

Programområde: **Sötvatten**

Undersökningstyp: **Makrofyter i sjöar**

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Syftet med undersökningstypen är att registrera förekomst av makrofyter och övervaka växtsambällen i sjöar. Makrofyter är en av fyra biologiska kvalitetsfaktorer för sjöar enligt NV:s handbok 2007:4. Med hjälp av resultaten kan ekologisk status bedömas, och klassas i enlighet med EG:s Ramdirektiv för Vatten (Europeiska Unionen, 2000, Naturvårdsverket, 2007, 2008).

Statusklassningen ger värdefullt underlag för beslut om lämpliga åtgärder för att uppnå eller bibehålla god ekologisk status för den aktuella sjön. Metoden för övervakning tillgodoser även kommande EU-krav på kvantitativa makrofytdata och på uppgifter om makrofyternas maximala växtdjup.

Samordning

För att det ska vara möjligt att härleda orsaker till vegetationsförändringar bör undersökning av makrofyter kompletteras med vattenkemisk provtagning. I denna bör minst följande variabler alltid ingå: alkalinitet, konduktivitet, pH, vattenfärg, totalkvävehalt och totalfosforhalt.

Samordning med observationer från tidigare makrofyтинventeringar (t.ex. undersökningstyp "Övervattensväxter och flytbladsväxter i sjöar") bör genomföras för att man ska få förhandsinformation om sjöns vegetation. Denna samordning kan möjliggöra tidsvinster.

Strategi

Registrering av växtarter ger en bild av bl.a. sjöns näringsstatus då olika arter har olika miljökrav (Melzer 1999, Baatrup-Pedersen *et al.*, 2001, Schneider och Melzer 2003, SIS 2007, Schaumburg *et al.*, 2004). Hotbilder kan vara artförändring eller artutarmning på grund av näringsberikning.

Undersökningstypen är utformad så att tillståndsklassning och bedömning (Naturvårdsverket 2008) kan genomföras (se också Naturvårdsverket 2007).

Med makrofyter avses här makroalger (släktena *Cladophora* och *Enteromorpha*), kransalger, mossor och alla kärlväxter.

Bårder av sammanhängande övervattens- och flytbladsvegetation utefter sjöstranden övervakas bäst med hjälp av flygfotografering, se undersökningstyp ”Övervattensväxter och flytbladsväxter i sjöar”.

Målet med undersökningen/inventeringen är att erhålla en i det närmaste fullständig artlista med kvantitativa uppgifter (frekvensfördelning) för varje art. Undersökningstypen innefattar en transektinventering där metoden (krattning eller inventering med inventeringsrutor genom vadning, från båt eller genom snorkling och/eller dykning) väljs utifrån sjöarnas naturliga förutsättningar (djup, bottenstrukt, undervattensvegetationens täthet, siktdjup m.m.). Makrofytförekomsten registreras för varje krattdrag och/eller för varje inventerad inventeringsruta. Makrofyterna registreras längs transekterna i djupintervall om 20 cm.

Vid upplägget av inventeringen tas hänsyn till sjöns storlek:

- 1 Sjöar ≤ 40 km²: fullskalig inventering och övervakning av sjöarna.
- 2 Sjöar >40 km²: inventering och övervakning av delområden av sjöarna. Inventeras enbart ett eller få delområden som inte kan anses som representativa för hela sjön, bör redovisningen ske per delområde. Inventeras flera delområden som tillsammans anses representativa för hela sjön kan redovisningen ske på sjönivå.

Med fullskalig inventering avses en inventering som resulterar i en för sjön så fullständig artlista som möjligt med kvantitativa makrofytdata.

Statistiska aspekter

För att dataunderlaget ska bli tillförlitligt och jämförbart inom och mellan sjöar registreras enbart makrofyternas förekomst i varje krattdrag och/eller inventeringsruta. För varje makrofytart beräknas sedan en frekvens baserad på antalet krattdrag/inventeringsrutor där arten förekommer i förhållande till totala antalet krattdrag/inventeringsrutor. Provytastorleken är lika stor för inventering med kratta som för inventering med inventeringsrutor, nämligen (25 × 50 cm).

Som statistiskt tillförlitligt dataunderlag betecknas data från sjöar där det kumulerade artantalet obligata hydrofyter (d.v.s. makrofyter förutom helofyter) planar ut med antalet inventerade transekter (Figur 1). Antalet nödvändiga transekter varierar mellan sjöar av samma storlek på grund av t.ex. sjöarnas form (flikighet), exponeringsgrad, bottenförhållanden m.m. Som tumregel kan man dock anta att man i sjöar som är mindre än 15 km² uppnår en komplett artlista med 15 transekter. Det rekommenderas att minst åtta transekter inventeras i sjöar som är större än 0,5 km² men mindre än 4 km².

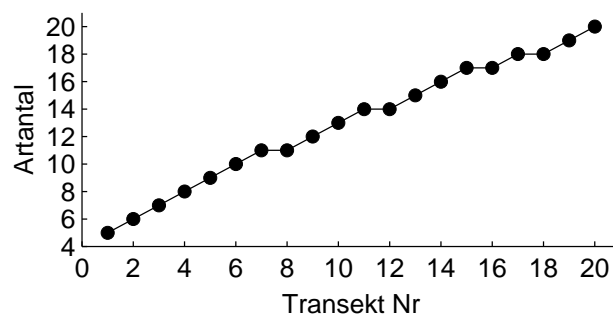
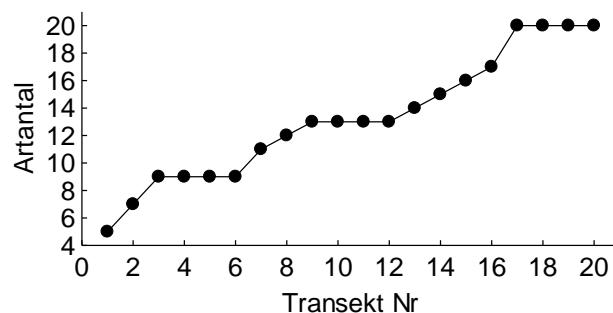
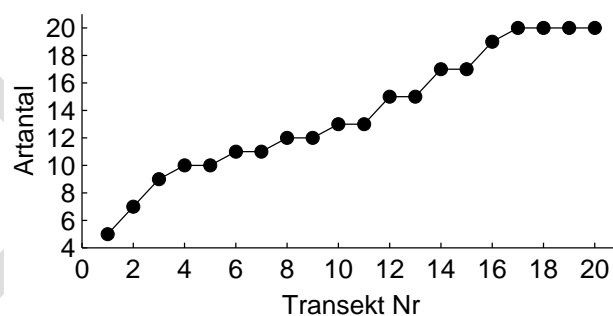
Plats/stationsval

Transekterna placeras ”subjektivt optimalt”, d.v.s. på ett sådant sätt så att man får maximal chans att hitta alla makrofyter i sjön. Inventeringen genomförs i två steg (Figur 2):

Steg 1. Minst åtta transekter placeras längs strandlinjen av hela sjön för att täcka olika grader av vind- och vågexponering, olika väderstreck, bottenstrukt och inte minst olika redan (med hjälp av aktuella flygbilder eller i fält) urskiljbara växtsamhällen. Under inventeringens gång följs det kumulerade artantalet hydrofyter (alla makrofyter förutom helofyter).

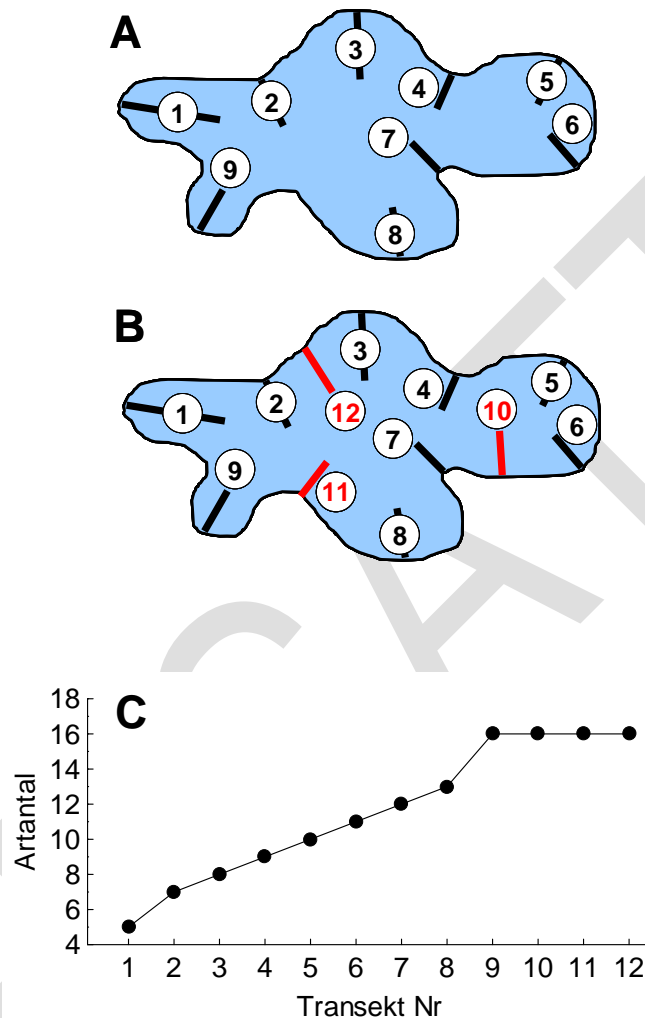
Kumuleringskurvan utvärderas när alla transekter från steg 1 har inventerats. Har kumuleringskurvan planat ut efter steg 1 (minst tre av de sista påföljande transekterna utan

nya arter), så avslutas inventeringen. Den första transekten placeras med fördel i vegetationsrika vikar.

A**B****C**

Figur 1. Kumulerade artantalskurvor för hydrofyter som illustrerar A) ofullständig makrofytinventering eftersom kumuleringskurvan inte planar ut, B) fyllständig makrofytinventering (kumuleringskurvan planar ut) där dock antalet inventerade transekter kunde ha varit lägre eftersom artantalet mellan transekterna 3 och 6 samt mellan 9 och 12 inte ökar och C) fullständig makrofytinventering med tillräckligt antal transekter (kumuleringskurvan planar ut utan mellanplatåer).

Steg 2. Har artkurvan inte planat ut, d.v.s. artantalet hydrofyter ökar med varje ny transekt, så kompletteras inventeringen med nya transekter tills artkurvan planar ut. Dessa nya transekter placeras i lokaler där inventeraren redan under steg 1 har fått intrycket att det kan finnas flera makrofyterarter (t.ex. hittills icke-inventerat bottensubstrat, hittills icke-inventerade typer av växtboder).



Figur 2. Illustration av tillvägagångssättet för placeringen av transekterna (A, B). I steg 1 (A) placeras transekterna (1-9, svart) längs strandlinjen av hela sjön för att täcka olika grader av vind- och vågexponering, olika väderstreck, bottensubstrat och inte minst olika redan (med hjälp av aktuella flygbilder och i fält) synliga växtsamhällen. Detta resulterar i att det kumulerade artantalet hydrofyter inte har planat ut (C). Därför placeras i steg 2 ytterligare tre transekter (10-12, rött) (B). Detta medför visserligen att inga nya arter hittas. Däremot bekräftas att det kumulerade artantalet har planat ut (C) och att inventeringen således kan avslutas.

Mätprogram

Variabler

En förteckning över variabler som bör ingå framgår av Tabell 1. Variabeln makrofytförekomst i prov (krattdrag, inventeringsruta) på olika djupintervall är av prioritet 1. Kemivariabler är stödparametrar som behövs för att klassificera sjöns vattenkemiska trofistatus samt för att kunna validera makrofyternas trofiindex och för att vidareutveckla bedömningsgrunderna för makrofyter. Kemivariablerna är därför också av prioritet 1. Rådande vattenstånd är en avgörande variabel för att kunna beräkna makrofyternas maximala ytterdjup. Det är därför av yttersta betydelse att vattenståndet mäts (prioritet 1). Det rådande vattenståndet måste sedan omräknas till avvikelse från medelvattenståndet. Med fördel kan en pegel monteras upp i sjön i samband med första inventeringstillfället. Alternativt kan vattenståndet markeras vid orörliga föremål (t.ex. stora stenar).

Tabell 1. Översikt över variabler m.m.

Område	Företeelse	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagnings- eller observationsmetodik	Referens till analysmetod	
Sjö	Sjö	Vattennivå (d.v.s. avvikelsen från normal nivå)		cm	1	Vid varje inventering			
		Djup (maxvärde, medelvärde)		m	1				
		Area				1			
Transekt, prov		Vattendjup (Uppmätt värde)		cm	1	Vart 3:e år, sensommar			
		Vattendjup (Korrigerat efter medelvattennivå)		cm	1				
		Avstånd till strand		m					
	Arter av makrofyter	Förekomst i prov		1/0	1				
		Provtagningsmetod		kratta (inkl. typ), inventeringsram	1				
	Bottensubstrat	Dominans		Se fältprotokoll (t.ex. Grus 2-20 mm)	1				
Sjö	Vatten	Siktdjup		m	1	Vart 3:e år, sensommar			
		Temperatur		°C	1				
		Färg: Absorbans per 5 cm	Spektrometri 420 nm				1		SS-EN ISO 7887 (Modifikationer specificerade här till vänster)
		pH					1		
		Konduktivitet			mS/m		1		SS-EN 27888
		Alkalinitet			mmol/l		1		SS-EN ISO 9963-2

Område	Företeelse	Mätvariabel	Metod-moment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagnings- eller observationsmetodik	Referens till analysmetod
		Totalkvävehalt Ntot-halt		mg/l	1			SS-EN ISO 11905-1
		Totalfosforhalt Ptot-halt		mg/l	1			SS-EN ISO 6878:2005
		Provtagningsdjup från ytan		m	1			

Frekvens och tidpunkter

Provtagning av akvatiska makrofyter görs på sensommaren då alla vattenväxter utvecklats fullt ut även om detta medför att vissa tidiga arter kan missas. Makrofytinventeringen genomförs vart tredje år om ingen misstanke om försämrad eller förbättrad vattenkvalitet föreligger. Om det finns tecken på att vattenkvaliteten förändras kan tätare provtagning ske.

Observations/provtagningsmetodik

Inventeringen sker längs virtuella transekter som utgår vinkelrätt från strandlinjen (ingen mätlina med bojar behöver placeras ut). Start- och slutposition för transekterna mäts så noga som möjligt, helst med differentiell GPS och ritas in i ortofoton. Avståndet från strandlinjen mäts med hjälp av en digital avståndsmätare alternativt differentiell GPS. Detta är viktigt för att man ska få information om sjöbottens lutning. Vattendjupet mäts med hjälp av krattskafat med decimeterindelning ner till ca 2,5 m vattendjup och vid större vattendjup med hjälp av ett handekolod. Med fördel kan också ett ekolod med digital display fäst vid båten användas. Vid användning av krattskafat för vattendjupsmätning bör beaktas att skafatet riskerar att sjunka ner i lösa sjöbottnar vilket kan resultera i felaktiga vattendjupsuppgifter.

Olika genomförandemodeller kan användas beroende på sjöarnas naturliga förutsättningar (djup, bottensubstrat, täthet bland undervattensvegetationen, siktdjup m.m.).

- 1 Krattning. Lämpar sig i sjöar med en littoral zon som inte är djupare än 5 m och med ett bottensubstrat mindre än grov sten (<10 cm) och/eller med dåligt siktdjup (mindre än 2 m). Krattning genomförs i regel från båt men kan i grunda sjöar (<1,2 m djup) även genomföras med vadning. Som kratta används en vanlig trädgårdskratta (25 cm bred) på teleskopskafat. Vid större djup (>3 m) används med fördel en lutherräfsa. Vid förekomst av isoetider (rosettbladsväxter) används i stället en kratta med uppfångsnät av typ karlssonkratta (Figur 3). Oberoende av kratttyp bör bredden av krattan vara 25 cm och krattan dras 50 cm över sjöbotten. Se Strand (2004) för en utvärdering av en liknande krattmetod i eutrofa sjöar. Används en bredare kratta bör längden av krattdragen reduceras så att den totala ytan av krattdragen inte överstiger 1250 cm² (25 × 50 cm). Denna anpassning bör göras för att optimera jämförbarheten mellan resultat som erhålls med olika kratttyper och med inventeringsram (se nedan). Krattdragen placeras i varje 20 cm vattendjupintervall.
- 2 Inventeringsram. Inventering med hjälp av inventeringsram (25 × 50 cm) kan genomföras med hjälp av vadning, från båt, med hjälp av snorkling eller dykning. Inventeringsramens långsida placeras i transektens riktning. Inventeringsramen placeras i varje 20 cm vattendjupintervall.

Version 2:0, 2010-04-08

- a Vadning och inventering från båt. Med fördel används en nedsänkbar inventeringsram av aluminium fästad på ett decimetergraderat skaft. Som hjälpmedel används vattenkikare.
- b Snorkling och dykning. Inventering med nedsänkbar inventeringsram.

Vid förflyttning mellan transekterna noteras nya hydrofyterarter som inventeraren bedömer som mindre vanliga och som kanske löper risk att missas i påföljande transekter. Dessa anteckningar fungerar som en "kom-ihåg-lista" och används för lämplig placering av kompletterande transekter i steg 2.

Bedömningen av arternas täckningsgrad och abundans är subjektivt och medför osäkerhet vid den statistiska utvärderingen (Leka and Kanninen, 2003). Därför antecknas enbart makrofyternas förekomst i de olika krattdragen/inventeringsrutorna.



Figur 3. Karlssonkrattan utvecklat av Johan Karlsson, Calluna AB. Krattan har inga normmått. Ska en kratta av typ karlssonkratta byggas bör dock beaktas att föremål placeras vid krattans öppning (metallstift och metallplattor) som river upp framför allt isoetider (rosettbladsväxter) så att dessa fastnar i krattan. Maskdiameteren hos krattans långsidor bör inte vara större än 1 cm. Foto taget av Johan Karlsson.

Antalet krattdrag/inventeringsrutor per djupintervall behöver justeras om a) sjön är långgrund eller om b) sjöbotten är brant (ett krattdrag/en horisontalt placerad inventeringsruta täcker mer än ett djupintervall). Om sjön är långgrund med >5 m men ≤ 10 m horisontalt avstånd mellan två djupintervall placeras krattdrag/inventeringsrutor var annan meter på den långgrunda sträckan. Det längsta avståndet mellan två prov i dessa sjöar/sjöavsnitt är alltså 2 m. I långgrunda sjöar med >10 m horisontalt avstånd mellan två djupintervall placeras fem krattdrag /inventeringsrutor per djupintervall. Det horisontella avståndet mellan dessa krattdrag /inventeringsrutor ska vara jämnt fördelat. Är sjöbotten brant placeras

krattdragen/inventeringsrutor kontinuerligt i horisontal riktning. Vattendjupet anges då som medelvärde för respektive krattdrag/inventeringsruta.

Väljs krattmetoden i sjöar med vassbälten riskerar vissa makrofytarter att bli underrepresenterade i vassbältena (Strand, 2004). I sådana sjöar kan med fördel inventering med inventeringsram (helst en ram som går att öppna) användas i vassbältet följt av krattmetoden i djupare vatten.

Vid val av inventeringsmetodik bör beaktas att krattmetoden är en destruktiv inventeringsmetod. Krattning bör därför genomföras med försiktighet i sjöar med rödlistade arter.

Har inventeringar enligt metoderna ovan genomförts i sjön tidigare, d.v.s. inventeringen är t.ex. del av ett övervakningsprogram, bör samma delområden av sjön återinventeras. Det är dock inte nödvändigt att transekterna placeras på ett och samma ställe som vid inventeringarna innan. I sjöar med kända förekomster av rödlistade arter och där krattmetoden används är det till och med önskvärt att transekterna inte placeras på samma ställe som vid tidigare inventeringar. Detta för att undvika att makrofytsamhällen påverkas av inventeringarna.

Utrustningslista

För alla inventeringsmetoder:

- Ortofoton i skala 1:5 000 – 1:25 000
- Båt med åror (förutom i de allra minsta sjöarna där förflyttning mellan transekterna kan ske till fots). I större sjöar är båt med utombordsmotor att föredra
- Siktskiva för mätning av siktdjup
- Tumstock, krattskafat med decimeterintervall och/eller handekolod för mätning av vattendjup
- Vattentåliga protokoll för ifyllning av uppgifter
- Blyertspenna
- Baljor för mellanlagring av växtmaterial
- GPS med differentiell korrigering för koordinatbestämning, koordinaterna kan överföras digitalt till datorn
- Digital avståndsmätare alternativt vattentåligt måttband
- Kamera för fotodokumentation
- Litteratur för artbestämning
- Vattenkikare
- Växtpress
- Förvarings- och konserveringsburkar för andra makrofytarter än kärlväxter
- Plastpåsar
- Provburkar för vattenkemisk provtagning
- Spritpenna Provtagning genom vadning eller från båt med hjälp av inventeringsrutor:
- Vadarbyxor

- Nedsänkbar och öppningsbar inventeringsram (25 × 50 cm) på skaft med decimeterintervall
- Kratta för upptagning av svårbestämt makrofytmateriale Provtagning genom snorkling eller dykning med hjälp av inventeringsram
- Våtdräkt med cyklop och snorkel, simfenor (snorkling)
- Komplet dykutrustning med djupmätare (dykning) Provtagning genom krattning:
- Trädgårdskratta (25 cm bred) på teleskopskaft
- Lutherräfsa (om möjlig 25 cm bred)
- Kratta med uppfångstnät av t.ex. typ karlssonkratta (25 cm bred)

Tillvaratagande av prov

De kärleväxter som inte kan artbestämmas i fält, pressas och tas hem för senare bestämning av provtagaren eller anlitate experter. Även om artbestämningen är osäker i fält tas belägg. För senare artbestämning av övriga makrofyter (makroalger, mossor och kransalger) tas i förväg kontakt med artexperter med avseende på önskemål om förvaring. Beläggen bör förvaras på något av landets museer som har beläggsamlingar.

Fältprotokoll

Se Bilaga 1. Liknande fältprotokoll har redan använts vid tidigare inventeringar (Sandsten, 2003, 2005, 2007). För framtagning av kumulerade artkurvor används Bilaga 2.

Kvalitetssäkring

De moment som främst inverkar på resultatens kvalitet är provtagning och artbestämning. För arbetet i fält krävs personal som är van att arbeta i fält, som behärskar respektive inventeringsmetodik och som i fall dykning efterfrågas har en lagstadgad utbildning, samt personal med dokumenterad god artkunskap. God artkunskap underlättar inte enbart fältarbetet utan är en förutsättning för pålitliga resultat.

Rådata lagras i databaser med betryggande system för säkerhetskopiering och arkiveringsrutiner. Originalinventeringsprotokoll arkiveras. En databasmall för inmatning av rådata begärs från datavärden.

Eventuella felaktigheter kan bero av bestämmingslitteraturen och det rekommenderas därför att rapporterade data åtföljs av uppgifter om vilken bestämmingslitteratur som använts.

Databehandling, datavärd

Datavärd för makrofytdata är ännu ej utsedd men beräknas ske under våren 2010. Tills vidare får respektive utförare behålla alla datafiler oc förvara dem på säkert sätt. Vid genomförd inventering kan Frauke Ecke, SLU meddelas.

Rapportering, utvärdering

För bedömning av ekologisk status med makrofyter som kvalitetsfaktorer kan en lista med alla påträffade makrofyterarter i sjön extraheras ur makrofytdatabasen. Med hjälp av arternas indikatorvärden med tillhörande viktfaktor kan sedan sjöns ekologiska status beräknas (Ecke, 2007, Naturvårdsverket, 2007, 2008).

Kostnadsuppskattning

Tidsåtgången för makrofytinventeringar är mycket varierande beroende på bland annat sjöarea och väderförhållanden. En rimlig uppskattning är att ett inventeringslag (två personer) inventerar 10 transekter per dag.

Kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Ulrika Stensdotter Blomberg
Miljöövervakningsenheten
Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Tel: 08-698 15 59
E-post: ulrika.stensdotter@naturvardsverket.se

Författare och expert:

Frauke Ecke
Institutionen för vatten och miljö
SLU
Box 7050 Uppsala
Tel: 018-67 31 29
E-post: Frauke.Ecke@vatten.slu.se

Referenser

1. Baattrup-Pedersen, A., Andersson, B., Brandrud, T.E., Karttunen, K., Riis, T. & Toivonen, H. (2001) Macrophytes. In: *Biological monitoring in Nordic rivers and lakes*. (Ed. J. Skriver). Nordic Council of Ministers, TemaNord 2001:513. pp. 53-60.
2. SIS (2007) Vattenundersökningar - Vägledning för inventering av makrofyter i sjöar . SIS. SS-EN 15460:2007
3. Ecke, F. (2007) Bedömningsgrunder för makrofyter i sjöar - Bakgrundsrapport. Luleå University of Technology. Research Report 2007:17.
4. Europeiska Unionen. (2000) Europaparlamentets och Rådets Direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område. Europeiska gemenskapernas officiella tidning, L-327, 22.12.2000.

*Handledning för miljöövervakning
Undersökningstyp*

5. Leka, J. & Kanninen, A. (2003) Field surveys of aquatic macrophytes as a tool for monitoring and assessing the ecological status of the boreal lakes. In: *How to assess and monitor ecological quality in freshwaters*. (Eds M. Ruoppa & P. Heinonen & A. Pilke & S. Rekolainen & H. Toivonen & H. Vuoristo), TemaNord 2003:547. pp. 127-130.
6. Melzer, A. (1999) Aquatic macrophytes as tools for lake management. *Hydrobiologia*, 395, 181-190.
7. Naturvårdsverket (2007) Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Naturvårdsverket, Stockholm. Handbok 2007:4
8. Naturvårdsverket (2008) Föreskrifter och allmänna råd om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Naturvårdsverkets författningssamling. NFS 2008:1.
9. Sandsten, H. 2003. Vattenväxter i skånska sjöar. En jämförelse mellan 1970-talet och 2002. Malmö, Länsstyrelsen i Skåne län. Skåne i utveckling 2003:31.
10. Sandsten, H. (2005) Undervattensväxter i Ivösjön och Levrasjön: Fälttest av metoder för basinventering och uppföljning av makrofyter i två Natura 2000-områden. Länsstyrelsen i Skåne Län, Malmö.
11. Sandsten, H. (2007) Undervattensväxter i några skånska och småländska sjöar under 2005. Länsstyrelsen i Skåne län, Malmö.
12. Schaumburg, J., Schranz, C., Hofmann, G., Stelzer, D., Schneider, S. & Schmedtje, U. (2004) Macrophytes and phytobenthos as indicators of ecological status in German lakes – a contribution to the implementation of the Water Framework Directive. *Limnologica*, 34, 302–314.
13. Schneider, S. & Melzer, A. (2003) The trophic index of macrophytes (TIM) - a new tool for indicating the trophic state of running waters. *International Review of Hydrobiology*, 88, 49-67.
14. Strand, J. (2004) Utvärdering av fältmetodik för basinventering och uppföljning av Natura 2000 områden – undersökningstyp: ”makrofyter i sjöar”, naturtyp: ”Naturligt eutrofa sjöar med nate och dybladsvegetation” (3150). (Rapport till Länsstyrelsen i Jönköpings län). URL:
http://www.wetlands.se/pdf/05_Utvardering%20av%20faltmetodik%20for%20basinventering.pdf.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:1, 2002-04-08.

Version 1:2, 2003-12-04.

Version 2:0, 2010-02-15. Rättelser på sid. 6 och i fältprotokoll införda 2010-04-08.

