LÄNSSTYRELSEN I STOCKHOLMS LÄN

1981 nr 9

TELEFON:08-785 40 00.POSTADRESS:BOX 22067,104 22 STOCKHOLM:BESÖKSADRESS:HANTVERKARGATAN 29

Rialaområdets sjöar

Sjöarnas tillstånd, vattenomsättning och påverkan av föroreningar.

Planeringsavdelningen / naturvårdsenheten

Stockholm 1981

PRESSMEDDELANDE

från länsstyrelsen i Stockholms län, informationen. Tel. 785 40 00

1981-10-06

Sjöar i Rialaområdet undersökta

Länsstyrelsens naturvårdsenhet har genomfört undersökningar av sjöar i Rialaområdet i Roslagen. Resultatet finns sammanställt i rapporten "Rialaområdets sjöar" 1981:10. Sjöarnas tillstånd, vattenomsättning och påverkan av föroreningar presenteras.

De ca 90 sjöarna i området är mycket värdefulla och utgör ett karakteristiskt inslag i landskapsbilden. I samband med den fysiska riksplaneringen klassades Rialaområdet som riksintressant för det rörliga friluftslivet. Sjöarna hör till dem i länet som minst påverkats av sänkningar, avloppsutsläpp och störningar från jordbruket.

Området har en hög andel näringsfattiga skogssjöar. Många av dessa har ett mycket klart vatten. Denna typ av sjöar är vanligtvis känsliga för försurning. Trots detta visar sjöarna i Rialaområdet - med få undantag - höga pH-värden. Detta beror huvudsakligen på den höga kalkhalten i de uppländska jordarna.

Västliga, sydvästliga och sydliga vindar dominerar i regionen. Rialaområdet är därför intressant för studier av luftspridda föroreningar från bla Stockholmsområdet. Tungmetallförekomster i bottensediment och halter av kvicksilver, DDT och PCB i gäddor från några av sjöarna har därför undersökts. Sedimenten uppvisar förhöjda halter av framför allt bly, krom och nickel. Kvicksilverhalterna i gäddor ligger för några sjöar i nivå med svartlistningsgränsen 1 mg Hg/kg. En sjö, Älggreten, är för övrigt svartlistad sedan tidigare. PCB-halterna är i förhållande till DDT-halterna förhöjda, vilket återspeglar en belastning från Storstockholmsområdet. DDT- och PCB-mängderna är dock inte alarmerande höga.

Ytterligare upplysningar lämnas av Pär-Olof Danielsson, naturvårdsenheten tfn 08-785 51 19.

RIALAOMRÅDETS SJÖAR

Sjöarnas tillstånd, vattenomsättning
och påverkan av föroreningar

red.
Pär-Olof Danielsson

Länsstyrelsen i Stockholms län
Planeringsavdelningen, naturvårdsenheten 1981

RIALAOMRÅDET

i Stockholms län

1981-06-18

Förord

Rialaområdet har i samband med den fysiska riksplaneringen klassats som riksintressant för det rörliga friluftslivet. Områdets cirka 90 sjöar utgör ett mycket karaktäristiskt inslag i landskapsbilden och hör till de av sjösänknings-företag, avloppsutsläpp och jordbrukspåverkan minst influerade i länet. Den geografiska belägenheten i närheten av stora befolkningskoncentrationer bidrager dessutom till att ytterligare förhöja sjöarnas värde.

Föreliggande sjöundersökning har tillkommit på initiativ av länsstyrelsen och särskilda projektpengar har ställts till förfogande inom ramen för arbetet med den fysiska riksplaneringen. Eftersom fakta om sjöarna i stort sett tidigare saknades, såg länsstyrelsen som en grannlaga uppgift att skaffa kunskapsunderlag för det fortsatta fysiska planeringsarbetet. Sjöarna i Riala-området är också lämpliga att tjäna som referens till den kontrollverksamhet som bedrivs i vissa vattenområden med utgångspunkt från miljöskyddslagens krav.

Sjöundersökningen har genomförts vid naturvårdsenheten och enklare fysikalisk-kemiska analyser utförts på enhetens laboratorium.

För fältarbetet har Pär-Olof Danielsson svarat tillsammans med personalen på naturvårdsenhetens vattensektion. Per Nyström har ansvarat för det fysikalisk-kemiska analysarbetet. För huvuddelen av bearbetningen och den slutliga sammanställningen av rapporten har Pär-Olof Danielsson svarat. Undantagna är kapitlen, som behandlar kvicksilver, DDT och PCB i gäddor samt växtplankton, vilka såväl beträffande analys som bearbetning varit utlagda på externa krafter. För förstnämnda kapitel svarar Mats Olsson och Lars Reutergård och för sistnämnda Eva Willén.

Författarna ansvarar själva för det vetenskapliga och materiella innehållet samt för de åsikter och värderingar som förs fram.

Tord Céwe

Gunilla Brattberg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
SAMMANFATTNING	1
1. INLEDNING	15
2. METEOROLOGI (av Pär-Olof Danielsson)	16
Temperatur och nederbörd	16
Vattenflöde	18
Vindar	18
3. HYDROLOGI (av Pär-Olof Danielsson)	20
Sänkta och utdikade sjöar	20
Avrinningsområden, vattenföring och sjöarealer	20
Lodade sjöar	21
4. FYSIKALISK-KEMISKA FÖRHÅLLANDEN (av Pär-Olof Danielsson)	22
Material och metoder	22
Resultat och diskussion	24
Försurningssituationen	24
pH och alkalinitet	24
Sulfat, karbonat och klorid	28
Syrgassituationen	31
Våren	31
Sommaren	32
Siktdjup	33
Näringsämnen	33
Fosfor	33
Kväve	36
Kväve/fosfor-kvoter	37
5. TUNGMETALLER I BOTTENSEDIMENTET (av Pär-Olof Danielsson)	40
Inledning	40
Geologi	40
Undersökningsområdet	41
Material och metoder	41
Tidigare undersökning	43
Resultat och diskussion	43
Totalfosfor och totalkväve	43
Koppar	46
Bly	46

Sid

Kadmium 47
Krom 48
Kvicksilver 49
Nickel 49
Zink 50

6. KVICKSILVER, DDT OCH PCB I GÄDDOR (av Mats Olsson och Lars Reutergård) 52
Metodik 52
Resultat och diskussion 52
Tidigare undersökning 54

7. INVENTERING AV VÄXTPLANKTON (av Eva Willén) 57
Inledning 57
Provtagning och analys 57
Områdesbeskrivning 57
Resultat och diskussion 58

8. REFERENSER 67

BILAGOR:

1. Karta över sjöarnas och vattendragens avrinningsområden
2. Hyrdologiska basdata för Rialaområdets sjöar
3. Djupkartor över 30 Rialasjöar (inklusive översiktskarta)
4. Hypsogram för de lodade Rialasjöarna
5. Analysmetoder
6. Fysikalisk-kemiska data samt klorofyll från Rialasjöar
7. Syrgas- och temperaturprofiler i Rialasjöar djupare än 5 meter, uppmätta i juli 1976
8. Växtplanktons artsammansättning i Rialasjöarna
9. Utvärdering av helikoptern som transportmedel vid vattenprovtagningarna
10. Fotobilaga

59/60 :116-147

x-0)

SAMMANFATTNING

Naturvårdsenheten vid länsstyrelsen i Stockholms län genomförde under 1976 en undersökning av sjöarna i Rialaområdet, som ligger mellan Stockholm och Norrtälje.

Provtagningarna ägde rum dels på senvintern (månadsskiftet mars - april) och dels på högsommaren (juli). Tidpunkterna valdes så att resultaten bland annat skulle kunna ge en bild av näringsämnessituationen före produktionsstarten på våren samt under högsommaren. Även försurningssituationen är intressant att studera vid dessa tidpunkter.

Största delen av provtagningarna skedde med hjälp av helikopter och kunde därför genomföras på några få dagar. Sjöarna flygfotograferades i samband med protagningarna.

Hydrologi

Sjöarnas ytor, avrinningsområden, medelvattenföring samt sjöandelen i avrinningsområdena har beräknats för områdets ca 90 sjöar. Djupförhållandena i 27 sjöar har bestämts, varefter sjöarnas volym och teoretiska omsättningstid har beräknats. I området finns det 39 sjöar, som blivit sänkta eller utdikade.

Fysikalisk-kemiska förhållanden

Av Rialaområdets sjöar har sammanlagt 69 undersökts. Undersökningsresultaten visar på näringsfattig karaktär hos flera av dessa. Några sjöar kan till och med anses som extremt näringsfattiga. De näringsfattiga sjöarna ligger i åarnas övre lopp och är oftast omgivna av barrskogar. De sjöar som är belägna i åarnas nedre lopp visar i allmänhet en mera näringsrik karaktär. Här domineras landskapet av åkermark och bebyggelse.

Motståndskraften mot försurning är i allmänhet god i områdets sjöar. På våren låg pH-vardena i regel mellan 6 och 7 och alkaliniteten vanligen mellan 0,25 och 1,0 mekv/l. Den höga kalkhalten i marken bidrar i första hand till att sjöarna inte är försurningskänsliga.

Nedfall av försurande ämnen kan dock spåras i sjöarna i form av förändringar i jonbalansen. Sulfatet har ökat sin andel av jonstyrkan, medan karbonatandelen har minskat.

Syresituationen var tillfredsställande i de flesta av sjöarna. Endast några grunda och vegetationsrika sjöar hade på våren låga syrehalter. I några sjöar ledde höga humushalter till sänkta syrehalter på sommaren.

Det är gott om sjöar med klart vatten i Rialaområdet. I en tredjedel av sjöarna översteg siktdjupet fyra meter. I sjöarna med det klaraste vattnet var siktdjupet omkring tio meter.

Totalfosforhalterna var som regel låga eller mycket låga. I de flesta sjöarna var fosfor det begränsande näringsämnet för sjöarnas planktonproduktion.

Tungmetaller i bottensediment

Bottensediment från 20 sjöar, de flesta näringsfattiga skogssjöar, har analyserats med avseende på totalkväve, totalfosfor och tungmetallerna bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), nickel (Ni), zink (Zn) och kvicksilver (Hg).

Kväve- och fosforhalterna var inte anmärkningsvärt höga.

Bly, krom och nickel uppvisade tydligt förhöjda halter i ytsedimentet. Jämfört med halten längre ner i sedimentet innebär det en fördubbling av krom- och nickelhalterna och en fyrdubbling av blyhalten i ytan.

Kadmium och zink uppvisade en svagare höjning av ytsedimentets halter, medan bedömningen av kvicksilver var osäker. Endast för koppar förelåg naturliga halter i sedimentytan.

Kvicksilver, DDT och PCB i gäddor

Gäddor har samlats in från tio sjöar i området för analyser av kvicksilver, DDToch PCB. Halterna av PCB och kvicksilver var förhöjda. Någon säker bedömning av kvicksilverhalterna kunde inte göras på grund av begränsat analysmaterial. En sjö i området, Älggreten, är svartlistad sedan tidigare.

Växtplankton

Växtplanktons biomassa och artsammansättning i 60 av Rialaområdets sjöar har analyserats på prover från juliprovtagningen. Resultatet speglar områdets näringsfattiga karaktär. En stor del av sjöarna hade mycket liten biomassa av plankton, mindre än 0,1 mm^3/l. I de sjöar som har den största biomassan, (ca 1,0 mm^3/l) dominerar arter som inte indikerar näringsrikedom eller förorenade vatten.

Nedan följer en kort beskrivning av samtliga sjöar som ingår i undersökningen. Här anges även vissa djupuppgifter som inte redovisats på annan plats i rapporten, samt uppgifter ur "Sänkta och utdikade sjöar i Stockholms län" (1975:2).

Mårdsjön (59:97)

Näringsfattig, humusrik skogstjärn. Försurningskänslig, alkalinitet mindre än 0,1 mekv/l. Uppmätt djup vid provtagning: 2,0 m.

Rudsjön (59/60:69)

Näringsfattig, humusrik skogstjärn. Uppmätt djup vid provtagning: 2,0 m.

Viren (59/60:71)

Måttligt näringsrik sjö med hög alkalinitet. Vass och starr utmed stränderna. Uppmätt djup vid provtagning: 3,5 m. Sänkt 1,3 m år 1892.

Angarn (59/60:72)

Måttligt näringsfattig sjö med bårder av vass och säv runt stränderna. Uppmätt djup vid provtagning: 2,5 m. Sänkt 0,9 m år 1924.

Sandasjön (59/60:73)

Mycket grund, näringsfattig sjö omgiven av vidsträckta torvmarker. Uppmätt djup vid provtagning: 0,8 m. Sänkt 1,15 m år 1924.

Svärtingen (59/60:79)

Saknar firvattenyta på sommaren. Ingen provtagning. Sänkt i flera omgångar, totalt ca 1,9 m, 1889-1957.

Björknässjön (59/60:79)

Torrlagd på sommaren. Utnyttjas till bete. Vatten endast vid högvattenflöde. Ingen provtagning. Sänkt i flera omgångar 1889-1957, totalt ca 1,7 m.

Vadbosjön (59/60:81)

På sommaren är vattenytan täckt av flytbladsvegetation. Ingen provtagning. Sänkt i flera omgångar 1889-1957, totalt ca 1,9 m.

F.d. Uddebysjön (59/60:82)

Helt utdikad, kan inte längre anses vara en sjö. Har därför strukits i övriga förteckningar i denna publikation.

Däningen (59/60:83)

Helt igenvuxen av vass och starr. Ingen provtagning.

Starrmorasjön (59/60:84)

Helt igenväxt. Ingen provtagning. Sänkt ca 1,4 m år 1989.

Långsjön (59/60:84)

Näringsfattig, relativt humös skogssjö. Delvis omgiven av vass och gungfly. Uppmätt djup vid provtagning: 2,0 m.

Blågården (59/60:86)

Humös, näringsfattig liten skogssjö. Uppmätt djup vid provtagning: 2,5 m.

Storsjön (59/60:87)

Näringsfattig, föga humös skogssjö med relativt mycket klippstränder. Stor andel av skogen som omger sjön är kalhuggen. Uppmätt djup vid provtagning: 5,0 m.

Skären (59/60:88)

Humös, näringsfattig skogssjö. Uppmätt djup vid provtagning: 4,5 m.

Snävingen (59/60:89)

Näringsrik sjö vars återstående vattenyta helt är täckt av flytbladsvegetation. Uppmätt djup vid provtagning: 1,1 m. Sänkt i två omgångar, 1892 och 1963, totalt ca 1,4 m.

Björndalssjön (59/60:90)

Näringsfattig, föga humös sjö, delvis omgiven av åkermark. Hög kvicksilverhalt i gädda. Kortfiskesjö. Sänkt 1,15 m år 1919. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 9,3 m.

Barsjön (59/60:91)

Extremt näringsfattig sjö med mycket klart vatten. Barsjön och Largen (59/60:110) har Rialaområdets klaraste vatten med siktdjup på ca 10 m. Sjön förefaller för närvarande trots låg slkalinitet inte att vara försurningshotad (pH 6,5 vid vårprovtagningen). Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup 11,5 m.

Norrsjön (59/60:92)

Näringsfattig, relativt humös skogssjö. Glest med flytbladsvegetation över nästan hela sjön. Uppmätt djup vid provtagning: 2,0 m.

Långsjön (59/60:93)

Mycket långsträckt närings- och humusfattig sprickdalssjö. Sommarstugebebyggelse finns vid västra stranden. Djupkarta upprättad av Stockholms Universitet. Maximidjup 8,5 m.

Mörtsjön (59/60:94)

Mycket näringsfattig, föga humös skogstjärn med klart vatten. Har kalkats vid ett par tillfällen av en fiskeklubb. Kortfiskesjö. Uppmätt djup vid provtagning: 5,5 m.

Skären (59/60:95)

Mycket näringsfattig klarvattensjö med låg humushalt. Till övervägande delen klippstränder. Höga halter av kvicksilver i gädda. Uppmätt djup vid provtagning: 5,5 m.

Hoven (59/60:96)

Mycket näringsfattig sjö med måttlig humushalt. Stor andel klippstränder. Uppmätt djup vid provtagning: 4,6 m.

Malmsjön (59/60:98)

Måttligt näringsfattig sjö med låg humushalt. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 7,7 m.

Svulten (59/60:99)

Mycket näringsfattig sjö med låg humushalt. Försurningskänslig. Alkalinitet mindre än 0,1 mekv/l. Uppmätt djup vid provtagning: 2,0 m.

Horssjön (59/60:100)

En igenväxt sjö med hela vattenytan täckt av flytbladsvegetation. Sänkt i två omgångar, senast 1939, totalt 1,15 m. Uppmätt djup vid provtagning: 1,1 m.

Lortsjön (59/60:101)

Helt igenväxt av vass och starr. Ingen provtagning. Sänkt i två omgångar, senast 1939, totalt 1,3 m.

Vaxtunasjön (59/60:102)

En näringsrik sjö med kraftigt utbredda vassar och flytbladsvegetation över större delen av vattenytan. Sänkt ett par omgångar, senast 1931, totalt ca 1 m. Uppmätt djup vid provtagning: 2,5 m.

Oskären (59/60:103)

Kraftigt igenväxt med vass och flytbladsvegetation. Sänkt 0,6 m 1898. Ingen provtagning.

Malmsjön (59/60:104)

En Charasjö med utbildad kalkbleke på botten. Enda representanten för denna sjötyp i Rialaområdet. Sänkt ca 0,6 m 1898. Uppmätt djup vid provtagning 2,0 m.

Lillsjön (59/60:105)

Kraftigt igenväxt, tät flytbladsvegetation. Ingen provtagning. Sänkt 0,9 m 1945.

Lillsjön (59/60:106)

Näringsfattig, humusrik skogstjärn, omgiven av gungfly. Uppmätt djup vid provtagning: 3,2 m.

Stensjön (59/60:108)

Näringsfattig skogssjö med måttlig humushalt. Delvis omgiven av gungfly. Sommarstugebebyggelse i östra delen. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 5,5 m.

Trehörningen (59/60:109)

Måttligt näringsfattig. Nordvästra viken grund och med utbredda vassar. Sommarstugebebyggelse i norra delen. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 5,1 m. Sänkt ca 0,75 m 1906.

Largen (59/60:110)

Extremt näringsfattig sjö med mycket klart vatten. Intar tillsammans med Barsjön (59/60:91) en särställning bland områdets sjöar på grund av det mycket klara vattnet. I sjön bedrivs "Put and Take"-fiske i Hushållningssällskapets regi. Ej rotenonbehandlad. Djupkarta upprättad av Hushållningssällskapet. Maximidjup 21 m.

Älggreten (59/60:111)

Näringsfattig, relativt humös skogssjö. Svartlistad på grund av höga kvicksilverhalter i gäddor. Sänkt ca 0,6 m 1920. Uppmätt djup vid provtagning: 3,5 m.

Mörtsjön (59/60:112)

Liten, näringsfattig skogssjö med hög humushalt. Omgivningarna delvis kalhuggna. Uppmätt djup vid provtagning: 3,3 m.

Käringsjön (59/60:113)

Mycket liten, nästan helt igenväxt sjö. Ingen provtagning.

Kasmaren (59/60:114)

Mycket liten, nästan helt igenväxt sjö. Ingen provtagning.

Jordsjön (59/60:115)

Näringsfattig skogssjö med hög humushalt. Till stor del grund och igenväxt. Uppmätt djup vid provtagning: 2,0 m.

Losjön (59/60:116)

Måttligt näringsrik sjö med kort teoretisk omsättningstid, 1 månad. Påverkad av avloppshalten från Vira bruk. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 7,1 m.

Södersjön (59/60:117)

Till större delen igenväxt med gungfly. Ingen provtagning.

Norrsjön (59/60:118)

Mycket igenväxt sjö. Ingen provtagning. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 2,0 m. Sänkt, men inga uppgifter finns om företaget.

Viren (59/60:119)

Sjöns västra del där tillflödena mynnar är grund och starkt igenväxt. De stora vassarna torde fungera som näringsfälla, varför den djupa östra delen av Viren har karaktären av en relativt näringsfattig sjö. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 10,0 m.

Älten (59/60:120)

Näringsrik sjö, kanske främst beroende på hög omsättning (teoretisk omsättningstid 17 dygn) av vatten som passerat åkermarker. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 4,4 m.

Lomsjön (59/60:121)

Liten, mycket humös skogstjärn med gungfly runt stränderna. Försurningskänslig, alkalinitet under 0,1 mekv/l. Uppmätt djup vid provtagning: 0,9 m.

Kvistaren (59/60:122)

Relativt näringsfattig skogssjö, måttligt humös. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 4,2 m.

Hansjön (59/60:123)

Mycket liten skogstjärn, nästan helt igenväxt med gungfly. Ingen provtagning.

Lill-Enaren (59/60:125)

Måttligt näringsfattig sjö med gungfly och vassar i vikarna. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 2,7 m.

Stor-Enaren (59/60:126)

Måttligt näringsfattig sjö med gungfly och vassar i vikarna. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 3,0 m.

Stråsjön (59/60:127)

Liten, mycket humös skogstjärn med gungfly runt stränderna. Försurningskänslig, alkalinitet under 0,1 mekv/l. Uppmätt djup vid provtagning: 1,6 m.

Kvarnsjön (59/60:128)

Måttligt näringsfattig skogssjö med mycket flytbladsvegetation. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 3,0 m.

Mörtvättern (59/60:129)

Djup och klar näringsfattig sjö, till stor del omgiven av klippstränder. Sjön är sänkt, men några handlingar finns inte om detta. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 13,1 m.

Holmsjön (59/60:130)

Mycket igenväxt av vassar och flytbladsvegetation. Ingen provtagning.

Messormen (59/60:131)

Måttligt näringsrik sjö med lite vassar utmed stränderna. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen: Maximidjup: 2,0 m.

Hemsjön (59/60:132)

Helt igenväxt. Sänkt ett par omgångar, över en meter. Ingen provtagning.

Hemsjön (59/60:133)

Helt igenväxt. Ingen provtagning. Sänkt, flera omgångar, ca 1,5 m.

Oppsjön (59/60:134)

Igenväxt, endast en mindre vattenyta återstår. Sänkt i flera omgångar, ca 2 m. Ingen provtagning.

Mysslingen (59/60:135)

Näringsrik, mycket igenvuxen. Omgiven av stora, markberedda hyggen. Uppmätt djup vid provtagning: 1,3 m.

Trehörningen (59/60:136)

Relativt näringsfattig, humös skogssjö. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 2,8 m.

Pukebysjön (59/60:137)

Skall enligt lokalbefolkningen ha fått ta emot stora mängder sågspån från en nu nedlagd såg. Nästan helt igenvuxen. Sänkt i flera omgångar, ca 1,3 m. Ingen provtagning.

Tärnan (59/60:138)

Stor, näringsfattig sjö med klart vatten. Dämd i utloppet, där tidigare en såg legat. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 11,5 m.

Stora Harsjön (59/60:139)

Stor, näringsfattig sjö med klart vatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 9,1 m.

Lilla Harsjön (59/60:140)

Näringsfattig skogssjö med klart vatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 4,1 m.

Rumsättrasjön (59/60:141)

Näringsrik och till stor del igenväxt sjö med hög vattenomsättning (20 dygn). Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 2,0 m. Sänkt 0,7 m 1921.

Exarbysjön (59/60:142)

Sjön är relativt näringsfattig trots hög vattenomsättning och närliggande åkermarker. Kortfiskevatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 6,1 m. Sänkt ca 1 m 1921.

Storsjön (59/60:143)

En stor, näringsfattig sjö med mycket klart vatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 14,9 m. Sänkt 0,9 m 1932.

Lillsjön (59/60:144)

En relativt näringsfattig sjö som håller på att växa igen. Breda stråk av gungfly och vass utmed stränderna. Uppmätt djup vid provtaning: 1,2 m. Sänkt ca 1 m 1932.

Hersen (59/60:145)

Relativt näringsfattig sjö vars norra och södra vikar är grunda och ganska igenväxta. Kortfiskevatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 7,0 m.

Storsjön (59/60:146)

En stor näringsfattig sjö med klart vatten. Förhöjd halt av kvicksilver i gädda. Kortfiskevatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 13,1 m.

Fastarbysjön (59/60:147)

Näringsrik sjö som delvis är igenväxt. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 2,7 m.

Lillsjön (59/60:168)

Humös skogstjärn med gungfly och vass utmed stränderna. Gott om flytbladsvegetation. Uppmätt djup vid provtagning: 1,8 m.

Ruggen (59/60:169)

Relativt näringsfattig sjö med måttligt klart vatten. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 5,9 m. Sänkt ca 0,5 m 1836.

Tärnan (59/60:170)

Igenväxt. Sänkt ca 0,5 m runt 1900. Ingen provtagning.

Kvarnsjön (59/60:171)

Näringsrik sjö med riklig flytbladsvegetation. Gräskarp utplanterad 1978. Omgiven av sommarstugebebyggelse. Uppmätt djup vid provtagning: 3 m.

Långsjön (59/60:172)

Näringsrik sjö som får ta emot en del avloppsvatten från bebyggelse i Åsättra. Uppmätt djup vid provtagning: 3 m.

Lillsjön (59/60:173)

Skogstjärn som är kraftigt igenvuxen med gungfly och vass. Ingen provtagning. Sänkt 0,4 m 1927.

Strömsjön (59/60:174)

Näringsrik sjö, påverkad av åkermarker och av lakvatten från en sopptipp. Lakvattenbelastningen upphörde dock 1977 genom avledning till reningsverk. Uppmätt djup vid provtagning: 3,7 m. Sänkt ca 0,5 m 1923.

Bosjön (59/60:175)

Kraftigt igenväxt, näringsrik sjö, påverkad av åkermarker och framför allt lakvatten från en soptipp. Lakvattenbelastningen upphörde dock 1977 genom avledning till reningsverk. Uppmätt djup vid provtagning: 1,8 m. Sänkt ca 0,5 m 1923.

Igelträsk (59/60:176)

En liten humös skogstjärn med gungfly runt stränderna. Uppmätt djup vid provtagning: 0,9 m.

Gumrasjön (59/60:177)

Humös näringsfattig skogssjö. Uppmätt djup vid provtagning: 2 m.

Skiren (59/60:178)

Mycket näringsfattig klarvattensjö. Djupkarta upprättad av länsstyrelsen. Maximidjup: 16,1 m.

Solbergasjön (59/60:179)

Näringsrik sjö, påverkad av åkermarker och avlopp från bebyggelse. Fiskdöd på grund av syrebrist 1978. Uppmätt djup vid provtagning: 2,2 m. Sänkt 0,75 m 1922.

Kvallen (59/60:180)

Ej besökt.

Valsjön (59/60:181)

Relativt näringsfattig, tämligen humös sjö. Omgiven av bebyggelse. Uppmätt djup vid provtagning: 3,2 m.

Södersjön (59/60:182)

Relativt näringsrik, humös sjö. Uppmätt djup vid provtagning: 3,1 m.

Trastsjön (59/60:183)

Relativt näringsrik, humös sjö. Uppmätt djup vid provtagning: 2,5 m.

Barnträsk (59/60:184)

Liten skogstjärn, nästan helt igenväxt med gungfly. Ingen provtagning.

Drängsjön (60:1)

Näringsfattig sjö med klart, men relativt humöst vatten. Djupkarta upprättad av Uppsala Universitet. Maximidjup: 11,1 m.

Svarttjärn (60:2)

Näringsfattig humös skogstjärn med gungfly och mycket flytbladsvegetation. Uppmätt djup vid provtagning: 1,5 m.

Vindsjön (60:3)

Näringsfattig, mycket humös skogstjärn med gungfly och flytbladsvegetation. Uppmätt djup vid provtagning: 1,5 m.

Gissjön (60:8)

Näringsfattig, måttligt humös skogssjö, vars norra och södra vikar är grunda och har mycket flytbladsvegetation. Uppmätt djup vid provtagning: 5 m.

Hoven (60:33)

Liten skogstjärn med mycket gungfly och flytbladsvegetation. Ingen provtagning.

1. INLEDNING

Rialaområdet är höglänt och domineras av vidsträckta skogsmarker. De många sjöarna utgör ett mycket karakteristiskt inslag i landskapsbilden. Många av dessa sjöar är helt opåverkade av avloppsutsläpp och sjösänkningar. Flera är djupa och klara skogsjöar.

Områdets naturkvaliteteter har ansetts vara så höga att det har klassats som riksintressant för det rörliga friluftslivet i den fysiska riksplaneringen. Landdelen har tidigare inventerats (Länsstyrelsens publ 1978: 11).

Kunskaperna om sjöar inom sådana i stort sett orörda vattenområden är ofta bristfälliga. För att kunna påvisa eventuella miljöförändringar och för att kunna ta ställning i frågor som berör utnyttjandet av vattenområdena, är det därför viktigt att uppgifter om dessa insamlas och utvärderas. Många av Rialaområdets sjöar kan också tjäna som värdefulla referensområden.

Sjöar är ofta lämpliga studieobjekt för att på ett tidigt stadium registrera förändringar i miljön. Näringsfattiga sjöar är till exempel särskilt känsliga för olika luftburna föroreningar såsom försurande ämnen och tungmetaller. Denna luftspridning av föroreningar har först i relativt sen tid på allvar uppmärksammats i vårt land.

Den nu genomförda undersökningen avser att ge en beskrivning av tillståndet i områdets sjöar, en kunskap som är av växentlig betydelse vid planeringen av områdets framtida användning. Provtagningar genomfördes vid två tillfällen under 1976, dels på senvintern (månadsskiftet mars-april) och dels på sommaren (juli).

2. METEOROLOGI

Temperatur och nederbörd

Temperaturens och nederbördens variationer under år 1976 framgår av figur 1. Vårprogtagningen ägde rum under perioden 31 mars - 3 april. Temperaturen var under större delen av mars under den normala. Den 25 mars steg emellertid temperaturen kraftigt, vilket resulterade i att snön snabbt försvann. Väderomslaget medförde att isarna i Rialaområdet blev snöfria några dagar före vårprovtagningen. Sommarprovtagningen utfördes under perioden 20-26 juli. Såväl före som under provtagningen dominerades vädret av solsken och mycket låg nederbörd.

Figur 1: Temperatur och nederbörd under 1976 enligt SMHI. Kurvan visar dygnsmedeltemperaturens variationer jämfört med normala medeltemperaturen (1931-60). Staplarna visar nederbörden i mm/månad, dels den aktuella och dels medelnederbörden under normalperioden 1931-60.

Stormyrabäckens vattenföringsstation. Avrinningsområde 3,9 km^2, sjöandel 0 %.

Oxundaåns vattenföringsstation. Avrinningsområde 59 km^2, sjöandel 10,4 %.

Figur 2: Flödet vid två av SMHI:s vattenföringsstationer februari – augusti 1976, samt månadsmedelvärden för en 15–årsperiod. Kurvan visar det aktuella flödet och staplarna visar medelvärdena.

Vattenflöde

Som framgår av figur 1 var år 1976 mycket nederbördsfattigt. Den torra väderleken, som inleddes redan år 1975, resulterade i att flödet i vattendragen under hela året understeg det normala. Figur 2 visar det aktuella vattenflödet under perioden februari - augusti 1976 samt månadsmedelvärden för en 15-årsperiod för två av SMHI:s vattenföringsstationer i Stockholms län, Stormyrabäcken och Oxundaån.

Av figuren framgår att skillnaden mellan det aktuella flödet år 1976 och normalflödet för Oxundaåns del är mycket stort i jämförelse med motsvarande skillnad för Stormyrabäcken. Orsaken till detta är att det i Oxundaåns avrinningsområde finns sjöar, vilka har en magasinerande verkan och som således verkar utjämnande på flödet i bäckarna. Rialaområdet, som är mycket rikt på sjöar, torde till större delen ha flödesförhållanden som likanr de som förekommer i Oxundaån. I de översta delarna av varje avrinningsområde torde dock flödet mera likna Stormyrabäckens.

Den höjda temperaturen i slutet av mars resulterade i att flödet steg kraftigt den 28 mars, dvs några dagar före vårprovtagningens start.

Vindar

De i stockholmsområdet förhärskande vindriktningarna är företrädesvis syd-, väst- och sydvästvindar (figur 3). Rialaområdets läge nordost om Stockholm gör därför området intressant att studera när det gäller luftspridning av föroreningar från storstadsregionen.

Figur 3: Vindros för Stockholm—Bromma. Vindriktningen framgår av pilarnas riktning. Sektorernas längd är proportionell mot antal mättillfällen med vindriktningen ifråga. Medelvärden för perioden 1961 – 75. Uppgifterna är hämtade från SMHI.

3. HYDROLOGI

Rialaområdet är ett höglänt område, vars högsta delar ligger ca 80 m över havet. Området hör till övervägande del till det flodområde som omfattar kustområdet mellan Norrtäljeån och Åkerström, nr 59/60 (numrering enligt SMHI:s system). En sjö är belägen inom Norrtäljeåns flodområde, nr 59, och fem sjöar inom Åkerströms flodområde, nr 60.

Det använda sjönumreringssystemet har upprättats av Lantbruksnämnden och innebär att sjöarna numrerats löpande, vattendrag för vattendrag, inom varje flodområde. I samband med denna undersökning upptäcktes ett par felaktigheter i sjönumreringssystemet, nämligen att:

- Mårdsjön (59:97) avrinner till Norrtäljeån och ej till Bergshamraån, samt att
- Largen (59/60:110) och Trehörningen (59/60:109) avrinner till Loån och ej till Enviksån, vilket även framgår av SMHI:s arealstatistik.

Sänkta och utdikade sjöar

Enligt Lantbruksnämndens m fl arkiv över sjösänkningsföretag har 36 av områdets 90 sjöar sänkts eller utdikats (Länsstyrelsen i Stockholms län, 1975:2). Ytterligare tre sjöar har vid besök befunnits vara sänkta, nämligen Kasmaren (57/60:114) och Mörtvättern (59/60:129), vilka är sänkta 1-1,5 m samt Norrsjön (59/60:118), som är sänkt ca 1 m.

Andelen sjöar som påverkats av sänkningsföretag i länets Upplandsdel är mycket stor. Som exempel kan nämnas att i Norrtäljeån avrinningsområde (nr 59) är Mårdsjön (59:97) den enda av 30 sjöar som ej blivit sänkt. Rialaområdets sjöar kan därför betraktas som de mest orörda i den norra länsdelen.

Avrinningsområden, vattenföring och sjöarealer

Hydrologiska basdata redovisas i bilaga 2.

Avrinningsområdet för varje sjö och vattendrag (inom Rialaområdet) bestämdes med hjälp av topografiska kartan (bilaga 1). När tveksamheter

uppstod i bestämningen har flygbilder använts samt fältkontroller företagits.

För varje avrinningsområde beräknades den normala medelvattenföringen uttryckt i liter per sekund (l/sek). Denna erhålles ur avrinningsområdets yta (km^2) och medelavrinningen för området ($l/sek \cdot km^2$). Medelavrinningen har för Rialaområdet beräknats till ca 7 l/sek (SMHI 1971). Inom varje avrinningsområde har också den procentuella andelen sjöar beräknats.

Sjöarnas areal har beräknats genom planimetrering på den ekonomiska kartan. Denna kartas ålder samt det faktum att den baseras på flygbilder tagna på våren då det ofta är högt vattenstånd och sparsamt med vegetation, resulterar i att den uppmätta arealen och den i dag verkliga kan skila sig åt. Detta gäller speciellt för vissa dikade och/eller igenväxta sjöar, såsom Björknässjön (59/60:80), Vadbosjön (59/60:81), Däningen (59/60:83), Starrmorasjön (59/60:84), Hemsjön (59/60:132) och Tärnan (59/60:170). De i bilaga 2 redovisade arealerna baserar sig emellertid helt på mätningar på ekonomiska kartan.

Lodade sjöar

Djupkartor har upprättats för 30 sjöar i det undersökta området, de flesta inom Loåns avrinningsområde (bilaga 3). För 18 av dessa sjöar har ekolod använts. De övriga handlodades från is. Tre sjöar, Långsjön (59/60:93), Largen (59/60:110) och Drängsjön (60:1) har lodats vid tidigare tillfällen av universitetskurser och av Hushållningssällskapet.

Sjöarnas volym har bestämts från djupkartorna (bilaga 2). Den teoretiska omsättningstiden beräknades ur uppgifterna på medelvattenföring och sjövolym (bilaga 2). Med teoretisk omsättningstid avses den tid som åtgår för att byta ut hela sjöns vattenvolym. Förhållandet mellan sjöyta och vattendjup har åskådliggjorts i hypsogram (bilaga 4).

4. FYSIKALISK-KEMISKA FÖRHÅLLANDEN

Material och metoder

Provtagning ägde rum under perioderna 31 mars - 2 april och 20- 26 juli 1976. Sammanlagt undersöktes 69 av områdets 92 sjöar (figur 4). De sjöar som ej besöktes var samtliga mycket igenväxta och saknade fri vattenyta. Huvuddelen av provtagningen ägde rum med hjälp av helikopter. Denna möjliggjorde att provtagningen kunde utföras inom en kort tidsperiod.

Vattenproverna togs, i de fall djupförhållandena var kända, i sjöns djupaste del, annars i sjöns mitt. Provtagningsdjupet var en meter. I sjöar som var djupare än fem meter togs som regel även prov 0,5-1 meter över botten. Proverna insamlades med hjälp av en Ruttnerhämtare och förvarades i 500 ml polyetenflaskor. Vatten för analys av syrgas togs i 100 ml medicinflaskor med plastkon i korken.

Proverna analyserades i naturvårdsenhetens laboratorium omdelbart efter hemkosten med avseende på pH, alkalinitet, konduktivitet, syrgas, färg och närsalter. Totalkväve, totalfosfor, sulfat och klorid analyserades på frysta prover. Analyserna av totalt organiskt kol utfördes av Hydroconsult-Kemibyrån, Bromma. Vid sommarprovtagningen utfördes även klorofyllanalys. Proverna filtrerades vid hemkomsten och förvarades därefter djupfrysta i exikator. För analysen användes apparatur hos Naturvårdsverkets Limnologiska Undersökning, NLU, Uppsala.

Vid sommarprovtagningen mättes, i sjöar djupare än fem meter, syrgas- och temperaturprofiler med en syresond av märket YSI.

Beträffande analysmetoder, se bilaga 5.

Figur 4: Riala sjöar i vilka vattenprover tagits

—— Vattendelare

59/60 Avrinningsområde enligt SMHI

121 Sjönummer

Resultat och diskussion

Resultat av analyserna framgår av tabell, bilaga 6. I tabellen redovisas även analysvärden från en undersökning i april 1975.

Försurningssituationen

pH och alkalinitet

Sjöarnas fördelning med avseende på pH vid vår- som sommarprovtagningarna redovisas i figur 5. Vid vårprovtagningen hade de flesta sjöarna (38 st) pH-värden mellan 6,6 och 7,0 (medianvärde 6,7). 17 sjöar hade pH 6,5 eller lägre medan 8 sjöar hade pH 7,9 eller högre. Vid sommarprovtagningen hade 50 sjöar pH 7,1 eller högre, därav 9 st med pH överstigande 8,0. pH 7,0 eller lägre registrerades i 14 sjöar. Medianvärdet vid sommarprovtagningen var 7,5.

Låga pH-värden uppmättes i relativt få sjöar. Vid vårprovtagningen hade Mårdsjön (59:97) och Svulten (59/60:99) pH 5,9 respektive 6,0. Lomsjön (59/60:121) och Stråsjön (59/60:127), vilka inte besöktes på våren, hade vid sommarprovtagningen pH 5,6 respektive 5,5. Mörtsjön (59/60:94) kalkades år 1975, vilket resulterade i ett förhållandevis högt pH-värde vid såväl vår- som sommarprovtagningen 1976(6,9 resp. 7,5). I mars 1977 hade emellertid effekterna av kalkningen reducerats (pH 5,7) varför sjön då kalkades på nytt.

Vattenorganismernas känslighet för surt vatten varierar mycket från art till art. Bland de känsligaste anses flodkräftan vara. Dess reproduktion och skalbildning störs redan vid pH 6,0 (Malmer, 1975). Hos mörten, som är en av de känsligaste fiskarna, uppträder reproduktionsskador vid pH 5,5 (SNV PM 1976:2).

Figur 5: Fördelning av sjöarna med avseende på pH på 1 m djup vid vårprovtagningen (63 sjöar) och sommarprovtagningen (66 sjöar).

Alkaliniteten (buffringsförmågan) är ett mått på motståndskraften mot försurning. Om alkaliniteten understiger 0,1 mekv/l anses motståndskraften mot försurning vara dålig. Alkaliniteten i Rialaområdet låg för de flesta sjöar vid både vår- och sommarprovtagningen mellan 0,25 och 1,0 mekv/l (figur 6). Värden understigande 0,1 registrerades vid vårprovtagningen i tre sjöar, nämligen Mårdsjön (59:97), Barsjön (59/60:91) och Svulten (59/60:99) samt vid sommarprovtagningen även i Lomsjön (59/60: 121) och Stråsjön (59/60:127).

De fem ovan nämnda sjöarna är samtliga små skogstjärnar med små avrinningsområden. Barsjön, som har ett mycket klart vatten, är högt belägen (47 m ö.h.) och dess avrinningsområde består till stor del av berg i dagen. Barsjöns mycket näringsfattiga omgivningar och därmed sammanhängande låga elektrolythalt torde kunna ge en förklaring till dess låga alkalinitet. De övriga fyra sjöarna är mer eller mindre humusrika. Orsaken till att de uppvisar en större försurningskänslighet än andra likartade sjöar i området kan eventuellt förklaras med lokala variationer i markens kalkhalt eller med andra faktorer i sjöarnas avrinningsområden, t ex hög andel myrmark.

Figur 6: Fördelning av sjöarna med avseende på alkaliniteten på 1 m djup vid vårprovtagningen (63 sjöar) och sommarprovtagningen (66 sjöar). Obs! varierande klasstorlekar.

Med några undantag visar således Rialaområdets sjöar för närvarande en förhållandevis god motståndskraft mot försurning. En sannolik förklaring till detta är att den kalk, som inlandsisen under senaste istiden transporterade från förekomster i Gävlebukten söder ut över Uppland, fortfarande förmår neutralisera det sura nedfallet.

Under åren 1947-1951 genomförde civilingenjör Arent Silfversparre (opublicerat material) undersökningar i en rad sjöar i Stockholmstrakten. 22 av Rialaområdets sjöar besöktes därvid i oktober 1948 eller i augusti - september 1950. Analyser utfördes bland annat av pH och ledningsförmåga. Då det är fråga om enbart två mättillfällen kan man ej dra några säkra slutsatser om eventuella pH-förändringar under denna tidsperiod, men en jämförelse mellan de båda undersökningarna tyder inte på några skillnader (tabell 1). Medelvärdet för pH vid Silfversparres undersökningar blir 7,2 medan det vid länsstyrelsens undersökning 1976 blir 7,3.

Tabell 1: Jämförelser av pH och konduktivitet mellan Arent Silfversparres material från 1948 – 50 och sommarprovtagningen i Rialaområdet 1976.

Sjö	nummer	provtagningsdatum		pH		konduktivitet mS/m	
		A.S.	Lst	A.S.	Lst	A.S.	Lst
Rudsjön	59/60: 69	27.08.50	20.07.76	7,23	7,5	8,3	8,5
Långsjön	" : 85	27.08.50	20.07.76	7,11	7,3	8,5	9,8
Blågården	" : 86	27.08.50	20.07.76	6,68	6,9	6,2	8,5
Storsjön	" : 87	03.09.50	20.07.76	7,68	7,6	11,5	9,2
Långsjön	" : 93	03.09.50	22.07.76	7,13	7.6	9,3	12,6
Largen	" :110	27.08.50	21.07.76	7,95	8,3	10,0	12,3
Viren	" :119	27.08.50	23.07.76	7,71	7,8	12,2	15,1
Mysslingen	" :135	10.09.50	26.07.76	7,15	6,9	9,7	11,5
Trehörningen	" :136	10.09.50	26.07.76	7,03	7,0	10,4	11,6
Tärnan	" :138	03.09.50	23.07.76	7,53	7,6	7,7	9,2
Stora Harsjön	" :139	03.09.50	26.07.76	7,34	7,6	9,3	10,3
Hersen	" :145	03.09.50	23.07.76	7,36	7,6	12,5	14,6
Ruggen	" :169	27.08.50	21.07.76	7,57	8,4	14,9	16,9
Långsjön	" :172	10.09.50	26.07.76	7,08	7,3	17,2	23,5
Gumrasjön	" :177	03.10.48	26.07.76	6,94	6,8	10,1	11,9
Skiren	" :178	10.09.50	26.07.76	7,59	8,1	9,5	13,9
Solbergasjön	" :179	03.10.48	26.07.76	6,97	7,4	37,1	32,0
Valsjön	" :181	03.10.48	26.07.76	7,14	7,6	7,7	9,2
Södersjön	" :182	03.10.48	26.07.76	7,30	7,3	13,7	16,5
Trastsjön	" :183	03.10.48	26.07.76	7,02	7,1	17,8	17,5
Drängsjön	60 : 1	03.10.48	26.07.76	7,37	7,7	8,4	11,5
Gissjön	" : 8	10.09.50	26.07.76	7,01	7,2	10,1	11,9
		Medelvärden :		7,2	7,3	11,9	13,5

Sulfat, karbonat och klorid

Sufat, karbonat och klorid är de dominerande negativa jonerna i sötvatten. Det inbördes förhållandet mellan dessa joners koncentrationer har ansetts vara relativt konstant mellan olika sjöar. Rodhe (1949) visade att denna så kallade Standard Composition även ägde giltighet för svenska insjöar. En jämförelse mellan Standard Composition och Rialaområdets sjöar för jonsammansättningen av sulfat, karbonat och klorid redovisas i tabell 2.

Tabell 2: Jämförelse mellan Standard composition och medelvärden för jonsammansättningen av HCO_3, SO_4 och Cl i Rialaområdets sjöar, räknat som ekvivalentprocent (ekv-%).

	Standard Composition (ekv-%)	Rialaområdets sjöar (ekv-%)
Karbonat (HCO_3^-)	74	47
Sulfat (SO_4^{2-})	16	40
Klorid (Cl^-)	10	13

Den relativa jonsammansättningen för Rialaområdets sjöar (sommarprovtagningen) redovisas i tabell 3. Av tabellen framgår att ett flertal sjöar avviker väsentligt från Standard Composition genom att sulfatet ökar sin relativa andel på karbonatets bekostnad. Andelen klorid är däremot tämligen konstant.

Äldre mätvärden av dessa joner från sjöar i Rialaområdet saknas, varför det ej är möjligt att göra direkta jämförelser för att belägga eventuella förändringar av halterna. Ett tillförlitligt äldre material finns emellertid i Lohammars (1938) undersökningar under 1930-talet av sjöar i Uppland, Dalarna och övre Norrland. Dessa sjöar besöktes återigen på 1970-talet av Andersson (1977) och Wallsten (1981). Båda undersökningarna visar på kraftigt ökade sulfathalter och minskade karbonathalter.

Jonsammansättningen i de sjöar som Lohammar besökt överensstämde på 1930-talet relativt väl med Standard Composition. Andersson (1977) och Wall-

Tabell 3: Fördelningen av karbonat–, sulfat– och kloridjoner i Rialaområdets sjöar vid juliprovtagningen 1976, räknat som ekvivalent–%.

Sjönummer	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Sjönummer	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
59 : 97	10	73	17	59/60:131	61	25	14
59/60: 69	40	47	13	" :135	56	38	6
" : 71	76	16	8	" :136	36	54	10
" : 72	75	18	9	" :139	45	45	10
" : 85	48	42	10	" :141	63	26	11
" : 86	20	68	12	" :142	55	33	12
" : 87	46	43	11	" :143	50	39	11
" : 88	50	38	12	" :144	52	39	9
" : 90	39	49	12	" :145	53	36	11
" : 91	68	24	8	" :146	60	31	9
" : 92	40	48	12	" :147	66	22	12
" : 93	38	37	25	" :168	31	58	11
" : 94	50	40	10	" :169	54	32	14
" : 95	39	42	19	" :171	49	32	19
" : 96	41	45	14	" :172	37	43	20
" : 98	39	41	20	" :174	21	57	22
" : 99	10	70	20	" :175	35	43	22
" :102	57	34	9	" :176	40	47	13
" :104	57	33	10	" :177	38	49	13
" :106	25	54	21	" :178	60	27	13
" :108	35	48	17	" :179	39	33	28
" :109	53	14	33	" :181	40	48	12
" :110	43	48	9	" :182	42	50	8
" :111	50	38	12	" :183	44	49	7
" :112	47	43	10	60 : 1	42	47	11
" :115	32	58	10	" : 2	37	57	6
" :116	48	39	13	" : 3	21	68	11
" :119	46	43	11	" : 8	34	54	12
" :120	47	46	7				

sten (1981) redovisar däremot en jonsammansättning som väl överensstämmer med den som erhölls 1976 i Rialaområdets sjöar, dvs ökade sulfathalter och minskade karbonathalter i jämförelse med Standard Composition.

Det är således rimligt att anta att liknande förändringar inträffat i Rialaområdets sjöar de senaste årtiondena. De förhöjda halterna av sulfat kan huvudsakligen förklaras av de ökade utsläppen av svaveldioxid (SO_2) från förbränningen av fossila bränslen. Svaveldioxiden oxideras i atmosfären varefter svavelsyra (H_2SO_4) bildas. Denna transporteras med vinden och når våra sjöar via nederbörd och torrdeposition.

Efter långa torrperioder med åtföljande sänkt grundvattennivå oxideras en del av markens sulfider och svavelhaltiga organiska föreningar med svavelsyrabildning som följd. Syran lakas därefter ut till sjöar och vattendrag i samband med nederbörd och snösmältning. Framför allt i försumpade områden kan vid denna oxidation mycket låga pH-värden erhållas. Efter långvariga torrperioder kan man således registrera ökad sulfathalt och sänkta pH- och alkalinitetsvärden i sjöar och vattendrag. Sannolikt har de torra åren i början på 1970-talet kunnat resultera i att dessa processer bidragit till de ovan redovisade förhöjda sulfathalterna. Efter den torra sommaren 1959 påvisades exempelvis en uppgång i sulfathalten i sjöar i Småland (Malmer, 1961) och Uppland (Ahl, 1966).

Vid en jämförelse av konduktiviteten (ledningsförmågan) mellan Silfversparres undersökning av Rialasjöar och sommarprovtagningen 1976 kan en viss förhöjning konstateras (tabell 1). Medelvärdet för Silfversparres mätningar blir 11,9 mS/m, medan den sommaren 1976 blir 13,5 mS/m. Även Andersson (1977) och Wallsten (1981) redovisar en förhöjning av konduktiviteten sedan 1930-talet.

Dessa resultat beträffande konduktiviteten överensstämmer väl med en allmän tendens till ökad elektrolythalt i naturvatten, bland annat beroende på en ökad deposition och ett något torrare klimat (Ahl, muntlig information). Effekterna av den torra sommaren 1976 kan dock till viss del ha bidragit till den högre konduktiviteten vid sommarprovtagningen.

Syrgassituationen

Syrgas tillföres vattenmassan dels genom diffusion, dels genom växternas fotosyntetiska aktivitet. Vid god ljustillgång och intensiv fotosyntes överstiger syrgasmättnaden ofta 100 % av mättnadsvärdet.

Förbrukning av vattnets syre sker framför allt vid nedbrytning av organiskt material, som dels kan vara producerat i sjön, dels tillförts sjön från omgivningarna. Syrgastäringen blir särskilt märkbar under isläggningsperioden, då förbrukat syre ej kan ersättas via diffusion och då fotsyntesen är obetydlig.

I små grunda sjöar är mängden i sjön producerat organiskt material förhållandevis stort, varför sådana sjöar ofta erhåller låga syrgashalter på senvintern. I extrema fall förbrukas allt syre och svavelväte bildas. Svavelvätebildning sker framför allt i sjöar som är påverkade av mänskliga aktiviteter, såsom utsläpp av avloppsvatten, inverkan från omgivande åkermark, sjösönkningsföretag m m. Syrgasförbrukningen kan även vara betydande i sjöar i anslutning till myrmarker på grund av att tillförda humusämnen vid nedbrytningen förbrukar syre.

Våren

Syrgasförhållandena i sjöarna vid provtagningen i månadsskiftet mars - april varierade starkt med sjötyp. I de större klara och/eller djupa sjöarna var syrgashalterna på 1 m djup förhållandevis höga, mellan 70 och 90 % av mättnadsvärdet. I de grundare och mer näringsrika sjöarna var halterna lägre. Syrgasmättnader på 10-30 % eller lägre uppmättes i de minsta och grundaste sjöarna.

Sex sjöar hade en syrgashalt som understeg 10 % av mättnadsvärdet. Dessa var Jordsjön (59/60:115), Kvarnsjön (59/60:128), Fastarbysjön (59/60: 147), Lillsjön (59/60:168) Kvarnsjön (59/60:171) och Bosjön (59/60:175). I Bosjön hade allt syre förbrukats och svavelväte bildats.

Dessa sex sjöar har delvis olika karaktär, men är smatliga mycket grunda och stadda i igenväxning, vilket resulterar i förhållandevis hög organisk produktion och därmed åtföljande hög syrgasförbrukning. Jordsjön

och Lillsjön är av människan orörda skogstjärnar. Fastarbysjön och Kvarnsjöarna är utdikade och påverkade av närliggande jordbruksmark samt eventuellt även av gamla avloppsutsläpp. Bosjön, slutligen är kraftigt påverkad av lakvatten från en soptipp.

Den goda syrgastillgången i ytvattnet hos flertalet av områdets sjöar visar emellertid på den näringsfattiga karaktären hos dessa. Av de mindre och grundare sjöarna har åtskilliga blivit föremål för sänkningsföretag och/eller ligger i anslutning till jordbruksmark, vilket delvis förklarar deras försämrade syrgassituation.

Sommaren

Vid sommarprovtagningen låg syrgashalterna i ytvattnet vanligen omkring 90-105 % av mättnadsvärdet. I tolv sjöar uppmättes syrgashalter motsvarande 80 % av mättnadsvärdet eller lägre. I två sjöar understeg mättnadsvärdet 30 %.

Gemensamt för de sjöar som uppvisade låga syrehalter var även att humushalten var hög. Vattenfärgen varierade i dessa sjöar mellan 60 och 150 mg Pt/l. Den höga vattenfärgen orsakas i dessa sjöar framför allt av hög halt humusämnen i vattnet, vilka vid nedbrytning förbrukar syre. I Bosjön, som vid sommarprovtagningen hade en syrgasmättnad på 19 %, torde emellertid lakvatten från en näraliggande soptipp vara främsta orsaken till den dåliga syrgassituationen.

Syrgas- och temperaturprofiler uppmättes i juli 1976 i 18 av områdets sjöar som var djupare än fem meter (bilaga 2). Av diagrammen framgår att syrgashalten sjönk påtagligt i det bottennära vattnet i de flesta sjöarna. I dessa sjöar förelåg även en stabil temperaturskiktning. I Skären (59/60:95) var emellertid temperatur och syrgashalt likartad från yta till botten.

I det bottennära vattnet sker en syrgasförbrukning vid nedbrytningen av organiskt material. På grund av temperaturskiktningen sker utbytet av vatten med de mer övre syrerika vattenlagren mycket långsamt. Resultatet blir att syrgashalterna sjunker och kan bli mycket låga nära botten i skiktade sjöar. Ingen av dessa 18 sjöar hade emellertid fullständig syrgasbrist vid botten.

Siktdjup

Rialaområdet har en stor andel sjöar med mycket klart vatten. I 23 av sjöarna uppmättes således vid åtminstone någon av provtagningarna siktdjup större än fyra meter. Av dessa sjöar hade fyra siktdjup mellan sex och åtta meter, två mellan åtta och tio meter och en sjö, Barsjön (59/60: 91), över tio meter. I mer än hälften av samtliga sjöar översteg siktdjupet sjöns djup.

Vid vårprovtagningen erhölls mycket låga siktdjup, mindre än en meter, i följande sjöar: Snävingen (59/60:89), Rumsättrasjön (59/60:141), Strömsjön (59/60:174), Bosjön (59/60:175), Gumrasjön (59/60:177) och Solbergasjön (59/60:179). Orsaken till de låga siktdjupen i dessa sjöar kan delvis vara att vårfloden, som startade några dagar före provtagningen, har dragit med sig material från omgivande åkermarker. Detta är särskilt troligt vad gäller Snävingen, Rumsättrasjön och Solbergasjön, som är små sjöar med stora avrinningsområden. För Gumrasjön är det mindre sannolikt att vårfloden hunnit åstadkomma en minskning av siktdjupet, då avrinningsområdet är mindre och åkerandelen mycket liten. För Strömsjön och Bosjöns del kan lakvatten från en soptipp ha påverkat siktdjupet.

Två sjöar, Viren (59/60:119) och Skiren (59/60:178) besöktes även den 29 mars och 8 april, dvs före och efter huvudprovtagningen. Under denna tid avtog siktdjupet kontinuerligt. Då ljuset, på grund av snöfria isar, hade tillträde till vattnet torde vårens planktonproduktion ha startat och således vara främsta orsaken till det avtagande siktdjupet.

Näringsämnen

Fosfor

Fosfatfosforhalterna var som regel låga vid såväl vår- som sommarprovtagningen. Koncentrationer på mindre än 1 µg/l uppmättes på en meters djup i en tredjedel av sjöarna på våren och i två tredjedelar av sjöarna på sommaren (figur 7).

På våren registrerades för området höga fosfatfosforhalter i ytvattnet i Snävingen (59/60:89), Mysslingen (59/60:135), Rumsättrasjön (59/60:141)

och Södersjön (59/60:182). Vindsjön (60:3) hade höga fosfatfosforhalter vid provtagningen år 1975. Höga fosfatfosforhalter noterades i bottenvattnet i Långsjön (59/60:93), Losjön (59/60:116), Viren (59/60:119) och Storsjön (59/60:146).

Totalfosforhalterna var i regel låga i områdets sjöar. Vid vårprovtagningen hade således mer än en tredjedel och vid sommarprovtagningen en femtedel av sjöarna totalfosforhalter mindre eller lika med 10 µg/l (figur 8). De ovan nämnda sjöarna med höga fosfathalter i ytvattnet hade även höga totalfosforhalter.

Figur 7: Fördelning av sjöarna med avseende på fosfatfosfor (PO_4–P) på en meters djup vid vårprovtagningen (63 sjöar) och sommarprovtagningen (66 sjöar). Obs! varierande klasstorlekar.

Orsaken till de höga halterna av fosfat- och totalfosfor i ovan nämnda sjöar kan bland annat vara utflöde av näringsrikt, grumligt vatten från omgivande åkermarker (se även sid 33, Siktdjup). Detta gäller för Snävingen (59/60:89) och Rumsättrasjön (59/60:141). Mysslingen (59/60:135) kan ha erhållit tillskott av näringsämnen från ett stort hygge, som markberetts i samband med skogsplantering.

Av figur 8 framgår att totalfosforhalterna i allmänhet är något högre på sommaren än på våren. Ahl (1977) som huvudsakligen arbetat med material från Mälaren, konstaterar att halterna i allmänhet var lägre på sommaren än på våren. Wallsten (muntlig information) fann emellertid i små, näringsfattiga sjöar det motsatta, dvs högre totalfosforhalter på sommaren än på våren. Dessa resultat överensstämmer väl med de resultat som erhölls för Rialasjöarna.

Figur 8: Fördelningen av sjöarna med avseende på totalfosfor (Tot–P) på en meters djup vid vårprovtagningen (63 sjöar) och sommarprovtagningen (66 sjöar)
Obs! varierande klasstorlekar.

Fosforkoncentrationerna illustrerar den näringsfattiga karaktären hos flertalet av Rialaområdets sjöar. En jämförelse mellan fosfatfosforhalterna vid de båda provtagningarna kan grovt illustrera variationerna under året. Koncentrationerna är i allmänhet högst på senvintern före vegetationsperiodens start. Detta beror på att den fosfatfosfor som frigöres vid nedbrytning av organiskt material ansamlas i vattnet under vintern. När primärproduktionen sedan startar på våren kommer en stor del av det lösta fosfatet att inkorporeras i det organiska materialet, vilket resulterar i att halterna av fosfatfosfor under sommaren vanligen är mycket låga.

Viren (59/60:119) och Skiren (59/60:178) besöktes såväl före som efter vårens huvudprovtagning. Mellan dessa provtagningar sjönk fosfatfosforhalten successivt, vilket kan tyda på att planktonproduktionen hunnit starta i dessa sjöar. Resultaten från vårprovtagningen visar därför inte med säkerhet det maximala förrådet av fosfatfosfor inför produktionsstarten.

De fyra sjöar som vid sommarprovtagningen hade höga fosfatfosforhalter i bottenvattnet hade även låga syrgashalter. Den låga redoxpotentialen torde här ha resulterat i att fosfat frigjorts från bottensedimenten.

Kväve

De olika kvävefraktionernas koncentrationer framgår av bilaga 6. Det under vintern mineraliserade kvävet har till övervägande del förbrukats på sommaren. Halterna av nitrat- (NO_3-N) och ammoniumkväve (NH_4-N) är således mycket låga vid sommarprovtagningen. Totalkvävehalterna i ytvattnet vid de båda provtagningarna illustreras av figur 9. Halterna var i regel låga. Vid vårprovtagningen uppmättes halter understigande 500 µg/l i 8 sjöar och vid sommarprovtagningen i 15 sjöar. Halterna minskade i regel något från vårprovtagning till sommarprovtagning, vilket enligt Ahl (1977) är i överensstämmelse med totalkvävets normala årsvariation. Minskningen orsakas bland annat av att döda planktonorganismer sedimenterar mot botten och på så sätt bortför en del av det organiskt bundna kvävet ur vattnet.

Strömsjön (59/60:174) och Bosjön (59/60:175) uppvisade vid vårprovtagningen betydligt högre kvävehalter än övriga sjöar. Detta beror sannolikt på påverkan från en närliggande soptipp.

Figur 9: Fördelningen av sjöarna med avseende på totalkväve (Tot–N) på en meters djup vid vårprovtagningen (63 sjöar) och sommarprovtagningen (65 sjöar).

Kväve/fosfor-kvoter

Kvoterna mellan vattnets innehåll av totalkväve och totalfosfor på våren redovisas i tabell 4. Kvoten beskriver i vilket mängdförhållande dessa båda näringsämnen förekommer i ett vatten. Växterna behöver för sin produktion kväve och fosfor och upptagningen av dessa båda ämnen sker i vissa bestämda förhållanden, som bland annat varierar från art till art och med olika omgivningsfaktorer. Denna upptagningskvot mellan kväve och fosfor har en ungefärlig variationsbredd mellan 10 och 30 där 15 brukar anges som ett genomsnittsvärde.

Tabell 4: Kvoter mellan totalkväve– och totalfosforhalterna på en meters djup vid vårprovtagningen.

	Antal sjöar
201-330	4
101-200	12
51-100	22
31- 50	12
16- 30	11
10- 15	1
Summa	62

Genom att beräkna den s k kväve/fosfor-kvoten (N/P-kvot) för vattnet kan man bilda sig en uppfattning om vilket av ämnena som är begränsande för produktionen. Ju mera vattnets N/P-kvot överstiger 15 desto mera begränsande är fosfortillgången för produktionen. På motsvarande sätt antyder en låg N/P-kvot att produktionen begränsas av tillgången på kväve. Det är dock viktigt att påminna sig att andra för växterna nödvändiga ämnen också kan vara produktionsstyrande.

Av tabell 4 framgår att N/P-kvoterna överstiger 30 i 50 av 62 undersökta sjöar, medan den understiger 15 i endast en. Några sjöar har mycket höga kvoter. Detta skulle innebära att fosfor sannolikt är begränsande näringsämne för flertalet sjöars produktion. I konsekvens med detta skulle då produktionens storlek påverkas avsevärt mera av ett fosfortillskott än av ett kvävetillskott.

Figur 10 visar sambanden mellan totalfosfor respektive totalkväve och klorofyllhalt vid sommarprovtagningen. Klorofyllhalten kan ses som ett relativt mått på biomassan i sjön. Biomassans storlek beror bland annat på i vilket stadium olika planktonpopulationer befinner sig och på hur stort produktionsutrymme sjöns förråd av näringsämnen ger. Jämförelsen mellan totalkväve och klorofyll ger korrelationskoefficienten 0,57, vilket visar att något samband inte finns. (Korrelationskoefficienten bör vara åtminstone 0,7-0,8 för att man skall kunna anse att ett samband föreligger). Vid jämförelsen mellan totalfosfor och klorofyll erhölls korrelationskoefficienten 0,82, vilket visar att ett visst samband föreligger. Detta styrker således slutsatsen att fosforn är det begränsade näringsämnet i Rialaområdets sjöar.

Figur 10: Sambanden mellan klorofyll och totalfosfor (Tot–P) respektive total–kväve (Tot–N) på en meters djup på sommaren. Regressionslinjer har utritats i diagrammen . Korrelationskoeffcienten blev 0.82 för Tot–P/Klorofyll och 0.57 för Tot–N/Klorofyll.

Tot - P
/ug /l
70
60
50
40
30
20
10
0
0
5
10
15
20
25
30
klorofyll
/ug/l

Tot-N
/ug/l
1590
1000
800
600
400
200
0
5
10
15
20
25
30
klorofyll
/ugl/l

5. TUNGMETALLER I BOTTENSEDIMENTET

Inledning

Tungmetaller sprids till miljön från industriell verksamhet, avfallshantering, bilism med mera. Spridningen sker till luft, mark, sjöar och vattendrag. Nedanstående sammanställning redovisar de mängder av tungmetaller som årligen sprids till luften i Sverige (SNV, 1976).

Bly	ca 2 400	ton/år
Kadmium	" 23	"
Koppar	" 400	"
Krom	" 700	"
Nickel	" 100	"
Zink	" 500	"
Kvicksilver	" 4	"

Dessa metaller sprids med vinden och når marken med nederbörd eller som torrdeposition på olika avstånd från föroreningskällan. De föroreningar som på detta sätt når en sjö sedimenterar och tillförs så småningom bottensedimentet. Då sedimentet på botten ständigt tillväxer kan metallinnehållet på olika sedimentdjup ge upplysningar om miljöförändringar genom tiderna. Rialaområdet ligger i den dominerande vindriktningen från Storstockholmsområdet. Sjöarna kan därför misstänkas vara särskilt utsatta för lufttransporterade föroreningar.

Geologi

Områdets berggrund domineras av graniter (röd gnejsgranit respektive rödgrå porfyrisk- samt grå gnejsgranit). Enstaka mindre stråk av leptit förekommer, liksom några områden med grönsten. Berg i dagen dominerar i stora områden, varför morän och leror har liten utbredning. Talrika smärre mossar och kärr förekommer. De lösa jordlagren innehåller kalk som är dittransporterad av inlandsisen.

Undersökningsområdet

Sedimentprover togs från 20 sjöar i området (figur 11). De flesta är näringsfattiga skogssjöar. Många har dock en mer näringsrik prägel bland annat på grund av större nederbördsområden och omgivande jordbruksmarker. Till den senare gruppen kan Viren (59/60:119), Älten (59/60:120), Ruggen (59/60:169) och Långsjön (59/60:172) föras. Strömsjön skiljer sig från de övriga sjöarna genom att den ligger nedströms en soptipp från vilken den mottar lakvatten.

Material och metoder

Sedimentproverna togs med stötlod i samband med vattenprovtagningen i mars-april 1976. Proverna togs mitt i sjön eller i de fall sjöns djupförhållanden var kända på det djupaste stället. Ur propparna togs nivåerna 0-3 och 10-13 cm ut för analys.

Sedimentlagrets tillväxthastighet i sjöar av denna typ är normalt 1-3 mm/år i dess djupaste parti (Håkansson, NLU, muntlig information). Proverna ligger således inom tidsintervallerna 0-30 år och 30-130 år tillbaka i tiden. Nivån 10-13 cm ligger något för ytligt för att ge säkra bakgrundsvärden. Från Mörtvättern (59/60:129) och St Harsjön (59/60:139) analyserades endast nivån 0-1 cm.

Proverna analyserades med avseende på följande parametrar:

Torrsubstanshalt	(TS)	Bly	(Pb)
Glödgningsförlust	(= halt organiskt material)	Kadmium	(Cd)
Totalkväve	(Tot-N)	Koppar	(Cu)
Totalfosfor	(Tot-P)	Krom	(Cr)
		Nickel	(Ni)
		Zink	(Zn)
		Kvicksilver	(Hg)

Analyserna utfördes av Hydroconsult-Kemibyrån, Bromma. Beträffande analysmetoder se bilaga 5.

Figur 11: Sjöar i vilka sedimentprover tagits

—— Vattendelare

59/60 Avrinningsområde enligt SMHI

138 Sjönummer

Tidigare undersökning

Geologiska institutionen vid Uppsala Universitet (1975) undersökte kvicksilverhalten i Älggretens (59/60:111) sediment sedan sjön svartlistats på grund av hög kvicksilverhalt i gädda. Resultaten är emellertid, på grund av annan redovisningsteknik, ej jämförbara med de som erhölls vid 1976 års undersökning (halterna angivna per cm^3 i stället för per g TS).

Resultat och diskussion

Analysresultaten redovisas i tabell 5 och 6 samt figurerna 12-15. Av dessa framgår att man i de flesta sjöarna kan se en förhöjning av tungmetallhalten i ytsedimentet. Man känner i dag ej fullständigt till hur metallerna uppför sig i sedimentet eller hur de påverkar det biologiska livet i sedimentytan och i det fria vattnet. Klart är dock att varje enskild tungmetall innebär en ökad stress på ekosystemet, där även risken för förstärkningseffekter (synergism) måste beaktas. Situationen måste med tanke på den fortgående upplagringen och risken för effekter på längre sikt anses vara oroväckande.

Totalfosfor och totalkväve

I sjöarna uppmättes totalfosforhalter mellan 0,87 och 2,1 mg/g TS med ett medelvärde på 1,4. Totalfosforhalter upp till 2 mg/g TS är vanligt förekommande i naturliga sjösediment. Då fosfor förekommer i många kemiska föreningar varierar halten inom detta intervall från sjö till sjö.

Totalkvävehalterna i de aktuella sjöarna var förhållandevis höga, dock ej onormalt höga. De varierade mellan 7,2 och 33,7 mg/g TS, med ett medelvärde på 16,3 mg/g TS. Totalkväve har en hög korrelation till halten organiskt material i sedimentet på grund av kvävets centrala roll i de organiska moekylernas uppbyggnad.

Tabell 5: Torrsubstans, glödgningsförlust, totalfosfor och totalkväve i sjösediment.

Namn	Nummer	Torrsubstans % TS 0-3 cm	Torrsubstans % TS 10-13 cm	Glödgningsförlust % av TS 0-3 cm	Glödgningsförlust % av TS 10-13 cm	Totalkväve mg/g TS 0-3 cm	Totalfosfor mg/g TS 0-3 cm
Rudsjön	59/60 : 69	2,3	7,3	75,9	71,1	33,7	0,92
Storsjön	" 87	5,1	10,8	45,5	49,4	21,3	2,0
Björndalssjön	" 90	15,2	13,0	19,0	41,5	7,2	1,0
Barsjön	" 91	3,7	10,7	59,8	48,4	25,0	0,87
Skären	" 95	7,3	14,8	31,2	31,3	13,3	2,1
Hoven	" 96	4,4		40,8		16,9	0,92
Stensjön	" 108	3,1	9,0	58,9	65,3	27,1	1,1
Largen	" 110	4,0	8,5	45,6	57,9	20,4	1,3
Älggreten	" 111	7,1	18,7	35,3	31,9	16,4	1,6
Viren	" 119	10,7		21,9		9,8	1,1
Älten	" 120	6,3	11,7	43,2	51,4	19,0	1,6
Stor-Enaren	" 126	3,5	7,7	56,2	61,9	25,1	0,96
Mörtvättern	" 129	8,9		23,2		9,5	1,7
Tärnan	" 138	10,0	21,1	22,0	20,3	8,7	2,0
Stora Harsjön	" 139	7,5		33,8		12,4	1,5
Lilla Harsjön	" 140	7,1	13,8	32,9	34,2	13,5	1,8
Ruggen	" 169	7,0		29,1		16,1	1,2
Långsjön	" 172	13,7		17,7		7,5	0,89
Strömsjön	" 174	11,4		20,2		8,4	1,6
Skiren	" 178	6,4	11,8	36,6	48,7	13,7	1,4

Tabell 6: Metallhalter i sediment (µg/g TS).

Sjö	Nummer	BLY		KADMIUM		KOPPAR	KROM		NICKEL		ZINK	KVICKSILVER
		0–3 cm	10–13 cm	0–3 cm	10–13 cm	0–3 cm	0–3 cm	10–13 cm	0–3 cm	10–13 cm	0–3 cm	0–3 cm
Rudsjön	59/60 : 69	70	16	<1,0	0,6	17	35	12	21	11	140	
		80		0,4		18						
Storsjön	" 87	75	18	1,4	1,1	32	30	26	27	24	145	
Björndalssjön	" 90	78	41	2,3	1,5	30	73	34	47	25	205	<0,1
Barsjön	" 91	78	18	<0,8	1,1	17	25	35	20	27	120	
Skären	" 95	87	24	0,8	1,1	24	61	35	31	24	175	<0,1
Hoven	" 96	66		<1,0		28	53		36		200	
Stensjön	" 108	82	17	1,0	0,8	32	22	20	27	16	170	
		96		1,4		38			29			
Largen	" 110	71	15	<0,7	0,7	28	36	15	30	15	100	<0,1
Älggreten	" 111	67	20	1,1	1,1	35	39	25	31	26	165	0,1
Viren	" 119	84		2,3		33	67		51		220	
Älten	" 120	77	16	1,5	1,1	28	39	17	26	17	145	
Stor-Enaren	" 126	98	14	1,8	0,7	25	21	19	24	15	160	
		112		1,9		26	26		26		162	
							33		28			
Mörtsättern	" 129	114		1,8		44	77		55		315	
Tärnan	" 138	92	38	2,1	1,3	27	60	39	40	30	190	
Stora Harsjön	" 139	135		<1,0		38	49		44		480	
Lilla Harsjön	" 140	77	17	0,9	1,0	33	50	26	36	21	169	
											170	
Ruggen	" 169	94		1,1		37	48		54		225	0,1
		94		2,0								
Långsjön	" 172	47		0,8		33	66		64		115	
		50		1,2								
Strömsjön	" 174	66		2,6		51	49		123		402	
		67		2,7		58	62		137		514	
Skiren	" 178	108	47	1,1	1,2	43	40	28	32	21	186	
		108		1,9		50	49		40		190	
				2,5								

Koppar

Endast ytsedimentet analyserades med avseende på koppar. Det naturliga bakgrundsvärdet varierar mellan olika sjöar, men ligger i allmänhet omkring 30 µg/g TS. För att man med säkerhet skall kunna säga att en föroreningssituation föreligger bör halterna i sedimentet ligga vid 100 µg/g TS (Håkansson, NLU, muntlig information).

De kopparhalter som erhölls i denna undersökning låg mellan 17 och 58 µg/g TS, med ett medelvärde på 34 µg/g TS. Dessa värden ligger nära den naturliga bakgrundsnivån, varför de undersökta sjöarna ej kan anses ha förhöjda kopparhalter i sedimentytan.

Bly

Bland de analyserade tungmetallerna uppvisar bly de största skillnaderna mellan halterna i ytsediment och bakgrundsvärde (10-13 cm). Ytsedimenthalterna varierade mellan 49 och 135 µg/g TS med ett medelvärde för 20 sjöar på 89 µg/g TS. Bakgrundsvärdena uppmättes till mellan 14 och 47 µg/g TS med ett medelvärde för 13 sjöar på 23 µg/g TS (figur 12). Sjöarna uppvisar således en tydlig förhöjning av blyhalten i ytsedimentet.

Figur 12: Halten av bly i sediment på nivåerna 0–3 och 10–13 cm.
Tecknet – betyder att analys ej skett.

Kadmium

De uppmätta kadmiumhalterna ligger nära detektionsgränsen för den använda metoden. För några prov, där man analyserat mycket små provmängder har osäkerheten i avläsningen ökat, varför halten har angivits som exempelvis < 0,8 µg/g TS.

Den naturliga bakgrundshalten av kadmium varierar vanligen mellan 0,5 och 10, µg/g TS. I detta material ligger bakgrundsvärdena relativt spridda (0,6-1,5) med ett medelvärde för 13 sjöar på 1,0 µg/g TS (figur 13).

Kadmiumhalten i ytsedimentet uppvisar större variation (0,4-2,7). Medelvärdet för 20 sjöar blev 1,4 µg/g TS. Några sjöar, med en koncentration överstigande 2 µg/g TS, uppvisar dock en klart förhöjd nivå jämfört med bakgrundsvärdet.

Bedömningen av materialet blir osäker på grund av spridningen av analysvärdena. En viss förhöjning av kadmiumhalten i ytsedimentet kan man emellertid utläsa.

Figur 13: Halten av kadmium i sediment på nivåerna 0–3 och 10–13 cm. X betyder att värdet angivits som t ex < 0.8 vilket här utritats som 0,8. Tecknet – betyder att analys ej skett.

Krom

Några anmärkningsvärt förhöjda halter av krom kan inte påvisas. Trots detta föreligger en klar skillnad mellan halterna i ytsediment och bakgrundshalter (figur 14). Medelvärdet för ytproverna (20 sjöar) blev 53, medan det för nivån 10-13 cm (13 sjöar) blev 25 µg/g TS. Resultatet tyder således på att sjöarna blivit utsatta för en ökad belastning av krom.

Figur 14: Halten av krom i sediment på nivåerna 0–3 och 10–13 cm. Tecknet – betyder att analys ej skett.

Kvicksilver

Endast fem sjöar (ytsediment) har analyserats med avseende på kvicksilver. Hos tre av dessa har resultatet på grund av mycket små provmängder, angivits som < 0,1 µg/g TS. De övriga två sjöarna hade kvicksilverhalter på 0,1 µg/g TS. Den naturliga bakgrundsnivån för kvicksilver i sediment överstiger vanligen inte 0,05 µg/g TS.

De båda sjöarna med värden på 0,1 µg/g TS, varav Älggreten (59/60:111) som är svartlistad är den ena, kan således antyda att en viss förhöjning av kvicksilverhalten i ytsedimentet skett. Det begränsade analysmaterialet gör det emellertid ej möjligt att dra några säkra slutsatser.

Nickel

Nickel uppvisar, liksom krom, klara skillnader mellan halterna i ytsediment och bakgrundsvärdet, utan att det för den skull föreligger anmärkningsvärt höga halter (figur 15).

Medelvärdet för bakgrundsnivån (13 sjöar) blev 21, medan det för ytsedimentet, om Strömsjön undantas, blev 37 µg/g TS (42 µg/gTS inklusive Strömsjön). Orsaken till det höga värdet i Strömsjöns ytsediment kan sannolikt vara påverkan från Brännbackens soptipp.

Figur 15: Halten av nickel i sediment på nivåerna 0–3 och 10–13 cm. Tecknet – betyder att analys ej skett.

Zink

Zinkanalyser utfördes endast på ytsedimentet. Den naturliga bakgrundsnivån för zink anses vara 100-150 µg/g TS, medan halter överstigande 200 klart utvisar att en förhöjd belastning av zink föreligger. (Håkansson, NLU, muntlig information).

Av de analyserade proverna hade en tredjedel zinkhalter på 100-150 µg/g TS, medan en tredjedel hade halter som översteg 200 µg/g TS. Strömsjön (59/60:174) och Stora Harsjön (59/60:139) hade till och med halter i yt-

sedimentet på 450-500 µg/g TS. För Strömsjöns del kan en sannolik förklaring vara påverkan från Brännbackens soptipp, medan det är svårare att förklara varför Stora Harsjön i så hög grad skiljer sig från närliggande sjöar.

Medelvärdet på zinkkoncentrationerna i ytsedimentet blev 250 µg/g TS, vilket antyder att det föreligger en viss belastning med avseende på zink.

6. KVICKSILVER, DDT OCH PCB I GÄDDOR

Metodik

Under våren och sommaren 1976 insamlade länsstyrelsen med hjälp av ortsbefolkningen ett antal gäddor från tio Rialasjöar. Tyvärr är de enskilda sjöarna representerade endast av ett fåtal gäddor. Detta innebär att någon statistisk redovisning av situationen i de olika sjöarna ej kan presenteras. Det är dock möjligt att på basis av de få analyser som finns dra vissa slutsatser om belastningen i de olika sjöarna. Analyserna av kvicksilver har utförts av isotoptekniska laboratoriet i Stockholm och resultaten i tabell 7 presenteras som koncentrationen kvicksilver i färsk ryggmuskulatur. Koncentrationen av DDT- och PCB-substanser i gäddmuskulatur har bestämts vid statens naturvårdsverks specialanalytiska laboratorium och resultaten prsenteras i tabell 7 som koncentrationen av nämnda miljögifter i extraherbart fett från gäddmuskulatur.

Resultat och diskussion

De enskilda analysresultaten som presenteras i tabell 7, ger vid handen att de olika sjöarna har varierande koncentrationer av såväl DDT, PCB som kvicksilver. I syfte att förenkla materialet och göra det mera överskådligt har i tabell 8 medelkoncentrationen av såväl DDT- som PCB-substans presenterats för de olika sjöarna ordnade i respektive vattensystem med början närmast källorna. Vad gäller kvicksilverkoncentrationerna i fisk från de olika sjöarna är någon medelvärdeshaltsberäkning ej möjligt eftersom den enskilda fiskens kvicksilverhalt är beroende av såväl sjöns föroreningsbelastning som den enskilda fiskens vikt. De kommentarer som görs av kvicksilverkoncentrationen i fisk baserar sig således på en skattning av kvicksilverkoncentrationen i en 1-kg gädda från respektive sjö. Denna skattning på det mycket begränsade materialet innebär givetvis en stor osäkerhet, men på basis av tidigare erfarenheter kan ändock en viss skattning göras.

Rent allmänt kan sägas att de koncentrationer av ackumulerade substanser, som uppmäts i fisk i hög grad är beroende på biomassans täthet i de olika sjösystemen. Detta innebär att två sjöar med likartad föroreningssituation på utsläppssidan, men med olika eutrofieringsgrad uppvisar olika

koncentrationer. Det är således att förvänta att en näringsrik sjö uppvisar lägre koncentrationer än en näringsfattig sjö. Detta beroende på att mängden organiskt material i den näringsrika sjön är större än i den näringsfattiga sjön, och att de här studerade ämnena ackumuleras i organiskt material.

Det förefaller som om eutrofieringsgraden i någon mån kan återspeglas i de koncentrationer av framför allt kvicksilver, men också PCB och DDT, som uppmäts i fiskarna. Således kan de högsta koncentrationerna av kvicksilver normalt förmärkas i vissa av de näringsfattiga sjöarna. Detta gäller exempelvis Storsjön och Hersen. Här är kvicksilverkoncentrationerna på de enstaka gäddorna så pass höga att ett större material vore önskvärt för en noggrannare bedömning av sjöarnas kvicksilverbelastning. I viss mån återspeglas detta i Storsjön och Hersen även för koncentrationerna av DDT och PCB, där något högre koncentrationer uppmätts jämfört med mera näringsrika sjöar belägna längre ned i Loå-systemet. Klart lägre koncentrationer har uppmätts i exempelvis Exarbysjön, som enligt uppgift är mesotrof. Koncentrationerna av kvicksilvret är här så låga att de hos en kilogädda torde understiga 0,5 mg/kg. Detta synes också gälla exempelvis Trehörningen som också enligt uppgift är mesotrof.

I Ruggen är koncentrationerna av kvicksilver förhållandevis låga, däremot tycks PCB-halterna vara något förhöjda i jämförelse med övriga mesotrofa sjöar.

För Bergshamraåns sjöar är det svårt att uttala sig om de enskilda lokalernas belastning. Det verkar dock som om även här de oligotrofa sjöarna Svulten-Skären har relativt sett högre koncentrationer av kvicksilver. Det är dock mycket svårt att på detta material göra någon jämförelse.

Som allmän kommentar till materialet i dess helhet kan sägas att DDT- och PCB-förekomsten i gäddorna kan förklaras av en nedfallssituation där Storstockholmsområdets belastning av PCB återspeglas i de, jämfört med DDT, förhöjda PCB-koncentrationerna. Halterna är dock inte alarmerande vad det gäller de fiskar som undersökts.

Vad gäller kvicksilverkoncentrationen kan sägas att i vissa av sjöarna torde koncentrationen av kvicksilver i 1-kg gädda ligga över det rekom-

menderade gränsvärdet 1 mg/kg. Det är troligt att exempelvis gädda från Storsjön överstiger detta värde liksom också gädda från lokalerna Skären och Björndalssjön. Även Långsjön är i riskzonen. Vi vill dock åter understryka att det mycket begränsade materialet omöjliggör någon säker bedömning och vi anser det önskvärt att ytterligare material insamlas för en bättre bedömning av föroreningssituationen i området. Sjöar där kvicksilverkoncentrationerna med stor sannolikhet är under den rekommenderade födoämneshygieniska gränsen 1 mg/kg är: Exarbysjön, Ruggen och Trehörningen.

Tidigare undersökning

1973 undersöktes tre gäddor från Älggreten (59/60:111) med följande resultat,

500 g: 0,7 mg Hg/kg
750 g: 1,3 " "
950 g: 1,9 " "

Älggreten blev på grund av dessa resultat svartlistad.

Tabell 7. Primärdata på gäddor insamlade från Rialasjöarna för analys av DDT och PCB-substanser samt kvicksilver. Halten DDT och PCB anges som mg/kg i extraherbart fett. Halten kvicksilver anges som mg/kg i färsk muskulatur.

Lokal	Datum	längd (mm)	vikt (g)	kön	fett %	Fettvikt (mg/kg) sDDT	DDE	DDD	DDT	PCB	Färskvikt (mg/kg Hg
99 Svulten	76-05-27	420	510	♂	0.71	0.82	0.57	0.03	0.22	2.6	0.83
"	76-05-30	425	495	♂	0.62	0.79	0.54	0.07	0.18	2.7	0.66
						0.81	0.56	0.05	0.20	2.7	
95 Skären	76-05-01	470	570	♂	0.60	2.8	2.53	0.08	0.23	11	0.92
93 Långsjön	ank 76-05-13	490	775	♀	0.58	2.1	1.71	0.29	0.12	8.2	0.73
90 Björndalssjön	ank 76-05-13	400	425	♀	0.49	3.3	2.97	0.12	0.23	12	0.68
"	"	420	450	♂	0.55	3.8	3.39	0.20	0.19	14	0.68
						3.6	3.18	0.16	0.21	13	
146 Storsjön	ank 76-05-13	450	600	♂	0.64	1.2	1.02	0.10	0.12	5.5	0.45
"	"	470	700	♂	0.60	3.1	2.75	0.29	0.09	10	0.54
"	"	620	1500	♂	0.55	3.5	2.07	0.22	1.20	8.0	1.08
"	"	630	1600	♂	0.68	7.4	6.88	0.48	0.01	19	2.08
						3.8	3.18	0.27	0.36	11	
145 Hersen	76-05-10	500	1000	♀	0.66	0.78	0.54	0.12	0.12	2.7	0.32
"	76-04-30	950	4500	♀	0.43	2.8	2.26	0.29	0.23	7.8	1.52
						1.8	1.40	0.21	0.18	5.3	
142 Exarbysjön	ank 76-05-13	450	700	♀	0.53	0.95	0.47	0.12	0.35	2.4	0.25
"	"	470	700	♂	0.63	0.61	0.40	0.09	0.12	2.2	0.20
"	"	490	800	♂	0.51	1.1	0.64	0.14	0.30	3.5	0.44
"	"	520	900	♂	0.52	2.0	1.50	0.18	0.36	6.6	0.40
"	"	520	1100	♀	0.58	0.76	0.49	0.10	0.17	2.6	0.30
						1.1	0.70	0.13	0.26	3.5	
110 Largen	76-06-21	535	850	♀	0.55	1.5	1.08	0.31	0.08	3.1	0.45
109 Trehörningen	ank 76-05-13	450	400	♂	0.67	0.56	0.41	0.11	0.03	3.8	0.18
	"	480	775	♀	0.56	0.68	0.39	0.12	0.17	3.0	0.18
						0.62	0.40	0.12	0.10	3.4	
169 Ruggen	76-05-03	-	-	♀	0.51	1.5	1.13	0.23	0.14	6.1	0.56
"	"	570	1250	♂	0.60	1.2	1.07	0.12	0.02	7.2	0.43
"	"	600	2450	♂	0.72	2.3	1.84	0.20	0.28	8.4	0.54
						1.7	1.35	0.18	0.15	7.2	

Tabell 8: Medelhalter DDT– och PCB–substans i gäddmuskulatur från Rialasjöarna. Halten anges som mg/kg extraherbart fett.

Namn	Nummer		PCB	sDDT
Björndalssjön	59/60 :	90	13	3,6
Långsjön	"	93	8,2	2,1
Skären	"	95	11	2,8
Svulten	"	99	2,7	0,81
Trehörningen	"	109	3,4	0,62
Largen	"	110	3,1	1,5
Exarbysjön	"	142	3,5	1,1
Hersen	"	145	5,3	1,8
Storsjön	"	146	11	3,8
Ruggen	"	169	7,2	1,7

7. INVENTERING AV VÄXTPLANKTON

Inledning

För att få en uppfattning om växtplanktons biomassa och artsammansättning i Rialaområdet, togs ytprover i ett 70-tal sjöar den 20-26 juli 1976. Samtidigt insamlades också prov för analys av klorofyll a.

Undertecknad har på uppdrag av länsstyrelsen i Stockholms län analyserat större delen av växtplanktonmaterialet dels kvantitativt dels kvalitativt. I resultatredovisningen diskuteras i korthet även sjöarnas klorofyll a koncentrationer och närsaltnivåer. De sjöar från vilka växtplankton och klorofyll analyserats finns angivna i tabell 9.

Provtagning och analys

Växtplankton har insamlats med Ruttnerhämtare och överförts till 200 ml glasflaskor vilka konserverats med jodjodkalium tillsatt med ättiksyra. I hälften av sjöarna har dessutom plankton anrikats med håv för att underlätta den kvalitativa analysen. Detta material har konserverats med formalinlösning.

I 60 sjöar analyserades växtplankton och proverna räknades med en förenklad variant av Utermöhl-metoden i räknekammare om 10 och 50 ml (Willén 1976). Dessutom har en översiktlig artanalys utförts där mestadels femton vanliga arter eller artkomplex namngivits. De kvantitativa analyserna som omfattar beräkning av viktiga arters och gruppers antal och volym per liter samt den totala växtplanktonvolymen har databehandlats och tillställts länsstyrelsen för arkivering. Nedanstående redogörelse utgör en bearbetning och sammanfattning av där presenterat material. Översiktliga artlistor från de olika sjöarna presenteras i bilaga 8.

Områdesbeskrivning

Rialaområdet är beläget nordost om Stockholm i en synnerligen sjörik trakt. Området, som vilar på urbergsgrund, består till stor del av skog och myrmarker av näringsfattig typ. Den näringsfattiga omgivningen kommer också till synes i sjökaraktären som till största delen är oligotrof

eller till och med ultraoligotrof. Omgivande torv- och myrområden ger upphov till varierande halt av organisk substans i sjöarna vilket bland annat avspeglas i vattenfärgen. Hela skalan av sjötyper, från klarvattensjöar med en färg, bedömd efter platinakobolt standard, av 1-5 mg Pt per liter till kraftigt polyhumösa sjöar med en vattenfärg av 150 mg Pt per liter, finns i området.

Resultat och diskussion

En översikt av sjöarnas klorofyll a koncentrationer respektive totalvolym växtplankton ges i figur 16 och 17. Vid en bedömning av sjöarna har dessa särskiljts i fyra grupper med dels totalvolymen dels närsaltkoncentrationen som indelningsgrund (tabell 10 och 11). Klassificeras sjöarna efter totalvolymerna erhålles följande fyra grupper:

a) totalvolym större än 1 mm^3 per liter
b) totalvolym 0,5-0,99 mm^3 per liter
c) totalvolym 0,1-0,49 mm^3 per liter
d) totalvolym mindre än 0,1 mm^3 per liter

Vid en klassifikation av sjöarna med avseende på totalfosforkoncentration kan också en indelning i fyra grupper göras:

a) koncentration större än 30 µg per liter
b) koncentration 20-29,9 µg per liter
c) koncentration 10-19,9 µg per liter
d) koncentration mindre än 10 µg per liter

I den grupp av sjöar där totalfosforhalten överstiger 30 µg/l är dock inte alltid växtplanktonvolymen stor.

Klorofyllkoncentrationen är däremot genomgående hög i de sjöar där de absolut högsta totalfosforvärdena förekommer, som i Solbergasjön (59/60:179), Rumsättrasjön (59/60:141), Långsjön (59/60:172), Messormen (59/60:131) och Fastarbysjön (59/60:147). Här är medelvärdet av fosfor- respektive klorofyllkoncentrationer 56 respektive 24 µg/l. Totalvolymen växtplankton är emellertid inte särskilt stor utom i Messormen och Fastarbysjön (2,2 respektive 4,1 mm^3/l). I Fastarbysjön dominerar euglenider, en grupp

som utvecklas vid god näringstillgång ofta i vatten med hög halt av organiska substanser medan guldalger - som ofta når påtagliga sommartoppar i oligotrofa sjöar - är betydelsefullast i Messormen.

I Viren (59/60:71), Losjön (59/60:116), Messormen (59/60:131), Lillsjön (59/60:144) och Fastarbysjön (59/60:147) samvarierar en hög totalfosforhalt både med höga koncentrationer av klorofyll och stora totalvolymsvärden. I dessa sjöar är kvoten totalkväve/totalfosfor ca 20 vilket antyder att det är en god balans mellan de båda närsaltfraktionerna. Samma balanserade närsaltrelationer råder också i de sjöar där enbart totalfosforhalt och klorofyllkoncentration samvarierar vilka förutom ovannämnda Solbergasjön (59/60:179), Rumsättrasjön (59/60:141) och Långsjön (59/60:172) också innefattar Lillsjön (59/60:168), Kvarnsjön (59/60:171) och Trastsjön (59/60:183).

I de sjöar där fosforkoncentrationen varierar mellan 20-30 µg/l respektive 10-20 µg/l (dvs grupp b och c i den gruppindelning av sjöarna som gjorts efter fosforkoncentrationen; tabell 11) råder stor heterogenitet vad beträffar växtplanktonmängd vilket illustreras nedan:

Grupp B	Medelvärde	Max. - min. värde
totalvolym mm^3/l	0,5	2,2 - 0,1
klorofyllkonc. mg/m^3	8,1	17,9 - 4,2
Grupp C		
totalvolym	0,3	2,5 - 0,02
klorofyllkonc.	4,0	12,0 - 1,4

I de sjöar där totalfosforhalten är mindre än 10 µg/l (grupp d) - vilket antyder en ultraoligotrof näringsstatus - är medelvärdet av växtplanktonvolymerna 0,2 mm^3/l med max. - min. värden av 1,09 - 0,01. Medelvärdet av växtplanktonvolymerna skulle bli avsevärt mindre - 0,05 mm^3/l - och med betydligt mindre variationsbredd om totalvolymen 1,09 mm^3/l i sjön Svulten (59/60:99) uteslöts. I denna sjö förelåg vidprovtagningstillfället utveckling av en dinoflagellat i måttliga mängder - 40 000 celler per liter. Den cellstorlek som organismen har (23 000 μm^3) blir däremot avgörande för biomassan i hela provet, varvid mindre men mer talrikt förekommande arter får relativt sett liten betydelse.

Med de avtagande totalfosforkoncentrationerna från grupp a till d stiger kvoten totalkväve/totalfosfor. Från en balanserad kvot om 20 i grupp a ökar den i grupp b till i medeltal 31, i grupp c till 44 och i grupp d till 69 markerande en alltmer tilltagande fosforbrist.

De avvikelser i biomassa som stundom erhålles vid jämförelse mellan planktonräkning och mätning av algernas klorofyllkoncentration kan ha flera orsaker bland vilka särskilt skall nämnas: metodfel, vattnets ljusklimat, planktons artsammansättning, organismernas fysiologiska status samt vattnets näringsstandard. Många av Rialaområdets sjöar är dessutom av humös karaktär vilket ger ett sämre ljusklimat för planktonalgerna. I sådan miljö kan alger kompensera en dålig ljustillgång med en ökning av klorofyllinnehållet. En annan möjlighet är att heterotroft levande alger bereds konkurrensmöjlighet. Inom gruppen pansarflagellater förekommer många färglösa arter liksom även bland guldalger och cryptophycéer - grupper som är synnerligen vanliga i ovan behandlade sjöar.

Klassificeras sjöarna med totalvolymen växtplankton som grund erhålles en annan fördelning av materialet än då fosforhalten används. I stort sett fördelar sig de högsta totalvolymvärdena (< 0,5 mm^3/l) i fosforkoncentrationer över 20 $\mu g/l$ medan mer enhetligt låga algvolymer (< 0,1 mm^3/l) föreligger då fosforhalten är 10 $\mu g/l$ eller mindre.

Totalvolymsmedelvärdena i de olika växtplanktongrupperingar som angivits i tabell 10 är i grupp a) 2,11 mm^3/l, b) 0,73 mm^3/l, c) 0,23 mm^3/l och d) 0,04 mm^3/l.

Den sjunkande totalvolymen växtplankton från grupp a till d sammanfaller i stort sett med en tilltagande vattenfärg (gäller endast sommarvärden) med undantag av sjöarna inom grupp d med de lägsta volymerna där det förekommer flera mycket klara vatten (vattenfärg 5 mg Pt/l eller mindre). Således är färgmedelvärdet (mg Pt/l) i grupp a = 37, i grupp b = 41, grupp c = 65 men i grupp d bara 27.

Vad gäller planktonsammansättningen i ovan anförda växtplanktongrupperingar kan sägas att pansarflagellater dominerar i grupp a, dvs i sjöar med högre totalvolym än 1 mm^3/l. I en sjö är dock euglenider helt dominerande. Pansarflagellater kan inte betraktas som karaktärsgrupp för nä-

ringsrika miljöer,i synnerhet inte med de arter som här dominerar. På grund av sin storlek bidrar dessa alger däremot ofta till stora totalvolymer även vid måttlig utveckling. I de sjöar som här placerats i grupp b, totalvolym 0,5 - 0,99 mm^3/l, har många en ensidig utveckling av blågrönalger som ju ofta är vanliga i näringsrika och förorenade sjöar. De arter som det här är frågan om kan emellertid inte betecknas som vanliga vattenblombildande former i påverkade vatten. I grupp c, med totalvolymer mellan 0,1 och 0,49 mm^3/l, är framför allt cryptomonader, pansarflagellater och guldalger vanliga. Även ur trofisynpunkt indifferenta små former tillhörande grönalgerna kan uppta en betydande del av biomassan. I de sjöar där grönalgerna utgör en tredjedel eller mer av den totala växtplanktonvolymen är Botryococcus braunii oftast dominerande - en art som är vanlig i sjöar med humöst vatten. I grupp d, med mycket låga totalvolymer, dvs mindre än 0,1 mm^3/l, är samma alggrupper betydelsefulla som i grupp c men guldalgerna är en än mer entydig karaktärsgrupp. Som speciellt vanliga här kan nämnas arter av släktet Dinobryon.

Den artflora som föreligger i ett vatten är utvecklad efter en långvarig miljöpåverkan och på sommaren erhålles vanligen den största artrikedomen och dessutom utveckling av vattenblombildande former. I oligotrofa miljöer, till vilka merparten av Rialaområdets sjöar hör, förekommer emellertid ofta biomasse- och produktionsmaximum på våren. Olika arters förekomst och frekvens återspeglar vattenmiljön som den varit en längre tid medan växtplanktonvolym och klorofyllhalt är uttryck för näringssituationen i omedelbar anslutning till provtagningen. Det enda växtplanktonprov som här analyserats från varje sjö utgör därför ett alltför litet material för att ge en tillförlitlig karakteristik av de kvantitativa förhållandena. Mot bakgrund av materialet kan dock sägas att ett stort område med sjöar av näringsfattig karaktär finns inom några få mils avstånd från Stockholm,vilket måste anses vara unikt.

Tabell 9: Sjöar undersökta med avseende på växtplankton, Rialaområdet Stockholms län, juli 1976.

60:1	Drängsjön	122	Kvistaren
60:2	Svarttjärn	125	Lill-Enaren
60:3	Vindsjön	126	Stor-Enaren
60:8	Gissjön	127	Stråsjön
69	Rudsjön	128	Kvarnsjön
71	Viren	129	Mörtvättern
72	Angarn	131	Messormen
85	Långsjön	135	Mysslingen
86	Blågården	136	Trehörningen
87	Storsjön	138	Tärnan
88	Skären	139	St. Harsjön
90	Björndalssjön	140	L:a Harsjön
91	Barsjön	141	Rumsätrasjön
92	Norrsjön	142	Exarbysjön
93	Långsjön	143	Storsjön
94	Mörtsjön	144	Lillsjön
95	Skären	145	Hersen
96	Hoven	146	Storsjön
98	Malmsjön	147	Fastarbysjön
99	Svulten	168	Lillsjön
102	Vaxtunasjön	169	Ruggen
104	Malmsjön	171	Kvarnsjön
106	Lillsjön	172	Långsjön
108	Stensjön	174	Strömsjön
109	Trehörningen	175	Bosjön
110	Largen	176	Igelträsk
111	Älggreten	177	Gumrasjön
112	Mörtsjön	178	Skiren
115	Jordsjön	179	Solbergasjön
116	Losjön	181	Valsjön
119	Viren	182	Södersjön
120	Älten	183	Trastsjön
121	Lomsjön		

Figur 16: **Klorofyll a i Rialaområdets sjöar (mg/m^3) i juli 1976**

Figur 17: Växtplanktons totalvolym i Rialaområdets sjöar (mm^3/l) i juli 1976

Tabell 10: Rialaområdets sjöar; total växtplanktonvolym ($mm^3\ l^{-1}$), koncentration klorofyll *a* ($\mu g\ l^{-1}$) samt dominerande alggrupper (i % av totalvolymen).

a. Sjöar med total växtplanktonvolym större än 1 $mm^3\ l^{-1}$

		tot.vol.	klor. *a*	blågr.	crypt.	pansarfl.	guld	grön	övr.
71	Viren	3,58	13,0			98			
85	Långsjön	2,45	5,1	59		27			
93	Långsjön	1,22	2,7			84			
99	Svulten	1,09	3,1			91			
109	Trehörningen	2,17	6,7	53		44			
116	Losjön	1,62	11,7	25		52			11
120	Älten	1,66	-			94			
131	Messormen	2,17	19,0				91		
144	Lillsjön	1,05	10,8		97				
147	Fastarbysjön	4,07	23,6						93

b. Sjöar med total växtplanktonvolym 0,5 - 0,99 $mm^3\ l^{-1}$

108	Stensjön	0,76	3,0			97			
111	Älggreten	0,74	9,3	91					
125	Lill-Enaren	0,71	3,8	88					
126	Stor-Enaren	0,73	3,5	90					
172	Långsjön	0,74	24,0			96			

Tabell 10: Forts.

c. Sjöar med total växtplanktonvolym 0,1 - 0,49 $mm^3\ l^{-1}$

		tot.vol.	klor. *a*	blågr.	crypt.	pansarfl.	guld	grön	övr.
60/2	Svarttjärn	0,13	7,3			77		14	
60/3	Vindsjön	0,13	3,5			86			
60/8	Gissjön	0,35	6,3		14	78			
69	Rudsjön	0,39	9,3	22		12		41	22
72	Angarn	0,29	8,5				100		
87	Storsjön	0,13	3,1	38			51	11	
88	Skären	0,15	2,1			57	41		
90	Björndalssjön	0,11	1,2	37	18			40	
102	Vaxtunasjön	0,27	5,8			75	23		
112	Mörtsjön	0,25	6,2			37		58	
119	Viren	0,40	5,7		27		50		16
121	Lomsjön	0,18	7,2		98				
127	Stråsjön	0,29	2,3		41		59		
128	Kvarnsjön	0,13	12,0				89	11	
135	Mysslingen	0,17	8,9		82		18		
140	L. Harsjön	0,12	1,0	38		22		26	
141	Rumsättrasjön	0,32	29,0		17	80			
142	Exarbysjön	0,14	4,2			81		12	
168	Lillsjön	0,14	17,9				100		
169	Ruggen	0,42	8,5	10		62		29	
171	Kvarnsjön	0,45	14,4	47	22	23			
174	Strömsjön	0,14	7,1			68	12	18	
179	Solbergasjön	0,30	26,2						100
181	Valsjön	0,23	5,5			52	19	22	
182	Södersjön	0,11	9,9			14	43	43	
183	Trastsjön	0,17	13,0			13		73	

Tabell 10: Forts.

d. Sjöar med total växtplanktonvolym mindre än 0,1 $mm^3\ l^{-1}$

		tot.vol.	klor. *a*	blågr.	crypt.	pansarfl.	guld	grön	övr.
60/1	Drängsjön	0,03	1,4	12	33		56		
86	Blågården	0,03	3,6			11	47	42	
91	Barsjön	0,02	0,3				68	32	
92	Norrsjön	0,05	4,2				100		
94	Mörtsjön	0,02	0,6	32			68		
95	Skären	0,08	1,8			45		49	
96	Hoven	0,01	2,4				71		29
98	Malmsjön	0,02	2,3		24		66	10	
104	Malmsjön	0,07	1,8	35		44	15		
110	Largen	0,05	2,0			96			
122	Kvistaren	0,01	2,7				100		
129	Mörtvättern	0,08	4,6			67	11	21	
138	Tärnan	0,07	4,6				100		
139	St. Harsjön	0,09	2,5		81		13		
143	Storsjön	0,02	2,2		54	12	23		11
145	Hersen	0,03	4,8				46	54	
146	Storsjön	0,07	3,7			44	19		33
177	Gumrasjön	0,08	5,6		37	46	17		
178	Skiren	0,02	1,7				48		52

Tabell 11: **Rialaområdets sjöar. Gruppindelning med avseende på totalfosforkoncentrationen (µg/l) i juli 1976.**

a) koncentrationer större än 30 µg l^{-1}

Sjönummer och namn

71	Viren	147	Fastarbysjön
120	Älten	171	Kvarnsjön
127	Stråsjön	172	Långsjön
131	Messormen	179	Solbergasjön
135	Mysslingen	182	Södersjön
141	Rumsättrasjön	183	Trastsjön
144	Lillsjön		

b) koncentrationer mellan 20 och 29.9 µg l^{-1}

69	Rudsjön	121	Lomsjön
72	Angarn	142	Exarbysjön
102	Vaxtunasjön	145	Hersen
109	Trehörningen	168	Lillsjön
111	Älggreten	169	Ruggen
112	Mörtsjön	174	Strömsjön
116	Losjön	181	Valsjön
119	Viren		

c) koncentrationer mellan 10 och 19.9 µg l^{-1}

85	Långsjön	126	Stor-Enaren
86	Blågården	128	Kvarnsjön
87	Storsjön	129	Mörtvättern
88	Skären	138	Tärnan
92	Norrsjön	139	Stora Harsjön
93	Långsjön	143	Storsjön
95	Skären	177	Gumrasjön
98	Malmsjön	60/1	Drängsjön
104	Malmsjön	60/2	Svarttjärn
108	Stensjön	60/3	Vindtjärn
125	Lill-Enaren	60/8	Gissjön

d) koncentrationer mindre än 10 µg l^{-1}

90	Björndalssjön	110	Largen
91	Barsjön	140	Lilla Harsjön
94	Mörtsjön	146	Storsjön
96	Hoven	178	Skiren
99	Svulten		

8. REFERENSER

Ahl, T. 1966 Chemical conditions in Ösbysjön, Djursholm. II. The major constituents. Oikos 17:175-196

Ahl, T., Wiederholm, T. 1977. Svenska vattenkvalitetskriterier, eutrofierande ämnen, SNV PM 918.

Ahl, T., Muntliga uppgifter.

Andersson, G. 1977. Demiska förändringar i sjöar i Norrbotten och sydöstra Dalarna. Limn. inst. Lunds.univ.

Bendschneider, K. and Robinson, R.J. 1952. A new spectrothotometric determination of nitrite in sea water. J. Mar. Res. Vol. 11, 87.96.

Carpener, J.H., 1965. The Chesapeake Bay Institute technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. Ocean 10, 141-143.

Håkansson, L., Muntliga uppgifter.

Lohammar, G., 1938. Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. Symb. Bot.Upsal. 3:1, 252 p.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 1978:11. Inventering av friluftsliv i Rialaområdet.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 1975:2. Sänkta och utdikade sjöar i Stockholms län.

Länsstyrelsen i Västernorrlands län. PM 1975-05-28. Helikopterflyg vid vattenprovtagning.

Mackereth, F.J.H., 1955. Ion-exchange procedures for the estimation of total ionic concentration, chlorides and sulphates in natural waters. Mitt.int. Ver.Limnol. 1955.

Malmer, N. 1961. Ecologic studies on the water chemistry of lakes in south Sweden. Bot.Notiser 114:121-144.

Malmer, N. 1975. Inventeringar av sjöars försurning. SNV PM 676.

Montgomery, H.A.C., N.S. Thom and A Cockburn, 1964. Determination of dissolved oxygen by the Winkler method and the sulubility of oxygen in pure water and seawater. J. Appl. Chem. 14, 280-296.

Murphy, J. and Riley, J.P., 1962. A modified singelsolution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta, 27(1):31-36.

Rhode, W. 1949. The ionic composition of lake waters. Verh. Int. Ver. Limnol. 10:377-386.

Silfversparre, A. 1947-51. Stockholmstraktens sjövatten. Riksmuséets bryologiska avdelning (handskrivet protokoll).

SMHI 1971. Meddelande serie C, nr 7.

SMHI. Vind-, nederbörds- och avrinningsdata.

Statens Naturvårdsverk, 1975. Kemiska vattenanalyser. SNV PM 645.

Statens Naturvårdsverk, 1976. Om metaller.

Statens Naturvårdsverk. 1976:2, Diagnos. Sjöar under påverkan.

Stockholms läns Hushållningssällskap, 1971. Välkommen till fiskeområdet Largen (broschyr).

Stockholms Universitet, Naturgeografiska Institutionen, 1969. Långsjön.

Sveriges standardiseringskommission. Svensk standard.

Uppsala Universitet. Kvartärgeologiska avdelningen. PM 1975-06-06 om kvicksilverhalter i sediment från Älggreten.

Uppsala Universitet, Naturgeografiska institutionen, 1975. Drängsjön, rapport från fältkurs.

Wallsten, M. 1981. Changes of Lakes in Uppland, Central Sweden, During 40 Years. Symb.Bot. Upsal. XXIII:3.

Wallsten, M. Muntliga uppgifter.

Willén, E. 1976. A simplified method of phytoplankton counting. - British psycological journal 11. pp 265-278.