



NATURCENTRUM AB  
MILJÖÖVERVAKNING

MILJÖÖVERVAKNING AV  
EPIFYTISKA LAVAR OCH  
MOSSOR I BOKSKOG –  
FÖRSLAG TILL NYTT  
DELPROGRAM

2010-01-11

Miljöövervakning av epifytiska lavar och mossor i bokskog - förslag till nytt delprogram  
ISSN 1103-8209, Meddelande nr 2011:10  
Naturcentrum AB på uppdrag av Länsstyrelsen

Utgiven av:



**Naturcentrum AB, 2010**

Strandtorget 3, 444 30 Stenungsund

Tel. 0303-72 61 60

[ncab@naturcentrum.se](mailto:ncab@naturcentrum.se)

**Ansvarig handläggare**

Naturvårdsbiolog Örjan Fritz

Tel. 0761-47 68 77

[orjan.fritz@naturcentrum.se](mailto:orjan.fritz@naturcentrum.se)

**Övriga medverkande från Naturcentrum AB**

Andreas Malmqvist

Jonas Stenström

**Uppdragsgivare**

Länsstyrelsen i Kronobergs län

Kontaktperson Magnus Strindell

**Omslagsbild**

Bokhögstubbe, naturreservatet Frodeparken, Hallands län.

Foton i rapporten: Örjan Fritz

# Innehåll

<b>INNEHÅLL .....</b>	<b>3</b>
<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>4</b>
<b>UPPDRAG .....</b>	<b>5</b>
<b>GENOMFÖRANDE .....</b>	<b>6</b>
<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>11</b>
<b>EFFEKTIVISERAD HELOBJEKTSINVENTERING .....</b>	<b>11</b>
<b>LITTERATUR .....</b>	<b>16</b>
<b>BILAGA 1.....</b>	<b>19</b>
<b>BILAGA 2.....</b>	<b>20</b>

# Sammanfattning

I maj 2009 fick Naturcentrum uppdrag från Länsstyrelsen i Kronobergs län att ta fram förslag på nytt delprogram för övervakning av naturvårdsintressanta epifytiska lavar och mossor i bokskog. Efter initiala studier av litteratur, internet och kontakter med liknande övervakningsprojekt knöts kontakter via Länsstyrelsen i Kronobergs län med Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet, expert på design av miljöövervakningsmetoder. Samarbetet innefattade fältstudier (Naturcentrum) och datasimuleringar (Anders Bignert) för att svara på tre viktiga frågor: 1) Hur stor är effektiviteten i artfångst för olika s.k. förenklade metoder jämfört med helyteinventeringar? 2) Fångar någon av metoderna upp förändringar bättre än någon annan? 3) Hur stort stickprov behövs per län för att med viss sannolikhet notera dessa förändringar?

Under hösten har därför Naturcentrum inventerat fyra olika stora (1-4 ha) gamla bokskogar i Hallands län på naturvårdsintressanta arter. Dessa arter har i bestånden eftersökts på samtliga bokar med en större brösthöjdsdiameter än 20 cm. Dessutom har strukturdata som trädokrets och trädtyp angetts för varje studerad bok. Samtliga träd, med och utan förekomst av arter, koordinatsattes för att möjliggöra simuleringar i dator. Anders Bignert har därefter testat effektiviteten i artfångst för tre olika s.k. förenklade metoder jämfört med de utförda helyteinventeringarna: A) Transekter B) Cirkelprovytor och C) Slumpade träd. Resultaten av hittills utförda simuleringar (fråga 1 ovan) visade att många träd behövde inventeras i bestånden för att hitta minst 80% av arterna i minst 80% av fallen. Orsaken till det beror på bl.a. få fynddata och aggregerade artförekomster i bestånden. Ingen metod var effektivare än den andra, utan i stort sett jämförbara. Tidsmätningar av metoderna i fält har dock inte utförts.

Mot bakgrund av testerna och tidigare erfarenheter föreslår Naturcentrum preliminärt att delprogrammets metodval blir helytesinventering. Därigenom blir det möjligt att utvärdera artförekomster inte bara på större geografisk nivå utan även objektsvis, vilket skapar mervärden för t.ex. naturvården (ÅGP, Natura 2000, Vård- och Förvaltning i reservat). Viss samordning kan göras med Skogsstyrelsen. Viktigaste förändring jämfört med tidigare använd metod ("Hallands-metoden") är urvalet av objekt. Dessa objekt avses att slumpas fram från gemensam databas av nyckelbiotoper i skogsmark och värdekärnor inom skyddade områden. Beräkningar behöver göras hur många sådana objekt som behöver göras, men antalet kommer sannolikt hamna mellan 20 och 40 per län. Ett rullande omdrev av objekt kan göras vart femte eller vart tionde år beroende på ambitionsnivå.

Därutöver föreslås en rad förenklingar och effektiviseringar av metoden relativt "Hallands-metoden". På metodens basnivå inriktas datafångsten för arter enbart till förekomst/icke förekomst per träd (central målvariabel), inventerat trädurval begränsas till bokar  $\geq 20$  cm i brösthöjdsdiameter, enbart stående träd inventeras och en begränsad uppsättning naturvårdsintressanta arter (20 lavar, 6 mossor) används. Detta kan möjliggöra jämförelser mellan länen. Användare som har högre ambitionsnivå kan bortse från hela eller delar av restriktionerna. Metoden möjliggör också inventering av andra skogstyper än bokskog, men andra artlistor måste då tas fram för dessa och urvalet av objekt blir annorlunda.

# Uppdrag

Under våren 2009 gav Länsstyrelsen i Kronobergs län uppdrag åt Naturcentrum AB att under hösten göra en studie över hur en framtida miljöövervakning av naturvårdsintressanta epifytiska lavar och mossor i ädellövskog ska se ut. Med naturvårdsintressanta arter menas i princip rödlistade arter och indikatorarter.

Den 5 maj hölls ett möte i Växjö med deltagare från Kronobergs län och de angränsade länen Halland, Skåne och Blekinge samt Naturcentrum för att ytterligare ange inriktningen på uppdraget. Mötesresultatet och efterföljande mailväxlingar mellan länen och huvudförfattaren angav bland annat att bokskog skulle vara huvudspåret, även om metoden helst skulle vara tillämplig för andra typer av ädellövskogar.

Tonvikten på uppdraget skulle ligga på jämförelser i effektivitet och kostnad mellan helobjektsinventeringar och olika typer av förenklade inventeringar. Studien kunde vara helt teoretisk utgående från befintligt material, en kombination av teori och praktik eller utformat som en helt praktisk studie.

Studien skulle sammanfattas i en kortfattad rapport med tonvikt på resultat och slutsatser. En första version av rapporten mailades ut till berörda den 4 november.

Den 25 november hölls ett nytt avstämningsmöte i Växjö med anledning av de preliminära rapporterna från Naturcentrum och Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet. Länsrepresententerna kunde då lämna synpunkter på rapporterna och förslag till innehåll av delprogram. Denna rapport är uppdaterad efter detta möte och utgör den slutliga rapportversionen från Naturcentrum.

# Genomförande

## Delprogram för bokskogens arter

I Sverige finns större sammanhängande bokskogar bara i södra Götaland. Utbredningen av bokskog har tidigare dock varit betydligt mer omfattande, både längre norrut i landet och inom denna region. I Halland och västra Småland beräknas idag mindre än 10 % av bokskogsarealen återstå jämfört med utbredningen under 1600-talet (Fritz 2009). Arealminskningen av bokskog samt påverkan från luftföroreningar och skogsbruk har påverkat många av bokskogens arter negativt. Bok är det trädslag i sydligaste Sverige som har de flesta fynden av rödlistade lavar (Arup m.fl. 1997). Dessa arter är huvudsakligen knutna till gamla bokbestånd (Fritz 2009).

Många av de återstående bokskogsfragmenten är dock små och ligger isolerade som öar i ett granproduktionslandskap. De är därmed bland annat utsatta för betydande påverkan från omgivningarna. En riktad uppföljning av förekomsten av sex rödlistade bokskogslavar på 100 lokaler i södra Götaland under 2008, visade att fem av arterna hittades på färre lokaler och att nästan hälften av alla lokaler hade tappat en eller flera av de eftersökta arterna. Sedan den första studien gjordes 1987-94 beräknades 38 % av de besökta lokalerna ha förändrats i negativ riktning, och hälften av alla lokaler bedömdes bli mindre lämpliga för de rödlistade lavarna i framtiden. Tydliga kortsiktiga hot var avverkning, ökad grankonkurrens och att många av de idag lämpliga bokarna för rödlistade lavar är gamla och dör (Åkelius 2009).

Det utsatta läget för bokskogens många rödlistade arter gör det särskilt påkallat att följa utvecklingen, där epifytiska lavar och mossor kan utgöra betydelsefulla indikatorer. Den ringa arealen och de fåtaliga artförekomsterna gör det dock svårt att med gängse övervakning av skog fånga in denna skogstyp och dessa arter. Det kan därför anses motiverat att utveckla ett delprogram som särskilt följer utvecklingen av bokskogens hotade arter.

Syftet med delprogrammet är att ta fram en för sydlänen gemensam metodik för övervakning av kryptogamer i bokskog. Övervakningen förväntas ge resultat som kan utgöra underlag för de regionala miljömålen ”levande skogar” och ”Ett rikt växt- och djurliv”.

## Utgångspunkt ”Hallands-metoden”

I sin ansökan om medel från Naturvårdsverket för denna metodstudie angav Länsstyrelsen i Kronobergs län att ”den övervakningsmetod som idag används i Halland har visat sig fungera bra och kan tjäna som utgångspunkt för utveckling av en ändamålsenlig undersökningstyp anpassad för sydlänens ädellövskogstyper”. Denna indikatorartsövervakning av ädellövskog kallas framdeles i denna rapport för ”Hallands-metoden” och beskrivs kortfattat i Bilaga 1.

## Litteraturstudier och kontakter

Projektet inleddes med studier av litteratur och hemsidor på Internet gällande befintliga liknande metoder – se litteraturlistan. Beröringspunkter noterades t.ex. med NILS, Natura 2000 och Skogsstyrelsens övervakning av nyckelbiotoper. Kontakt togs därför med Tobias Ekendahl, Länsstyrelsen i Jämtlands län, om hur förslag till Natura 2000-övervakningen preliminärt kommer att se ut. Den planerade Natura 2000-övervakningen är inriktad på kvalitativa metoder (finns/finns inte) av t.ex. enskilda utpekade bevarandearter i skyddade områden. Denna typ av övervakning uppfattades som överlag för kvalitativ med få konkreta gemensamma överlapp med en tänkbar kombination av kvalitativ och kvantitativ övervakning av kryptogamer. Vissa möjligheter till samverkan kan dock bli möjliga om miljöövervakningsytorna blir aktuella inom Natura 2000-områden och/eller i naturreservat. Kontakt togs också med Sture Wijk på Skogsstyrelsen. Skogsstyrelsen bedriver övervakning av ett begränsat urval av bl.a. ädellövskogsobjekt i sydligaste Sverige. Strukturer registreras i transekter och artförekomster söks upp i objekten via fritt sök, som utförs av två personer. Skogsstyrelsens övervakningsmetod är den mest närliggande inventeringen till en övervakning av naturvårdsintressanta kryptogamer i bokskog, och det bör finnas möjligheter till samarbete bl.a. vid urval av objekt.

Efter dessa initiala studier av litteratur, Internet och kontakter med liknande övervakningsprojekt knöts kontakter via Länsstyrelsen i Kronobergs län med Anders Bignert, Naturhistoriska riksmuseet, expert på design av miljöövervakningsmetoder. Samarbetet omfattade fältstudier (Naturcentrum) och datasimuleringar (Anders Bignert) för att svara på tre viktiga frågor:

- 1) Hur stor är effektiviteten i artfångst för olika s.k. förenklade metoder jämfört med helyteinventeringar?
- 2) Fångar någon av metoderna upp förändringar, t.ex. antal träd med förekomster av naturvårdsintressanta arter, bättre än någon annan?
- 3) Hur stort stickprov behövs (per län) för att med viss sannolikhet upptäcka förändringar av en viss bestämd storlek (t.ex. 10%) med en viss sannolikhet (t.ex. 90%)?

## Fältinsamling av data

Upplägget på testerna gjordes enligt följande tillvägagångssätt. Naturcentrum gjorde helobjektsinventering av fyra olikstora nyckelbiotoper i bokskog i Hallands län. I samtliga dessa fyra objekt koordinatsattes samtliga bokar  $\geq 20$  cm i diameter med GPS (modell Garmin Oregon 300), trädometrets mättes, trädtyp noterades och eftersök gjordes av naturvårdsintressanta lavar och mossor runt om stammen på 0-2 m höjd.

## Tidsåtgång

Av Tabell 1 framgår tidsåtgång för helobjektsinventering av de fyra olika objekten i Hallands län hösten 2009. Intressant är att notera tidsåtgången för en ”normal” nyckelbiotop, som Torakärr, jämfört med topplokalen Spenshult, som har samma





**Figur 1. Boklågor inventerades inte. I allmänhet upplöses bokbark på döda bokar inom något år efter fallet. Andreas Malmqvist i naturreservatet Vallåsen, Hallands län.**

yta men fler träd och betydligt fler artförekomster. Tidsåtgången per ha och träd blev därför påtagligt större i Spenshult. Erfarenheter från Länsstyrelsen i Hallands miljöövervakningsmetod ("Hallands-metoden"), som inriktades på länets 35 bokskogstopobjekt för rödlistade lavar, visar att tidsåtgången där var i genomsnitt 3 timmar per ha (Fritz, opubl. data). De allra flesta toppobjekten var mellan 1 och 5 ha. Inkluderas tid för transport till och från startpunkten i objektet och (möjligen!) en kortvarig lunch så klarades de flesta objekt av på en lång heldag. Några objekt behövde två dagar och ett par extremobjekt 3-4 dagar. Detta under bästa fältsäsong med goda ljusförhållanden.

Årets fyra helobjektsinventeringar har tagit något längre tid i anspråk (Tabell 1). Till del beror det på positionsbestämningen med hjälp av GPS av varje träd, där manuella anteckningar gjorts. En handdatorapplikation kan genom en knapptryckning effektivisera det momentet avsevärt. I övrigt verkar positionsbestämningen ha utfallit väl trots slutet krontak. Noggrannheten har varierat från objekt till objekt liksom mellan ett par testade GPS-modeller, men felen verkar ha varit systematiska, så att förflyttningar till träd några meter t.ex. norrut har registrerats och ställts in snabbt av GPS (Garmin Oregon 300).

**Tabell 1. Inventerade boknyckelbiotoper i Hallands län hösten 2009. Alla bokar  $\geq 20$  cm i diameter inventerades i bestånden och koordinatsattes med GPS. Manuella anteckningar gjordes. \*Ca 80% av Vallåsen inventerades av två inventerare.**

Lokal	Areal	Träd	Inventerare	Effektiv fälttid	Tid/ha	Tid/träd
Torakärr	1,2	111	1	2,83 tim	2,35 tim	1,5 min
Spenshult	1,0	198	1	8,08 tim	6,74 tim	2,5 min
Frodeparken	2,7	402	1	10,92 tim	4,75 tim	1,6 min
Vallåsen*	4,2	602	2	15,17 tim	3,61 tim	1,5 min

Notera att Vallåsen till stora delar karterades av två inventerare. Å ena sidan innebär det en tidsbesparing eftersom en person kunde ta GPS-koordinater, anteckna data och hålla koll på inventerade träd medan den andre mätte trädomkrets, angav trädtyp och letade artförekomster. Å andra sidan inkluderades dessutom ytterligare ett moment; att testa om mosstäckning på stammarna enkelt och snabbt kunde registreras genom att mäta höjden av den sammanhängande mosstäckningen på varje stams söder- respektive nordsida räknat från marken och uppåt på stammen till två meters höjd. (Mosstäckning på stammarna kan vara intressant att mäta eftersom ökad beskuggning, kvävenedfall, nederbörd och humiditet kan gynna främst vissa triviala mossors utbredning på naturvårdsintressanta lavars bekostnad.) Därför kan tidsåtgång för Vallåsen i stor utsträckning jämföras med de övriga tre objekten.

Totalt påträffades 44 naturvårdsintressanta arter, fördelade på 31 lavar och 13 mossor. Antalet noterade naturvårdsintressanta arter i de fyra objekten varierade från 18 i Torakärr till 29 i Spenshult (Bilaga 2). (Samtliga dessa artfynd har matats in på Artportalen.)

Manuellt antecknade uppgifter i fält har därefter matats in i Excel-filer. Tiden för denna hantering har också antecknats och är inte obetydlig. Det tog ca 20 min att mata in uppgifterna från Torakärr, en timma för Spenshult, två timmar för Frodeparken och ca 2,5 timmar för Vallåsen. Totalt blir inmatningstiden en hel arbetsdag. Genom användning av en handdatorapplikation där uppgifterna knappas in på plats och sedan överförs till dator kan sådana moment rationaliseras bort och tiden för fältarbete och analyser utökas.



**Figur 2. Bokskogen i Frodeparken ter sig nästan naturskogsliknande med en mängd död ved, gamla bokar och luckföryngringar. Antal rödlistade lavar är högt.**

## Testade metoder

Resultaten från helobjektsinventeringarna avsågs utgöra referenser mot vilka olika ”förenklade” metoders effektivitet skulle testas. Med hjälp av litteratur och studier av pågående övervakning (se ovan) beslöts i samverkan med Anders Bignert att följande tre metoder skulle testas:

- 1) Transekter.
- 2) Cirkelprovytor.
- 3) Slumpade träd.

I stället för att utföra tidskrävande fältarbeten av dessa tre metoder inom de fyra inventerade helobjekten, har insamlade data matats in i Excel-filer och mailats till A. Bignert, som därefter gjort databearbetningar. Härigenom har tid sparats och en mängd olika varianter har kunnat köras i datasimuleringar.

Data för tidsåtgång av de tre metoderna ovan insamlades alltså inte under fälttesterna hösten 2009. För att få mått på tidsåtgång relativt helobjekt refereras här till andra relevanta studier där inventering av cirkelprovytor utförts:

I det blivande reservatet Biskopstorp i Halland utslumpades 115 cirkelprovytor med 20 m radie i områdets skogslandskap, oavsett befintlig skogstyp. Alla epifyter inventerades på alla trädsubstrat upp till 2 m höjd i samtliga cirkelprovytor under tre säsonger (Fritz 2004). För vanliga arter antecknades endast förekomst/icke förekomst inom ytan, medan varje förekomst av naturvårdsintressanta arter antecknades med frekvens angivet i klasser och substrat. Förberedande arbeten tog ca 1,5 vecka i anspråk. Längsta tiden gick till att fundera ut och tillämpa en lämplig utslumpningsprocedur, testa lämplig provytestorlek i fält och därefter att ta fram kartunderlag och fältblanketter. I genomsnitt tog lokalisering, inmätning och permanentmarkering av en provyta kring 20 min, medan ifyllandet av skogliga data tog lika lång tid. Sökning efter arter varierade från ca 15 min i artfattiga ytor (oftast granplanteringar) till 60 min i artrika ytor (t.ex. äldre bokskog). Väl på plats klarades en provyta av i genomsnitt på en timma. På en fältdag avklarades därför 4-6 provytor beroende på deras strukturella komplexitet, artrikedom samt avstånd från vägar. Som ett genomsnitt för en intensiv arbetsvecka, avklarades ca 20 sådana cirkelprovytor – utförda under gynnsamma väder- och ljusförhållanden. Den totala tiden för fältarbetet blev då ungefär sex effektiva veckor. Därtill kom ungefär lika lång tid för inmatning av data, kart- och textbearbetningar samt layout av rapport (Fritz 2004). Ytterligare en vecka gick till genomgång och artbestämning av insamlade kollektioner. Den totala tiden kan beräknas till drygt 3,5 månader heltid, effektiv tid.

Vid test av föreslagna uppföljningsmetodik för typiska arter av lavar och mossor i de sex sydliga lövskogshabitaten inom Natura 2000 användes bland annat cirkelprovytor (Malmqvist & Stenström 2005). Olika varianter av eftersökta arter testades. Mest relevant i detta sammanhang är ett test där de föreslagna typiska arterna ingick tillsammans med signalarter och rödlistade arter. I varje studerat objekt utplacerades 3-5 cirkelprovytor med radien 20 m. Eftersökta arter av lavar och mossor inventerades på samtliga levande träd större än 50 cm i brösthöjdsdiame-

ter. Därtill ingick två subjektivt valda träd i mindre storleksklasser. Frekvens i olika klasser angavs för alla arter medan varje studerat träd inmättes och trädslag, omkrets och beskuggning noterades. *Väl på plats* varierade tidsåtgången i de fyra undersökta objekten, representerande fyra olika habitat, från ca 25 till 35 minuter per cirkelprovvyta beroende på strukturell komplexitet och artinnehåll.

## Slutsatser av hittillsvarande tester

Hittillsvarande tester, svarande mot fråga 1 ovan, av olika metoder (Bignert, prel. rapport) har visat att en stor andel av träden (50-80%) behöver inventeras i ett bestånd för att hitta en majoritet (>80%) av noterade arter i 80% av de simulerade fallen i helobjektet. Samtidigt framgår att de tre testade "förenklade metoderna" (transekter, cirkelprovvytor, slumpade träd) är ungefär likvärdiga i effektivitet. Viktiga orsaker till utfallet är få trädförekomster av naturvårdsintressanta arterna och att dessa träd ofta är aggregerade inom objekten. Metoderna fångar helt enkelt inte in arterna vid slumpmässiga urval.

Förekomst och fördelning av arter i objektet avgör hur många provvytor som krävs i det enskilda fallet, men fördelning av arter i objekten är mycket olika. Därför går det inte i förväg att veta hur många provträd/provytor/transekter som krävs. Det innebär då i praktiken att man antingen måste ha väldigt många provvytor/provträd/transekter på samtliga objekt eller att man först måste göra en inventering för att kunna avgöra hur många provvytor som krävs. Båda dessa alternativ blir med säkerhet mer tidskrävande än helobjektsinventering.

De hittillsvarande preliminära resultaten indikerar således att förtjänsten med att använda "förenklade metoder" inte innebär några genvägar i datafångst jämfört med helobjektsinventeringar. Dessutom tar sannolikt utplacering av transekter och cirkelprovvytor, som också ska permanentmarkeras och uppletas vid återbesök, en betydande tid i anspråk och splittrar inventerarens fokus på den centrala målvariabeln; förekomster av naturvårdsintressanta arter.

De hittillsvarande testerna har varit ett första analyssteg. Ytterligare tester, svarande mot fråga 2 och 3, behövs för att klargöra viktiga frågeställningar i metodvalet.

## Effektiviserad helobjektsinventering

Som preliminärt metodval föreslås helobjektsinventeringar av en både effektiviserad och förenklad variant av "Hallands-metoden". Nedan summeras de viktigaste förändringarna, som gjorts i syfte att kunna generalisera resultaten på en regions (sydlänens) nyckelbiotoper och värdekärnor och maximera datafångsten av *de centrala målvariablerna, som är artförekomster och trädegenskaper*.

## Objektsurval

Istället för ett riktat urval av toppobjekt, som ”Hallands-metoden” *praktiserats* i Hallands län, föreslås ett slumpat urval av objekt som huvudsakligen håller nyckelbiotopklass. En liten andel, förslagsvis under 10 %, naturvärdesobjekt kan ingå i urvalet för att kunna spegla utvecklingen för framtidens nyckelbiotoper. Objekten slumpas från en idag föreställd sammanslagen databas innehållande såväl nyckelbiotoper (Skogsstyrelsen) som värdekärnor från skyddade områden (Naturvårdsverket & Länsstyrelserna). Det totala antalet objekt per län måste närmare utredas, och beror bland annat på hur materialet ser ut och hur stratifiering av objekten utförs. Som ett preliminärt riktvärde föreslås i genomsnitt minst 30 sådana objekt per län. Större och variationsrika bokskogslän kan behöva fler, mindre och homogena bokskogslän kan behöva färre. En viktig tänkbar stratifiering av objekten inom varje län kan vara efter biogeografisk region, dvs fördelning av objekt mellan nemoral respektive boreal region. En annan tänkbar stratifiering skulle kunna vara objektens belägenhet, antingen i förhållande till administrativa gränser (kommungräns) eller till officiella värdekärnetrakter. En tredje stratifiering kan ske efter objektens storlek så att alla storleksklasser blir representerade (eller så att vissa storleksklasser viktas). Ju fler stratifieringssteg som görs, desto fler objekt kan behöva inventeras. I ett inledande skede, innan stratifiering sker, är det därför viktigt att granska befintligt underlagsmaterial, hur det fördelar sig geografiskt och vilken kvalitet som de utförda naturtypsinventeringarna har inom naturskyddade områden.

I en långsiktig miljöövervakning finns det en risk för att man låser sig vid de objekt som slumpas fram en första gång. Det kan medföra en alltför statisk syn på processerna i skogslandskapet över tiden. För att kunna möta skogslandskapets dynamik kan man lägga in en rotering av objekt. När omdrev blir aktuellt kan en mindre andel (högst 20 %) av de först inventerade objekten läggas i malpåse och istället ersättas av nya framlumpade objekt. Detta förfarande bygger då på att dataunderlaget för värdekärnor och nyckelbiotoper är ett ”levande material” som kontinuerligt uppdateras.

## Objektstorlek

Alla arealstorlekar större än 0,5 ha beaktas i urvalet, men den totala inventerade ytan per objekt maximeras i basnivån av tidsskäl till totalt 5 ha, som dock kan fördelas till olika delobjekt inom objektet. Om större delen av eller hela det framlumpade objektet håller liknande naturvärdeklass, kan det på förhand delas upp i olika delar genom att använda naturliga beståndsavgränsningar som vägar och stenmurar (för att minska risken för tidskrävande artificiella provyteavgränsningar). Därefter kan förslagsvis högst tre delobjekt, omfattande totalt högst ca 5 ha, slumpas fram ur mängden av de på förhand uppdelade objektsdelarna.

## Positioner

Samtliga inventerade träd, med eller utan förekomst av naturvårdsintressanta arter, koordinatsätts. Detta kan enkelt ske genom en knapptryckning i handdatorapplikationen. Koordinatsatta träd med efterföljande GIS-analys möjliggör en rad nya möjligheter att tolka mönster av artutbredningar, t.ex. av kanteffekter i relation till omgivande landskapsstrukturer. Mervärden kan också skapas för andra parter

inom olika typer av naturskyddsarbeten (ÅGP, Natura 2000-uppföljning och Uppföljning av skyddad natur).

## Målvariabler: Arter

En central målvariabel föreslås bli förekomst/icke förekomst av enskilda **naturvårdsintressanta arter** per träd. För att kunna fokusera på denna målvariabel utgår tidigare obligatoriska mått för de enskilda arterna, som frekvens, vitalitet och fertilitet på stammarna. Dessa mått splittrar inventerarens eftersök, är delvis årstidsberoende och svåra att tolka i efterhand: Hur säker kan man vara på att en rapporterad **icke** fertil förekomst av t.ex. fällmossa i ett objekt verkligen överensstämmer med verkligheten? Speciellt intressanta noteringar kan ändå göras i ett särskilt kommentarsfält. Kvantitativa mått av enskilda arter kommer att framgå per objekt, dvs antal träd med förekomst eller uttryckt som frekvens (%) i beståndet. På liknande sätt kan antal naturvårdsintressanta träd (eller frekvensen i objektet) anges. Andra intressanta mått kan vara antalet påträffade arter per träd eller objekt uppdelat på lavar och mossor.

För basnivån föreslås ett begränsat urval av naturvårdsintressanta arter, dels för att möjliggöra jämförelser över ett större geografiskt område, dels för att snäva in sökbilder av arter till ett minimum för ökad effektivitet. En *preliminär* lista på 20 lavar och sex mossor föreslås som en utgångspunkt för fortsatt diskussion (Tabell 2). Urvalet baseras på de arter som anges som signalarter för värdefulla bokskogsmiljöer (s. 45, Nitare 2000). Alla arter i Tabell 2 anses ha medelgott-högt signalvärde där de förekommer i södra Sverige (Nitare 2000). Undantaget är gullockmossa, som bedömts ha bra signalvärde i bokskog trots att den anges ha lågt signalvärde i Skåne.

**Tabell 2. Förslag på naturvårdsintressanta lavar och mossor att inventera i basnivån.**

Lavar		Mossor	
Svenskt namn	Vetenskaplig namn	Svenskt namn	Vetenskapligt namn
Glansfläck	<i>Arthonia spadicea</i>	Fällmossa	<i>Antitrichia curtispindula</i>
Rosa lundlav	<i>Bacidia rosella</i>	Guldlockmossa	<i>Homalothecium sericeum</i>
Lönnlav	<i>Bacidia rubella</i>	Platt fjädermossa	<i>Neckera complanata</i>
Gulnål	<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Grov fjädermossa	<i>Neckera crispa</i>
Kornig gulnål	<i>Chaenotheca chlorella</i>	Bokfjädermossa	<i>Neckera pumila</i>
Almlav	<i>Gyalecta ulmi</i>	Trädporella	<i>Porella platyphylla</i>
Bokkantlav	<i>Lecanora glabrata</i>		
Traslav	<i>Leptogium lichenoides</i>		
Lunglav	<i>Lobaria pulmonaria</i>		
Barkkornlav	<i>Lopadium disciforme</i>		
Liten ädellav	<i>Megalania laureri</i>		
Stor knopplav	<i>Mycobilimbia pilularis</i>		
Bårdlav	<i>Nephroma parile</i>		
Mussellav	<i>Normandina pulchella</i>		
Stiftklotterlav	<i>Opegrapha vermicellifera</i>		
Korallblylav	<i>Parmeliella triptophylla</i>		
Grynig filtlav	<i>Peltigera collina</i>		
Bokvårtlav	<i>Pyrenula nitida</i>		
Liten blekspik	<i>Sclerophora peronella</i>		
Havstulpanlav	<i>Thelotrema lepadinum</i>		

## Målvariabler: Trädegenskaper

Viktiga målvariabler för strukturer förelås bli **trädgrovlek** och **trädtype**. Som proxy för trädgrovlek mäts trädometrets i brösthöjd, istället för ”Hallands-metodens”



**Figur 3. Äldre senvuxna och rötskadade bokar hyser ofta naturvårdsintressanta lavar och mossor. Här är atrikaste boken på Holkåsen, Biskopstorp i Halland, med 11 rödlistade lavar.**

angivelse av diameterklass. Omkretsen mäts genom måttband, ger ett direkt objektivt mått och är noggrannare än inplacering i diameterklass, samt kan utföras till samma arbetsinsats som klavning av träd. Av trädtyperna föreslås enbart stående träd ingå (normalträd, rötat träd, död högstubbe, levande högstubbe, senvuxet träd, torrträd), så att följaktligen lågor, vanligen med få arter och som snabbt är på väg ut samt komplicerar beräkning av artfrekvenser, utgår.

Vid inventering av de fyra bokskogarna i Halland under hösten 2009 inventerades enbart träd med en diameter om minst 20 cm (=63 cm i brösthöjdsdiameter), vilket också föreslås bli ett minimummått. Detta kan motiveras efter omfattande erfarenheter från miljöövervakningen i Hallands län. Vid inventering av 45 bokskogsdominerade objekt (inklusive några återbesök) med ”Hallands-metoden” under 1994-2005 visade sig diameterklassen 5-20 cm svara för 41% av alla inventerade trädstammar (n=43 535), men endast 7% av artfynden (n=26 046) av naturvårdsintressanta arter. De senare siffrorna varierade från 0,1% till som mest 15-20% i några objekt med en stor andel klena senvuxna stammar (mest i bergbranter). Bokfjädermossa *Neckera pumila* är en art som i Halland ofta påträffas på klena stammar, och vars totala frekvens därmed kan underskattas i bestånd med många klena stammar. Huvuddelen av förekomsterna fångas dock in på grövre stammar än 20 cm.

## ”Fritt sök” måste regleras

Helobjektsinventeringar innebär oftast fritt eftersök inom objektet. Att missa eller dubbelräkna träd är dock lätt vid fritt eftersök. Därför kan repeterbarheten mellan olika inventerare vid fritt eftersök ibland vara låg. Det kan också finnas många andra skillnader i inventeringsutförande som försämrar jämförbarhet mellan olika inventeringstillfällen. Det är därför *mycket angeläget* att det ”fria söket” regleras på förhand. Skogsstyrelsen har ökat effektiviteten i detta moment genom att bland annat ha två personer ute i fält; en som inventerar träd på arter och en annan som antecknar och håller reda på vilka träd som inventerats och vilka som återstår (Sture Wijk, muntligen).

En kanske mer kostnadseffektiv modell kan vara att den som inventerar i fält på förhand snitslar upp delområden i objektet och dessutom märker inventerade träd tillfälligt (t.ex. med mjöl). Avläsning på karta i GPS kan också underlätta inventerarens rörelser inom objektet.

För att kunna jämföra övervakningsresultaten mellan olika län och olika objekt vid olika inventeringstillfällen måste utförandet ske på likartat sätt vid varje tillfälle. Det är därför inte lämpligt att vid ett tillfälle använda sig av en inventerare och vid ett annat tillfälle två inventerare, eftersom effektiviteten kan vara väsentligen annorlunda. Övervakningen blir då inte repeterbar.

Repeterbarhet hänger också samman med kompetens. Höga kompetenskrav måste ställas på fältpersonal att snabbt och effektivt skanna över trädstammar och notera observationer. För att kunna göra detta krävs omfattande kunskaper om berörda epifytiska lavar och mossor. Tid finns inte att grubbla över artbestämningar och bara ett mycket begränsat insamlande av kollektioner för senare artbestämning kan komma ifråga. Utbildning och gemensamma kalibreringar i fält är ett bra sätt att öka jämförbarheten mellan olika inventerare och län. Resurser för detta bör därför avsättas inom delprogrammet.

## Tidsåtgång

Om genomsnittslänet ska inventera 30 lokaler och 20% av dessa årligen under fem år, så blir antalet aktuella lokaler sex per år. En genomsnittstorlek för bokskogsnickelbiotoper är (i Hallands län) ca 2 ha. Ett sådant objekt kan klaras av på en lång heldag, innebärande ca 10 timmars effektiv fälttid. Om stamantalet är högt och mängden av naturvårdsintressanta epifyter också är hög krävs dock ytterligare minst en halvdag i fält. Om då minsta behövlige fälttid (inkl. resor) kan uppskattas till 6 dagar och maxtiden till ca 10 dagar, kan två personveckor per år för fältarbetet vara en rimlig tidsåtgång att kalkylera med om det utförs under gynnsam tid på året, dvs april-september. Till detta kommer tid för förberedelser (t.ex. framtagning av kartunderlag, kontakter med markägare) och efterbehandlings (inmatningar/överföringar av data) på ett par dagar för dessa sex lokaler. Total tid blir då ca 2,5 personvecka per år. Sedan ska tid avsättas för analys och utvärdering vart femte år eller, beroende på ambitionsnivå, vart tionde år.



## Regional flexibilitet

Basnivån ska vara obligatorisk i den föreslagna metoden för att möjliggöra regionala analyser. För användare av metoden med högre ambitioner än basnivån kan en rad restriktioner i basnivån lyftas bort beroende på syftet. Så kan t.ex. hela objekt större än 5 ha inventeras, alla naturvårdsintressanta arter (rödlistade som signalarter) ingå liksom samtliga trädstorlekar.

Även andra skogstyper än bokskog kan inventeras, men kräver förstås ett annat objekts- och arturval.

## Litteratur (urval)

### Arter & strukturer

Arup, U., Ekman, S., Kärnefelt, I. & Mattson J-E. 1997. Skyddsvärda lavar i sydvästra Sverige. SBF-förlaget.

Fritz, Ö. 2004. Uppföljning av biologisk mångfald i Biskopstorp. Inventering av nyckelbiotoper, provvytor och rödlistade arter. Länsstyrelsen i Hallands län. Meddelande 2004:1.

Gärdenfors, U. (red). 2005. Rödlistade arter i Sverige 2005. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.

Nitare, J. (red). 2000. Signalarter- indikatorer på skyddsvärd skog. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Norén, M., Nitare, J., Larsson, A., Hultgren, B. & Bergengren, I. 2002. Handbok för inventering av nyckelbiotoper. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Åkelius, E. 2009. Inventering och uppföljning av sex rödlistade lavar på bok (*Fagus sylvatica*) i Blekinge, Hallands, Kronobergs och Skåne län. Examensarbete 30 hp, vt 2009. Lunds universitet.

### Ekologiska faktorer

Fritz, Ö. 2009. Ecology and Conservation of Bryophytes and Lichens on *Fagus sylvatica*. Doctoral Thesis No. 2009:10. Faculty of Forest Sciences, SLU.

### Hot & påverkan

#### Kanteffekter

Boudreault, C., Bergeron, Y., Drapeau, P. & Mascarú a López, L. 2008: Edge effects on epiphytic lichens in remnant stands of managed landscapes in the eastern boreal forest of Canada. *Forest Ecology and Management* 255: 1461–1471.

## Luffföroreningar

Arup, U. 1995. Övervakning av luftkvalitet och biodiversitet med hjälp av lavar i Hallands län. En pilotstudie. Opubl. rapport. AREK Biokonsult HB. Länsstyrelsen i Hallands län.

Gralén, H. Lavar & luftkvalité. Utveckling i Västra Götalands län 1986-98. Naturcentrum AB. Länsstyrelsen Västra Götaland. Meddelande 2000:2.

## Skogsskötsel

Aude, E. & Poulsen, R. S. 2000. Influence on management on the species composition of epiphytic cryptogams in Danish *Fagus* forests. Applied Vegetation Science 3: 81-88.

Friedel A., Oheimb, G. V., Dengler J. & Härdtle, W. 2006: Species diversity and species composition of epiphytic bryophytes and lichens – a comparison of managed and unmanaged beech forests in NE Germany. Feddes Repertorium 117: 172–185.

## Utdöendeskuld

Berglund, H & Jonsson, B G. 2005: Verifying an extinction debt among lichens and fungi in Northern Swedish boreal forests. Conservation Biology 19: 338–348.

## Miljöövervakning

### Allmänt

Bengtson, O., Ringvall A. & Johansson, T. 2001. Utvärdering av metod för övervakning av ädellövskogar. Länsstyrelserna i Kalmar, Blekinge och Jönköpings län. Meddelande nr. 2001: 23.

Christensen, S. N. & Söchting, U. 1996. Övervågning af Lungelav i danske naturskove. Skov- og Naturstyrelsen.

Hultengren, S. 2001. Övervakningsmetoder för lavar inom regional miljöövervakning. Presentation och utvärdering. Länsstyrelsen Västra Götaland. Meddelande 2001:25.

Johansson, P. 1996. Ringlav och trådbrosklav på Gotland – dokumentation för övervakning av två hotade hänglavar. Länsstyrelsen i Gotlands län. Rapport nr 7.

Jonsson, F., Nordin, U. & Kellner, U. 2003. Ringlavsövervakning i Gävleborgs län 1996-2002. Länsstyrelsen Gävleborg. Rapport 2003: 5.

Naturvårdsverket. 1999. Handbok miljöövervakning. Undersökningstyper inom Programområde Skog, delprogram ”Extensiv övervakning av skogsbiotopers innehåll med inriktning mot biologisk mångfald”. [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Söchting, U. 1989. Övervakning af lavar i danske naturskove 1988. Naturovervågningsrapport. Skov- og naturstyrelsen.

## Natura 2000

Malmqvist, A. & Stenström, J. 2005. Uppföljning av Natura 2000 i Sverige – Uppföljning av typiska arter i sex sydliga lövskogshabitat. Fälttest och utvärdering. Naturcentrum AB.

Naturvårdsverket. 2005. Uppföljning av Natura 2000 i Sverige. Uppföljning av habitat och arter i Habitatdirektivet samt arter i Fågeldirektivet. Rapport 5434.

## NILS

Glimskär, A., Löfgren, P. & Ringvall, A. 2005. Uppföljning av naturvärden i ängs- och betesmarker via NILS – statistisk utvärdering och förslag till design. Arbetsrapport 146. Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

Glimskär, A. et al. 2008. Uppföljning av kvalitetsförändringar i ängs- och bestesmark via NILS år 2008. Arbetsrapport 255. Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.

## Skogliga nyckelbiotoper

Bader, P. 1996. Uppföljning av nyckelbiotoper i granskog avseende vedlevande svampar och deras substrat. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Nummer 6/1996.

Euler, F. von. 2003. Övervakning av biologisk mångfald i skogen. En jämförelse av två metoder. Skogsstyrelsen. Rapport 2003: 1.

Fritz, Ö. 2001. Indikatorartövervakning i biologiskt värdefulla ädellövskogar i Hallands län. Länsstyrelsen Halland. Meddelande 2001:25.

Larsson, K. 2000. Indikatorartövervakning av epifytiska lavar och mossor i skogliga nyckelbiotoper. Länsstyrelsen Halland. Meddelande 2000:15.

Wijk, S. 2009. Manual för uppföljning av biologisk mångfald. Skogsstyrelsen. Utkast 2009-01-08.

## Planering, utformning och upplägg av undersökningar

Grandin, U. 2003. Planering av undersökningar. Naturvårdsverket.

Inge, O. 2002. Planering och utformning av miljöövervakningsprogram. Naturvårdsverket.

# Bilaga 1. "Hallands-metoden"

Metodiken utformades ursprungligen av Krister Larsson på Länsstyrelsen i Hallands län i mitten av 1990-talet (Larsson 2000), och innebar i korthet att ett urval av strukturer och arter inventerades på objektsnivå, dvs alla träd inom en ofta naturligt avgränsad yta omfattades. Metodiken utprovades främst i olika skogstyper men även i alléer, hagmarker och hamlade träd i gårdsnära miljöer (Larsson 2000). Urval av objekt, inriktning på övervakning och utvärderingsmetoder togs dock inte fram på detta stadium (jfr utvärdering av metodiken i Hultengren 2001). När metodiken omsattes i reguljär regional miljöövervakning i slutet av 1990-talet beslöts att inriktningen skulle bli länets topplokaler för epifytiska naturvårdsintressanta arter av lavar och mossor (Fritz 2001). Topplokal definierades som en lokal med en känd förekomst av mer än tio rödlistade lavar, en kunskap som grundade sig på omfattande inventeringar av enskilda objekt i Hallands län under 1990-talet. Under de följande tio åren kom dessa lokaler till största delen att bli naturreservat och biotopskydd, dvs skyddad natur. Efter några år fokuserades övervakningen på de 40 bokskogsobjekten, och 2003-2009 återinventerades 14 av dessa objekt. De variabler som antecknades var då följande för enskilda bokar:

- Diameterklass (6 klasser)
- Beskuggning (4 klasser)
- Trädtyper (7 klasser)
- Artförekomst (dvs alla rödlistade + signalarter) upp till 2 m höjd
- Artfrekvens (3 klasser)
- De olika arternas fertilitet (2 klasser)
- De olika arternas vitalitet (2 klasser)
- Påverkan (av grönalger & mjöllavar) (3 klasser)

Fram till 2005 insamlades inga variabler på objektsnivå, men under 2005 medtogs några skogliga data som t.ex. grundyta, stamtäthet och ljusmängd från en mittpunkt i objektet.

## Bilaga 2. Artfynd

Antal trädförekomster av naturvårdsintressanta lavar och mossor.

Lavar	Frodeparken	Spenshult	Torakärr	Vallåsen
<i>Acrocordia gemmata</i>	2	0	0	0
<i>Agonimia allobata</i>	1	5	0	0
<i>Arthonia spadicea</i>	1	6	1	3
<i>Arthonia vinosa</i>	0	1	1	0
<i>Bacidia rosella</i>	1	0	0	0
<i>Bacidia rubella</i>	5	4	0	4
<i>Bacidina phacodes</i>	3	14	0	0
<i>Biatora chrysantha</i>	0	0	0	1
<i>Biatoridium monasteriense</i>	0	1	0	0
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	3	0	1	43
<i>Chaenotheca chlorella</i>	1	0	0	7
<i>Lecanactis abietina</i>	0	0	1	0
<i>Lecanora glabrata</i>	34	45	4	16
<i>Leptogium lichenoides</i>	0	3	0	3
<i>Lobaria pulmonaria</i>	0	18	1	0
<i>Lopadium disciforme</i>	4	2	2	3
<i>Megalaria laureri</i>	1	0	0	0
<i>Megalaria pulvereae</i>	0	1	0	0
<i>Mycobilimbia pilularis</i>	0	11	0	2
<i>Normandina pulchella</i>	16	13	0	4
<i>Opegrapha ochrocheila</i>	2	0	0	2
<i>Opegrapha viridis</i>	0	4	0	1
<i>Pachyphiale carneola</i>	9	0	0	0
<i>Peltigera praetextata</i>	2	24	1	2
<i>Pertusaria velata</i>	0	0	0	2
<i>Pyrenula nitida</i>	58	54	3	49
<i>Sclerophora peronella</i>	0	0	0	2
<i>Sphinctrina turbinata</i>	0	0	0	1
<i>Thelopsis flaveola</i>	0	3	0	0
<i>Thelopsis rubella</i>	5	0	0	0
<i>Thelotrema lepadinum</i>	2	3	1	80
<b>Antal lavar (n=31)</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>18</b>
Mossor	Frodeparken	Spenshult	Torakärr	Vallåsen
<i>Antitrichia curtispindula</i>	1	12	2	2
<i>Dicranodontium denudatum</i>	0	0	0	1
<i>Dicranum fulvum</i>	1	10	2	0
<i>Homalia trichomanoides</i>	3	2	0	1
<i>Homalothecium sericeum</i>	30	35	1	5
<i>Metzgeria fruticulosa</i>	11	3	0	0
<i>Neckera complanata</i>	27	71	5	10
<i>Neckera crispa</i>	12	1	0	0
<i>Neckera pumila</i>	48	7	1	9
<i>Orthotrichum pulchellum</i>	0	0	0	1
<i>Porella platyphylla</i>	2	6	1	1
<i>Zygodon conoideus</i>	12	8	2	8
<i>Zygodon rupestris</i>	24	32	8	33
<b>Antal mossor (n=13)</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>Totalt antal (n=44)</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>28</b>