

Programområde:

**Hälsa och urban miljö**

Undersökningstyp:

**Screening**

### Strategi

Ett program för miljöövervakning får aldrig bli helt statistiskt. Inför beslut om förändringar i programmen kan man vara tvungen att komplettera befintlig information med begränsade utredningar som kan vara både av teoretisk och praktisk natur. Det engelska ordet screening har kommit att användas för denna typ av insatser, men de skulle likaväl kunna benämnas förstudier. Det japanska programmet "Chemicals in the environment" är ett exempel på denna typ av förstudier där man gjort en lista på drygt tusen kemikalier för vilka förekomsten i miljön var dåligt känd vid programmets start i slutet av 1970-talet. Man har idag hunnit igenom drygt hälften av denna lista och skaffat ett utmärkt underlag för bedömning av övervakningsbehovet för de undersökta ämnena. I vissa fall har man beslutat om årliga analyser av vissa matriser, i andra fall har det visat sig helt överflödigt att fortsätta studera ämnet ifråga.

Man kan också tänka sig att göra förstudier avseende en viss biologisk effekt. Arbetet med att utveckla metoder för att studera en biologisk endpoint är dock oftast betydligt mer resurskrävande att ta fram en kemisk analysmetod för ett bestämt ämne. I det följande beskrivs både kemiska och biologiska förstudier.

Ett screeningsprogram kan följaktligen vara uppbyggt enligt många olika principer. Man kan välja att antingen studera halter, olika typer av summaparametrar eller effekter. Man kan passivt iakttä eller aktivt leta.

En möjlighet är att göra breda undersökningar av organiska miljögifter i representativa områden. I detta fall skall så många grupper som möjligt täckas in. Syftet med detta är att få en uppfattning om den totala föroreningsituationen i området.

Andra möjligheter är att bredare studera någon grupp av ämnen i taget. Litteraturen inom området måste följas aktivt för att denna vägen få ytterligare information.

Det kan finnas anledning att välja en eller flera olika principer vid olika tillfällen. Vilka ämnen som väljs bestäms förslagsvis år från år enligt en i förväg uppgjord plan. Syftet med denna undersökningstyp är att diskutera för- och nackdelar med respektive försöksuppläggning.

## Målsättning

Ett screeningsprogram skall ge svar på om ämnet förekommer i fjärrecipienten (persistent), samt om det förekommer i biota (biotillgängligt, bioackumulerbart) resp i höga halter i näringsvävens topp (biomagnificerbart). Inom miljöövervakningens olika delprogram kommer prover att tas från olika matriser och geografiska platser som kan utnyttjas vid genomförandet av screeningsstudierna. Screeningsprogrammet skall i första hand omfatta ämnen, där analysmetoder redan finns utvecklade.

Beroende på utfallet av screeningsundersökningen kan man bättre bedöma om det finns ett potentiellt problem. Detta kan resultera i att ytterligare undersökningar krävs i form av pilotstudier, som är mer omfattande än screeningsundersökningen, för att ta fram beslutsunderlag för vidare åtgärder och aktiviteter, bl.a. om ämnet skall föras in i miljöövervakningsprogrammet.

### **Kemikalieorienterad screening**

Syftet med den kemikalieorienterade screeningen är att skaffa sig kunskap om förekomsten av specifika kemikalier/kemikaliegrupper i miljön. Screeningsundersökningar inriktas på ämnen som uppfyller ett eller flera av följande kriterier

- sannolikheten är stor för att ämnet förekommer i miljön på grund av stor användning eller kända utsläpp
- ämnet har hög miljöfarlighet
- ämnet är persistent (långlivat)
- ämnet ingår i nationella eller internationella överenskommelser om riskreduktioner eller har mycket hög prioritet i det internationella arbetet

Vid screening av en kemikalie kan det vara lämpligt att provtagning inledningsvis, om möjligt, utförs i en gradient från någon känd utsläppskälla. Parallellt bör även prov från referensområden analyseras. Valet av matris styrs av frågeställningen från fall till fall. För screening av bioackumulerbara och persistenta ämnen provtas lämpligen arter högt upp i näringsväven. Tonvikten i den kemikalieorienterade screeningen läggs på geografisk utbredning, näringsvävsutbredning och haltnivåer.

På basis av resultaten från screeningsundersökningen kan man sedan avgöra huruvida vidare undersökningar behöver göras i form av pilotstudier (se avsnittet "Pilotstudier").

### **Effektorienterad screening**

Syftet med den effektorienterade screeningen är att upptäcka skador i miljön på ett så tidigt stadium som möjligt för att kunna undvika att skadan förvärras. Denna typ av screening utgår ifrån att man studerar naturligt förekommande arter av växter och djur, med avsikten att vara speciellt uppmärksam på avvikande artsammansättning eller sjukdoms- och skadebild. I de fall sådana avvikelser påvisas kan det bli aktuellt att initiera ett analytiskt-kemiskt analysarbete för att undersöka om skadan orsakats av något känt eller hittills okänt miljögift, vilket i sig utgör ytterligare en variant av screening.

## Bakgrund

De flesta okända miljöhot utgörs troligen av en stor mängd kombinationer av kända hot. I regel ger sig hoten endast tillkänna via effekter. Att söka okända miljöhot kan ske passivt genom att t.ex. skärpa iakttagelseförmågan, eller aktivt genom särskilda undersökningar inom områden där man befärdar att okända miljöhot kan ge allvarliga störningar. Tidig varseblivning av nyansskillnader och extremvärden i ekosystemet är synnerligen viktigt. Förutsättningar för detta är djup kunskap och lång erfarenhet. Okända miljöhot kan t.ex. dölja sig i form av ackumulering, subletala effekter, stress av olika slag m.m. Tidsfaktorn intar här en särställning. Miljöhotets rumsliga och tidsmässiga omfattning måste kunna bedömas så snabbt som möjligt, även om priset i vissa fall är att ge avkall på viss noggrannhet.

### **"Okända miljöhot"**

Dagligen syntetiseras ett flertal nya kemiska ämnen, om vilka vi till största delen inte har någon kunskap alls. OM dessa ämnen kommer ut i miljön (och det händer!), transporteras de omkring i biosfären via luft, vatten och näringskedjor. Ämnena genomgår sådana synergistiska och/eller antagonistiska processer, så att när de hamnar i "vår" miljö är de oftast totalt oigenkännliga, även om vi hade vetat hur de såg ut ursprungligen. Enda möjligheten att skaffa sig någon uppfattning om ämnen av det slaget är via studier av effekternas karaktär. Genom att följa "spårens kan man förhoppningsvis i första hand dra slutsatser om vilken typ av miljöstörning man har att göra med (miljögift, strålning, markanvändning m.m.), för att efter hand mera i detalj ringa in störningen.

### **Hur börjar man leta?**

Principiellt torde man kunna agera på två sätt, nämligen genom passiv eller aktiv övervakning.

I den passiva övervakningen iakttar man miljön med skärpt iakttagelseförmåga. Att lära sig se nyansskillnader i miljön är här av stor betydelse. Vi upptäckte ju t.ex. inte skogsskadorna Sverige förrän vi hade varit i Tyskland och lärt oss hur de ser ut, trots att skadorna hela tiden funnits här. Extremvärden måste ägnas betydligt större uppmärksamhet än i hittills. Medelvärden är sällan tecken på något anmärkningsvärt, medan däremot avvikelserna kan vara nog så intressanta. Extremvärden i det absoluta begynnelsestadiet uppträder gärna som någon enstaka avvikelse från "normalkurvan", och riskerar ofta att utan närmare eftertanke bli betraktade som artefakter, och rensas bort. Men dessa extremer kanske är det första tecknet på att en "normal-situation" håller på att brytas upp, eller m.a.o. att den process man undersöker, övervakar, etc., är störd av någon okänd faktor.

Aktiv övervakning arbetar med hjälp av speciella undersökningar som riktas mot områden där man har särskild anledning tro att okända miljöhot kan ge allvarliga störningar. Ibland måste man skärpa uppmärksamheten, och "zooma" in på sådana processer som dels reagerar tidigt för störningar, dels är av fundamental och livsviktig betydelse. Vi vet t.ex. att reproduktionsprocessen hos växter och djur ofta svarar tidigt miljöstörningar, men vi bör också medvetet beakta de för allt helt avgörande processerna fotosyntes, reproduktion och nedbrytning.

### **Kompetens och metodik**

Den bästa "iakttagelseförmågan" finns ofta hos dem som har djup kunskap i, och lång erfarenhet av de system det gäller. Många gånger är det fråga om vetenskapligt skolade personer av olika slag, men ofta finner man lika bra och kanske t.o.m. bättre iakttagelseförmåga hos människor som lever och bor i eller nära naturen. Förmågan att registrera nyansskillnader är hos dessa

*Handbok för miljöövervakning  
Undersökningstyp*

personer i regel mycket välutvecklad. Detta hänger sannolikt samman med att man genom sitt sätt att leva är tvungen att ge akt på förändringar i naturen. Ju mindre komplicerad naturen (bakgrunden) är desto större och tydligare blir "effektens" kontrastverkan.

### **Var ska man hitta de okända miljöhoten, och vilka metoder är användbara ? Några exempel.**

#### Akkumulering

Vi vet att organiska miljögifter ackumuleras i biomassan. Regelbundet återkommande biotester av biomassan (särskilt i vattenmiljö) skulle kunna ha funktionen av "framskjuten utsiktspost". Här åsyftas alltså inte tester med avseende på något särskilt miljögift.

#### Subletala effekter.

En typ av okända miljöhot utgörs av de subletala effekter som kan åstadkommas av kända och/eller okända miljöhot, dvs. effekter som inte ger sig tillkänna direkt, utan verkar långsiktigt och i små doser. Därigenom kan de åstadkomma mera vittomfattande ekologiska konsekvenser, vilka man har svårt att upptäcka innan s.a.s. "bägaren rinner över". Så kallade lågdosmedel kan kanske vara exempel i dessa sammanhang, d.v.s. kemiska bekämpningsmedel med extremt hög effektivitet och kort nedbrytningstid. Det är i regel nästan omöjligt att spåra substansen som sådan, eftersom dess mål i regel är kemiska substanser i nervernas synapser, och medlet ifråga bryts ned snabbt. Däremot är det möjligt att på olika sätt registrera dess kvardröjande effekter i ekosystemet. Och vem skulle kunna göra det? Ofta är de första tecknen beteendestörningar, och det är naturligtvis den som vet hur djurets normala beteende ser ut, som kan registrera detta. Eller om man vill tala i vetenskapliga termer; en etologs tolkning av ett etagram.

Subletala effekter kan även åstadkommas genom att organismer ständigt utsätts för små doser av miljöstörningar. Störningen behöver inte nödvändigtvis vara av kemisk karaktär, utan kan kanske vara någon typ av markanvändning, som på ett avgörande sätt ingriper i ekosystemet. Även om störningarna i sig är relativt harmlösa, men ändå karaktäriseras som irriterande, kan de åstadkomma en kontinuerlig stress för organismen, och i vissa fall då det gäller högre djur, särskilt för dess immunförsvar. Den allmänna konditionen blir allt sämre och motståndskraft mot angrepp av bakterier, virus etc. minskar tills plötsligt hela försvarsmekanismen faller ihop med katastrofal följd för individen, populationen eller ekosystemet. Så kallade "populationskrascher" är inte ovanliga i manipulerade ekosystem. I djurpopulationer kan tidiga stresssymptom ofta påvisas genom stört socialt beteende hos ranglåga individer eller genom hypertrofi i vissa organ. Följaktligen krävs undersökningar och övervakning av kombinerad ekologisk/etologisk/fysiologisk karaktär. Att människan är ett avancerat "däggdjur" ska man kanske inte glömma bort i sammanhanget.

#### Tidsfaktorn

Tidsfaktorn är i dessa sammanhang oerhört väsentlig. Det gäller att så snabbt som möjligt få grepp om det okända miljöhot man misstänker finns för att kunna göra en första riskbedömning. Är hotet av tillfällig eller permanent karaktär, är det rumsligt begränsat eller omfattande? Sådana uppgifter är av stor betydelse för hur det nyupptäckta miljöhotet skall hanteras i fortsättningen.

## Att tänka på

Det finns många olika matriser, och det kommer att vara många olika provtagare involverade. Proverna är få, och för att ett screeningsprogram skall kunna fungera krävs en väl fungerande kvalitetskontroll av såväl provtagning, provhantering, transport som analys.

Återfinns ämnet i miljön bör en pilotstudie utföras för att få en bild av spridningen och av problemen, innan beslut fattas om ämnet skall inkluderas i ett övervakningsprogram. Denna pilotstudie är mer omfattande än en screeningsstudie, för att ett korrekt beslutsunderlag skall fås för diskussion om vidare åtgärder och aktiviteter.

## Fördelar respektive nackdelar med olika uppläggning av en screeningsstudie

### **Studier av biologiska effekter**

Information om eventuella biologiska, biokemiska och genetiska effekter hos fraktioner från sediment, vattenprover eller biota ger i många fall viktig kompletterande information till de kemiska analyserna. Det är inte alltid säkert att den fraktion med högst halt organiska föreningar är den som har störst biokemisk/genetisk påverkan.

Den biokemiska/genetiska effekten mäts i ett screeningsyfte genom att extrakt från fraktioner sätts till t.ex. leverceller. Påverkan på celler, cellreceptorer och DNA registreras. Den samlade informationen från biologiska och kemiska studier avgör sedan vilka ämnen och/eller fraktioner som skall väljas för vidare pilotstudier.

Problemen här är att få tag i en metod som lämpar sig för screening. Metodutveckling pågår dock för att få fram bra och stabila tester.

### **Luftprovtagning**

Luftprovtagning är en möjlighet att mäta transport och nedfall av ämnen.

### **Mätning av förekomst av vissa ämnesgrupper**

I detta fall väljs ämnen för studier ut efter ett antal kriterier. Det kan t.ex. gälla föreningar som förekommer i hög volym, men där man inte vet någonting om spridningen i miljön (se senare i texten för urvalskriterier).

Fördelarna med detta förhållningssätt är att man söker efter en väl definierad ämnesgrupp. Det är mindre problem vad gäller val av analysmetod, även om man inte ska förringa problemen vad gäller anpassning av existerande metoder till att fungera för olika typer av provmatriser. Det går att beta av ett antal ämnesgrupper som inte utgör några problem för att sedan kunna koncentrera sig på de som förekommer i högre halter i miljön.

Nackdelen med detta angreppssätt är att man vet ingenting om vilka effekter som föreningarna har. Man vet heller inte om det är de föreningar som förekommer i högst halt som har störst effekt, eller får ett grepp om den totala miljösituationen.

### **Bredare analys av förekomst av ämnen i miljön**

En annan approach är att mäta så många föreningar som möjligt i de prover som tas. Det ger en betydligt bättre uppfattning om den totala miljösituationen. Halterna kanske är höga av föreningar som man inte alls förväntat sig att hitta i proven. Det kanske också är så att den totala föroreningsbelastningen i de områden som provtas är oväntat hög.

Nackdelen är att det kanske inte finns möjlighet att analysera så många prover som annars skulle vara fallet av rent ekonomiska orsaker. Det gör att kunskapen blir mycket lokal. Situationen i stora delar av landet får man mycket litet information om i sådana fall.

### **Leta "blint"**

Ytterligare en möjlighet är att ta prover på ett antal platser och sedan göra en förutsättningslös "totalanalys" av vad man hittar i provet. Fördelen är att man kan t.ex. hitta nya uppdykande miljöhot.

Nackdelen är att det är analysmässigt kostnadskrävande och svårgenomförbart.

### **Urvalskriterier för screeningsundersökningar av vissa ämnesgrupper**

Screeningsundersökningar inriktas på ämnen som uppfyller ett eller flera av följande kriterier. Alla dessa villkor behöver inte vara uppfyllda för att substansen skall vara en kandidat.

Följande kriterier är tänkbara:

- Sannolikheten skall vara stor att ämnet förekommer i miljön och att ämnet har sådana egenskaper att det finns risk för skador i miljön genom:

- \* särskilt stor användning
- \* kända utsläpp
- \* miljöfarlighet (toxicitet, bioackumulerbarhet)
- \* persistens

- Ämnet ingår i nationella eller internationella överenskommelser om riskreduktioner eller har mycket hög prioritet i det internationella arbetet

- Krav på goda tekniska/praktiska möjligheter för provtagning/analys

- Screening bör utföras i referensområden inom miljöövervakningen för att få en heltäckande bild.

Två delstudier har genomförts för att med dessa utgångspunkter prioritera ämnen för en screeningsaktivitet, dels *Riskutvärdering av de bekämpningsmedel som ingår i Sveriges internationella åtaganden*, Jenny Kreuger, SLU, december 1993, och *Identification of chemical substances for an extended monitoring procedure*, Håkan Björndal, Margareta Stacknerud, Naturvårdsverket (NV), juni 1993. Båda dokumenten finns tillgängliga på Miljöövervakningsenheten, NV. De ovan nämnda dokumenten med kemikalielistor bör användas som underlag vid val av ämnen för screeningsstudier, men även andra relevanta ämnen som inte ingår i dessa listor kan bli aktuella.

## Statistiska aspekter

Innan studierna dras igång skall det bestämmas med vilken säkerhet och känslighet bestämningarna ska utföras. Bestämningsgränsen för en metod är beroende på bakgrunds nivå och bakgrundsbruset.

Den minsta halt som med säkerhet går att detektera är bakgrunds nivå plus tre gånger standardavvikelsen. Det går dock inte att göra en säker bestämning förrän vid halter på bakgrunds nivå plus 10 gånger standardavvikelsen.

## Variabler och tidsperioder

De variabler som skall mätas är halter av respektive förening relaterat till vad de är mätt i eller uppmätt effekt relaterat till vad man mätt den på.

*ex. Kvicksilverhalt i muskel från gädda, (mg/kg)*

## Analysmetoder

Det är alltid viktigt att arbetet inleds med en litteraturstudie för att ta reda på vad som har gjorts.

### **Kemiska analysmetoder**

I den kemikalieorienterade screeningen kan det finnas behov av att anpassa befintliga kemiska analysmetoder för att kunna undersöka aktuell miljömatriks avseende den eller de kemikalier som avses. I vissa fall kan det vara aktuellt att analysera omvandlingsprodukter av kemikalierna.

### **Biologiska analysmetoder**

Även de biologiska metoderna kan behöva anpassas för studier av miljöprover. Många av dessa metoder är utvecklade för studier av de rena kemikalierna eller starkt förorenade utsläpp och för att kunna undersöka bakgrundshalter behöver ofta känsligheten ökas avsevärt. I många fall kan kombinationer av kemiska och biologiska metoder vara att föredra.

### **Plats/stationsval**

De matriser som kan vara aktuella att ta prover vid är

- Sediment
- Mark
- Vatten
- Fisk
- Växter
- Terrestra djur
- Människa
- Luft

Målsättningen skall vara att få med såväl olika typer av matriser, såväl som att få en uppfattning om den geografiska spridningen av det eventuella problemet.

**Provtagning, analysmetodik**

Hur provet skall tas till vara är beroende av vilken typ av prov det gäller. Det viktiga är att det sker på ett standardiserat sätt, och att åtgärder vidtas för att förhindra kontaminering.

**Bakgrundsinformation**

För att kunna tolka resultaten krävs information om var, när, hur, i vad provet är taget.

**Utvärdering**

Data bör redovisas i form av halter funna i olika matriser.

**Kvalitetssäkring**

Det är av stor vikt att säkerställa och upprätthålla god kvalitet. Det är viktigt att utveckla rutiner för kvalitetssäkring och kvalitetskontroll. Laboratoriet bör medverka regelbundet i internationella interkalibreringar eller test av "round-robin"-typ. Det bör dessutom finnas kontrollmaterial att tillgå. Kontrollmaterialet ska spegla den typmatris man analyserar på. Man kan således ha nytta av flera typer av kontrollmaterial inom sin undersökning. Det finns också vissa referensmaterial att köpa för att fylla samma funktion.

Det är viktigt att följa enhetliga metoder för analys. Ändringar bör föregås av väl definierade valideringar.

**Datalagring, datavärd**

Data från screeningsundersökningar skall lagras hos datavärd om sådan finns.

Datavärd inom det nationella programmet för tungmetaller och organiska ämnen i biologiskt material är Institutet för tillämpad miljöforskning, Stockholms universitet, laboratoriet för analytisk miljökemi.

Datavärd inom det nationella programmet för övriga kemiska och biologiska mätningar i sötvatten är Inst. för miljöanalys, Sveriges lantbruksuniversitet.

**Kostnadsuppskattning**

Kostnaden för studierna kan innefatta såväl utveckling av metoder som själva provtagningen och analysen för olika substanser. Den totala kostnaden är följaktligen beroende av vad som studeras.

Så långt som möjligt bör provtagning som görs inom andra program utnyttjas. Detta ger såväl en ekonomisk som kunskapsmässig vinst.