

Undersökningstyp: Växtplankton i sjöar

Version 1.5: 2021-06-24

Programområde: Sötvatten

Handledning för miljöövervakning

Författare: Se avsnittet "Författare och övriga kontaktpersoner"

Innehåll

Bakgrund och syfte med undersökningstypen.....	2
Strategi	2
Statistiska aspekter	3
Plats/stationsval	4
Samordning	5
Mätprogram.....	6
Observations/provtagningsmetodik	6
Urustningslista	7
Frekvens och tidpunkter	8
Tillvaratagande av prov, analysmetodik	8
Bakgrundsinformation för provtagning	9
Kvalitetssäkring.....	9
Databehandling, datavärd.....	10
Rapportering, utvärdering	10
Kostnadsuppskattning.....	11
Författare och övriga kontaktpersoner.....	11
Uppdateringar, versionshantering.....	13
Referenser.....	14

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 fem syften:

1. I vattenförvaltningen ingår växtplankton som en av flera kvalitetsfaktorer för att bedöma ekologisk status och då behövs information om växtplanktons totalbiomassa, biomassa av taxa med indikatorvärde för att bedöma näringspåverkan samt antal taxa för att bedöma surhet (HVM 2018b, HVMFS 2019:25) vilket denna undersökningstyp är anpassad till.
2. Artanalys eller taxonomisk inventering för att belägga artrikedom och indikatorarter som kan betraktas som besvärsbildande 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.
3. Analys av mängd och biovolym per liter av förekommande arter för att få kvantitativa mått vid jämförelser i tid och rum inom och mellan sjöar.
4. Analys av biovolym av olika alggrupper. Särskilt intresse knyts till släkten med indikatorvärden. Hit hör vissa besvärsbildande 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.
5. 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 vegetations- perioden till empiriskt satta gränser för besvärande och mycket besvärande mängder av alger.

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 eventuellt kompletterad med håvprov (s.k. kvalitativt prov) som stödparameter. Växtplanktonsamhällets sammansättning och biovolym varierar starkt under året och styrs primärt av vattenomrörning och skiktningsförhållanden. 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 algbloomningarna sommartid hinner bli störande. Provtagningar över hela vegetationsperioden ger därför betydligt säkrare underlag för att tidiga förändringar eller störningar ska upptäckas än bara ett sommarprov 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 vanligen 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, mängdmässig jämförelse mellan sjöar eller vid tidsserieanalys ska kvantitativ provtagning utföras. Kvantitativ provtagning sker t.ex. med Ramberghämtare, Ruttnerhämtare eller annan rörhämtare som kan ta upp en given volym vatten från valda djupintervall 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 2 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 slås samman till 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 vid en enda 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.

Biovolymen under ett år kan variera mellan 0,1 och 10 mm³ i en näringsrik sjö, och mellan 0,001 och 1 mm³ i en näringsfattig sjö. Från ett utgångsläge med veckoprovtagningar som täcker in i stort sett 100 % av årsvariationen i biovolym ger månadsvisa provtagningar (från april/maj till

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. För bedömning av ekologisk status med hjälp av växtplankton krävs provtagning under perioden juli till augusti. Minst ett tillfälle per år och minst tre år under en bedömningscykel på sex år.

Plats/stationsval

Målsättningen vid provtagning är oftast att ett sjöprov ska vara karakteristiskt för epilimnion. Provtas centralt i sjön gärna nära sjöns djuphåla och platsen säras med GPS eller bäringar till två fasta punkter på land.

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.

Sjöar > 1 km², 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.

I mindre sjöar (<1 km²) placeras 5 provtagningsplatser ut 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 till ett sjökaraktäristiskt delprov. Anledningen till att prov från flera lokaler blandas är att växtplankton oftast inte är jämnt fördelade över hela sjöytan i mindre sjöar. Det är också viktigt att provplatserna inte ligger i anslutning till litoralzonen som vanligen har en helt annan organismsammansättning än den öppna sjön.

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 i den sjön 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.

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 viktningförfarande ska tillämpas så att inte vattenandelen från djupare skikt präglar för stor del av blandprovet.

Samordning

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

För bedömning av ekologisk status med hjälp av växtplankton behöver även information om sjöns typindelning finnas. Sjöar som är vattenförekomster är oftast redan typindelade av länsstyrelserna. Typen baseras på region, medeldjup, vattenfärg och alkalinitet. För sjöar som inte är vattenförekomster kan ekologisk statusbedömning göras om dessa parametrar tas fram genom att följa vägledningen Typologi av sjöar och vattendrag (HVM 2018a).

Mätprogram

Variabler

Tabell 1. Översiktstabell för variabler

Område	Företeelse	Mätvariabel) (Determinand)	Enhet / klassade värden	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagnings- metodik	Referens till analysmetod
Sjö	Kvantitativt prov					
	Prov (Identifikation)	Provtagningsdjup (min- max)	m			
	Växtplankton (Lista över arter och andra taxanivåer) ¹	Antal per volymenhet	/l	1–7 ggr under april till oktober. För status- bedömning juli-aug.	SIS 2006, 2015b	SIS 2006, SIS 2015a, samt bilaga 1
		Biovolym per volymenhet	mm ³ /l	1–7 ggr under april till oktober. För status- bedömning juli-aug.	SIS 2006, 2015b	SIS 2006, 2015a samt Bilaga 1
	Uppgifter om lokalen kan kompletteras med					
Vatten	Temperatur på olika djup Ev. djuplodning av sjön om medeldjup saknas	°C m				

¹ Kvalitativa prov kan användas som stöd vid upprättandet av listan.

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 % 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 i tabell 2).

Om håvprov tas behöver det 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 planktongrumlat prov erhållits. Håvprovet konserveras med jodjodkalium eller lämnas okonserverat om analys ska göras omgående. I viss

mån kan konserveringsmedlets mängd avpassas till grumligheten i provet så att mer jodjodkalium tillsätts ett organismrikt prov än ett organismfattigt.

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

Utrustningslista

Rörprov (Kvantitativt prov):

- Vattenhämtare typ Ramberg eller annan rörhämtare med djupgraderad lina och lod
- Jodjodkaliumlösning för konservering. Cirka 0,5 ml per 100 ml prov. Provet ska ha en brun-gul färg, ungefär som te. Jodlösning äldre än ett år får ej användas.
- Provflaska av glas (annars förflyktigas joden och plastflaskor färgas bruna medan provet avfärgas). Provflaskan bör vara av klart glas så att eventuell blekning av provet lätt kan detekteras och åtgärdas med mer konserveringsvätska.
- Hink för blandprov
- Tratt
- Termistor eller annan möjlighet att mäta vattenpelarens temperaturskiktning.
- Etiketter för provflaskor med information om provtagningsstation, ev koordinat, provtagningsdjup – intervallet, datum, samt typ av prov för att undvika förväxling med t.ex. djurplanktonprov eller håvprov. Informationen behöver vara tydligt kopplad till fältprotokollet.

Recept på jodjodkaliumlösning (hållbarhet max. 1 år):

Kemikalier:

- 200 ml destillerat vatten
- 20 g kaliumjodid
- 10 g jod (dubbelt sublimerad)
- 20 ml isättika (koncentrerad ättiksyra)

Förfarande:

1. Lös kaliumjodiden i vattnet
2. Tillsätt joden, se till att allt är fullständigt löst
3. Tillsätt isättika till blandningen

OBS! att ej samma recept gäller för konservering av djurplankton

Håvprov (Kvalitativt prov):

- Planktonhåv (20–25 µm maskvidd)

- Jodjodkaliumlösning för konservering. Cirka 1 ml per 100 ml prov. Jodlösning äldre än ett år får ej användas.
- Provflaska av glas 25–100 ml.

Frekvens och tidpunkter

Provtagningsfrekvensen under ett år 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 säsongsdynamik 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 kvantitativ och kvalitativ provtagning av växtplankton finns beskrivna Svensk Standard (SIS 2006 och SIS 2015b).

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Jodkonserverade prov förvaras mörkt och svalt. Prover som förvaras kallt vid 1-5 °C håller längre än prover som förvaras varmare. Om prover 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. Analysdatum noteras så att förvaringstid kan beräknas.

Växtplanktons artsammansättning och biovolym bestäms genom analys med hjälp av omvänt mikroskop. Den kvantitativa metod som beskrivs här i bilaga 1 baseras på en räknemetod beskriven av Utermöhl (1958). Ett kompletterande håvprov, alternativt levandeprov, taget i samma vattenmassa som det kvantitativa provet, kan används för artkontroller och för detaljstudier av organismer.

Fältprotokoll

Ett fältprotokoll fylls i för varje provtagningslokal. Den undersökningstyp som finns för lokalbeskrivning passar ej växtplanktonprovtagning. Viktiga uppgifter att notera för växtplanktonprovtagning är:

- Metadata som stations-ID och provplatskoordinater och tydlig koppling till provflaskans märkning
- Vem som gjorde provtagningen, ansvarig provtagningsorganisation
- Datum och tid
- Provtagningsdjup eller djupintervall om blandprov togs, helst kompletterat med en temperaturprofil för att belägga epilimnions utsträckning.
- Hämtartyp, och eventuell håvs maskstorlek (vanligen 20–25 µm)
- Eventuell information om väder som kan påverka resultatet
- Information om eventuell synlig algblomning och beskrivning av denna, t.ex. färg, om det är en ytansamling, samt eventuell lukt.

För information som inte har egna kolumner i leveransmallen till datavärd kan provkommentar och provplatskommentar användas.

Bakgrundsinformation för provtagning

Kartor, djupkarta för beräkning av provtagningsstrategi och ev. provblandning. Provtagningsstationen behöver i förekommande fall kunna kopplas till övervakningsstationens EU-id enligt VISS och nationellt stationsregister. Detta bör göras på planeringsstadiet för att kunna fortsätta provtagning vid befintliga stationer i det fall provtagningsprogram byter provtagningspersonal.

Kvalitetssäkring

Provtagning ska utföras enligt standardiserade metoder beskrivna i denna undersökningstyp 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 att 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 bör rapporteras vid sammanställningar men behöver inte rapporteras vid leverans till datavärd.

För att möjliggöra spårbarhet behövs information om undersökning och program samt uppdragsgivare. Det är önskvärt att provtagare och den som gjort den taxonomiska analysen anges. Utförande organisation behöver alltid anges.

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. Det finns mallar för leverans och det bör redan i planeringsstadiet kontrolleras att det finns en plan för att samla in all information som behövs för att fylla i mallen vid leveransen då viss information behöver tas fram i planeringsstadiet, annan noteras i fält och i samband med mikroskopering. Dataleveransmall för växtplankton finns under adressen: <https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/datavardskap/dataleveranser/>.

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 miljöövervakningens datavärddar finns på Naturvårdsverkets webbplats <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Miljodata/>. I andra hand kan lagring ske på annat lämpligt sätt.

Rapportering, utvärdering

I Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster (HVMFS 2019:25) och tillhörande vägledning Växtplankton för sjöar (HVM 2018b) anges att tre år krävs för bedömning av ekologisk status under en bedömningscykel på sex år vilket bör tas i beaktande vid design av provtagningsprogram för vattenförvaltningen. I bedömningsgrunderna för växtplankton kan man även inkludera parametern klorofyll (HVMFS 2019:25). Klorofyll tas i samband med vattenkemisk provtagning och analyseras på ett laboratorium med tillgång till extraktionsmedel och absorbansmätare och beskrivs i undersökningstypen för Vattenkemi i sjöar (HaV 2016). Standarder kopplade till klorofyll är SIS (2007) för provtagning och SIS (1980) för själva analysen på laboratoriet.

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 (mm³/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 individtäthet 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.

När det gäller trendanalyser 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 och ut på sjön, väderleken och hur stor sjö som provtas. För analys behövs tillgång till omvänt faskontrastmikroskop med lämplig optik. Dessutom behövs räknekammare av olika volym (t.ex. 2, 5, 10, 25 och ibland 50 ml), relevant bestämmingslitteratur (Bilaga 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

Kontakt Havs-och vattenmyndigheten:

[E-post: miljoovervakning@havochvatten.se](mailto:miljoovervakning@havochvatten.se)

Författare och experter

Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vatten och miljö

Stina Drakare
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel: 018 — 67 31 02
E-post: stina.drakare@slu.se

Övriga experter som medverkat vid utarbetandet av laboratoriemetodiken

Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för vatten och miljö

Eva Herlitz
Box 7050
750 07 Uppsala

Tel: 018 – 67 31 22

E-post: eva.herlitz@slu.se

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
1:4	2016-11-01	Korrigerig av logotyp och kontaktperson från NV till HaV.	Elisabeth Sahlsten
1:5	2021-06-24	Uppdaterat text, bl.a. är kravet på håvprover borttaget. Förnyat referenser till nya SIS-standarder i tabell 1 för metodik samt till nu gällande föreskrifter och vägledningar. Lagt till nyutkomna böcker i bilaga 2 med taxonomisk litteratur. Förbättringsförslag från en undersökningstypsvärdering är till stor del implementerade. Även rättade webb- och e-postadresser.	Stina Drakare

Referenser

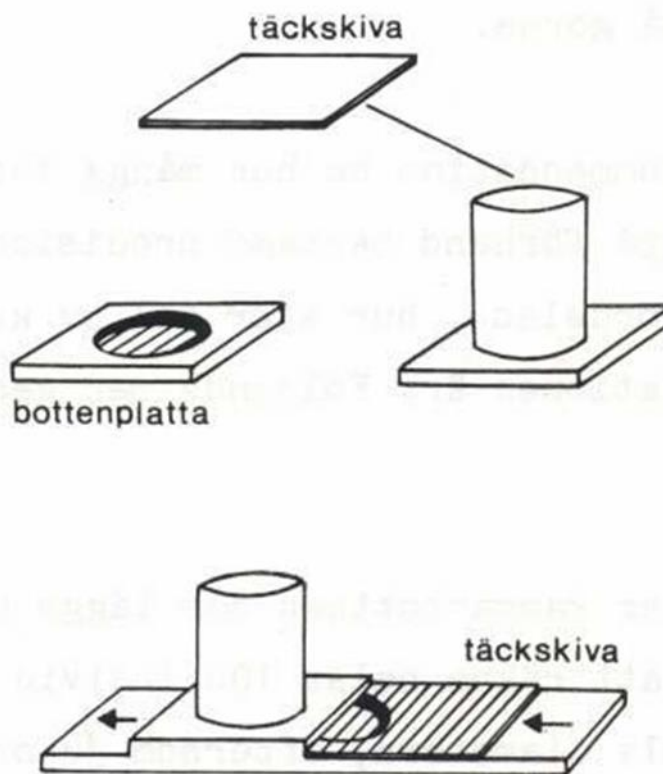
1. HVM 2018a. Typologi för sjöar och vattendrag. Vägledning för tillämpning av 6§ i HVMFS 2017:20. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:33.
2. HVM 2018b. Växtplankton i sjöar – vägledning för statusklassificering. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:39, 26 s.
3. HVMFS 2019:25. 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten; Bilaga 1. Bedömningsgrunder för biologiska kvalitetsfaktorer i sjöar och vattendrag.
4. SIS (Svenska Institutet för Standarder). 1980. Vattenundersökningar - Bestämning av klorofyll i vatten - Extraktion med aceton - Spektrofotometrisk metod. SS 28146. 7 s.
5. SIS. 2006. Water quality – Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique). Svensk Standard SS-EN 15204:2006
6. SIS. 2007. Vattenundersökningar - Provtagning - Del 1: Vägledning om provtagningsteknik och utformning av provtagningsprogram (ISO 5667-1:2006). Korrigerar SS-EN ISO 5667-1:2007/AC:2007, 36 s.
7. SIS. 2015a. Vattenundersökningar - Vägledning för beräkning av mikroalgers biovolym. Svensk standard SS-EN 16695:2015. 112 s.
8. SIS. 2015b. Vattenundersökningar - Vägledning för kvantitativ och kvalitativ provtagning av fytoplankton från sjöar och vattendrag, SS-EN 16698:2015. 44s.
9. Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. – Mitteilungen der internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie 9.

Bilaga 1 Kvantitativ analysmetod för växtplankton

1) Kylde prover bör acklimatiseras till den temperatur de ska sedimenteras i för att minska risk för ojämn sedimentering. 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 t.ex.: 2; 5; 10; 25; eller 50 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. Se till att sedimentering kan ske på plant underlag, kontrollera platsen med vattenpass. Ställ inte räknekammarens metalldelar på metallunderlag (t.ex. diskbänk) då det kan skapa temperaturskillnad inom kammaren och bidra till ojämn sedimentering. Vid mycket täta prov kan det vara nödvändigt att späda proven.

Figur 1. Sedimentationskammare för räkning av plankton.



3) Låt kammaren stå mörkt och fuktigt under sedimenteringen. Rekommenderad sedimentationstid är minst 4 timmar per cm kammarhöjd.

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. Objektiv med 10 och 40 gångers förstoring lämpliga att använda. Tillsammans med mikroskopets övriga linser ger detta ett är förstoringintervall på cirka 100 till 600 gångers förstoring. Den analyserande personens vana och skicklighet ger utrymme för val av mindre förstoring när en större yta ska genomräknas i ett prov med stora arter. Objektiv med 100 gångers förstoring kan behövas för identifiering av svårbestämda taxa, men används inte för räkning då immersionsolja som krävs för detta objektiv stör när man byter mellan objektiv.

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 40x-objektivet eller, om provet domineras av stora former (>20 µm) på hela bottenytan i 10x-objektiv. 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) Räkningförfarande:

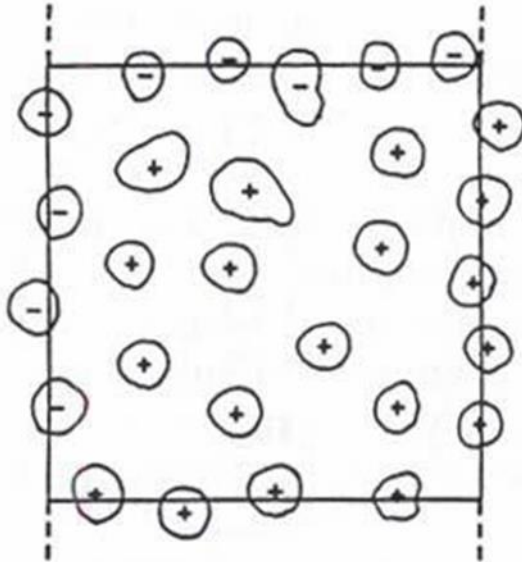
a) Räkningen av olika taxa påbörjas genom granskning av 2 diametrar (lagda som ett kors över bottenytan) med 40x-objektiv varvid alla individer av samtliga taxa räknas utom de som lätt kan identifieras i en lägre förstoring (10 ggr objektivförstoring).

b) Taxa som är vanliga, men får för låga räknetal med 40x-objektiv, och är för talrika för att räknas över hela bottenytan, ska räknas på två diametrar med 10x-objektivet. Typexempel är stora *Cryptomonas* och små dinoflagellater.

c) Räkna resterande taxa på hela kammarbotten med 10x-objektiv.

8) När diametrarna räknas flyttas synfältet (rutnätet) en ruta i taget och cellerna inom denna räknas. För att inte riskera att räkna celler som ligger på gränsen av synfältet flera gånger räknas sådana alger bara utmed två av synfältets kanter (jfr Figur 2).

Figur 2. Synfält med markerade organismer som ska räknas (+) och de som inte ska räknas (-).



9) Vid massförekomst av t.ex. kolonibildande blågrönalger kan det vara ett alternativ 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 400 ggr förstoring.

11) Vid beräkning av växtplanktonvolymerna används stereometriska formler som är anpassade till enskilda arter. Följ SIS (2015) volymstandard för detta: Vattenundersökningar - Vägledning för beräkning av mikroalgers biovolym.

Bilaga 2 Bestämningsslitteratur

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. Coesel, P.F.M & Meesters, K.J. 2013. European flora of the desmid genera *Staurastrum* and *Staurodesmus*. KNNV Publishing, Zeist. 357 s.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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, 19/3, 20 – VEB Gustav FischerVerlag, Jena.
11. Hindák, F. 2001. Fotografický Atlas – VEDA, Bratislava.127 s.
12. Huber-Pestalozzi, G. ed. Die Binnengewässer, Band XVI. Das Phytoplankton des Süßwassers Teil 1 – 8. – E. Schweizer-bart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
13. John, M, Whitton, B.A & Brook, A.J. ed. 2011. The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae. – Cambridge, University Press. 878 s
14. Joosten, A.M.T. 2006. Flora of the blue-green algae of the Netherlands. – KNNV Publishing, Utrecht, The Netherlands. 239 s

15. 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
16. Kristiansen, J & Preisig, H.R. 2001. Bibliotheca Phycologica Band 110. Encyclopedia of Chrysophyte Genera. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin Stuttgart. 260 s.
17. 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.
18. Lenzenweger, R. 1996. Bibliotheca Phycologica Band 101. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 1. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin Stuttgart. 162 s.
19. Lenzenweger, R. 1997. Bibliotheca Phycologica Band 102. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 2. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin Stuttgart. 216 s.
20. Lenzenweger, R. 1999. Bibliotheca Phycologica Band 104. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 3. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin Stuttgart. 218 s.
21. Lenzenweger, R. 2003. Bibliotheca Phycologica Band 111. Desmidiaceenflora von Österreich Teil 4. – J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin Stuttgart. 87 s.
22. Round, F.E, Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. The Diatoms, biology & morphology of the genera – Cambridge, University Press. 747 s.
23. Skuja, H., 1948. Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden.– Symb. Bot. Upsal. IX: 3. 399 s.
24. 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.
25. 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.
26. Tikkanen, T. & Willén, T., 1992. Växtplanktonflora. – Naturvårdverket.
27. Wehr, J.D. & Sheath, R.G. ed. 2003. Freshwater algae of North America. Ecology and classification. Academic Press, Elsevier Science. 918 s.
28. Wolowski, K. & Hindak, F. 2005. Atlas of Euglenophytes. VEDA, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences. 136 s.