

Programområde:

**Sötvatten**

Undersökningstyp:

**Växtplankton i sjöar**

## **Bakgrund och syfte med undersökningstypen**

Sammansättningen av växtplanktonsamhällen skiftar påtagligt i olika sjötyper och vid miljöförändringar som t.ex. beror av eutrofiering, försurning och miljögifter. Analys av växtplanktonsamhällen ger därför information både om sjökaraktär och om effekter av olika typer av miljöstörningar. Information om total biovolym (biomassa), samt biovolym per liter av alggrupper och enskilda arter kan kombineras med fysikalisk-kemiska parametrar liksom med information om djurplankton och bottenfauna. De två sistnämnda grupperna är i sin tur beroende av växtplanktonsamhällets artsammansättning, biovolym och näringsvärde.

Växtplanktonundersökningar görs i huvudsak med fyra syften:

1. Artanalys eller taxonomisk inventering för att belägga artrikedom och indikatorarter som kan betraktas som besvärsgbildande som t.ex. giftproducerande cyanobakterier, kiselalger som sätter igen nät, slemproducerande alger, arter med besvärande massutvecklingar som ger upphov till lukt- och smakförändringar på råvatten, arter med ett mixo- eller heterotroft levnadssätt och arter som genom sin livsform indikerar en viss miljösituation.
2. Analys av mängd och biovolym per liter av förekommande arter för att få kvantitativa mått vid jämförelser i tid och rum samt mellan olika sjöar.
3. Analys av biovolym av olika alggrupper. Särskilt intresse knyts till grupper med indikatorvärden. Hit hör vissa besvärsgbildande grupper, kvävefixerande grupper, grupper som präglar försurade miljöer, grupper som används som föda för betare (zooplankton, ciliater, bottenfauna) och grupper med mixo- eller heterotroft levnadssätt.
4. Analys av den totala biovolymen av planktiska alger. Jämförelsetal finns för den totala biovolymen alger per liter i förhållande till halten klorofyll a och till koncentrationen fosfor. Det är också möjligt att relatera den högsta biovolymen under vegetationsperioden till empiriskt satta gränser för besvärande och mycket besvärande mängder av alger.

## **Samordning**

För tolkning av växtplanktondata är fysikalisk-kemiska data särskilt viktiga (temperatur- och skiktningförhållanden, koncentrationer av närsalterna kväve och fosfor, kisel, ljusklimat, pH

*Handledning för miljöövervakning  
Undersökningstyp*

och alkalinitet) men också information om rådande betningstryck från zooplankton och fisk. Därför bör denna undersökningstyp samordnas i första hand med undersökningstypen Vattenkemi i sjöar. Undersökningstyperna Djurplankton i sjöar och Provfiske i sjöar ska också tas med om syftet är en analys av näringsväven.

Uppgifter om lokalen fås enligt undersökningstypen Lokalbeskrivning. Relevanta delar av lokalbeskrivning bör undersökas eller kontrolleras vid varje provtagningstillfälle.

## Strategi

Med växtplankton eller planktiska alger avses här de arter som finns i den öppna vattenmassan. Merparten har fotosyntetisk förmåga. Algerna utgör en heterogen grupp av organismer som placeras systematiskt såväl bland bakterier och protister som bland växter. Inget allmänt accepterat system finns hittills presenterat utan förändringar är att vänta i takt med fördjupade molekylärbiologiska undersökningar.

Växtplanktonsamhället beskrivs vanligen med kvantitativ metodik kompletterad med håvprov (s.k. kvalitativt prov) som stödparameter. Många gånger är håvprovet nödvändigt för att man ska få ett anrikat material där artbestämningar lättare låter sig göras.

Växtplanktonsamhällets sammansättning och biovolym varierar starkt under året och styrs primärt av vattenomrörning och skiktningförhållanden. Årsutvecklingen går från pionjärstadier på våren av snabbväxande arter mot ett sensommarstadium med långsamväxande stora arter. I många sjöar utgör ökande mängder kiselalger på våren ett första tecken på ökad näringshalt i vattnet, något som inträffar långt innan algbloomingarna sommartid hinner bli störande. Provtagningar över hela vegetationsperioden ger därför betydligt säkrare underlag för att tidiga förändringar eller störningar ska upptäckas än bara ett prov per år. Med endast ett prov per år kan sjöar klassas efter sin vattenkvalitet men då dröjer det många år innan eventuella förändringar kan säkerställas genom medelvärden och avvikelser. Sammansättning och förändringar i säsongsdynamiken ger god information om vattnets kvalitet. Maximumvärdet av växtplanktons biovolym under året speglar näringskoncentrationen men mellanårsvariationer är ofta stora och beror på rådande väderförhållanden.

I näringsfattiga sjöar förekommer ofta den högsta biovolymen under slutet av vårcirkulationen. I näringsrika sjöar infaller vanligen biovolymens maximum sommartid. Sommaren till sensommaren är oftast den artrikaste perioden oavsett om sjön är näringsfattig eller näringsrik.

I alla övervakningsprogram där det krävs ett bra mått på arter och grupperns relativa och absoluta förekomst t.ex. vid beskrivning av ekosystemens struktur, mångdmässig jämförelse mellan sjöar eller vid tidsserieanalys ska kvantitativ provtagning utföras. Kvantitativ provtagning sker t.ex. med Ruttnerhämtare eller annan hämtare som kan ta upp en given volym vatten utan att anrika organismerna.

Planktonalgers rumsliga fördelning varierar kraftigt. I skuggiga sjöpartier är ofta mängden alger mindre än i ljusa partier. I grunda sjöar eller vikar är ofta artrikedomen och biovolymen högre än i djupare bäcken. I anslutning till vassvegetation eller till bälten av undervattensvegetation är andelen planktiska alger starkt uppblandad med lossryckta påväxtarter som inte präglar den öppna sjöns flora. Planktonalger förflyttar sig även i vertikalled under dygnet. Kvällar och nätter sjunker de eller vandrar aktivt mot djupvatten medan de förflyttar sig upp mot ytan under morgontimmarna.

I syfte att få svar på speciella problem som bedömning av toxinproducerande arter, arter som fastnar i nät och vattenintag, alger som orsakar lukt och smak etc. ska provtagning utföras på det sätt som är relevant för problemet (punkt 1 under Bakgrund och syfte med undersökningstypen).

## Statistiska aspekter

Som nämnts tidigare är ofta den rumsliga fördelningen av växtplankton i en sjö ojämn. Ett förfarande med provtagning av flera vattenpelare i pelagialen, som sammantaget ger ett blandprov, garanterar en bättre representativitet av ett sjöprov än vid provtagning på en avgränsad punkt. I det senare fallet garanteras representativiteten strikt sett endast för den punkten. I stora sjöar och vid god vattenomrörning, kan dock representativiteten vara god också på en centralt belägen provplats. Den temporala variationen täcks med upprepade provtagningar från tidig vår (efter islossning) till höst. Fördelning av mätvärden under en säsong kan därigenom beskrivas och medel- eller medianvärden beräknas.

Biovolymens inomårsvariation kan i en näringsrik sjö vara mycket stor (max. värde på sommaren t.ex.  $10 \text{ mm}^3/\text{l}$  och min. värde på hösten eller efter vårblomningen  $0,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ ). I en näringsfattig sjötyp kan motsvarande biovolym variera mellan 1 och  $0,001 \text{ mm}^3/\text{l}$ . Från ett utgångsläge med veckoprovtagningar som täcker in i stort sett 100 % av årsvariationen i biovolym ger månadsvisa provtagningar (april/maj – oktober/november beroende på latitud) ca 70 % av variationen. Med sådana månatliga provtagningar täcks större delen av växtplanktons säsongsvariation in. Med än mer utglesade provtagningsintervall erhålls mindre än 50 % av variationen. Variationsvidden vid utglesade provtagningar är starkt beroende av om provtagning råkat ske under en period av massutveckling. Särskilt viktiga perioder i växtplanktonutvecklingen under året är våren och sensommaren. Den förstnämnda perioden svarar ofta mot det näringsutbud som blivit tillgängligt under vinterhalvåret och den senare perioden ger information om slutstadiet i successionsmönstret. Vid endast fyra provtagningar per år bör två provtagningar ske under båda dessa viktiga perioder: två provtagningar på våren med en månads mellanrum och två under sensommaren med en månads mellanrum.

## Plats/stationsval

Målsättningen vid provtagning är oftast att ett sjöprov ska vara karakteristiskt för epilimnion. Prov tas från en större yta centralt i sjön. Ytan måste i viss mån anpassas till sjöns storlek och form. Som utgångspunkt gäller att provtagningsytan bör utgöras av ett område inom 200 m radie från en fixpunkt, som säkras med bäringar till två fasta punkter på land, alternativt med GPS.

Provtagningsstrategi: Lämpligt antal lokaler avgörs efter en pilotstudie. En gradientstudie kräver att lokaler placeras utefter en strömriktning med avtagande koncentrationer av aktuell påverkan. I ett vatten med många vikar eller andra avsnörningar kan lokaler behöva placeras i dessa avsnörda partier om man har anledning att misstänka en avvikande vattenkvalitet där. Praktiskt hanterbart i de flesta mindre sjöar ( $<1 \text{ km}^2$ ) är att placera ut 5 provtagningsplatser på en centralt belägen yta i sjön, en i varje hörn på en kvadrat/rektangel samt en centralt i arean. Sjöns storlek får bestämma storleken på kvadraten/rektangeln. Ett blandprov tas från epilimnion i varje punkt och därefter hålls samma mängd vatten från dessa punkter samman och ett sjökarakteristiskt delprov samlas in. Anledningen till att prov från flera lokaler blandas är att växtplankton oftast inte är jämnt fördelade över hela sjöytan. Det är också viktigt att

provplatserna inte ligger i anslutning till litoralzonen som vanligen har en helt annan organismsammansättning än den öppna sjön.

- 1 Epilimnion fastställs med hjälp av en temperaturprofil. Vid svårigheter att fastställa epilimnions utbredning ska ett fast djupintervall väljas. Detta intervall väljs lämpligen under en säsong med tydlig temperaturskiktning. Det fasta intervallet används sedan vid samtliga provtagningstillfällen t.ex. 0–2, 0–4, 0–6, 0–8 m etc. I grunda sjöar (<5 m) räcker det att ta nivån 0–2 m för att minska risken för att få botten slam i proven.
- 2 Från varje vald provpunkt tas ett blandprov från ett vertikalt skikt som representerar åtminstone 75 % av epilimnion. En lika stor vattenvolym från varje provnivå blandas. Efter omblandning tas ett prov ut som får betraktas som sjökaraktäristiskt. I mycket grunda sjöar med en förekommande djuphåla bör avväganden göras om ett viktningsskikt ska tillämpas så att inte vattenandelen från djupare skikt präglar för stor del av blandprovet.
- 3 Sjöar > 1 km<sup>2</sup>, har ofta en kraftig vattenomrörning som ger en enhetligare vattenkvalitet över större områden. Av den orsaken samt av praktiska skäl kan en centralt belägen provpunkt väljas där. I riktigt stora sjöar och i sjöar med avgränsade bassänger måste dock en provtagningsstrategi tillämpas som tar hänsyn till olikheter i vattenkvalitet. Därför provtas varje bassäng för sig och större vikar måste också betraktas som enskilda bassänger.

## Mätprogram

### Variabler

Tabell 1. Översiktstabell för variabler.

| Område | Företeelse                                                                 | Mätvariabel)<br>(Determinand)  | Enhet /<br>klassade<br>värden | Prior-<br>itet | Frekvens<br>och tid-<br>punkter        | Referens till<br>provtagnings<br>metodik | Referens till<br>analysmetod                                                  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Sjö    | Kvantitativt prov                                                          |                                |                               |                |                                        |                                          |                                                                               |
|        | Prov<br>(Identifikation)                                                   | Provtagningsdjup               | m                             |                |                                        |                                          |                                                                               |
|        | Växtplankton<br>(Lista över arter<br>och andra<br>taxanivåer) <sup>1</sup> | Antal per<br>volymenhet        | /l                            | 1              | 1–7 ggr<br>under april<br>till oktober | Olrik et al.<br>1998,<br>SIS 2006        | Olrik et al. 1998,<br>SIS 2006                                                |
|        |                                                                            | Biovolym per<br>volymenhet     | mm <sup>3</sup> /l            | 1              | 1–7 ggr<br>under april<br>till oktober | Olrik et al.<br>1998,<br>SIS 2006        | Olrik et al. 1998,<br>Blomqvist & Herlitz<br>1998, SIS 2006,<br>samt Bilaga 1 |
|        | Uppgifter om lokalen enligt Lokalbeskrivning kan kompletteras med          |                                |                               |                |                                        |                                          |                                                                               |
|        | Vatten                                                                     | Temperatur på<br>olika<br>Djup | °C<br>m                       |                |                                        |                                          |                                                                               |

<sup>1</sup> Kvalitativa prov kan användas som stöd vid upprättandet av listan.

### **Frekvens och tidpunkter**

Provtagningsfrekvensen är beroende av övervakningens syfte och kan variera från ett prov/år, till 7 prov/år eller tätare om så behövs. Om enprovstudien väljs för att karakterisera en sjö bör provtagning ske under perioden mitten av juli till mitten av augusti då de flesta sjöar befinner sig i en likartad successionsfas. Provtagningar bara en gång per år för trendbeskrivning eller beskrivning av mellanårsvariation har litet värde och bör undvikas. Sådan gles typ av provtagning kan däremot användas för att karakterisera och klassificera sjöar och utvärdera regionala mönster med avseende på typ av växtplanktonsamhälle i relation till trofityp, grad av surhet eller metallbelastning.

Flera provtagningar per år rekommenderas dels för att beskriva samhällets säsongdynamik och dels för att påvisa den slumpmässiga variationen i mätvärdena. Fortlöpande uppföljning av växtplanktons mellanårsvariationer och trender i ett mångårigt program kräver prov flera gånger under varje säsong och frekvensen av provtagningar påverkar starkt den tid som krävs för att påvisa långtidsförändringar. Åtminstone fyra provtagningar är önskvärda: två med en månads mellanrum på våren med start strax efter islossning och två på sommaren en i juli och en i augusti. Då täcks både de primära successionsstadierna som direkt svarar mot den under vintern frigjorda näringen in samt successionens slutstadium som ofta kan medföra massutvecklingar.

I ekosystem- och trendbeskrivande program bör provtagning ske varje månad från islossning till oktober/november. Beroende på klimatgradienten från norr till söder i Sverige kommer antalet prover att variera. I sjöar som inte isläggs bör provtagningen starta i april. I fjällsjöar med lång isläggning kan provtagningen oftast inte börja förrän i juni.

Metoder för kvalitativ och kvantitativ provtagning av växtplankton finns beskrivna i Olrik et al. 1998 och Blomqvist & Herlitz 1998 och Svensk Standard (SIS 2006).

### **Observations/provtagningsmetodik**

Prover insamlas från båt inom ett icke strandpåverkat område, gärna centralt i sjön. Först avgörs epilimnionskiktets djup med en temperaturmätning. Därefter avgörs lämplig provnivå som bör omfatta 75–80 % av epilimnion. Om långa rörhämtare (2 m) används måste nivån avpassas så att inte vatten från metalimnion kommer med i provet. Där anrikas ofta många organismer ibland under längre tid vilka inte är representativa för det övre omrörda skiktet vid provtagningstillfället. Det kvantitativa provet konserveras omedelbart med jodjodkalium (Recept, Tabell 2).

I sjöar < 1 km<sup>2</sup> insamlas prov från 5 utslumpade punkter inom en centralt belägen area i sjön. Storleken på arean avpassas efter sjöns storlek t.ex. 200 × 200 m, 300 × 100 m i en långsmal sjö etc. I större sjöar, >1 km<sup>2</sup>, tas prov från en centralt belägen plats i sjön.

Håvprov behöver endast tas från en centralt belägen lokal. Håven sänks ner till den undre gränsen för det vertikala skikt som valts för kvantitativt prov. Sedan dras håven långsamt upp (1 m/10 sekunder). Därefter skakas håven ordentligt så organismerna kommer ner i håvkoppen. Håvningen upprepas tills ett väl planktongrumat prov erhållits. Håvprovet konserveras med formaldehydlösning (slutkonc. ca 1 %). I viss mån kan konserveringsmedlets mängd avpassas till grumligheten i provet så att mer formaldehyd tillsätts ett organismrikt prov än ett organismfattigt. Ju större mängd formaldehydlösning som tillsätts ju mer bleks organismerna. En kraftig vattenblomning behöver 3 ml konserveringsmedel per 100 ml vattenprov medan en näringsfattig klarvattenssjö kanske bara behöver 50–75 % av den

mängden. Om analyser ska göras tämligen omgående kan även ytterligare ett håvprov tas och lämnas levande (s.k. levandeprov).

Räknemetoder för analys av växtplankton i den nationella miljöövervakningen finns beskrivna i Bilaga 1. Rekommenderad bestämningslitteratur finns listad i Bilaga 2.

### Utrustningslista

Kvantitativt prov:

- Vattenhämtare typ Ruttner eller rörhämtare med djupgraderad lina och lod
- Jodjodkaliumlösning för konservering. 0,2 ml per 100 ml prov. Provet ska vara konjaksfärgat ej brunt. Jodlösningen håller sig färsk endast ett år varför gammalt konserveringsmedel inte ska användas.
- Provflaska av glas (annars förflyktigas joden och plastflaskor färgas bruna medan provet avfärgas)
- Hink för blandprov
- Tratt
- Termistor eller annan möjlighet att mäta vattenpelarens temperaturskiktning.
- Etiketter för angivande av sjö, ev. annan identifikation, provnivå, datum.

Tabell 2, Recept på jodjodkaliumlösning:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kemikalier:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 200 ml destillerat vatten</li> <li>• 20 g kaliumjodid</li> <li>• 10 g jod (dubbelt sublimerad)</li> <li>• 20 ml isättika (konc. ättiksyra)</li> </ul>                                                                            |
| <p><b>Förfarande:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lös kaliumjodiden i vattnet</li> <li>2. Tillsätt joden, se till att allt är fullständigt löst</li> <li>3. Tillsätt isättika till blandningen</li> </ol> <p>OBS! att ej samma recept gäller för konservering av djurplankton</p> |

Håvprov:

- Planktonhåv (20–25 µm maskvidd)
- Formaldehydlösning 37 % (1,5 ml maximalt per 50 ml prov)  
Observera att formaldehyd är giftigt! Följ föreskrifterna i säkerhetsdatabladet som medföljer produkten.
- Provflaska av glas eller plast 25–100 ml

**Tillvaratagande av prov, analysmetodik**

Båda typerna av konserverade prov förvaras mörkt och svalt. Om jodkonserverade prov förvaras en längre tid före analys ska koncentrationen av fixeringsvätskan kontrolleras regelbundet (se på färgen) och ytterligare fixeringsvätska måste tillsättas om provet blekts. Joden i jodjodkaliumlösningen försvinner snabbare i ljus än i mörker. Det levande provet ska innehålla en luftspalt och kan förvaras i kylskåp i högst ett par dygn.

Växtplankton bestäms kvantitativt (artsammansättning och biovolym) genom analys av det jodkonserverade vattenprovet. Den kvantitativa metod som beskrivs här i bilaga 1 baseras på en räknemetod beskriven av Utermöhl (1958). Ett kompletterande formaldehydkonserverat håvprov, alternativt levandeprov, taget i samma vattenmassa som det jodkonserverade provet, används för artkontroller och för detaljstudier av organismer.

**Fältprotokoll**

Ett fältprotokoll enligt undersökningstyp Lokalbeskrivning fylls i för varje provtagningslokal.

Under övrigt fylls följande uppgifter i:

- Provtagningsdjup eller djupskikt om blandprov tas, helst kompletterat med en temperaturprofil för att belägga epilimnions utsträckning
- Hämtartyp, och håvens maskstorlek (vanligen 20–25 µm)
- Datum och tid
- Vattentemperaturen på olika nivåer åtminstone ned till språngskiktet

**Bakgrundsinformation**

Kartor; djupkarta för beräkning av provtagningsstrategi och ev. provblandning.

**Kvalitetssäkring**

Provtagning ska utföras enligt standardiserade metoder och av personal som har vana att hantera provtagningsutrustningen. Artbestämning och räkning av växtplankton ska utföras av personal som är grundligt utbildad. Det är önskvärt om laboratorier som utför analyser regelbundet deltar i nationell/internationell interkalibrering. Laboratorier med ackreditering för metoden bör i första hand väljas. Prover bör sparas tills validering av resultat utförts.

Använd bestämningslitteratur ska rapporteras.

Två personer bör av säkerhetsskäl utföra provtagningen.

**Databehandling, datavärd**

Data lagras digitalt som grunddata tillsammans med eventuella konstanter och omräkningsfaktorer samt uppgifter om provtagningsplats och metodik. Leverans sker enligt överenskommelse med datavärden. Kontroll av datamaterialets kvalitet ska vara gjord före leverans. Uppenbart felaktiga värden stryks. Om inga felaktigheter kan konstateras vid kontroll av misstänkta värden bör dessa stå kvar försedda med en anmärkning.

En förteckning över datavärder finns att hitta på Naturvårdsverkets webbplats under adressen <http://www.naturvardsverket.se/tillstandet-i-miljon/miljoovervakning/miljoovervakningsdata/>. I andra hand kan lagring ske på annat lämpligt sätt. Vid oklarheter kan datavärdsansvarig på Naturvårdsverket kontaktas: [datavardsansvarig@naturvardsverket.se](mailto:datavardsansvarig@naturvardsverket.se)

## Rapportering, utvärdering

Resultat från ett övervakningsprogram bör sammanställas och utvärderas med jämna mellanrum. En årlig datasammanställning bör publiceras för att göra data tillgängliga för olika användare, och grunddata bör finnas tillgängliga i digital form. En mer genomgripande utvärdering kan lämpligen göras vart sjätte år.

I databearbetningen bör det ingå beräkning av vegetationsperiodsmedelvärden (med variationsmått) för total biovolym ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ), biovolym av förekommande alggrupper, biovolym för enskilda taxa (arter/släkten eller morfologiskt urskiljbara enheter). Artrikedomen anges som antalet räknade taxa per prov samt medelvärde och helst median med spridning under vegetationsperioden. Artrikedomen ger endast ett jämförbart mått mellan olika sjöar och tider om den räknemetod som beskrivs i Bilaga 1 används.

Uppgifter om arters och grupperns individtätthet och biovolym liksom en sammanställning över förekommande arter har litet informationsvärde för icke-specialister. Det är därför av stor vikt att resultaten tolkas och utvärderas. Vid utvärderingen utgör ett jämförande moment alltid en viktig del, och jämförelser med någon typ av referensundersökning ska alltid göras. Både uppläggning och utvärdering av växtplanktonundersökningar ska utföras av personer med erkänd kompetens och erfarenhet.

Mätvärden kan jämföras med statistiska metoder mellan säsonger och över en längre tid och med kännedom om variationen inom enskilda säsonger. För att upptäcka trender och bestående förändringar i en sjö krävs både hög provtagningsfrekvens och ett långt tidsperspektiv. En sjö med stora mellanårsvariationer kräver givetvis fler studerade år för att säkerställa förändringar än sjöar med mindre mellanårsvariationer.

I Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (Bilaga A till Handbok 2007:4) anges att tre år krävs för bedömning av måttligt näringsrika och näringsrika vatten medan näringsfattiga sjöar har mindre mellanårsvariationer och därför kan bedömas efter något års studier. När det gäller trendanalyser däremot kan inga generella rekommendationer göras men ett antal år med olika vädersituationer behövs för att det ska gå att säkerställa att förändringar inte beror av fluktuationer i väderlek mellan olika år.

## Kostnadsuppskattning

Fältarbetet medför kostnader för transport och provtagningsutrustning. Hur lång tid provtagningen tar är mycket beroende av hur lätt det är att ta sig till sjön, väderleken och hur stor sjö som provtas. För analys behövs tillgång till mikroskop med lämplig optik. Dessutom behövs räknekammare av olika volym (2, 5, 10, 25 och ibland 50 ml), relevant bestämmingslitteratur (Tabell 2) och grundligt utbildad personal. Tidsåtgången för att analysera ett prov beräknas till i medeltal 6 timmar, men beroende på problematiken kan ta upp till 12 timmar. Därtill kommer sedan dataläggning, bearbetning och utvärdering som i regel tar 2 timmar,

## Författare och övriga kontaktpersoner

*Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:*

Ulrika Stensdotter Blomberg,  
Miljöövervakningsenheten  
Naturvårdsverket  
106 48 Stockholm  
Tel: 08-698 15 85  
E-post: [ulrika.stensdotter@naturvardsverket.se](mailto:ulrika.stensdotter@naturvardsverket.se)

*Expert och kontakt för undersökningstypen Växtplankton i sjöar:*

Stina Drakare  
Institutionen för vatten och miljö  
SLU  
Box 7050  
750 07 Uppsala  
Tel: 018 -- 67 31 02  
E-post: [stina.drakare@vatten.slu.se](mailto:stina.drakare@vatten.slu.se)

*Övriga experter som medverkat vid utarbetandet av laboratoriemetodiken:*

Eva Herlitz  
Institutionen för vatten och miljö  
SLU  
Box 7050  
750 07 Uppsala  
Tel: 018 – 67 31 22  
E-post: [eva.herlitz@vatten.slu.se](mailto:eva.herlitz@vatten.slu.se)

## Referenser

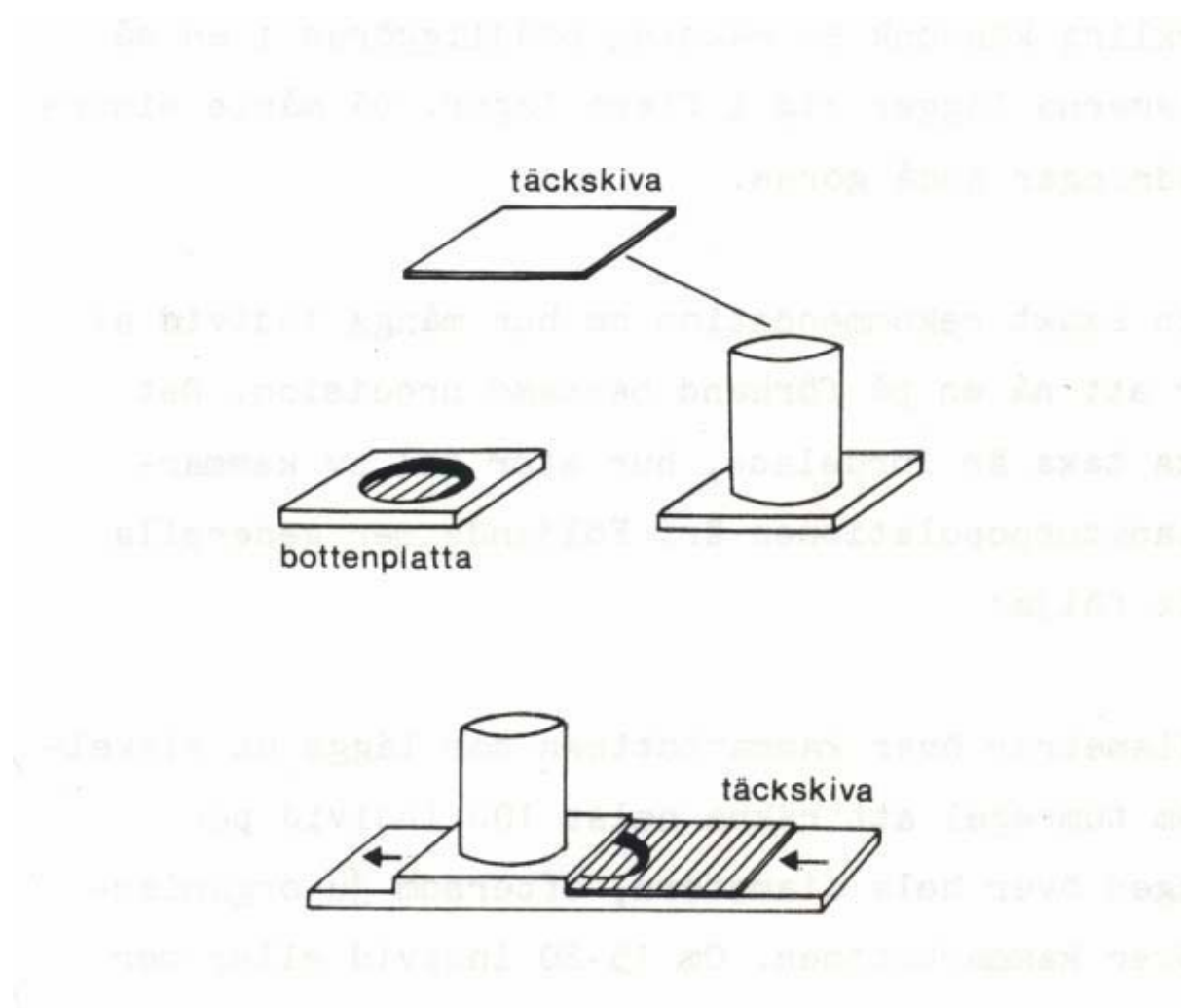
1. Blomqvist, P. & Herlitz, E. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters, part 2 : literature and its use for determination of planktic Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales, and Ulotrichales and formulas for calculation of biovolume of the organisms. (Rapport / Naturvårdsverket 4861). – 86 s.
2. Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, C. & Eloranta, P. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters, part 1 : sampling, processing, and application in freshwater environmental monitoring programmes. (Rapport / Naturvårdsverket 4860). – 86 s.
3. SIS. 2006. Water quality – Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique). Svensk Standard SS-EN 15204:2006
4. Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. – Mitteilungen der internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie 9.

**Uppdateringar, versionshantering**

| Versionsnummer | Ändringsdatum | Orsak till ändring                                                                                                                     | Ansvarig                      |
|----------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1:1            | 2000-10-12    | Fullständig uppdatering av undersökningstypen                                                                                          | Håkan Marklund Ninni Lundblad |
| 1:2            | 2004-02-06    | Ändringar, bl.a. i tabell 1                                                                                                            | Ann-Marie Wiederholm          |
| 1:3            | 2010-02-18    | Uppdatering av text, uppdatering referenslista, utökning med bilaga 2 en lista med rekommenderad litteratur för taxonomisk bestämning. | Stina Drakare                 |

## Bilaga 1. Kvantitativ analysmetod för växtplankton

1. Blanda innehållet i provflaskan omsorgsfullt genom att vända den upp och ned minst 30 gånger.
2. Häll genast en del av flaskans innehåll i en sedimentationskammare av 2; 5; 10; 25; 50 eller 100 ml volym beroende på vilken sjötyp som undersöks (se pkt 6 nedan). Saknas kunskap om sjön sätts flera olika kammare så att en kammare med den för analysen bästa tätheten kan väljas. Sedimentationskammaren fylls med råge och ett lock skjuts in från sidan över rörets öppning.

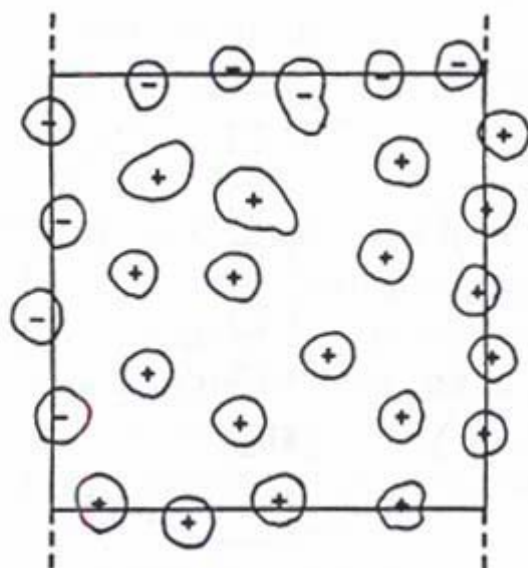


Figur 1. Sedimentationskammare för räkning av plankton.

3. Låt kammaren stå mörkt och fuktigt under sedimenteringen. Rekommenderad sedimentationstid är:

| Kammarvolym, ml | Timmar |
|-----------------|--------|
| 2               | 2      |
| 5               | 5      |
| 10              | 8      |
| 25              | 24     |
| 50              | 24     |
| 100             | 48     |

4. Skjut av kammarens överdel med en tunn glasplatta.
5. För att kunna studera de sedimenterade organismerna på kammarbotten används ett omvänt mikroskop. Ett rutnät och en mätskala bör vara inlagda i okularen för att möjliggöra räkning och mätning. Följande objektiv är lämpliga att använda: 10, 40 samt 100 gångers förstoring. Tillsammans med mikroskopets övriga linser ger detta ett förstoringsintervall på 100 till 1500 gångers förstoring. Den analyserande personens vana och skicklighet ger utrymme för val av mindre förstoringar när en större yta ska genomräknas i ett prov med stora arter.
6. Börja räkningen genom att titta igenom provet i olika förstoringar. Bedöm vilken sedimentationsvolym som ska användas för att uppnå ca 100 individer av vanligast förekommande taxon på två diametrar med 40 $\times$ -objektivet eller, om provet domineras av stora former (>20  $\mu$ m) på hela bottenytan i 10 $\times$ -objektiv. Sätt i fortsättningen alltid denna kammarvolym, samt de närmaste över respektive under, för prover från samma sjö. Räknetalet 100 individer gäller alltid enheter av organismen, dvs. 100 trådar, 100 kolonier. För trådar utan tydligt differentierade celler gäller att trådarnas längd ska mätas och antalet trådar räknas. En tråd oavsett längd räknas som en individ.
- 7.
- Räkningen av olika taxa påbörjas således vanligen genom granskning av 2 diametrar (lagda som ett kors över bottenytan) med 40 $\times$ -objektiv varvid alla individer av samtliga taxa räknas utom de som lätt kan identifieras i en lägre förstoring (10 ggr objektivförstoring).
  - Taxa som är vanliga, men får för låga räknetal med 40 $\times$ -objektiv, och är för talrika för att räknas över hela bottenytan, ska räknas på två diametrar med 10 $\times$ -objektivet. Typexempel är stora Cryptomonas och små dinoflagellater.
  - Räkna resterande taxa på hela kammarbotten med 10 $\times$ -objektiv.
8. Räkna alla individer som ligger inom synfältet (rutnätet) samt de alger som ligger på två av synfältets kanter (jfr Figur 2). Figur 2: Synfält med + markerade organismer som ska räknas och – markerade som inte ska räknas.



9. Vid massförekomst av t.ex. kolonibildande blågrönalger kan det vara nödvändigt att, efter att ha räknat hela provet enligt ovan, sonikera provet genom ultraljudsbehandling för att rätt kunna bedöma volymen av de massutvecklande arterna. För det ändamålet används sond där provet behandlas med en frekvens av 20–40 kHz i 15–60 sekunder. I regel slås de flesta kolonier sönder men det finns vissa arter som är mycket motståndskraftiga och endast delvis sönderdelas. Efter sonikering är det sedan lättare att räkna antalet celler eller delkolonier, men då är det svårt att hänföra likstora celler till art utan istället får relevanta artgrupperingar göras.
10. Mät 10 celler av dominerande taxa d.v.s. de som erhållit ett räknetal >75. Mät fem celler av taxa som är mindre vanliga (räknetal 25 – 75) samt en typisk cell av sällsynta taxa (räknetal <25). Mycket små individer mäts lämpligen i 1000–1500 ggr förstoring.
11. Vid beräkning av växtplanktonvolymerna används stereometriska formler som är anpassade till enskilda arter. Exempel på en formelsamling finns bl.a. i Olrik m.fl. (1998).

## Bilaga 2. Bestämningslitteratur

Endast ett begränsat urval. Utöver detta används mängder av artiklar från tidskrifter.

1. Bourrelly, P. 1966. Les algues d'eau douce. Tome I. Les algues vertes. – Editions N. Boubée & Cie, Paris. 511 s.
2. Bourrelly, P. 1968. Les algues d'eau douce. Tome II. Les algues jaunes et brunes. – Editions N. Boubée & Cie, Paris. 438 s.
3. Bourrelly, P. 1970. Les algues d'eau douce. Tome III. Les algues bleues et rouges. – Editions N. Boubée & Cie, Paris. 512 s.
4. Bourrelly, P. 1988. Compléments les algues d'eau douce. Tome I. Les algues vertes. – Société nouvelle des éditions Boubée, Paris. 182 s.
5. Cleve-Euler, A. 1968. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. – Bibliotheca Phycologica, Band 5. – Verlag von J. Cramer, New York. 961 s.
6. Croasdale, H. & Flint, E.A. 1986. Flora of New Zealand. Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids, Volume I – V.R.Ward, Government Printer, Wellington, New Zealand. 160 s.
7. Croasdale, H. & Flint, E.A. 1988. Flora of New Zealand. Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids, Volume II – V.R.Ward, Government Printer, Wellington, New Zealand. 180 s.
8. Croasdale, H., Flint, E.A. & Racine M.M. 1994. Flora of New Zealand. Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids, Volume III – V.R.Ward, Government Printer, Wellington, New Zealand. 302 s.
9. Ettl, H., Gerlof, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. ed. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 1/1, 2/1, 2/2, 2/3, 2/4, 3, 4, 6, 9, 10, 14, 16, 19/1, 19/2, 20 – VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
10. Hinda, F. 2001. Fotografický Atlas – VEDA, Bratislava. 127 s.
11. Huber-Pestalozzi, G. ed. Die Binnengewässer, Band XVI. Das Phytoplankton des Süßwassers Teil 1 – 8. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
12. John, M, Whitton, B.A & Brook, A.J. ed. 2003. The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae. – Cambridge, University Press. 702 s
13. Joosten, A.M.T. 2006. Flora of the blue-green algae of the Netherlands. – KNNV Publishing, Utrecht, The Netherlands. 239 s
14. Komárek, J. & Zapomelova, E. 2007. Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 1. part: coiled types. in Fottea, Journal of the Czech Phycological Society, 7(1): 1–31, 2007. ISSN 1802-5439

15. Kristiansen, J & Preisig, H.R.2001. Bibliotheca Phycologica Band 110. Encyclopedia of Chrysophyte Genera. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandling, Berlin Stuttgart. 260 s.
16. Kristiansen, J. 2002 The genus Mallomonas (Synurophyceae) – A taxonomic survey based on the ultrastructure of silica scales and bristles. – Opera Botanica Number 139, Copenhagen 218 s
17. Lenzenweger, R. 1996. Bibliotheca Phycologica Band 101.Desmidiaceenflora von Österreich Teil 1. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandling, Berlin Stuttgart. 162 s
18. Lenzenweger, R. 1997. Bibliotheca Phycologica Band 102.Desmidiaceenflora von Österreich Teil 2. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandling, Berlin Stuttgart. 216 s.
19. Lenzenweger, R. 1999. Bibliotheca Phycologica Band 104.Desmidiaceenflora von Österreich Teil 3. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandling, Berlin Stuttgart. 218 s.
20. Lenzenweger, R. 2003. Bibliotheca Phycologica Band 111.Desmidiaceenflora von Österreich Teil 4. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandling, Berlin Stuttgart. 87 s.
21. Round, F.E, Crawford, R.M. & Mann, D.G.1990. The Diatoms, biology & morphology of the genera – Cambridge, University Press. 747 s.
22. Skuja, H., 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. – Symb. Bot. Upsal. IX : 3. 399 s.
23. Skuja, H.1956. Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. – Nova Acta Reg. Soc. Sci Upsal. Ser.IV, Vol.16, No 3. 404 s.
24. Skuja, H.1964. Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. – Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. Ser.IV, Vol.18, No 3. 465 s.
25. Tikkanen, T. & Willén, T., 1992. Växtp planktonflora. – Naturvårdverket.
26. Wehr, J.D.& Sheath, R.G. ed. 2003. Freshwater algae of North America. Ecology and classification. Academic Press, Elsevier Science. 918 s
27. Wolowski, K. & Hindak, F. 2005. Atlas of Euglenophytes. VEDA, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences. 136 s