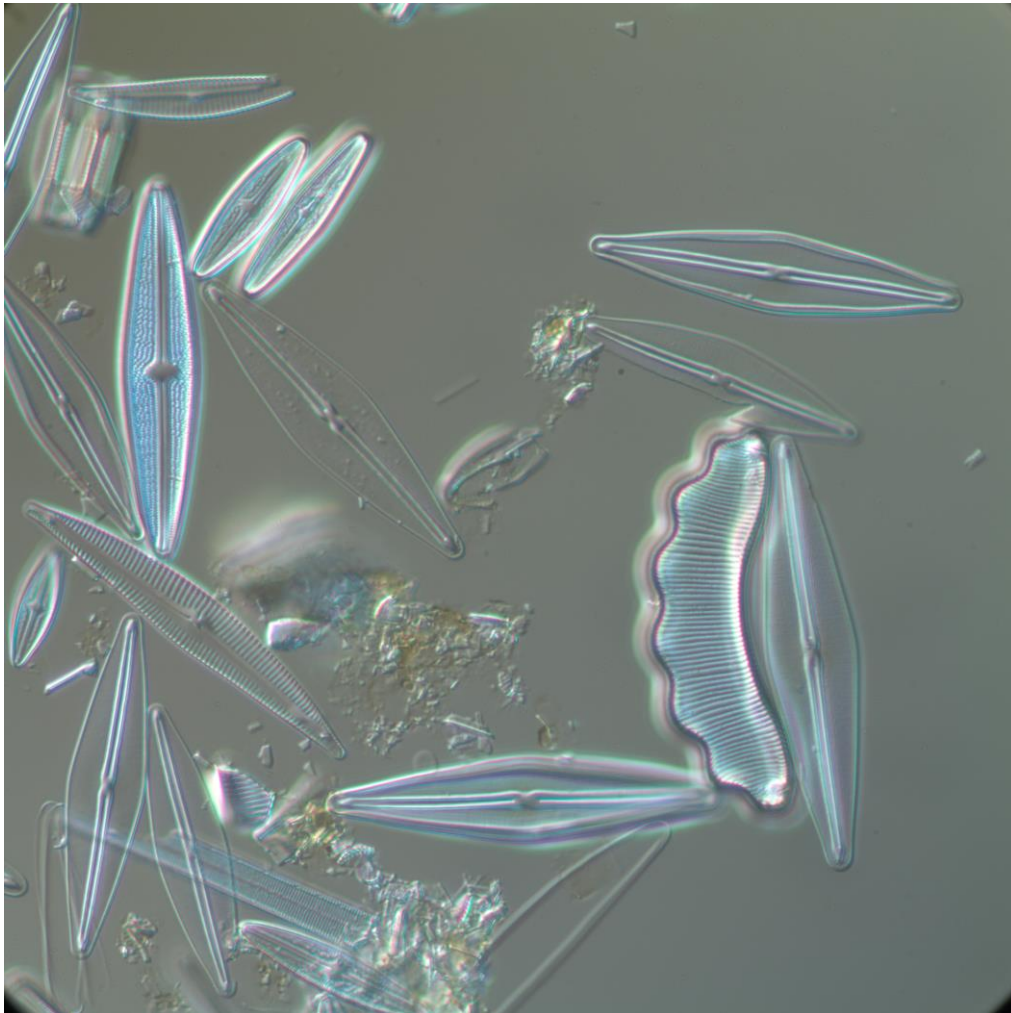


# Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys, version 4:2



Övervakningsmanual för akvatisk miljöövervakning,  
programområde sötvatten

**Havs  
och Vatten  
myndigheten**

Den här övervakningsmanualen har tagits fram av Havs- och vattenmyndigheten.  
Myndigheten ansvarar för övervakningsmanualens innehåll och slutsatser.

© HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN | Datum för fastställande: 2022-11-02

Dnr. 3317-22 Omslagsfoto: Eva Herlitz, SLU

Havs- och vattenmyndigheten | Box 11 930 | 404 39 Göteborg | [www.havochvatten.se](http://www.havochvatten.se)

# Innehåll

1	Bakgrund.....	4
2	Syfte .....	4
3	Strategi .....	4
3.1	Kompletterande undersökningar .....	5
3.2	Provplatser/övervakningsstationer .....	6
3.3	Frekvens och tidpunkter .....	6
3.4	Statistiska aspekter.....	7
4	Undersökningen .....	7
4.1	Variabler.....	7
4.2	Observations- och provtagningsmetoder .....	7
4.3	Utrustningslista .....	9
4.4	Tillvaratagande av prov och analysmetod.....	9
4.5	Fältprotokoll .....	9
5	Kvalitetssäkring .....	10
5.1	Rapportering .....	10
6	Hantering och leverans av data .....	11
7	Synergieffekter .....	12
8	Tids- och kostnadsuppskattning .....	12
9	Övrigt.....	12
10	Författare och kontaktpersoner.....	14
11	Referenser.....	14
	Bilaga 1 Utrustningslista.....	17
	Bilaga 2 Framställning av kiselalgspreparat .....	19
	Bilaga 3 Bestämningslitteratur för kiselalger, Bacillariophyceae .....	20

## 1 Bakgrund

Analys av påväxtsamhället i sjöar och vattendrag syftar till att beskriva tillstånd och förändringar med avseende på artsammansättning, artantal och relativ förekomst av arter, särskilt indikatorarter.

Övervakningsmanualen omfattar kiselalgsanalys samt uträkning av index och lämpar sig väl för att följa upp de nationella miljömålen "Levande sjöar och vattendrag", "Bara naturlig försurning", "Ingen övergödning", "Ett rikt växt- och djurliv" samt för att övervaka skyddad natur.

## 2 Syfte

Denna undersökningstyp kan användas för att:

- bedöma allmän vattenkvalitet och olika typer av påverkan, t.ex. eutrofiering, organisk förorening och surhet
- kartlägga vattenkvaliteten i enskilda sjöar och vattendrag och i ett större område, t.ex. kommun eller län
- fastställa vilka lokaler som lämpar sig för mer detaljerade och långsiktiga undersökningar eller andra åtgärder
- lokalisera punktutsläpp
- ge underlag för jämförelser mellan lokaler i tid och rum

## 3 Strategi

Rapporten behandlar kiselalger, vilka ingår i algfraktionen av påväxtsamhället. Påväxtalger spelar en viktig roll som primärproducenter och kiselalger är ofta den dominerade gruppen inom påväxtalgen.

Påväxtsamhället definieras som: *alla organismer inom grupperna alger, bakterier, svampar och mikroskopiska djur, som sitter fast på eller lever i direkt anslutning till olika typer av substrat (stenar, makrofyter etc.) i vattnet (jfr Wetzel 1983).*

- Påväxtsamhället har många egenskaper som gör det lämpligt att använda i vattenkvalitets- undersökningar (Stevenson et al. 1996):
- Påväxtorganismerna är huvudsakligen primärproducenter och upptar en nyckelposition i det akvatiska ekosystemet mellan kemisk-fysikaliska respektive biologiska komponenter i näringsväven. De är en viktig länk i ekosystemet, med direkt inverkan på övriga organismer i näringskedjan.
- Organismerna är fastsittande och kan inte fly undan ogynnsamma förändringar i miljön. De måste antingen anpassa sig till de nya förhållandena eller försvinna.
- Påväxtalgssamhället är vanligtvis artrikt i förhållande till andra organismsamhällen. Några få kvadratcentimeter substrat kan innehålla över 100 arter. Varje art har sitt toleransoptimum

och preferensspektrum och tillsammans ger de därför mycket information om den miljö de lever i.

- Representativa påväxtalprov kan insamlas från små ytor och insamlingen stör därigenom inte ekosystemet.
- Proven är enkla att handskas med och kräver liten plats för förvaring, vilket förenklar arkivering. Kiselalger kan förvaras som permanenta preparat, vilka direkt kan analyseras.

I sjöar och vattendrag kan miljöfaktorer uppvisa stora fluktuationer, vilket inverkar på bl.a. de kemiska förhållandena. Låg respektive hög vattenföring, stora skillnader i vattenstånd, samt omväxlande lugna och vindpåverkade förhållanden kan ge en koncentrerings- eller utspädningseffekt och tillfälliga utsläpp från t.ex. industrier, reningsverk eller jordbruk kan förekomma. Dyliga växlingar i miljöförhållandena kan göra det svårt att få en korrekt bild av tillståndet i sjöar och vattendrag med enbart fysikaliska och kemiska undersökningar, eftersom dessa endast ger en ögonblicksbild av tillståndet vid tidpunkten för provtagningen. En analys av påväxt/kiselalgssamhället återspeglar däremot förhållandena i vattnet under en längre period (Iserentant & Blancke 1996; Rimet et al. 2005), upp till ett år (Kahlert & Andrén 2005), före provtagningen. Samtidigt reagerar organismerna så pass snabbt på förändringar att t.ex. punktutsläpp kan spåras redan efter någon dag (Lowe & Pan 1996; Eloranta 1999; Hirst et al. 2004). Basnivån i denna undersökningstyp omfattar analys av kiselalger och uträkning av index. Kiselalger används allmänt för att bedöma vattenkvalitet i Europa, liksom i många andra länder såsom USA, Australien, Japan och Brasilien. I Hering et al. (2006) rekommenderas kiselalger som bioindikator i de flesta typer av europeiska vattendrag. Under senare år har kiselalgsmetoden börjat användas med framgång även i sjöar (Bennion et al. 2014, Kelly et al. 2014, Kahlert & Gottschalk 2014).

Metoden baseras på det faktum att alla kiselalger har optima med avseende på tolerans eller preferens för olika miljöförhållanden (närlingsrikedom, organisk förorening, surhet m.m.). Vid regelbundna europeiska möten ("Use of Algae for Monitoring Rivers") diskuteras och harmoniseras provtagnings-, analys- och utvärderingsmetoder (jfr Kelly et al. 1998; SIS 2014a; SIS 2014b).

Kiselalger finns i nästan alla sjöar och vattendrag och deras taxonomi och autekologi är väl dokumenterad. Användningen i övervakningssituationer kan ses inte bara som ett komplement eller alternativ till andra metoder, utan ibland som den enda genomförbara biologiska undersökningen, när andra lämpliga organismer saknas (Dell'Uomo 1996). Prygiel och Coste (1996) fann att föroreningsindex baserade på kiselalgssammansättningen var bättre lämpade att spegla påverkan av näringsämnen än andra biologiska index, vilket också har visats för svenska vatten (Kahlert 2011).

### 3.1 Kompletterande undersökningar

Undersökningar av fysikaliska och kemiska variabler kan stödja vattenkvalitetsbedömningen gjord utifrån kiselalgerna. En kompletterande översiktlig analys av samtliga organismgrupper i påväxtsamhället (Jarlman et al. 1996) kan underlätta att skilja ut vissa biologiska effekter, eftersom indikatorarter/grupper även finns i andra delar av påväxtsamhället:

- Höga halter av näringsämnen gynnar generellt sett förekomsten av blågrönalger, ögonalger och kockala grönalger.
- Organisk förorening medför bl.a. att mängderna bakterier (utom järnbakterier), färglösa flagellater och ciliater ökar.

- Vid höga humushalter reduceras dels antalet arter och dels mängderna i påväxtsamhället, samtidigt som bakterietillväxten gynnas. Vissa arter/släkter/grupper inom bl.a. ögonalger och konjugater är toleranta mot humus.
- Surhet kan spåras i minskat artantal samt en förskjutning i artsammansättning och mängder mot färre förurningskänsliga och fler förurningstoleranta arter.
- Om ett vatten är påverkat av miljögifter blir påväxtsamhället artfattigt samt dominerat av organismer med mycket stor tolerans för olika miljöförhållanden.
- Förhöjda salthalter konstateras genom en ökad förekomst av arter som tolererar hög konduktivitet samt förekomst av brack-/saltvattensformer av kiselalger.

### 3.2 Provplatser/övervakningsstationer

Antalet provtagningsstationer fastläggs utifrån målsättningen med undersökningen. Minst en opåverkad referensstation bör ingå. Lokalerna väljs om möjligt så att de är lättillgängliga. Provtagningsstationerna i vattendrag bör helst läggas i partier med strömmande vatten. Härigenom får man en kontinuerlig transport av nytt vatten förbi organismerna, vilket förhindrar att en lokal kemisk miljö utvecklas runt påväxtsamhället. Dessutom minimeras sedimentationen av organismer och partiklar, d.v.s. man finner i huvudsak organismer som verkligen växer på platsen. Av samma anledning bör vindutsatta strandpartier väljas i sjöar. Helst ska stenar av lämplig storlek (ca 10-25 cm) finnas på lokalen. I sjöar ska lokaler nära in- eller utflöde undvikas. Lokaler med tydlig mänsklig påverkan såsom badplatser och dyl. ska också undvikas ifall de inte direkt är objektet för undersökningen. Lokalen ska ha fritt vattenutbyte med huvudbassängen av sjön, dvs. instängda vikar skall undvikas. I långsamt flytande vattendrag kan påväxtalger vara den enda praktiskt användbara biologiska indikatorn. För att då undvika sedimentationsproblem kan prov här insamlas från vertikala ytor. Det är också möjligt att samla in prov från växter när lämpliga stenar saknas på lokalen.

### 3.3 Frekvens och tidpunkter

Provtagningsfrekvensen och tidpunkten för provtagning är beroende av syftet med undersökningen. För tidsserieövervakning av vattenkvalitet räcker i allmänhet ett provtagningstillfälle per år, under den period då påväxtsamhället är maximalt utvecklat, d.v.s. på sensommaren/ hösten innan nedbrytningen av vegetationen börjar. Provtagning under eller kort tid efter kraftigt högvatten bör undvikas, eftersom påväxten då kan ha rivits loss. Minst fyra veckor bör ha förflutit efter dylika episoder, för att organismsamhället ska kunna anses ha stabiliserat sig.

Om man vill skapa tidsserier bör prov insamlas varje år vid samma tidsperiod, eftersom mellanårsvariationerna kan vara stora och en glesare provtagning förlänger den tid det tar att upptäcka en faktisk förändring. Vid periodiska utsläpp, t.ex. från jordbruk, läggs provtagningen i anslutning till dessa.

För bedömning av punktutsläpp med s.k. uppströms-nedströmsundersökning kan prov tas i stort sett när som helst under året. Vill man belägga årstidsvariationer i påväxtsamhället tas prov vid flera tillfällen under året; antal och tidpunkt bestäms av målsättningen med undersökningen och av naturgeografiska förhållanden. Om syftet med undersökningen är att jämföra olika punkter, t.ex. inom ett avrinningsområde, bör provtagningarna utföras inom ett så kort tidsintervall som möjligt.

### 3.4 Statistiska aspekter

Långa tidsserier (vanligtvis minst fem år) och/eller täta provtagningar ökar möjligheten att statistiskt belägga små förändringar i vattenkvaliteten. Stora förändringar kan emellertid upptäckas genom två provtagningar. Om provtagningspunkter kan läggas på likartade lokaler både uppströms och nedströms en utsläppskälla ökar möjligheten att belägga även mindre förändringar i miljöförhållandena.

För att välja lämplig statistisk bearbetning rekommenderas den handledning i analys av miljöövervakningsdata, som finns på [www.miljostatistik.se](http://www.miljostatistik.se).

## 4 Undersökningen

### 4.1 Variabler

Artbestämning och räkning av minst 400 kiselalgsskal.

Område	Företeelse*	Determinand (Mätvariabel)	Enhet	Prioritet (1 högst)	Frekvens och tidpunkter	Referens till metod
<b>Sjö eller vattendrag, Provtagningsstation (koordinater)</b>	<i>Kiselalger, lista över arter</i>	<i>Antal skal</i>		1	<i>minst 1 gång/år</i>	<i>denna undersökningstyp</i>
	<i>Påväxtalger</i>	<i>Täckningsgrad (3-gradig skala)<sup>1</sup></i>				
	<i>Substrattyp</i>	<i>Sten, växtart o.s.v.</i>				

**Samt tillämpliga data enligt "Lokalbeskrivningen"**

### 4.2 Observations- och provtagningsmetoder

Prov tas från en ca 10 m lång provtagningssträcka, som är representativ för lokalen när det gäller bottenstrat, vegetation, vattendjup och vattenhastighet. Provtagningssträckan omfattar helst hela vattendragets bredd; annars så långt ut i vattendraget respektive sjön som är möjligt, beroende på djup- och strömförhållanden. Vid återkommande provtagningar i ett vattendrag används fasta provtagningssträckor. Läget anges med x/y-koordinater med hjälp av GPS, samt relateras till fixpunkter på land och dokumenteras med ett fältprotokoll enligt undersökningstyp "Lokalbeskrivning" (detaljerat första gången lokalen besöks) samt med skiss och foto. Alla provtagningsdjup som enkelt kan nås iklädd vadarbyxor är lämpliga, så länge substratet befinner sig i den eufotiska zonen (dvs. där tillräckligt med ytljus når ner för att det skall förekomma fotosyntes). Det grunda området närmast strandkanten undviks dock, eftersom där finns risk att få med substrat som varit utsatt för uttorkning. Områden med låg strömhastighet eller kraftig skuggning bör också undvikas, utom när de är karakteristiska för provtagningslokalen.

Påväxten ska helst tas från stenar utan trådformiga alger/mossa och stenarna ska ha befunnit sig under vatten i minst fyra veckor före provtagningen. För att få ett representativt prov av kiselalgssamhället används minst fem stenar, som är tillräckligt stora för att inte flyttas under normala strömförhållanden. Ca 10-25 cm i diameter brukar vara lämpligt – större kan vara svåra att hantera. På näringsfattiga lokaler samt när endast små stenar förekommer, bör antalet stenar ökas till minst tio. Stenarna skall väljas så att den övre ytan inte är täckt av andra stenar. Stenarna lyfts från botten och sköljs försiktigt så att löst sedimenterat material fås bort. Därefter borstas den övre ytan av stenarna med ny, alternativt mycket väl rengjord, tandborste och materialet sköljs ner i en plastvanna eller liknande. Tag ungefär 200-500 ml åvatten i ett litermått; mängden är beroende av vilken storlek på burk som används. Om åvattnet är klart kan det användas direkt; om det är grumligt bör det filtreras genom ett planktonnät (helst 10 µm). Observera att nätet måste rengöras noggrant mellan provtagningslokalerna. Håll stenen över vannan, borsta den övre ytan och skölj ner materialet i vannan med små mängder av vattnet. Borstningen och sköljningen upprepas åtminstone tre gånger på varje sten. När alla stenarna borstats ska vattnet i vannan vara tydligt grumligt.

Är de flesta av lokalens stenar täckta av trådformiga alger eller mossor så används dessa stenar med algerna/mossorna sittande kvar och borstning sker enligt ovan. Innan påväxtprovet hålls i burken/burkarna avlägsnas eventuella algrådar/mossfragment. Saknas lämpliga stenar på lokalen kan prov tas från vattenväxter. Det är viktigt att inte använda vattenväxter som håller på att brytas ner, och inte heller enbart nya skott, där algsamhället inte har hunnit utvecklas. Delar av levande vattenväxter plockas/klippas av och läggs i en burk med 200-500 ml vatten. Burken skakas kraftigt, varefter växtmaterialet kramas ur och avlägsnas.

Sand, lera eller mjukbottenmaterial samt trä/pinnar bör undvikas som substrat. Substrattyp och antal borstade stenar ska anges på fältprotokollet. Materialet blandas noggrant och hålls i två 100-250 ml burkar. Om levande material ska analyseras, efter överenskommelse med utföraren, fylls även en liten burk på ca 20 ml. Låt de stora burkarna stå svalt och mörkt (i kylväska med frysklampor alternativt i kylskåp) tills materialet sjunkit ordentligt (åtminstone över natten). Dekanteras därefter av ca 2/3 av vätskan och ersätt med 96 % etanol. Vid för tidig dekantering riskerar man att hålla av små kiselalger, vilka tar lång tid på sig att sedimentera. Om man använder en mindre vattenvolym från början kan man fixera provet direkt utan sedimentering, genom att tillsätta minst dubbla mängden 96 % etanol. Den ena burken skickas till den som skall analysera provet och den andra sparas, om något skulle hända med försändelsen. Den lilla burken förvaras mörkt och svalt och skickas ofixerad, senast dagen efter provtagningen, till experten för analys av levande material. Andra möjliga fixeringsmedel, t.ex. Lugols lösning eller formalinlösning, finns angivna i SIS 2014a, men dessa bör inte användas utan att utföraren i förväg godkänt det.

Det är viktigt för en helhetsbedömning att uppskatta det synliga påväxtalgernas täckningsgrad enligt den 3-gradiga skalan på fältprotokollet. Om det finns stora mängder synlig påväxt på provtagningslokalen tas ett prov och läggs i en liten burk, plastpåse e. dyl. med åvatten. Täckningsgraden anges på fältprotokollet. Om bakteriepåväxt finns (gråvita/beigefärgade tofsar), även i mindre mängd, tas ett separat prov av denna och förekomsten noteras i fältprotokollet. Proven förvaras mörkt och svalt och skickas så fort som möjligt till den som skall analysera dem, som alltid måste informeras i förväg att prover med färskt material är på väg.



### 4.3 Utrustningslista

I Bilaga 1 anges lämplig utrustning för insamling av påväxtprov.

### 4.4 Tillvaratagande av prov och analysmetod

Kiselalgsskalen rengörs genom att påväxtmaterialet kokas med väteperoxid och tvättas genom centrifugering med destillerat vatten (se Bilaga 2). Andra metoder anges i SIS 2014a. Därefter inbäddas kiselalgsskalen i Naphrax ([www.brunelmicroscopes.co.uk](http://www.brunelmicroscopes.co.uk)), Hyrax eller liknande, med brytningsindex >1,6.

Artbestämning och räkning av kiselalgsskal ( $\geq 400$  st) görs i ljusmikroskop i minst  $1000\times$  förstoring med oljeimmersionsobjektiv. Mikroskopet ska vara utrustat med åtminstone faskontrast och helst interferenskontrast. För svenska förhållanden rekommenderas:

- räkning av varje skal för sig (d.v.s. en kiselalg = två skal)
- att endast hela skal räknas

I den svenska kiselalgsmetoden behandlas tills vidare huvudarten *Achnantheidium minutissimum* ADMI (tidigare *Achnanthes minutissima*) och dess varieteter (enligt Tafel 32-34 i *Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 2/4*, Krammer & Lange-Bertalot, 1991) tillsammans. Skalbredden mäts för 10-20 individer och ett medelvärde beräknas. Detta medelvärde används för att ange vilken av tre olika grupper, som alla räknade ADMI-skal i provet ska tillhöra: ADM1 (medelbredd < 2,2  $\mu\text{m}$ ), ADM2 (medelbredd 2,2-2,8  $\mu\text{m}$ ) och ADM3 (medelbredd > 2,8  $\mu\text{m}$ ). ADM1 brukar förekomma i oligotrofa vatten på högre höjder, ADM3 finns i eutrofa och förorenade vatten, medan ADM2 förekommer i övriga vatten. Det framräknade medelvärdet för ADMI-bredden ska anges för varje provtagningspunkt, t.ex. på artlistan.

För närmare beskrivning av själva räkningsproceduren hänvisas till SIS 2014b.

En artlista med auktorsnamn (i separat fält eller kolumn) samt antal räknade skal per art upprättas. De mest vanligt förekommande kiselalgsarterna i Sverige hittas i taxalistan [Kiselalger i svenska sötvatten](#) som finns på SLUs webbtjänst Miljödata MVM. Bestämningslitteratur för kiselalger, indelad i nödvändig och rekommenderad litteratur samt speciallitteratur, finns i Bilaga 3. Räknas arter/taxa som inte finns med i den nationella artlistan rapporteras dessa till datavärden (se nedan), tillsammans med mikroskopfoto, för att komma med i den årliga uppdateringen av denna artlista.

Lämplig utrustning för laboratorieanalys finns angiven i Bilaga 1.

Lagring av fixerat påväxtprov sker i minst ett år efter rapportering, antingen hos uppdragsgivaren eller hos den som utfört undersökningen. Kiselalgspreparat arkiveras hos den som utfört undersökningen. Om även de rengjorda kiselalgsskalen (fixerade med t.ex. etanol) sparas, kan vid behov ytterligare preparat framställas.

### 4.5 Fältprotokoll

Ett fältprotokoll enligt undersökningstyp "Lokalbeskrivning" fylls i för varje provtagnings- lokal.

Under "övrigt" anges:

- från vilket/vilka substrat prov av påväxtsamhället tagits (sten, växt eller annat)

- hur många stenar som borstats
- hur mycket av påväxten som är synlig med blotta ögat. Detta bör uttryckas i form av täckningsgrad (3-gradig skala), d.v.s. hur stor andel av bottenytan som är täckt:

1 = < 5%	av observerad bottenyta
2 = 5-50%	av observerad bottenyta
3 = > 50%	av observerad bottenyta

## 5 Kvalitetssäkring

Provtagning ska utföras av person som omfattas av ackreditering för eller har dokumenterad kunskap om provtagningsteknik för påväxt.

Laboratorieanalys och utvärdering av resultat ska utföras vid laboratorium som är ackrediterat för påväxtanalyser och som deltar i förekommande svenska/skandinaviska interkalibreringar (se t.ex. [www.norbaf.net](http://www.norbaf.net)).

Följande taxalistan ska användas vid inrapportering: [Kiselalger i svenska sötvatten](#), som finns på SLUs webbtjänst Miljödata MVM. Bestämningssliteratur för kiselalger, indelad i nödvändig och rekommenderad litteratur samt speciallitteratur, finns i Bilaga 3.

Minst ett kiselalgspreparat sparas i en preparatsamling hos utföraren och kan därigenom vid behov användas för framtida kontroll eller kompletterande analys.

### 5.1 Rapportering

De parametrar som ska klassificeras för kvalitetsfaktorn kiselalger är de två indexen IPS och ACID. IPS visar påverkan av näringsämnen och lättnedbrytbar organisk förorening och ACID visar surheten. Även stödparameterna % PT (indikerar lättnedbrytbar organisk förorening) och TDI (indikerar näringsrikedom) kan användas för en säkrare klassificering, framför allt när IPS-indexet ligger nära en klassgräns. Surhetsindexet ACID ger ingen statusklass, d.v.s. skiljer inte på vad som är naturligt respektive antropogent försurat, utan grupperar endast vattendragen i pH-regimer (surhetsklasser). IPS och ACID fungerar i hela Sverige och referensvärden och klassgränser är desamma för hela landet.

IPS (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique, Coste i Cemagref 1982) är utvecklat för att visa påverkan av näringsämnen och lättnedbrytbar organisk förorening i ett vattendrag. Indexet bygger på alla noterade kiselalgsarter. IPS beräknas med hjälp av formeln (jfr Zelinka & Marvan 1961):

$$\frac{\sum A_j S_j V_j}{\sum A_j V_j}$$

där  $A_j$  är den relativa abundansen i procent av taxon  $j$ ,  $V_j$  är indikatorvärdet hos taxon  $j$  (1-3, där ett högt värde betyder att ett taxon endast tål begränsade ekologiska variationer, d.v.s. är en stark indikator) och  $S_j$  är föroreningskänsligheten hos taxon  $j$  (1-5, där ett högt värde visar en hög föroreningskänslighet). Resultat erhållna enligt formeln ovan räknas om till skalan 1-20 (enligt  $4,75 * \text{ursprungligt indexvärde} - 3,75$ ), där 20 är värdet för bästa vattenkvalitet.

Som komplement till IPS-indexet görs beräkning av TDI, Trophic Diatom Index, och % PT, Pollution Tolerant valves (Kelly 1998) – en klassificering av kiselalger utifrån deras tolerans mot näringsrikedom respektive lättnedbrytbar organisk förorening. TDI enligt Kelly

(1998) beräknas på samma sätt som IPS. Skillnaden är att känslighetsvärdet anger känsligheten mot näringsrikedom, och att låga värden visar en hög känslighet. % PT är summan av andelen kiselalger som är klassificerade som toleranta mot lättnedbrytbar organisk förorening enligt Kelly (1998). Observera att Sverige använder TDI-versionen från 1998 och inte den reviderade versionen, vilken inte passar lika bra för svenska förhållanden. TDI och % PT har visat sig vara användbara för att skilja mellan mera påverkade svenska vatten. Sjöar och vattendrag delas in i vattenkvalitetsklasser med hjälp av IPS, men vid gränsfall kan TDI och % PT användas för att förtydliga resultaten.

Surhetsindexet ACID – ACidity Index for Diatoms (Andrén & Jarlman 2008) beräknas för att klassa vattendragets surhet:

$$\text{ACID} = [\log((\text{ADMI}/\text{EUNO})+0,003)+2,5] + [\log((\text{circumneutrala}+\text{alkalifila}+\text{alkalibionta})/(\text{acidobionta}+\text{acidofila})+0,003)+2,5]$$

\*En täljare eller nämnare = 0 ersätts med 1, när relativa abundansen uttrycks som procent. I Omnidia anges den relativa abundansen av van Dams grupper i promille, varvid 0 ersätts med 10.

Den första delen av indexet baseras på kvoten mellan den relativa abundansen av artkomplexet *Achanthidium minutissimum* (ADMI) och släktet *Eunotia* (EUNO). Den andra delen av indexet tar hänsyn till alla kiselalger i provet och baseras på följande indelning (enligt van Dam et al. 1994):

acidobiont	huvudsakligen förekommande vid pH < 5,5
acidofil	huvudsakligen förekommande vid pH < 7
circumneutral	huvudsakligen förekommande vid pH-värden omkring 7
alkalifil	huvudsakligen förekommande vid pH > 7
alkalibiont	endast förekommande vid pH > 7

För beräkning av IPS, TDI, % PT, andelarna av de olika surhetsgrupperna och andra kiselalgsindex/-klassificeringar rekommenderas mjukvaran OMNIDIA (Lecoite et al. 1993, [http://perso.club-internet.fr/clci/tour\\_guide.htm](http://perso.club-internet.fr/clci/tour_guide.htm)). OMNIDIA är en oberoende programvara som uppdateras regelbundet, vilket innebär att en utförare i Sverige måste uppdatera indexvärdena enligt gällande svenska art- och indexlistor. Beräkning av ACID kan göras i en excelfil, där förekomsten av 0 i ekvationen kontrolleras speciellt. Ett svenskt nationellt webbaserat verktyg för beräkning av svenska index förväntas bli klart under 2015.

Artsammansättningen, antalet räknade kiselalgsarter, diversiteten samt de omvärldsfaktorer som angetts på fältprotokollet beaktas i kommentarer till tillståndsbedömningen.

Resultaten utvärderas enligt Naturvårdsverkets senaste utgåva av Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag, och redovisas i tabellform eller text. De kan också åskådliggöras i form av en färgkarta över tillståndet i ett vattendrag eller i ett större område.

## 6 Hantering och leverans av data

Data överförs på överenskommet sätt till datavärden. En genomgång och validering av data ska vara gjord före leverans.

Datavärd:  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för vatten och miljö  
Box 7050  
750 07 Uppsala  
Tfn: 018-67 10 00 (växel)

E-post: [datavard-vatten@slu.se](mailto:datavard-vatten@slu.se)

Leveransmall hittas på SLUs hemsida om [dataleveranser till datavärdskapet](#).

## 7 Synergieffekter

För att sänka provtagningskostnaderna kan man, om möjligt, samordna undersökningen med annan prov- tagning i sjöar och vattendrag, t.ex. vattenkemi, bottenfauna, elfiske.

## 8 Tids- och kostnadsuppskattning

Provtagningskostnaderna (arvode, reseersättning och traktamente) är avhängiga av undersökningens upplägg. Påväxtprovtagningen bör, om möjligt, samordnas med t.ex. vattenprov- tagning. Provtagningen tar ca 0,5 timme per station.

Framställning av kiselalgspreparat, kiselalgsanalys, utvärdering med hjälp av index samt kort- fattad rapportering tar ca 4-8 timmar.

Kostnader för utförligare rapportering eller sammanställning av data samt för eventuell fotografering tillkommer.

## 9 Övrigt

### **Preliminär screeningmetod med syfte att upptäcka en påverkan av tungmetaller eller bekämpningsmedel med hjälp av andelen deformerade kiselalgsskal i ett prov**

En preliminär metod har tagits fram för att bedöma om risk för giftpåverkan föreligger (Kahlert 2012). Giftpåverkan ingår nämligen inte i de ovan beskrivna indexen (IPS, TDI, % PT, ACID). Utvecklingsprojektet visar att den genomsnittliga andelen deformerade kiselalgsskal är låg i vatten som är opåverkade av tungmetaller eller jordbruk. Andelen deformerade kiselalgsskal ökar däremot signifikant vid tungmetall- och bekämpningsmedelspåverkan. Värden > 1 % ska noteras som en indikation på en möjlig påverkan.

## Rekommendationer för analys av deformerade skal

Metoden för analys av skaldeformationer har utvecklats av Maria Kahlert, SLU, och Amelie Jarlman, Jarlman Konsult AB, Lund och Medins Biologi AB, Mölnlycke. Efter utvärdering (Kahlert 2012) har det beslutats (NorBAF workshop 2013) följande:

Vid den ordinarie räkningen av minst 400 skal noteras hur många som är deformerade. Deformeringarna delas in i fyra kategorier enligt:

onormal form - svag  
onormal form - stark  
onormalt mönster på skalet - svag  
onormalt mönster på skalet – stark

Följande ingår i respektive kategori (för illustrationer se Kahlert 2012):

Onormal form	Onormalt mönster
asymmetrisk böjd inbuktad utbuktad övrigt	avvikande striering avvikande raf övrigt

Till uppdragsgivare och datavärd rapporteras följande:

- missbildningar i % av de minst 400 stycken räknade skal
- antalet svagt resp. starkt missbildade skal av de typerna ovan
- foton av representativa missbildade skal

Preliminärt delas missbildningsfrekvensen in i följande kategorier:

Preliminär klassning av missbildningsfrekvens

< 1 %	ingen eller obetydlig
1-2 %	låg
2-4 %	måttlig
4-8 %	hög
> 8 %	mycket hög

Utförare ska ha genomgått NorBAF- interkalibrering för att analyserna ska bli jämförbara. Lämplig litteratur om missbildningar är Kahlert (2012), Falasco et al. (2009).

## 10 Författare och kontaktpersoner

Vid frågor gällande denna övervakningsmanual vänligen kontakta Havs- och vattenmyndigheten, ange diarienummer som referens.

**Kontakt** Havs-och vattenmyndigheten;

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

## 11 Referenser

1. Andrén, C. & Jarlman, A. 2008. Benthic diatoms as indicators of acidity in streams. *Fundamental and Applied Limnology* 173(3): 237-253.
2. Bennion, H., M. G. Kelly, S. Juggins, M. L. Yallop, A. Burgess, J. Jamieson, and J. Krokowski. 2014. Assessment of ecological status in UK lakes using benthic diatoms. *Freshwater Science* 33:639–654.
3. Cemagref. 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon-Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse: 218 p.
4. Dell'Uomo, A. 1996. Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for diatom-based monitoring of Italian watercourses. In: Use of algae for monitoring rivers II. B. A. Whitton and E. Rott (eds.). Innsbruck, Institut für Botanik, Univ. Innsbruck: 65-72.
5. Eloranta, P. 1999. Applications of diatom indices in Finnish rivers. In: Use of Algae in Monitoring Rivers III. J. Prygiel, B.A. Whitton, and J Bukowska (eds.). Douai, Agence de l'Eau Artois-Picardie: 138-144.
6. Falasco, E., Bona, F., Badino, G., Hoffman, L. & Ector, E. 2009. Diatom teratological forms and environmental alterations: a review. *Hydrobiologia* 623(1): 1-35.
7. Hering, D., Johnson, R. K. & Buffagni, A. 2006. Linking organism groups – major results and conclusions from the STAR project. *Hydrobiologia* 566:109-113.
8. Hirst, H., Chaud, F., Delabrie, C., Juttner, I. & Ormerod, S. J. 2004. Assessing the shortterm response of stream diatoms to acidity using inter-basin transplantations and chemical diffusing substrates. *Freshw. Biol.* 49: 1072-1088.

9. Iserentant, R. & Blancke, D. 1996. A transplantation experiment in running water to measure the response rate of diatoms to changes in water quality. In: M. Ricard (ed), Proceedings of the 8th Diatom symposium, Koeltz Scientific Books, Königstein, pp. 347-354.
10. Jarlman, A., Lindström, E.A., Eloranta, P. & Bengtsson, R. 1996. Nordic standard for assessment of environmental quality in running water. In: Use of algae for monitoring rivers II, B. A. Whitton & E. Rott (eds), Institut für Botanik, Univ. Innsbruck: 17-28.
11. Kahlert M. 2011. Jämförande test av kiselalgers och bottenfaunas lämplighet som indikatorer för närsaltshalt och surhet inom miljömålsuppföljningen. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2011:7.
12. Kahlert, M. 2012. Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Länsstyrelsen Blekinge län, Karlskrona, Report 2012:12, 40 pp.
13. Kahlert, M. & Andrén, C. M. 2005. Benthic diatoms as valuable indicators of acidity. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 635-639.
14. Kahlert, M. & Gottschalk, S. 2014. Differences in benthic diatom assemblages between streams and lakes in Sweden and implications for ecological assessment. *Freshwater Science* 33(2):655-669.
15. Kelly, M.G. 1998. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. *Water Research* 32: 236-242.
16. Kelly M.G., Cazaubon A., Coring E., Dell'Uomo A., Ector L., Goldsmith B., Guasch H., Hürlimann J., Jarlman A., Kawecka B., Kwadrans J., Laugaste R., Lindström E-A., Leitao M., Marvan P., Padisák J., Pipp E., Prygiel J., Rott E., Sabater S., van Dam H. & Vizinet J. 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10:215-224.
17. Kelly, M. G., Burgess, A. Kennedy, B., Poikane, S., Varbiro, G., Urbanic, G., Denys, L., Kosi, G., Acs, E., Rosebery, J., Gottschalk, S., Marchetto, A., Bennion, H., Kahlert, M., Morin, S., Schoenfelder, I., Bertrin, B., Karjalainen, S. M. & Picinska-Fałtynowicz, J. 2014. Comparing aspirations: intercalibration of ecological status concepts across European lakes for littoral diatoms. *Hydrobiologia* 734:125–14.
18. Lecointe, C., Coste, M. & Prygiel, J. 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270; 509-513.
19. Lowe, R. L. & Pan, Y. 1996. Benthic algal communities as biological monitors. In: *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. R. J. Stevenson, M. L. Bothwell and R. L. Lowe (eds). San Diego, Academic Press: 705-740.
20. Naturvårdsverket. 2007. Bilaga A: Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. I: Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon : en handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp.

21. Prygiel, J. & Coste, M. 1996. Recent trends in monitoring French rivers using algae, especially diatoms. In: Use of algae for monitoring rivers II. B. A. Whitton and E. Rott (eds.). Innsbruck, Institut für Botanik, Univ. Innsbruck: 87-96.
22. Prygiel, J., Coste, M. & Bukowska, J. 1999. Review of the major diatom-based techniques for the quality assessment of rivers - State of the art in Europe. In: "Use of algae for monitoring rivers III". J. Prygiel, B. A. Whitton & J. Bukowska (eds). Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai.
23. Rimet, F., Cauchie, H. M., Hoffmann, L., et al. 2005. Response of diatom indices to simulated water quality improvements in a river. *J. Appl. Phycol.* 17: 119–128.
24. SIS. 2014a. SS-EN 13946:2014. Water quality. Guidance for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes (= Vattenundersökningar. Vägledning för provtagning och förbehandling av bentiska kiselalger från sjöar och vattendrag).
25. SIS. 2014b. SS-EN 14407:2014. Water quality. Guidance for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes (= Vattenundersökningar. Vägledning för identifiering och kvantifiering av bentiska kiselalger i prover från sjöar och vattendrag).
26. Stevenson, R. J., Bothwell, M. L. & Lowe, R. L. (eds). 1996. *Algal ecology : freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, London. 753 pp.
27. van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands journal of aquatic ecology* 28(1): 117-133.
28. Wetzel, R. (ed.). 1983. *Periphyton of freshwater ecosystems*. Proceedings of the First International Workshop held in Växjö, Sweden 14-17 September 1982. Dr W. Junk Publishers, Haag. 346 p.
29. Zelinka, M. & Marvan, P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv Hydrobiol.* 57: 389-407.

En aktuell lista över bestämmningslitteratur för kiselalger, indelad i nödvändig och rekommenderad litteratur samt speciallitteratur, finns i Bilaga 3.



## Bilaga 1 Utrustningslista

### Utrustning och praktiska råd för insamling av påväxtprov

**Tandborstar/kniv/pincett** etc. att användas vid insamlingen av påväxtorganismer.

**Vit plastvanna** att användas vid insamling av prov, samt vid sortering av makroskopiskt algmaterial.

**Provburkar**, som är helt täta och lämpar sig för lagring. Lämplig storlek är ca 20 ml för de makroskopiska påväxtenheterna och för eventuellt prov för analys av levande påväxtmaterial, samt ca 100-250 ml för fixerade prov av mikrosamhället.

**Märktape** eller vattenbeständigt **märkpapper** att lägga i provburken. OBS: alla burkar märks med datum, provtagningslokal och nr/beteckning.

**96 % etanol** används för fixering av påväxtmaterialet (spädes till ca 70 % koncentration i provet, d.v.s. man tillsätter ca 2/3 av burkens volym). Eventuellt kan fixeringen göras med Lugols lösning eller formalin.

**Vattenkikare** gör det lättare att se vad som växer på lokalen, att värdera täckningsgrad samt att klassa substrattyp och -storlek.

**Räfsa, håv** eller dylikt underlättar insamlingen när vattenföringen är hög.

### Vadarstövlar/byxor och regnkläder

**Flytväst** och **livlina** eller annan säkerhetsutrustning.

**Kamera/videokamera** för att dokumentera dels själva provtagningslokalen och dels makroskopiskt synlig påväxt.

**GPS** för att ange x/y-koordinater för provtagningspunkten.

**Bärbar kylväska** med **frysklampor** för förvaring av prov före fixering samt för transport av levande påväxtmaterial till laboratoriet.

## **Utrustning för laboratorieanalys**

**Dragskåp** eller motsvarande

**Väteperoxid** (40 %)

**Saltsyra** (HCl)

**Bordscentrifug** (ca 3500 varv/min) och **centrifugrör**

**Destillerat vatten**

**Naphrax/Hyrax**

**Stereomikroskop**

**Ljuskroskop** utrustat med följande objektiv: 10x, 40x och 100x oljeimmersion med fas- eller interferenskontrast samt ett mätokular (10-15x) med kalibrerad skala. Vidare rekommenderas 4x och 20-25x objektiv. Det är en fördel om mikroskopet är utrustat med kamera.

**Objektglas**

**Täckglas**

**Immersionsolja**

**Pincett**

**Pasteurpipetter** eller motsvarande

**Bestämningslitteratur** (se Bilaga 3)

**Protokoll** för räkning av kiselalgsskal

## Bilaga 2 Framställning av kiselalgspreparat

1. Levande (ofixerat) alternativt etanolfixerat påväxtprov används.
2. Ett par ml påväxtmaterial överförs till ett centrifugrör (ca 15 ml).
3. Materialet centrifugeras (ca 3500 varv/minut; ca 10-15 min per centrifugering) och vätskan hålls av. Om materialet fixerats med något annat än etanol, tvättas det med destillerat vatten genom centrifugering ett par ggr.
4. Väteperoxid (40 %) tillsätts (små mängder i taget, för att undvika alltför häftig reaktion)
5. och rören ställs i värmeskåp (ca 60-70 °C) över natten.
6. Om provet är färgat av järnförekomst kan ett par droppar HCl tillsättas, efter att röret tagits ut ur värmeskåpet.
7. Efter att proven svalnat tvättas materialet minst 3 ggr med destillerat vatten (enligt ovan).
8. Det rengjorda kiselalgs materialet spädes med destillerat vatten till lämplig koncentration.
9. Kiselalgs materialet droppas på täckglas och får torka.
10. Inbäddning sker i Naphrax eller liknande.
11. Preparaten etiketteras och förvaras i objektglasboxar.
12. De rengjorda kiselalgs skalen kan sparas i etanol.

För alternativa metoder för preparatframställning, se SIS 2014b.

## Bilaga 3 Bestänningslitteratur för kiselalger, Bacillariophyceae

### Nödvändig litteratur

Alles, E., Nörpel-Schempp, M & Lange-Bertalot, H. 1991. Zur Systematik und Ökologie charakteristischer Eunotia-Arten (Bacillariophyceae) in elektrolytarmen Bachoberläufen. *Nova Hedwigia* 53(1-2):171-213.

Hofmann, G., Werum, M. & Lange-Bertalot, H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell. 908 pp.

Krammer, K. 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema part. *Bibliotheca Diatomologica* Band 36. J. Cramer, Stuttgart. 382 pp.

Krammer, K. 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis und Cymbellopsis. *Bibliotheca Diatomologica* Band 37. J. Cramer, Stuttgart. 469 pp.

Krammer, K. 2000. Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 1. The genus *Pinnularia*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell. 703 pp.

Krammer, K. 2002. Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 3. *Cymbella*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell. 584 pp.

Krammer, K. 2003. Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 4. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell. 530 pp.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Durchgesehener Nachdruck der 1. Auflage 1997, 1999. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 876 pp.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Ergänzter Nachdruck der 1. Aufl. 1997, 1999. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 611 pp.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. 2. Aufl. 2000. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 599 pp.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthes s.l., Navicula s.str., Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Ergänzter Nachdruck 2004. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg Berlin. 468 pp.

Lange-Bertalot, H. (ed). 1996. *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. 2. Indicators of Oligotrophy*, by Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. Koeltz Scientific Books. 390 pp.

Lange-Bertalot, H. 2001. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 2. Navicula sensu stricto. 10 Genera Separated from Navicula sensu lato. Frustulia*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell. 526 pp.

Lange-Bertalot, H., Bak, M., Witkowski, A. & Tagliaventi N. 2011. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 6: Eunotia and some related genera*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell. 747 pp.

Van de Vijver, B., Jarlman, A., de Haan, M. & Ector, L. 2012. New and interesting diatom species (Bacillariophyceae) from Swedish rivers. *Nova Hedwigia, Beiheft 141*, 237-254.

Van de Vijver, B., Jarlman, A. & Lange-Bertalot, H. 2010. Four new *Navicula* (Bacillariophyta) species from Swedish rivers. *Cryptogamie, Algologie 31(3)*: 355-367.

Van de Vijver, B. & Lange-Bertalot, H. 2009. New and interesting *Navicula* taxa from western and northern Europe. *Diatom Research 24(2)*: 415-429.

### **Rekommenderad litteratur**

Houk, V. 2003. *Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 1: Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. Czech Phycology Supplement Vol. 1*.

Houk, V. & Klee, R. 2007. *Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 2. Melosiraceae and Aulacoseiraceae (Supplement to Part I)*. *Fottea 7:2*. 170 pp.

Houk, V., Klee, R. & Tanaka, H. 2010. *Atlas of freshwater centric diatoms, with a brief key and descriptions. Part 3: Stephanodiscaceae A. Cyclotella, Tertiaris, Discostella*. *Fottea 10 (Supplement)* 498 pp.

Håkansson, H. 2002. A compilation and evaluation of species in the genera *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* & *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. *Diatom research 17(1)*:1-139.

Jüttner, I., Ector, L., Reichardt, E., Van de Vijver, B., Jarlman, A., Krokowski, J. & Cox, E.J. 2013. *Gomphonema varioeruduncum* sp. nov., a new species from northern and western Europe and a re-examination of *Gomphonema exilissimum*. *Diatom Research 28(3)*: 303-316.

Lange-Bertalot, H. 1993. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica 27*. J. Cramer, Stuttgart. 393 pp.

Lange-Bertalot, H. (ed). 1999. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol. 6. Diatoms from Siberia I. Islands in the Arctic Ocean, by Lange- Bertalot, H. & Genkal, S.I. Koeltz Scientific Books. 304 pp

Lange-Bertalot, H. (ed). 2004. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs Vol 13. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts, by Werum, M. & Lange-Bertalot, H. Eine bemerkenswerte Diatomeenassoziation in einem Quellhabitat im Grazer Bergland, Österreich, by Reichardt, E. A.R.G. Gantner Verlag, K. G. Ruggell. 479 pp.

Lange-Bertalot, H. & Krammer, K. 1989. Achnanthes, eine Monographie der Gattung, mit Definition der Gattung Cocconeis und Nachträgen zu den Naviculaceae. Bibliotheca Diatomologica 18. J. Cramer, Stuttgart. 393 pp.

Levkov, Z. 2009. Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 5: Amphora senu lato. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell. 916 pp.

Levkov, Z. & Ector, L. 2010. A comparative study of Reimeria species (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 90(3–4): 469-489. Reichardt, E. 1997. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um Gomphonema pumilum (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 65(1-4):99-129.

Lange-Bertalot, H. & Moser, G. 1994. Brachysira : Monographie der Gattungen. Bibliotheca Diatomologica 29. J. Cramer, Stuttgart. 212 pp.

Monnier O., Ector L., Rimet F., Ferréol M. & Hoffmann L., 2011. Adlafia langebertalotii sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg morphologically similar to A. suchlandtii comb. nov. Nova Hedwigia Beiheft. 141: 131-140

Reichardt, E. 1999. Zur Revision der Gattung Gomphonema. Die Arten um G. affine/insigne, G. angustatum/micropus, G. acuminatum sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. H. Lange-Bertalot (ed.) Iconographia Diatomologica Vol. 8. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 203 pp.

Reichardt, E. & Lange-Bertalot, H. 1991. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um Gomphonema angustum – G. dichotomum – G. intricatum – G. vibrio und ähnliche Taxa (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 53(3-4):519-544.

Van de Vijver, B., Beyens, L. & Lange-Bertalot, H. 2004. The genus Stauroneis in the Arctic and (Sub-)Antarctic Regions. Bibliotheca Diatomologica Band 51. J. Cramer, Berlin Stuttgart.

### **Övrig litteratur**

Barber, H. G. & Haworth, E. Y. 1981. A guide to the morphology of the Diatom Frustule. Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 44, Ambleside. 112 pp.

Cleve-Euler, A. 1951-1955. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. I-V. Kongl. svenska Vetensk. Handl. Sth.

Diatom Reseach. - Biopress, Bristol. (en tidskrift som ges ut av föreningen "International Society for Diatom Research".)

Foged, N. 1974. Diatoms in Öland, Sweden. *Bibl. Phycol.* 49: 194 pp.

Foged, N. 1982. Diatoms in Bornholm, Denmark. *Bibl. Phycol.* 59:1-102.

Foged, N. 1984. The diatom flora in springs in Jutland, Denmark (Springs III). *Bibl. Diatomol.* 4:1-118.

Hofman, G. 1994. Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. *Bibliotheca Diatomologica* 30. J. Cramer, Stuttgart. 393 pp.

Hustedt, F. 1927 - 1966. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Dr L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz. 7, Leipzig.

Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. & Compère, P. (eds). 2001. *Studies on Diatoms*. H. Lange-Bertalot Festschrift 2001. Koeltz Scientific Books, Ruggell. 633 pp.

Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwadrans, J., Laugaste, R., Lindstrøm, E-A., Leitao, M., Marvan, P., Padisak, J., Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., van Dam, H., Vizinet, J. 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10(2): 215-224.

Krammer, K. 1992. *Pinnularia*. Eine Monographie der europäischen Taxa. *Bibliotheca Diatomologica* 26. J. Cramer, Stuttgart. 353 pp.

Kuylenstierna, M. 1989-90. Vol. 1-2. Benthic Algal Vegetation in the Nordre Älv Estuary (Swedish West Coast). Dept. of Marine Botany, Univ. of Göteborg, Sweden.

Lange-Bertalot, H. (ed). 2005. *Iconographia Diatomologica*. Annotated diatom micrographs Vol 14: Diatoms of North America. by Siver, P.A., Hamilton, P.B., Stachura- Suchoples, K. & Kociolek, J.P. A.R.G. Gantner Verlag, K. G., Ruggell. 463 pp.

Lange-Bertalot, H. & Krammer, K. 1987. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologica* 15. J. Cramer, Stuttgart. 289 pp.

Mann, D.G., McDonald, S.M., Bayer, M.M., Droop, S.J.M., Chepurnov, V.A., Loke, R.E., Ciobanu, A. & du Buf, J.M.H. 2004. The *Sellaphora pupula* species complex (Bacillariophyceae): morphometric analyses, ultrastructure and mating data provide evidence for five new species. *Phycologia* 43:459-482.

Renberg, I. 1986. Sjöarnas försumningshistoria avslöjas av kiselalgerna i sedimenten. Rapport / Naturvårdsverket 3154, Solna. 40 pp.

Round, F. E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. 1990. *The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp.

Simonsen, R. 1987. Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt. Vol. 1-3. J. Cramer, Berlin.

Snoeijs, P. (ed). 1993-98. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 1-5. Opulus press. Uppsala.

Stoermer, E.F. & Smol, J. P. (eds). 1999. The Diatoms: Application for the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University Press, Cambridge. 469 pp.





**Havs  
och Vatten  
myndigheten**