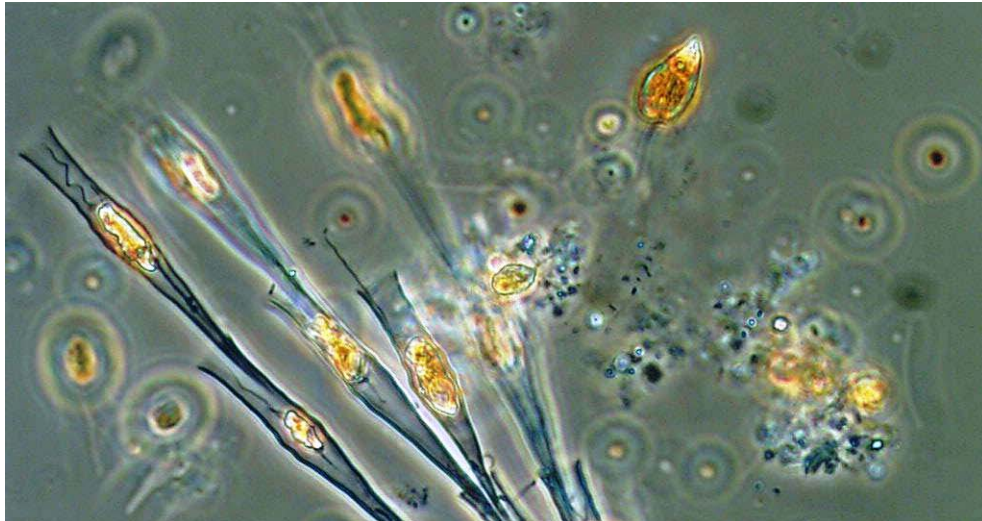


# Kan antalet växtplankton- provtagningar minskas från sju till fyra gånger per år utan att betydelsefull information förloras?

IKEU specialprojekt S1-09

Stina Drakare







# **Kan antalet växtplankton- provtagningar minskas från sju till fyra gånger per år utan att betydelsefull information förloras?**

IKEU specialprojekt S1-09

Stina Drakare

Institutionen för vatten och miljö, SLU  
Box 7050  
750 07 Uppsala  
Tel. 018 – 67 31 10  
<http://www.ma.slu.se>

*Omslagsfoto:* Eva Herlitz

*Tryck:* Institutionen för vatten och miljö, SLU  
Uppsala, 2010-01-21

# Innehåll

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INNEHÅLL</b>                                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>SAMMANFATTNING</b>                                                                                  | <b>7</b>  |
| <b>BAKGRUND</b>                                                                                        | <b>8</b>  |
| <b>MÅLSÄTTNING</b>                                                                                     | <b>8</b>  |
| <b>METODER</b>                                                                                         | <b>9</b>  |
| <b>RESULTAT</b>                                                                                        | <b>11</b> |
| Hur skiljer sig samhällsstrukturen i växtplankton mellan sjöar eller grupper av sjöar?                 | 11        |
| Vilka miljövariabler är viktigast för att förklara växtplanktonsammansättningen i IKEU-sjöarna.        | 12        |
| Hur fördelar sig sjöarna relativt varandra om man bara ser till miljövariablerna?                      | 18        |
| Vid vilken tid på året är växtplanktonsammansättningen mellan sjöar mest respektive minst lik?         | 18        |
| Vad missas med färre provtagningar? Är det någon viktig grupp som missas?                              | 19        |
| Finns det unika växtplankton i de olika grupperna av sjöar som missas med minskat antal provtagningar? | 21        |
| <b>SLUTSATSER</b>                                                                                      | <b>22</b> |
| <b>REFERENSER</b>                                                                                      | <b>22</b> |



# Sammanfattning

Växtplankton är en grupp av organismer som reagerar snabbt på både kemiska och biologiska variabler. Det innebär att variationen inom och mellan år kan vara stor. De nationella monitoringprogrammen har under en längre tid provtagit växtplankton månadsvis under tillväxtsäsongen vilket innebär sju provtagningar per år. Växtplankton bör provtas ofta för att man inte ska missa förändringar i successionsstadier och produktionsmaxima som kan ge indikationer på vattenkvalitetsförändringar. Dessa missar man lätt även med sju provtagningar per år. Med fyra provtagningar fokuserar man på vårens tidiga successionsstadium (april och maj) och sensommarens både biomasse- och strukturmässigt mer stabila stadium (juli och augusti). Antalet växtplanktonprovtagningar i det nationella Trendsjöprogrammet har sedan 2007 minskat från sju till fyra gånger per år. Inom IKEU-programmet har växtplankton fortsatt att analyseras sju gånger per år och nu finns det en önskan att utreda vilken information man missar om man reducerar antalet provtagningar från sju till fyra gånger per år i alla sjöar. Studien visar att om man vill detaljstudera växtplanktons samhällsstruktur mellan sjöar eller grupper av sjöar som ingår i IKEU-programmet, blir det ingen större skillnad i resultat om man istället för sju tillfällen endast analyserar fyra tillfällen (april, maj, juli och augusti). Många mindre vanliga taxa försvinner med minskat antal prov men alla taxa som kan ses som sjögruppspecifika (sura referenser, neutrala referenser, kalkade, överkalkade och kalkavslutade sjöar) finns kvar. Likaså blir det inga stora skillnader i vilka miljövariabler som bäst samvarierar med växtplanktons samhällsstruktur även om förklaringsgraden minskar något när årsmedelvärdena baseras på fyra istället för sju provtagningstillfällen. Analyserar man däremot alla ingående data utan att göra några sammanslagningar av provtagningstillfällen (medelvärden) blir förklaringsgraden tvärtom något högre med minskat antal provtagningar, vilket antagligen beror på den stora variationen hos växtplankton under försommar och höst.

# Bakgrund

Antalet växtplanktonprovtagningar i det nationella Trendsjöprogrammet har sedan 2007 minskat från sju till fyra gånger per år. Inom IKEU-programmet har växtplankton fortsatt att analyseras sju gånger per år och nu finns det en önskan att utreda vilken information man missar om man reducerar antalet provtagningar från sju till fyra gånger per år i alla sjöar. Växtplankton bör generellt provtas ofta för att man inte ska missa förändringar i successionsstadier och produktionsmaxima som kan ge indikationer på vattenkvalitetsförändringar. Dessa missar man lätt även med sju provtagningar per år. Med fyra provtagningar fokuserar man på vårens tidiga successionsstadium (april och maj) och sensommarens både biomasse- och strukturmässigt mer stabila stadium (juli och augusti). Med en minskning av antalet provtagningar kan man t.ex. missa sommarens mellanliggande successionsstadier som kan vara viktiga för högre trofinivåer eller klimatrelaterade ändringar som kan innebära förlängd tillväxtsäsong av växtplankton på hösten.

# Målsättning

Målsättningen är att undersöka vilka miljövariabler som växtplankton samvarierar med och om sambandet påtagligt ändras om man jämför data från sjöar som provtagits 7 ggr/år med de 4 utvalda tillfällena i samma sjöar. Målet är att ge underlag för beslut om provtagningarna bör utökas (till 7 ggr/år) i de referenssjöar som IKEU använder eller om samtliga IKEU-sjöar kan reducera antalet provtagningstillfällen till 4 ggr/år för växtplankton i framtida basprogram. De frågor jag särskilt undersökte var:

- Hur skiljer sig växtplanktons samhällsstruktur mellan sjöar eller grupper av sjöar?
- Vilka miljövariabler är viktigast för att förklara växtplanktonsammansättningen i sjöarna som används inom IKEU?
- Hur fördelar sig sjöarna relativt varandra om man bara ser till miljövariablerna?
- Vid vilken månad är växtplanktonsammansättningen mellan sjöar mest respektive minst lik?
- Vad missas med färre provtagningar? Är det någon viktig grupp av växtplankton som missas?
- Finns det sjögruppsunika växtplankton som missas med minskat antal provtagningar?



# Metoder

Växtplanktondata från år 1997 till 2008 användes i denna undersökning. För att kunna jämföra skillnader mellan sju och fyra månadsvisa provtagningar per år plockades sjöar ut som hade kompletta data för sju provtagningar per år för både växtplankton och miljövariabler. Denna selektion resulterade i 29 sjöar med kompletta data för ett eller upp till maximalt 11 år (tabell 1). Sjöarna grupperades i fem grupper: sura referenser, neutrala referenser, kalkade, överkalkade och kalkavslutade sjöar (tabell 1), där gruppen kalkavslutade sjöar bara är representerad av en sjö i denna undersökning. Som miljövariabler användes: vattentemperatur, pH, absorbans, samt koncentrationen av  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , Si, Total-P,  $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ , och  $\text{PO}_4\text{-P}$ . Det fanns en önskan att även inkludera biologiska data från andra trofnivåer, t.ex. djurplankton och fisk. För fisk gick det att få uppgift om vilka sjöar som var fisklösa och denna variabel användes. För djurplankton fanns det däremot för få data för att kunna få med ett tillräckligt stort antal sjöar, varvid den parametern ströks.

Växtplankton bestämdes kvantitativt (artsammansättning och biomassa) genom analys av jodkonserverade prover enligt svensk standard (SS-EN 15204:2006) på Institutionen för vatten och miljö, SLU. Miljövariabeldata laddades ner och växtplanktondata beställdes från databasen på Institutionen för vatten och miljö, SLU (<http://www.ma.slu.se/>).

**Tabell 1.** Sjöar med kompletta data (7 ggr/år) för växtplankton och miljövariabler. Bokstav inom parentes anger län, siffra inom parentes anger antalet provtagna år. \* anger att sjön är fisklös.

| Grupp               | Sjö namn                                                                                                                                                                             |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sura sjöar          | Brunnsjön (1), Härsvatten (2, *), Lillesjö (1, *), Rotehogstjärnen (3), Övre Skärsjön (1)                                                                                            |
| Neutrala sjöar      | Allgjuttern (3), Fiolen (4), Fräcksjön (11), Stora Skärsjön (7), Stora Envättern (2), Älgsjön (9)                                                                                    |
| Kalkade sjöar       | Blanksjön (2), Bösjön (1), Ejgdesjön (5), Gyltigesjön (6), Gyslättsjön (6), Lien (5), Nässjön (3), Stengårdshultasjön (7), Stensjön (AB, 2), Stora Härnsjön (9), Västra Skälsjön (4) |
| Överkalkade sjöar   | Gärsjön (2), Hagsjön (3), Härbillingen (2), Lillasjön (2), Motjärn (1), Västra Hultasjön (1)                                                                                         |
| Kalkavslutade sjöar | Långsjön (T, 8)                                                                                                                                                                      |

För de statistiska analyserna gjordes jämförelsen mellan sju och fyra provtagningar genom att datasetet först analyserades med data för alla sju provtagningstillfällen. Därefter gjordes analysen om med endast de fyra provtagningsmånader (april, maj, juli och augusti) som föreslagits ingå i ett reducerat IKEU-provtagningsprogram och som redan används för de intensivövervakade sjöarna i Naturvårdsverkets delprogram Trendsjöar.

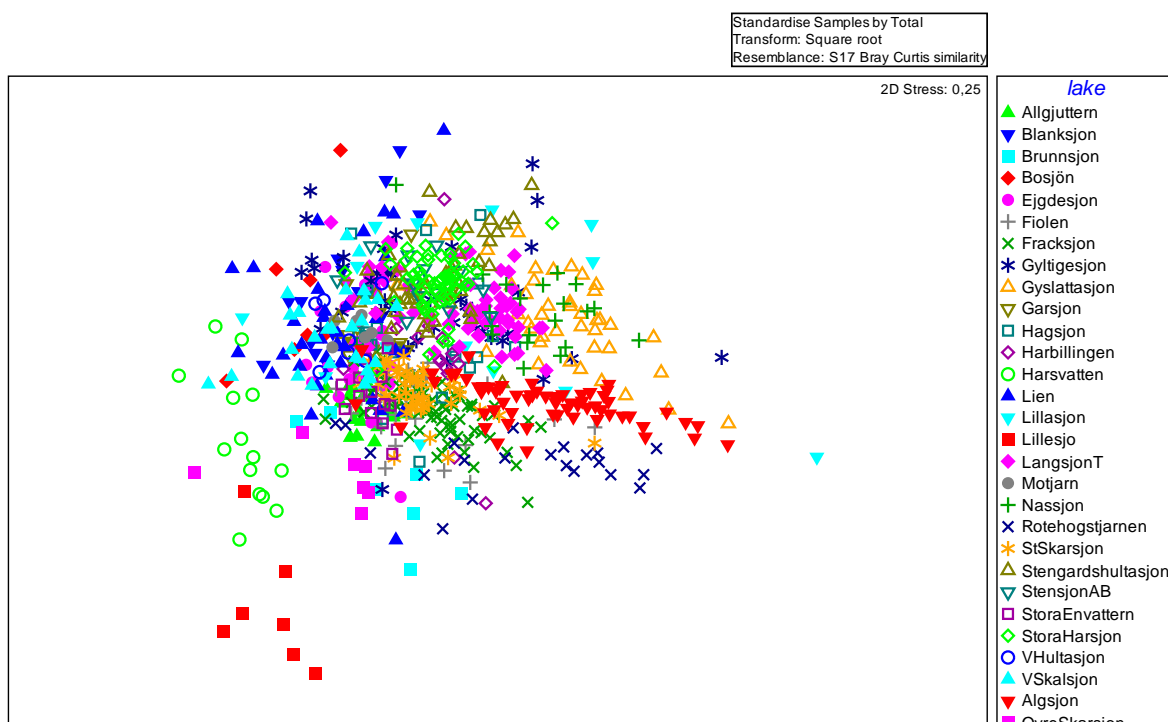
För att få ett visuellt mått på hur samhällsstrukturen ser ut i sjöarna och hur de skiljer sig mellan sjöar eller grupper av sjöar gjordes NMDS-diagram, där avståndet (Bray-Curtis similarity) mellan olika provtagningspunkter ger ett mått på hur lika de är. NMDS står för non-metric multidimensional scaling, och är en statistisk

metod att analysera skillnader i samhällsstruktur mellan prover (Clarke 1993). Metoden tar hänsyn både till vilka taxa som finns och saknas i varje prov samt deras biomassa. Provtagningspunkter som ligger nära varandra i ett NMDS-diagram har en likartad samhällsstruktur. Mellan olika indelningsgrupper (tex. provtagningsmånad eller sjögrupp) kan multidimensionella spridningsmått beräknas (sk. average Bray-Curtis similarity) genom en SIMPER-analys (similarity percentage breakdown, Clarke 1993). Tredimensionella NMDS-diagram visade lägre stressvärden än tvådimensionella. Ett sådant diagram gör sig dock bäst på datorskärmen där det kan roteras och betraktas från flera håll. Jag har därför valt att i resultatdelen endast visa de tvådimensionella diagrammen även om de visar ett stressvärde som är i högsta laget, dvs. över 0,20. NMDS och SIMPER analyserna gjordes i analysprogrammet PRIMERv6 (PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK). Växtplankton indelades taxonomiskt på samma sätt som vid identifikations- och biomassaanalysen, dvs. så detaljerat möjligt för varje taxon. Växtplanktonbiomassor för alla ingående taxa standardiserades mot totala biomassan i varje prov, dvs. totala växtplanktonbiomassan i varje prov sattes till 1 varefter de kvadratrottransformerades (s.k. Hellinger-transformering). I diagrammen färgkodades provtagningspunkter sedan på olika sätt för att få en bild av t.ex. hur lika eller olika växtplanktonens samhällsstruktur är inom individuella sjöar (sjö), inom grupper av sjöar (grupp, indelade som i tabell 1) eller inom provtagningsmånader (månad). För att kunna analysera vilka miljövariabler som bäst förklarar samhällsstrukturen hos växtplankton gjordes RDA analyser (Redundancy analysis, Legendre and Legendre 1998). Växtplanktondata Hellinger-transformerades och alla miljövariabler utom pH  $\log_{10}(x+1)$ -transformerades innan analys. RDA-analyserna gjordes i analysprogrammet Canoco 4.5 (Biometrics – Plant Research International, Wageningen, Nederländerna).

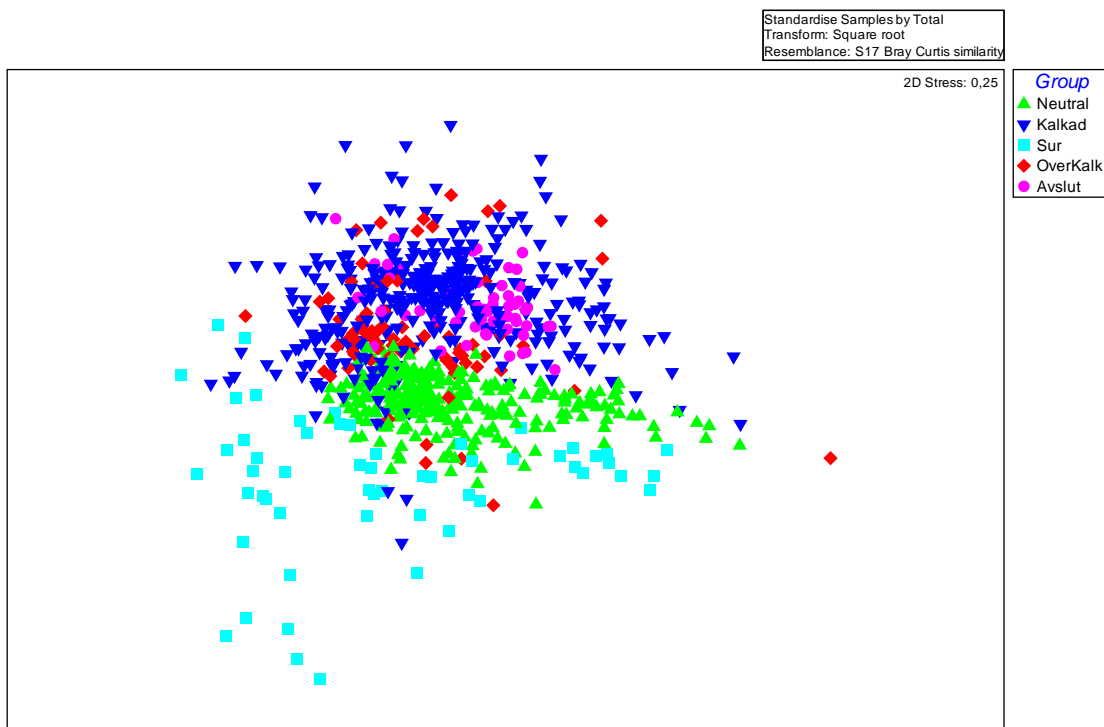
# Resultat

## Hur skiljer sig samhällsstrukturen i växtplankton mellan sjöar eller grupper av sjöar?

Jämförelsen mellan de olika sjöarna visade att växtplanktons samhällsstruktur oftast är mer lika inom en sjö under säsongen än vad den är mellan olika sjöar (Figur 1). Eftersom samhällsstrukturen fördelar sig på detta sätt, innebär det också att grupperingen ser mycket likartad ut om man istället för sju provtagningar bara använder data för fyra provtagningar (data visas ej). Om man grupperar sjöarna efter hur de klassas efter surhet och/eller behandling (som i tabell 1) visar sig växtplanktons samhällsstruktur i stort följa efter dessa grupper vilket tyder på att den abiotiska miljön är en viktig styrfaktor för samhällsstrukturen (Figur 2). Sura sjöar har en växtplanktonstruktur som tydligt grupperar sig i en del av diagrammet medan neutrala sjöar ligger som ett band mellan de sura och resten av sjöarna. Kalkade, överkalkade och kalkavslutade ligger på andra sidan detta band och har en växtplanktonsamhällsstruktur som relativt varandra är lite mer överlappande.



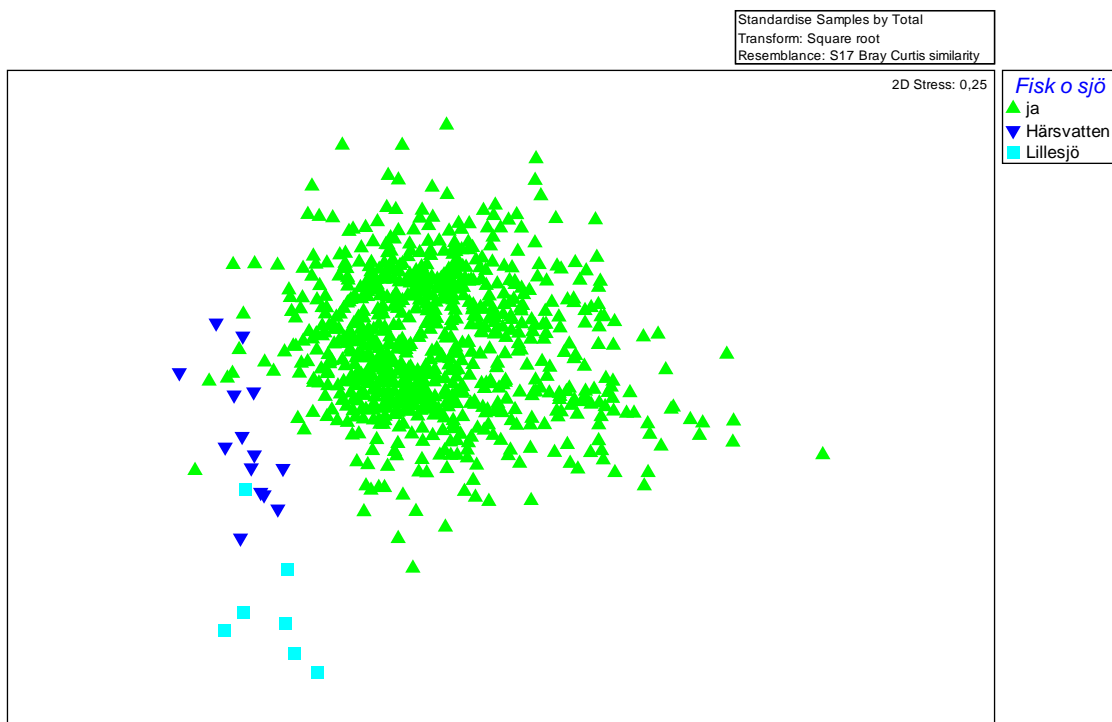
**Figur 1.** NMDS-diagram som visar hur samhällsstrukturen för växtplankton skiljer sig åt mellan olika sjöar under tillväxtsäsongen (april-oktober, 7 provtagningar). Avståndet mellan punkter i diagrammet ger ett mått på hur lika samhällsstrukturen är (kort avstånd = lika samhällsstruktur).



**Figur 2.** NMDS-diagram som visar hur samhällsstrukturen för växtplankton skiljer sig åt mellan olika grupper av sjöar. Samma data som i figur 1, men färgkodade på sjögrupp (sur referens, neutral referens, kalkad, överkalkad och avlutad kalkning). Avståndet mellan punkter i diagrammet ger ett mått på hur lika samhällsstrukturen är (kort avstånd = likartad samhällsstruktur).

### Vilka miljövariabler är viktigast för att förklara växtplanktonsammanställningen i IKEU-sjöarna.

NMDS-diagrammen visade att det inom gruppen sura referenssjöar finns provtagningstillfällen som ligger vid sidan av resten av punkterna (flera punkter för sura sjöar nere till vänster i diagrammet i figur 2). De två sjöar som har de flesta av sina punkter i detta område är Härsvatten och Lillesjö, vilka båda har gemensamt att de saknar fisk (Figur 3 tydliggör dessa). Fisklösheten kan vara orsaken till att samhällsstrukturen hos växtplankton ser annorlunda ut om frånvaron av fisk gynnar djur som äter växtplankton. Det kan också vara så att både växtplankton och fisk missgynnas av de kemiska förutsättningarna i dessa sjöar, som hör till de suraste i undersökningen. T.ex. kan det vara så att höga halter av oorganiskt aluminium i dessa sjöar påverkat både växtplankton- och fisksamhället i dessa sjöar. Data för oorganiskt aluminium var tyvärr för fåtaliga för att den parameter skulle kunna få ingå i det analyserade datasetet. Den faktiska orsaken till att växtplanktonsammanställningen skiljer sig i dessa två sjöar är därför oklar även om dessa två möjligheter är tänkbara.



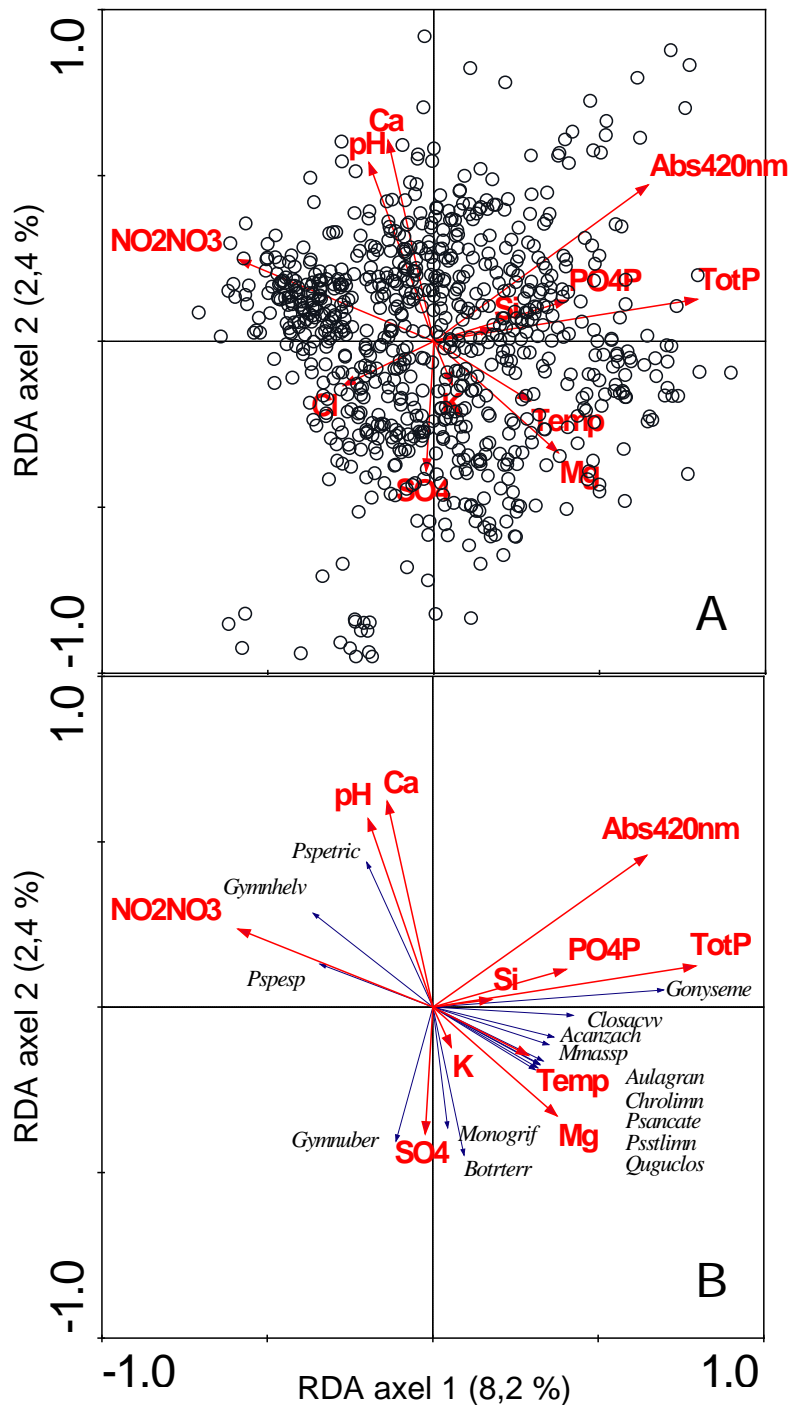
**Figur 3.** Två sura referenssjöar som rapporterats som fisklösa, Härsvatten och Lillesjö, hade en annorlunda växtplanktonstruktur.

En kombination av 11 miljövariabler samvarierar med växtplankton och förklarar 17 % av variationen i samhällsstruktur (N=791, p=0,002), där Total-P, NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N och pH är de tre viktigaste variablerna (Figur 4A, tabell 2). Detta är en analys av samtliga ingående provtagningspunkter (dvs. 7 provtagningar per år). Samma analys gjord för 4 provtagningar per år ger en något högre förklaringsgrad, 18 % (N=452, p=0,002), med Total-P, temp och pH som de tre viktigaste variablerna (tabell 2). En neddragning på 339 datavärden, eller ca 43 % av proverna ger alltså en liten ökning av förklaringsgraden med avseende på miljövariabler! Detta beror troligtvis på att de månader som är borttagna har stor variation i växtplanktonvariablerna och inte samvarierar tydligt med miljövariablerna. Även om växtplankton samvarierar med många miljövariabler är det troligt att de också tydligt påverkas av biologiska faktorer som t.ex. konkurrens och predation vilka skulle kunna vara extra viktiga vissa månader och minska de kemiska miljövariablernas förklaringsgrad. Kalciumjonkoncentrationen (Ca<sup>2+</sup>) kan användas som ett mått på hur kalkade sjöarna är. Denna variabel förklarar endast en liten del av variationen (tabell 2).

**Tabell 2.** Kumulativ förklaringsgrad för de 11 miljövariabler som valdes ut i forward selection proceduren i RDA. RDA baserad på sju respektive fyra provtagningar per år analyserade för 29 sjöar.

| Sju provtagningstillfällen          |                               | Fyra provtagningstillfällen         |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Variabel                            | Kumulativ variation förklarad | Variabel                            | Kumulativ variation förklarad |
| Total-P                             | 0,05                          | Total-P                             | 0,05                          |
| NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N | 0,08                          | Temp                                | 0,08                          |
| pH                                  | 0,10                          | pH                                  | 0,11                          |
| Abs                                 | 0,12                          | Abs                                 | 0,13                          |
| Temp                                | 0,13                          | Mg                                  | 0,14                          |
| Mg                                  | 0,15                          | NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N | 0,15                          |
| Ca                                  | 0,15                          | Ca                                  | 0,16                          |
| K                                   | 0,16                          | K                                   | 0,17                          |
| SO <sub>4</sub>                     | 0,16                          | SO <sub>4</sub>                     | 0,17                          |
| Si                                  | 0,17                          | Si                                  | 0,18                          |
| PO <sub>4</sub> -P                  | 0,17                          | PO <sub>4</sub> -P                  | 0,18                          |
| <b>Summa</b>                        | <b>0,17</b>                   | <b>Summa</b>                        | <b>0,18</b>                   |

De växtplankton som samvarierar tydligast med miljövariablerna är *Gonyostomum semen* och *Gymnodinium helveticum* för provtagningar 7 ggr/år (figur 4B) och *G. semen*, *Monoraphidium dybowskii*, *G. helveticum*, *Gymnodinium* spp. 10-14µm, *Chrysochromulina parva* och *Botryococcus terribilis* för 4 ggr/år.



**Figur 4.** RDA diagram som visar vilka miljövariabler som samvarierar med växtplankton. Längden på pilarna visar hur viktig en miljövariabel är. A) Miljövariabler (röda pilar) och provtagningstillfällena (punkter). B) Miljövariabler och 15 växtplanktontaxa (blå pilar) som har stor samvariation med miljövariablerna. 791 provtagningspunkter från 29 sjöar, provtagna 7 ggr/år. Pspetric = *Pseudopedinella tricostata*, Gymnhelv = *Gymnodinium helveticum*, Pspesp = *Pseudopedinella* sp., Gonyseme = *Gonyostomum semen*, Closacvv = *Closterium acutum* v. *variable*, Acanzach = *Acanthoceras zachariasii*, Mmassp = *Monomastix* sp., Aulagran = *Aulacoseira granulata*, Chrolimn = *Chroococcus limneticus*, Psancate = *Pseudoanabaena catenata*, Psstlimn = *Pseudostaurastrum limneticum*, Quguclos = *Quadrigula closterioides*, Monogrif = *Monoraphidium griffithii*, Botrterr = *Botryococcus terrestris*, Gymnuber = *Gymnodinium uberrimum*.

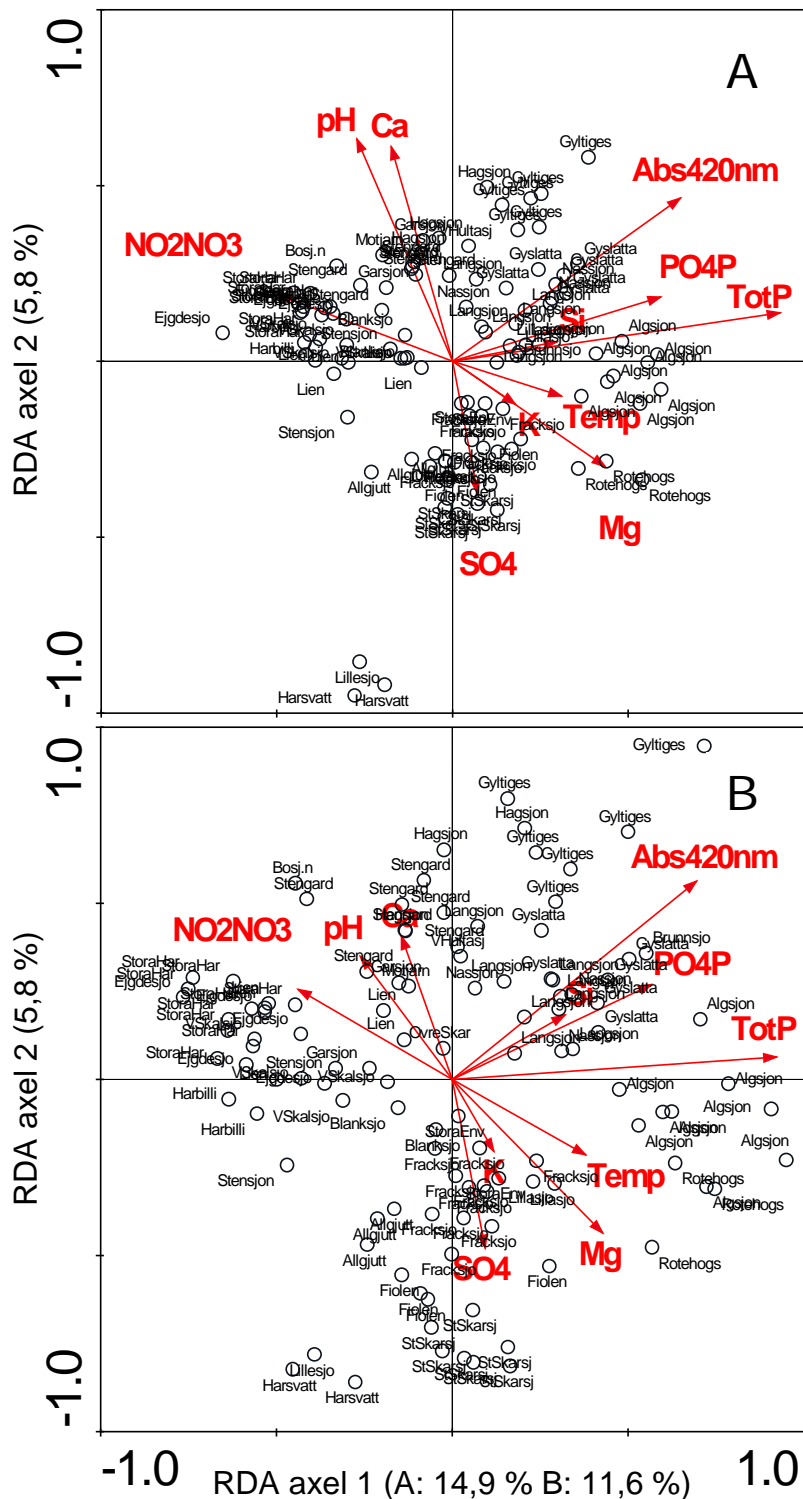
För att minska effekten av de ingående variabelernas variation och för att analysera samma mängd data i jämförelsen mellan 7 och 4 provtagningar per år kan man istället analysera årsmedelvärden. RDA analyserna från dessa visar att elva miljövariabler förklarar 35 % av växtplanktons samhällsstruktur vid sju provtagningar och 31 % av variationen vid fyra provtagningar per år (Figur 5). För båda provtagningsfrekvenserna gäller att TotP, pH och abs är de tre viktigaste parametrarna i fallande ordning, medan övriga parametrar fördelar sig lite olika (Tabell 3). För fyra provtagningar är parametern Si inte signifikant och variationen som förklaras av enbart signifikanta variabler blir då 30 %. Skillnaden i förklaringsgrad mellan 7 respektive 4 provtagningar blir alltså omvänd och lite större med detta sätt att beräkna. Men det är ingen stor skillnad i förklaringsgrad mellan 7 och 4 provtagningar. Miljövariablerna med högst förklaringsgrad till samhällsstrukturmönstren är fortfarande desamma. Med årsmedelvärden kan 4 och 3 % (för 7 respektive 4 ggr/år) av variationen hos växtplankton förklaras av Ca<sup>2+</sup>-koncentrationen. Detta kan jämföras med den viktigaste variabeln TotP som förklarar 13 och 10 % (för 7 respektive 4 ggr/år).

De växtplankton som samvarierar mest med miljövariablerna när man analyserar årsmedelvärden är i stort sett de samma (särskilt arterna *G. helveticum* och *G. semen*) som när man analyserar datasetet utan att göra medelvärden först. För 7ggr/år korrelerar *G. helveticum*, *G. semen* och *Pseudokephyrion taeniatum* bäst med miljövariablerna och för 4 ggr/år är det *G. helveticum*, *G. semen*, *P. taeniatum*, *Bitrichia ollula*, *Chrysochromulina parva* och *Katablepharis ovalis*.

**Tabell 3.** Kumulativ förklaringsgrad för de 11 miljövariabler som valdes ut i forward selection proceduren i RDA. RDA baserad på årsmedelvärden av sju respektive fyra provtagningar per år analyserade för 29 sjöar. N.s. = icke signifikant.

| RDA för medelvärde av 7 prov/år    |                               | RDA för medelvärde av 4 prov/år    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Variabel                           | Kumulativ variation förklarad | Variabel                           | Kumulativ variation förklarad |
| Total-P                            | 0,13                          | Total-P                            | 0,10                          |
| pH                                 | 0,18                          | pH                                 | 0,15                          |
| Abs                                | 0,22                          | Abs                                | 0,19                          |
| NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> -N | 0,25                          | Temp                               | 0,21                          |
| Mg                                 | 0,27                          | Mg                                 | 0,23                          |
| Ca                                 | 0,29                          | Ca                                 | 0,25                          |
| K                                  | 0,30                          | NO <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> -N | 0,26                          |
| PO <sub>4</sub> -P                 | 0,32                          | K                                  | 0,28                          |
| SO <sub>4</sub>                    | 0,33                          | SO <sub>4</sub>                    | 0,29                          |
| Si                                 | 0,34                          | PO <sub>4</sub> -P                 | 0,30                          |
| Temp                               | 0,35                          | Si                                 | 0,31 (n.s.)                   |
| <b>Summa</b>                       | <b>0,35</b>                   | <b>Summa</b>                       | <b>0,30</b>                   |

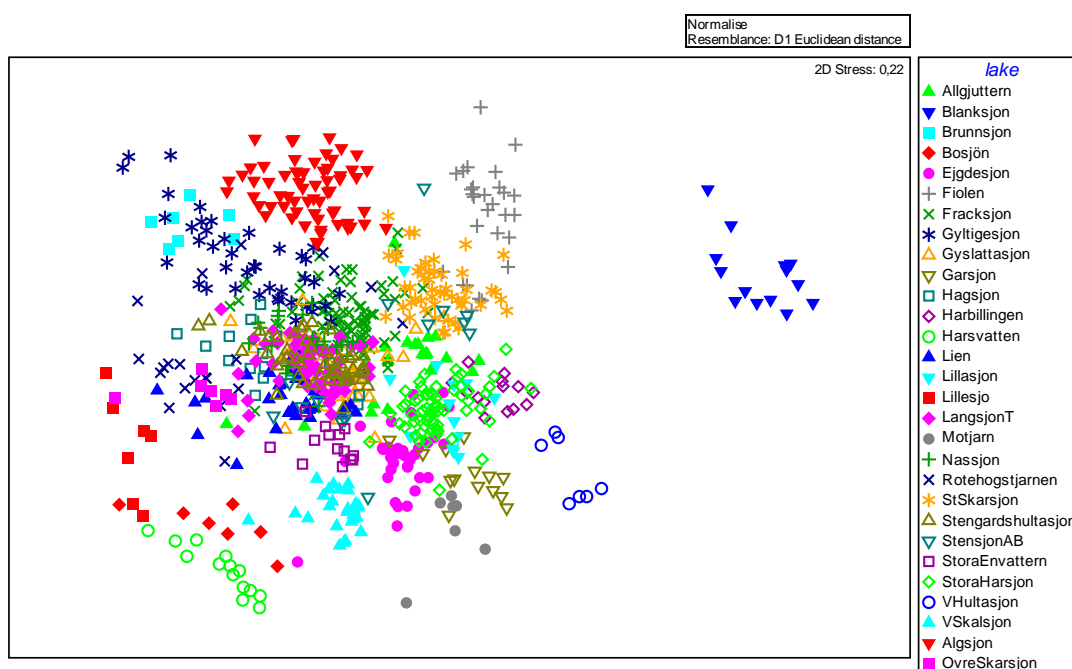




**Figur 5.** RDA diagram som visar vilken kombination av miljövariabler som samvarierar med växtplanktons samhällsstruktur i sjöarna. Diagram A visar sambandet om man analyserar årsmedelvärden för de 29 sjöarna baserat på sju provtagningar per år, där miljövariablerna förklarar 35 % av variationen hos växtplankton. Diagram B visar motsvarande samband baserat på årsmedelvärden för fyra provtagningar per år, där miljövariablerna förklarar 31 % av variationen hos växtplankton. Antalet provtagningspunkter är 113 i båda diagrammen. Värden inom parentes för axlarna visar förklaringsgraden.

## Hur fördelar sig sjöarna relativt varandra om man bara ser till miljövariablerna?

Sjöarnas fördelning relativt varandra baserat på miljövariabler istället för växtplanktonvariabler (figur 6) liknar i vissa fall fördelningen baserat på växtplankton (figur 1). T.ex. placerar sig de sura, fisklösa sjöarna för sig i diagrammet. I andra fall skiljer sig sjöar åt mer med avseende på miljövariabler än de gör för växtplankton. Detta är särskilt fallet för Blanksjön och kanske även för Fiolen. Intressant är att även kemiskt är varje sjö mest lik sig själv, dvs. har en i stort sett unik kemisk sammansättning.

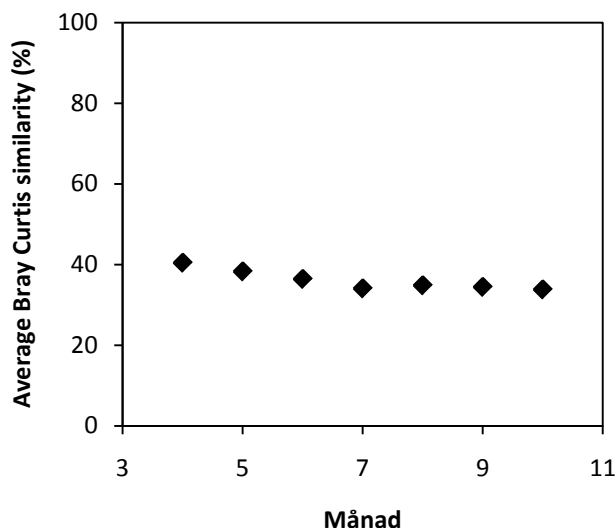


**Figur 6.** NMDS-diagram som visar hur lika respektive olika de 29 sjöarna är med avseende på tolv miljövariabler (april-oktober, 7 provtagningar). Avståndet mellan punkter i diagrammet ger ett mått på hur lika den kemiska sammansättningen är (kort avstånd = lika samhällsstruktur).

## Vid vilken tid på året är växtplanktonsammanställningen mellan sjöar mest respektive minst lik?

Genom att analysera medelavståndet mellan punkterna i ett NMDS-diagram, för en grupp av data, i det här fallet provtagningsmånad, kan man få ett mått på om växtplanktonstrukturen är mer eller mindre lika under vissa månader på året. Om man vill se skillnader mellan sjöar eller grupper av sjöar kan det vara bäst att välja ut provtagningsstider under året då växtplanktonsamhället är mest olika mellan de objekt man vill studera. Denna analys (average Bray-Curtis similarity, medellikhet) visade att växtplanktonsamhället i de 29 sjöarna har ungefär samma medellikhet under alla provtagningsmånader. Spridningsmättet varierade bara mellan 33 och 40 %. Dock finns en trend att sjöarna är mest lika varandra i april varefter de blir mer och mer olika varefter tillväxtsången går (Figur 7). Vill man hitta så stora skill-

nader som möjligt mellan sjöarna med avseende på växtplanktons samhällsstruktur är det alltså bra att provta under den senare hälften av tillväxtsäsongen.



**Figur 7.** Medellikheten i växtplanktonsammansättning för de 29 sjöarna beräknad för provtagningsmånad ligger ganska stabilt mellan 33 och 40 %, dvs. ingen månad sticker ut som speciellt olik de andra. Växtplanktons samhällsstruktur varierar minst under våren. De senare månaderna under tillväxtsäsongen, juli-oktober, är växtplanktonsamhället mer olika.

### Vad missas med färre provtagningar? Är det någon viktig grupp som missas?

Med provtagningsfrekvens 7ggr/år hittades totalt 529 växtplanktontaxa. Motsvarande siffra för 4ggr/år var 473 taxa. Av de 56 taxa som försvinner är de flesta (36 st) taxa som bara påträffats en gång i en sjö, men även vanligare förekommande taxa kan missas med fyra provtagningar (Tabell 4). Som exempel kan nämnas *Spondylosium* sp. som påträffas i 5 sjöar eller 7 tillfällen med provtagningsfrekvens 7ggr/år medan den missas helt med 4 provtagningar. *Scenedesmus serratus*, *Chroomonas nordstedtii*, *Trachelomonas rugulosa* och *Chlamydocapsa planctonica* är andra exempel på arter som påträffas i tre sjöar och 4-7 tillfällen men missas med fyra provtagningar. För den studerade perioden utgör ingen av dessa taxa någon nämnvärd andel av den totala växtplanktonbiomassan.

Tio taxa är gemensamma för studiens alla 29 sjöar och de påträffas också i alla sjöar om man minskar provtagningsfrekvensen till 4 ggr/år (Tabell 5).

**Tabell 4.** De växtplanktontaxa som försvinner med minskat antal provtagningar.

---

**Cyanophyceae**

Chroococcus aphanocapsoides  
Microcystis novacekii  
Oscillatoria sp.  
Phormidium sp.  
Planktolynghya sp.  
Pseudanabaena catenata

**Cryptophyceae**

Cryptaulax rhomboidea  
Cryptomonas erosa (andra stl kvar)  
Cryptomonas marssonii (andra stl kvar)

**Chrysophyceae**

Bicosoeca borealis  
Bicosoeca campanulata  
Bicosoeca lacustris  
Lepochromulina calyx  
Mallomonas lychenensis  
Mallomonas pumilio  
Synura echinulata

**Craspedophyceae**

Salpingoeca frequentissima

**Bacillariophyceae**

Aulacoseira granulata v. angust.  
Cyclotella meneghiniana  
Cyclotella planctonica  
Fragilaria sp.  
Surirella robusta

**Xanthophyceae**

Pseudostaurastrum sp.

**Euglenophyceae**

Lepocinlis sp.  
Phacus curvicauda  
Phacus longicauda  
Phacus pyrum  
Trachelomonas armata  
Trachelomonas planctonica  
Trachelomonas rugulosa  
Trachelomonas stokesii

**Chlorophyceae**

Ankistrodesmus spiralis  
Botryococcus protuberans  
Chlamydocapsa ampla  
Chlamydocapsa bacillus  
Chlamydocapsa planctonica  
Eutetramorus nygaardii  
Monoraphidium convolutum  
Oocystis borgei  
Paulschulzia sp.  
Quadricoccus ellipticus  
Scenedesmus serratus  
Tetraedron incus  
Tetraselmis sp.  
Tetrastrum staurogeniaeforme  
Volvox aureus

**Zygnematales**

Closterium setaceum  
Cosmarium depressum v.  
planctonicum  
Spondylosium sp.  
Staurastrum longipes  
Staurastrum luetkemulleri  
Staurastrum planctonicum  
Staurodesmus crassus  
Staurodesmus cuspidatus

---

**Tabell 5.** Tio växtplanktontaxa är mycket vanligt förekommande i alla sjöar och missas inte med minskad provtagningsfrekvens.

---

|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| Cryptophyceae |                                    |
|               | <i>Cryptomonas</i> spp. < 20 µm    |
|               | <i>Cryptomonas</i> spp. 20-40 µm   |
| Dinophyceae   |                                    |
|               | <i>Gymnodinium</i> spp. 5-9 µm     |
|               | <i>Gymnodinium</i> spp. 10-14 µm   |
| Chrysophyceae |                                    |
|               | Monader 3-5 µm                     |
|               | Monader 5-7 µm                     |
|               | Monader 7-10 µm                    |
|               | <i>Pseudopedinella</i> sp.         |
| Chlorophyceae |                                    |
|               | <i>Chlamydomonas</i> spp. 5 -10 µm |
|               | <i>Oocystis</i> sp.                |

---

### **Finns det unika växtplankton i de olika grupperna av sjöar som missas med minskat antal provtagningar?**

Typiska arter för alla grupper av sjöar i denna studie är de växtplanktontaxa som återfinns i alla sjöar. Unika taxa för grupper av sjöar är däremot svårare att hitta eftersom det ofta finns undantag. Endast ett fåtal arter kunde sägas vara unika för en grupp av sjöar. Här ska det påpekas att arter som verkar följa ett mönster i sin utbredning i denna studie inte nödvändigtvis behöver följa detta mönster i andra sjöar, studien inkluderar bara 29 sjöar totalt sett. Värt att nämna är ändå *Dinobryon suecicum* och *Rhodomonas lacustris* som fanns i alla sjöar utom de som klassats som sura referenssjöar (dvs. de saknades i 5 sjöar). *Bitrichia chodatii* fanns i alla sjöar även sura, men inte i de sura som även klassats som fisklösa (dvs. den saknades i 2 sjöar). En art som däremot bara fanns i de sura fisklösa sjöarna var *Dinobryon pediforme* (fanns bara i 2 sjöar). En art som däremot bara fanns i sjöar som kalkats var *Pseudopedinella tricostata* (fanns i 18 sjöar), den hittades i alla typer av kalkade sjöar (kalkade, överkalkade och de med avslutad kalkning). Ingen av dessa fem arter missas om man minskar antalet provtagningar till 4 ggr/år.

# Slutsatser

Växtplankton är en grupp av organismer som reagerar snabbt på både kemiska och biologiska variabler. Det innebär att variationen inom och mellan år kan vara stor. På grund av den stora variationen i tid har växtplankton provtagits månatligen sju gånger per år under tillväxtsäsongen inom de sjöar som ingår i IKEU-programmet, medan de av besparingsskäl minskats till fyra gånger per år inom de övriga nationella provtagningsprogrammen. Denna studie visar att om man vill detaljstudera växtplanktons samhällsstruktur mellan sjöar eller grupper av sjöar blir det ingen större skillnad i svaret man får om man istället för sju tillfällen endast analyserar fyra tillfällen (april, maj, juli och augusti). Många mindre vanliga taxa försvinner med minskat antal prov men alla taxa som kan ses som sjögruppspecifika finns kvar. Likaså blir det inga stora skillnader i vilka miljövariabler som bäst samvarierar med växtplanktons samhällsstruktur, analyserat som årsmedelvärden, även om förklaringsgraden minskar något med den lägre provtagningsfrekvensen. Analyserar man däremot alla ingående data utan att göra några sammanslagningar (medelvärden) av provtagningsstillfällen blir förklaringsgraden något högre med minskat antal provtagningar, vilket antagligen beror på den stora variationen hos växtplankton under försommar och höst.

# Referenser

Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*. 18: 117-143.

Legendre, P. & L. Legendre. 1998. *Numerical Ecology*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.