down reglering av pelagiska system som forskargruppen hade gjort i manipulerade men oförsurade oligotrofa sjöar som Lilla och Stora Stockelidsvatten några mil norr om Gårdsjön.

Den kvantitativa provtagningen startade 1979 och fortsatte med samma metodik t.o.m 1991. Gårdsjön, som var starkt försurad (pH ca 4,7) och fisktom under projektets inledande år, kalkades första gången 1982 men förblev fisktom till 1985 då öring planterades in. Norra och Södra Hästevatten kalkades aldrig men hade genom hela studien något högre pH än den försurade Gårdsjön. Både kalkning och öringintroduktion gav tydliga effekter. De pelagiala planktonpredatorerna ökade markant efter kalkning av den fisktomma sjön men reducerades efter fiskinplanteringen. Primärproduktion och växtplanktonbiomassa steg också efter kalkningen men under projektets senare år, då *Daphnia longispina* s.l. hade eta-

blerat sig som dominerande herbivor, blev det uppenbart att den pelagiala miljön i Gårdsjön stabiliserats på en lågproduktiv nivå även efter restaureringsåtgärderna. Önskemål fanns om att i experimentsyfte plantera in mört för att öka på näringscirkulationen men efter diskussion med sportfiskeintressen valdes regnbåge som experimentfisk. Den inplanteringen, som gjordes 1989, hade ingen påvisbar effekt.

Provtagningen skedde med en egenkonstruerad hämtare (den s k Nymanhämtaren) av Limnosmodell som rymmer 3 liter. Prov togs på tre olika djupnivåer vid sex provpunkter i Gårdsjön och tre provpunkter i Norra Hästevatten. De två övre djupnivåerna representerades av prov från 1 m och 3 m vid alla provpunkterna. Den tredje djupnivån representerades av prov från 4, 4, 7, 9, 12 respektive 12 m vid de sex stationerna i Gårdsjön och djupen 4, 5 respektive 5 m vid de tre stationerna i Norra Hästevatten. Det största provtagningsdjupet vid varje provpunkt var vanligen beläget en meter ovanför botten. Proverna filtrerades i fält genom en 65 µm planktonhåv och fixerades i formalin. Från hela projektperioden finns månatliga data från maj-september. Provtagningsfrekvensen minskade något under projektets gång, framför allt genom att vinterprovtagningar föll bort. Prover togs även i Södra Hästevatten men av resursskäl kom de aldrig att analyseras. Parallellt med den kvantitativa provtagningen gjordes även kvalitativa håvdrag, som dock analyserades endast under några få år under projektets början.

Resultaten redovisades som individtätheter, beräknade efter volymsviktning av de tre provtagna djupskikten, hos 9 crustacé- och 16 rotatoriepopulationer samt som bioolymer för Rotatoria, Cladocera och Copepoda. Biovolymberäkningarna baserades på artspecifika litteratordata.

Tätheten av Chaoboruslarver skattades med hjälp av bottenhugg (rörhämtare) medan provtagningen av pelagiala corixider gjordes med trattfällor för luftandande vatteninsekter. Denna fälla består av en cylinder av vattenavstötande syntetväv (1 mm maskvidd) med stabiliserande aluminiumringar och en tung järnring som lod i bottenändan. Fällan utlöses genom att man låter textilcylindern falla mot botten under det att den sträcks ut. Järnringens tyngd ger tillräcklig hastighet och stabiliserar fallet mot botten medan textilcylindern (diam. 91 cm) stänger inne bl.a frismmande insekter. Cylinderns överända är ansluten till en flytande plast- och alumini-

umkonstruktion med omvänd tratt som samlar ihop luftandande insekter när de söker sig till vattenytan. Fällans effektivitet har testats i jämförelser med fångst-återfångst-försök. Den ger goda kvantitativa data på corixider (Henrikson & Oscarson 1978).

Data på Chaoborusstätheter (ind. m⁻²) finns från 29 provtillfällen mellan 1979-1988, med störst provtagningsfrekvens under de första åren. Data på corixidstätheter (ind. m⁻²) finns från 1979-1983 (två provtagningar per år), samt från 1985 och 1986 (en provtagning per år). Fullständig vattenkemi (inkl. Al), liksom klorofyll, finns från hela projektperioden. Data på fytoplankton (individtätheter och bioolymer) och primärproduktion finns t.o.m. 1987.

Ursprungliga zooplanktonprotokoll och kalkyler är bevarade men samtliga prover från Gårdsjöprojektet slängdes när Zoologiska institutionen renoverades i slutet på 1990-talet.

Referenser:

- Andersson, F & B. Olsson. (eds). 1985. *Lake Gårdsjön - an acid forest lake and its catchment. Ecol. Bull. (Stockholm) 37: 1-336.*
- Dickson, W. (ed.) 1988. *Liming of Lake Gårdsjön - an acidified lake in SW Sweden. SNV Rapport 3426.*
- Henrikson, L & Oscarson, H.G. 1978. *A quantitative sampler for air-breathing aquatic insects. Freshwat. Biol. 8: 73-77.*
- Henrikson, L. & H.G. Oscarson. 1984. *Lime influence on macro-invertebrate zooplankton predators. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 61: 93-103.*
- Oscarson, H.G. 1986. *Studies on the ecology of water bugs (Corixidae) in changing environments with special reference to the water boatman Glanocoris propinqua. Doktorsavhandling, Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet.*
- Stenson, J.A.E. & J-E. Svensson. 1994. *Manipulations of planktivore fauna and development of crustacean zooplankton after restoration of the acidified Lake Gårdsjön. Arch. Hydrobiol. 131: 1-23.*
- Stenson, J.A.E. & J-E. Svensson. 1995. *Changes of planktivore fauna and development of zooplankton after liming of the acidified Lake Gårdsjön. Water, Air and Soil Pollution 85: 979-984.*
- Stenson, J.A.E. & J-E. Svensson. 1997. *Changes of planktivore fauna and development of rotifers*

after liming of the acidified Lake Gårdsjön. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 795-797.

Stenson, J.A.E., J-E. Svensson & G. Cronberg. 1993. Changes and interactions in the pelagic community in Swedish acidified lakes. *Ambio* 22: 277-282.

Svensson, J-E. Manuskript. Changed habitat distribution of cladocerans after liming of the acidified Lake Gårdsjön

Svensson, J-E., L. Henrikson, S. Larsson & A. Wilander. 1995. Liming strategies and effects: the Lake Gårdsjön case study. In: Henrikson, L & Y. Brodin. (eds) : *Liming of acidified surface waters - a Swedish synthesis.* Springer verlag, Berlin.

Svensson, J-E. & J.A.E. Stenson. 2002. Responses of planktonic rotifers to restoration measures - trophic cascades after liming in Lake Gårdsjön. *Arch. Hydrobiol.* 153: 301-322.

68. Lysevatten: försurning-kalkning-återförsurning

Lysevatten i Stenungsunds kommun, ca 6 mil norr om Göteborg och ca 15 km från havet, var en av de sjöar där försurningsproblem och kalkningsåtgärder först studerades i Sverige (se projekt Acido-oligotrofiering). Jämförelser med data från före försurningen visade att pH hade sjunkit ca 2 enheter till 4,5-5 och sikt-djupet ökat från 6 till 10 m i början av 1970-talet. Ett längre monitoringprogram startade 1973 och avslutades 1987. Sjön rotenonbehandlades hösten 1973 för att slå ut eventuell kvarvarande fisk (framför allt abborre), den kalkades våren 1974 och i juni 1975 inplanterades öring. Förnyade öringinplanteringar gjordes regelbundet under de kommande åren. Ganska snart sågs tecken på återförsurning. I början av 1980-talet var alkaliniteten återigen helt förbrukad och pH-värdena runt ca pH 5. En förnyad kalkning genomfördes hösten 1986.

Zooplanktonprover togs vid sjöns djupaste punkt, vanligen 2-3 ggr under perioden maj-oktober. Från 1973 finns dock bara en provomgång, vilket är den enda före den första kalkningen i Lysevatten. Under 1986 och 1987, dvs före och efter den sist studerade kalkningen var provtagningsfrekvensen avsevärt högre. Prov togs på varje meter i hela vattenpelaren med en 3,5 l klafflockshämtare (0,5 m hög). Ur det upphämtade blandade vattnet togs 5 l vatten ut (ibland 10 l) och konserverades med Lugols lösning. Provet filtrerades

(45 µm) i samband med analysen på lab. Om ett språngskikt var utbildat behandlades proven från epi-, meta- och hypolimnion var för sig men det finns ingen information om hur djupa skikten var och hur den djupseparerade informationen användes i det fortsatta kalkylerandet.

Resultaten finns delvis redovisade i figurform som zooplanktonsamhällets biomassa ("whole-lake weighted biomass", g färskvikt per m²), som andelen Cladocera, Copepoda och Rotatoria av zooplanktonbiomassan, och som biomassa av Eudiaptomus gracilis, Daphnia spp., Bosmina spp. och Diaphanosoma brachyurum. För fyra arter/släkten av rotatorier redovisas populationstätheter (ind·m²). Det framgår inte hur biomassan har beräknats för de enskilda arterna eller hur viktningen har gått till. Från 1977 finns dock primärprotokoll från Ingrid Aronssons analyser bevarade. Förutom de provtagningar från 1977-1981 som anges under projekt Acido-oligotrofiering finns primärdata från okt 1982, maj och aug. 1983, juli (separata data för epi-, meta- och hypolimnion), nov. och dec. 1985, 12 datum 1986 (varav åtta med data från epi-, meta- och hypolimnion) samt 11 datum 1987 (varav sex med data från epi-, meta- och hypolimnion).

Bakgrundsdata finns vad gäller gängse försurningskemi, fytoplankton (biomassa av grupper och dominerande arter under hela perioden, primärproduktion och klorofyll 1986 och 1987), littoral och profundal bottenfauna samt födoval och tillväxt hos inplanterad öring.

Projektets slutsats var att återförsurning av kalkade sjöar bör förhindras. För att undvika oförutsägbara biologiska förändringar och utvecklingen av ett fattigare ekosystem med låg diversitet bör förnyade kalkningsåtgärder sättas in innan de vattenkemiska försurningsvariablerna börjar svänga.

Referenser:

Andersson, B.I. 1998. On the ecosystem changes caused by liming of acidified small forest lakes. *Licentiatavhandling, Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet.*

Andersson, B.I. & Hultberg, H. 1997. Lake Lysevatten - a study of liming and reacidification effects in a forest lake ecosystem in southwestern Sweden. *IVL-Report B 1250.*

Hultberg, H. & Andersson, B.I. 1982. Liming of acidified lakes: induced long-term changes. *Water, Air, and Soil Pollution* 18: 311-331.

Aronsson, I., opublicerat material.

69. Stora Holmevatten: en kalkad sydlig rödingsjö

Stora Holmevatten (yta 28 ha, maxdjup 30 m), belägen i Svartedalen ca 5 mil norr om Göteborg, påverkades tidigt av försurning, kanske redan innan 1950-talet. Sjön var en av de fåtaliga sydsvenska sjöar som innehöll självreproducerande bestånd av röding men vid ett omfattande provfiske 1971 konstaterades att populationen dött ut. I ett speciellt projekt hade IVL i Göteborg som målsättning att återskapa ett naturligt rödingbestånd i sjön, vilket nödvändiggjorde kalkningsåtgärder i såväl sjö som i tillrinningsområde. Förutom fiskinplantering gjordes även pionjärexperiment med återinplantering av evertebrata födoorganismer som *Asellus aquaticus*. Sjön kalkades i december 1979 och röding inplanterades i maj och juni 1980.

Primärdata från Stora Holmevatten finns bevarade från provtagningar i sept. 1979 samt från 4-5 provtagningar årligen 1980-1983 samt 1986. Data från enstaka provtagningar mycket tidigt på säsongen finns också från år 1984 och 1987. Provtagningsmetodiken beskrivs inte i rapporterna men kan antas överensstämma med IVL:s andra projekt i området (Se projekten Lysevatten, Acido-oligotrofiering). Proven har med säkerhet tagits över sjöns djupaste punkt sannolikt med en 3,5 l hämtare med klafflock och 0,6 m längd. Individtätheter anges under skiktningsperioden oftast som blandprov från vardera epi-, meta- och hypolimnion. Inom skikten har diskreta prov antagligen tagits med en eller två meters intervall och blandats. För analys uttogs 5 l vatten (45 µm filter, konservering med Lugols lösning).

I den första rapporten från projektet (Hultberg & Hasselrot 1981) redovisas kvantitva zooplanktondata från 1979 och 1980. Resultaten redovisades dels som individantal, dels som biomassa (mg m^{-3}) för 2 arter protozoer, 11 arter rotatorier, tre cladocerer, två copepoder samt nauplier. I en senare rapport (Hasselrot m fl 1984) redovisas biomassor av Ciliophora, Copepoda, Cladocera och Rotatoria i en figur (med svåravläst information) även från 1981 (fyra tillfällen), 1982 (fyra tillfällen) och 1983 (tre tillfällen).

Vattenkemi finns publicerad från 1979–1983 liksom profundal och littoral bottenfauna. Rödningens tillväxt och maginnehåll dokumenterades vid flera tillfällen 1980-1983. Fyto-planktondata (individtätheter, biomassor) finns redovisade från samma provvatten som zooplankton vid provtagningarna 1979 och

1980.

Rödninginplanteringen ansågs lyckad. Naturlig fortplantning skedde redan hösten efter inplanteringen.

Referenser:

- Dickson, W., Hörnström, E., Ekström, C. & Almer, B. 1975. Rödingsjöar söder om Dalälven. Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm Nr 7/1975. 138 s.
- Hasselrot, B., Andersson, B.I. & Hultberg, H. 1984. Ecosystem shifts and reintroduction of Arctic char (*Salvelinus salvelinus* L.) after liming of a strongly acidified lake in southwestern Sweden. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. 61: 78-92.
- Hultberg, H. & Hasselrot, B. 1981. Projekt Stora Holmevatten. IVL Publ B620.
- Aronsson, I., opublicerat material.

70. Härskogensjöarna före och efter kalkning

I det sjörika Härskogenområdet, ca 3 mil öster om Göteborg, dokumenterades tynande fiskpopulationer i slutet på 1960-talet (Schmuul 1969) och några år senare visade sjöinventeringar på påtagliga försurningsproblem i området (t.ex. Fiskeristyrelsen 1972, Henriksson m.fl. 1974). Med avsikt att testa olika kalksorter och spridningsmetoder genomfördes Kalkningsprojektet Härskogen med huvudsaklig statlig finansiering via Fiskeristyrelsens försöksvisa kalkningsverksamhet. Göteborgsregionens Kommunalförbund var huvudman medan IVL ansvarade för utvärderingen. Kalkningsprojektet var ett av Sveriges största när det genomfördes 1977/1978. Totalt spreds närmare 2 000 ton kalkningsmedel i områdets sju största sjöar, alla belägna inom Mölndalsåns avrinningsområde, där Östra Nedsjön tidigare hade kalkats i ett annat pionjärprojekt. Flertalet av sjöarna omkalkades 1985.

I Härskogenprojektet provades en kalkningsstrategi där den mesta kalkmängden spreds över strandzonernas hårdbottnar för att neutralisera sur tillrinning. Projektet gav många positiva resultat vad gäller "återställning" av sjöarnas kemiska och biologiska egenskaper, bl a genom att en del försurningskänsliga zooplankton- och bottenfaunarter etablerade sig. Projektet identifierade även svagheter i isolerade sjökalkningsprojekt. En kartering av surstötter i mars 1979 visade att surt och aluminiumrikt vatten ytlagrades i

grunda vikar trots sjövattnets goda buffertförmåga och den stora kalkdosen.

Zooplanktondata finns bevarade från sex sjöar: Blomman, Långetjärn, Lilla Härsjön, Stora Härsjön, samtliga med tre provdatum per år 1976, 1981 och 1984, Hornasjön (tre provdatum per år 1981 och 1984) samt Vällsjön (fyra datum 1984). Stora Härsjön är störst och djupast (2,8 km², 43 m maxdjup) medan de övriga är betydligt mindre men ändå djupa (0,1–0,9 km² och 17–28 m maxdjup).

Provtagningen kan antas följa IVL:s gängse procedur (se proj. Lysevatten). Provtagningsdjup är inte känt. Analysen gjordes av Ingrid Aronsson. Vattenkemidata finns publicerade vad gäller pH, Alk, Ca, NO₃-N och PO₄-P från alla sjöarna samt färg och siktdjup från Hornasjön. Provfisken genomfördes 1977, 1981 och 1984 i alla sjöarna. Dessutom redovisades hur *Asellus aquaticus* och *Heptagenia fusco-grisea* spred sig efter kalkningen. Fytoplankton redovisades endast som artantal.

Stora Härsjön ingår numera i det nationella övervakningsprogrammet för kalkningsuppföljning och från den sjön har zooplanktoninformation publicerats i åtskilliga rapporter i andra projekt.

Referenser:

Alenäs, I. 1986. *Kalkningsprojektet Härskogen 1976-1986. Vattenkemisk och biologisk respons på kalkningsåtgärder i sju Västsvenska sjöar. IVL Rapport B 846.*

Appelberg, M. 1995. *Liming strategies and effects: the Lake Stora Härsjön case study. I: Henrikson, L & Y. Brodin. (eds) : Liming of acidified surface waters - a Swedish synthesis. Springer Verlag, Berlin.*

Fiskeristyrelsen 1972. *pH-förhållanden i västsvenska sjöar 1970-1971.*

Hasselrot, B., Andersson, I.B., Alenäs, I. & Hultberg, H. 1987. *Response of limed lakes to episodic events in southwestern Sweden. Water, Air and Soil Pollution 32: 341-362.*

Henrikson, L., Nyman, H. & Oscarson, H. 1974. *Kemisk-fysikalisk undersökning av 20 sjöar inom Härskogens fritidsområde (Härryda-delen) 1974. Ekologisk konsultation, Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet.*

Schmuul, R. 1969. *Sjö- och fiskeriundersökning i Härskogenreservatet samt framtidsutsikterna för friluftslivet inom området. Bilaga D till Härskogentredningen.*

Aronsson, I., opublicerat material

71. Monitoring under pågående försurning på Lygners Vider

Under nästan två decennier, 1966 - 1983, studerade Greta Morling vattenkemi och plankton i sjöar i Göteborgstrakten. Det var i första hand ett antal sjöar på Lygners Vider inom Rolfsåns och Kungsbackaåns avrinningsområdet som tilldrog sig hennes intresse. Sjöarna är belägna på fattiga marker på det västsvenska gnejsområdet och de utsattes för en betydande atmosfärisk syradeposition. Nederbördens försurning var dock ännu inte "upptäckt" och ingen av sjöarna var försurad när Morlings undersökning startade. De försurades dock under studiens gång och hennes fysikalisk-kemiska data, liksom utvecklingen av fyto- och zooplankton, framstår idag som en världsunik dokumentation av försurningsprocessen.

Greta Morling disputerade vid 80 års ålder 1984 vid limnologiska institutionen, Uppsala universitet. Då hade redan kalkningen startat i några av sjöarna i hennes undersökning. Så småningom kom alla sjöarna att kalkas och därmed förlorades den likaledes unika möjligheten att följa den "naturliga" återhämtningsprocessen i dessa sjöar.

Zooplanktonmaterialet i Morlings uppsatser utgörs både av kvalitativa prover (63- och 110-µm håvdrag) och av kvantitativa prover. Sjöarna har följts med varierande intensitet. Zooplanktondata härrör som mest från 11 sjöar men individtätheter finns inte för alla arter från alla sjöar utan utvecklingen för vissa arter beskrivs i sjöar där dessa har stor betydelse. Informationen om den kvantitativa provtagnings- och analysmetodiken är knapphändig. Enligt den viktigaste publicerade uppsatsen (Morling & Pejler 1990) och det ursprungsmanus som finns med i avhandlingen togs de kvantitativa proverna med Ruttnerhämtare (volym ej angiven). Vid varje provtagningsstillfälle samlades 20 l in från de övre vattenskikten ("the upper water layers") i varje sjös centrala del. Proven filtrerades genom en 63 µm planktonhåv, och konserverades i sur Lugols lösning. Analysen gjordes med Utermöhl-teknik.

Referenser:

Morling, G. 1979. *Ceratium carolinianum and the related Ceratium carolinianum var. elongatum and Ceratium cornutum - a study of the distribution and morphology. Nova Hedvigia 31: 937-968.*

Morling, G. 1981. *Effects of acidification on some lakes in Western Sweden. Vatten 37: 25-38.*

Morling, G. 1984. *Acidification and plankton in West-Swedish lakes 1966 - 1983. Thesis. Inst of Limnology, Uppsala University. ISBN 91-554-1556-3.*

Morling, G., C. Forsberg, & R.G. Wetzel. 1985. *Lake Änketjärn, a non-acidified lake in an acidified region. Oikos 44: 324-330.*

Morling, G. & B. Pejler. 1990. *Acidification and zooplankton development in some West-Swedish lakes 1966-1983. Limnologica 20: 307-318.*

Morling, G. & T. Willén. 1990. *Acidification and phytoplankton development in some West-Swedish lakes 1966-1983. Limnologica 20: 291-306.*

72. Gödslingsförsök i försurade och kalkade sjöar 1. Hecklan

I ett projekt 1983–84 undersöktes möjligheterna att med mild gödsling höja produktionsförmågan i kalkade sjöar men undvika negativa artförskjutningar. Hans Olofsson svarade för zooplanktondelen av projektet. Tyngdpunkten låg på gödslingsexperiment i storleksskalan upp till 300 l plasticsäckar (i 8 sjöar) men i Hecklan i Hällefors gjordes en helsjögödsling. Hecklan kalkades först våren 1983 varpå följde förundersökningar samt gödsling med P+N+K 1984. Sjön är liten (yta 0,16 km², 20 m maxdjup), måttligt brun (40 mg Pt·l⁻¹) och fiskbeståndet bestod av abborre, nors (inplanterad i april 1984), öring, mört och lake. Från projektets säckförsök i Långsjön (Tyresta) och Vithavet finns kvantitativa uppgifter om sjöarnas zooplankton vid start och slut av två säckförsök.

I Hecklan togs 1984 och 1985 epilimnionprov (0-5 m) och hypolimnionprov (5-17 m) på fyra punkter i sjön och blandades i två tunnor. Proven togs med 2 m plexiglasrör med klafflock (Ramberggrör) och antalet rör som togs från 0-1 m, 1-3 m och 3-5 m var proportionellt mot respektive skikts volym. Vatten från hypolimnion proportionerades också mot varje skikts volym. Från varje tunna uttogs 10 l som filtrerades (40 µm maskvidd). Provet fixerades (Lugols lösning) samt räknades under omvänt mikroskop. Äggantal, längdfördelning, utvecklingsstadium och kön har bestämts för varje art av kräftdjuren. Torrsvikt har bestämts med längd-viktsamband från Klotenprojektet. För år 1983 är dataunderlaget sämre och endast epilimnionprover jämföras, samt livscyklar och fekunditet baserat på håvprover. Analyser av vattenkemi och fyto-

plankton finns parallellt genom hela undersökningen, liksom provfiskeuppgifter.

Resultaten visar att zooplankton reagerar positivt på gödslingen enligt de olika mätmetoder som bedömer reproduktionen. Elimineringen är dock extremt stor i juni+juli delvis beroende på att Eudiaptomus vandrar ner i hypolimnion men framför allt bland cladocerna. Allt pekar på en att en stark fiskpredation påverkar bestånden.

Referenser:

Blomqvist, P., Broberg, O., Olofsson, H., Olsson, H. 1985. *Gödslingsförsök i försurade och kalkade sjöar. Rapport nr 1. Limnologiska inst, Uppsala.*

Olsson, H., Blomqvist, P. & Olofsson, H. 1992. *Phytoplankton and zooplankton community structure after nutrient additions to the oligotrophic Lake Hecklan, Sweden. Hydrobiologia 243/244: 147-155.*

Olofsson, H., Blomqvist, P., Olsson, H. & Broberg, O. 1988. *Restoration of the pelagic foodweb in acidified and limed lakes by gentle fertilization. Limnologica (Berlin) 19: 27-35.*

73. Gödslingsförsök i försurade och kalkade sjöar 2. Njupfatet

Planktonsamhällets funktion och reglering i vid mening undersöktes genom en mängd säckförsök som gjordes året före och året efter kalkning (1989–90) av Njupfatet i Gävleborgs län. Ulrika Stensdotter-Blomberg undersökte speciellt encelliga djur (främst ciliata) och Hans Olofsson flercelliga. I säckförsöken gjordes varierande tillsatser av näringsämnen, tätheten av större zooplankton ändrades dels direkt, dels indirekt genom tillsatser av Chaoborus. I själva sjön gjordes enbart kalkning (ej gödsling) och säckförsöken upprepades före och efter kalkning. Vattenkemi, bakterier, protozoer, fytoplankton, och traditionellt zooplankton följdes både i säckar och i sjön.

Njupfatet är en oligotrof, svagt sur (pH=5,7) liten sjö (11,5 ha, 16,3 m maxdjup) med lång omsättningstid (2,5 år) och klart vatten (ca 10 mg Pt). På fem stationer slumpfördelade på djup större än 8 m togs vattenprov med ett 2 m plexiglasrör ("Ramberggrör"). Prov från 0-2, 2-4 och 4-6 m blandades i en tunna i proportionerna 5:3:2 (antal rör). Vatten från skiktet 6-12 m samlades i samma proportioner i en annan tunna. Från tunnorna togs 18 l för filtrering (40 µm maskvidd) och proven konserverades (Lugols lösning) och

räknades i sin helhet i omvänt mikroskop. Ägg och tillväxtstadier räknades och torrsvikt beräknades från längdmätningar och längdviktssamband. Prov för protozoanalys togs också ur vattentunnorna och bestod av 100 ml vatten som fixerades med Lugols lösning. Protozoerna fick sedimentera i fytoplanktonräknekammare och identifierades och räknades i omvänt mikroskop. Biovolym beräknades genom mätningar och approximering till geometriska figurer.

Sommartid togs ett prov varannan vecka i sjön och vintertid togs prov varannan månad vilket gav 13 prov före resp efter kalkning.

Resultaten visade på tämligen oförändrade protozopopulationer i sjön efter kalkning medan övriga planktondjur ökade sin biomassa främst beroende på bättre överlevnad för *Eudiaptomus gracilis*.

Referenser:

- Blomqvist, P., Olsson, H. Olofsson, H., & Broberg, O. 1989. Enclosure experiments with low dose additions of phosphorus and nitrogen in the acidified Lake Njupfatet, central Sweden. Int. Revue ges. Hydrobiol. 74: 611-631.*
- Olofsson, H. & Blomqvist, P. 1990. Restaurering av försurade sjöars autoktona produktion. Rapport över verksamheten under år 1989. Bilaga 2 till projektansökan, Limnologiska inst. Uppsala.*
- Blomqvist, P., Bell, R.T., Olofsson, H., Stensdotter, U. & Vrede, K. 1994. Plankton and water chemistry in Lake Njupfatet before and after liming. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 551-565.*
- Blomqvist, P., Bell, R.T., Olofsson, H., Stensdotter, U. & Vrede, K. 1994. Pelagic ecosystem responses to nutrient additions in acidified and limed lakes in Sweden. Ambio 22: 283-289.*
- Blomqvist, P., Bell, R.T., Olofsson, H., Stensdotter, U. & Vrede, K. 1994. Plankton and water chemistry in Lake Njupfatet before and after liming. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 551-565.*
- Stensdotter-Blomberg, U. 1999. Chaoborus larvae - calanoid copepods- ciliates: enclosure studies on a trophic cascade. I: Stensdotter-Blomberg, U. Factors controlling pelagic communities of freshwater ciliates and heliozoans. Akad avhandl. Acta universitatis Upsaliensis. 454*
- Stensdotter-Blomberg, U. 1999. Impact of predation and nutrients on the early summer population of ciliates and heliozoans in an oligotrophic lake. I: Stensdotter-Blomberg, U. Factors controlling pelagic communities of freshwater ciliates and heliozoans. Akad avhandl. Acta universitatis Upsaliensis. 454*
- Stensdotter-Blomberg, U. 1998. Factors controlling pelagic populations of ciliates and heliozoans - late summer investigations in an acidic lake before and after liming. J. Plankton Res. 20:423-442.*

74. Kalknings-predationsförsök i Mellansverige

Per Nyberg bedrev under drygt 10 år från 1976 och framåt zooplanktonundersökningar i 11 sjöar som var sura och blev kalkade. De hade eller fick varierande fiskbestånd vilket i sin tur genom predation påverkade bestånden av halvplanktiska mygglarver (*Chaoborus*). I tre av sjöarna tillgreps rotenonbehandling för att förändra fiskbestånden. Även fiskinplanteringar gjordes.

Sjöarna är små (2–40 ha), har maxdjupen 4,4–21,5 m och omsättningstiderna 0,2–5,5 år. Zooplanktondata före kalkningspåverkan finns från 4–14 tillfällen. Efter kalkning eller kalkpåverkan finns 18–72 provtagningstillfällen. I regel togs månatliga prov maj–oktober samt om möjligt tre prov under vintern. Fyra prov togs med Ruttnerhämtare (1,6 l) på vart och ett av djupen 0,5, 2, 4, 6 m (ej 6 m i tre av sjöarna) slogs samman för varje djup, filtrerades (150 µm) och konserverades med Lugols lösning. I de djupa Skälsjöarna togs först 4 l prov på varannan meters djup till botten, senare 2,7 l och vid provseriens avslutning togs 2×1,6 l på varannan meters djup.

Endast kräftdjur redovisades, och som volymsviktade medelvärden (0–4 m i grunda, 0–7 m i djupare och yta-botten i de djupaste sjöarna). Chaoborider fångades samtidigt med vertikala håvdrag botten-ytan i tre sjöar (830 cm² håvyta, 125 µm maskvidd). De kvantitativa resultaten presenterades som periodmedelvärden i 3 tabeller där effekter relaterades till kalkning. Resultaten tydde på att kalkning inte hade några omedelbara negativa effekter på bestånden. Dock fanns negativa effekter "kort efter kalkning" (inom några år). Generellt var individtätheten lägre 1987 - "långt efter kalkning" - i alla sjöar men inte så låg som "kort efter kalkning".

Mekanismer bakom olika arters uppträdande diskuterades, framför allt Chaoborid-predation. *Daphnia* och *Bosmina* saknades där Chaoborider fanns men *Diaphanosoma* kunde expandera. *Ceriodaphnia* etablerade sig också snabbt när evertebrat predation saknades. I Västra Skälsjön som ingår i IKEU-programmet (sid. 51) har kvantitativa provtagningar

återupptagits från 1990 vilket, så när som på en lucka under 1980-talets första hälft, ger en komplett serie från första kalkning 1967.

Referenser:

- Nyberg P. 1998. *Biotic effects in planktonic crustacean communities in acidified Swedish forest lakes after liming*. *Water Air and Soil Pollution* 101: 257-288.
- Eriksson, F., Hörnström, E. Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. *Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden*. *Hydrobiologia* 101: 145-164.
- Nyberg P. 1984. *Impact of Chaoborus predation on planktonic crustacean communities in some acidified and limed forest lakes in Sweden*. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 61: 154-166.
- Nyberg, P. 1988. *Reclamation of acidified arctic char (Salvelinus alpinus L.) lakes in Sweden by means of liming*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 1737-1742.
- Nyberg, P. 1995. *Liming strategies and effects: the Västra Skälsjön case study*. I: Henrikson, L. & Brodin, Y.W. (eds.) *Liming of acidified surface waters*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 327-338.
- Nyberg, P., Degerman, E., Ekström, C. & Hörnström, E. 1986. *Försurningskänsliga rödingsjöar i Syd- och Mellansverige*. *Inform. från Sötvattenslab.* 1986:6, 240 pp.

75. Återintroduktion av mört i försurade och kalkade sjöar

I syfte att följa etableringsframgången hos återintroducerad mört i försurade och kalkade sjöar genomförde Sötvattenslaboratoriet (Björn Bergqvist) under perioden 1988-1992 provfisker och zooplanktonundersökningar i sex kalkade sjöar som saknade reproducerande mörtbestånd. Sjöarna (Tinnsjön, Surtesjön, Husevattnet, Nässjön, Fågeltjärnet och Kasebosjön) är alla relativt små och grunda. Sjöarnas ytor är 0,04–1,3 km² och maxdjupen 7–12 m.

I tre av sjöarna förekom enstaka större mörtar när undersökningarna startade. För att etablera reproducerande mörtbestånd i sjöarna gjordes utsättning av mörtrom och lekmogen mört under perioden 1989-1992. I en av sjöarna erhöles reproduktion redan 1989 medan etableringen i de övriga sjöarna uteblev eller var mycket långsam. Den sista etableringen skedde så sent som år 2001. Zooplanktonbestånden följdes i en första etapp årligen 1988-92. Därefter gjordes ett uppehåll på 9 år och först 2001-2002 genomfördes en förnyad zooplanktonprovtagning i fyra av sjö-

arna. I första etappen togs prov yta-botten med "Rambergör" på en station vid sjöns djupaste punkt. Vattnet blandades till ett vertikalt integrerat blandprov (6–12 l), filtrerades (1988-90 maskvidd 65 µm, 1991-92 maskvidd 40-45 µm) och fixerades (Lugols lösning) samt analyserades under omvänt mikroskop.

I den andra projektetappen användes Limnoshämtare och prov togs från djupskikten 0-3, 3-6 och 6-9 m (21 liter per skikt), filtrerades (40 µm maskvidd) och analyserades separat. Dessutom gjordes en parallell provtagning med Rambergör för att möjliggöra en metodvärdering. Under åren 1988–92 togs 2-3 prov årligen under perioden juni-oktober i 6 sjöar och 2001-2002 togs 1-2 prov årligen i 4 sjöar. Reidar Grundström, Eva Bergstrand och Christina Ekström har svarat för zooplanktonanalyserna. Analyserna omfattar framför allt kräftdjur men även rotatorier har bestämts till släkte. Kringdata finns i form av enkel baskemi med enstaka fosformätningar. Provfisken har genomförts varje år fram till 1993, därefter varannat år fram till 1997. Det senaste provfisket genomfördes 2002. Inget av resultaten har rapporterats.

Referenser:

- Sötvattenslaboratoriet (B. Bergqvist), opublicerat material

76. Eudiaptomus i Stora Stockelidsvatten

En grupp sjöar på Bredfjället SV om Trollhättan har allt sedan 1960-talets slut studerats av zoologer från Göteborgs universitet. Åtskilliga uppsatser har publicerats härifrån, ofta med fokus på fiskens top-down effekter i den pelagiala miljön. De zooplanktondata som finns publicerade eller är bevarade härrör dock framför allt från hävprover. Ett undantag utgör en opublicerad studie med fokus på utbredningen av hanar och honor av *Eudiaptomus gracilis* i Stora Stockelidsvatten (ca 2 ha, maxdjup 6,5 m). I juli 1986 genomförde Jan-Erik Svensson och Agneta Hultstrand en provtagning längs en transekt från strand till strand (och över sjöns djuphåla) i den ca 95 m breda sjön. Provstationerna, totalt 18 st, utplacerades var femte meter längs ett uppspänt rep. Proven togs med 3 liters Ruttnerhämtare, vattnet hälldes omedelbart genom en 100 µm planktonhåv och konserverades i Lugols lösning. Vid varje punkt togs prover med 1 m djupintervall med start på 0,5 m. Totalt insamlades 71 kvantitativa prover mitt på dagen. Provtagningen upprepades sedan med

exakt samma förfarande på natten vilket genererade ytterligare 71 prover. Normalt analyserades endast olika livsstadier av Eudiaptomus (kön och kroppslängd hos CIV, CV och aduler, spermatoforantal, antal äggsäckar, äggantal samt äggstorlek) men i totalt 10 prover från fyra strandnära punkter (5, 10, 15 och 20 m från stranden) räknades samtliga crustacéer, dvs även sju arter cladocerer, adulta Thermocyclops oithonoides, samt nauplier och copepoditer av såväl calanoida som cyclopoida copepoder. Vid dagprovtagningen gjordes även håvdrag (100 µm, diameter 15,5 cm, Lugol) från botten till ytan vid samtliga provpunkter. I dessa prover analyserades endast hanar, honor och antal äggsäckar av Eudiaptomus men materialet möjliggör likväl en jämförelse mellan hämtar- och håvprovets utfall vad gäller denna tämligen flyktbenägna art. Vid varje punkt upprättades syre- och temperaturprofiler men i övrigt saknas bakgrundsdata från provtagningstillfället. Med denna pilotstudie som grund genomfördes året därpå en detaljerad studie av Eudiaptomus-könens skeva utbredning i sjön. Den baserades helt på håvdrag.

Referenser

Stenson, J.A.E. 1972. *Fish predation effects on the species composition of the zooplankton community of eight small forest lakes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 52: 132-148.*

Svensson, J-E. 1996. *Predation on females and males of a freshwater copepod. Doktorsavhandling. Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet. ISBN 91-628-1943-7.*

Svensson, J-E. 1997. *Sex differences in habitat distribution of a planktonic copepod, Eudiaptomus gracilis. Ecography 20: 407-416.*

Svensson, J-E. , *opublicerade data.*

77. Delsjöarna: en unik tidsserie i vattenreservoarer

Lilla Delsjön (yta 0,533 km², maxdjup 18,5 m) och Stora Delsjön (yta 1,207 km², maxdjup 23 m) alldeles öster om Göteborg, började användas som vattentäkt redan på 1870-talet. Något senare, 1894, anlades även ett vattenverk vid Alelyckan som tog sitt vatten från Göta älv. Stadens vattenbehov växte dock snabbt, Delsjöarna hade en begränsad kapacitet och allt eftersom leveransbehovet ökade under 1900-talet kom göteborgarna att bli beroende av ett Göta älv-vatten som med tiden fick en allt sämre kvalitet. Idén väcktes om

att pumpa vatten från Göta älv upp till Delsjöarna för att med hjälp av sjöarnas naturliga reningsprocesser skapa ett bättre råvatten och 1962 tillstyrktes förslaget av stadskollegiet. Projektet, som innebar tunnelbyggen från Alelyckan till Delsjöarna och från Delsjöarna till ett vattenverk vid Lackarebäck i Mölndal, hade bl a föregåtts av utlåtanden av fil. lic. Gunnar Lysén och av en limnologisk undersökning ledd av Wilhelm Rodhe från limnologiska institutionen i Uppsala.

I förundersökningarna ingick växtplanktonanalyser och när beslutet väl tagits om att genomföra projektet fick Gunnar Lysén i uppdrag att genomföra fortsatta planktonundersökningar. Med start i juni 1963 inledde han en provtagningsserie som kom att bli unik vad gäller tidsutsträckning (se figur 11).

Fytoplankton var i fokus men Lysén redovisade även zooplankton. Den provtagna vattenvolymen var dock liten. Hans data har därför lägre värde vad gäller crustacéer men å andra sidan redovisas under hela tidsserien kvantitativa data för såväl rotatorier som ciliater. Tyvärr är metodbeskrivningen knapphändig. I den första rapporten anges att en liter vatten insamlats på varje provpunkt. Proven konserverades med jodjodkalium + 10% isättika och koncentrerades till 10 ml. I Lyséns efterlämnade handlingar finns ett föredragsmanus där det framgår att han använde Utermöhlteknik med inverterat mikroskop vid fytoplanktonanalysen men metodiken vid zooplanktonanalysen beskrivs inte. Med tanke på det höga antalet räknade individer av vissa ciliater analyserade han rimligen dessa i samband med fytoplanktonräkningen medan hela provet analyserades på stora ciliater, rotatorier och crustacéer.

Under perioden 1963 till 1969 togs vid samtliga provtagningstillfälen djupprofiler med 4-5 djupnivåer i båda sjöarna. Antalet provtagningstillfälen per år framgår av figur 10. Fr o m 1970 t o m 1981 skedde provtagningen vanligen endast i ytvattnet och Lilla Delsjön ingick ej alls 1972 till 1976. Efter 1981 var provtagningsfrekvensen mer oregelbunden och sjöprovtagning skedde nu endast i Stora Delsjöns ytvatten. Det sista provet Lysén analyserade togs i Stora Delsjöns ytvatten så sent som i september 1998. Provpunkten för ytvattenprover var belägen 100 m öster Tjuvkista i Lilla Delsjön och vid Bratteklevs udde i Stora Delsjön. Under de senaste åren, oklart när, togs Stora Delsjöproven från land, men p. g. a. det exponerade läget har det rimligen ingen avgörande betydelse

Vid det stora flertalet av provtagningarna mellan 1963 och 1981 togs även planktonpro-

ver i intagsvattnet från Göta älv vid Alelyckan (transporttid från Alelyckan till Delsjöarna ca ett dygn) och vid flertalet provtagningstillfällen fr o m 1969 till 1982, samt 1985 och 1994 togs prover i det råvatten som togs in i Lackarebäckverket (transporttid från Delsjöarna ca 6 timmar).

Mängden analyserade prov är mycket stor. Förutom åren 1986-1988, då endast biomassor för huvudgrupper redovisades, finns för varje enskilt prov kompletta artlistor med individtättheter för både fyto- och zooplankton.

Gunnar Lyséns resultat har ännu inte utsetts för någon genomträngande analys. Bland hans efterlämnade material finns dock sammanställningar i figurform som antyder mycket intressanta effekter. Stora Delsjön rotenonbehandlades t ex 1965, tre år innan transiteringen från Göta älv inleddes. Det omedelbara resultatet blev en ökning av fytoplanktonbiomassan, rimligen beroende på minskat betningstryck från rotenonförgiftade zooplankton, vilket Lysén var medveten om. En vetenskaplig publicering av sådana resultat hade vid denna tid varit av högsta internationella intresse.

En annan effekt var den eutrofiering av Delsjöarna som inleddes med transiteringen och som även ledde till förändringar i planktonsamhället p.g.a. höga näringshalter i Göta älv-vattnet som även innehöll många näringskrävande arter som kunde bygga upp höga populationstätheter i Delsjöarna. I takt med att vattenkvaliteten i Göta älv blev allt bättre under 1900-talets sista decennier kom även planktonsamhället att förändras.

Tack vare den kontroll av råvattnet som kontinuerligt genomförts av Va-verket finns en omfattande tillgång till vattenkemiska bakgrundsdata. Av särskilt stort värde är också fytoplanktonresultaten. Genom sin speciella metodik räknade Lysén fyto- och zooplankton i samma prov. Hans resultat kan således användas för att analysera korrelationer mellan enskilda fytoplanktontaxa och olika arter av ciliater, rotatorier och i viss mån även crustacéer.

Lyséns resultat från Delsjöundersökningarna redovisades i ett stort antal maskinskrivna rapporter som finns arkiverade på Va-verkets anläggning i Lackarebäck.

Referenser:

Rodhe, W., Ahl, T. & Willén, T. 1962. *Limnologiska undersökningar med anledning av den föreslagna transiteringen av vatten från Göta älv genom Delsjöarna för Göteborgs stads vattenförsörjning.* Limnologisk institutionen, Uppsala.

Lysén, G. opublicerat material, Va-verket Göteborg.

78. Miljöövervakning i några stora sjöar i Västra Götaland

Kvantitativa zooplanktonundersökningar av varierande ambitionsnivå har genomförts i många vattensystem i nuvarande Västra Götalands län allt sedan 1960-talets början. De ingick ofta i de tidiga recipientstudierna men är numera allt sällsyntare i recipientkon-

	År	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
Lilla Delsjön		7	10	10	11	12	7	5	2							17	17	17	16	17							
Stora Delsjön		7	10	11	12	12	7	6	16x	19x	20x	17	17	17	17	18	17	17	16	17		10	6		19b	11b	
Anten																								4			
Mjörn			5					1								3								1			
Sävelången								1								3											
Aspen								1																			
Rådasjön																								10b	5b	8b	
Viaredssjön														1	1	2	?										
Lygnern														1	1	2	?						6				
Öresjö, Borås																12											
Åsunden														2		1		1					6				

Färgkod:

- = Prover från ett djup, vanligen ytvattnet
- = Prover från flera djup analyserade separat
- = Prover från flera djup ihopslagna till samlingsprov

trollprogrammen. Under de senaste decennierna har det dock genomförts flera större limnologiska undersökningar i miljöövervakningssyfte, framför allt i en del av de stora sjöarna i länets södra delar, och då har zooplankton ibland ingått. Motivet har vanligen varit övergödnings- eller försurningsproblem. Flera av sjöarna används också som dricksvattentäkter och några har unika naturvärden, t ex beträffande förekomst av glacialrelikter.

Bland pionjärerna vad gäller zooplanktonstudier i regionens miljöövervakning märks Carl Alm och Artur Almestrand, vilka dock inte presenterade kvantitativa data, och framför allt Gunnar Lysén. Under 1980- och 1990-talen genomfördes undersökningar av den sötvattensekologiska gruppen på Zoologiska institutionen vid Göteborgs universitet men även IVL och limnologer från Lund har varit engagerade. Under senare år har undersökningarna i huvudsak utförts av kommersiella företag.

Anten

Anten är en stor djup sjö (yta 17,8 km², maxdjup 27 m) som tidvis drabbas av syreunderskott i hypolimnion. Sjön ligger på gränsen av sin kapacitet som recipient. Det är framför allt den stora fosfortillförseln från jordbruksmark som ställer till problem men även en fiskodling bidrar. Antens näringsrika vatten förstärker även övergödningsproblemen i sjöarna nedströms, t ex Ålandasjön och Mjörn.

Gunnar Lysén presenterade data från provtagningar 1962 och 1964 men den analyserade provvolymen var uppenbarligen alldeles för

liten (20 ml) för att ge användbara kvantitativa zooplanktondata.

Anten undersöktes i större limnologiska undersökningar 1985 och 1996 (Henrikson & Nyman 1988, Nyman 1997). Zooplanktonprover togs vid två stationer, Anten norra (AN) och Anten södra (AS), med 6 liters Van Dornhämtare på tre djup vid varje station (2, 4 och 17 m) vid fyra tillfällen (maj, juni, augusti, oktober) såväl 1985 som 1996. Proven filtrerades i samband med provtagningen genom ett 100 µm filter och konserverades i 4% formalin (1985) eller i etanol (1996). Jan-Erik Svensson genomförde artbestämningarna och räkningarna. Resultaten finns redovisade som individer per prov à 6 liter för 18 arter crustacéer och ett 20-tal arter av rotatorier. Den kvantitativa informationen vad gäller rotatorier är dock tveksam med tanke på den stora maskvidd som användes vid filtreringen.

Kringdata finns för många fysikalisk-kemiska parametrar och fytoplankton (kvalitativa artlistor, bioolymer för de viktigaste arterna, klorofyll). Nätprovfisken genomfördes 1984 och 1996.

Hans Nyman har under senare år, bl a genom fältmätningar och experimentella studier av filtrerande *Daphnia* från Anten, testat hypoteser om gifteffekter vid höga pH-värden i näringsrika sjöar med reducerad alkalinitet.

Mjörn

Mjörn ligger några km nedströms Anten men huvuddelen av vattentillförseln kommer från Sävån som avvattnar såväl försurningsdrabbad skogsmark som jordbruksmark och tätort-

	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1
6b						1	18	16	18	13	15			
			1						4				1	
7b														2
											4			

Siffror anger antal provtagningstillfällen per år

b= Endast biomassor av viktiga grupper, ej individtäheter

x= Enstaka tillfällen med prov från fler djup

Figur 11. Kvantitativa zooplanktonprovtagningar av olika omfattning i några sjöar i södra delen av Västra Götalands län. Siffror i varje ruta anger antalet provtagningstillfällen per år och färgen speglar antalet provtagningsnivåer. Undersökningarna i Del-sjöarna genomfördes av Gunnar Lysén och innehåller framför allt information om mikrozooplankton (ciliater, rotatorier). Övriga undersökningar behandlar företrädesvis rotatorier och kräftdjur men kvaliteten vad gäller artidentifiering, provtagningsmetod, provtagningsbeskrivning och provernas representativitet för de olika provtagningarna varierar påtagligt.

ter, t ex Alingsås. Sjön är stor och djup, ytan är 54,4 km² och maxdjupet 48 m, men näringsbelastningen är ändå på gränsen av vad sjön klarar. Flera kvantitativa planktonundersökningar genomfördes under 1960-talet av Gunnar Lysén. Mjörn var sedan föremål för större limnologiska undersökningar 1977-78, 1990 och 2000, framför allt motiverade av övergödningproblemen. Mjörn är även en tänkbar reservvattentäkt för Göteborg och den innehåller betydande naturvärden, t.ex. en rik fiskfauna och flera arter glacialrelikter. Mjörn avvattnas via Sävån till sjöarna Sävälången (se nedan) och Aspen till Göta älv.

Gunnar Lysén studerade Mjörns plankton 1962, 1964 och 1969 men endast resultaten från de två senare åren innehåller användbar kvantitativ information. År 1964 analyserade han prover från fyra stationer (Björboholm, Vikaryd, Lövekulle och avflödet) vid fem tillfällena (juni, juli, aug., sept., okt.). Proven togs i sjöns ytvatten men typ av hämtare anges ej. Varje prov representerade dock "en liter originalvatten" som koncentrerades till 10 ml, rimligen genom sedimentation efter konservering med jodjodkalium.

År 1969 analyserade han augustiprover från vertikalprofiler tagna på djupen 1, 5, 10, 15, 20 och 25 m på två stationer i sjön. Uppgifter om fält- och laboratorieförfarande saknas även här.

Resultaten presenterades i tabellform som individtätheter i varje enskilt prov. Siffrorna antyder att han analyserade ciliater och vanliga rotatorier samtidigt som han räknade fytoplankton (Utermöhlteknik), men också att han räknade sällsynta rotatorier och crustacéer i hela provet, dvs motsvarande 1 liter vatten. Kvantitativ information finns för 8 arter ciliater, 16 rotatorier och 12 crustacéer samt copepoditer och nauplier. Goda bakgrundsdata finns för fytoplankton (individdättheter, total biovolym och i viss mån de viktigaste gruppernas andel av biovolymen) som ju analyserades i samma provvatten. Viss enkel vattenkemi finns redovisad i en rapport från Göta Älvs Vattenvårdsförbund men provtagningsdatum och provpunkter överensstämmer ej med planktonundersökningen.

Vid den limnologiska undersökningen 1977 togs prover vid tre stationer (MA, MC och ME) i maj, juli och augusti. I maj togs prover på två djup (ytan och strax ovanför botten) vid varje punkt och i juli och augusti på tre djup (ytan, strax över språngskiktet och strax ovanför botten) vid varje punkt. Metodbeskrivningen är knapphändig. Gunnar Lysén analyserade proverna men genomförde inte

själv provtagningen. Han skriver att provtagningen utfördes av Zoologiska institutionen, Göteborg och att "vid samtliga provtagningsstillfällen fylldes flaskor med osilat sjövattnen som fixerades med jodacetat". Provmaterialet analyserades "enligt gängse Utermöhlmetodik". Det kan tolkas som att zooplankton analyserades samtidigt som fytoplankton men med tanke på artlistornas längd och de angivna arternas täthet för varje enskilt prov är det troligt att Lysén letade igenom sedimenterat material från 1 liter vatten, åtminstone vid räknandet av rotatorier och crustacéer. Zooplanktonresultaten redovisas som ind³l⁻¹ och upptar 7-8 arter ciliater, ca 15 rotatorier och ca 15 arter/underarter av crustacéer. Bakgrundsdata finns vad gäller många fysikalisk-kemiska parametrar, bottenfauna, och fytoplankton (individdantal för viktigaste arterna och biovolym för större systematiska grupper). Dessutom mättes vid samtliga provtillfällen primärproduktion (utan mörkerflaskor) på flera djup (vanligen 0,5, 2, 4 och 7 m) vid alla provpunkterna. Primärproduktionen redovisas som mg C·m⁻³ h⁻¹.

Under mitten av 1980-talet genomfördes en del översiktliga undersökningar i miljöövervakningssyfte i Mjörn men planktonresultaten har såvitt känt ej publicerats.

I september 1985 togs prov på zooplankton vid sex stationer (MA, MB, MC, MD, MD1 och ME) av personal från Zoologiska institutionen, Göteborg. Proverna togs med 6 liters Van Dornhämtare på djupen 1,5, 4,5 och 20 m på varje station. De filtrerades genom 100 µm väv. Proverna kom sedan att analyseras av Jan-Erik Svensson. Primärprotokollen finns bevarade. Vid analysen mättes kroppsstorlekar på alla viktiga arter av crustacéer. Rotatorier räknades också, trots den stora maskvidden.

Under 1990 genomfördes återigen en större limnologisk undersökning. Denna gång togs zooplanktonprover vid fem stationer (MA, MB, MB1, MD och ME) den 30 augusti. Proverna togs med 3 liters Nymanhämtare vid ytan och djupen 2, 7 och 10 m vid varje station, förutom vid den grunt belägen stationen MB1 där provtagning skedde vid ytan och på 2 m djup. Vattnet från de olika djupen slogs samman till ett samlingsprov från var och en av de fem stationerna. Provet filtrerades genom ett 100 µm filter och konserverades med 4 % formalin. Jan-Erik Svensson genomförde analysen. Resultaten finns redovisade som individtätheter för calanoida och cyclopoida copepoditer, calanoida och cyclopoida nauplier, 11 arter crustacéer och 14 arter rotatorier (observera dock maskvidden). Parallellt med den kvanti-

tativa provtagningen gjordes håvdrag, dock vanligen från avsevärt större djup än de djupaste kvantitativa proven, vars resultat redovisas i en kvalitativ artlista. Bakgrundsdata finns för vattenkemi, fytoplankton (artistor med frekvensskattningar, bioolymer för de viktigaste arterna och klorofyll), profundal bottenfauna och fisk (provfiske med bottenatta nät, åldersanalys av abborre och mört samt översiktlig maganalys hos abborre)

Vid den senaste undersökningen, år 2000, togs zooplanktonprover vid fyra stationer (MB, MB1, MD och ME) vid ett provtagningstillfälle, 22 augusti. Provtagningen gick till på samma sätt som 1990 men provvattnet filtrerades denna gång genom en 25 µm planktonhåv. Proven fixerades i Lugols lösning. Jan-Erik Svensson genomförde analysen. Resultaten finns redovisade som ind.*l⁻¹ för 14 arter crustacéer och 19 arter rotatorier. Storleksmätningar låg till grund för bioolymsberäkningar hos crustacéer, rotatorievolymer beräknades med litteraturdata. Kringdata finns för många fysikalisk-kemiska parametrar, fytoplankton (individtätheter, bioolymer och klorofyll), profundal och littoral bottenfauna, samt fisk (nätprovfiske).

Sävelången

Sävelången ligger endast några hundra meter nedströms Mjörn som påtagligt påverkar sjöns fysikalisk-kemiska och biologiska egenskaper. Ca 85% av vattentillförseln kommer från Mjörn. Sjöarna undersöktes samtidigt vid en större limnologisk undersökning 1977-1978, delvis motiverad av de gemensamma förutsättningarna, men även med avsikt att bedöma sjöarna som råvattentäkter.

I Sävelången togs zooplanktonprover vid en station (nordväst om Tollered) i maj, juli och september. Prov togs på två djup i maj (ytan och strax över botten, dvs 16 m), och tre djup i juli och september (ytan, strax över språngskikt, dvs 9 m, samt på 16 m). Provtagnings- och analysmetod överensstämde rimligen med Mjörnundersökningens men beskrivningen är knapphändig (se ovan). Gunnar Lysén analyserade och rapporterade resultaten som ind.*l⁻¹ för 7-8 ciliater, ca 12 rotatorier och ca 8 crustacéer plus copepoditer och nauplier. Bakgrundsdata finns vad gäller många fysikalisk-kemiska parametrar, fytoplankton (individantal för viktigaste arterna och bioolymer för större systematiska grupper) och profundal bottenfauna. Primärproduktion redovisas som mg C*m⁻³ h⁻¹ (utan mörkerflaskor) från flera djup (0,5, 2, 4, 7 och ibland även 16 m).

Lyséns planktonundersökning från 1962 innehåller föga information av kvantitativt värde från Sävelången.

Rådasjön

Rådasjön, som är en av Mölndals ordinarie vattentäkter och en av Göteborgs reservvattentäkter, har ytan 1,9 km² och maxdjupet 23 m. Under 1950- och 1960-talen belastades sjön av betydande eutrofierande utsläpp. I takt med att utsläppen minskade, framför allt när avloppsvattnet från Mölnlycke leddes över till Ryaverket i Göteborg 1972, förbättrades situationen avsevärt. Sjön har även belastats av industriavlopp och försurande ämnen. Rådasjön tillhör Mölndalsåns vattensystem som tidigt drabbades av försurningsproblem i sina övre delar. När några av de första större svenska kalkningsprojekten genomfördes inom Härskogenprojektet (se sid. 60) påverkades även Rådasjöns vattenkemi, t. ex. med stigande alkalinitet.

Sjön undersöktes i större limnologiska undersökningar 1973, 1991 och 2001. Vid undersökningarna 1973 och 1991 togs zooplanktonprov endast genom semi-kvantitativ håvning. De lämnas därhän i detta sammanhang.

Bland Gunnar Lyséns efterlämnade handlingar finns figurmaterial från fyto- och zooplanktonundersökningar 1985, 1986, 1987 och 1988. Metodbeskrivningar saknas helt men kan antas överensstämma med studierna i Delsjöarna (se sid. 60). Materialet innehåller tidsseriedata från 15 m djup i Rådasjön (skulle antagligen illustrera plankton i råvattentaget) och från ytvattnet i det s.k. Ståloppet, sjöns utlopp till den alldeles nedströms belägna Stensjön. I tidsserien ingår 10 provtagningstillfällen från 1985 (maj-nov.), fem från 1986 (juni-okt.), åtta från 1987 (april-nov.) och sju tillfällen från 1988 (maj-nov., endast ytvattnet). Vid två tillfällen 1987 (juni och aug.) redovisas även data från olika djup i Rådasjön, förutom 15 m även ytan, 5 och 10 m. Individtätheter går ej att urskilja i det bevarade materialet, resultaten presenteras endast som färskvikter i stapeldiagram för grupperna ciliater ("infusionsdjur"), rotatorier, cladocerer och copepoder. Parallell information om fytoplankton (färskvikt av huvudgrupper) finns också presenterad i figurform.

I materialet finns även motsvarande data från ytvattnet i Norra Långevattnet (0,1 km², 6,5 m maxdjup) som är belägen i ett litet delavrinningsområde alldeles intill Rådasjön. Mölndals vattenverk transiterar Rådasjöns vatten till denna sjö för "försedimentering" innan det pumpas in i vattenverket.

I den limnologiska undersökningen i Rådasjön 2001 togs prover i maj och september vid en station med 2,15 liter Limnoshämtare på djupen 0,5, 2, 7 och 10 m. Det var 18 m djupt vid provtagningspunkten. Vattnet från de olika djupen slogs ihop till ett samlingsprov à 8,6 liter, filterades genom 25 µm filter och konserverades i Lugols lösning. Samtliga cladocerer och copepoder räknades i proverna medan rotatorierna totalräknades i maj och subsamlades i september. Resultaten presenterades som individtätheter för 10 arter crustacéer och 16 arter rotatorier. Även kvalitativa håvdrag från botten till ytan analyserades och redovisas i separata artlistor. Jan-Erik Svensson genomförde analysarbetet. Bakgrundsdata finns för vattenkemi, fytoplankton (artlistor, biovolymmer för dominerande arter, klorofyll), littoral, sublittoral och profundal bottenfauna, samt fisk (provfiske med bottensatta nät).

Vid den senaste undersökningen klassades sjön som måttligt näringsrik och näringsbelastningen ligger nu nära den ursprungliga. En del problem kvarstår dock, t.ex. vad gäller kvicksilver i fisk och vissa miljögifter i sedimentet.

Viaredssjön

Viaredssjön (yta 3,79 km², maxdjup 30,5 m) strax väster om Borås, och inom Rolfsåns avrinningsområde, undersöktes under slutet av 1970-talet av IVL på uppdrag av Lygnerns vattenvårdsförbund. Kvantitativ information om zooplankton finns från sept. 1975, april 1976 och 1977 samt sept. 1977. Troligen finns data även för 1978. Provtagnings- och analysförfarandet är ej beskrivet. Från 1975 presenterades resultat från 0,5, 10 och 22 m djup, från 1976 och 1977 från 0,5 och 10 m djup. Resultaten redovisas som individtätheter för totalantal ciliater, ca 15 arter rotatorier och 5-6 arter crustacéer samt nauplier. I redovisningen av copepoder har aduler och copepoditer troligen slagits samman men data presenteras enbart som aduler. Bakgrundsdata finns för vattenkemi, fytoplankton (artlistor med individtätheter) och profundal bottenfauna.

Lygnern

Lygnern ligger på gränsen mellan Hallands och Västra Götalands län inom Rolfsåns avrinningsområde. Den är en stor och djup sprickdalssjö (yta 31,8 km², maxdjup 52 m) som delvis däms upp av grusavlagringarna på Fjärås bräcka, endast några kilometer från havet.

I samband med recipientkontrollerna på slutet av 1970-talet avrapporterade IVL zoo-

plankton från Lygnern vid samma provdatum, med liknande resultatredovisning och med samma bakgrundsvariabler som från Viaredssjön (se ovan). I Lygnern var provtagningsdjupen 0,5, 20 och 32 m vid provtagningen i sept 1975 och 0,5 och 20 m vid de övriga tillfällena. Zooplanktontätheten var lägre i Lygnern än i den mer näringspåverkade Viaredssjön.

Lygnern undersöktes 1984 i en större limnologisk studie av zoologiska institution, Göteborgs universitet. Avsikten var att beskriva sjöns egenskaper, att bedöma försurnings- och eutrofieringsstatusen och att beskriva eventuella biologiska förändringar under det senaste seklet. Lygnerns fauna och flora hade beskrivits av Filip Trybom redan under 1890-talet (Trybom 1895).

Zooplankton insamlades på fem provstationer på tre djup, 1,5, 4,5 och 20 m, vid sex tillfällen från maj till september. På varje djupnivå insamlades 12 l vatten med en 6 l Van Dornhämtare. Vattnet filterades genom ett filter med 100 µm maskvidd och konserverades i 4 % formalin. Endast cladocerer och copepoder analyserades. Kroppstorlek hos *Bosmina* spp mättes för att bedöma predationstryck. Förutom den kvantitativa zooplanktonanalysen upprättades artlistor över såväl crustacéer som rotatorier med hjälp av håvprover (25- och 100 µm-håvningar) från 20 m till ytan vid varje provpunkt. Artbestämningen i de kvalitativa proverna gjordes av Jan-Erik Svensson. De kvantitativa proverna analyserades av personal vid institutionen. Resultat presenterades framför allt i tabellform med medeltätheter och spridningsmått från var och en av de tre djupnivåerna. Data presenteras för 10 artbestämda crustacéer, för calanoida copepoditer och nauplier, samt för cyclopoida aduler, copepoditer och nauplier. *Bosminapopulationernas* medelstorlek under året presenterades i figurform och jämfördes i rapporten med *Bosmina* spp i Stora Le.

Zooplanktonsamhället i Lygnern karakteriserades som typiskt för en stor sjö med oligotrofa egenskaper. Inga större kvalitativa förändringar kunde påvisas jämfört med Tryboms undersökning.

Bakgrundsdata finns för vattenkemi men provtagningsdatum och djup avviker i viss mån från zooplanktonprovtagningen. Fytoplankton, som analyserades av Eva Willén, redovisas som kvalitativa artlistor, biovolymmer av viktiga grupper, och klorofyll. Såväl littoral som profundal bottenfauna undersöktes och data från provfiske finns från 1982 (Johlander 1984).

Öresjö

Öresjö är ordinarie dricksvattentäkt åt Borås stad. Sjön är stor och djup (yta 6,4 km², maxdjup 32 m). Den har tidigare lidit av övergödningssproblem och har även belastats av metaller och andra toxiska ämnen. Större limnologiska undersökningar har genomförts 1977, 1988 och 1999.

När limnologiska institutionen i Lund undersökte Öresjö 1977 togs zooplanktonprover med Clarke Bumpus-hämtare vid en station centralt i sjön. Ansvarig var Bruno Berzins.

Prov togs vid 7 tillfällen 1977 och 5 tillfällen under vinter och vår 1978, med syftet att täcka en hel årscykel. Håvens maskvidd var vid alla tillfällen 75 µm men vid det första provtagningstillfället var maskvidden 160 µm i håvkoppens nät. Håven drogs från 27 m djup till ytan och det djupintegrerade provet formalinkonserverades och analyserades under mikroskop efter subsampling. Individtätheter ges för 32 arter Rotatoria, 20 arter eller underarter Cladocera, samt 7 arter Copepoda. Artrikedomen var således stor men individtätheten var låg.

Vid undersökningen 1988 gjordes zooplanktonprovtagning enbart genom håvdrag. Resultaten har därför ringa kvantitativt värde och behandlas ej här.

År 1998 samlades prover för zooplanktonanalys in i april, juni, augusti och november. Prov togs vid varje tillfälle på tre stationer och på tre djup (2, 4 och 17 m) vid varje station. Varje enskilt prov analyserades och redovisas separat. Vid provtagningarna i augusti och november användes en Van Dorn-hämtare (volym ej angiven). Hämtaren krånglade vid provtagningarna i april och juni så då togs provet med Ruttnerhämtare (volym okänd) istället. Enligt rapporten från undersökningen (Svelab Miljölaboratorier 1999, sid. 29) användes båda provtagarna "vid den 3:e provtagningen för att utröna eventuell skillnad mellan provtagningsmetoderna. Ingen skillnad...kunde beläggas." Provvattnet filtrerades genom en håv med 25 µm maskvidd och konserverades i Lugols lösning. Analysen gjordes av Peter Rivinoja, Pelagia AB. Individtätheter redovisas för 1 ciliat, 9 arter rotatorier och 3 arter cladocerer. Copepoder artbestämades ej men tätheter redovisas för grupperna Calanoida, Cyclopoida och för naupliuslarver.

Bakgrundsdata finns för vattenkemi (ej november) fast på delvis andra djup, fytoplankton (artlistor, bioolymer för viktiga arter/grupper, klorofyll), profundal bottenfauna och fisk (bottensatta och pelagiska nät).

Öresjö är en mesotrof sjö vars näringsbelastning överskrider den ursprungliga. Slutsatsen av den senaste limnologiska undersökningen var att inget hade framkommit "som inger farhågor för den framtida utvecklingen i sjön."

Åsunden, Yttre Åsunden och Torpasjön

Åsunden vid Ulricehamn (yta 19,5 km², maxdjup 42 m) skiljs från den nedströms belägna Yttre Åsunden (yta 10,5 km², maxdjup 21 m) av ett smalt sund. Yttre Åsunden har i sin tur kontakt med den nästan helt avsnörda och grunda Torpasjön (yta 3,9 km², maxdjup 9 m). Alla tre bassängerna ligger 164 m.ö.h. och regleras med en maximal amplitud på 2 m (Henrikson m fl, 1987). Sjösystelet avvattnas av Ätran via utloppet i Yttre Åsunden. Sjöarna har hög motståndskraft mot försurning, en effekt av lättvittrade jordarter i avrinningsområdet. Däremot utsattes de för en ökande näringstillförsel under 1900-talet som sedan har minskat fr o m 1970-talet.

Inom ramen för den samordnade recipientkontrollen (sid. 74) genomfördes under 1970-talets slut zooplanktonundersökningar. I april och augusti 1975 samt augusti 1977 och 1979 togs prover i Åsunden (tre stationer i april 1975, annars två stationer) och Yttre Åsunden (en station).

Metoduppgifterna är ofullständiga, men proven togs på 0,5 m djup, möjligen direkt i en plastdunk, konserverades med Lugols lösning och analyserades i omvänt mikroskop. Större djur från max 1 l vatten analyserades, mindre djur analyserades möjligen i fytoplanktonprov. Ansvarig var Gunnar Lysén. Resultaten redovisas som individtätheter för ciliater, rotatorier och crustacéer.

Eutrofieringssymptomen i Åsunden m. fl. sjöar kvarstod dock i viss mån och den limnologiska undersökning som genomfördes 1984 hade bl a som målsättning att beskriva sjöarnas status och bedöma den framtida utvecklingen. Zooplankton insamlades från två provstationer vid sex tillfällen i Åsunden (maj-okt), en provpunkt vid två tillfällen i Yttre Åsunden (maj, sept) och två provpunkter vid två tillfällen i Torpasjön (maj, sept). Proven togs med 6 l Van Dornhämtare på tre djup vid varje provpunkt i Åsunden och Yttre Åsunden (1,5, 4,5 och 20 m), på två djup (1,5 och 4,5 m) vid den ena och ett djup (1,5 m) vid den andra punkten i den avsevärt grundare Torpasjön. Provvattnet filtrerades (100 µm maskvidd) och konserverades i 4 % formalin. Vid samtliga tillfällen togs även håvprover (25- och 100 µm-håvningar) från 15 m (från botten om grundare) till ytan vid varje prov-

punkt. Artbestämningen i de kvalitativa proverna gjordes av Jan-Erik Svensson. Därefter analyserades de kvantitativa proverna av en ej namngiven person. Vid räkningen gjordes längdmätningar på *Bosmina* spp.

Resultaten presenterades som individtäckheter i varje enskilt prov och innefattar ca 17 arter rotatorier, 14 cladocerer, aduler av 4 calanoida copepoder, copepoditer och nauplier, samt cyclopoida aduler, copepoditer och nauplier. Bakgrundsdata finns för vattenke- mi, fytoplankton (artlistor, biovolymmer av viktiga arter/grupper, klorofyll) och profundal bottenfauna.

Undersökningens slutsats var att närings- belastningen på systemet behövde reduceras ytterligare. Eutrofieringssymptomen var inte allvarliga men belastningen var minst dubbelt så stor som ursprungligen.

Åsundensystemet är intressant och artrikt ur zooplanktonsynpunkt. Här påträffades 1984 t.ex. *Heterocope borealis*, vår största limniska copepod, och *Arctodiaptomus laticeps*, en art som i Sverige annars mest påträffas i fjällsjöar.

Referenser:

- Bydén, S., Bjelke, U., Holmberg, L., Larsson, S., Schmidtbauer, J. & Svensson, J-E. 2001. *Mjörn 2000 - en limnologisk studie. Rapport från Länsstyrelsen Västra Götaland 2001: 27.*
- Cronberg, G. 1991. *Växt- och djurplankton i Rådasjön 1991. Bilaga 5 i: KM Laboratorierna. 1992. Limnologiska undersökningar i Rådasjön 1991.*
- Enell, M., Hellström, M. & Henrikson, J. 1989. *Limnologisk undersökning av Öresjö i Borås kommun 1988. Rapport till Miljö- och hälsoskydds- nämnden i Borås kommun.*
- Henrikson, L. & H.G. Nyman. 1988. *Anten: en limnologisk undersökning 1985-1987. Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Rapport 1988: 4.*
- Henriksson, L. & H.G. Nyman. 1992. *Mjörn: en limnologisk studie 1990. Länsstyrelsen Älvsborgs län 1992: 4.*
- Henrikson, L., Nyman, H.G., Larsson, S., Olofsson, J. & Oscarson, H.G. 1987. *Åsunden, Yttre Åsunden och Torpasjön - en limnologisk undersökning 1985. Länsstyrelsen Älvsborgs län 1987: 13.*
- Henrikson, L., Nyman, H.G., Oscarson, H.G. & Willén, E. 1984. *Lygnern 1984 och för hundra år sedan. Rapport från länsstyrelsen i Älvsborgs län och länsstyrelsen i Hallands län. 1987: 1.*
- IVL-Konsult AB. 1976. *Årsrapport över vattenundersökningar i Rolfsåns vattensystem april 1975 - april 1976. Uppdrag för Lygnerns vattenvårdsförbund (IVL projekt nr 06: 3340).*
- IVL. 1977. *Årsrapport över vattenundersökningar i Rolfsåns vattensystem april 1977 och september 1977. Uppdrag för Lygnerns vattenvårdsförbund (IVL projekt nr 06: 3120).*
- Johlander, A. 1984. *Lygnern - fisk och fiskevård. Rapport från fiskeriintendenten i nedra södra distriktet (Fiskeristyrelsen, Jönköping).*
- Nyman, H. G. 1997. *Anten, en sjö hotad av eutrofiering? Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Rapport 1997: 8.*
- Lysén, G. 1963. *Orienterande undersökning av planktonets kvalitativa och kvantitativa sammansättning i Ornungasjön, Säven, Anten, Mjörn, Sävelången och Aspen under perioden 3.9 - 17.9 1962. I: Göta Älvs Vattenvårdsförbund. 1965. Vattenundersökningar 1958-64. Göta Älv, Säveån, Mölndalsån.*
- Lysén, G. 1965. *Planktonets kvalitativa och kvantitativa sammansättning i vissa sjöar inom Säveåns och Mölndalsåns nederbördsområden 1964. I: Göta Älvs Vattenvårdsförbund. 1965. Vattenundersökningar 1958-64. Göta Älv, Säveån, Mölndalsån.*
- Lysén, G. 1978. *Mjörn och Sävelången: växt- och djurplankton under maj, juli och augusti-september 1977. Bilaga till Henrikson, L., Nyman, H.G. & Oscarson, H.G. 1979. Limnologisk undersökning av Mjörn och Sävelången 1977-1978. Göta älvs vattenvårdsförbund och Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet.*
- Svensson, J-E. 2002. *Djurplankton i Rådasjön. Bilaga 7 i: Nilsson, C., Ericsson, U., Medin, M. & Engdahl, A. 2002. Limnologisk undersökning av Rådasjön 2001. Medins Sjö- och Åbiologi, Göta Älvs Vattenvårdsförbund.*
- Nyman, H.G. 2003. *Regulation of biotic structure and nutrient flux: examples from soft water lakes. Doktorsavhandling. Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet.*
- Svelab Miljölaboratorier. 1999. *Öresjö 1998. En redovisning över kemiska och biologiska undersökningar i Öresjö med tillrinnande vattendrag för Borås Gatukontor.*
- Trybom, F. 1885. *Lygnern jemte Sundsjön, Stensjön och St. Svansjön i Elfsborgs och Hallands län. Meddelanden från Kongl. Lantbruksstyrelsen. Nr 2 1885.*
- Wemmer, R., Bydén, S. & J-E. Svensson. 2002. *Can hypolimnion aeration restore a lake with rapid turnover and stable thermal stratification. Verh Internat Verein Limnol. 28: 2236.*

79. Fegen och Kalvsjön – exploateringsplaner och miljöövervakning

Under 1974 och 1975 utförde Limnologiska institutionen i Lund undersökningar i Fegen, Kalvsjön och Hurven, ett sjösystem på gränsen mellan Hallands, Jönköpings och dåvarande Älvsborgs län. Avsikten var att fastställa sjöarnas status och att ställa prognoser beträffande skador och förändringar om sjöarna utsattes för påverkan av olika slag bl. a. från fritidsbebyggelse. Sjön Fegen är fiskeribiologiskt värdefull eftersom den hyser värlekande siklöja.

Undersökningen innehöll studier av biologi, hydrologi, kemi med belastningsberäkningar, och sediment. Av projektrapporten framgår att zooplanktonprover togs vid sju tillfällen 1974-75 i Kalvsjön och Fegen och analyserades av Lennart Olofsson. I Kalvsjön togs prov på en station (K1) och i Fegen togs prover på tre stationer. Individtätheter redovisas dock bara från en station (F3, Sandviksbassängen) men biomassor för grupperna Cladocera, Copepoda och Rotatoria redovisas även för två andra provstationer (F2 i nordöstra Fegen och F5 i södra Fegen).

Proven togs med en 5 liters "aluminium-hämtare", troligen en Rodhehämtare. Samtliga prover filtrerades genom 45 µm planktonväv. Vid K1 och F3 indelades vattenpelaren i 2-metersskikt och vid F2 och F5 indelades vattenpelaren i 5-metersskikt. 10 liter togs ut ur varje skikt. Individtätheterna från K1 och F3 redovisas dock som medel från skikten 0-10 m och 10-20 m medan biomassor redovisas dels som färskvikt per liter från skikten 0-5 m (samtliga provpunkter), dels som färskvikt per ytenhet ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2}$) vid K1 och F3. Totalt redovisas, från varje provtagningsdatum, individtätheter för 14 arter crustacéer och 13 arter rotatorier från Fegen (F3) och 15 arter crustacéer och 12 arter rotatorier från Kalvsjön (K1).

Slutsatsen av zooplanktonundersökningen 1974-1975 var att Fegen och Kalvsjön befann sig på den oligotrofa sidan av trofiskalan. Rotatorierna ansågs utgöra en anmärkningsvärt stor del av biomassan.

Bakgrundsdata finns rikligt vad gäller vattenkemi, växtplankton (biomassa, artsammansättning, primärproduktion, klorofyll) och fisk (relativa tätheter).

Zooplanktonprovtagningar har även utförts inom den samordnade recipientkontrollen. I april och augusti 1975 samt augusti 1977 och 1979 togs prover i Kalvsjön och Fegen (två punkter 1979, annars en punkt). Metoduppgif-

terna är ofullständiga, men proven togs på 0,5 m djup, möjligen direkt i en plastdunk, konserverades med Lugols lösning och analyserades i omvänt mikroskop. Större djur från max 1 l vatten analyserades, mindre djur analyserades möjligen i fytoplanktonprov. Ansvarig var Gunnar Lysen. Resultaten redovisas som individtätheter för ciliater, rotatorier och crustacéer.

I början på 1980-talet lades metodiken om och Kalvsjön uteslöts. Vid augustiprovtagningarna i Fegen 1981 och 1982 togs proven med Rambergrör ned till 2,5 m djup på minst tre punkter och blandades varefter 10 l vatten uttogs för filtrering (45 µm), fixering (formalin) och analys under omvänt mikroskop. Crustacéer och rotatorier analyserades av Gertrud Cronberg. Bakgrundsdata finns för vattenkemi och fytoplankton (artlistor, individtätheter och bioolymer hos högre taxonomiska enheter).

Under år 1984 gjordes en ny limnologisk undersökning i Fegen inför de sjökalkningsåtgärder som startade vid denna tid (Bengtsson & Westling 1985). Provtagning för analys av zooplanktons artsammansättning och biomassa skedde 29 augusti 1984 vid F2 och F4 (en provpunkt som ej ingick 1974-75). Zooplanktonprover togs på 0,5, 5 och 10 m djup vid båda provpunkterna. Resultaten redovisas för varje enskilt prov dels som individtätheter av 17 rotatoriearter och 8 arter crustacéer, dels som biomassor för alla viktiga arter ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Analyserna gjordes av Ingrid Aronsson som även analyserade ytterligare en provtagning den 9 september 1987 med prov tagna på samma sätt från stationerna "Fegen södra" och "Fegen norra"

Bakgrundsdata finns för viss kemi och fytoplankton (biomassa, artsammansättning).

Referenser:

- Bengtsson, R. & Westling, O. 1985. *Limnologiska undersökningar i sjön Fegen 1984. IVL Aneboda.*
- Cronberg, G. 1981. *Ätran. Planktonundersökningar. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Biologiska undersökningar augusti 1981. KM Laboratorierna.*
- Cronberg, G. 1982. *Ätran. Planktonundersökningar. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Biologiska undersökningar augusti 1982. KM Laboratorierna.*
- Lundqvist, I., Bengtsson, R., Bertilsson, J., Coveney, M., Enell, M., Granéli, W., Karlberg, S., Lessmark, O., Müller, C. & Olofsson, L. 1975. *Fegen, Kalvsjön. Limnologisk undersökning 1974-1975. Rapp från Lst i Hallands, Jönköpings, Älvsborgs län och Limnologiska inst, Lunds universitet.*

Lysén, G. 1975. Ätran: Planktonbeståndet i undersökta sjöar den 19 - 20 april 1975. I: Ätrands vattenvårdsförbund. Årsrapport för tiden aug 1974 - april 1975.

Lysén, G. 1975. Ätran med biflöden: Biologisk undersökning den 12 - 14 augusti 1975. I: Ätrands vattenvårdsförbund. Årsrapport för tiden aug 1975 - april 1976.

Lysén, G. 1977. Ätran med biflöden: Biologisk undersökning den 26 - 28 augusti 1977. I: Ätrands vattenvårdsförbund. Årsrapport 1977.

Lysén, G. 1979. Ätran med biflöden: Biologisk undersökning den 29 juli - 5 augusti 1979. I: Ätrands vattenvårdsförbund. Årsrapport 1979. VIAK.

Aronsson, I., *opublicerat material.*

80. Recipientkontroll i Ätrandsjöar

Naturvårdsverket genomförde en större undersökning av Ätrands vattensystem 1970. Den visade att stora delar av vattendraget och många sjöar var starkt förorenade av avloppsvatten från bebyggelse och industrier. I avsikt att förbättra situationen utarbetade vattenvårdsintressenter en vattenvårdsplan där bl.a. en omfattande utbyggnad av reningsanordningar föreslogs. Ätrands vattenvårdsförbund bildades 1974 och i samband därmed startades samordnad provtagning i avrinningsområdet. Detta var för övrigt en händelseutveckling som hade paralleller i många andra avrinningsområden i Sydsverige.

I naturvårdsverkets studie från 1970 ingick tyvärr inte zooplankton (Eriksson 1971). Under 1970-talet löpte dock vattenvårdsförbundets provtagningsprogram som vissa år inkluderade kvantitativ provtagning och analys av zooplankton. I april och augusti 1975 samt augusti 1977 och augusti 1979 togs prover i Lönern, Åsunden (tre stationer i april 1975, annars två stationer), Yttre Åsunden, Sämsjön, Tjärnesjön, Kalvsjön, Fegen (två stationer 1979, annars en punkt). Vid undersökningen 1979 ingick även Stora Hallången. Ansvarig var Gunnar Lysén.

En fristående försurningsundersökning av Tjärnesjön gjordes 1976. Sjön hade då pH omkring 5,0 och Ingrid Aronsson analyserade zooplankton vid 6 tillfällen (mars t.o.m. juli). Från denna undersökning redovisas totala zooplanktonbiomassor från 5 djup. Metodbeskrivningen är inte komplett men tillgången på stödvariabler är god. Vattenkemi, klorofyll, fytoplanktonbiomassa samt uppgifter om

fiskbestånd finns. Enligt de senare hade mörten försvunnit medan siklöja fortfarande fanns.

Större limnologiska undersökningar har jämte recipientkontrollen genomförts i Kalvsjön och Fegen som behandlas under egen rubrik (sid. 73). Även i Åsunden, Yttre Åsunden och Torpasjön genomfördes större limnologiska undersökningar som redovisas separat (sid. 71).

I recipientkontrollens metodbeskrivningar saknas ofta viktig information. I rapporten från den första undersökningen skriver Lysén att "på samtliga provtagningspunkter fylldes flaskor med osilat sjövattnet från 0,5 m djup och fixerades med jodacetat". Materialet bearbetades med Utermöhlteknik och det är rimligt att anta att han, liksom i sina andra zooplanktonundersökningar, analyserade ciliater och dominerande rotatorier samtidigt med fytoplanktonräkningen. Ovanliga rotatorier och crustacéer räknades troligen i en liter vatten (lägsta tätheter som anges är 1 ind³l⁻¹).

Resultaten redovisas som individtätheter för ca 9 ciliater, 20 rotatorier och 15 crustacéer, samt copepoditer och nauplier. Bakgrundsdata finns för vattenkemi och fytoplankton (artlistor, individtätheter och bioolymer hos högre taxonomiska enheter).

Under 1980-talet reducerades zooplanktonövervakningen till sjöarna Fegen (sid. 73), Tjärnesjön, och Stora Hallången. Gertrud Cronberg redovisade resultat från augustiprovtagningar 1981 och 1982. Prov togs med ett 2,5 m långt plexiglasrör med diameter på 5 cm. Provtagningsdjup framgår ej av rapporten, men troligen togs bara ytvatten (0-2,5 m). 10 l vatten filtrerades (45 µm maskvidd) och fixerades med formalin. Resultaten redovisades som individtätheter för ca 8 arter rotatorier och 6 cladocerer. Copepoder artbestämde ej men räknades som grupp (1981) eller som Cyclopoida och Calanoida (1982). Nauplier urskiljdes också. Bakgrundsdata finns för vattenkemi, fytoplankton (kvalitativa artlistor och bioolymer för dominerande arter) och profundal bottenfauna.

Enligt kontrollprogram ska fler zooplanktonundersökningar ha gjorts under början på 1980-talet men redovisningar tycks saknas.

Referenser:

Aronsson, I. & Carlsson, L. 1976. *Limnologiska förhållanden i den försurade Tjärnesjön, Halland. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*

Cronberg, G. 1981. *Ätran. Planktonundersökningar. I: Ätrands vattenvårdsförbund. Biologiska undersökningar augusti 1981. KM Laboratorierna.*

Cronberg, G. 1982. Ätran. Planktonundersökningar. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Biologiska undersökningar augusti 1982. KM Laboratorierna.

Henrikson, L., Nyman, H.G., Larsson, S., Olofsson, J. & Oscarson, H.G. 1987. Åsunden, Yttre Åsunden och Torpasjön - en limnologisk undersökning 1985. Länsstyrelsen Älvsborgs län 1987: 13.

Lysén, G. 1975. Ätran: Planktonbeståndet i undersökta sjöar den 19 - 20 april 1975. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Årsrapport för tiden aug 1974 - april 1975.

Lysén, G. 1975. Ätran med biflöden: Biologisk undersökning den 12 - 14 augusti 1975. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Årsrapport för tiden aug 1975 - april 1976.

Lysén, G. 1977. Ätran med biflöden: Biologisk undersökning den 26 - 28 augusti 1977. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Årsrapport 1977.

Lysén, G. 1979. Ätran med biflöden: Biologisk undersökning den 29 juli - 5 augusti 1979. I: Ätrans vattenvårdsförbund. Årsrapport 1979. VIAK.

Eriksson, G. 1971. Redogörelse för en vattenundersökning av Ätrans vattensystem 21-29 juli 1970. SNV PM 068.

Ätrans vattenvårdsförbund. 1982. Ätrans vattenvård 1970 - 1980.

81. Fiskodlingen i Skärsjön

Skärsjön ligger i Tvååkers kanal i Halland och härbergerade en kassodling för produktion av regnbåge åren 1978 - 1986. Sjön har ytan 3,1 km², 19 m maxdjup och 6 års vattenomsättningstid. Sjön var oligotrof med klart vatten och hade undervattensängar med *Nitella* och *Nostoc*, ibland med inslag av järnockra. Sjötypen är sällsynt i regionen och för att säkra dess framtid genomfördes ett domstolsförfarande för att få fiskodlingen flyttad (genomfört 1986).

Från fiskodlingsetableringen pågick undersökningar i sjön (Enell 1985) och dessa kompletterades med augustiprovtagningar av zooplankton 1983-89. Ansvarig var Gunnar Persson. Proven togs på en punkt centralt i sjön (långt från fiskodlingen). Ramberggrör (2 m, 2,4 l) användes vid provtagningen då "vattenpelare" 0-8 m och 8-18 m samlades i två blandprov före filtrering. Proven filtrerades (40 µm), fixerades (Lugols lösning) och analyserades under omvänt mikroskop efter subsampling (Wiborg whirling vessel). Kräftdjur, rotatorier samt tillväxtstadier analyserades och

biomassor beräknades med konstanter för individbiovolym. Kringinformation finns i form av närsaltkemi, klorofyll samt fytoplankton (allt provtaget vid samma tillfälle).

Referenser:

Persson, G. 1991. Eutrophication resulting from salmonid fish culture in fresh and salt waters: Scandinavian experiences. In: Cowey, C.B. & Cho, C.Y. (eds) *Nutritional strategies & aquaculture waste. Proc. First Internat. Symp. on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste.* Univ Guelph, Ontario

Enell, M. 1985. Fosfor- och kvävebelastningen från fiskodlingar - skillnaden mellan sjöar av olika trofegrad. *Aquakultur - miljöproblem, Nordforsk publ.* 1985:2, Helsinki, pp. 55-67.

Persson, G., opublicerat material

82. Bolmen - Nordvästskånes vattentäkt

Från 1963 till 1987 användes vatten från Ringsjön som konsumtionsvatten i alla större kommuner i västra Skåne. Problem uppstod emellertid i början på 1970-talet när Ringsjöverket vid Stehag måste byggas om för att bemästra den allt sämre vattenkvaliteten i Ringsjön. Parallellt med åtgärder i verket pågick då genom AB Sydsvatten från 1965 undersökningar om att ta ersättningsvatten från Bolmen och Lagan. Det var Bolmen-vatten som efter utredning, tunnelbygge och ledningsdragning 1987 kunde kopplas in till Ringsjöverket. Bolmen är mycket stor (184 km², maxdjup 36 m), oligotrof och har relativt klart vatten.

I förundersökningarna svarade Bruno Berzins för analys och bearbetning av zooplanktonproven och resultaten presenterades i form av årliga rapporter till Sydsvatten.

År 1965 gjordes en inledande provtagning i oktober och 1966 gjordes 12 provtagningar per år varav 7 perioden maj t.o.m. september (figur 12). Zooplanktonprov togs dagtid med Rodhehämtare (5 l) på fyra stationer i sjön (Bolmen N, O, S, och V). År 1967 utgick dock stationerna Bolmen V och O för gott. Stationen Bolmen N saknade tillfälligt provtagning 1967 och stationen Bolmen Piksberg tillkom för fyra år framåt. Stationerna Bolmen N och S kom att bli monitoringstationer med ca 12 provtagningar per år fram t.o.m. 1970 varefter provtagningarna fortsatte fyra ggr per år t.o.m 1975. År 1968 tillkom provtagning i Bolmens utloppsvik och i Vidösterns mitt och ut-

lopp. Ett år senare tillkom provtagningar i Kösens utlopp. Dessa nya provtagningsstationer tycks ha drivits med samma intensitet fram t.o.m. 1970 varefter programmet reviderades och provtagningarna fortsatte på nord- och sydstationen i Bolmen samt i Bolmens och Kösens utlopp med 4 ggr/år (figur 12).

Dessutom togs under dessa år även prov i Lagan vid Traryd och Skogaby. Dessa stationer förbigås här.

På alla stationer togs prov på 0,2 m djup. På stationerna Bolmen N, Bolmen S och Bolmen V togs prov även på respektive 10 m, på 2, 6, 12 och 25 m samt på 14 m djup. Data från den första 10-åriga undersökningsperioden redovisas i diagramform i en mängd rapporter. Hänvisning görs till ett tabellerat råmaterial men detta har ännu inte påträffats.

Efter en programändring 1976 togs åren 1976-85 prov med Clarke-Bumpushåv på de tidigare två stationerna i Bolmen samt en station i Kösens mitt. Provtagningsfrekvensen ökades också till ca sju gånger årligen. Mer exakta data om provtagningarna (provtagningsdjup, maskvidd) väntas framkomma när rådata har granskats. Fram t.o.m. 1975 redovisades biovolymen för alla zooplanktongrupper (inklusive protozoer) i tiddiagram för varje djup. Från 1976 och framåt redovisas enbart individtätheter av kräftdjur, men med god taxonomisk upplösning. Kringdata finns vad gäller vattenkemi, fytoplankton, primärproduktion och fisk. På senare år (efter 1976) redovisas klorofyll och cellantal av dominerande fytoplanktonarter. Årliga nätprovfisken med inriktning på pelagisk fisk redovisas från Bolmen 1969-1984 och från Kösen 1976-1984.

Hamrin (1989) har behandlat siklöjans näringsval i Bolmen och har då använt medelindividtätheter viktade med varje vattenskiotts relativa andel av den totala volymen. Prov från juli och oktober 1970-75 redovisades. I Bolmen är siklöja den viktigaste predatorn på zooplankton. Den äter främst *Bosmina coregoni*, *Daphnia* sp. och *Holopedium*. Perioden 1970-75 finns ett negativt samband mellan kräftdjurstäthet och fångst per ansträngning av siklöja.

Två kvantitativa zooplanktonprovtagningar i Bolmen har även gjorts inom den samordnade recipientkontrollen. De redovisas inom detta program (se nedan).

Referenser:

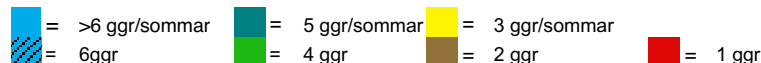
Anon. 1965. Resultat från den rekognoserande limnologiska undersökningen i Bolmen, Lagan och Ringsjön enligt uppdrag av Sydsvattenkommitténs teknikerutskott 14 okt. 1965. AB Vattenundersökningar, Lund.

Björk, S. & Lettevall, U. 1968. Bolmen - Lagan - Ringsjön. Resultat från en tvåårig limnologisk undersökning i samband med projekteringen för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, AB Sydsvatten, Malmö.

Hamrin, S.F. 1970. Bolmen - Bolmån - Lagan. Resultat från limnologiska undersökningar under 1966-1969 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Limnologiska inst., Lund.

Hamrin, S.F. 1971. Bolmen - Bolmån - Lagan. Resultat från limnologiska undersökningar under 1966-1970 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Limnologiska inst., Lund.

	År	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	
Bolmen syd		6ggr	6ggr		6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
Bolmen nord		6ggr	6ggr		6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
Bolmen ost		6ggr	6ggr																				
Bolmen väst		6ggr	6ggr																				
Bolmen Piksborg					6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr
Bolmen SO Norrnäsudd					6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
Kösen utlopp					6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr	6ggr											
Kösen mitt													CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB	CB
Vidöstern utflöde					6ggr	6ggr	6ggr	6ggr															
Vidöstern Toftanäs					6ggr	6ggr	6ggr	6ggr															

Färgkod:


Teckenförklaring: CB= Clarke-Bumpushämtare, vertikalintegrerande

Figur 12. Zooplanktonprovtagningar finansierade av Sydsvatten inför vattenuttaget från Bolmen. Fram till 1975 togs proven med Rodhehämtare, senare med Clarke-Bumpushåv.

- Hamrin, S. 1972. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under åren 1966-1971 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Slutrapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1973. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under åren 1966-1972 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Slutrapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1976. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Slutrapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1977. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar 1976 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1978. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under 1976-1977 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1979. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under 1976-1980 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S.F. 1979. *Population dynamics, vertical distribution and food selection of vendace, Coregonus albula in south Swedish lakes. Akad avhandl, Limnol. inst. Lunds Univ. 195 pp.*
- Hamrin, S. 1980. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under 1976-1979 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1981. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under 1976-1980 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1981. *Den pelagiska fiskfaunan i södra Bolmen, norra Bolmen och Kösen 1970-1980. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S. 1982. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från Limnologiska undersökningar under 1981 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1975 i samband med AB Sydsvattens projektering för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Hamrin, S.F., Larsson, P-E. 1983. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från limnologiska undersökningar 1981-1982 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1980. Limnologiska inst Lund. ISSN 0348-0798.*
- Hamrin, S. .F., Larsson, P-E. 1984. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från limnologiska undersökningar 1981-1983 med en sammanfattning av resultaten från åren 1966-1980. Limnologiska inst Lund. ISSN 0348-0798.*
- Hamrin, S. F. & Larsson, P.E. 1985. *Bolmen - Bolmån - Lagan. Resultat från limnologiska undersökningar 1981-84 och en sammanfattning av resultaten från åren 1966-80. Rapport, AB Sydsvatten, Malmö.*
- Hamrin, S.F., Tunlid, A. 1986. *Bolmen-Bolmån-Lagan. Resultat från limnologiska undersökningar under år 1981-1985 med en sammanfattning av resultaten 1966-1980. Limnologiska inst, Lund. ISSN 0348-0798*
- Lettevall, U. 1967. *Preliminär rapport beträffande de limnologiska undersökningarna i Bolmen, Lagan och Ringsjön under 1966. Rapport, AB Sydsvatten, Malmö.*
- Lettevall, U. 1967. *Slutrapport beträffande de limnologiska undersökningarna i Bolmen, Lagan och Ringsjön under 1966. Rapport, AB Sydsvatten, Malmö.*

83. Samordnad recipientkontroll i Lagans avrinningsområde

Lagans vattenvårdsförening har sitt ursprung i mitten av 1950-talet då den bildades för att optimera vattenutnyttjandet i Lagan. Redan före samordning (1976/78) bedrevs en traditionell vattenkemisk/bakteriell övervakning. Dessutom gjordes redan 1973 en första "limnologisk undersökning" som omfattade bland annat kvantitativ zooplanktonprovtagning. Efter samordning följde limnologiska undersökningar 1977, 1982, 1988 och 1991. Den andra större undersökningen (1977) kom dock inte att omfatta kvantitativ zooplanktonprovtagning.

I ett nytt program från 1978 föreskrevs kvantitativ zooplanktonprovtagning vart femte år med Ramberggrör, artanalys, beräkning av 5 dominerande arters biomassa och skattning av totalbiomassan i 9 sjöar (11 stationer). Enligt senare program från mars 1986 annonserades

rades motsvarande undersökning med samma utförande men med tre års intervall och i program 1990 föreskrevs i stället årlig artanalys gjord på vertikala håvdrag i augusti.

De sjöar som omfattades var Allgunnen, Eckern, Flaten, Flåren, Hindsen, Lyen, Rusken, Vidöstern, Kösen, Unnen och Bolmen. De tre sistnämnda provtogs bara vid provtagningarna 1973 och 1988.

Alla dessa sjöar är stora. Sjöytorna är 2–48 km² och maxdjupen 9–44 m om man bortser från Bolmen, den största av sjöarna (yta 181 km², maxdjup 36 m).

De kvantitativa zooplanktonprov som togs i Bolmen i samband med dessa kontrollprogram redovisas bara här, ej i samband med Sydvattens Bolmenprojekt (sid. 75).

Den första "limnologiska undersökningen" 1973 gjordes av Sydsvenska ingenjörbyrå med Amelie Fritzon (Jarlman) som zooplanktonansvarig. Prov togs i yt- och bottenvatten i juni och september. Metodbeskrivning i övrigt saknas i datarapporten.

Den tredje "limnologiska undersökningen" gjordes i IVL:s regi 1982. Ingrid Aronsson gjorde då analyserna. Prov togs i yt- och bottenvatten med Rodhehämtare, filtrerades och konserverades (45 µm, Lugols lösning) samt analyserades under omvänt mikroskop.

Nästa undersökning skulle göras i Ekologgruppens regi 1987 men kom till stånd 1988. Från "olika djup i sjöarna" togs då 6–8 liter vatten med vattenhämtare. Proven filtrerades (45 µm) och konserverades i formalin. De analyserades av Gertrud Cronberg. Biomassa beräknades för de fem dominerande arterna. De summerade biomassor som redovisas är dock uppseendeväckande låga, till stor del beroende på att biomasseberäkningarna bara omfattar arter som är numerärt dominerande. Biomassemässigt dominerande arter som enligt tabellbilagan lämnats utanför beräkningarna måste tillföras för att ge en bättre uppfattning om totalbiomassan.

Ytterligare kvantitativa zooplanktonprovtagningar saknas eftersom programmet fortsättningsvis, och med början 1991, kom att omfatta provtagning med håv och analys av artförekomst.

Referenser:

Lagans vattenvårdsförening 1983. *Lagans avrinningsområde 1982- recipientkontroll. IVL, Aneboda.*

Cronberg, G. 1988. *Resultat från planktonundersökning av sjöar i Lagans vattendragssystem 1988. G. Cronberg/ Ekologgruppen, Landskrona.*

Lagans vattenvårdsförening 1992. *Lagan 1991. Årsrapport, Ekologgruppen, Landskrona*

84. Anebodatraktens sjöar

Få zooplanktonundersökningar har citerats och diskuterats så ofta som Bruno Berzins provtagning den 7/8 1950 (kl 14.00–15.50) längs en 145 m lång linje tvärs över Skärshultssjöens ena ände (Hutchinson 1967).

Skärshultsjön (Stora Skärsjön) har 36 ha yta och maxdjupet 14 m. Den är måttligt humös.

Prov togs på 10 stationer längs linjen på var 3:e meters djup till botten (max 12 m djup). Proven togs med Rodhehämtare (5 l), proven filtrerades genom Müllergas No 25 (ca 65 µm), konserverades med formalin och räknades under omvänt mikroskop. Enkel vattenkemi finns som kringinformation.

Resultaten visade på en mycket ojämn fördelning av planktodjur längs transekten där individtäthetsskillnader på 2–5 ggr var vanliga inom epilimnion och skillnaderna var ytterligare större i vertikalled. Undersökningens ryktbarhet beror på att den för första gången visade på stora horisontella täthetsskillnader och dessutom antydde förekomsten av "moln" eller svärmar. Möjligheten att ta sjörepresentativa prov kom också att ifrågasättas.

I en betydligt tidigare och mindre uppmärksam undersökning gjorde Börje Carlin 1938 undersökningar i Fiolen, Lammen, Frejen och Lindhultsgölen. De har ytorna 1,6, 1,2, 0,2 och 0,1 km² samt djupen 10, 3,4, 3 och 4,5 m och bildar en humusgradient, från försumbar humushalt till mycket humös. Fyra prov (2 kvalitativa prov i Lindhultsgölen) togs juni-augusti på minst 3 olika djup. Proven togs med hämtare, oklart vilken, och formalin tillsattes som fixering till 1 liter vatten, varefter proven fick sedimentera och ett koncentrat analyserades under omvänt mikroskop med speciell inriktning på rotatorier (kräftdjur ingår också). I undersökningen ingår också påväxt, psammon och bentos.

Samma år (1938) tog Wilhelm Rodhe prov med sin nykonstruerade zooplanktonhämtare i Fiolen, Stråken och Skärshultssjön. Stråken har ytan 7,7 km² samt djupet 12,2 m. I sin beskrivning av hämtaren (Rodhe 1941) anger han att hela årsserier har tagits, men vertikalfiler från ett enda tillfälle (13-15/7 1938) redovisas. Prov togs på 6–7 djup i varje sjö med Rodhehämtare, filtrerades (80 µm maskvidd), fixerades och räknades under omvänt mikroskop. Individtäthet av kräftdjur inklusive utvecklingsstadier redovisas. Kringdata saknas.

Utöver dessa publicerade material finns också opublicerade data från 15 sjöar i områ-

det där Bruno Berzins tagit kvantitativa prov vid spridda tillfällen under 20 år (1952-1972). Bl.a. återfinns Lindhultsgölen här som kalkad den 29/8 1963. Andra sjöar där tidiga kalkningsexperiment gjorts är Barken, Holmsjön och Ryssegölen.

Enligt Berzins & Pejler (1987) är proven filtrerade genom väv med 20 µm maskvidd och formalinkonserverade. Många av provtagningarna är gjorda under vinterhalvåret och troligen från is. Individtätheterna har lagrats digitalt på 1970-talet och då komprimerades uppgifter om individtäthet till en 10-gradig skala vilket minskar exaktheten vid en avkodning (bilaga 3). Från vissa sjöar finns dock originalprotokollen sparade. Kringdata finns i form av enkel baskemi. Dessutom finns vid vissa tillfällen artanalyser gjorda på levande material i håvprov. Då kan både fyto- och zooplanktondata finnas. Eventuellt finns även kvantitativa fytoplanktonanalyser. Detta material kräver vidare bearbetning och redovisas ej här.

En av de tidigt undersökta sjöarna i området, Fiolen, valdes 1976 för en ekosystemorienterad undersökning. Zooplanktonprov togs vid 6 tillfällen på 3 stationer i sjön, varav en med 3 provtagningsdjup, de övriga med 2 djup. Analyserna gjordes av Ingrid Aronsson och data redovisas i form av biomassor för fyra djurgrupper i varje enskilt prov. En lista med de viktigaste arterna redovisas men vilka individvolymmer som använts vid beräkningarna framgår ej. Kringdata omfattar allt från primärproduktion till provfisken.

I 1980-talets början (aug. 1983) togs kvantitativa zooplanktonprov i Fiolen inför starten av ett långsiktigt nationellt kemiskt biologiskt provtagningsprogram (PMK). Efter många års monitoring (1988–1999) i form av artanalyser inom detta program infördes kvantitativa zooplanktonprovtagningar i Fiolen från år 2000 med 4 provtagningar per säsong.

Dessa provtagningar i Fiolen som nationell referenssjö under den senaste 20 årsperioden behandlas på sid. 51. Under senare tid har kvantitativa planktonprov också tagits i Gyslättsjön både inom det s.k. Gonyostomumprojektet (sid 89) och inom den nationella kalkningsövervakningen (sid 51) där prov för närvarande tas 4 ggr/år.

Referenser:

Berzins, B. 1958. *Ein planktologisches Querprofil. Inst. Freshwater Research, Drottningholm* 39: 5-22.

Berzins, B. & Pejler, B. 1987. *Rotifer occurrence in relation to pH. Hydrobiologia* 147: 197-116.

Carlin, B. 1939. *Über die rotatorien einiger seen bei Aneboda. Medd. Lunds universitets Limnologiska inst. Nr: 2, Lund.*

Hutchinson, G.E. 1967. *A treatise on Limnology volume III. Introduction to lake biology and the limnoplankton. Wiley & Sons, New York, London.*

Lydén, A., m.fl. 1977. *Ekologiska undersökningar av sjön Fiolen i Kronobergs län. Rapport, IVL Serie B* 393.

Rodhe, W. 1941. *Zur Verbesserung der quantitativen Planktonmethodik. Zool. bidr. Uppsala*, 20 465-477.

Berzins, B. *opublicerat material.*

85. Växjösjöarna – restaurering och biomanipulation

I nära anslutning till Växjö ligger från öster till väster räknat Trummen, Växjösjön, Södra Bergundasjön (Södra sjö) och Norra Bergundasjön (Norra sjö). Trummen kom att kraftigt avloppsbelastas från mitten på 1930-talet och nådde snabbt hypertrofi med blågrönalgblooming sommartid och syrgasbrist vintertid. Sjön är både grund (2,4 m) och liten (0,7 km²). När avloppstillförseln stängdes 1957-58 förändrades inte mycket, siktdjupet låg efter 10 år kvar på 20 cm och man beslutade att muddra bort 20-50 cm syrgasfritt och fosforrikt bottensediment. Efter två förundersökningsår (1968-69) genomfördes restaureringen framgångsrikt 1970-71 och följdes upp med intensiv provtagning t.o.m 1973. De första åren undersöktes även Hinnasjön som referens. Opublicerade data finns även från Skirvikens i Trummen där förhållandena var något bättre än i själva sjön. Zooplankton följdes av Gunnar Andersson och växtplankton av Gertrud Cronberg.

Första förundersökningsåret togs prov med vattenhämtare på två djupnivåer på tre stationer med 3-5 veckors intervall (8 ggr maj t.o.m. okt). Under de följande åren (1969-73) togs proven med 1-2 veckors intervall på 20 jämt fördelade stationer med ett 2-2,5 m plexiglasrör (diam. 40-44 mm). Proven blandades (ca 30 l) varur subsampel på 0,5-10 l filtrerades (45 µm), fixerades och analyserades under omvänt mikroskop. Rikligt med kringdata finns: vattenkemi, klorofyll, fytoplankton, bakterier (odlade), primärproduktion och provfisken.

Trummen hade före restaurering mycket individrika populationer av hinnkräftor och ro-

tatorier (1000-20000 ind*1⁻¹), måttliga bestånd av cyclopider och inga calanoider. Efter in-greppet ersattes de blågröna alger av kis-lalger och primärproduktionen sjönk radi-kalt. Parallellt reducerades hinnkräftorna med 85% medan rotatorierna ökade något (max 28000 ind*1⁻¹).

Trummen kom efter ytterligare några år att bli föremål för det första biomanipuleringsförsöket i landet (1976-81). "Skräpfisk" fiskades ut med bottengarn och rotenon så att 13,4 ton (191 kg*ha⁻¹) togs bort 1976-1978. Grumlingen minskade succesivt och individtätheten av större cladocerer ökade till 1979, då utvecklingen vände igen möjligen beroende på att stora årsklasser småabbore åt cladocerer. För att långsiktigt bemästra eutrofieringssymptomen genomfördes från slutet av 1980-talet och mer än 10 år framåt ett decimeringsfiske i både Trummen och Växjösjön (se nedan) med hjälp av trålning. Idag finns fortfarande eutrofieringsproblem i Trummen, sannolikt till en del p.g.a. näringsläckage från den icke muddrade Skirviken.

Även Växjösjön har varit starkt avloppspå-verkad och eutrofierad. Sjön är något djupare (maxdjup 6 m) och större (1 km²) än Trummen. Enligt provinsialläkaren i Kronobergs läns årsberättelse 1901 blev vattenkvaliteten i sjön för varje år allt mer kloakvattenlik. Problemen angreps med dåtida metoder genom att ett mudderverk var i verksamhet 10-talet år fram till 1927. Deponerade muddermassor utgör numera en udde i sjön.

I senare tid (1971) gjordes försök med luftbubbling från perforerade slangar nedsänkta i sjön. Detta försök att minska effekterna av syrgastäringen i sjön fick dock avbrytas då sjön var på väg att bottenfrysa under vintern. Åren 1990-91 muddrades 10 cm av Växjösjöns sediment bort (med slutmuddring 1992). Ut-rustningen flyttades sedan till Södra Bergun-dasjön där vidare muddring pågått till 1997 och 1,3 milj. m³ slam tagits upp. Den långsik-tiga och konstanta utfiskningen som startades i slutet av 1980-talet och pågick under mer än 10 år har haft en gynnsam effekt och har lett till en acceptabel situation i Växjösjön. Däremot är eutrofieringssymptomen fortfarande besvärande med algbloomingar i Södra och Norra Bergundasjön.

Genom åren har många kvalitativa plank-tonundersökningar gjorts även i Växjösjön (se Thunmark 1945).

Zooplanktontätheten i sjön dokumenterades dock först av Bruno Berzins från mars 1969 t.o.m. november 1971. Prov togs (Rodhehäm-tare, 5 l) på upp till 5 olika djup, mera ofta

dock på tre djup (1+2+3 m) och oftast på 1m djup. Analyser gjordes på vertikala blandprov när så var möjligt. År 1969 togs prov vid 8 tillfäl-len, år 1970 och 1971 vid 10 tillfällen vardera.

Undersökningen föreligger som analyspro-tokoll och det är obekant vilken kringinforma-tion som finns.

Från 1974 följdes utvecklingen i Bergunda-sjöarna inom Reningsverk-Recipient-projektet med kemi- och klorofyllprovtagning. Däremot tycks en kvantitativ uppföljning av zooplank-tonbestånden i sjöarna saknas fram till 1995 då kontinuerlig monitoring inom den samord-nade recipientkontrollen startades med prov-tagningar 5 ggr per sommar i Södra Bergun-dasjön och i maj och augusti för de tre övriga sjöarna med undantag för 1997 då prov togs 6 ggr per år i Trummen (figur 12). Av figur 12 framgår också att sporadiska analyser tidiga-re gjorts i Bergundasjöarna, framför allt den södra. I nuvarande program saknas kvantita-tiva zooplanktonanalyser.

Provtagningarna 1995-1999 gjordes med Ramberggrör i skiktet 0-2 m på tre punkter inom varje station. Proven fixerades (forma-lin) och filtrerades genom 45 µm nät. Analy-sen omfattade artbestämning, beräkning av biomassa för 5 dominerande arter samt upp-skattning av totalbiomassa. Gertrud Cronberg utförde analyserna 1995-1999. Tidigare prov-tagningar behandlas under Mörrumsåns vat-tenvårdsförbund (sid. 83).

Referenser:

- Andersson, G. 1969. Zooplankton i sjön Trummen. Meddelande från Forskargruppen för sjöresta-uring vid Lunds universitet nr 29.
- Andersson, G. 1975. Resultat och erfarenheter från restaureringen av sjön Trummen. - Eutrofiering. 10th Nordic conf. on water research. Nordforsk 1: 495-505.
- Andersson, G. 1979. Fiskens inverkan på trofiför-hållandena i eutrofa sjöar. Slutrapport. Rapport Limnologiska inst., Lund ISSN 0348-0798.
- Andersson, G. 1980. Fish as a regulator of structure and function of eutrophic lake ecosystems. I: Hy-pertrophic ecosystems. Developments in Hydrobio-logy, Vol 2, p.343, Junk, The Hague.
- Andersson, G. 1984. The role of fish in lake eco-systems - and in limnology. I: Bosheim, B. & Ni-cholls, N. (eds) Nordisk Limnolog symposium, Oslo. Interaktioner mellom trofiske nivaer i ferskvann, pp 189-197.
- Andersson, G., Cronberg, G. & Gelin, C. 1973. Planktonic changes following the restoration of

Lake Trummen, Sweden. *Ambio* 2: 44-47.
Andersson, G., Berggren, H., Cronberg, G. & Gelin, C. 1978. Effects of planktivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 59: 9-15.

Andersson, G., Berggren, H. & Hamrin, S. 1975. Lake Trummen restoration project. III. Zooplankton, macrobenthos and fish. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 1097-1106.

Bengtsson, L., Fleischer, S., Lindmark, G. & Ripl, W. 1975. Lake Trummen restoration project. I: Water and sediment chemistry. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 1080-1087.

Cronberg, G. 1980. Phytoplankton changes in Lake Trummen induced by restoration. Long term whole-lake studies and experimental biomanipulation. *Akad. Avhandling, ISSN 0348-0798.*

Cronberg, G., Gelin, C. & Larsson, K. 1975. Lake Trummen restoration project. II. Bacteria, phytoplankton and phytoplankton productivity. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 1088-1096.

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1996. Mörrumsån 1995. KM-lab, Växjö.

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1997. Mörrumsån 1996. KM-lab, Växjö.

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1998. Mörrumsån 1997. KM-lab, Växjö.

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1999. Mörrumsån 1998. KM-lab, Växjö.

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 2000. Mörrumsån 1999. ALcontrol laboratories.

Berzins, B., opublicerat material. Växjösjön

86. Recipientkontroll i några sjöar i Alsteråns vattensystem

Inom ramen för den samordnade recipientkontrollen har kvantitativa zooplanktonundersökningar gjorts framför allt i sjöarna Kållen (0,3 km², 10 m maxdjup) och Allgunnen (13 km², 16 m). Åren 1989 t.o.m. 1991 togs prov i Kållen i augusti. År 1992 togs augustiprov i ytterligare fyra sjöar (Alstern, Hultbren, Uvasjön och Allgunnen). I samband därmed och fortsättningsvis fick Kållen två årliga provtagningar (först april+aug under 3 år, därefter juli+aug). Från 1995 fick även Allgunnen årliga provtagningar i augusti. Från 1997 upphörde de årliga provtagningarna men prov togs 1999 och 2002 i juli och aug i båda sjöarna.

Vid undersökningarna 1989-97 var KM-lab huvudkonsult och analyserna genomfördes i HB Algalanalys regi. Inger Sjöstedt gjorde analyserna. Åren 1999 och 2002 var Alcontrol konsult och Jan-Erik Svensson svarade för analyserna. Proven togs från ytan till 2 m:s djup. Prov (5 liter vatten vid varje provtagningstillfälle, ibland 3 liter) filtrerades genom ett 45 µm planktonnät och fixerades i Lugols lösning, senare i formalin.

Samtliga cladocerer och copepoder räknades i proverna medan rotatorierna oftast räknades i delprov motsvarande 10% av det insamlade provet. Resultaten presenterades som individer/liter av identifierade arter av cladocerer, copepoder och rotatorier. Dessutom beräknades biomassor med hjälp av arts specifika litteraturkonstanter. Från 1999 används dock längd/vikt-regressioner för crustacéer. Enligt nu löpande program görs artanalys med redovisning av biomassan för de fem viktigaste arterna samt grupperna Rotatoria, Cladocera och Copepoda. Kringdata finns i form av vattenkemi.

Referenser:

Alsteråns vattenvårdsförbund 1990. Alsterån 1989. KM-laboratorierna, Växjö.

Alsteråns vattenvårdsförbund 2000. Alsterån 1999. Alcontrol laboratories.

Alsteråns vattenvårdsförbund 2003. Alsterån 2002. Alcontrol laboratories.

Svensson, J.-E. 2003. Zooplanktonundersökningar i Allgunnen och Kållen 1999 och 2002. Rapport Inst. Ingenjörshögskolan, Högskolan i Borås, 145.

87. Lyckebyåns vattenvårdsförbunds övervakning av tre sjöar

Recipientkontrollen i Lyckebyån samordnades 1983 och övervakningsprogrammet startade ett år senare i Getasjön, Kyrksjön och Törn. Karlskrona kommun utförde vattenkemiska analyser till 1994, varefter Svelab och sedermera AL-control blev huvudentreprenör. Zooplanktonprovtagningarna liknar de övriga vattenvårdsförbundens med kvantitativ provtagning i samband med "limnologisk undersökning" vart 5:e år. I det nya programmet från den 19/12 2000 har zooplankton utgått medan fytoplankton finns kvar.

Prov togs i skiktet 0-2 m med "Ramberggrör" i augusti, filtrerades genom 45 µm väv och analyserades till art och räknades. Femårsun-

dersökningarna utfördes 1987-88 och 1992 av IVL och zooplankton analyserades av Lennart Olofsson.

Åren 1994-95 gjordes en specialundersökning i Karlskrona vattenverks damm i Lyckeby. Vattnet har mycket kort uppehållstid i dammen. Prov togs sammanlagt vid 9 tillfällen genom att fylla en dunk med vatten på ca 0,5 m djup och filtrera 10 l genom 45 µm väv samt konservera provet med Lugols lösning och analysera under omvänt mikroskop. Ansvarig var Lennart Olofsson. Resultaten tyder på att biomassorna, speciellt av kräftdjur, är onormalt låga även för ett oligotroft vatten.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och växtplankton utom för Lyckebydammen där tilläggsdata i stort sett saknas.

Referenser:

Lyckebyåns vattenvårdsförbund 1989. Lyckebyån 1984 till 1988/Limnologiska undersökningar 1987/88. IVL, Aneboda.

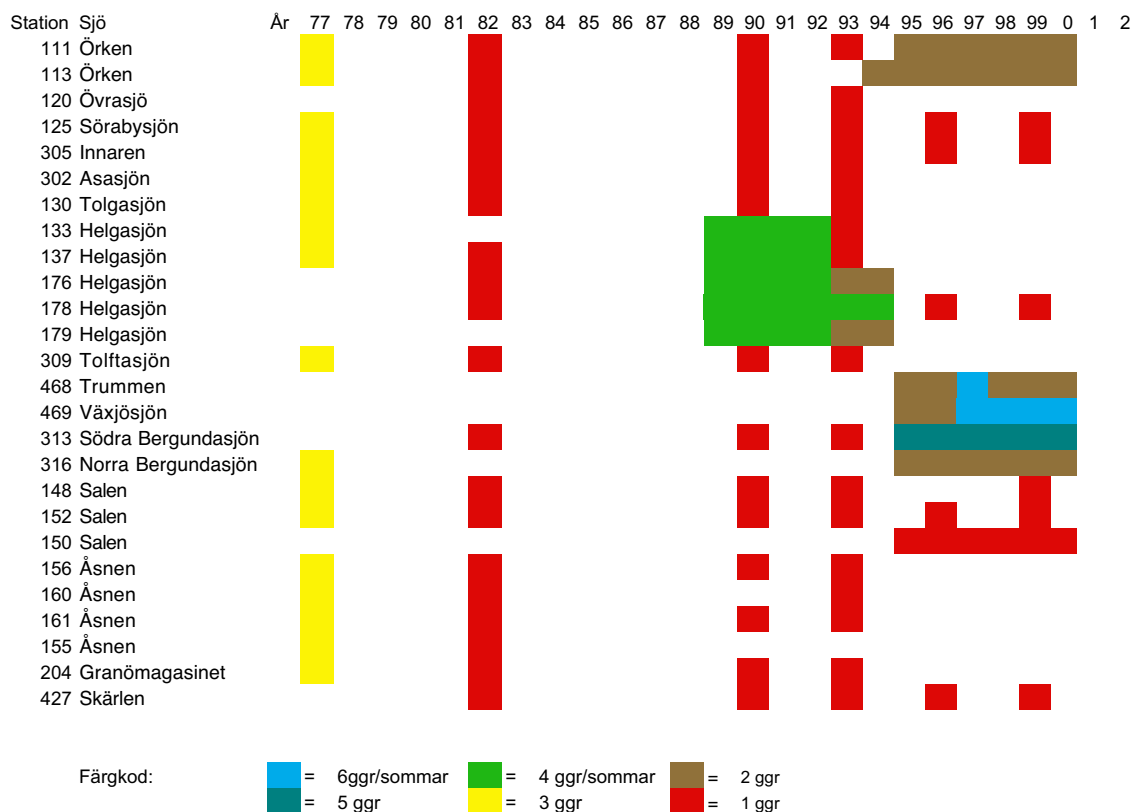
Lyckebyåns vattenvårdsförbund 1993. Biologiska undersökningar i Lyckebyåns vattensystem hösten 1992. Påväxtalger, växtplankton, djurplankton. IVL, Aneboda 1993-06-15.

Lyckebyåns vattenvårdsförbund 1996. Växt- och djurplankton i Lyckebyån vid Lyckeby 1994-1995. Rapport IVL.

Lyckebyåns vattenvårdsförbund 1999. Biologiska undersökningar i Lyckebyån 1998. Bottenfauna, elfiske, nätprovfiske. Svelab, Pelagia AB.

88. Samordnad recipientkontroll i 4-7 sjöar i Ronnebyån

Inom ramen för Ronnebyåns vattenvårdsförbunds kontrollprogram föreskrevs i programmet 1977 planktonprovtagningar i maj/juni och augusti vart 5:e år på 3 sjöstationer vilket i programmet från 1983 ändrats till 14 sjöstationer (6 sjöar) men med provtagning enbart i augusti. Sjöarna var: Rottnen, Viren, Läen, Stora Hensjön, Linnerydssjön och Hjorthålan. De ligger i storleksintervallet 1,5-30 km² och är alla grundare än 18 m. Senare har provtagningsintervallet justerats till vart tredje år och antalet stationer till 7. Från 1995 tas prov vart tredje år endast i 4 sjöar: Rottnen, Viren, Läen och Stora Hensjön. Provtagningen i Viren löper dessutom årligen.



Figur 13. Kvantitativa zooplanktonprovtagningar inom Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1977-2000. Före 1977 finns intensiva provtagningar i Trummen i samband med restaureringen och utfiskningen. Data från en förväntad "limnologisk" femårsundersökning år 1987 har inte kunnat återfinnas.

I praktiken finns resultat från 4-14 sjöstationer i augusti med 2-4 års mellanrum (1978, 1982, 1987, 1990, 1993, 1996 och 1999). Årliga augustiprovtagningar har redovisats 1995 - 2000 samt 2003 från Viren. Åren 1978-1990 ingick även Linnerydssjön och Hjorthålan samt 2 ytterligare stationer i Rottnen i programmet. Opublicerade provtagningsomgångar från mars 1979 och 1989 finns också.

Programmet drevs av IVL till 1993, och Ingrid Aronsson gjorde analyserna före 1983, följd av Lennart Olofsson till 1993. Därefter, fram till t.o.m. 1997, drevs programmet av Ekologgruppen och Gertrud Cronberg gjorde analyserna. Därefter har KM-lab drivit programmet (sedermera ALcontrol) och Jan-Erik Svensson gjort analyserna.

Provtagning gjordes t.o.m. 1987 med Rodhämmtare vid ytan och vid bottnen och provvattnet filtrerades (45 µm) före konservering med Lugols löning. I fortsättningen togs prov med Rambergör, på 0-2 m djup och på 3 eller 5 punkter, varifrån vattnet (2,5 - 12,5 l) blandades innan ett blandprov (5 l) uttogs för analys. (Under tidiga år har fixering gjorts innan filtrering.) Redovisningen har i början och slutet av provtagningsserien följt gängse övervakningsrutiner med artanalys, individtäthet, biomassa för fem dominanter samt uppskattad totalbiomassa. I en del av serien ingår endast artanalys och individtäthet och 1996 har endast kvalitativ analys gjorts.

Individvolymmer har tidigare hämtats som konstanter ur litteraturen men på senare år har längd-viktsamband för crustacéer och arts specifika litteraturdata för rotatorier använts. Kringdata finns för vattenkemi, klorofyll och fytoplankton.

Referenser:

Andersson, Y. 1955. *Limnologisk undersökning av Ronnebyåns nedre lopp*. AB E.G. Johanssons boktryckeri, Karlshamn.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1983. *Limnologiska undersökningar i Ronnebyåns avrinningsområde 1982*. IVL, Aneboda, maj 1983.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1988. *För Ronnebyåns vattenvårdsförbund. Ronnebyån 1987. Limnologiska undersökningar. Del 2 av 2. Prel version. Rapport IVL*.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1991. *Ronnebyån. Plankton i Ronnebyåns sjöar, augusti 1990 - Limnologisk undersökning*. IVL, Aneboda 1991-09-26

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1994. *Växt- och djurplankton i Ronnebyåns sjöar*. IVL, Aneboda.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1996. *Ronnebyån 1995. Recipientkontroll. Ekologgruppen & Agro-lab*.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1997. *Ronnebyån 1996. Recipientkontroll. Ekologgruppen & Agro-lab*.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1998. *Ronnebyån 1997. Recipientkontroll. Ekologgruppen & Agro-lab*

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 1999. *Ronnebyån 1998. KM-lab*

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 2000. *Ronnebyån 1999. KM-lab*

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 2001. *Ronnebyån 2000. Alcontrol laboratories*.

Ronnebyåns vattenvårdsförbund 2002. *Ronnebyån 2001. Alcontrol laboratories*.

Aronsson, I., opublicerat material.

89. Mörrumsåns vattenvårdsförbunds varierande planktonprogram

De vattenkemiska effekterna av utsläpp från cellulosaindustri har följts med löpande mätningar från 1937 i Mörrumsån. Problemen med kommunala avloppsutsläpp i Växjösjöarna (spec. Trummen) är av samma gamla datum. Vattenvårdsförbund bildades därför tidigt; ett för Övre Mörrumsån och ett för Nedre Mörrumsån. Dessa slogs samman 1972 och fick ett gemensamt övervakningsprogram för perioden 1973-77.

Innan dess var förundersökningar, åtgärder och korttidsuppföljning klara efter de första åtgärderna i Trummen och Växjösjön (beskrivna under "Växjösjöarna" sid. 79). Uppföljningen av effekter på zooplankton av dessa och andra åtgärder (muddring och decimeringsfiske i Växjösjön och S. Bergundasjön) under 1980 och 90-talen låg dock utanför Mörrumsåns övervakningsprogram fram till 1995. En betydande del av den kemiska uppföljningen i Bergundasjöarna låg från 1974 inom det s.k. Reningsverk-recipientprojektet men zooplanktonuppföljning tycks saknas under en lång period.

I 1973 års program föreskrevs kvantitativa zoo- och fytoplanktonundersökningar vart 5:e år i 9 sjöar liksom i det följande programmet perioden 1978-82. Detta ersattes efter förläng-

ning av ett program med samma planktonomfattning 1984-88. De speciella 5-årsundersökningarna ("Limnologiska undersökningar") kom att genomföras 1977, 1982 och 1987. Vid undersökningen 1977 togs ytprover och bottenprover i mars, april, augusti och oktober. Vid undersökningen 1982 togs proven i mars och augusti och vid 1987 års provtagning i maj och augusti. Cirka 14 sjöar med 16-20 stationer ingick i dessa undersökningar. I programmet från 1988 föreskrevs en utvidgning av programmet så att 5 stationer i Helgasjön provtogs maj t.o.m. aug. (4 ggr) varje år och på ytterligare några stationer tillfälligtvis under perioden 1989-1994. Dessutom ändrades intervall för de limnologiska undersökningarna till vart 3:e år vilket gav planktonundersökningar 1990 och 1993. Vid nästa programändring 1995 infördes årlig provtagning på 7 stationer med 1-6 provtagningar under säsongerna. Den högsta frekvensen gällde Växjösjön 1997-2000 och Trummen 1997, som nu introducerades i programmet. (Se "Växjösjöarna" sid. 79) Utöver dessa årliga undersökningar kvarstod provtagning på ytterligare 7 stationer i augusti vart 3:e år (1996+1999). Station Örken (111) provtogs även 1994. År 2001 reducerades programmet åter så att enbart växtplanktonprov tagits åren 2001+2002. Zooplanktonprogrammet åskådliggörs i figur 13.

Vid den första provtagningen användes Ruttnerhämtare och vid de följande fram t.o.m. 1987 Rodhehämtare samt fixering med Lugols lösning. Sedan användes Rambergör och prov togs då i skiktet 0-2 m på tre punkter inom varje station, fixerades (formalin) och filtrerades genom 45 µm nät. Analysen omfattade artbestämning, beräkning av biomassa för 5 dominerande arter samt uppskattning av totalbiomassa. IVL utförde undersökningarna t.o.m. 1983 och Ingrid Aronsson analyserade zooplanktonproven. Under perioden 1984-88 var VBB entreprenör och under denna period (1987) borde en "limnologisk undersökning" ha gjorts. Någon sådan rapport har emellertid inte påträffats.

1990 års undersökning analyserades för IVL av Lennart Olofsson, och när KM-lab blev entreprenör 1995 övertog Gertrud Cronberg zooplanktonanalyserna.

Kringdata finns vad gäller vattenkemi, klorofyll och fytoplankton. Bland viktiga åtgärder under senare år märks en stor kalkning av nedre Mörrumsån 1988 (kalkning startade i övrigt 1982). En utfiskning av gädda och abborre för att sänka kvicksilverhalten i fisk i Helgasjön gjordes 10 år tidigare.

Referenser:

- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1990. Plankton i Helgasjön, Mörrumsåns vattensystem 1989. IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1991. Plankton i Helgasjön, sommaren 1990. IVL, Aneboda 1991-06-10.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1992. Plankton i Helgasjön, sommaren 1991. Rapport IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1993. Plankton i Helgasjön, sommaren 1992. Rapport IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1994. Plankton i Helgasjön, sommaren 1993. Rapport IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1995. Plankton i Helgasjön, sommaren 1994. Rapport IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1978. Mörrumsåns vattensystem 1973-1977. Fysikalisk-kemiska undersökningar, limnologiska undersökningar. IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1983. Limnologiska undersökningar i Mörrumsåns avrinningsområde år 1982. Del II: Biologi samt bakterier och sediment, sidorna 94-184. IVL, Aneboda 1983-06-30.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1987. Mörrumsåns vattensystem. Fysikalisk-kemiska undersökningar, limnologiska undersökningar. IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1990. Plankton i Mörrumsåns vattensystem 1989. IVL, Aneboda.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1991. Mörrumsåns. Plankton i Mörrumsåns sjöar, augusti 1990 - Limnologisk undersökning. IVL, Aneboda 1991-10-28.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1996. Mörrumsån 1995. KM-lab, Växjö.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1997. Mörrumsån 1996. KM-lab, Växjö.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1998. Mörrumsån 1997. KM-lab, Växjö.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 1999. Mörrumsån 1998. KM-lab, Växjö.*
- Mörrumsåns vattenvårdsförbund 2000. Mörrumsån 1999. ALcontrol laboratories.*

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 2001. Mörrumsån 2000. ALcontrol laboratories.

Mörrumsåns vattenvårdsförbund 2002. Mörrumsån 2001. ALcontrol laboratories.

90. Samordnad recipientkontroll i två sjöar i Bräkneån

Efter bildandet av ett vattenvårdsförbund togs perioden 1983-87 årliga vattenkemiska prov på ett dussintal stationer i ån. Därefter gjordes enligt ett nytt program 1987 en första "limnologisk undersökning" där plankton ingick för sjöarna Hyllen och Tiken men där zooplanktonprov inte kom att analyseras förrän ett år senare. Hyllen har ytan 4,9 km² och Tiken har ytan 5,7 km² och maxdjupet 8,5 m.

Kvantitativa djurplanktonprov (augustiprov) har redovisats från Tiken för 1988, 1990, 1991 och 1992. År 1989 och perioden efter 1993 redovisas endast kvalitativa data. Från Hyllen redovisas kvantitativa data 1988 och 1992. Gertrud Cronberg har gjort alla analyserna, dels åt Ekologgruppen fram till 1992 och dels åt KM-lab därefter (kvalitativa prov).

I Tiken togs proven med Rodhehämtare från djupen 0, 2, 4, och 6 m och i Hyllen användes samma metod 1992 medan skiktet 0-2 m provtogs 1988 med Rambergör. Proven filtrerades (45 µm) och konserverades med formalin. Analyserna gjordes under omvänt mikroskop och redovisas som individtäthet, biomassa för de 5 dominerande arterna samt skattad totalbiomassa och andelarna eutrofi- och oligotrofiindikerande arter i proven. Det är oklart om vertikalintegrerade eller ytprov (0-2 m) redovisas.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll och växtplankton.

Referenser:

Bräkneåns vattenvårdsförbund. 1987. Bräkneån. Limnologiska undersökningar 1987. Ekologgruppen.

Bräkneåns vattenvårdsförbund. 1989. Bräkneån. Recipientkontroll 1988. Ekologgruppen.

Bräkneåns vattenvårdsförbund. 1990. Bräkneån. Recipientkontroll 1989. Ekologgruppen (end kval. zoopl.)

Bräkneåns vattenvårdsförbund. 1991. Bräkneån. Recipientkontroll 1990. Ekologgruppen

Bräkneåns vattenvårdsförbund. 1992. Bräkneån. Recipientkontroll 1991. Ekologgruppen

Bräkneåns vattenvårdsförbund. 1993. Bräkneån. Recipientkontroll 1992, Bilaga: Plankton i sjöarna Tiken och Hyllen, augusti 1992. KM-lab.

91. Skräbeåns vattenvårdsförbund – årlig planktonövervakning

Den samordnade recipientkontrollen startade för Skräbeåns del år 1966. Kvalitativa håvprov togs då vår och höst årligen 1978-80 i 6 sjöar. De var: Immeln, Raslängen, Halen, Oppmannasjön, Ivösjön och Levräsjön, givna i strömriktningen. Endast längst ned i kedjan (Levräsjön) var eutrofieringen påtaglig.

Från och med 1982 redovisas data från årlig kvantitativ provtagning i augusti i dessa sjöar. Proven togs med Rodhehämtare för att representera skiktet 0-2 m, konserverades (Lugols lösning), filtrerades genom 45 µm väv, och analyserades under omvänt mikroskop. En övergång till provtagning med "Rambergör" (0-2 m) på tre näraliggande punkter och blandning av proven samt fixering och filtrering gjordes 1987. IVL svarade för hela kontrollen t. o. m. 1981. Därefter har Skandiaconsult varit huvudentreprenör med IVL som underleverantör av biologiska data t. o. m. 1995. Proven analyserades till 1986 av Ingrid Aronsson och Lennart Olofsson gjorde analyserna 1987-1995. Från 1996 görs analyserna av Gertrud Cronberg. Artanalys, dominerande arter, eutrofi- och oligotrofiindikerande arter samt individtätheter för alla arter redovisas. Från 1987 t.o.m. 1995 finns totalbiomassor. Kringdata finns i form av kemi, klorofyll och växtplankton. Tidsserien är troligen den längsta (= antal provtagna år) och mest homogena inom recipientkontrollen.

I Ivösjön gjordes 1973-80 omfattande limnologisk undersökningar inför ev. byggande av ett pumpkraftverk. Dessa undersökningar behandlas separat (sid. 90).

Referenser:

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1983. Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontrollundersökningar år 1982. IVL, Aneboda 1983-03-21.

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1984. Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontrollundersökningar år 1983. IVL, Aneboda 1984.

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1985. Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll år 1984. IVL, Aneboda 1985-04-12.

Skräbeåns vattenvårdskommitté. 1986. Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll år 1985.

IVL, Aneboda 1986-03-16. I: *Skräbeån, recipientkontroll 1985. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1987. *Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll år 1986. IVL, Aneboda 1987-03-06. I: Skräbeån, recipientkontroll 1986. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1988. *Biologiska undersökningar i Skräbeåns vattensystem under 1987. IVL, Aneboda 1988-03-15. I: Skräbeån, recipientkontroll 1987. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1989. *Biologiska undersökningar i Skräbeåns vattensystem under 1988. IVL, Aneboda 1989-04-17. I: Skräbeån, recipientkontroll 1988. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1990. *Biologiska undersökningar i Skräbeåns vattensystem under 1989. IVL, Aneboda 1990-03-17. I: Skräbeån, recipientkontroll 1989. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1991. *Biologiska undersökningar i Skräbeåns vattensystem under år 1990. Påväxtalger, växtplankton, djurplankton, bottenfauna. IVL, Aneboda 1991-04-16. I: Skräbeån, recipientkontroll 1990. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1992. *Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll år 1991. IVL, Aneboda 1992. I: Skräbeån, recipientkontroll 1991. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1993. *Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll hösten 1992. IVL, Aneboda 1993-03-10. I: Skräbeån, recipientkontroll 1992. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1994. *Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll hösten 1993. IVL, Aneboda 1994. I: Skräbeån, recipientkontroll 1993. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1995. *Skräbeåns avrinningsområde – Recipientkontroll hösten 1994. IVL, Aneboda 1995-05-08. I: Skräbeån, recipientkontroll 1994. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1996. *Biologiska undersökningar i Skräbeåns vattensystem hösten 1995. Påväxtalger, växtplankton, djurplankton, bottenfauna. IVL, Aneboda 1996-05-28. I: Skräbeån, recipientkontroll 1995. Scandiaconsult miljöanalys.*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1997. *Skräbeån, recipientkontroll 1996. Scandiaconsult*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1998. *Skräbeån, recipientkontroll 1997. Scandiaconsult*

Skräbeåns vattenvårdskommitté 1999. *Skräbeån,*

recipientkontroll 1998. Scandiaconsult
Skräbeåns vattenvårdskommitté 2000. Skräbeån,
recipientkontroll 1999. Scandiaconsult

Skräbeåns vattenvårdskommitté 2002. Skräbeån,
recipientkontroll 2001. Scandiaconsult

92. Recipientkontroll i Helgeåns sjöar

Den länsvisa vattendragskontrollen från tidigt 1970-tal ersattes 1983 av ett samordnat program inom "Kommittén för samordnad kontroll av Helgeån". De första åren följdes endast växtplankton i håvprov. I programmet från 1986 föreskrevs dock redovisning av både håvplanktonanalyser och totalbiomassa för zooplankton. I programmet från 1990 föreskrevs kvantitativa zooplanktonundersökningar 1 gång per år i 4 sjöar. Dessa var Osby-sjön (3 km², 6 m maxdjup), Råbelövssjön (6,3 km², 11 m), Finjasjön (11km², 13 m) och Hammarsjön (13,8 km², 1,7 m maxdjup).

Alla data från Finjasjön, redovisas i ett speciellt kapitel om restaureringsåtgärder (sid. 95). Fram t.o.m. 1990 ansvarade Mitek för de biologiska delarna av kontrollprogrammet för Helgeån medan Scandiaconsult var huvudentreprenör. Perioden 1991-1993 utförde IVL de biologiska analyserna. Sedan övertogs verksamheten av KM-lab och efter 1999 av Al-control.

Enligt rapporteringen redovisas kvantitativa zooplanktonanalyser först från augusti 1992. De utfördes av Lennart Olofsson. Därefter följde en period från 1994 till 2000 då enbart kvalitativa prov redovisades. Från och med år 2000 togs emellertid kvantitativa prov i april+augusti i ovanstående 4 sjöar samt i Möckeln (48,5 km², 10 m maxdjup) som inkluderades i programmet. Proven togs med Ramberggrör (0-2 m) på tre punkter och gav en total volym på 5 l. Proven fixerades med formalin, filtrerades (45 µm) och analyserades under omvänt mikroskop. Gertrud Cronberg gjorde analyserna. Artförekomst, individtäthet, och indikatorarter redovisades. Stöddata finns i form av vattenkemi och kvalitativt fytoplankton.

Kvalitativa prov har tagits i ytterligare 3 av Helgeåns sjöar vid utvidgade undersökningar.

Referenser:

Enell M., 1981. Helgeån 1976-1980 - Utvärdering av fysikalisk-kemiska och biologiska resultat, samt förslag till modifiering av kontrollprogram. Stencil, Helgeåns vattenvårdskommitté.

Hargeby A. & Kullberg, A. 1998. *Helgeån 1976-1996. Stencil av "preprint"*.

Kommittén för samordnad kontroll av Helgeån 1993. *Biologiska undersökningar i Helgeåns vattensystem hösten 1992, bilaga 3. Påväxtalger, växtplankton, djurplankton, bottenfauna. IVL, Aneboda 1993-04-15.*

Kommittén för samordnad kontroll av Helgeån 2001. *Helgeån 2000. Biologiska studier i Helgeån. ALcontrol Laboratories*

Kommittén för samordnad kontroll av Helgeån 2002. *Helgeån 2001. ALcontrol Laboratories.*

Kommittén för samordnad kontroll av Helgeån 2003. *Helgeån 2002 - Med långtidsutvärdering 1973-2002. ALcontrol Laboratories.*

93. Rotenonexperiment i två Blekingesjöar

År 1957 följde Bruno Berzins effekter av rotenonbehandling på zoo- och fytoplankton med relativt täta provtagningar i två småsjöar i Blekinge, Trännesjögolén (5,8 ha, 11,4 m) och Mjärögölen (4,3 ha, 9,5 m). Ingreppet i Trännesjögolén gjordes mitt i sommaren 1957 och sjön provtogs 11 ggr fram till 1959, varav 4 ggr första sommaren, 3 ggr den andra och 2 ggr den tredje. Mjärögölen som också behandlades samtidigt provtogs 10 ggr (3 ggr första sommaren, 2 ggr de båda följande somrarna, resten var vinterprov). Prov har tagits på 3 - 6 nivåer, ofta 4 nivåer.

Senare blev Trännesjögolén även kalkad men från den perioden finns endast kvalitativa håvprov.

Enligt Pejler & Berzins (1987) är proven filtrerade genom 20 µm väv och formalinkonserverade. Analysen har omfattat artidentifikation (inkl tillväxtstadier) för protozoer, rotatorier och kräftdjur. En komplett opublicerad rapportering finns. Resultaten visar att rotenon snabbt slår ut alla planktondjur medan fytoplankton klarar sig bättre. Rotatorier återkommer först ur vilägg och efter 3 månader närmar sig hela samhället det normala, dock med stor förskjutning av årscykeln.

Referenser:

Berzins, B. & Pejler, B. 1987. *Rotifer occurrence in relation to pH. Hydrobiologia 147: 107-116.*

Berzins, B., opublicerade data och rapporter.

94. Effekter av skogskalkning på fastmark i Ringamåla

År 1984 startades försök i fem områden i Sverige med spridning av kalk eller vedaska på fastmark. Experimenten gjordes med olika behandlingar i flera små avrinningsområden inom de fem huvudområdena. I de fyra delavrinningsområden som ligger i Ringamåla i Blekinge finns små sjöar i varje avrinningsområde och en biologisk uppföljning i dessa kom till stånd. Sjöarna är: Lilla Krokgylet, Stora Krokgylet (fisktom), Trehörnagyl (fisktom, pH 4,6-4,7) och Matgylet (neutral, brandfält 1977). Alla sjöarna är mycket små (ca 3 ha och <7,5 m maxdjup).

På våren 1985 behandlades ett avrinningsområde med K-kalk och ett med dolomit medan en sjö behölls som neutral referens och en som sur referens. Lennart Olofsson ansvarade för analys av makroskopiska djur på olika substrat och mikroskopiska djur associerade till näckrosor samt zooplankton. Kvalitativa zooplanktonanalyser finns 1985-1989. Kvantitativa prov togs i juni+augusti 1986-1989. I Matgylet (neutral referens) togs dock prov endast 1986 och 1989. Proven togs med 2 m långt plexiglasrör centralt i sjöarna och 2 prov (=10 l) filtrerades genom 45 µm filter, konserverades med formalin och analyserades under omvänt mikroskop.

Referenser:

Nihlgård, B. & Pålsson, I. *Forest liming in small catchment areas. Background information and preliminary results on liming effects 1983-1987. SNV Rapport 3552.*

Olofsson, L. 1986. *Benthos, epifauna och zooplankton i fyra små sura blekingesjöar 1985. Lägesrapport 1986.*

Olofsson, L. 1987. *Benthos, epifauna och zooplankton i fyra små sura blekingesjöar 1986. Lägesrapport 1987.*

Olofsson, L. 1988. *Benthos, epifauna och zooplankton i Matgylet, Stora Krokgylet, Lilla Krokgylet och Trehörnagyl i Blekinge 1987. Lägesrapport 1988.*

Olofsson, L. 1989. *Benthos, epifauna och zooplankton i fyra små sura blekingesjöar 1988. Lägesrapport 1989.*

Olofsson, L. 1990. *Benthos, epifauna och zooplankton i Matgylet, Stora Krokgylet, Lilla Krokgylet och Trehörnagyl i Blekinge 1989. Lägesrapport 1990.*

95. Listersjön – en kalkad vattentäkt

Listersjön är en lång och flikig skogssjö belägen ca 1 mil NO om Ronneby. Den är vattentäkt och reglerad med 1 m amplitud. Sjöyta och maxdjup är 1,92 km² resp. 9.9 m. Sjön kalkades 1980 och inför en ny kalkning undersöktes den allsidigt perioden augusti 1983–augusti 1984 med bl.a. sex zooplanktonprovtagningar. Ingrid Aronsson ansvarade för analyserna.

Prov togs över djuphålan i sjöns södra ände med Ramberggrör på nivåerna 0-2 m och 6,5-8,5 m. Från dessa djup togs 5 l vatten som filterades genom väv med 45 µm maskvidd och fixerades med Lugols lösning. Proven analyserades under inverterat mikroskop med avseende på kräftdjur och rotatorier. Biovolym beräknades från mätningar och längd-viktssamband. Kringdata finns i form av fullständig vattenkemi, klorofyll, kvantitativt fytoplankton, primärproduktion (aug. 2 år) samt provfiske.

Referenser:

Bengtsson, R. 1983. Limnologiska undersökningar 1983 och 1984. Kalkningsplan. IVL, Aneboda, 1985-01-17.

96. Regional limnologi i Blekingeåarnas avrinningsområden

I ett delbetänkande till 1964 års Naturresursutredning (SOU 1967: 43) lämnades observationsmaterial som pekade på en snabbt pågående försurning i södra Sverige. Uppmärksamheten rörde kanske främst nederbördens försurning men i viss mån även ytvattens ökade surhet, t.ex. i samband med rapporter om fiskdöd i sjöar. Redan 1967 ansökte Sven Björk och Nils Malmer om forskningsmedel för undersökningar över kemiska förändringar i myr- och sjövattnen i Sydsveriges urbergsområde, bl.a. motiverat av den befarade försurningen. Undersökningen kom så småningom till stånd och provtagningar genomfördes framför allt i Blekingeåarnas avrinningsområden. Syftet var att dels att skapa ett jämförelsematerial inför framtiden, dels att jämföra med tidigare undersökningar.

Limnologins pionjärer i Lund/Aneboda hade tidigare genomfört flera olika regionallimnologiska studier i Sydsverige, t ex vad gäller vattenkemi och plankton och Sven Björk, som ansvarade för projektets sjöundersökningar, hade själv införskaffat ett gedigt bakgrunds-

material från de aktuella vattensystemen under slutet av 1950-talet.

Projektet genomförde kvantitativa planktonprovtagningar 1970. Ett stort antal sjöar besöktes, totalt 110 identifierade. Alla sjöar provtogs i juli och vissa sjöar även i maj och oktober vilket gav totalt ca 170 prov, varav ca 110 tagna i juli 1970. Provtagningen var extensiv vad gäller plankton. En halv liter sjövattnen samlades in pelagialt med Ruttnerhämtare. Djupet var 0,2 m och provet fixerades med Lugols lösning. Samtidigt togs vattenprover som genomgick omfattande kemiska analyser. Provtagningen utfördes bl.a. av Wilhelm Granéli och Wilhelm Rippl.

Planktonproven har så vitt känt ej tidigare analyserats. De flyttades 2002 från limnologiska institutionen i Lund till Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Där pågår nu registrering och omkonservering. Proven har tagits med i databasen så långt sjöarna med rimlig säkerhet kunnat identifieras. Proven torde främst ha värde för jämförelse med senare tiders data från samma sjöar, framför allt vad gäller artförekomst

Referenser:

Sven Björk, opublicerat material.

97. Sodabehandling – ett kalkningsalternativ

I de traditionella sjö- och markkalkningsföretagen används olika produkter av kalksten (CaCO₃). Sjöalkningar i sjöar med höghumösa sediment ger dock ofta dåligt utbyte och i början på 1980-talet lanserades "Contracid-metoden" som ett alternativ. Sodalösning (NaCO₃) injicerades i humusrika sediment i Lilla Galtsjön och Allsjögyll i Blekinge samt Hjertasjön i Skåne. Den sistnämnda fick förnyad behandling 1991. Alla sjöarna är mindre än 20 ha och grunda (<11 m). Via ett stort antal munstycken fastsatta på en harvliknande ram pumpades lösningen ned under sedimentytan där jonerna till stor del adsorberades i den jonbytarlika matris som humusföreningarna utgör. Neutralisering av vätejoner med karbonat- och vätekarbonatjoner samt jonbyte av vätejoner mot natriumjoner gav sedan sjöarna högre pH och alkalinitet. I sjöarna gjordes zoo- och fytoplanktonundersökningar av Gertrud Cronberg, enligt figur 14. Stödinformation finns om vattenkemi, klorofyll, fytoplankton samt fisk genom provfisken.

År 1989 spreds, efter ett förundersökningsår, äggstora sodabriketter över de humusrika bottenarna i två andra sjöar i samma storleksklass (Ålasjön och Strömsjön). Plankton följdes två år efter spridningen av Gertrud Cronberg. I båda undersökningarna togs prov med rör till 2,5 m djup, i vissa fall kompletterat med hämtarprov från större djup. Alla prov filtrerades (45 µm maskvidd) och djuren formalinfixerades.

Sodatillsats har gjorts i ytterligare 8 sjöar i Blekinge och i Älgsjön i Gyllbergen i Dalarna. Där har Hans Olofsson tagit kvantitativa zooplanktonprov vid ett tillfälle före och ett tillfälle (augusti) tre år efter behandling. Dessa prov togs med Rambergör yta-botten (sid. 23).

Referenser:

Lindmark, G.K. 1984. *Acidified lakes: Ecosystem response following sediment treatment with sodium carbonate*. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 772-779.

Lindmark, G.K. 1990. *Soda ash briquettes in lake sediments – a new approach in reclamation of acidified waters*. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 173-178.

Cronberg, G., Lindmark, G.K. & Björk, S. 1988. *Mass development of the flagellate Gonyostomum semen (Raphidophyta) in Swedish forest lakes – an effect of acidification?* Hydrobiologia 161: 217-236.

Lindmark, G.K. 1991. *The use of soda ash briquettes in the neutralization of acidified lakes. A report on full scale treatments of lakes Ålasjön and Strömsjön*. Rapport, Limn. Inst, Lund.

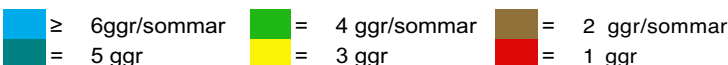
Lindmark, G.K. 1992. *Soda-briketter för "kalkning" av försurade sjöar. En sammanfattning av resultat, rapporter och artiklar angående sodabehandling i sjöar*. Rapport, Solvay Nordic AB.

Lindmark, G.K. 1993. *Soda ash for mitigation in acidified waters. Long-term lake response and efficiency*. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 173-178.

98. Gonyostomumprojektet

Under senare år har planktonalger av arten Gonyostomum semen kommit att uppträda i allt fler sydsvenska sjöar och dessutom i sådana mängder att man kan tala om massvegetation. Algen kallas också "gubbslem" på grund av att den utsöndrar slemtrådar vid beröring. Man vet att den företrädesvis uppträder i något surt och brunt vatten, ofta i mindre sjöar, men dess livsmönster och effekter i ekosystemen har varit dåligt kända. För att öka kunskapen startade Gertrud Cronberg m. fl. 1987 ett projekt som dels omfattade regional provtagning i 7 sjöar (augusti 1987+1988), dels omfattade experiment i plastinneslutningar (31 st) i Östersjön vid Knäred (3 km² yta, 3 m maxdjup). I inneslutningarna (ytabotten) varierades de miljöförhållanden som kunde antas påverka algen och bland de effekter som följdes ingick påverkan på zooplankton. Experimenten löpte juni–okt. 1988 med veckovis provtagning. I sjön drevs motsvarande provtagning april–september (Ruttnerhämtare, 3 djupnivåer). Proven filtrerades genom

Behandl.	Sjö	År	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Injektion	Lilla Galtsjön			okt											
Injektion	Ällsjögyl				maj										
Injekt+Brik.	Hjärtasjön						maj								okt
Briketter	Strömsjön												maj		
Briketter	Ålasjön												maj		
Briketter	Älgsjön														
Injektion	Götarpsjön														nov
Injektion	Sjöarpasjön														nov

Färgkod: 

Figur 14. Metodik och sodabehandlade sjöar inom "Contraacid-projektet" samt behandlingsår och månad (rutur med uppgift om månad). Zooplanktonprovtagningar enligt färgkod.

45 µm nät och analyserades av Gertrud Cronberg med avseende på hjuldjur och kräftdjur. Kringdata i form av analyser av vattenkemi, klorofyll och fytoplankton finns. Materialet är till stor del opublicerat. Material från provtagningar 1979-87 inom "Contraacidprojektet" ingår som en delmängd i "Gonyostomumprojektet".

Referenser:

Cronberg, G., Lindmark, G. & Björk, S. 1988. Mass development of the flagellate *Gonyostomum semen* (Raphidophyta) in Swedish forest lakes – an effect of acidification? *Hydrobiologia* 161: 217-236.

Lindmark, G. & Cronberg, G. 1988. *Gonyostomum semen* – en problemalg på frammarsch i försurningskänsliga sjöar. *Blekinges natur* 1988: 121-135.

Cronberg, G., opublicerat material.

99. Ivösjön: planerat pumpkraftverk

Sydsvenska kraft AB lät 1973-80 undersöka Ivösjöns kemiska och biologiska status i samband med projekteringen av ett pumpkraftverk som skulle ge dygnsvisa förändringar i vattenståndet. En allsidig och långvarig undersökning gjordes av Limnologiska institutionen i Lund.

År 1973 studerades zooplankton månatligen juli-november (5 ggr) på 7 stationer. Gunnar Andersson var ansvarig. På varje station togs djupprofiler på 2-5 djup med en 5 l vattenhämtare. Proven filtrerades genom 45 µm väv och djuren formalinkonserverades. Vid analysen räknades rotatorier och nauplier bara på 1 m djup medan kräftdjur redovisas från olika djup summerade till grupperna Cladocera och Copepoda. Vid ett tillfälle i juli togs prov sex gånger under ett dygn på station 1 för att beskriva ev. dygnsvandringar. Resultaten kunde inte styrka att vandringar förekom och redovisades summariskt.

År 1974 togs prov på tre stationer vid 12 tillfällen (7 gånger maj-okt). Provtagningsdjupen var 1, 5, 10, metalimnion, 20 m samt ytterligare ett eller två djup. 10 l vatten från varje djup togs med Rodhehämtare och filtrerades (45 µm) före fixering med formalin. Proven räknades under omvänt mikroskop och med olika stora räknekammare för mer eller mindre frekvent förekommande arter/stadier.

Resultaten pekar på en mesotrof och biodivers miljö. Olika planktondjurs procentfördel-

ning i tre djupskikt (epi-, meta-, hypolimnion) anges. Tidsserier året runt ges för medelindvidtäthet för alla arter. Biomassa finns inte beräknad. Protozoer behandlas inte.

Kringdata finns i form av vattenkemi, klorofyll, artsammansättning fytoplankton, primärproduktion och provfisken, speciellt siklöja. Av rapporteringen från år 1977+1978 framgår att provtagningen förändrats så att Clarke-Bumpushäv avändes för vertikalt integrerande provtagning yta-botten på stationerna 1 och 4 (6 prov/år). År 1979 togs prov i skikten 0-10, 10-20, 20-30 och 30-45 m på station 1. År 1980 var undersökningen som mest intensiv med 11 provtagningar/år. På station 1 togs skikten 0-10, 10-20, 20-30, 30-45 och på station 4 skikten 0-10, 10-25 m. I dessa prov analyserades kräftdjur inklusive nauplier.

Sedan 1982 tas också årligen kvantitativa zooplanktonprov i Ivösjön inom den samordnade recipientkontrollen. Denna verksamhet beskrivs på sid 85.

Referenser:

Almer, B. Ivösjön under den senaste 100-årsperioden. Rapport, Limnologiska inst., Uppsala.

Granéli, W. 1975. Ivösjön – limnologisk undersökning 1974. Undersökning utförd för sydsvenska Kraft Aktiebolaget. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.

Hamrin, S.F. (ed) 1974. Ivösjön – Limnologisk undersökning 1973. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet..

Hamrin, S.F. (ed) 1977. Ivösjön – Limnologisk undersökning 1975-1976. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet..

Hamrin, S.F. (ed) 1978. Ivösjön – Limnologisk undersökning 1977. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet..

Hamrin, S.F. & Bertilsson, J. 1980. Limnologisk undersökning 1978-1979. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet..

Hamrin, S.F. & Bertilsson, J. 1981. Ivösjön – Limnologisk undersökning 1980. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.

100. Vombsjön: vattentäkt till Malmö stad

För att tillgodose Malmö stads råvattenbehov genomfördes en invallning och dämning av Vombsjön från våren 1970. Före och efter detta ingrepp undersöktes sjön vattenkemiskt

och biologiskt i ett mångårigt projekt vid Limnologiska institutionen i Lund.

Bruno Berzins gjorde alla zooplanktonanalyser inom projektet. Vid undersökningarna togs prov 8–15 gånger årligen varav 6–8 gånger maj–september. Proven togs på 0,2, 2, 5, 8, 12 samt vid högvatten 13–14 m djup. En ospecificerad vattenhämtare användes. Vattnet filtrerades (45 µm) och provet formalinkonserverades och räknades under omvänt mikroskop och med olika stora räknekammare för mer eller mindre frekvent förekommande arter/stadier. Analysen drevs till artnivå och protozoer ingår.

Resultaten redovisades dels i form av ”kuldiagram” som ger djupfördelningar, dels i form av individtätheter som djupintegrerades över 12 m djup. Normalt redovisades bara individtätheter men omräkning till biomassa gjordes i senare rapporter. Generellt avtar zooplanktonbiomassan under undersökningsperioden och individstorleken minskar.

Stöddata finns i form av vattenkemi, fytoplanktonbiomassa, klorofyll och primärproduktion.

Provtagningen har efter dessa inledande år (1969–73) fortsatt i mer begränsad omfattning med en fördjupning år 1983 då provfiske och bottenfaunaundersökning gjordes.

År 1995 intensifierades undersökningarna i ett specialprojekt med inriktning på att förstå orsaken till blomningarna av cyanobakterier i sjön och för att föreslå åtgärder. Fiskens roll kom särskilt att belysas, samt effekterna av ett decimeringsfiske. Zooplanktonundersökningarna drevs separat för rotatorier som analyserades i skiktet 0–2 m av Gertrud Cronberg och kräftdjur i samlingsprov från skikten 0–5 och 5–10 m av Birgitta Ekström. Rotatorieproven togs med Ramberggrör på 10 punkter spridda över sjön, blandades och filtrerades (45 µm), fixerades med Lugols lösning och analyserades under omvänt mikroskop. Kräftdjursproven togs med en 7 l Limnoshämtare på 5 nivåer och punkter ned till 5 m djup och blandades. Ett motsvarande blandprov togs sedan i skiktet 5–10 m djup. Proven filtrerades (150 µm), formalinkonserverades och analyserades under omvänt mikroskop. Längdmätningar gjordes på olika kräftdjur och medelstorlekarna under säsongen för Daphnia- och Bosminaarter presenterades grafiskt.

Undersökningen utmynnar i flera rekommendationer, bl.a. reduktion av fosfortillförseln, stor regleringsamplitud och måttligt fiskuttag, även av mört.

Referenser:

- Almestrand, A. & Lundkvist, C. 1983. *Vombsjön, faktasammanställning 1983. Länsstyrelsen i Mälän 1983:1.*
- Bertilsson, J. 1972. *Fytoplanktons kvantitativa och kvalitativa utveckling i Vombsjön 1970 resp. 1971. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Bertilsson, J. 1975. *Fytoplanktons kvantitativa och kvalitativa utveckling i Vombsjön 1971 resp. 1972. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Berzins, B. 1970. *Zooplankton i Vombsjön 1969. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Berzins, B. 1971. *Zooplankton i Vombsjön 1970. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Berzins, B. 1972. *Zooplankton i Vombsjön 1971. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Berzins, B. 1973. *Zooplankton i Vombsjön 1972. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Berzins, B. 1974. *Zooplankton i Vombsjön 1973. Rapport, Limnologiska institutionen, Lunds universitet.*
- Gelin, C. 1972. *Fytoplanktons primärproduktion i Vombsjön 1971. Rapport, Limnologiska inst., Lund.*
- Gelin, C. 1971. *Primary production and chlorophyll a content of nannoplankton in a eutrophic lake. Oikos 22: 230–234.*
- Hamrin, S. F., Soler, T., Eriksson, M., Svensson, J., Linge, H., Cronberg, G. & Romare, P. 1998. *Från sediment till fisk – en översiktlig studie av Vombsjöns ekosystem 1994–95. Fiskeriverket rapport 1:1998.*
- Länsstyrelsen i Malmöhus län, Naturvårdsenheten 1983. *Vombsjön – faktasammanställning 1983. Meddelande Nr. 1983:1.*

101. Bysjön: hypertrof utan extern näringstillförsel

Den extremt näringsrika (hypertrofa) Bysjön ligger mitt i Skåne, har 11 ha yta och 8,6 m maxdjup. Sjön var extrem genom att sakna tilllopp och ha liten extern näringstillförsel men internt recirkulera stora mängder växtnäring. Bottenvattnet var syrgasfritt från maj

till september. Totalfosforhalten var 400-1000 µg P^{*l}-1 i ytvattnet och pH 8-10. Regnbåge insattes årligen och torde dominera fiskbeståndet tillsammans med ruda. Chaoborus fanns också i sjön och larvernas uppträdande i sjön beskrevs i en 20-poängsrapport (B. Vahlstrand 1975).

Lennart Olofsson beskrev först zooplankton i sjön 1972 och jämförde med tillståndet tillbaka till 1969 med hjälp av prov tagna av Gunnar Andersson. Prov togs då med Ramberggrör i skikten 0-3, 3-5, och 5-7 m. Proven togs månatligen, filtrerades genom 45 µm väv, konserverades och analyserades under omvänt mikroskop.

Alla viktiga arters individtäthet redovisas såväl i tabeller som figurer. En stor fiskdöd inträffade i sjön vintern 1970 och 1972 års undersökning visade att zooplankton inte hade återgått till tillståndet före fiskdöden. Bl. a. saknades småvuxna hinnkräftor medan storvuxna former som *Daphnia magna* och *D. longispina* dominerade.

Huvudundersökningen i Bysjön gjordes i ett projekt 1973-1975 med parallella undersökningar av kemi, bakterier, fytoplankton, primärproduktion och zooplankton med syfte att beskriva sjöns näringsväv, med tonvikt på bakteriernas roll. Lennart Olofsson ansvarade för zooplanktonundersökningar i projektet. Av det zooplanktonmaterial som samlades in finns endast data från ett år kvar (1975).

Zooplanktonprov togs då med Rodhehämtare (5 l) på sju stationer i sjön och med 1 m djupintervall. Detta gjordes vid 31 tillfällen tämligen jämt fördelade under år 1975 som är det enda redovisade undersökningsåret. Vatten från varje djupstratum blandades och 5-20 liters subsampel uttogs för filtrering (45 µm maskvidd) och provet konserverades med formalin+socker. Vid resultatredovisningen används integrerade värden för 0-4 m och 4-7,5 m. Längdmätningar gjordes på 20-50 *Daphnia* och copepoder vid varje provtagningstillfälle och våtvikt bestämdes från längd-viktregressioner. Vidare konverteringar till torrsvikt och kol gjordes. Produktionsberäkningar gjordes för *Eudiaptomus* och *Daphnia* (3 sp) genom att följa kullars tillväxt resp. anta en daglig P/B-kvot. Filtreringshastigheter för samma grupper togs från litteraturen och de fåtaliga naupliernas och rotatoriernas filtrering försumrades när hela samhällets konsumtion beräknades.

Zooplanktons reaktion på bakterie- och fytoplankton tillgång bedömdes med hjälp av

äggproduktion (fekunditet) och mortalitet. *D. longispina* tycks under givna förutsättningar bäst utnyttja bakterier.

Utöver detta material finns en beskrivning av djurens vertikalkvandringer i juni 1975 bevarad.

Vidare genomfördes 1976 flera experiment i sjön för att bl.a. påvisa fiskens inverkan på zooplankton. Experimenten gjordes med stora plastinneslutningar med olika fiskesamhällen. I samband med detta provtogs även sjön som referens. Proven analyserades av Gertrud Cronberg som ansvarade för plankton i projektet.

Referenser:

Andersson, G., Berggren, H., Cronberg, G. & Gelin, C. 1978. *Effects of planktivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. Hydrobiologia* 59: 9-15.

Olofsson, L. *Zooplankton i Bysjön 1972 i relation till förändringar i artsammansättningen 1969-1972. Rapport, Limnologiska avd. Lunds universitet.*

Coveney, M.F., Cronberg, G., Enell, M., Larsson, K. & Olofsson, L. 1977. *Phytoplankton, zooplankton and bacteria - standing crop and production relationships in a eutrophic lake. Oikos* 29: 5-21.

102. Havgårdssjön: ett undervisningsprojekt

I mitten på 1970-talet startades ett undervisningsprojekt för doktorander vid Limnologiska avdelningen i Lund benämnt "Omland - sjö". Som objekt valdes Havgårdssjöns avrinningsområde. Sjön är liten och grund (0,5 km², 5,8 m maxdjup) samt eutrof. Som ett av många delmoment följdes zooplanktonutvecklingen av Lennart Olofsson. Ett viktigt syfte med zooplanktonundersökningen var också att få ett referensmaterial till Bysjön som intensivundersökts året innan. Provtagningsprogrammet var intensivt och 19 provtagningar hanns med från 1976-05-06 till 1976-09-15.

Rodhehämtare användes vid provtagningen och proven formalinkonserverades efter filtrering (45 µm). Kräftdjur och rotatorier analyserades under omvänt mikroskop och individtäthet för olika arter redovisas i tabeller. Materialet är inte publicerat. Som kringinformation finns sannolikt vattenkemi, klorofyll och fytoplanktonanalyser.

Referenser:

Olofsson, L. *opublicerat material*.

103. Odensjön: en skånsk klarvat- tensjö

Det är mycket ont om fattiga klarvattensjöar i Skåne. En sådan – Odensjön – finns dock inom Söderåsens nationalpark. Siktdjupet i sjön kan vara 5 m sommartid. Röd *Oscillatoria* finns då på större djup i sjön, och sprider sig uppåt i vattenmassan vintertid vilket kan reducera siktdjupet till 1 m. Sjön provtogs redan 1924 av Gustav Alsterberg som arbetade med syrgasprofiler. Femtio år senare togs en serie prov i sjön av Lennart Olofsson med primärt intresse att jämföra nya med äldre syrgasprofiler. Zooplanktonprov togs också, men numera återstår endast data från början av september 1976. Roddehämtnare användes vid provtagningen (1, 3, 5, 7, 9 m djup) och proven filtrerades genom nät med 45 µm porstorlek. Kringdata finns i detta fall sparsamt, endast enkel vattenkemi.

Referenser:

Olofsson, L. *opublicerat material*.

104. Plankton som mörtmat i Söv- desjön

Sövdesjön tillhör Kävlingeåns vattensystem och är belägen 45 km öster om Lund. Sjön är måttligt stor (2,5 km², 8 m maxdjup) och den undersökning av mört- och braxenynglets födoval som gjordes 1964 berörde bara en mycket begränsad del av sjön. Det aktuella området, Kyrkviken, karaktäriserades av en mycket frodig vattenvegetation vilket innebar att en dammliknande eller littoral fauna var att förvänta. Prov togs på sex stationer med olika typer av vegetation vid 15 tillfällen under året varav 13 under perioden maj–oktober. Vid provtagningen användes en 10 l hink för att på varje station ta 40 l ytvatten (0–0,2 m) som filtrerades genom 75 µm väv och konserverades med formalin. I omedelbar närhet fångades sen årsyngel av mört och braxen som maganalyserades varpå fiskynglens selektivitet för olika zooplanktongrupper beräknades.

Individtätheten i proven var tidvis mycket hög (8000 *Cladocera*·l⁻¹) och stämpelpipett användes för subsampling innan proven räknades under omvänt mikroskop.

Undersökningen som helhet berör knappast planktiska förhållanden men kan ha ett värde för att jämföra littoral förhållanden i eutrofa sjöar med de som råder i plankton i svårt eutrofierade (hypertrofa) sjöar.

Referenser:

Johansson, C. & Johansson, J.Å. 1974. Födoval hos mört och braxenyngel (*Cyprinidae*) i Sövdesjön, Skåne. Information från Sötvattenslab., Drottningholm 13, 1974.

105. Biomanipulation i Sövdeborgs- sjön

Sövdeborgssjön är liten och grund (11 ha, 3,5 m maxdjup), högeutrof och med total dominans av mört (85% av individbeståndet). Ca 1/3 av sjöytan täcks av flytbladsväxter. I sjön genomfördes först partiella rotenonbehandlingar höstarna 1980 och 1981 då drygt 70% av mörtarna togs bort. Sedan introducerades gös på hö Sommaren 1986 (samt mindre insättningar 1987+1988). Utsättningarna minskade mörtpopulationen ytterligare med 50%. Experimenten avsåg att belysa "top-down"-reglering och ekosystemets ev. jämviktsförändring framför allt via den stora mörtpopulationen. Försöken drevs i två separata projekt för de olika typerna av manipulation enligt ovan och Gunnar Andersson ansvarade för zooplankton i båda. Zooplanktonprov togs dels i vegetationsfritt vatten, dels i flytbladszonen med öppna plexiglasrör med propp (2-2,5m djup). Prov togs varannan vecka eller månatligen maj–okt. 1980 -1989 (10 år). De filtrerades genom 45 µm väv och formalinkonserverades. Stöddata finns i form av vattenkemi, klorofyll och provfischen.

Experimenten resulterade i maximala zooplanktonbiomassor de år (1982+1987) då mörtpopulationerna var mest reducerade. Det var huvudsakligen populationerna av *Daphnia cucullata* som expanderade. Efter båda manipulationerna återgick ekosystemet till sitt tidigare jämviktsläge.

Sövdeborgssjöns zooplankton har även undersökts tidigare med kvantitativa metoder. Prov togs 1976 från februari till november vid 9 tillfällen i den öppna delen av sjön och även i flytbladszonen. Proven analyserades av Bruno Berzins. Sjöns ekosystem hade då just stabiliserats efter en total fiskdöd vintern 1969/70. Detta material är opublicerat och det är obekant vilka stödvariabler som finns.

Referenser:

Persson, L., Johansson, L., Andersson, G., Diehl, S. & Hamrin, S. F. 1993. *Density dependent interactions in lake ecosystems: whole lake perturbation experiments*. *Oikos* 66: 193-208.

Berzins, B., opublicerat material.

106. Zooplanktonpåverkan på alger i Dagstorpssjön

I en serie experiment påvisade Lars-Anders Hansson att kläckningen av vissa algers vilstadiet från sedimenten kan fördröjas vid närvaro av *Daphnia* i vattnet. Detta rör främst *Gonyostomum semen* och *Peridinium* sp. I en parallell fältstudie undersöktes förhållandena i en vik av Dagstorpssjön under två år. Sjön är grund (maxdjup 5 m, yta 0,5 km²) lätt humös och måttligt eutrof.

Prov togs 8 ggr 1996 och 9 ggr 1997 (juli-okt). Proven togs med Ruttnerhämtare ned till 3 m djup (6 nivåer) och blandades innan ett delprov (5 l) filtrerades genom 55 µm väv och fixerades med Lugols lösning. Endast planktonkräftdjuren analyserades och biomassor av *Daphnia*, copepoder och makrozooplankton bestämdes genom längdmätningar och längd- volymsamband ur litteraturen. Som stöddata finns fullständig vattenkemi, klorofyll samt provfisken.

Referenser:

Hansson, L.-A. 2000. *Synergistic effects of food chain dynamics and induced behavioral responses in aquatic ecosystems*. *Ecology* 81: 842-851.

Hansson, L.-A. 1996. *Algal recruitment from lake sediments in relation to grazing, sinking and dominance patterns in the phytoplankton community*. *Limnol. Oceanogr.* 41: 1312-1323.

Hansson, L.-A., Rudstam, L.G., Johnson, T.B., Sorzano, P.A. & Allen, Y. 1994. *Patterns in algal recruitment from sediment to water in a dimictic lake*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 2825-2833.

107. Ringsjön: eutrofiering, belastningsreduktion och biomanipulation

I samband med att AB Sydsvatten initierade undersökningar i Bolmen för Nordvästskånes vattenförsörjning 1966 (sid. 75) gjordes även undersökningar i Ringsjön. Bruno Berzins svarade för analys och bearbetning av proven

och resultaten presenterades i form av årliga rapporter till Sydsvatten.

Ringsjön har tre bassänger; Sätöftasjön, Östra Ringsjön och Västra Ringsjön med en sammanlagd yta på 39,6 km² och maxdjup 17,5 m samt ett års omsättningstid.

Prov togs med vattenhämtare på olika djup i sjöns tre bassänger. I Sätöftasjön provtogs 5 djup (0,2, 1, 2, 6, 12 m) i Ö. Ringsjön 3 djup (0,2, 3, 10 m) och i V. Ringsjön togs ytprov. År 1966 och 1967 gjordes 13 resp. 12 provtagningar per år varav 7 maj t.o.m. september. Bioolymer anges för alla zooplanktongrupper (inklusive protozoer) i tiddiagram för varje djup. Kringdata finns vad gäller vattenkemi, fytoplankton, primärproduktion och fisk. Klorofyll saknas.

Perioden 1972-1983 genomfördes årliga provfisken i Ringsjön och i samband med det även vertikala zooplanktonhävningar med 75 µm planktonhäv. Detta material nyttjades för att bestämma planktondjurens storlekar dels i sjön och dels i fiskmagar. Proven analyserades av Eva Bergstrand, Sötvattnelaboratoriet. Eftersom fiskbestånden och fiskstorlekarna förändras under perioden förväntas en storleksminskning i zooplanktonsamhället, vilket dock inte kunde visas. Kringdata finns i form av vattenkemi.

Eutrofieringsproblemen fortsatte även efter det att fosfor- och kvävetillförseln från tillrinningsområdet minskats. Då tillgreps utfiskning av mört och braxen för att minska eutrofieringssymptomen. Inom projektet "Restaurering genom cyprinidreduktion" genomfördes kvantitativa zooplanktonprovtagningar 1987-94 (8 år).

Våren 1988 reducerades fiskbeståndet i Östra Ringsjön med ca 500 ton genom fiskdöd. Dessutom trälades 1989-90 ca 100 ton skräpfisk. Två år senare (1991-92) trälades ca 120 ton i Västra Ringsjön.

Provserien inleddes 1987-89 med semikvantitativa vertikala hävningar (planktonhäv 150 µm, diam. 140 mm) på Berzins stationer. Från och med 1990 togs prov med ett 1 m klafflocksörsett rör från ytan och på varannan meter till botten (8 prov i de djupa bassängerna, 3 prov i V. Ringsjön). Proven ur varje vertikalserie blandades och filtrerades genom 150 µm häv samt konserverades med formalin. Kräftdjuren i ett lämpligt delprov analyserades under omvänt mikroskop (Eva Bergstrand). Provtagningsfrekvensen var 8-11 ggr/år varav ca 7 april-okt.

Under 1990 togs prov både med semikvantitativ häv och plexiglasrör. En variansanalys visade inte på någon signifikant skillnad ”men

skillnaderna mellan metoderna kan vara relativt stora" (Hamrin et al 1991).

Hjuldjursprov insamlades år 1990-94 med rör i skiktet 0-2 m, filtrerades (45 µm), konserverades (formalin) och analyserades under omvänt mikroskop av Gertrud Cronberg, Limnologiska inst. Lund. Endast 1993 års prov har redovisats, resten finns i protokoll (även kräftdjur).

Zooplankton i den åttaåriga mätserien visar totalt sett inte de entydiga svar som förväntades vid reduktion av cyprinidernas betningstryck. Individstorleken ökade inte, inga effektivare fytoplanktonätare expanderade och biomassan ökade inte. Som möjlig förklaring anføres den "yngelexplosion" av cyprinider som snabbt kom att öka predationstrycket igen, oklart hur mycket.

Under alla undersökningsperioder finns vattenkemi och fytoplankton som kringdata. Klorofyll finns i övervakningsprogram och bra provfiskedata finns från 1972.

Referenser:

Bergman, E. 1997. Ringsjön i Skåne. Restaurering genom cyprinidreduktion- effekten av fiskreduktionen. Rapport Limnologiska avd. Lunds Universitet.

Bergman, E., Bergstrand, E., Cronberg, G., Eriksson, M., Romare, P. 1994. Sjörestaurering genom cyprinidreduktion. Ringsjöns status under 1993. Rapport Limnologiska avd. Lunds Universitet.

Bergstrand, E. 1990. Changes in the fish and zooplankton communities of Ringsjön, a Swedish lake undergoing man-made eutrophication. *Hydrobiologia* 191: 57-66.

Björk, S. & Lettevall, U. 1968. Bolmen - Lagan - Ringsjön. Resultat från en tvåårig limnologisk undersökning i samband med projekteringen för Skånes framtida vattenförsörjning. Rapport, AB Sydsvatten, Malmö.

Enell, M. & Eriksson, M. 1988. Ringsjön - ekosystem i förändring 1987. Beskrivning av sjöns struktur och funktion samt förändring under perioderna 1984-87 och 1975-86. Rapport, Mellanskanes planeringskommitté.

Enell, M. & Henriksson, J. 1991. Ringsjön - ekosystem i förändring 1990. Beskrivning av sjöns struktur och funktion 1990 samt förändringar 1975-1990. Rapport. Mellanskanes kommunalförbund.

Hamrin, S., Bergstrand, E., Cronberg, G. & Romare, P. 1991. Sjörestaurering genom cyprinidreduktion. Ringsjöns utveckling sedan 1966 samt effekter av fiskreduktionen 1988-1990. Rapport Limnologiska avd. Lunds Universitet.

Hamrin, S.F., Bergstrand, E., Cronberg, G., Persson

A., Romare, P. & Strand, J. 1993. Sjörestaurering genom cyprinidreduktion. Ringsjöns utveckling under perioden 1987-1992. Rapport Limnologiska avd. Lunds Universitet.

Hansson, L-A. & Bergman, E. 1999. Nutrient reduction and biomanipulation as tools to improve water quality: The Lake Ringsjön story. *Developments in hydrobiology* 140. Kluwer Academic Publishers, 160 pp.

Ryding, S.O. 1983. Ringsjöområdet - ekosystem i förändring. Redovisning och utvärdering av limnologiska undersökningar. Rapport, Mellanskanes planeringskommitté.

108. Finjasjön: eutrofiering, muddring och biomanipulation

I Hässleholms kommun har man sedan 1940-talet sett Finjasjön utvecklas till ett "eutrofieringselände" med kulmen i början på 1990-talet. Sjön är 11 km² stor och grund (13 m maxdjup) men har djupbottnar under temperatursprångskiktet. Siktdjupet hade minskat från 2 m på 1920-talet till 0,4 m 1990-93 och blågrönalgbloomingar (som fanns redan på 1940-talet) ökade och försvårade användningen av sjön för bad och rekreation på grund av de stora algmängderna och eftersom algerna visat sig vara toxiska. Produktionen av konsumtionsvatten försvårades också. Motåtgärder i form av mekanisk rening (1949), aktivt slam-process (1963), kemisk fällning (1977) vände inte utvecklingen, som snarare accelererade. Åren 1987-1992 genomfördes en muddring av syrgasfria djupsediment och kort därefter (1992-1994) genomfördes en utfiskning av karpfisk med trålning som sänkte biomassan med 400 ton och gav en fiskpopulation med mindre än 50% karpfisk. Som ytterligare åtgärd anlades våtmarker för behandling av utgående reningsverkswatten samt skyddszoner längs vattendrag i jordbrukslandskapet. För att följa effekterna av framför allt utfiskningen togs zoo- och fytoplanktonprov månatligen 1992+1993 vilket ökades till veckoprovtagning 1994-1996. Gertrud Cronberg svarade för analyserna till 1996 och Heléne Annadotter för de fortsatta analyserna. Proven togs med Ruttnerhämtare och prov från skikten 0-3 och 3-7 m blandades innan filtrering. Både 150 och 45 µm maskvidd användes vid filtreringen.

Som kringinformation finns vattenkemi, klorofyll, fytoplankton och provfisken. Av resultatet framgår en väsentlig sänkning av algbiomassan, en begynnande återkoloniser-

ing av undervattensväxter och ett förändrat och möjligen instabilt zooplanktonsamhälle. Det har också visat sig att fiskfaunan efter snabb tillväxt av karpfiskar tenderat att återgå till den tidigare strukturen, vilket påkallat förnyade fiskeinsatser.

Referenser:

Annadotter, H., Cronberg, G. Aagren, R., Lundstedt, B., Nilsson, P.-Å. & Ströbeck, S. 1999. *Multiple techniques for lake restoration. Hydrobiologia* 395/396: 77-85.

Hamrin, S., Annadotter, H., Linge, H., Persson, A., Romare, P., Soler, T. & Strand, J. 1993. *Sjörestaurering genom mörtfiskreduktion; en förstudie. Finjasjön år 1992. Limnologiska avd. Lund, Söt-vattenslab., Drottningholm.*

Hansson, L.A. 1998. *Bio-manipulering som restaureringsverktyg för näringsrika sjöar. En kunskaps-sammansättning. Naturvårdsverket, Rapport 4851.*

Annadotter, H., *opublicerat material*

Cronberg, G., *opublicerat material.*

109. Ybbarpsåns sjöar 1971-1980

Limnologiska institutionen i Lund hade ett mångårigt recipientkontrolluppdrag i Ybbarpsån där både påväxt och plankton analyserats nedströms Perstorp. Hoten utgjordes dels av större fosfor- och kväveutsläpp i samband med att ett nytt reningsverk med biologisk rening togs i drift 1971, dels av att gifteffekter kunde uppträda. Zooplanktonanalyser gjordes av Bruno Berzins. Prov togs 3 ggr per sommar i fyra sjöar/dammar: Ybbarpsjön (1 km²), Storarydsdammen, (0,2 km², 5,2 m) Östra Sorrödssjön (0,5 km², 3,8 m) och Västra Sorrödssjön (0,6 km², 1 m). Alla sjöarna är grunda och eutrofa. Ybbarpsjön ligger uppströms utsläppspunkten. Undersökningar har genomförts 1971-1973, 1975-1977, 1979-1980 och 1983. Prov togs med Ruttnerhämtare och Lugols lösning tillsattes till 1 l vatten där plankton fick sedimentera och proven analyserades efter att överskottsvatten sugits av. Kräftdjur, rotatorier och protozoer har analyserats men ej ägg och tillväxtstadier eller biomassa. Individtätheterna anges kodade i klasser (bilaga 3) så en tillbakaräkning till exakta individtätheter kan inte göras. Som kringdata finns framför allt fytoplanktonanalyser. De två första åren kunde störningar avläsas i planktonbilden liksom även någon gång under de senare åren. Strandlevande arter är vanliga i proven

vilket bidrar till artrikedomen. Från 1997 och framåt tas åter kvantitativa zooplanktonprovtagningar i Östra Sorrödssjön. De beskrivs under Rönne ås kontrollprogram (nedan).

Referenser:

Berzins, B., Fleischer, S., & Lundquist, I. 1972.

Limnologisk undersökning av Ybbarpsån 1971.

Rapport limnologiska institutionen i Lund.

Berzins, B & Lundquist, I. 1973. *Limnologisk undersökning av Ybbarpsån 1972. Rapport limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B & Lundquist, I. 1974. *Limnologisk undersökning av Ybbarpsån 1973. Rapport limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B. 1975. *Perifyton och planktonundersökningar i Ybbarpsån 1975. Rapport, limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B. 1976. *Perifyton och planktonundersökningar i Ybbarpsån 1976. Rapport, limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B. 1977. *Perifyton och planktonundersökningar i Ybbarpsån 1977. Rapport, limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B. 1979. *Perifyton och planktonundersökningar i Ybbarpsån 1979. Rapport, limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B. 1980. *Perifyton och planktonundersökningar i Ybbarpsån 1980. Rapport, limnologiska institutionen i Lund.*

Berzins, B. 1983. *Perifyton och planktonundersökningar i Ybbarpsån 1983. Rapport, limnologiska institutionen i Lund.*

110. Kontroll av fyra sjöar i Rönneåsystemet

Redan från 1971 fanns en löpande kontroll i Ybbarpsån, en gren av Rönne å. Den omfattade bl.a. zooplankton i 4 sjöar (se ovan). Senare (juni 1976) konstituerades "Kommittén för samordnad kontroll av Rönne å" som under slutet av 1970-talet bl. a. redovisade vattenkemisk kontroll samt kvalitativa växtplanktonanalyser i sjöar. I program från 1982 och 1988 föreskrevs även årlig kvantitativ zooplanktonprovtagning i skiktet 0-2 m i 5 sjöar (Ö. Sorrödssjön, V. Sorrödssjön, Hjälsjön, Västersjön, Rössjön). Data av denna typ har dock

inte påträffats i Scandiaconsults och Ekologgruppens rapportering t. o. m. 1988

Från 1997 och framåt redovisas dock kvantitativa zooplanktondata av Ekologgruppen från ovanstående sjöar, (exklusive V. Sorrödsjön, där zooplankton inte längre ingår i programmet).

Prov tas numera i april och augusti, i skiktet 0–2 m med Ramberggrör, filtreras genom 45 µm väv, fixeras med formalin samt analyseras under omvänt mikroskop. Analyserna görs av Gertrud Cronberg.

Referenser:

Rönneåkommittén 1998. Rönne å. Vattenkontroll 1997. Ekologgruppen, Landskrona.

Rönneåkommittén 1999. Rönne å. Vattenkontroll 1998. Ekologgruppen, Landskrona.

Rönneåkommittén 2000. Rönne å. Vattenkontroll 1999. Ekologgruppen, Landskrona.

Rönneåkommittén 2001. Rönne å. Vattenkontroll 2000. Ekologgruppen, Landskrona.

Rönneåkommittén 2002. Rönne å. Vattenkontroll 2001. Ekologgruppen, Landskrona.

Rönneåkommittén 2003. Rönne å. Vattenkontroll 2002. Ekologgruppen, Landskrona.

[www. Ronnea.com](http://www.Ronnea.com)

111. Krankesjön: en grund slättsjö med växlande grumling

Krankesjöns yta är numera 3,4 km², (varav 2,9 km² är öppen vattenyta) och den har ett maxdjup på 3 m.

Sjön ingår i den grupp av sjöar som efter sänkning blivit så grund att i princip hela botenytan gjorts tillgänglig för makrofytvegetation. I Krankesjön gjordes sänkningen på 1890-talet genom att ett nytt utlopp grävdes. Från 1920-talet rapporterades riklig undervattensvegetation, till stor del kransalger. Dessa uppgifter härstammar från P.O. Svanberg som "upptäckte" sjön som fågelsjö (Svanberg 1931). Av Asta Lunds undersökningar 1944-49 framgick att sjön då övergått till ett grumligt makrofytfattigt stadium med ca 0,5 m siktdjup. I början på 1950-talet fram till början på 1970-talet hade sjön åter ett klarare och makrofytrikare stadium, vilket i mitten av 1970-talet ersattes av ett grumligt stadium. Nästa svängning kom 1985-87 då sjön klarnade och vegetation koloniserade. Sjön uppträder således på ett karaktäristiskt sätt för grunda eutrofa sjöar med alternerande jäm-

viktsslågen (ex. Tåkern, sid 46). Från Krankesjön finns också en ovanligt god ornitologisk dokumentation och Gunnar Andersson visade tidigt hur fågellivet starkt gynnades under perioderna med mycket makrofyter och klart vatten (Andersson et al 1990)

Teorier om de olika tillståndens orsaker har tidigare berörts (sid. 46).

Zooplanktondata från Krankesjön har samlats av lundalimnologer inom olika projekt, fram för allt inom det s.k. Fågelsjöprojektet 1982- 1997, möjligen även 1998-1999, samt ett EU-finansierat våtmarksprojekt 1999 och ett doktorandarbete 1999-2000.

Inom Fågelsjöprojektet togs prov månatligen maj-sept. från 1985, dessförinnan i juli och augusti. Juli och augustiprov från hela perioden är analyserade. Åren 1995, 1996 och 1997 intensifierades provtagningarna med 7, 15 och 13 provtagningar under sommarperioden. Vid en del av dessa tillfällen togs prov även nattetid. Proven togs med hjälp av ett plexiglasrör ned till 1,5 m djup på 3-4 ställen med kort inbördes avstånd och blandades i en dunk (5 l). Efter filtrering genom 45 µm väv konserverades proven i formalin och analyserades under omvänt mikroskop. Analyserna omfattade kräftdjur och bioolymer beräknades med hjälp av längdmätningar och längd/viktförhållanden ur litteraturen. Även närsaltkemi och växtplanktonbiomassa analyserades.

I våtmarksprojektet togs proven på liknande sätt men i skiktet 0-1 m. Vid filtreringen var maskvidden 55 µm och proven fixerades med Lugol's lösning.

Undersökningarna har avkastat flera rapporter. Inom zooplanktonområdet behandlades bl.a. zooplanktonbetning av planktonalger som en möjlig orsak till ett relativt partikelfattigt vatten vilket belystes med hjälp av data från Krankesjön, Tåkern (sid. 46), Hornborgasjön (sid. 47), Vasatorpsdammen (sid. 98) och Engure (Litauen). Konsumtion beräknades med konstanter ur litteraturen och det konstaterades att kräftdjurens betningstryck per dag var i medeltal 20% av växtplanktonbetningen knappast på ett avgörande sätt påverkar fytoplanktontätheten. Det kan inte fastställas hur zooplanktonbestånden i sin tur regleras.

I ytterligare en undersökningsfas 1999-2000 undersökte Mikael Gyllström cladocerernas populationsdynamik och dess orsaker. Studierna inleddes med experiment i inneslutningar – mesokosmer – där effekterna av ökad

näringstillförsel och ökad fiskpredation på i första hand cladocerer undersöktes under 7 veckor. Likadana studier genomfördes samtidigt i 6 länder i Europa. Prov togs även på en station i sjöns nordvästra del vid 7 tillfällen juni-augusti för att tjäna som referens. En rörhämtare (diam 7 cm) användes för att ta två eller tre prov (yta – botten) som blandades varefter 7 l provvatten filtrerades (50 µm). Proven konserverades med Lugols lösning. Före analys under omvänt mikroskop subsamlades de så att minst 100 individer av det vanligaste kräftdjuret räknades. Både individtäthet och biomassa redovisas för grupper och släkten, i vissa fall arter.

Från slutet av augusti 1999 t.o.m. slutet av oktober 2000 togs prov (22 tillfällen) på två stationer, en i norr, nära ovanstående station, en på sjöns södra sida. Prov togs månatligen aug–mars och varannan vecka mars–sept. och månatligen sept.–okt. Samma metodik som för den tidigare provserien användes men endast kräftdjur räknades och ingen konvertering till biomassa gjordes. Dessa prover togs för att studera säsongsdynamiken hos cladocererna och se vilken roll rekrytering från vilägg spelade för densamma. Rekrytering mättes med fällor i samband med alla provtagningarna och experiment användes för att följa viläggsproduktion och kläckning.

Referenser:

- Andersson, G. 1981. *Fiskars inverkan på sjöfågel och fågelsjöar*. Anser 20: 21-34
- Andersson, G., I. Blindow, A. Hargeby, & Johansson, S. 1990. *Det våras för Krankesjön* Anser 29: 53-62.
- Blindow, I., Andersson, G., Hargeby, A. & Johansson, S. 1993. *Long-term pattern of alternative stable states in two shallow eutrophic lakes*. *Freshwater Biology* 30: 159-167.
- Blindow, I., Hargeby, A. & Andersson, G. 1998. *Alternative stable stages in shallow lakes - what causes a shift? I: Jeppesen, E. Søndergaard, M. Søndergaard, M & Christoffersen, K. (eds) The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer Verlag, New York: 353-360.
- Blindow, I., Hargeby, A. & Andersson, G. 2000. *Long-term waterfowl fluctuations in relation to alternative states in two shallow lakes*. I: Comin, F.A., Herrera, J.A. & Ramirez, J. (eds) *Limnology and aquatic birds. Monitoring, modelling, and management*. Universidad de Yucatan, Merida (Mexico).

Blindow, I., Hargeby, A., Wagner, B. M. A. & Andersson, G. 2000. *How important is the crustacean plankton for the maintenance of water clarity in shallow lakes with abundant submerged vegetation?* *Freshwater Biology* 44: 185-197.

Gyllström, M. 2004. *Induction and termination of diapause in a freshwater zooplankton community*. *Arch. Hydrobiol.* 161 (1): 81-97.

Hansson, L. A., M. Gyllström, A. Ståhl-Delbanco and M. Svensson. 2004. *Responses to nutrient and predation gradients in aquatic systems (the International Mesocosm Experiment, Sweden)*. *Freshwater Biol.* In press.

Svanberg, P.O. 1931. *Krankesjön, ett fåglarnas paradis*. *Natur och Kultur, Stockholm*.

<http://www.limnol.lu.se/krankel/page/scidata.asp?page=3>

112. Rotenoneffekter i Vasatorpsdammen

Den högeutrofa Vasatorpsdammen rotenonbehandlades i september 1992 och hölls därefter fiskfri i minst 3 år. Förundersökningar gjordes från juni 1990. Irmgard Blindow och Balint Wagner svarade för zooplankton i projektet. Data kom att redovisas tillsammans med material från Krankesjön, Tåkern och Hornborgasjön (se ovan).

Dammen saknade före ingreppet makrofytvegetation och hade 0,4 m siktdjup. Redan 1994 fanns tät undervattensvegetation och dammen hade en klarvattensfas ännu 1997.

Prov togs månatligen april-september (6 mån.) perioden 1990-1995 (med några avvikelser). Proven togs med hjälp av ett plexiglasrör ned till 1,5 m djup på 3-4 ställen med kort inbördes avstånd och blandades i en dunk (5 l). Efter filtrering genom 45 µm väv konserverades proven i formalin och analyserades under omvänt mikroskop. Analyserna omfattade kräftdjur och bioolymer beräknades med hjälp av längdmätningar och längd/viktförhållanden ur litteraturen. Även närsaltkemi och växtplanktonbiomassa analyserades.

Referenser:

- Blindow, I., Hargeby, A., Wagner, B. M. A. & Andersson, G. 2000. *How important is the crustacean plankton for the maintenance of water clarity in shallow lakes with abundant submerged vegetation?* *Freshwater Biology* 44: 185-197.

113. Mycklaflon: rödingsjö i Emån

Sveriges sydligaste bestånd av storröding finns i Mycklaflon, ett av Emåns källflöden. Sjön är stor (11,5 km², 42 m maxdjup), har ca 7 års omsättningstid och är fattig och klar (siktdjup 7–11 m). Sjön är inte försurningshotad, men har utsatts för många ingrepp.

År 1884 gjordes en sjösänkning (1,5 m) och i början på 1900-talet inplanterades både sik och siklöja. Stödinplantering av Vätternröding gjordes 1937. På 1980-talet inplanterades nors, gärs och signalkräfta. Alltsedan Tryboms besök 1893 har sjön sporadiskt undersökts och vad gäller plankton finns sentida undersökningar 1972, 1974–1975, 1983 och 1992. Kvantitativa zooplanktonprov togs endast vid den sistnämnda undersökningen. Gertrud Cronberg analyserade materialet.

Proven togs centralt i sjön vid 11 tillfällen varav 6 under perioden april t. o. m september. Prov tagna på 0–10 m djup blandades till ett sammelprov liksom prov tagna i djupintervallet 15–40 m. Proven filtrerades (45 µm), konserverades (formalin) och analyserades under omvänt mikroskop. Resultaten presenteras både i tabell- och diagramform och visade på ett art- och individmässigt mycket fattigt plankton. Kringdata omfattar fullständig vattenkemi, klorofyll, fytoplankton, provfiske med tillväxtbestämning och maganalyser för de pelagiskt levande arterna.

Referenser:

Eklöv, A. & Cronberg, G. 1993. *Mycklaflon, limnologisk undersökning 1991–1992. Medd. 9/93, Länsstyrelsen i Jönköpings län.*

114. Frisksjön: förundersökning inför kärnavfallsförvaring

Med syfte att dokumentera och utreda förutsättningarna för att lokalisera ett lager för djupförvaring av utbränt kärnbränsle genomför SKB (Svensk kärnbränslehantering AB) under 2003–2004 undersökningar kring kärnkraftsverket vid Simpevarp utanför Oskarshamn. Utredningen är omfattande och innehåller studier av flera ekosystem (t ex planktonundersökningar i Östersjöns fjärdar), bl a med syfte att kunna modellera kolflöden i området. En sjö, Frisksjön (0,11 km², maxdjup 3,2 m) ingår i undersökningen och studeras bl. a. med avseende på fytoplankton, zooplankton och vattenkemi. Zooplanktonprover tas med Limnoshämtare (4,3 liter), vanligen på 3 djup (1, 2 och 3 m) över

sjöns djupaste punkt. Vattnet slås samman till ett samlingsprov, silas i fält (64 µm maskvidd) och fixeras i Lugols lösning. Jan-Erik Svensson genomför zooplanktonanalyserna. Rotatorier, cladocerer och copepoder räknas och bestäms till art. Kroppsstorlekar mäts hos cladocerer, copepoder och dominerande rotatorier. Biomassor (torrvikt) beräknas med hjälp av längdviktsamband. Sällsynta arters vikt hämtades ur litteraturen. Prov har samlats in vid åtta tillfällen men endast tre provomgångar (15 juli, 10 dec, 14 april) har analyserats. Samtliga prover är dock bevarade.

Referenser:

Jan-Erik Svensson, opublicerat material

SKB, opublicerat material

115. Inverkan av vattenrörelser på zooplanktontätheten – undersökningar i Uden

Sommaren 1975 gjordes mätningar av vattenströmmar i sjön Uden. Mätningarna gjordes inom ramen för den Internationella Hydrologiska Dekaden. De tillgick så att en radarutrustning placerades på en förankrad flotte ute i sjön. Sedan sattes strömkors med radarreflektorer ut i sjön och deras rörelser följdes kontinuerligt med hjälp av radarn.

Den information om strömsättningen som därigenom skapades utnyttjades av Peter Blomqvist och Ulf Heyman som från flotten provtog zooplankton i de vattenmassor som passerade den stillastående flotten. När provtagningen utsträcks i tiden blir den ett sorts alternativ till att ta proven samtidigt på olika avstånd från flotten. Dessa avstånd kan dock inte styras i förväg men väl beskrivas i efterhand.

Bearbetningen inriktades dock inte på sådana problem utan på att finna olika mönster av förtätningar och förtunnningar i zooplanktonpopulationerna beroende på vattenhastigheten. Vid ökande vattenhastighet uppträder rotationceller med axlar i strömriktningen s. k. Langmuirspiraler. När dessa förstärks kan förtätningar och förtunnningar i populationerna uppstå för arter som aktivt försöker behålla en given djupnivå i vattnet. Förekomsten av sådana effekter undersöktes genom statistisk analys av de täthetsfördelningar som uppträdde under olika förhållanden.

Referenser:

Heyman, U., muntligt meddelande

Sammanfattning av metadatabasens innehåll

De undersökta sjöarnas geografi

Totalt finns i metadatabasen ca 550 sjöar varav 492 sjöar med uppgifter om sjöyta. Ett fåtal mindre sjöar och dammar bland dessa saknar SMHI-nummer. Ytterligare 110 sjöar provtagna i Blekinge år 1970 redovisas inte i denna statistik (se sid 8). I denna statistik ingår också stora sjöar som Mälaren och Vänern endast som en sjö trots att flera provtagningsstationer finns.

Sjöarna fördelar sig på 115 "projekt" eller undersökningsgrupper vilket innebär att varje undersökningsgrupp omfattar 4,5 sjöar i genomsnitt.

När sjöstorlekarna klassificeras enligt SVAR (tabell 1) framgår att tyngdpunkten ligger i mellanregistret, 0,1-10 km². Bland de minsta sjöarna finns 9 st mindre än 1 ha som definitivt är dammar eller mycket små fjälltjärnar.

Generellt är stora sjöar mer välrepresenterade än små om man jämför med hela sjöpopulationen i Sverige.

Djupuppgifter finns från 433 sjöar och max-djupen har indelats i sex klasser (tabell 2). I de sjöar som har max-djup mindre än 2 m finns med säkerhet ingen temperaturskiktning sommartid. Detta gäller sannolikt även majoriteten sjöar i gruppen med 2-5 m max-djup vilket innebär att ca 15% av de undersökta sjöarna kan vara oskiktade. Bland de grunda sjöarna finns också många med en mycket stor sjöyta (Hornborgasjön, Tåkern, Krankesjön).

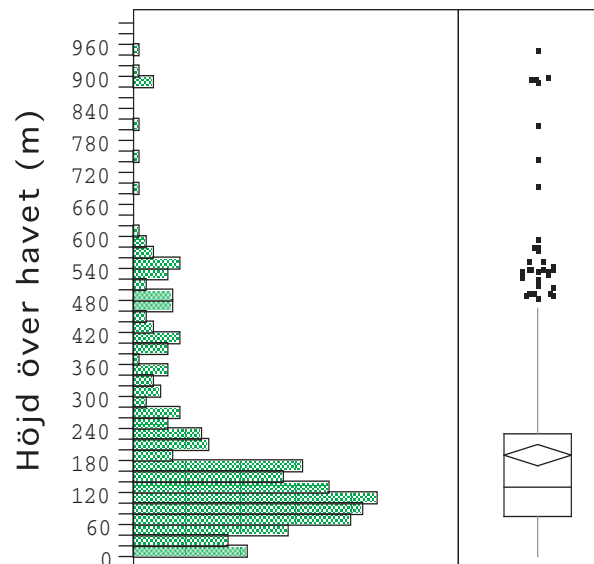
Även de mycket djupa sjöarna (>50 m) är väl företrädde i materialet och utgör 8% av totalantalet.

De undersökta sjöarna ligger ganska väl spridda över landet med en viss förtätning i de folkrikare delarna (figur 15). Den relativt jämna fördelningen är anmärkningsvärd eftersom ingen övergripande planering ligger bakom dessa undersökningar.

Ser man närmare på hur sjöarna fördelar sig länsvis (tabell 3) är det dock uppenbart att vissa

län är svagt representerade, t. ex. Gotlands, Södermanlands, Gävleborgs och Västernorrlands län.

Uppgifter om sjöarnas höjdlägen har inhämtats från SVAR och visar att den lägst belägna sjön ligger 0,7 m.ö.h. och den högst belägna 952 m.ö.h. Ca 10% av sjöarna ligger högre än 450 m.ö.h. vilket ungefär motsvarar trädgränsen i den norra delen av fjällkedjan (figur 16). Eftersom trädgränsen ligger högre i söder innebär det att mindre än 10% av de undersökta sjöarna ligger över trädgränsen. En stor del av sjöarna ligger i höjdlägen på 50 till 180 m ö. h. och bidrar till att höjdfördelningen har sin tyngdpunkt i detta område. Det är främst sjöar från Sydsvenska höglandet, Bergslagen och Norrlands inland som bidrar till att höjdfördelningen får sin tyngdpunkt i detta intervall.



Figur 16. Höjd över havet för sjöar där kvantitativa zooplanktonundersökningar genomförts. Höjduppgifter från SVAR för 340 sjöar.

Tabell 1. Antal sjöar med kvantitativa zooplanktonprovtagningar fördelade på storleksklasser enligt Svenskt vattenarkiv.

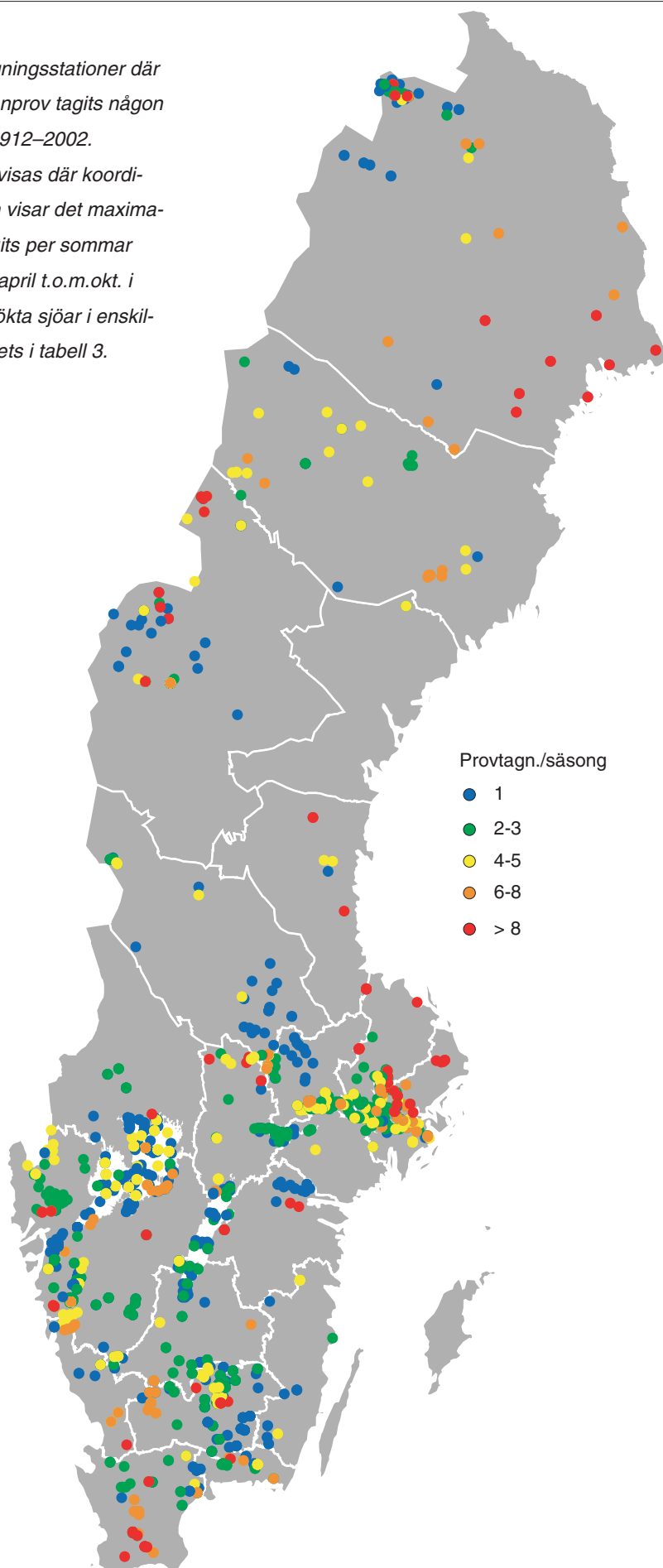
Sjöyta (km ²)	<0,01	0,01-0,1	0,1-1,0	1,0-10	10-100	>100	Summa
SMHI-kod	F	E	D	C	B	A	
Antal sjöar	9	76	186	138	77	6	492

Tabell 2. Antal sjöar med kvantitativa zooplanktonprovtagningar klassindelade efter uppgifter om maximalt djup.

Max-djup (m)	<2	2-5	5-10	10-20	20-50	>50	Summa
Antal sjöar	12	59	92	131	103	36	433

Figur 15. Sjöar/provtagningsstationer där kvantitativa zooplanktonprov tagits någon gång under perioden 1912–2002.

Provtagningsstationer visas där koordinater finns. Färgskalan visar det maximala antalet prov som tagits per sommar (maj t.o.m. sept i norr, april t.o.m. okt. i söder). Antalet undersökta sjöar i enskilda län har sammanfattats i tabell 3.



Tabell 3. Antal undersökta sjöar i enskilda län 1912–2002. Länstillhörighet enligt utloppskoordinater för 443 sjöar.

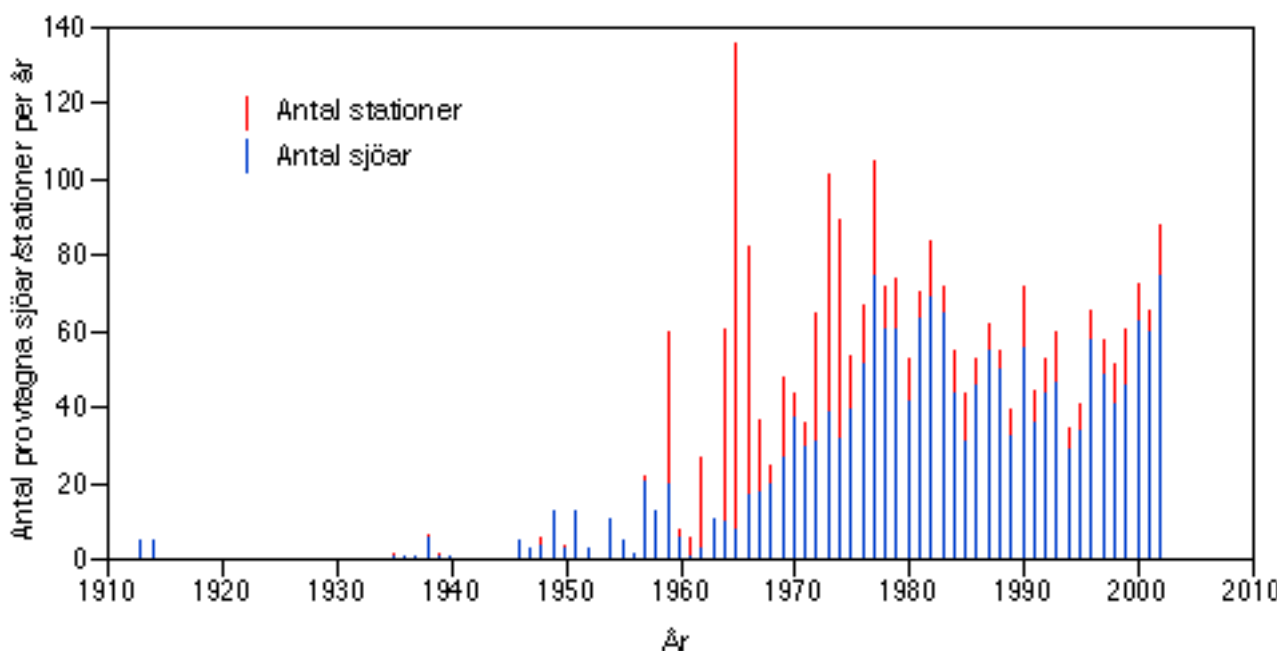
Län	Länskod	Antal sjöar
Stockholm	1	18
Uppsala	3	6
Södermanland	4	2
Östergötland	5	15
Jönköping	6	16
Kronoberg	7	40
Kalmar	8	9
Gotland	9	0
Blekinge	10	17
Skåne	12	27
Halland	13	9
Västra Götaland	14	100
Värmland	17	7
Örebro	18	17
Västmanland	19	22
Dalarna	20	24
Gävleborg	21	5
Västernorrland	22	1
Jämtland	23	29
Västerbotten	24	23
Norrbotten	25	56

Sjöarnas lägen i relation till den högsta kustlinjen har också undersökts. 156 sjöar visade sig ligga under denna gräns. Om dessa sjöar är temperaturskiktade och obetydligt föroreningspåverkade kan där finnas "glacialmarina relikter" som *Limnocalanus macrurus* och *Mysis relicta* vilket kan påverka det övriga planktonsamhället.

Undersökningar i tidsperspektiv

De första publicerade kvantitativa zooplanktonundersökningarna i Sverige gjordes i början av 1910-talet (Cleve-Euler & Huss 1912, Freidenfeldt 1921). Det dröjde dock fram till åren kring 1950 innan kvantitativa data började samlas in på allvar (figur 17). Antalet undersökta sjöar har sedan stigit till maximalt ca 70 stycken och antalet undersökta stationer till ca 130.

Under 1960 och 1970-talen ökade antalet undersökningar snabbt och zooplanktonprovtagningar placerades in i flera undersökningar av hela sjöekosystem. Dessa undersökningar pågick ofta mer än ett år och i några sjöar grundlades kvantitativa undersökningsserier som blivit mer än 20 år långa. Till dessa hör provtagningar i Mälaren, Vänern, Vättern, Stora Delsjön och Bolmen. Antalet provtagningsstationer i varje enskild sjö var också ganska högt under denna period (figur 17). År 1959 undersökte Vatteninspektionen många stationer i Vänern och 1962 i Vättern. Åren 1964-66 tog Mälarundersökningen ytprov på mer än 100 stationer i Mälaren och från 1972 och några år framåt provtogs många stationer i Vänern av Naturvårdsverkets Limnologiska Undersökning. Under 1980 och 1990-talen blev undersökningarna färre och ändrade karaktär så att zooplankton ofta undersöktes i samband med fisk och försurning samt vid utfiskning ("biomanipulation") i eutrofierade sjöar. Under dessa årtionden utgick också kvantitativa zooplanktonundersökningar ur en del recipientkontrollprogram. Antalet sta-

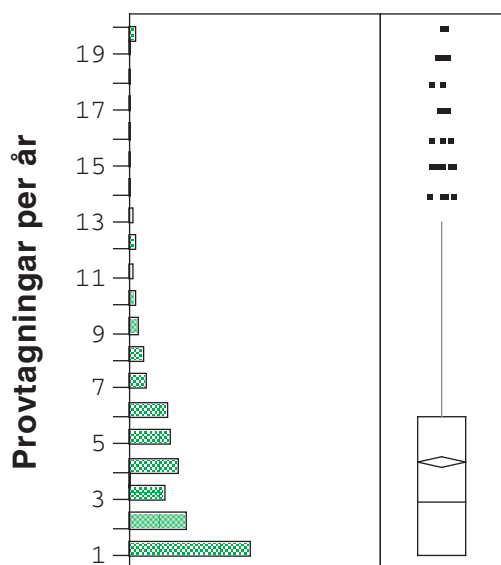


Figur 17. Antalet sjöar (blå staplar) där kvantitativa zooplanktonundersökningar pågått varje enskilt år perioden 1912–2002. Antalet provtagningsstationer där prov tagits varje enskilt år anges med röda staplar.

Tabell 4. Sjöar med mycket hög provtagningsfrekvens. Sjöar med mer än 20 provtagningar per år har rangordnats efter det mest provtagningsintensiva året. Antalet provtagningar per sommar anges också. I figur 18 visas undersökningar med färre än 20 provtagningar per år.

Sjö	Provtagn./år	Provtagn./sommar
Erken	50	29
Siggeforasjön	41	40
Ekoln	39	26
Trummen	34	25
Bysjön	31	27
Vitalampa	29	23
Botjärn	29	22
Glan	28	23
Östersjön, Knäred	24	24
Hyttödammen	24	18
Finjasjön	24	18
Sörmogen	23	23
Ösbysjön	21	11
Tvätjärnarna	20	13
Ottsjön	20	20

tioner i sjöarna minskade också. På senare år har antalet studier åter ökat. Dels finns en långtidsmonitoring, dels har några universitetsstudier inriktats på speciella sjögrupper eller zooplanktongrupper t.ex. Cladocera. Monitoring har etablerats i 14 sjöar inom kalkningsuppföljningen (nr 58). En undersökning inriktad på *Bosmina* (nr 56) tillför under några år 18 sjöar och en undersökning av zooplankton och dess föda i fjällsjöar (nr 12) tillför på kort sikt 15 sjöar. Sett på lång sikt skapas kvantitativa tidsserier för närvarande nästan enbart inom de program som finansieras av naturvårdsverket och drivs vid



Figur 18. Antal provtagningsstillfällen per år i hela databasen (3194 undersökningsår). Undersökta sjöar med högre provtagningsfrekvens än 20 tillfällen per år anges separat i tabell 4.

Inst. för miljöanalys. Olika former av recipientkontroll och utfiskningskontroll bidrar i mindre utsträckning.

Provtagningsfrekvens och uthållighet

De mest extensiva programmen har en augustiprovtagning vart 5:e år. Det rör sig då om s. k. "limnologiska undersökningar" inom den samordnade recipientkontrollen. Här behandlar vi dock främst provtagningsfrekvensen under enskilda undersökningsår.

Av databasen framgår antal undersökta år med olika provtagningsfrekvenser (figur 18). Enligt statistiken över 658 provtagningar utförda endast en gång per år gjordes 408 i augusti, ca 40 vardera i juni och juli och ca 80 i september och resten (90 st) övriga månader. Mer exotiska provtagningar har genomförts en gång från is på vårvintern i ett antal fjällsjöar. Ca 5–10 gånger fler engångsprovtagningar har således genomförts i augusti jämfört med någon annan månad.

Då två provtagningar per år har genomförts har det vanligen varit i maj och augusti/september. Då beskrivs dels det övervintrande planktonsamhället (inkl. vårrotatorier) dels ett sommarsamhälle på nedåtgående. Vinterprov har inte tagits i någon större utsträckning förrän provtagningsfrekvensen överstigit fyra prov per år. En frekvens på sex prov per år omfattar ofta månatliga prov från maj och framåt, ev. ingår ett vinterprov.

Man kan notera att för 75% av de provtagna åren är frekvensen lägre än 6 ggr per år, 25% av åren har alltså högre frekvens, och 10% av åren är provtagna mer än 9 ggr per år (figur 18).

I de mest ambitiösa provtagningsprogrammen har prov tagits var 3:e dag under större delen av sommaren (Siggeforasjön). Utan vinterprovtagningar når en sådan undersökning 40 provtagningar per år. På årsbasis överträffas den av Nauwercks Erkenstudie som når 50 provtagningar per år. Även undersökningar med veckoprovtagningar hela sommaren och hösten kan nå nästan lika hög frekvens.

Den geografiska fördelningen av olika provtagningsfrekvenser framgår också av kartan med de provtagna sjöarna (figur 15). Kanske kan man få ett intryck av att sjöar i mer svårtillgängliga bygder har lägre provtagningsfrekvens men en sådan bild är inte entydig, framför allt på grund av de många högfrekventa provtagningar Arnold Nauwerck genomförde i Norrbotten.

Vad gäller undersökningarnas uthållighet finns generellt ett negativt samband med provtagningsfrekvensen. Undersökningar med hög provtagningsfrekvens är inte långvariga och provtagningsfrekvensen inom året justeras ofta ned vartefter åren går i en tidsserie. Detta innebär att en ny frekvens ger en ny rad i databasen vilket administrativt "klyver" löpande tidsserier

med olika provtagningsfrekvens. Därför är tidsserierna som redovisas här ibland kortare än i verkligheten.

Mer än 50% av alla provtagningsprogram löper bara ett år. De enligt databasen längsta tidsserierna varar 17-18 år (Vänern, Vättern), varefter följer sjöarna på Lygners Vider, sjöarna nedströms Perstorp, försurningsobjekten kring Gårdsjön och Stora Delsjön. Totalt har 10% av sjöarna undersökningperioder längre än 6 år om man ser till den period de undersökts med identisk metodik.

Horisontal- och vertikal fördelning

Prov som skall representera en sjö eller en provtagningsstation i en sjö kan antingen tas på en punkt eller på ett antal punkter. Proven kan sedan behandlas åtskilda eller slås ihop till blandprov för vidare bearbetning. Fördelen med att provta flera punkter anses vara att man utjämnar mer eller mindre lokala täthetsvariationer. Samma effekt har också eftersträvat med horisontella och sneda håvdrag med Clarke-Bumpushåv. Av metadatabasen framgår att provtagning på en enda punkt är vanligast. Detta har använts under 66% av alla 3005 enskilda provtagningsår. Därefter följer 3 punkter under 10% av åren, 4 punkter i 8% av fallen, 5 punkter i 8% av fallen och 6 punkter i 1% av fallen. Bara i något enstaka fall har prov tagits i två punkter. Tydligt har tre punkter bedömts som ett minimumantal för provtagning på flera punkter.

I intervallet 6–17 punkter per station/sjö finns ett fåtal (>1%) undersökningsår tämligen jämnt fördelade. Däröver kommer Vättern med 17 punkter, och 8 sjöar med 20 punkter (Trummen, Änn samt 6 sjöar nära Örträsket i Västerbotten).

De allra största antalet provpunkter har använts av Bruno Berzins för att kartera zooplanktons utbredning i Skärshultsjön (30 punkter) i en mindre omfattande kartering av Eudiaptomus i Stora Stockelidsvatten använde Jan-Erik Svensson 18 provtagningspunkter och Hans Olofsson för att kartera kräftdjurens spatiala utbredning i Botjärn. Dessa undersökningar är dock karterande och syftar inte till att få stabila medelvärden för en sjö eller station.

Trots att enpunktsprovtagningar har använts oftast kan man konstatera att tekniken att samla prov på flera punkter för att representera en sjö/station är ganska väl etablerad i landet i och med att den använts under ca 1/3 av alla provtagningsår. I den bedömningen har då inkluderats prov tagna med Clarke-Bumpushåv.

Zooplanktons vertikal fördelning beskrivs med hjälp av diskreta prov tagna på olika djup och analyserade var för sig. Med horisontell håvning med Clarke-Bumpus kan samma syfte uppnås. Av databasen framgår att provtagningar med god vertikal upplösning är relativt sällsynta. Under

290 provtagningsår har fler än ett diskret prov tagits i djupled och redovisats. I 40% av dessa fall har prov tagits på färre än 3 djup. För en någorlunda detaljerad bild av planktondjurens vertikal fördelning krävs emellertid att fler nivåer provtas. Exakta krav är svåra att specificera men i 17 provtagningsstationer/sjöar (tabell 5) har fler än 6 djupnivåer provtagits. Från vissa av dessa stationer (tabell 5) finns många provtagningar per år vilket bidrar till att även ge en bild av fördelning under olika årstider. Man kan också notera en viss geografisk snedfördelning av materialet, så att tyngdpunkten ligger i Mellansverige (Mälaren) medan prov tagna på fler än 6 djup är mycket ovanliga i Götaland (ex. Fiolen och Glan).

En av orsakerna till den relativa bristen på djupfördelningsundersökningar är att prov som tagits på olika djupnivåer slagits ihop till djupintegrerade blandprov innan räkning. I blandproven kan ingå upp till 17 olika djupnivåer och från 14 sjöar rapporteras prov från fler än 10 djupnivåer ingå i de vertikalt integrerade blandproven.

Dygnsvandringar är en annan aspekt av planktondjurens djupfördelning. Tillgången på provtagningsserier som belyser var djuren uppehåller sig i vertikalled under olika tider på dygnet är dock måttlig. Vandringsundersökningar har gjorts i 14 sjöar (tabell 6). Ibland är dessa begränsade till en provtagning dagtid och en på natten. Detta gäller Tåkern, Krankesjön, Stora Stockelidsvatten och Lambarfjärden i Mälaren. De båda förstnämnda är så grunda att horisontella planktonrörelser också torde ingå. I övriga 10 sjöar har provtagningar gjorts vid flera tillfällen under dygnet vilket är önskvärt för att kunna beskriva djuppositionerna även vid skymning och gryning då djuren

Tabell 5. Sjöar med prov från många djupnivåer där prov tagits och analyserats utan att blandas före analys. Provtagningsfrekvensen per år anges också.

Sjö	Antal djupnivåer	Provtagn/år
Botjärn	14	9
Övre Oldsjön	13	10
Nedre Laksjön	12	1
L. Ullfjärden, Mälaren	11	14
Vitalampa	10	9
Ljustjärn	10	9
Ankarvattnet	9	3
Stora Blåsjön	9	3
Lilla Ullfjärden	9	13
S. Björkfjärden	9	6
Fiolen	9	4
Görväl	8	5
Glan	8	13
Grästjärn	7	9
Locknesjön	7	1
Ekoln, Mälaren	7	1
Sigtunafj., Mälaren	7	1
Klubben, Mälaren	7	4
Granfjärden, Mälaren	7	6
Erken	6	50
Orrtjärn	6	9

Tabell 6. Undersökningar av vertikalvandringar med kvantitativ provtagning i svenska sjöar.

Projekt nr	Sjönamn
1	Latnjajaure
2	Nedre Laksjön
3	Gunillajaure
8	Locknesjön
14	Stora Blåsjön
17	Ottsjön
24	Botjärn
29	Erken
40	Lambarfjärden, Mälaren
51	Tåkern
61 ¹⁾	Allgjuttern
"	Långsjön
"	Stora Härsjön
"	Hörnen
76	Stora Stockelidsvatten
98	Lilla Galtsjön
99	Ivösjön
101	Bysjön
111	Krankesjön

1) Ej analyserade prov

kan väntas röra sig i vertikalled. De flesta av undersökningarna i tabellen har både flera provtagningar under dygnet och dessutom flera provtagningar under olika årstider. Detta gör det också möjligt att visa hur vandringsmönstren varierar med årstiden. Vid arbetsintensiva undersökningar av denna typ finns en tendens att dra ned på antalet djupnivåer som provtas och bara i undantagsfall har fler än 6 separata djupnivåer provtagits. Uppgifter om provtagningarna finns i varje projektbeskrivning. En ingång ges i tabell 6.

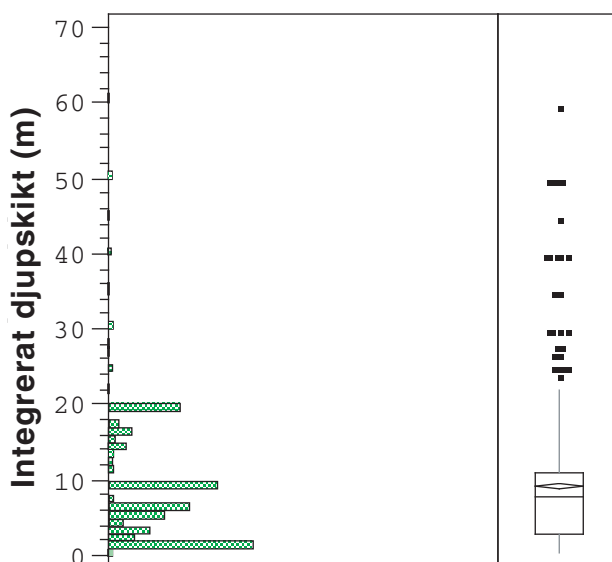
Vertikal integrering av zooplankontäthet

Den teknik som innebär att prov från olika djupnivåer blandas före analys är mycket utbredd i Sverige. Man får då vid analys en medeltäthet i det aktuella djupskiktet. Medeltätheten kan också vara viktad om olika volymer från olika skikt blandas. I ett mindre antal fall har prov från diskreta djup analyserats men vid redovisningen har medelvärden för större djupintervall publicerats.

Medelvärdesbildning av denna typ reducerar ofta arbetsindatsen för att besvara en given frågeställning, men den medför också problem, speciellt vad gäller jämförelser mellan olika undersökningar. Detta gäller främst det djupintervall som det djupintegrerade provet omfattar.

Tabell 7. Djupskikt (<20 m) från ytan och nedåt för vilket djupintegrerade medelvärden redovisas. För varje djupskikt anges det antal provtagningsår som respektive skikt använts. Andelen prov tagna i varje djupintervall anges också i relation till det totala antalet djupintegrerade prov (%). I figur 19 anges även prov som integrerats djupare än 20 m.

Skiktdjup (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Antal	9	253	6	65	16	23	94	165	9	230	2	6	0	6	37	15	47	17	4	148
Andel (%)	1	22	1	6	1	2	8	14	1	20	0	1	0	1	3	1	4	1	0	13



Figur 19. Skiktjocklek på ett översta djupskikt (m) där zooplanktons medeltäthet beräknats med djupintegrering. Data, se tabell 7.

Dessutom kan olika typer av viktningar ha använts vid medelvärdesbildningen. Påverkan av provtagningsredskapen är också viktig men behandlas separat (sid. 107).

Det ytligaste vattenskiktet har mycket olika vertikalutbredning i de integreringar som gjorts (figur 19, tabell 7). Spännvidden är 1-60 m (figur 19). Man kan utgå från att alla integreringar över mer än 20 m har gjorts från ytan till botten. Integreringar 0-20 m djup har nästan alla sitt ursprung i Vänern där sneda håvdrag (Clarke-Bumpus) från detta djup gjordes under en lång period i början av miljöövervakningen. Nästa djupintervall med frekvent integrering är 0-10 m. Där finns bl. a. Clarke-Bumpusprovtagningar i Vänern (senare år) och Vättern. Många 0-10 m prov tas med vattenhämtare i Mälaren och lika volymer från 0,5, 5 och 10 m blandas före analys. Detta är det vanligaste sättet att skapa blandprov.

De många vertikalintegreringarna 0-8 m utförs till stor del i kalkningsuppföljningen och miljöövervakningens referenssjöar.

Många integreringar har gjorts från ytan ned till djup i intervallet 4-8 m. Sannolikt har syftet varit att få ett representativt värde för djurens täthet i epilimnion i mindre sjöar. Ofta kombineras detta med provtagning på flera punkter så att blandprovet blir integrerande både vertikalt och horisontellt.

Tabell 8. Typ av redovisning av täthetsmedelvärden i vertikalled. Antalet undersökningsår med respektive metod anges.

Antal undersökn. år	Metod
667 306	Oviktat blandprov av prov tagna på olika djupnivåer Vertikalt/snett håvdrag med Clarke-Bumpus
34	Viktat blandprov av prov tagna på olika djupnivåer där prov tagna med olika vertiklavstånd kompenseras att representera samma vertiklavstånd.
21	Oviktat medelvärde beräknat från punktprov i vertikalled
171	Viktat blandprov av prov tagna på olika djupnivåer där volymen i de olika djupstrata som proven representerar utgör viktsfaktorer

Tanken att ta epilimnionprov har också renodlats i flera undersökningar. Detta berör 72 undersökningsår och ligger utanför statistiken som redovisas i tabell 7. I dessa fall har det provtagna skiktets djup justerats efter språngskiktets djup och alltså ökat under sommaren.

Den stora mängden djupintegrerande prov i skiktet 0-2 m kan inte direkt knytas till någon funktionell aspekt. En stor del av dessa provtagningar är gjorda med 2 m "Rambergör", ofta inom den samordnade recipientkontrollen.

Eftersom materialet med olika integreringsdjup är så stort måste det utnyttjas när sverigeöversikter av zooplanktontäthet blir aktuella. Strategin är då att med hjälp av de provtagningsserier som tagits på diskreta djup beskriva djurens djupfördelningar. Kännedom om den verkliga vertikalskiktningen kan sedan komma att leda till användandet av korrigeringsfaktorer för att möjliggöra jämförelse av vertikalintegrerade prov, enstaka punktprov i en vertikalprofil och vertikalprofiler med många analyser i vertikalled. Man kan därigenom skapa normerade planktontätheter i ett lämpligt vertikalintegreringsskikt.

Vid överväganden om lämpligt vertikalintegreringsdjup måste man också beakta att under det översta djupintegreringsprovet (t.ex 0-2 eller 0-5 m) ofta följer ett andra djupintegrerat prov från t.ex. 2-4 eller 5-10 m djup och att dessa prov tillsammans kanske ger ett lämpligt totalt integreringsdjup.

Olika metoder att skapa vertikalintegrerade prov måste också beaktas (tabell 8). De oviktade proven dominerar helt och tillsammans med sneda Clarke-Bumpusprov är 81% av denna typ. Vertikalmedelvärden kompenserade för olika vertiklavstånd mellan proven kan också sägas vara direkt jämförbara, liksom de integreringar som redovisas beräknade på punktprover från olika djupnivåer. De 14% av djupintegreringarna som gjorts genom att blanda prov från olika djup i proportion till respektive djupskiktsandel av vattnet i sjön utgör ett dilemma. Som tidigare nämnts får ytskiktets plankton ofta en stor vikt i dessa blandprov vilket närmast skulle göra dem jämförbara med ytskiktets plankton i ett icke viktat blandprov eller ett punktprov. För att

bedöma dessa problem måste varje undersökning som berörs granskas enskilt. Detta är också speciellt angeläget eftersom flera av de berörda undersökningarna är av särskilt hög kvalitet.

Provtagningsredskap

Minst 13 olika provtagningsredskap har kommit till användning i undersökningarna (tabell 9). Tre redskap är vanligare än övriga: Rambergör, Ruttnerhämtare och Rodhehämtare. Av dessa är Ruttnerhämtaren utpekad som mindre lämplig på grund av de stötvågor och virvelbildningar den ger (Elster 1958). Detsamma kan gälla Rambergörret med bara 4 cm diameter, men inga metodjämförelser finns. Rodhehämtaren liksom de fyra följande hämtarna (Clarke-Bumpushåv, Limnoshämtare, Kielhämtare och öppet plexiglasrör) bör ge mindre stötvågor. Kielhämtaren har ett förhållandevis stort tvärsnitt nedtill men den används å andra sidan bara för mindre flyktbenägna rotatorier.

Röret med klaff nedtill och slutmekanism upp-till samt det korta röret med klaffar är båda fördelaktigare än Rambergörret (som de delvis liknar) eftersom de har större diameter och en relativt sett mindre tvärsnittsytta i rörelseriktningen.

Tabell 9. Förteckning över de olika provtagningsredskap som använts vid kvantitativ zooplanktonprovtagning och antalet provtagningsår som respektive redskap använts.

Redskap	Antal provtagningsår	%
Rambergör	480	21
Ruttnerhämtare	466	20
Rodhehämtare	431	18
Clarke-Bumpushåv	245	10
Limnoshämtare	241	10
Kielhämtare	148	6
Plexiglasrör	103	4
Rör med klaff+mek	66	3
Pump	41	2
Kort rör med klaffar	41	2
Schindler-Patalas-fälla	36	1
Övrigt	54	3

Även pump-provtagning har sina problem med flyktreaktioner vilket bekräftats av metodjämförelser i sjöar (Herbst 1957, Elster 1958), men framför allt i marin miljö.

Shindlerfällan tar i jämförelse med övriga hämtare in stor volym (vanligen 12-30 l volym) och har litet tvärsnitt i rörelseriktningen. Den används därför som referens vid metodjämförelser. Tyvärr har den haft en obetydlig användning i Sverige (Langeland & Rognerud 1974).

Under posten "Övrigt" i tabellen döljer sig diverse hämtare, hinkar och flaskor som sällan kommit till användning. Det finns slutligen ett "mörkertal" eftersom provtagningsredskapet inte alltid anges.

Om en korrektion för varierande fångseffektivitet för olika redskap skall införas kommer den att kräva nya metodjämförelser för att i första hand finna korrektioner för copepoder. Uppgiften är grannlaga och vi avvaktar därför och bifogar alla kända redskapsuppgifter i databasen.

Metodtester

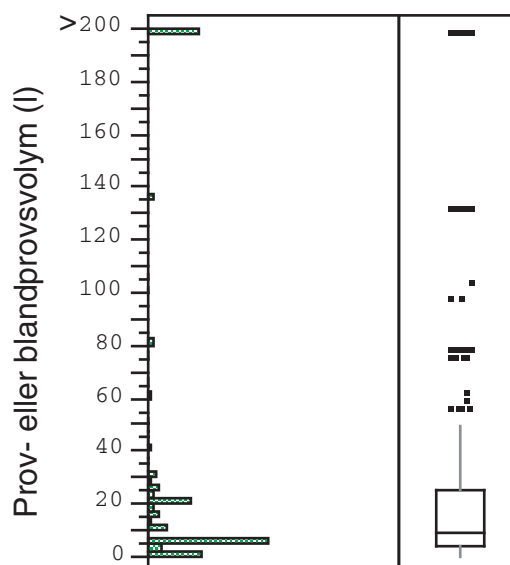
I några av de beskrivna undersökningarna finns jämförelser mellan olika typer av vattenhämtare samt mellan pump och hämtare samt håv och hämtare. Vidare finns undersökningar om täthetskattningarnas precision samt hur jämnt eller ojämnt fördelade djuren förekommer i en sjö. Vi har för avsikt att presentera delar av detta material senare, i samband med att litteraturen på området behandlas.

Provstorlek och provbehandling

De provvolymerna som tagits med olika syften har en extremt stor spännvidd: från 0,1 l till 12,5 m³ (figur 20).

Alla prov med mer än 200 l volym har tagits med Clarke-Bumpushåv och de allra största volymerna härrör från Lötmarkers undersökningar i fjällsjöar. Dessa prov har alla varit avsedda för analys av kräftdjur. Några få prov med stor volym härrör också från håvning för att fånga stora rovkraftdjur (Bythotrepes).

Prov med mellan 80 och 200 l provvolym är tagna med pump. Prov tagna med vattenhämtare har 80 l som största volym och därunder finns många olika provvolymerna med tyngdpunkt på ca 5 l (=Rodhehämtarens volym). Nästan alla prov har mer än 4 l volym (Limnoshämtarens volym). Undantag finns emellertid. Det gäller då rotatorieprov med 1,5 l volym i Väner och Vättern samt motsvarande 1 l rotatorieprov i de referenssjöar som undersökts i Norrbottens inland. Prov från Delsjöarna och några andra västkustsjöar (Mjörn, Fegen, Kalven) som finns i Gunnar Lyséns material har 1 l volym. Små djur som rotatorier torde då finnas i tillräckligt antal för



Figur 20. Provvolymer i enskilda prov eller blandprov under alla undersökningsår.

en god täthetskattning medan däremot utvuxna kräftdjur knappast finns i tillräckligt antal för en god skattning.

Slutligen kan noteras att de allra minsta proven (0,1 l) har tagits för analys av encelliga djur i Njupfatet.

När proven tagits anrikas djuren vanligen med filtrering av vattnet. Detta är en viktig del av provbehandlingen där maskvidden på den silväv som används får betydelse för vilka organismer som fångas. Numera dominerar användningen av väv med maskvidder mellan 40 och 50 µm (tabell 10). Med den maskvidden antas alla organismer större än de allra minsta rotatorier och små ägg fångas. För kontroll huruvida små djur passerar filtret kan man tillsätta Lugols lösning till det vatten som passerat och låta partiklarna sedimentera samt analysera bottenbotten under omvänt mikroskop enligt gängse metodik.

Ett vanligt problem med ca 45 µm maskvidd är att en mängd alger kan fastna i nätet och täppa till det vilket kräver portionsvis filtrering och tar lång tid.

Fram till 1970-talets början användes något större maskvidd (50–80 µm) vid filtreringen. Då

Tabell 10. Användning av olika maskvidd, valternativt sedimentering vid provanrikning.

Maskvidd /sed.	Antal undersökningsår	%
<40 µm	70	3
40-50 µm	1204	46
50-80 µm	620	24
80-200 µm	503	19
>200 µm	54	2
Sedimentation	145	6

kan en större andel av de minsta djuren passera filtret. En efterhandskorrektur av sådana ökade förluster bör dock undvikas eftersom den effektiva maskvidden minskar under pågående filtrering på grund av att plankton fastnar i nätet i en svårbedömd omfattning. Att använda en maskvidd av denna storlek vid allround-provtagning har helt enkelt inga fördelar eftersom problemen med igensättning av väven är i stort sett lika stora som vid användning av den något mindre maskvidden.

Vid provtagning med Clarke-Bumpushåv måste maskvidden vara något grövre för att vatten ska passera genom väven i sådan omfattning att håven inte styr en "vattenkudde" framför sig. Normala maskvidder för Clarke-Bumpus ligger i intervallet 80-200 µm (tabell 10). Provtagningen med denna hämtare är därför riktad mot större kräftdjur. Skall även rotatorier och copepodernas minsta tillväxtstadier studeras kan hämtarprov filtrerade genom en finmaskig väv användas som komplement (t. ex. som i Väner och Vättern).

Maskvidder större än 200 µm, slutligen, har använts vid specialstudier av större organismer i plankton (Chaoborus, Corixider, rovlevande cladocerer)

Utöver anrikning med filtrering finns även en möjlighet att jodfixera ett delprov eller hela den provtagna vattenvolymen samt låta organismerna sedimentera över natt, eller längre, samt dekantera eller suga av överstående vatten i kärlet för att få ett prov av lagom storlek för vidare hantering. På detta sätt kommer alla planktonorganismer med i proven, även encelliga djur, och igensättningsproblem undviks. Man får å andra sidan ofta fytoplankton- och detritusbemängda prov som kan ge tidsödande mikroskopering.

Det finns anledning att notera att en algart numera tycks orsaka större igensättningsproblem än andra. Det är den slemavsöndrande *Gonyostomum semen* som kan kräva filtrering av små delprov av zooplanktonprov eller fixering och sedimentering av större prov.

Som nästa steg i provbehandlingskedjan följer fixering och konservering av proven. Här visar databasen att prov från ca 78% av alla provtagningsår har jodfixerats med Lugols lösning. Den har antagligen samma sammansättning som "Fytofix" som används för växtplankton. För resterande prov har i stort sett enbart 4% formalin använts. Sockertillsats, för att cladocerer ska behålla äggen i yngelrummen, eller spritkonservering har bara förekommit i ett fåtal projekt.

Trots att Lugols lösning har många fördelar i hela hanteringen är den inte speciellt konserverande och för arkivering av prov rekommenderas formalin- eller spritkonservering. Analyserade jodfixerade prov bör därför omkonserveras inför kommande långtidsförvaring. Etanolkonservering har längre hållbarhet än formalinkonservering

men kräver mer tillsyn och skötsel p.g.a. den höga avdunstningshastigheten. Formalin är avsevärt riskablare ur arbetsmiljö- och hälsosynpunkt.

Frågan om vilka prov som finns bevarade har också ställts vid denna genomgång. Generellt kan sägas att kvantitativa prov har slängts efter analys i större utsträckning än kvalitativa prov (håvprov) som ofta tagits samtidigt som de kvantitativa proven. Vidare har de kvantitativa proven från flera samtidigt provtagna djupnivåer ofta slagits ihop. Endast på ett fåtal institutioner finns kvantitativa prov arkiverade, sannolikt bara Inst. för miljöanalys i Uppsala i någon nämnvärd omfattning. Enskilda ansvariga forskare förvarar också kvantitativa prov på olika institutioner eller i sina hem. Konsulter kan också ha sparade prov. Utan att ha kunnat tillfråga alla inblandade (se bliaga 2) tvingas vi dra slutsatsen att de stora provmängderna är slängda efter analys. Vi vill samtidigt påpeka att läget är betydligt ljusare när det gäller bevarandet av kvalitativa prov för taxonomiska analyser.

Subsampling

Som framhållits bör så stor vattenmängd som möjligt provtas bl.a. för att utjämna horisontella och vertikala skillnader och få representativa medelvärden (om inte studier av en sådan heterogenitet är syftet med undersökningen). Ett annat syfte med stora provvolymen är att få många djur att räkna vilket ökar precisionen i skattningen av individtäthet.

Ofta används emellertid subsampling för att minska arbetsinsatsen vid räkningen. Eftersom antalet räknade djur till stor del avgör precisionen får den provtagna volymen på det subsampel som verkligen räknas en större betydelse för den slutliga precisionen än provets totalvolym.

Det har emellertid visat sig dels att subsampling långt ifrån alltid bokförs bra, dels att provets delning vid subsampling inte specificeras.

I metadatabasen finns detaljerade uppgifter om subsampling och analyserad volym bara för 40 undersökningsår. Här tycks därför metadatabasens största och viktigaste "mörkertal" finnas.

Det är en allvarlig brist, även för utformning av framtida anvisningar, och vi kommer att fortsätta att försöka hitta uppgifter som ska göra det möjligt att ange den analyserade volymen och skatta precisionen.

Det är viktigt att påpeka att saknade uppgifter om hur subsamplingen har bedrivits inte innebär att den skulle ha gjorts med olämplig metodik eller drivits för långt. Det är tvärt om så att man kan förmoda att detta i de flesta fall skötts på ett bra sätt men att dokumentationen förbisetts.

Tabell 11. Förteckning över analyserade zooplanktongrupper samt det antal undersökningsår som varje kombination av grupper analyserats. De koder som använts för grupperna är: 1=Crustacea+Rotatoria, 2=Crustacea, 3=Crustacea+Rotatoria+Protozoa, 4=Rotatoria, 5=Större Crustacea, 6=Rovcladocerer, 7=Insecta, 8=Crustacea+Rotatoria+ägg, 9=Ciliata+övr.

Gruppkod	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Antal undersökn.år	1603	423	324	194	145	81	17	7	5
%	57	15	12	7	5	3	1	-	-

Analyserade djurgrupper

De djurgrupper som analyserats omfattar:

Crustacea
Stora Crustacea
Rotatoria
Protozoa
Ciliata
Rovcladocerer
Insecta

Dessutom har i vissa undersökningar ägg inom olika grupper angivits. Det normala är att ovanstående grupper inte analyseras enskilt utan i kombination, t. ex Crustacea+Rotatoria vilket beaktats vid sammanfattningen (tabell 11) och gett nio kombinationer. Den vanligaste typen av analys omfattar Crustacea+Rotatoria vilket har blivit en form av svensk standardanalys. Den näst vanligaste typen av analys är den där enbart kräftdjur analyseras vilket tillsammans kan röra 15+5% av undersökningsåren. Denna siffra blir dock för hög beroende på databasens konstruktion som ju ger en ny rad för varje ny metodik. När kräftdjur undersöks med Clarke-Bumpushåv och Rotatoria med Kielhämtare blir det en separat undersökning av kräftdjur och en av Rotatoria. Tabell 11 måste läsas med denna insikt vilket i detta fall innebär att kombinationsundersökningarna av kräftdjur och Rotatoria är vanligare än vad som framgår och att separatundersökningarna av kräftdjur och Rotatoria är ovanligare än vad som framgår.

Den stora överraskningen i denna sammanställning finns inom grupp 3: Crustacea+Rotatoria+Protozoa som indikerar att det i Sverige finns ca 330 undersökningsår (grupp 9 inkluderad) med kvantitativa uppgifter om protozoer i svenska sjöar. Dels härstammar dessa undersökningsår från studier gjorda av Bruno Berzins och Gunnar Lysén under 1960–1980-talen, dels härstammar data från nyare undersökningar där ciliaternas roll i näringsväven studerats vid universiteten. Här finns en potential att genom sammanläggning av dessa data skapa en ny bild av framför allt ciliaternas uppträdande i svenska sjöar.

Vad gäller data om större mer eller mindre planktiska djur finns färre undersökningar än man kunde hoppas, ca 90 undersökningsår.

Visserligen fångas ofta stora rovlevande cladocerer i vanliga kräftdjursprov men eftersom deras täthet är så låg blir precisionen i täthetsskattningarna oftast mycket dålig. Grovt sett borde minst två tiopotenser högre volym än normalt tas för att bestämma dessa djurs individtäthet (>50–500 l i olika miljöer).

Ansvariga personer och datakällor

De personer som förtecknats som "ansvariga" för olika undersökningar har förtecknats i bilaga 2. Det är hela 75 personer. Det är vår förhoppning att de allra flesta som deltagit också har förtecknats. Ofta har dock en person skrivit rapport eller redovisat data utan att själv ha deltagit i laborierarbetet medan den som utfört laborierarbetet förblivit anonym. I listan finns många mindre erfarna personer som rent generellt kan antas ha större taxonomiska problem än väl kända planktologer. Olika personers kvalifikationer kan dock inte indikeras i listan utan den ska istället ses som ett hedersomnämmande av alla som dragit sitt strå till stacken.

De data som producerats är åtkomliga på många olika sätt. Den största delen är glädjande nog digitaliserade data som finns i förhållandevis stor utsträckning hos Institutionen för miljöanalys, Uppsala. Ca 1/3 av alla individtäthetsdata finns i denna form, oftast med inmatade mikroskopingsprotokoll som underlag. Som näst viktigaste källa finns data tillgängliga i tabellverk som redovisar individtätheten för enskilda arter och deras utvecklingsstadier. I denna grupp finns originalprotokoll från mikroskoparbetet. Vi kan här redovisa förhållandevis många sådana räkneprotokoll som hittills är opublicerade. Bl.a. finns efterlämnat material från Sven Ekman, Bruno Berzins, Gunnar Lysén, Ingrid Aronsson och Gunnar Andersson. Samtidigt har vi tvingats konstatera att primärprotokoll slängts i stor utsträckning vilket gör att den grupp av undersökningar där data måste tas från figurer och aggregeringar blivit förhållandevis stor.

Ser man till förekomst av data om planktondjurens biomassa eller biovolym, finns sådana bara i mindre utsträckning i tabellverk och i större utsträckning i figurer för totalvolym eller gruppvolym, t ex Copepoda, Cladocera och Rotatoria.

Tabell 12 . Förteckning över vattenkemisk och planktologisk kringinformation samt det antal undersökningsår som varje kombination av variabler har analyserats. Andelen (%) av det totala antalet undersökningsår anges också.

Datotyp	Antal under-sökn.år	%
1=Enkel baskemi	454	17
2=Fullständig vattenkemi	282	11
3=Fullständig vattenkemi+klorofyll	39	2
4=Kvantitativt fytoplankton	46	2
5=Fullständig vattenkemi+kvantitativt fytoplankton	327	12
6=Fullständig vattenkemi+kvantitativt fytoplankton+klorofyll	1248	47
6,5=Fullständig vattenkemi+kvantitativt fytoplankton+klorofyll+prim.prod.	19	-
7=Fullständig vattenkemi+kvantitativt fytoplankton+prim.prod.	84	3
8=Fullständig vattenkemi+kvantitativt fytoplankton+klorofyll+bakterier	149	6
9=Fullständig vattenkemi+kvantitativt fytoplankton+klorofyll+prim.prod+bakterier.	21	-

Även för bioolymer finns den största datamängden digitaliserad, kanske nästan 50%.

Mängden digitaliserade data har också ökat under år 2004 på grund av att vi låtit digitalisera vissa speciellt värdefulla undersökningar.

Kringdata

Med kringdata avses vattenkemisk information, fytoplanktoninformation (kvantitativt) och klorofyllhalter samt primärprodukten och bakteriebiomassa. Detta bildar en grupp med planktologiska stöddata som behandlas i tabell 12 medan uppgifter om fiskbestånden behandlas i tabell 13.

För det allra största antalet undersökningsår (ca 1250 eller 47%) finns tillgång till vattenkemiska uppgifter omfattande makrokonstituent, närsalter och organiskt material samt dessutom klorofyll och kvantitativa fytoplanktonuppgifter. (tabell 12). Beaktar man de undersökningar som har mer omfattande stöddata än grupp 6 i tabellen tillkommer ytterligare 270 undersökningsår eller 9% med dels bakterieundersökningar, dels primärproduktionsmätningar som tillägg till den "standarduppsättning" variabler som grupp 6 har. Totalt har 56 % av alla undersökningsår en standarduppsättning "eller bättre" av kringdata. Vill man bedöma zooplankton i relation till enbart fytoplanktonbiomassa finns detta för ytterligare 14% av undersökningsåren eller totalt 70% (tabell 12).

Vill man bedöma zooplankton i relation till enbart klorofyll finns detta under 1436 av undersökningsåren eller 55%. Zooplankton kan alltså relateras i betydligt fler fall till fytoplanktondata än till klorofylldata vilket är oväntat.

Om man ser till icke-biologiska kringdata finns vattenkemiska uppgifter för alla sjöar som behandlas i tabell 12. Uppgifterna är dock inte kompletta för ca 17 % av undersökningsåren. Surhetsrelaterade data kan då finnas medan

närsaltdata saknas. Detta rör sig uteslutande om äldre undersökningar, ofta med fiskebiologisk inriktning som Torolf Lindströms jämtlandsundersökningar men också Bruno Berzins berömda tvärprofil i Skärshultsjön och Wilhelm Rodhes presentation av sin vattenhämtare.

Tabell 13. Förteckning över olika typer av fiskinformation samt det antal undersökningsår som varje typ använts. Andelen (%) av det totala antalet undersökningsår anges också.

	Antal under-sökn.år	%
1= Fisktomt	53	4
2= Förekomstuppgifter	681	48
3= Utplanteringsuppgifter	75	5
4= Provfiske	494	34
5= Provfiske + maganalys	101	7
6= Rotenonutfiskning	34	2

Olika typer av stöddata beträffande fiskförekomst har registrerats (tabell 13) för ungefär hälften av alla undersökningsår. Detta visar att kopplingen zooplankton-fisk ofta varit av mindre intresse än kopplingen mot olika planktiska variabler. Bland de fiskuppgifter som finns har provfisken genomförts för ca 600 undersökningsår om också sådana med maganalyser inkluderas. Man kan också anse att uppgifterna om fisktomma sjöar har samma säkra kvantitativa karaktär som provfisken och när då ca 650 undersökningsår eller 45% av de sjöar som har säkra kvantitativa fiskuppgifter. Omfattningen av olika provfisken är däri- genom nästan lika stor som mängden förekomstuppgifter. Av dessa grupper har provfisken ett generellt högre värde och högre användbarhet. Det finns dock anledning att varna för att provfiskena kan ha insamlats med längre tidsintervall än zooplanktonproven vilket innebär att tabellens data ska ses som maximivärden.

Diskussion

Vi har här beskrivit zooplanktonundersökningar från ca 550 svenska sjöar. Förutom kvantitativ information om zooplankton finns bakgrundsdata bl.a. för vattenkemi, fytoplankton och fisk i många av undersökningarna. Sammantaget kan denna informationen vara till stor hjälp vid karakteriseringen av Sveriges vattenresurser, i det fortsatta arbetet med bedömningsgrunder och reviderade metodbeskrivningar, samt för dokumentationen av arters utbredning i det svenska zooplanktonprojektet.

Kvantitativa zooplanktonundersökningar har genomförts inom hela spektrat av svenska sjötyper. I materialet ingår t.ex. de fyra stora sjöarna, de naturvårdsmässigt viktigaste grunda slättsjöarna, många störda övergödda sjöar, många restaurerade övergödda sjöar, många störda försurade sjöar, många kalkade sjöar och ett antal metallkontaminerade sjöar. Såväl reglerade som oreglerade fjällsjöar är representerade, liksom de stora oligotrofa klarvattenssjöarna, de små humösa skogssjöarna, de lergrumlade sjöarna i Västsveriges sprickdalar, de nybildade sjöarna längs Östersjökusten och Norrlandsälvarnas människoskapade älvmagasin.

Det finns naturligtvis en skevhet i materialet i den meningen att olika typer av problemsjöar är överrepresenterade men det innebär samtidigt att materialet innehåller en stor variation i miljöförhållanden, vilket gör det extra värdefullt i arbetet med bedömningsgrunder och karakterisering av vattenmiljöer. Samtidigt finns ingen brist på potentiella referenser. I flera av de beskrivna mångsjöundersökningarna, liksom i de nationella miljöövervakningsprojekten, finns sjöar som i detta sammanhang bör betecknas som relativt ostörda och som därför kan få referensstatus vad gäller zooplanktons kvantitativa förhållanden. Det bör dock noteras att vi även bokfört projekt där insamlade prover delvis kan vara oanalyserade. Först när dessa analyserats kan vi utnyttja materialets fulla potential.

Vi har påträffat förvånansvärt mycket kvantitativ information om ciliater och andra protozoer. Det är framför allt flera äldre studier som behandlat de encelliga djuren på ett ambitiöst sätt men de har också varit i fokus i några nutida och pågående forskningsprojekt om många sjöars påtagligt heterotrofa karaktär. Protozoer spelade en viktig roll i bentiska recipientundersökningar enligt saprobiesystemet, framför allt under 1950-70-talen. Kanske kan miljöövervakning med hjälp av dessa organismer komma att aktualiseras igen. Den "mikrobiella loopen" har visat sig mycket väsentlig även för det pelagiala systemets funktion och delvis på grund av dessa

vetenskapliga landvinningar tycks det nu etableras en ny sjötypologi baserad på autotrofi-heterotrofi istället för eutrofi-oligotrofi-dystrofi. Vi hoppas att de kvantitativa data på encelliga djur som tagits fram i de här beskrivna projekten kommer att utnyttjas inte bara i det fortsatta arbetet med miljöövervakningsmetoder utan även kan få en vidare vetenskaplig användning. I vårt fortsatta arbete kommer de encelliga djuren att behandlas med samma intresse som t.ex. rotatorier och crustacéer.

Den information om artförekomst som döljs i de kvantitativa zooplanktonundersökningarna utgör en pusselbit i kartläggningen av olika arters utbredning. Här finns möjlighet att länka information till nationella och internationella databaser om biodiversitet och artförekomst. Olika typer av kvalitativa prover kommer att utgöra stommen i vår beskrivning av den svenska zooplanktonfaunan men p.g.a. den stora mängden studerade sjöar kommer även den kvantitativa zooplanktoninformationen att vara viktig. I det kvantitativa materialet finns dock vissa geografiska luckor; kvantitativa zooplanktonundersökningar har varit relativt ovanliga i t.ex. Västernorrlands, Gävleborgs, Södermanlands och Gotlands län (se figur 15). I vissa delar av landet, framför allt i delar av Svealand och sydvästra Götaland, är antalet undersökta sjöar mycket stort. Vi har förhoppningen att i viss mån uppväga ojämnheten i den geografiska fördelningen i en kommande sammanställning av kvalitativa zooplanktonprover. Eftersom vattenvårdsarbetet i viss mån regionaliseras när EU:s vattendirektiv införs, vore det dock värdefullt med fler kvantitativa undersökningar i områden där sådana hittills varit mindre vanliga. Det skulle dessutom förbättra möjligheten att kunna upprätta specifika bedömningsgrunder för varje vattendistrikt.

Det råder en påtaglig mångfald vad gäller metodik i de genomförda zooplanktonundersökningarna. Mångfalden omfattar bl.a. typ av provtagningsutrustning, provvolym, provtagningsintensitet, antal provtagningsstationer, provtagningsdjup, metod för djupintegrering, metod för subsampling och taxonomisk ambitionsnivå i bestämnings- och räknearbetet. Vi bedömer att den valda metoden i de enskilda projekten ofta har varit väl motiverad. Många av projekten har varit mer eller mindre forskningsinriktade och frågeställningar och statistiska överväganden har då styrts utförandet.

Det är dock olyckligt att undersökningsmetoderna varierat så påtagligt mellan och inom de projekt som haft ren miljöövervakning som syfte, eftersom resultatens jämförbarhet påverkas.

Naturligtvis har resursbegränsning utgjort en hämsko vad gäller ambitionsnivåer men det går inte att komma ifrån att metodmångfalden är onödigt stor i miljöövervakning och recipientkontroll. Några exempel: 1) Inom de olika miljöövervakningsprojekt som pågår idag sker zooplanktonprovtagning med så skilda utrustningar som 2 m öppet plaströr, Rambergör, Limnoshämtare, Rodhehämtare, Ruttnerhämtare och Clarke-Bumpushåv. 2) Under provhanteringen sker anrikning av prover med olika filter och olika maskvidder och uttagen av delprov sker på olika sätt i olika projekt. 3) I databehandlingen beräknas biomassor ibland med fasta individvolymmer, ibland med hjälp av längd/viktregressioner, ofta utan att de använda volymerna eller regressionerna anges. Vi har också noterat den ofta påtagligt sparsamma metodbeskrivning som ingår i avrapporteringen av zooplanktondata inom dagens miljöövervakning.

Mångfalden vad gäller metodik, och bristerna i metodredovisningar, har styrkt oss i vår uppfattning att metodbeskrivningar och standarder för zooplanktonundersökningar behöver förbättras och stadfästas. Även här finns möjligheten att ta hjälp av det befintliga materialet.

Metodjämförelser har gjorts i flera av projekten och en samordnad utvärdering av dem, kompletterad med några nya metodstudier, vore på sin plats. Det gäller för övrigt inte enbart det praktiska provtagnings- och analysförfarandet. De kvantitativa zooplanktondata som samlats in i de beskrivna projekten kan t.ex. användas för att testa relevansen i isolerade augustiprovtagningar (som idag är vanliga i recipientkontrollen) jämfört med en mer ambitiös provtagningsfrekvens, eller relevansen av epilimnionprovtagningar jämfört med vertikala studier. Vidare kan resultat från dagprovtagningar kontrasteras mot de dygnsvandringstudier som gjorts, osv.

I väntan på uppdaterade metoder vill vi råda zooplanktonundersökare att följa de instruktioner som formulerats i de metodbeskrivningar som idag finns tillgängliga, t.ex. Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning och de s.k. BIN-normerna (Naturvårdsverket 1986). Dessutom är det viktigt att utföraren tar del av den information som redovisats i vedertagna internationella beskrivningar av zooplanktonmetoder (t.ex. Edmondson & Winberg 1971, Botrell et al 1976, Downing & Rigler 1984, Hansen et al 1992) och att utföraren är väl bevandrad i bestämningsmetodik och taxonomisk litteratur om zooplankton.

En revidering och förbättring av metodbeskrivningar och standarder synes än mer angelägen om man tar fasta på den tidsmässiga fördelningen av utförda undersökningar (se figur 17).

Efter en nedgång till en låg nivå i början och mitten av 1990-talet har antalet kvantitativa zooplanktonundersökningar ökat markant. Det sista året i denna sammanställning, 2002, provtogs 76 sjöar, vilket är en av de absolut högsta frekvenserna någonsin, överträffad endast av ett enskilt år under 1970-talet. Det ökande intresset för zooplanktonundersökningar är en för oss överraskande och positiv slutsats från denna sammanställning. Det utgör ytterligare ett motiv för en nationell utvärdering, erfarenhetsåterföring och syntes, liksom för det fortsatta metodarbetet.

De kvantitativa zooplanktonundersökningar vi beskrivit utgör en liten andel av samtliga genomförda svenska zooplanktonundersökningar. Många fler sjöar har besökts och provtagits med kvalitativa metoder, framför allt olika typer av håvdrag. Den typen av undersökningar innehåller vanligen inte lika mycket information som kvantitativa undersökningar men även närvaron/frånvaron av arter kan ge viktig information om påverkan av olika slag. Det finns utan tvekan en potential i att använda zooplankton inom miljöövervakningen. De senaste decenniernas forskning har visat hur alla viktiga zooplanktongrupper kan påverkas av miljörelaterade förändringar i sjöars biologi och fysikalisk-kemiska tillstånd. Genom studier av zooplankton kan man spåra förändringar i t.ex. näringsbelastning, försurningsbelastning, kalkdosering, miljögifter, makrofytvegetation, klimatförändringar, artspridning och fiskfauna. Flera av de projekt vi beskrivit utgör klassiska limnologiska undersökningar som rönt stor internationell uppmärksamhet och som har bidragit till just denna ökade insikt. Vi hoppas att den gedigna information som svenska zooplanktonekologer samlat in under det senaste århundradet även ska komma till användning som referensmaterial inför framtida studier. Kunskapsfonden är här samlad och förmedlad, vilket varit ett viktigt syfte med denna rapport och den bifogade metadata-basen.

Projektet fortsätter nu genom att digitalisera zooplanktondata och bakgrundsinformation. Det arbetet kommer att följa en prioritetsordning baserad på undersökningarnas kvalitet samt den geografiska, biologiska och vattenkemiska fördelningen av ingående sjöar. När digitaliseringen är färdig kommer data att analyseras för att om möjligt ligga till grund för svenska bedömningsgrunder för zooplankton. Den databas som byggs upp kommer att göras tillgänglig via Internet. Parallellt pågår i det svenska zooplanktonprojektets regi bl.a. en informationsinsamling om kvalitativa undersökningar, allt med förhoppningen om att i någon mån vitalisera svensk zooplankton-ekologi än mer.

Referenser, samt metodstudier i urval

- Blomqvist, P. 1995. *En metod för integrerad provtagning av vattenkemi och plankton. Scripta Limnologica Upsaliensia 1995 B: 15.*
- Botrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P. & Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24: 419-456.
- Clarke, G.L. & Bumpus, D.F. 1950. The plankton sampler - an instrument for quantitative plankton investigations. *Spec. Publ. Am. Soc. Limnol. Oceanogr.*, no 5, p. 8.
- Culver, D., Bourcherle, M.M., Bean, D.J., Fletcher, J.W. 1985. Biomass of freshwater Crustacean zooplankton from length-weight regressions. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1380-1390.
- DeVries, D.R. & Stein, R.A. 1991. Comparison of 3 zooplankton samplers - a taxon-specific assessment. *J. Plankton Res.* 13: 53-59.
- Downing, J.A. & Rigler, F.H. 1984. A manual of methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. *IBP Handbook No. 17 (2:a upplagan).* Blackwell, Oxford.
- Dumont, H.J., van de Velde, I. & Dumont, S. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia* 19: 75-97.
- Edmondson, W.T. & Winberg, G.G. 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. *IBP Handbook No. 17 (1:a upplagan).* Blackwells, Oxford.
- Ekbohm, G. & Dottne-Lindgren, Å. 1973. Effects of subsampling in estimating the abundance of plankton. *Inst. för ekonomi och statistik, SLU, Uppsala, Rapport 19.*
- Elster, H.J. 1958. Zum Problem der quantitativen Methoden in der Zooplanktonforschung. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13: 961-973.
- Hansen, A.-M., Jeppesen, E., Bosselmann, S. & Andersen, P. 1992. Zooplankton i söer - metoder og artliste. *Miljöprojekt nr. 205. Danmarks miljøundersökelse.*
- Herbst, H.V. 1957. Der Fallschöpfer, ein Gerät zur quantitativen Zooplankton-fang. *Arch. Hydrobiol.* 53: 598-603.
- Hillbricht-Ilkowska, A. 1965. The effect of the frequency of sampling on the picture of the occurrence and dynamics of plankton rotifers. *Ekologia polska - Seria a, Tom 13, nr 8.*
- Langeland, A. & Rognerud, S. 1974. Statistical analyses used in the comparison of three methods of freshwater zooplankton sampling. *Arch. hydrobiol.* 73: 403-410.
- Naturvårdsverket 1986. *Recipientkontroll vatten: metodbeskrivningar Del 2. Undersökningsmetoder för specialprogram.* SNV Rapport 3109.
- Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning. (www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/de13/sotvatten/djurplankt_sjo.pdf)
- Provtagning i sjö. En instruktionsvideo från institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala.
- Redfield, G. W. 1984. Modifications to the Schindler-Patalas zooplankton trap. *Verh.int Verein. Limnol.* 22: 1417-1424.
- Rodhe, W. 1941. Zur Verbesserung der quantitativen Planktonmethodik. *Zool. bidr. Uppsala*, 20: 465-477.
- Ruttner-Kolisko, A. 1977. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 8: 71-76.
- Schindler, D.W. 1969. Two useful devices for vertical plankton and water sampling. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 26: 1948-1955.
- Schwoerbel, J. 1966. *Methoden der Hydrobiologie.* Kosmos Verlag, Stuttgart.
- SVAR 2001. *Svenskt vattenarkiv. Sjöregistret. SMHI, Norrköping (Digital version.)*
- Thorpe, J.E. & Covich, A.P. (eds). 2001. *Ecology and Systematics of North American Freshwater Invertebrates. 2nd Edition.* Academic Press.
- Vibe, P.H., Boyd, S. & Cox, J.L. 1975. Relationships between zooplankton displacement volume, wet weight, dry weight and carbon. *Fishery bulletin* 73: 777-776.
- Water quality - Guidance standard for the sampling of zooplankton from standing waters. *CEN/TC230/WG2/TG1 (manuskript, 03.07.03)*
- Wetzel, R. & Likens, G. 2000. *Limnological Analysis. 3rd Edition.* Springer Verlag
- Wiborg, K.F. 1951. The whirling vessel. An apparatus for the fractioning of plankton samples. *Report on fishery and marine investigations, vol. 9, no. 13.*

Bilaga 1. Kolumnhuvud i metadatabasen: förteckning och använda koder

Kolumner	Förklaring/kod
Sjönamn	Namn som anges i originalhandling
X_SMHI	Utloppskoordinat enl. Svenskt vattenarkiv, SVAR, SMHI
Y_SMHI	Utloppskoordinat enl. Svenskt vattenarkiv, SVAR, SMHI
UndersöknGrupp	Grupp av sjöar eller undersökningar med liknande syfte: "Projekt" i texten
SMHInamn	Namn som anges i SVAR, SMHI
X_STN	Koordinat för provtagningsstation (område eller punkt där proven tas)
Y_STN	Koordinat för provtagningsstation (område eller punkt där proven tas)
StnNamn	Beteckning enligt originalhandling eller konstruerad för att särskilja stationer
Areal(km2)	Sjöns areal (originaluppgift prioriterad före SVAR-uppgift), i Mälaren och Hjälmararen anges de stora bassängernas arealer
Maxdjup(m)	Djupangivelse (originaluppgift prioriterad före SVAR-uppgift)
Startår	"Startår" med enhetlig frekvens och metodik Kan upprepas i samma "projekt" om provtagningsfrekvens el. metodik ändras
Slutår	Matchar varje startår med enhetlig frekvens och metodik
Prov/år	Antal provtagningsdatum per år
Prov/som	Antal prov under produktionsäsongen: maj-sept i norr, april-okt i söder
SomStartmån	Första provtagningsmånad under produktionssäsongen
SomSlutmån	Sista provtagningsmånad under produktionssäsongen
Punkt-antal/Stn	Antal punkter där prov tas för att representera en station eller sjö. Koder: <i>0=Clarke-Bumpus, horisontellt eller snett dragen</i> <i>1=1 punkt</i> <i>2=2 punkter etc.</i>
Nivåantal	Antal provtagningspunkter i djupled eller antal djupskikt med redskap som djupintegrerar
Vert-integrering	Typ av redovisning av data i vertikalled. Koder: <i>0=Punktprov, särredovisas</i> <i>1=Oviktat blandprov av prov tagna på olika djupnivåer</i> <i>2=Viktat blandprov av prov tagna på olika djupnivåer där volymen i de olika djupstrata som proven representerar utgör viktsfaktorer</i> <i>3=Viktat blandprov av prov tagna på olika djupnivåer där prov tagna med olika vertikalaavstånd kompenseras att representera samma vertikalaavstånd</i> <i>4=Oviktat medelvärde beräknat från punktprov i vertikalled</i> <i>5=Vertikalt / snett håvdrag med Clarke-Bumpus</i>
Skiktdjup1(m)	Djupet på det översta skiktet anges vid "vert- integrering" >0. Koder: <i>0=säsongvariabelt djupskikt motsvarande epilimnions djup vid provtagningsstillfället</i> <i>1=0-1m</i> <i>2=0-2m etc.</i>
Skiktdjup2(m-m)	Djupintervallet på det därunder följande skiktet

Redskap	<p>Hämtartyper och beteckningar. Volym, diameter etc. ej angivna. Koder:</p> <p>1=<i>Ruttnerhämtare</i></p> <p>2=<i>Rodhehämtare</i></p> <p>3=<i>Kielhämtare</i></p> <p>4=<i>Clarke-Bumpushåv</i></p> <p>5=<i>kvalitativ planktonhåv</i></p> <p>6=<i>pump</i></p> <p>7=<i>slang</i></p> <p>8=<i>semikvantitativ håv (passerad volym beräknad med draglängd och håvdiameter)</i></p> <p>9=<i>Rambergrör (plexi-rör med klafflock nedtill och upptill, ofta 2 m långt)</i></p> <p>10=<i>rör med klaffförslutning nedtill och låsande mekanism upptill</i></p> <p>11=<i>Limnoshämtare</i></p> <p>12=<i>Van Dornhämtare</i></p> <p>13=<i>Mysistrål</i></p> <p>14=<i>Schindler-Patalashämtare</i></p> <p>15=<i>plexiglasrör m. lös propp</i></p> <p>16=<i>Corixidfälla</i></p> <p>17=<i>Sediment och Chaoborushämtare</i></p> <p>18=<i>kort rör med klafflocksförslutning, 0,6 m.</i></p> <p>19=<i>flaska</i></p> <p>20=<i>Nymanhämtare</i></p> <p>21=<i>hink</i></p>
MinProvvolyml(L)	Anger antingen minsta uppmätta volym vid Clarke-Bumpus- eller pumpprov eller den minsta volym som tagits i varje provpunkt för att bilda ett blandprov på en station.
MaxProvvolyml(L)	Anger antingen största uppmätta volym vid Clarke-Bumpus- eller pumpprov eller den totala volym som utgör ett blandprov för en station
Subsampl_volyml(L)	Anger vid subsampling den provvolym som det analyserade provet härrör från
Maskvidd1(mm)	<p>Metod för avskiljning av större eller alla djur från provvattnet. Koder:</p> <p>0=<i>sedimentering</i></p> <p>0,02=<i>0,02 mm</i></p> <p>0,025=<i>0,025 mm etc.</i></p>
Maskvidd2(mm)	Metod för avskiljning av mindre djur från provvattnet
Fix	<p>Fixerings och konserveringsmedel. Koder:</p> <p>1=<i>4% formalin</i></p> <p>2=<i>Jodjodkalium (JJK)</i></p> <p>3=<i>Surt jodjodkalium = Lugols lösning</i></p> <p>4=<i>JJK+4%formalin</i></p> <p>5=<i>etanol</i></p> <p>6=<i>annat</i></p>
Djurgrupper	<p>Koder:</p> <p>1=<i>Crustacea</i></p> <p>2=<i>Större Crustacea</i></p> <p>3=<i>Crustacea+Rotatoria</i></p>

4=*Rotatoria*
5=*Crustacea+Rotatoria+Protozoa*
6=*Ciliata+övr*
7=*Endast Limnocalanus*
8=*Endast Mysis*
9=*Enbart Bythotrephes+likn.*
10=*Crustacea+Rotatoria+ägg*
11=*Crustacea+Rotatoria+Protozoa+ägg*
12=*Crustacea+ägg*
13=*Insecta*

Ansvarig Den person som planerat undersökningen/gjort analyserna/publicerat resultaten. Ibland framgår ej vem som analyserat prov

Ind.täthets-data Anger i vilken forn uppgifter finns tillgängliga. Koder:
1=*Tabellverk arter+stadier+ägg*
2=*Tabellverk arter+stadier*
3=*Figur artvis*
4=*Figur gruppvis eller totalt*
5=*Tabell och figur*
6=*Digitalt*
6,5=*Digitalt, klasser*

Vikts/vol.-data Anger i vilken forn uppgifter finns tillgängliga. Koder (avviker från ovanst.):
1=*Tabellverk arter+stadier*
2=*Figur artvis*
3=*Figur gruppvis el tot*
4=*Tabell och figur*
5=*Digitalt*

Anm.Vikt Anger hur individvolymen eller vikter beräknats.

Kringinfo Anger vilken övrig information om kemi och planktonsamhällen som finns

Koder:
1=*Enkel vattenkemi*
2=*Fullständig vattenkemi*
3=*Vattenkemi+klorofyll*
4=*Kvantitativt fytoplankton*
4,5=*Kvantitativt fytoplankton+primärproduktion*
5=*Kemi+kvantitativt fytoplankton*
6=*Kemi+klorofyll+fytoplankton*
6,5=*Kemi+klorofyll+kvantitativt fytoplankton+ primärproduktion*
7=*Kemi+kvantitativt fytoplankton+primärproduktion*
8=*Kemi+klorofyll+kvantitativt fytoplankton+bakterier*
9=*Kemi+klorofyll+kvantitativt fytoplankton+primärproduktion+bakterier*

Fiskdata Anger vilken information om fisksamhällen som finns. Koder:
1=*Fisktomt*
2=*Förekomstuppgift*
3=*Utplanteringsuppgift*
4=*Provfiske*

5=Provfiske+maganalys

6=Rotenonutfiskning

Provets förvaring Anger nuvarande förvaringsplats för prov. Observera att alla ansvariga ej har kontaktats. Koder:

1=Prov borta

2=Naturhistoriska riksmuséet, Stockholm

3=Institutionen för miljöanalys, Uppsala

4=Naturhistoriska muséet, Göteborg

5=Hos ansvarig

6=Övrigt

7=Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm

Anm.Allm.

Tilläggsupplysningar

LöpNr

Ordningsnummer vid inmatning

Bilaga 2. Förteckning över personer som utfört eller ansvarat för zooplanktonanalyser presenterade i rapporten

Aasa, Rolf
Annadotter, Heléne
Andersson, Gunnar
Antonsson, Ulfar
Arnemo, Rolf
Aronsson, Ingrid
Axelson, Jan
Bejer, Ulrika
Bergstrand, Eva
Bern, Lars
Berzins, Bruno
Blomqvist, Peter
Brett, Michael
Carlin, Börje
Cleve-Euler, Astrid
Cronberg, Gertrud
Cronholm, Märta
Dottne-Lindgren, Åsa
Ekman, Sven
Ekström, Birgitta
Ekström, Christina
Eriksson, Gunnar
Forsberg, Rune
Freidenfelt, Theodor
Grundström, Reidar
Gyllström, Mikael
Grönberg, Barbro
Gönczi, Adam
Hansson, Lars-Anders
Hargeby, Anders
Henrikson, Lennart
Heyman, Ulf
Holmgren, Staffan
Huss, H.
Iregren-Björkqvist, Elisabeth
Jacobsson, Stig
Jansson, Stefan
Jarlman, Amelie

Johansson, Jan
Johansson, Jan Åke
Kinsten, Björn
Kjellberg, Gösta
Lanner, Magnus
Lindström, Eva
Lindström, Torolf
Lundkvist, Nils
Lysén, Gunnar
Lötmarker, Tom
Mellgren, Inger
Morling, Greta
Nauwerck, Arnold
Nilsson, Eva
Nyberg, Per
Nyman, Hans
Olofsson, Lennart
Olofsson, Hans
Oscarson, Hans
Pejler, Birger
Persson, Gunnar
Rivinoja, Peter
Rodhe, Wilhelm
Roslund, Kurt
Sjöstedt, Inger
Stensdotter-Blomberg, Ulrika
Stenson, Jan
Svensson, Jan-Erik
Söderström, Torgny
Tirén, Torbjörn
Vallin, Sten
Vrede, Katarina
Vrede, Tobias
Wetterling, Gunilla
Widell, S.
Åström, Keneth

Bilaga 3. Koder för olika individtäthetsklasser som använts vid digitaliseringen av Bruno Berzins kvantitativa zooplanktonmaterial.

Observera att olika koder använts för olika djurgrupper. Klassernas spännvidd jämförs genom att de övre och nedre gränserna relaterats till klassmitt.

För Rhizopoda, Rotatoria, Ciliata och Suctoria

Antal ind/l	Kod	Klassmitt	Min/Klassmitt	Max/Klassmitt
0,1-5	1	2,5	0,04	2,00
5,1-20	2	12,5	0,41	1,60
20,1-50	3	35	0,57	1,43
50,1-100	4	75	0,67	1,33
100,1-200	5	150	0,67	1,33
200,1-400	6	300	0,67	1,33
400,1-700	7	550	0,73	1,27
700,1-1200	8	950	0,74	1,26
1200,1-2000	9	1600	0,75	1,25
>2000	10			

För Cladocera och Copepoda.

Antal ind/l	Kod	Klassmitt	Min/Klassmitt	Max/Klassmitt
0,1-3	1	1,5	0,07	2,00
3,1-10	2	6,5	0,48	1,54
10,1-20	3	15	0,67	1,33
20,1-35	4	27,5	0,73	1,27
35,1-60	5	47,5	0,74	1,26
60,1-120	6	90	0,67	1,33
120,1-240	7	180	0,67	1,33
240,1-400	8	320	0,75	1,25
400,1-600	9	500	0,80	1,20
>600				