

Programområde:

Sötvatten

Undersökningstyp:

**Bottenfauna i sjöars
profundal och sublitoral**

Mål och syfte med undersökningstypen

Undersökning av bottenfauna i sjöar syftar till:

- att beskriva kvalitativ och kvantitativ status av bottenfaunasamhället
- att visa på förändringar i bottenfaunasamhällets artsammansättning
- att bedöma sjöekosystemets påverkan av luftföroreningar, utsläpp, markanvändning och andra ingrepp eller åtgärder inom avrinningsområdet
- att bedöma status och förändringar i sjöars trofinivå.
- att generera underlag för arbetet med miljökvalitetsmålen *Ingen övergödning* och *Levande sjöar och vattendrag*.

Samordning

Provtagning av bottenfauna bör samordnas med sedimentkemisk undersökning samt samordnas / kompletteras med vattenkemisk undersökning där minst följande variabler alltid skall ingå: pH, totalfosfor, totalkväve, temperatur, konduktivitet och O₂-profil.

Strategi

Med bottenfauna avses här de makroskopiska djur som kvarhålls i ett såll med maskstorleken 0,5 mm (Wiederholm *et al.* 1985, Svensk standard SS 028190).

Bottenfaunans artsammansättning och individtäthet uppvisar stora variationer under året p.g.a. djurens normala livscyklar. Vid provtagningar bör man minimera denna variation för att få så precisa mätvärden som möjligt för uppskattningar av de yttre faktorernas betydelse, inklusive effekter av miljöpåverkan. Olika arters livscyklar är ofta endast delvis överlappande och en begränsning av provtagningar till någon del av året innebär att en del arter blir underrepresenterade eller inte ens noteras. Sommaren är den tid då flertalet djur reproducerar sig och tillväxer och är följaktligen den tid då individtätheter och biomassor förändras snabbast. I övervakningsprogram är därför sommarprovtagningar av bottenfauna mindre lämpliga.

En sjöbotten utgör ofta en heterogen miljö. För att minimera variationen som beror på miljötyp vid provtagning av bottenfauna tas därför prover från definierade delområden (stratifierad

provtagning). Stratifieringen ökar möjligheten att upptäcka och statistiskt säkerställa förändringar i sammansättningen av bottenfaunan, och möjliggör statistiska jämförelser mellan olika sjöar. Det är viktigt att vara medveten om att det insamlade materialet statistiskt sett endast beskriver den miljötyp som de provtagna delområdena representerar. Provtagningar begränsas till dessa miljöer för att möjliggöra regionala jämförelser och delområdena behöver alltså inte vara karaktäristiska för sjön som helhet.

Vid regional/lokal övervakning av enskilda sjöar kan, beroende på syftet med undersökningen, det vara lämpligt med en annan lokalisering av provytor än den här beskrivna (se Wiederholm *et al.* 1985 för diskussion). Om syftet t.ex. är att bedöma effekterna av ett lokalt utsläpp placeras provytorna lämpligen längs en utsläppsgradient. Vidare kan prover tagna längs djupprofiler vara att föredra vid karterande undersökningar t.ex. av sjöars eutrofieringsgrad. Denna typ av undersökning kan lämpligen föregå ett löpande miljöövervakningsprogram.

Vidare bör påpekas att bottenfauna- och sedimentprovtagning är destruktiva provtagningsmetoder, eftersom provtagning i sjöns djuphål för all framtid kan förstöra det biologiska arkivet i sedimentet som används vid paleolimnologiska undersökningar. För att minimera skador på det biologiska arkivet i sedimentet ska provtagning ske slumpmässigt i hela provtagningsområdet och inte enbart i djuphålan. Dessutom bör sällning av prover ske i strandkanten.

Statistiska aspekter

Antalet replikatprover vid varje provtagning påverkar möjligheten att upptäcka förändringar i tidsserier, liksom skillnader mellan vattendrag vid regionala jämförelser (statistisk styrka). Fem replikata prover per provtagningsyta kan i de flesta fall anses ge en tillräckligt god uppskattning av medelvärden och variation, men för att möjliggöra dessa beräkningar måste enskilda prover behandlas separat.

Även analys av delprov påverkar den statistiska utvärderingen och ska därför undvikas. Om ett prov innehåller mycket sällningsrester kan sorteringen underlättas genom infärgning av djuren med Rose Bengal[®] och/eller användandet av flotationstekniker. Observera att flotationstekniken måste användas med försiktighet, eftersom djur som har skaldelar eller är associerade med sand- eller gruspartiklar inte flyter upp. Även infärgning med Rose Bengal kan fungera sämre för vissa arter (exempelvis *Pisidium* spp.).

För att välja lämplig statistisk bearbetning eller metoder rekommenderas den handledning i [Dataanalys och hypotesprövning för statistikanvändare](#), som finns under miljöövervakning på Naturvårdsverkets webbplats.

Plats/stationsval

Prover kan tas från två olika delområden belägna i profundal- respektive sublitoralzonen. För provtagningar i både profundal och sublitoral läggs fasta provtagningsytor ut. Inom det nationella övervakningsprogrammet tas prover från en provtagningsyta per sjö i respektive delområde. Varje provtagningsyta relateras till en fixpunkt, vilken säkras med bäringar till fasta punkter på land. Från varje provtagningsyta tas fem replikatprover med Ekman-hämtare. Provpunkterna bör fördelas så att de får en spridning över provtagningsytan. Om sjöns maxdjup är mindre än 6 m kan provtagning begränsas till en yta, som då ska uppfylla kriterierna för provtagning i profundalen.

Version 1:1 : 2003-05-09

För profundalen placeras fixpunkten över sjöns (sjöbassängens) djupaste område. Provtagningsytan utgörs av området inom 100 m radie från fixpunkten. Botten ska bestå av mjukbotten (ackumulationsbotten) och djupet inom ytan bör inte någonstans avvika med mer än 20 % från sjöns (sjöbassängens) maxdjup. I sjöar med ett begränsat djupområde kan därför provtagningsytan bli mindre.

Med sublitoral avses här området strax ovanför språngskiktet, men under gränsen för rotad vegetation. Om sjön inte är skiktad under sommaren, eller om temperaturdata saknas, väljs ett område på 4-6 m djup. Botten ska vara plan eller långsamt sluttande och vegetationsfri. Fixpunkten placeras centralt över ett lämpligt område. Provtagningsytan utgörs av området inom en 50 m radie från fixpunkten. I många sjöar begränsas det område som uppfyller ovanstående kriterier till en smalare zon än 100 m på grund av alltför stark bottenlutning. Provtagningsytan utgörs i dessa fall av det område som ligger inom det angivna djupintervallet (4-6 m), 50 m åt vardera hållet från fixpunkten. När bottenlutningen är stor eller om provtagningsytan väljs längs en vindexponerad sträcka kan bottensubstratet vara hårt och ställa till besvär vid provtagningen. Provtagaren måste undvika sådana bottenar och i första hand leta efter en sublitoral som uppfyller ovanstående kriterier.

Mätprogram

Variabler

Tabell 1. Översiktsschema för variabler och tidsperioder, m.m.

Område	Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Metod-moment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Referens till provtagnings- eller observationsmetodik	Referens till analysmetod
Sjö, Provtagningsyta, Prov		Area (d.v.s. yta som skärs ut av Ekman-hämtaren)		m ²			
		Djup till botten	Uppmätt värde	m			
	Bottenfauna (Lista över arter eller andra taxa)	Antal i prov	Säll, maskvidd 0,5 mm	/prov	1	Ref. 1	
		Biomassa i prov, Vätvikt		g	2	Ref. 1	

Område	Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Metod- moment	Enhet / klassade värden	Priori- tet	Referens till provtag- nings- eller observa- tionsmetodik	Referens till analysmetod	
	Bottensubstrat	Färg		Ljusgrå, Blyertsgrå, Svart, Brun (humusfärg)				
		Sedimentlukt		Ingen lukt Svavelväte Olja (d.v.s. Petroleum- kolväten)				
	Substrattyp Dy Gyttja Lera Sand	Förekomst (i prov)		Klassat (ja/nej)				
	Växtdelar Cyanobakterie- kolonier (Cyanobakterie- kolor), Oljedroppar Spånor Blålera Kalkpartiklar Myrmalm	Förekomstgrad (i prov) (0–2)		Klassat 0=Före- kommer inte; 1=Sparsam förekomst; 2=Riklig förekomst)				
Sjö eller del av sjö	Vatten	Provtagnings- djup från ytan		m				
		Temperatur		Cel				
		pH						Ref. 6
		Konduktivitet			mS/m			Ref. 5
		Ptot-halt			mg/l			Ref. 7
		Ntot-halt			mg/l			Ref. 4
		O2-halt på olika Provtagnings- djup från ytan						Ref. 2-3

Frekvens och tidpunkter

Provtagningsfrekvensen är beroende av undersökningens mål, och kan variera från 2 gånger/år till 1 gång vart 5:e år. I ett övervakningsprogram som syftar till att skapa tidsserier är det dock önskvärt att prover tas årligen eftersom mellanårsvariationerna är naturligt stora, och en glesare provtagning kan avsevärt förlänga den tid det tar att upptäcka en faktisk förändring.

Provtagning både vår (i början av april eller inom två veckor efter islossning) och höst (under eller strax efter höstcirkulationen) ger bättre dokumentation av tidstrender än endast höstprovtagning. Om provtagning sker endast en gång per år skall denna, när det gäller nationell och regional övervakning, förläggas till hösten (eller tidig islagd period). Vid provtagning en gång per år är höstprovtagning att föredra, eftersom höstprover bättre speglar hur bottenfauna-

samhällen varierar med omgivningsfaktorer (Johnson, Wiederholm, Eriksson 1990). Andra argument är att det händer mycket i sjön under våren och att det således kan vara svårt med tajmningen; det finns t.ex. uppenbara risker att man missar arter som kläcker alldeles efter islossningen. Det är en fördel om provtagning inom andra övervakningsprogram sker vid samma tid, så att resultaten blir jämförbara. Om provtagningen förläggs till annan tid än hösten är det viktigt att den alltid sker vid samma tid i en viss sjö.

Observations/provtagningmetodik

En detaljerad beskrivning av provtagningmetodik och nödvändig utrustning finns i Svensk Standard SS 028190.

Utrustningslista

En utrustningslista för fältprovtagning och provhantering på laboratoriet finns även i den bifogade utrustningslistan (bilaga 1).

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Auktorsbeteckning skall anges vid artbestämningar och prover skall sparas i minst ett år efter avrapportering. Eventuella felaktigheter kan bero av bestämmingslitteraturen och det rekommenderas därför att rapporterade data åtföljs av uppgifter om vilken bestämmingslitteratur som använts. Vid kemiska analyser av vatten, t.ex. för prover som undersökts av vattenlaboratorier, anges använda metoder (normalt SIS-standarder) och modifikationer av dessa metoder.

Fältprotokoll

Fältprotokoll med angivande av nedanstående information skall upprättas (se Bilaga 2):

- Sjöns namn och koordinater
- Definition av provtagningsytans läge genom bäringar från varaktiga landobjekt till ytans fixpunkt
- Datum och tidpunkt för provtagningen
- Provtagningsdjup
- Beskrivning av sedimentet med avseende på typ, färg, konsistens och lukt
- Notering om eventuell bottenvegetation i provet

Bakgrundsinformation

Undersökningstypen Lokalbeskrivningen ska fyllas i för varje lokal.

Kvalitetssäkring

För upphandling av undersökning hänvisas till ”[Checklista – kvalitetssäkringsaspekter vid upphandling](#)” som finns på Naturvårdsverkets webbplats.

De moment som främst inverkar på resultatens kvalitet är provtagning och artbestämning. För provtagningsdelen finns inga rutiner för kvalitetssäkring, men personal som utför provtagning ska ha vana att hantera provtagningsutrustningen. En instruktionsvideo som bland andra visar det praktiska förfarande vid provtagning av bottenfauna i sjöar finns tillgänglig på alla läns-

styrelser eller kan beställas från Institutionen för miljöanalys, SLU (Institutionen för miljöanalys 1998).

Arbetsbestämning bör utföras av personal som är grundligt utbildad, och det är önskvärt att laboratorier som utför artanalyser i framtiden regelbundet deltar i någon form av interkalibrering.

Rapportering, presentation

Resultat från ett övervakningsprogram bör sammanställas och utvärderas med jämna mellanrum. En årlig datasammanställning bör publiceras för att göra data tillgängliga för olika användare. Grunddata till dessa sammanställningar bör finnas tillgängliga i digital form enligt anvisningarna under **Datalagring, datavärd**. En mer genomgripande utvärdering kan lämpligen göras vart femte år.

En utvärdering och presentation av provtagningsresultat skall innehålla en lista över förekommande arter. Resultaten sammanställs per stratum (sublitoral och profundal) som medelvärden och spridningsmått för antal individer och, i förekommande fall, biomassa per prov av ingående taxa.

Datalagring, datavärd

Data överförs på överenskommet sätt till datavärden och skall vid leverans vara i obearbetad form där enskilda prover behandlas separat, tillsammans med uppgifter om provtagningsplats och -metodik. En genomgång och validering av data skall vara gjord före leverans. Data kan bestå av artlistor upprättade i den ordning som används i lämplig zoologisk litteratur (ange referens!) och med antal individer (och ev. biomassa) per taxon angivet för varje enskilt prov.

(Datavärd: Institutionen för miljöanalys, SLU; hemsidan på <http://www.ma.slu.se/>)

Utvärdering

Vid utvärdering av resultaten utgör ett jämförande moment en viktig del, och det skall alltid ingå jämförelse med åtminstone någon typ av referensundersökning. Redan då ett övervakningsprogram planeras och påbörjas bör det vara klart vilka jämförelser som skall göras, och framför allt vilka referenser som skall utnyttjas.

En referens kan utgöras av en opåverkad referensstation med i övrigt likartade förhållanden. En annan typ av referens finns inbyggd i tidsserier, där det jämförande momentet består av en trendanalys eller jämförelse med provtagningar som genomförts före en känd påverkan. Om provtagningar genomförts före en känd påverkan kan dessa två typer av referenser kombineras så att man jämför skillnader mellan den opåverkade och den påverkade stationen före och efter påverkan ("BACI-design", jfr Stewart-Oaten *et al.* 1986).

En tredje typ av referens innebär jämförelse med undersökningar av andra likartade situationer. I bästa fall har dessa en sådan underbyggnad att de kan sägas utgöra en generell modell, med vilken erhållna resultat kan jämföras. Det kan t.ex. gälla den förväntade artsammansättningen under vissa kemiska, fysikaliska eller biologiska förhållanden. För bedömning av miljötillståndet vid utvärderingar ska Bedömningsgrunder för miljö kvalitet –

Version 1:1 : 2003-05-09

sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket 1999a) tillämpas. I bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag anges också regionspecifika jämförvärden för olika habitattyper och strata.

Diversitetsindex och andra biologiska index används ofta för att kondensera den information som finns i ett datamaterial för vidare analys och tolkning. En fördel med att använda index är att dessa oftast ger en avsevärt lägre variation än direkta mått. För båda typerna av index gäller dock att de endast återger en del av den potentiella informationen i ett prov, och den biologiska och ekologiska betydelsen av ett indexvärde är ofta oklar. Olika index bör därför användas med försiktighet och tillsammans med andra analysparametrar. En internationell översikt av olika index ges i Rosenberg & Resh (1993) och en kortare översikt ges i bakgrundsdokumentet till Bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 1999b). Observera att bedömning av miljö kvalitet enligt bedömningsgrunderna görs med en standardiserad taxonomisk lista (för närvarande 517 taxa).

Kostnadsuppskattning

Tidsåtgången för att ta fem prover med Ekman-hämtare, inklusive sållning av proverna, uppskattas till 1 timme. Sortering av fem prover uppskattas till 3-5 timmar, och artbestämning och räkning av fem prover uppskattas också till 3-5 timmar. Prover från eutrofa och humösa vatten kan ta avsevärt längre tid att sortera.

Till detta skall läggas kostnader för provtagningsutrustning, transport och utvärdering. Samordningsvinster för fältprovtagningar kan göras om undersökningstypen samordnas med annan provtagning i sjön.

Kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Håkan Marklund

Miljöövervakningsenheten

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tel: 08-698 14 06

E-post: hakan.marklund@naturvardsverket.se (policyfrågor).

Experter och institution som kan kontaktas för ytterligare upplysningar:

Willem Goedkoop

Richard Johnson

Lars Eriksson

Institutionen för miljöanalys

SLU

Box 7050

750 07 Uppsala

Tel: 018-67 10 00 (vx)

E-post: ma@slu.se

Referenser

Metodreferenslista

1. **SS 028190** Vattenundersökningar - Provtagning med Ekmanhämtare av bottenfauna på mjukbottnar. – Stockholm : SIS, 1986. (Svensk standard ; SS 028190)
2. **SS-EN 25814** Vattenundersökningar - Bestämning av halten löst syre : elektrokemisk metod. - Stockholm, SIS, 1993 (Svensk standard ; 1993. (SS-EN 25814)
3. **SS-EN 25813** Vattenundersökningar - Bestämning av halten löst syre : jodometrisk metod. - Stockholm : SIS, 1993 (Svensk standard ; SS-EN 25813)
4. **SS-EN-ISO 11905-1** Vattenundersökningar - Bestämning av koncentration av nitrogenföreningar i vatten : oxidation med peroxodisulfat. - Stockholm : SIS, 1976. (Svensk standard ; SIS 028131). *Ersatt av:* Vattenundersökningar - Bestämning av nitrogen : del 1 : oxidativ uppslutning med peroxodisulfat (ISO 11905-1:1997). - Stockholm : SIS, 1998 (Svensk standard ; SS-EN-ISO 11905-1)
5. **SS-EN 27888** Vattenundersökningar - Bestämning av konduktivitet (ISO 7888:1985). - Stockholm : SIS, 1994. (Svensk standard ; SS-EN 27888)
6. **SS 028122** Vattenundersökningar - Bestämning av pH-värde hos vatten. - Stockholm : SIS, 1979 (Svensk standard ; SS 028122)
7. **SS-EN 1189** Vattenundersökningar - Bestämning av totalfosforhalt i vatten : uppslutning med peroxodisulfat. - Stockholm : SIS, 1984. (Svensk standard ; SS 028127). *Ersatt av:* Vattenundersökningar - Bestämning av fosfor i vatten : spektrofotometrisk metod med ammoniummolybdat. - Stockholm : SIS, 1997 (Svensk standard ; SS-EN 1189)

Rekommenderad litteratur

8. Institutionen för miljöanalys, SLU. 1998. Provtagning i sjö – en instruktionsvideo.
9. Johnson, R.K., Wiederholm, T. & Eriksson, L.: 1990. The influence of season on the classification and ordination of nutrient-poor, oligo-mesohumic Swedish lakes using environmental data. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 646-652.
10. Naturvårdsverket 1999a
Bedömningsgrunder för miljö kvalitet : sjöar och vattendrag. – Stockholm : Naturvårdsverket (Rapport / Naturvårdsverket ; 4913)
11. Naturvårdsverket 1999b
Bedömningsgrunder för miljö kvalitet : sjöar och vattendrag : bakgrundsrapport 2 : biologiska parametrar. – Stockholm : Naturvårdsverket (Rapport / Naturvårdsverket ; 4921)
12. Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. (eds.) (1993). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.* – New York : Chapman & Hall, 488 s.
13. Statens naturvårdsverk 1986
Recipientkontroll vatten metodbeskrivningar : Del 1 : Undersökningsmetoder för basprogram. – Solna : Statens naturvårdsverk (Rapport / Naturvårdsverket ; 3108)

Version 1:1 : 2003-05-09

14. Stewart-Oaten, A., Murdoch, W.W. & Parker, K.R: (1986). Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time? Ecology 67:929-940.
15. Wiederholm, T., Svensson, B. & Cederwall, H. 1985
Bottenfauna. *ur*: Recipientkontroll vatten : metodunderlag. – Solna : Statens naturvårdsverk (Rapport / Naturvårdsverket ; 3075) Avsnitt 6

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:1, 2003-05-09

Ersatt

Bilaga 1. Undersökning av bottenfauna – utrustningslista***Lista över fältutrustning***

Båt med ankare
Karta och sjökort
Fältprotokoll
Anteckningsmaterial
Flytvästar
Syftkompass för bäringar, alternativt DGPS-utrustning
Ekmanhämtare med graderad lina
Lod (för hämtare med manuell utlösning)
Trubbig kniv eller sked
Pincett
Uppsamlingskärl (ex. 10-15 l hinkar med lock)
Såll (0,5 mm maskvidd)
Sprutflaska
Balja (som rymmer sållet)
Förvaringskärl med lock (0,5 eller 1 liter)
Extra hinkar (för tvättvatten, vid sållning i strandkanten)
Konserveringsmedel (96 % etanol)
Etiketter och journal
Desinfektionsutrustning
Stor plasthink och teknisk sprit (för sterilisering av utrustning)
Vattenkikare

Lista över lab. utrustning

Sorteringsvanna
Litet såll (maskvidd lämpligen 250 µm)
Pincetter, mjuka
Sprutflaska
Petriskålar
Förstoringsglas med lampa
Mikroskop
Stereomikroskop med upp till 50 (- 80) x förstoring
Stereomikroskop med upp till 500 x förstoring
Förvaringskärl (preparatrör eller glasburkar med lock)
Konserveringsmedel (70 % etanol)
Analysvåg, som medger vägning med ett största fel $\pm 0,1$ mg
Etiketter och protokoll

Bilaga 2. Fältprotokoll till bottenfaunaundersökningar i sjöars sublitoral och profundal (SS 028190)

Generella uppgifter

Provtagningsdatum:	Sjönamn
Provtagare:	Sjönummer:
	Provtagningsdjup (m):
Länsbeteckning	X koordinat:
Kommun:	Y koordinat:

Lägesbeskrivning och eventuella kommentarer: _____

Sedimentstruktur (kryssa för alternativ)

Dy	
Gyttja	
Lerig	
Sandig	

Kommentarer: _____

Sedimentfärg (kryssa för alternativ)

ljusgrå	
blyertsgrå	
svart	
brun (humusfärg)	

Kommentarer: _____

Sedimentets lukt (kryssa för alternativ)

luktfri	
svavelväte (ruttna ägg)	
olja	

Kommentarer: _____

Förekomst i sedimentprovet av (0 = förekommer inte, 1 = sparsam förekomst, 2 = riklig förekomst)

vegetation/växtdelar	
makroskopiska klotformiga kolonier av cyanobakterier (ex. sjöplommon, sjöhjortron)	
oljedroppar	
flis/spån	
blålera	
kalkpartiklar	
myrmalm	

Underskrift provtagare: _____