

Programområde:

Sötvatten

Undersökningstyp:

**Bottenfauna i sjöars
profundal och sublitoral**

Bakgrund 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 de nationella miljömålen *Levande sjöar och vattendrag*, *Ingen övergödning* och *Biologisk mångfald* samt Europeiska miljömålen, t.ex. EU:s Ramdirektiv för vatten och Habitattdirektiv (Natura 2000).

Samordning

För tolkning av bottenfaunadata är fysikalisk-kemiska data särskilt viktiga (t.ex. bottensubstrat, temperatur, koncentrationer av närsalterna kväve och fosfor, pH och alkalinitet). Uppgifter om lokalen fås enligt undersökningstypen "Lokalbeskrivning".

Strategi

Med bottenfauna avses här den makroskopiska fauna som kvarhålls i ett såll med maskstorleken 0,5 mm (Naturvårdsverket, 2007; SS-EN 27 828). Användande av en Ekman hämtare för provtagning av profundal och sublitoral bottenfauna är en Svensk standard, SS 028190 (se även den reviderade ISO/TC147/SC5), och bör därför användas om resultatet ska ingå i EU-rapportering.

Bottenfaunans artsammansättning och individtäthet uppvisar stora variationer under året p.g.a. djurens normala livscyklar. Vid provtagningar för att upprätta tidsserier bör man minimera denna variation för att få så precisa mätvärden som möjligt att använda 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

*Handledning för miljöövervakning
Undersökningstyp*

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 antal 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 det, beroende på syftet med undersökningen, vara lämpligt med en annan lokalisering av provytor än den här beskrivna. 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 arkiv 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 sållning 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 sållningsrester kan sorteringen underlättas genom infärgning av djuren med Rose Bengal® och/eller användande 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 rekommenderas den handledning i Dataanalys och hypotesprövning för statistik användare, som finns under miljöövervakning på Naturvårdsverkets webbplats (<http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Miljoovervakning/Handledning-for-miljoovervakning/Utformning-av-program-och-statistik/>).

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.

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	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	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 (Påträffade arter eller andra taxa)	Antal i prov	Såll, maskvidd 0,5 mm	/prov				
		Biomassa i prov, Våtvikt		g				

Område	Företeelse	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagnings- eller observationsmetodik	Referens till analysmetod
	Bottensubstrat	Färg		Ljusgrå, Blyertsgrå, Svart, Brun (<i>humusfärg</i>)				
		Sedimentlukt		Ingen lukt, Svavelväte, Olja (<i>d.v.s. Petroleum-kolväten</i>)				
	Substrattyp Dy Gyttja Lera Sand	Förekomst (<i>i prov</i>)		Klassat (ja/nej)				
	Växtdelar Cyanobakterie-kolonier (<i>Cyanobakteriekulor</i>) Oljedroppar Spånor Blålera Kalkpartiklar Myrmalm	Förekomstgrad (<i>i prov</i>) (0–2)		Klassat 0=Förekommer inte; 1=Sparsam förekomst; 2=Riklig förekomst)				
	Sjö eller del av sjö	Vatten	Provtagnings-djup från ytan		m			
Temperatur				°C				
pH								
Konduktivitet				mS/m				
totP-halt				mg/l				
totN-halt				mg/l				
O2-halt på olika Provtagnings-djup från ytan				mg/l				
Samt ev. vattenkemiska data eller andra uppgifter enligt undersökningstypen ”Lokalbeskrivning”								

Frekvens och tidpunkter

Provtagningsfrekvensen är beroende av undersökningens mål. 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 ska 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 bottenfaunasamhällen varierar med omgivningsfaktorer (Johnson, Wiederholm, Eriksson 1990). Andra

Handledning för miljöövervakning

Undersökningstyp

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/provtagningsmetodik

En detaljerad beskrivning av provtagningsmetodik 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.

Fältprotokoll

Fältprotokoll med angivande av nedanstående information ska upprättas:

- Sjöns namn och koordinater
- Definition av provtagningens 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

Fältprotokollet med tillhörande information utformas i enlighet med undersökningstyp "Lokalbeskrivning". Provtagning av bottenfauna bör även kompletteras med vattenkemisk undersökning (enligt undersökningstypen "Vattenkemi i sjöar")..

Kvalitetssäkring

De moment som främst inverkar på resultatens kvalitet är provtagning och artbestämning. För provtagningsdelen finns ännu inga rutiner för kvalitetssäkring, men personal som utför provtagning bör ha utbildning i att genomföra sparkprovtagningar och dessutom vana att hantera provtagningsutrustningen. Artbestämning bör utföras av personal som är grundligt utbildad. Det är önskvärt att laboratorier som utför provtagning och artanalyser är ackrediterade och regelbundet deltar i någon form av interkalibrering.

Auktorsbeteckning ska anges vid artbestämningar. Eventuella felaktigheter kan bero av bestämmingslitteraturen och det rekommenderas därför att rapporterade data åtföljs av

*Handledning för miljöövervakning
Undersökningstyp*

uppgifter om vilken bestämningslitteratur 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.

Databehandling, datavärd

Data överförs på överenskommet sätt till datavärden.

En förteckning över datavärden finns att hitta på Naturvårdsverkets webbplats under adressen <http://www.naturvardsverket.se/tillstandet-i-miljon/miljoovervakning/miljoovervakningsdata/>

Vid oklarheter kan datavärdsansvarig på naturvårdsverket kontaktas:
datavardsansvarig@naturvardsverket.se

Rapportering, utvärdering

Resultat från ett övervakningsprogram bör sammanställas och utvärderas med jämna mellanrum. En årlig datasammanställning bör finnas tillgänglig för olika användare. Grunddata till dessa sammanställningar, med artistor upprättade i systematisk ordning och med antal individer (och ev. biomassa) per taxon angivet för varje enskilt prov, bör finnas tillgängliga i digital form.

En utvärdering och presentation av provtagningsresultat ska innehålla en lista över förekommande arter samt medelvärden och spridningsmått för antal individer och, i förekommande fall, biomassa per prov av ingående taxa. Vid utvärdering av resultaten utgör alltid ett jämförande moment en viktig del, och det ska det ingå jämförelse med åtminstone någon typ av referensundersökning. Redan då ett övervakningsprogram planeras och påbörjas bör det vara klart vilka jämförelser som ska göras, och fr.a. vilka referenser som ska 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", jf. 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.

Diversitets- och biologiska index används ofta för att kondensera den information som finns i ett datamaterial för vidare analys och tolkning. En internationell översikt av olika index ges i Johnson *et al.* (1993). En fördel med att använda index är att dessa oftast ger en avsevärt mindre 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.

Resultaten utvärderas enligt Naturvårdsverkets senaste utgåva av Bedömningsgrunder för miljökvallitet. Sjöar och vattendrag, för närvarande 2007:4, bilaga A, och redovisas i

tabellform eller text. De kan också åskådliggöras i form av en färgkarta över tillståndet i ett sjö eller i ett större område.

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

Författare och övriga kontaktpersoner

Kontaktpersoner

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

Expert och kontakt för undersökningstypen:

Richard K. Johnson
Institutionen för vatten och miljö
SLU
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel: 018 - 67 31 27
E-post: richard.johnson@vatten.slu.se

Willem Goedkoop
Institutionen för vatten och miljö
SLU
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel: 018 - 67 31 12
E-post: willem.goedkoop@vatten.slu.se

Lars Eriksson
Institutionen för vatten och miljö
SLU
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel: 018 - 67 31 37
E-post: lars.erikson@vatten.slu.se

Referenser

1. Johnson R.K. & Goedkoop W. (2007) Bedömningsgrunder för bottenfauna i sjöar och vattendrag – Användarmanual och bakgrundsdokument. Department of Environmental Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences, Report 2007:4, 84 p.
2. 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.
3. Johnson R.K., Wiederholm T. & Rosenberg D.M. (1993) Freshwater biomonitoring using individuals organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater Biomonitoring and Benthic Invertebrates*. pp. 40–158, Chapman and Hall.
4. ISO/TC 147 / SC 5, N 0638, Water quality - Guidance on the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in fresh waters. ISO Committee Draft, ISO/CD 10870, 2009-02-04.
5. 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. Handbok / Naturvårdsverket 2007:4. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Nedremeny/Webbokhandeln/ISBN/0100/978-91-620-0147-6/>
6. SS 28190 (1986) Vattenundersökningar - Provtagning med Ekmanhämtare av bottenfauna på mjukbotten
7. SS-EN 27828. Vattenundersökningar – Metoder för biologisk provtagning – Riktlinjer för provtagning av bottenfauna med handhåv (ISO 7828: 1985).
8. SS-EN ISO 5667-1:2007 Vattenundersökningar - Provtagning - Del 1: Vägledning om provtagningsteknik och utformning av provtagningsprogram (ISO 5667-1:2006)
9. SS-EN ISO 8689-1 (2000) Vattenundersökningar - Biologisk klassificering av rinnande vatten - Del 1: Vägledning vid tolkning av biologiska kvalitetsdata från undersökningar av bottenfauna (ISO 8689-1:2000)
10. SS-EN ISO 8689-2 (2000) Vattenundersökningar - Biologisk klassificering av rinnande vatten - Del 2: Vägledning vid presentation av biologiska kvalitetsdata från undersökningar av bottenfauna (ISO 8689-2:2000)
11. Stevenson R.J., Bailey R.C., Harrass M.C., Hawkins C.P., Alba-Tercedor J., Couch C., Dyer S., Fulk F.A., Harrington J.M., Hunsaker C.T. & R.K. Johnson. (2004) "Designing data collection for ecological assessments", In: *Ecological Assessment of Aquatic*

*Handledning för miljöövervakning
Undersökningstyp*

Version 2:0, 2010-03-01

Resources: Linking science to decision making (Eds M.T. Barbour, S.B. Norton, H.R. Preston and K.W. Thornton), pp 55–84, SETAC, Pensacola, Florida, USA.

12. Stevenson R.J., Bailey R.C., Harrass M.C., Hawkins C.P., Alba-Tercedor J., Couch C., Dyer S., Fulk F.A., Harrington J.M., Hunsaker C.T. & Johnson R.K. (2004) “Interpreting results of ecological assessments” In: Ecological Assessment of Aquatic Resources: Linking science to decision making (Eds M.T. Barbour, S.B. Norton, H.R. Preston and K.W. Thornton), pp 85–111,. SETAC, Pensacola, Florida, USA.
13. Stewart-Oaten A., Murdoch W.W. & Parker K.R. (1986) Environmental impact assessment: “pseudoreplication“ in time? Ecology, 67: 929–940.

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:1, 2003-05-09

Version 2:0, 2010-03-01

Bilaga 1. Undersökning av bottenfauna – utrustningslista

Listan 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

(Om vattenkemisk provtagning ska ske i direkt anslutning till undersökningen av bottenfauna krävs även utrustning för sådan provtagning).

Listan över laboratorieutrustning

Sorteringsvanna
Litet såll (maskvidd lämpligen 250 µm)
Pincetter, mjuka
Sprutflaska
Petriskålar
Förstoringsglas med lampa
Mikroskop
Stereomikroskop med upp till 50 (- 80) × förstoring
Stereomikroskop med upp till 500 × 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