

# LAVAR OCH LUFTKVALITÉ

## Lavundersökning i Blekinge län 2002-2003



Ljuslav, kranslav och dagglavar

Andreas Malmqvist

Naturcentrum AB 2003

På uppdrag av Blekinge Läns Luftvårdsförbund



<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
Syften	3
Metodik	3
Resultat	3
<b>Inledning</b>	<b>4</b>
<b>Lavar och luftföroreningar</b>	<b>4</b>
Lavar - funktion och levnadssätt	4
Lavarna är beroende av ren luft	5
Mekanismer	5
Ämnen som är giftiga för lavar	6
Hur visar sig skador på lavar och lavvegetation?	7
<b>Metod</b>	<b>9</b>
Syften	9
Urval av träd i Blekinge	9
<b>Resultat och diskussion</b>	<b>11</b>
<b>Lavfloran i Blekinge</b>	<b>11</b>
Medelkänslighet	12
Medelkvävetal	12
Geografiska jämförelser	16
Luftföroreningarnas påverkan	16
Olika lavars känslighet för luftföroreningar	17
<b>Litteraturförteckning</b>	<b>20</b>
<b>BILAGA 1</b>	<b>22</b>
<b>Metodik för lavar och luftföroreningar</b>	<b>22</b>
<b>BILAGA 2</b>	<b>25</b>
<b>Data från de undersökta träden</b>	<b>25</b>
<b>BILAGA 3</b>	<b>26</b>
<b>Karta över Blekinge län med översikt av känslighetvärden</b>	<b>26</b>
<b>BILAGA 4</b>	<b>27</b>
<b>Karta över Blekinge län med översikt av kvävetal</b>	<b>27</b>

# Sammanfattning

---

Denna rapport behandlar en inventering av lavar på träd i Blekinge län. Totalt har 30 träd inventerats i länet under år 2003. Av dessa finns 25 träd i på landsbygden och utgör s. k. referensträd och 5 träd i en mer föroreningsbelastad vägmiljö i E22:an närhet av Horsaryd.

## Syften

- Att undersöka och beskriva eventuella skillnader i artsammansättning och frekvens hos lavfloran i olika områden med varierande föroreningsbelastning.
- Att fungera som ett kontrollprogram för epifytiska lavar där återhämtning respektive försämringar övervakas.
- Att vid behov utgöra underlag för fysisk planering och för att se om vidtagna åtgärder mot luftföroreningar ger effekter i miljön och på lavfloran.

## Metodik

Alla träd som ingår i inventeringen har totalinventerats på lavar upp till ca 2 m över marken, den nedersta halvmeteren undantagen. De har även fotograferats för att möjliggöra framtida studier av förändringar av lavfloran. Fotografierna används vid uppföljningen och presenteras alltså inte i denna rapport.

Varje lav har givits ett känslighetsvärde och ett kvävetal som anger hur de påverkas av luftföroreningar i allmänhet respektive gynnas av kväveföreningar. Ju högre känslighetsvärde desto bättre luft. För varje träd har ett medelkänslighetsvärde och ett medelkvävetal räknats ut (Hultengren mfl 1992). Indelningen av de olika geografiska områdena har gjorts i samråd med Blekinge luftvårdsförbund och Länsstyrelsen i Blekinge. Lokalerna är placerade i anslutning till befintliga platser för depositionmätningar.

Vid fotograferingen har fotopunkten på trädstammen märkts med en skruv för att kunna återfinnas vid nästa inventeringstillfällen. Fotografierna är tagna med digitalkamera. En 40 x 40 cm ram placeras mot trädstammen som ska fotograferas. Denna yta används sedan vid kommande uppföljningar för jämförelser. Fotografierna förvaras hos Naturcentrum AB, Stenungsund.

## Resultat

Undersökningen visar att lavfloran på landsbygden endast är svagt påverkad av luftföroreningar. Det finns statistiskt säkerställda skillnader av lavfloran mellan referensträden på landsbygden och vägmiljöträden vid Horsaryd – E22. De skillnader som har kunnat fastställas gäller en högre kvävepåverkan på träden i Horsaryd – E22 samtidigt som det finns färre arter lavar. Medelkänslighetsvärdena är lägre i vägmiljön vid Horsaryd jämfört med referensträden men skillnaderna är tämligen små och antalet undersökta träd för få för att några säkra slutsatser ska kunna dras. Medelkänslighetsvärdena för lavfloran på träd på landsbygden ligger i nivå med andra undersökta områden. Hur luftkvalitén har påverkat lavfloran i mer föroreningsbelastade områden som större tätorter med kraftigt trafikerade vägar vet vi dock inte. Med tanke på att det är där som stora delar av befolkningen bor och uppehåller sig kan en sådan kompletterande undersökning vara intres-

sant. Den fortsatta utvecklingen av luftföroreningarnas påverkan på lavfloran bör följas upp och ett återbesök på nu inventerade lokaler genomföras år 2008.

## Inledning

---

Det är sedan länge känt att många lavar är känsliga för luftföroreningar. Uppträder tydliga skador, om lavar saknas, eller om antalet arter är mycket lågt, så är detta en allvarlig och negativ miljösignal. Om lavfloran är starkt utarmad så kan detta också signalera att skador eller påverkan kan förväntas även på andra organismer och biologiska system.

På uppdrag av Blekinge Luftvårdsförbund (kontaktperson: Bengt Norman) har Naturcentrum AB gjort en inventering av lavfloran på trädstammar i Blekinge län. Fältarbete, analys av data och rapportering har skett under år 2003 med visst förarbete under år 2002. Arbetet har utförts av Andreas Malmqvist, Naturcentrum AB. Tack till Anna-Karin Bilén på länsstyrelsen i Blekinge för hjälp med kartmaterial till fältarbetet.

## Lavar och luftföroreningar

Ur Hultengren m.fl. 1992

### Lavar – funktion och levnadssätt

Lavarna är utåt sett enhetliga växter, ungefär som man uppfattar arter inom de flesta andra grupper. En noggrannare analys visar dock att lavarna är sammansatta av två helt olika organismer. Laven består nämligen av en svampdel (mykobiont) och en eller flera algdelar (fykobionter/fotobionter) som utvecklats ett avancerat och mer eller mindre ömsesidigt utnyttjande av varandras funktioner.

Algerna är autotrofa, d.v.s de har förmågan att bygga upp kolhydrater ur oorganiska ämnen genom fotosyntes, men är känsliga för uttorkning och stark solstrålning. Svamparna är heterotrofa, d.v.s de är helt beroende av färdiga organiska ämnen. Till skillnad från algerna har de förmågan att utstå uttorkning, och kan genom inlagring av speciella pigment skydda sig mot stark solstrålning. I lavarna kombineras svampens och algens olika egenskaper i ett framgångsrikt samarbete.

Man påträffar lavar i praktiskt taget alla typer av miljöer från havsnivån upp till flera 1 000-tals meter över havet, och i alla världsdelar på jorden. Lavarna kan också växa på och i många olika typer av underlag. Följande exempel visar något av den ekologiska spännvidden; i skalet på havstulpaner i strandkanten, på sten och kala klippor av både sura och basiska bergarter, på bark och ved på levande såväl som på döda träd och buskar, på marken, på levande blad, kring svavelkällor i vulkaniska områden, på artificiella substrat som plåt, asfalt och betong m.m.

Som första kolonisatörer på nyligen blottade bergytter skapar lavarna successivt förutsättningar för andra växters invandring genom att till viss del påskynda vittring och upplösning av bergets ytlager. I förhållande till vanliga ”högre växter” anses lavarna vara enklare uppbyggda, och brukar räknas till de s.k. bålväxterna, d.v.s de som inte är differentierade i rot, stam och blad.

Lavarnas fortplantning sker hos många arter främst på vegetativ väg genom fragmentering och/eller via särskilda spridningskroppar s.k. soredier och isidier. I fragmenten finns både alg och svamp representerade. Fykobionten och mykobionten förökar sig dessutom oberoende av varandra. Hos samtliga lavararter förökar sig algdelen, vilken utgörs av encelliga organismer, genom delning. Hos svampdelen förekommer också, med få undantag (s.k. imperfekta lavar), sexuell fortplantning via sporer. Svamparnas sporer bildas i särskilda fruktkroppar av varierande utseende och byggnad. Hos många arter är dock fruktkroppsbildning mycket sällsynt.

Man brukar dela in lavarna, utgående från deras yttre byggnad, i skorplavar, bladlavar respektive busklavar. Skorplavarna kännetecknas av att de växer så tätt tilltryckt mot underlaget att de knappast går att lossa. Bladlavarna är som namnet antyder platta, bladlika och växer mer eller mindre tätt liggande mot underlaget, men går vanligen lätt att ta loss. Busklavarna slutligen, utgör en grupp som varierar starkt i utseende, men har det gemensamt att de har ett mer eller mindre yvigt, förgrenat, busklikt eller hängande växtsätt, och är ofta finflikiga och/eller trådfina. I Sverige finns ca 600 olika busk- och bladlavar och ca 1 500 olika skorplavar. För världen som helhet känner man till drygt 15 000 olika lavararter.

### **Lavarna är beroende av ren luft**

Lavarna har visat sig vara av utomordentligt stort värde vid bedömningar av olika slag. Många av våra ca 2 000 arter har visat sig ha mycket specifika krav på sin omgivning, och har därmed mycket att berätta om sina respektive växtplatser. De är s.k. ”indikatorarter”. Olika lavar kan med fördel användas som indikatorer på olika skogsbestånds ålder, fuktighetsförhållanden, växtgeografiska läge, markbonitet, m.m. Sist men inte minst bör deras stora värde som indikatorer på förorenad luft framhållas.

Att lavar reagerar negativt på luftföroreningar av olika slag är ett sedan länge välkänt faktum. Redan på 1800-talet gjordes sådana iakttagelser på ett flertal ställen i Västeuropa, bl.a. Manchester (Grindon 1858), Jardin du Luxembourg, Paris (Nylander 1866) och München (Arnold 1891-1901). Under den påföljande hundraårsperioden har ett stort antal lav- och luftföroreningsinventeringar och karteringar genomförts. Dessa undersökningar har successivt byggt upp kunskapen om sambandet mellan höga luftföroreningshalter och lavdöd.

### **Mekanismer**

De flesta lavar är mycket föroreningskänsliga. Det finns många förklaringar till att lavarna är särskilt känsliga. En av förklaringarna står att finna i deras sköra och exklusiva dubbelliv. Utbytesmekanismerna mellan alg och svamp är lättstörda. Redan vid måttlig föroreningsbelastning kan klorofyll, koldioxidfixering, respiration och vattenbalans påverkas i sådan grad att hela organismen dör. Svaveldioxiden anses vara skadligast. Den absorberas av laven och bildar svavelsyra som i sin tur angriper det livsviktiga klorofyllet. Detta bryts sedan ner till ett brunt och överksam pigment, phaeophytin.

En annan förklaring till den stora föroreningskänsligheten är lavarnas passiva upptag av näringsämnen. Den vätska och de ämnen som hamnar på lavens yta (bålen) absorberas relativt ospecifikt. Även giftiga och oönskade ämnen kan tas upp och ackumuleras i lavbålen och när en viss gräns nåts så dör laven. Dessutom tillväxer lavarna långsamt, inte mer än någon eller några mil-

limeter om året. Det innebär att stora lavbålar under lång tid utsätts för olika ämnen från omgivningarna.

De olika lavarnas bålform avgör till viss del hur känslig respektive art är. Generellt kan man säga att ju större bållytan är i förhållande till bålvolymen, desto känsligare är laven. Sålunda är utpräglad busklikta lavar, som t.ex. tagellavar *Bryoria spp.* och skägglavar *Usnea spp.*, känsligare för luftföroreningar än lavar med mer bladlik form. De allra mest tåliga arterna finner man bland skorplavarna.

Vissa lavar är till och med gynnade av luftburna föroreningar. Ett antal trädväxande skorplavar, av vilka flarnlav *Hypocenomyce scalaris*, stadskantlav *Lecanora conizaeoides*, blågrå mjöllav *Lepraria incana* och trädgrönelav *Scoliosporium chlorococcum* är mest kända, påträffas rikligt i förorenade storstadsområden. Dessutom påträffas trädgrönealger *Desmococcus spp.*, frilevande grönalger, rikligt på trädstammar och andra ytor i större städer och andra förorenade områden. Dessa organismer gynnas troligen av storstadsluftens kemiska höga halter av kväveföroreningar, men också av minskad konkurrens från sådana lavar som saknas i förorenad luft.

### **Ämnen som är giftiga för lavar**

Den äldre litteraturen framhåller sot från förbränning av olika slag som den viktigaste orsaken till att lavarna dör i närheten av större föroreningskällor. Detta anger Nylander (1866) från Paris och Sernander från Stockholm (1926). Stoftutsläpp började minska för ganska länge sedan p.g.a. att de är relativt lätta att åtgärda.

De senaste decennierna har svaveldioxiden pekats ut som huvudorsak till lavdöd. Svaveldioxidhalterna i luften har sjunkit kraftigt sedan 1970-talet och är nu så låga att de inte har någon större negativ inverkan på lavfloran. Utsläpp av kväveoxider från fr.a. vägtrafiken har stadigt ökat under samma period. Kulmen nåddes i slutet av 1980-talet och har sedan dess minskat. Kväveoxider har troligen tagit över svaveldioxidens roll som den nu viktigaste orsaken till lavdöd.

Ett stort antal författare har jämfört aktuella svaveldioxidhalter med den befintliga lavfloran. Några undersökningar som bör nämnas i sammanhanget är inventeringen i Stockholm (Skye 1968), i England och Wales (Hawksworth & Rose 1976), i Spanien (Crespo et al. 1981), och den från Göteborgsområdet (Arvidsson & Skoog 1984). Tilläggas bör dock att höga svaveldioxidhalter ofta följs av förhöjda halter också av andra luftföroreningar, varför man kan förvänta sig att få god korrelation med flera föroreningar som släpps ut från tätorter eller industrier. I många undersökningar handlar det alltså om statistiska samband snarare än att säkra orsakssamband klarlagts.

Många undersökningar har påvisat ett tydligt samband mellan luftens svaveldioxidinnehåll och lavfloras hälsotillstånd och sammansättning. Man vet också att andra föroreningar som fluori-der, zink, kadmium och koppar har en negativ inverkan. Ett flertal undersökningar har visat samband mellan höga fluorhalter och lavdöd (LeBlanc et al. 1972, Gilbert 1972 samt Martin & Jacquard 1968, Eriksson 1966). Skolor har presenterats där olika arter visat sig försvinna i olika zoner kring fluoridutsläpp. Fluoridutsläpp orsakar definitivt lavdöd men är relativt ovanliga i Sverige.

Höga halter av kväveföreningar i luften ger också mycket tydliga förändringar av lavfloran. På näringsrika substrat som ädellövträdsbark förekommer ett antal arter som inte trivs på mer näringsfattiga substrat. Dessa arter är mer eller mindre beroende av kväveinnehållande näringsämnen. Tillförseln av näringsämnen från omgivningarna, t.ex. dammpartiklar från en väg eller åker kan också påverka lavarnas förekomst, vilket ofta innebär att andelen kvävegynnade lavararter ökar. Detta kan i viss mån störa utvärderingen av en inventering då lavarna p.g.a. ”dammgödsling” ibland uppträder på fel substrat.

I områden med höga halter av kväveföreningar förekommer kvävegynnade lavar på substrat som normalt inte erbjuder tillräckliga mängder näring. Ökad tillgång på kväve innebär här att arten trots allt överlever på sitt ”ovana” underlag, t.ex. rikbarksarter på fattigbarksträd, grönalger på husväggar etc. Detta fenomen kan iaktas i större städer där trafikens utsläpp av kväveoxider gör att kvävegynnade och föroreningståliga lavar förekommer på substrat som arterna normalt inte lever på. Ökade halter av ammoniakkväve i jordbruksområden kan också ge upphov till att kvävegynnade arter koloniserar nya substrat. Kväveoxidernas giftighet för lavar vet man ännu inte så mycket om, men är troligen viktig nu när svaveldioxidhalterna minskat kraftigt.

Även ozon har visat sig påverka vissa lavar genom att ha en försvagande effekt på algkomponentens fotosyntes. Påverkan av ozon har visat sig hos bl.a. skrynkellav *Parmelia sulcata* (Nash & Sigal 1979) och getlav *Flavoparmelia caperata* (Ross & Nash 1983). Däremot har ozonprov på lunglav inte visat någon påverkan på vare sig fotosyntes eller kvävefixering (Sigal & Johnston 1986). Detta försök visade dock att kvävefixeringen upphörde vid en sänkning från pH 5,6 till pH 2,6 och att fotosynteshastigheten då minskade med upp till 90%. Den försurade nederbörden kan alltså även den skada vissa lavar.

## **Hur visar sig skador på lavar och lavvegetation?**

Lavarna eller lavvegetationen indikerar yttre påverkan av luftföroreningar genom:

- Vitalitetsnedsättning: Visar sig i form av dvärgväxt, deformationer, ökad mottaglighet för infektioner m.m.
- Fertilitetsnedsättning: Den sexuella förökningen genom sporer från fruktkroppar minskar vid ökad föroreningsbelastning. Arter som normalt sett är rikt fertila påträffas sällan eller aldrig med fruktkroppar i förorenade miljöer. Ett exempel är stadskantlaven *Lecanora conizaeoides*, som på landsbygden uppträder i en övervägande fertil form. I de allra mest föroreningspåverkade områdena dominerar en steril, sorediös form av laven (Degelius 1986).
- Substratbyte: Genom att växtsubstratet i vissa förorenade områden under lång tid påverkats av sura ämnen har detta förändrats så att helt andra arter än de för substratet normala påträffas. I starkt förorenade stadsmiljöer har ofta ädellövträden en lavflora som normalt hör hemma på trädslag med sur bark som t.ex. björk, gran eller tall.
- Ökad frekvens av svampangrepp av t.ex. lavdödersvampen: Under senare år har lavdödersvampen *Athelia arachnoidea* blivit allt mer vanlig, och dess karakteristiska vita fläckar/ringar på trädstammarna är kännetecknande för städernas epifytflora. Att svampen kan vara en bidragande orsak till städernas lavökningar är en hypotes som behandlats av Arvidsson (1979).
- Minskning av artantalet: Många vanliga men känsliga arter försvinner i anslutning till förorenade områden och utsläppskällor, vilket leder till att det totala artantalet minskar.



- Minskad täckningsgrad: De flesta arter minskar i täckningsgrad i anslutning till förorenade områden och utsläppskällor.
- Lavdöd: Känsliga arter dör redan i svagt förorenade områden, men i starkt förorenade miljöer försvinner också tåliga lavar. De olika arternas varierande känslighet för föroreningar gör det möjligt att konstruera lavskalor som i relativa mått anger graden av föroreningar.
- Missfärgning: När lavar skadas av luftföroreningar färgas de först röda och blir därefter vita innan de slutligen faller av sitt växtsubstrat. Det är troligt att de är döda redan när missfärgning kan iakttas.
- Ökning av tåliga/gynnade arter: Vissa lavar är tåliga eller kanske till och med gynnade av vissa luftburna föroreningar och har således visat sig öka i frekvens i förorenade områden. Ökningen kan möjligen också förklaras genom att konkurrensen med andra arter minskar

# Metod

Metoden baserar sig på två olika undersökningsmoment med det gemensamma att ett träd utgör en provlokal. Träden utgörs av fristående i huvudsak medelålders träd med en stamdiameter på ca 30-60 cm. I undantagsfall har andra dimensioner tagits med. I det ena delmomentet registreras samtliga lavar på trädet upptill två meters höjd, den nedersta halvmeteren undantagen. I det andra slumpas en provpunkt på trädstammen vilken sedan utgör en fast markering för fotografering. Fotografierna sparas och utgör underlag för mer exakta analyser/jämförelser. Vid uppföljande inventeringar används i huvudsak fotografierna.

Lavar som påträffas på ett träd får ett känslighetsvärde enligt Hultengren m.fl. (1992). För trädet framräknas sedan ett medelkänslighetsvärde – ett index. Detta index jämförs sedan med andra lokaler (träd), miljöer eller med andra inventeringstidpunkter. Dessutom framräknas ett kvävetal som, särskilt på träd med näringsfattig bark, kan ge information om förändringar av kvävehalten i luften. Detta gäller både uppgifter från inventeringen i fält samt vid en eventuell uppföljning den jämförande analysen av fotografierna.

## Syften

- Att undersöka och beskriva eventuella skillnader i artsammansättning och frekvens hos lavfloran i olika områden med varierande föroreningsbelastning.
- Att fungera som ett kontrollprogram för epifytiska lavar där återhämtning respektive försämringar övervakas.
- Att utgöra underlag för fysisk planering och för att se om vidtagna åtgärder mot luftföroreningar ger effekter i miljön och på lavfloran.

## Urval av träd i Blekinge

Totalt har 30 träd inventerats varav 20 är björkar och 10 är ekar (Tab. 1). Björkar räknas normal som fattigbarksträd medan ekar har en något näringsrikare bark och brukar klassificeras som medelrikbarksträd. Vid valet av träd har björk i största möjliga utsträckning använts. Det är ett allmänt trädslag som dessutom förekommer i många typer av miljöer.

Tabb 1.  
Antal träd och trädslag som ingår i undersökningen

Område	Antal träd	Trädslag
Perifert belägna tätortsträd (E 22:an)	5	Björk 3, Ek 2
Referensträd (Vid depositions mätn.)	25	Björk 17, Ek 8
<b>Totalt:</b>	<b>30</b>	<b>Björk 20, Ek 10</b>

Lämpliga träd har eftersökts i anslutning till redan befintliga platser för depositions mätningar. De aktuella undersökningsområdena utgörs av Kallgårdsmåla, Vång, Hjärtsjömåla, Björkefall, samt Ryssberget. Ett sjätte område, som ska spegla en mer föroreningsbelastad miljö, har valts ut i samråd med Blekinge Luftvårdsförbund. De utgörs av ett område, Horsaryd, i anslutning till E22 norr om Stillerydshamnen och nordväst om Karlshamn stad.

Fem lämpliga lokaler/träd har inventerats i närheten av dessa områden. Platserna för depositions­mätningar är lokaliserade i skogsmiljöer vilket har inneburit att öppet stående björkar och ekar har fått eftersökas i anslutande odlingslandskap. För att undvika oönskade lokala effekter/likheter har de inventerade träden i de flesta fall haft ett avstånd på mer än 100 m mellan varandra. I ett fåtal fall inventerades träd som stod närmare varandra än 100 m från varandra. Detta skedde framför allt i miljöer med få lämpliga träd kunde hittas eller där det var mycket långa avstånd mellan lämpliga träd.

Träden kategoriseras normal i tre grupper; centralt belägna tätortsträd, perifert belägna tätortsträd och referensträd på landsbygden. I denna undersökning finns 25 referensträd (vid stationer för depositions­mätning) och 5 träd från kategorin ”vägträd” (Horsaryd i närheten av E22:an). Träd från gruppen ”centralt belägna tätortsträd” dvs. träd i stadsmiljöer, saknas i dagsläget. En framtida komplettering av träd i den miljön ger möjlighet att bedöma och följa luftkvalitén i befolkningstäta områden. En komplettering och till viss del mer utförlig beskrivning av metoden finns i bilaga 1.

# Resultat och diskussion

## Lavfloran i Blekinge

Resultatet ger en översiktlig bild av lavfloras tillstånd i Blekinge län. Områden med utarmad lavflora, låga medelkänslighetsvärden och höga medelkvävetal, bedöms ha sämre luftkvalité. Ett flertal träd i olika delar av länet har inventerats (Bilaga 3).

Totalt har 50 arter av lavar noterats i denna inventering, 22 blad- och busklavar och 28 skorplavar. Dessutom har grönalger *Desmococcus spp.* noterats på ett flertal träd. Inga rödlistade arter har observerats på de undersökta träden. Antalet arter i de olika miljöerna skiljer sig tydligt åt (Fig 1). Resultatet är vad som kan förväntas med flest arter på landsbygden och lägst artantal i området vid Horsaryd, E22:an. Här måste vi dock beakta det faktum att antalet undersökta träd utmed E22:an endast är fem. Ett större antal undersökta träd i denna miljö hade säkert gett ytterligare arter. Trots detta är dock skillnaderna i artantal mellan de undersökta miljöerna statistiskt säkerställda (Fisher's PSLD,  $p < 0,05$ ).

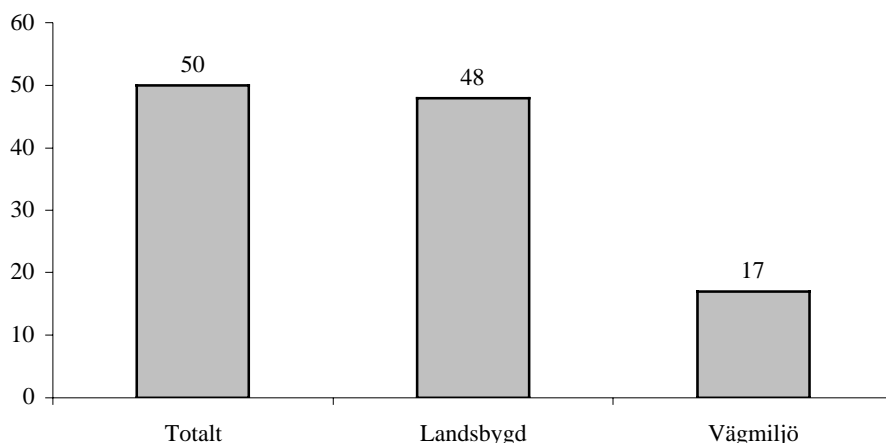


Fig 1. Totala antal lavararter samt antalet lavararter noterade från landsbygden och vägmiljön vid Horsaryd, utmed E22:an, öster om Karlshamn i Blekinge län.

Det är dock inte endast det totala antalet arter som är lägre i vägmiljön utan den negativa påverkan på lavfloran speglas också av ett lägre artantal per träd. Artantalet är tämligen lågt utmed vid Horsaryd utmed E22:an med 8,4 arter/träd och det är mest föroreningståliga arter som flarnlav *H. scalaris* och blågrå mjöllav *Lepraria incana* som dominerar lavfloran. Även de kvävegynnade grönalgerna *Desmococcus spp.* är rikligt förekommande. På landsbygden är artantalet högre med ett genomsnitt på 13,3 arter/träd och ett flertal känsliga arter som tagellavar *Bryoria spp.* Och skägglavar *Usnea spp.* Lågt artantal förekommer dock även på några träd på landsbygden, möjligen som ett resultat från någon lokal påverkan.

## Medelkänslighet

Medelkänsligheten är ett mått på hur känslig lavfloran på ett träd är för luftföroreningar. Det innebär att ett träd med ett högt medelkänslighetsvärde ofta hyser flera känsliga arter som t. ex. skägglavar och brosklavar. Ett träd med lågt medelkänslighetsvärde hyser däremot mindre känsliga arter som grönalger *Desmococcus ssp.* och flarnlav *Hypocenomyce scalaris*. För att utvärdera medelkänslighetsvärdet har en skala tagits fram där luftföroreningarnas påverkan på lavfloran har delats in i olika kategorier baserade på medelkänslighetsvärdet (Tab. 2).

Tab. 2.  
Medelkänslighetsvärdet indelat i kategorier med avseende på lavfloras påverkan.

Kategori	Medelkänslighetsvärde
Helt opåverkad lavflora	> 4,0
Svagt påverkad lavflora	3,0 – 3,9
Måttligt påverkad lavflora	2,0 – 2,9
Kraftigt påverkad lavflora	1,0 – 1,9
Mycket kraftigt påverkad lavflora	< 1,0

Medelkänslighetsvärdet är lägst i vägmiljön vid Horsaryd utmed E22:an med ett värde på 2,80 (Fig. 2). Värdet indikerar här en måttligt påverkad lavflora. På landsbygden är lavfloran tydligt artrikare och enskilda lavbålar ofta större och vitalare. Medelkänslighetsvärdet är här 3,22 vilket tyder på en svagt påverkad lavflora. Skillnaden i medelkänslighet mellan områdena är inte statistiskt säkerställd (Fisher's PSLD,  $p > 0,05$ ).

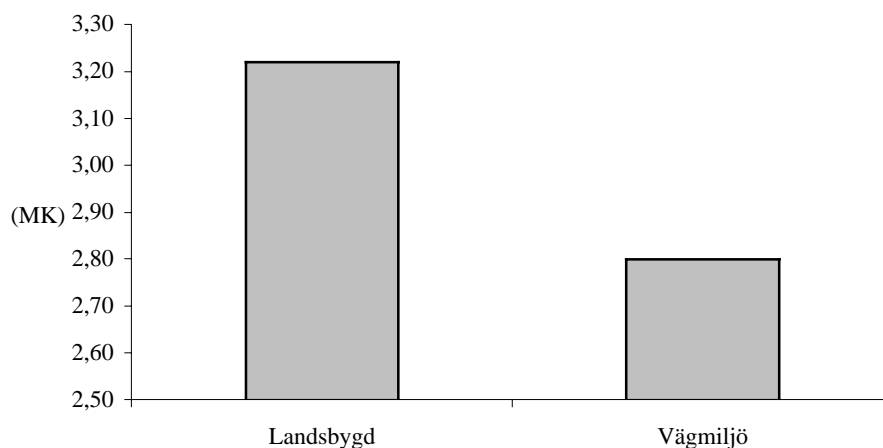


Fig 2. Medelkänslighetsvärden (MK) för träd på landsbygden (25 träd) och för träd i vägmiljön vid Horsaryd utmed E22:an (5 träd). Observera att värdeaxeln startar på 2,50.

## Medelkvävetal

Medelkvävetalet säger något om andelen kvävegynnade lavar på ett träd. Andelen kvävegynnade arter förväntas öka i områden med hög belastning av kväveföreningar, t. ex i kraftigt trafikerade områden. Rikbarksträd har i regel en naturligt högre andel kvävegynnade arter än fattigbarksträd. En jämförelse mellan de olika miljöerna visar att lavfloran på landsbygdsträden har lägre medelkvävetal än lavfloran på träden i vägmiljön. (fig. 3). Skillnaderna är statistiskt säkerställda (Fisher's PSLD,  $p < 0,05$ ). Det högre kvävetalet i vägmiljön beror troligen på kväveföreningar från

trafiken. Eventuellt finns spelar även det västliga läget in med ett troligt större nedfall av föroreningar jämfört med mer östligt belägna lokaler. Det sistnämnda indikeras också genom ett högt kvävetal och tämligen lågt medelkänslighetsvärde för det östliga området vid Ryssberget (0,70 resp. 2,93).

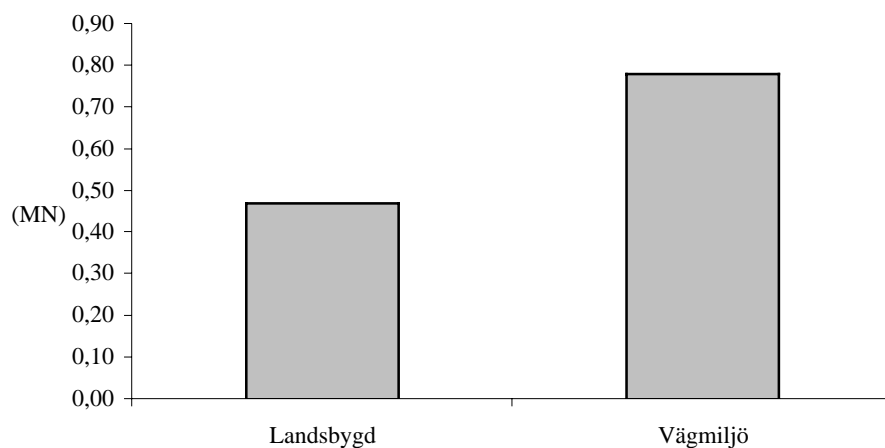


Fig.3. Medelkvävetal (MN) för träden på landsbygden (25 träd) och för träd i vägmiljön vid Horsaryd utmed E22:an (5 träd).

Utmed vägen finns fler kvävegynnade (nitrofila) arter som endast förekommer i mindre omfattning på landsbygden. Till dessa hör bl. a. grönalger *Desmococcus spp.* och flarnlav *H. scalaris* (Bilaga 1). Fotografier från undersökningen visar tydligt de skillnader som finns mellan en i det närmaste opåverkad lavflora och en kraftigt påverkad lavflora (Fig 4 och 5).



Fig 4. Träd 2 i Hjärtsjömåla, en björk, ger exempel på ett träd med en mycket rik och opåverkad lavflora. På trädet noterades 15 arter, bl. a. rikligt av den föroreningskänsliga manlaven *Bryoria fuscescens*. Lavfloran på trädet har ett medelkänslighetsvärde på 3,64 och ett kvävetal på 0,27.





Fig. 5. Träd 5 i Horsaryd utmed E22:an. Lavfloran på björken är mycket utarmad och endast av fyra lavararter noteras vid inventeringen. På barken dominerar föroreningståliga arter som blågrå mjöllav *Lepraria incana* och flarnlav *Hypocenomyce scalaris* tillsammans med grönalger *Desmococcus* spp. Lavfloran på trädet har ett medelkänslighetsvärde på 1,40 och ett kvävetal på 0,90.



## Geografiska jämförelser

### Medelkänslighetsvärde

Under 1997-2001 återinventerades lavfloran på träd i flera områden (bl. a. Gralén 2000). Medelkänslighetsvärdena från några andra undersökningsområden har använts vid jämförelser av medelkänslighetsvärdena i Blekinge län (Fig. 6). Jämförelsen är baserad på referensträden från i varje undersökningsområde. Totalt ingår 69 träd i jämförelsen.

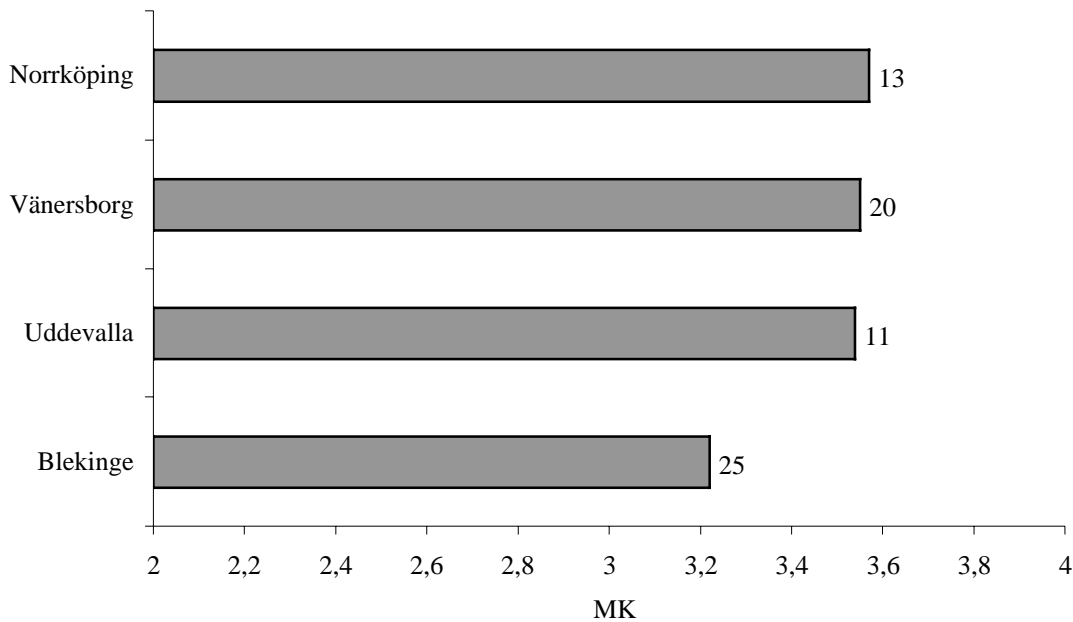


Fig 6. Medelkänslighetsvärden (MK) för lavfloran Blekinge län och några andra undersökningsområden i Götaland 1997-2001 (Malmqvist 2001, Gralén 2000). Uppgifterna är baserade på medelkänslighetsvärden från referensträd. Siffran längst till höger på staplarna visar antalet undersökta träd inom respektive område. Observera att värdeaxeln startar på 2.

Referensträden på landsbygden uppvisar ett värde på medelkänsligheten vilket tyder på en svagt påverkad lavflora. Trots att värdet är något lägre jämfört med de övriga områdena är skillnaderna små och lavfloran bedöms endast vara svagt påverkad av luftföroreningar.

### Luftföroreningarnas påverkan

Tidigare var den största utsläppskällan förbränning av olja, men utsläppen från förbränning av olja har minskat kraftigt sedan 1970-talet. Därmed har också halterna av svaveldioxid minskat kraftigt. Idag är persontrafik och tung trafik i Sverige den största utsläppskällan och svaveldioxiden har bytts ut mot kväveoxider. Utsläpp av kväveoxider från vägtrafiken har ökat under 1970-80-talet och kulmen nåddes i slutet på 80-talet. Sedan dess har vägtrafikens kväveoxidutsläpp efterhand minskat. Halterna kommer, enligt prognoser, att fortsätta sjunka en bit in på 2000-talet. Sannolikt påverkas inte de arter som uppträder i det öppna landskapet på grova lövträd (landsbygdsmiljöer) av dagens låga bakgrundshalter eller nedfall. Däremot är det troligt att lavfloran tidigare (>15 år tillbaka i tiden) påverkades av de då högre svaveldioxidhalterna. Åtskilliga lavar, även på landsbygd, tros ha försvunnit eller skadats svårt under denna tid.

I Västsverige som har de största och tydligaste förbättringarna av lavfloran skett på landsbygden (Gralén 2000). Orsaken kan vara att det finns någon form av ”effekttröskel” d.v.s. luftföroreningshalterna måste sjunka under en mycket låg nivå innan några större positiva förändringar av lavfloran sker. Framtida återinventeringar får belysa utvecklingen av lavfloran och luftkvalitén i Blekinge län.

### Olika lavars känslighet för luftföroreningar

Olika arter är olika känsliga för luftföroreningar (Fig. 7-9). Ofta är busk- eller bladformiga arter mer känsliga för luftföroreningar än skorplavar. Till de mer välkända arterna som drabbats av luftföroreningar hör skägglavar *Usnea spp.* Mer tåliga arter som flarnlav *Hypocenomyce scalaris* (Fig. 9) klarar höga halter av luftföroreningar och är en av de arter som förekommer i de högst belastade miljöerna.

Genom att studera olika arters ökade eller minskade täckningsgrad kan man få en uppfattning om påverkan av luftföroreningar ökar eller minskar. Nedan visas några arters skillnader i förekomst mellan de undersökta områdena. Observera att det endast finns fem undersökta träd i vägmiljön.

**Känslig**                      **Kort skägglav *Usnea subfloridana***  
Känslighetsvärde: 6  
Kvävetal: 0

Kort skägglav är en relativt stor lav med gulgrön yta och ett buskliket och mycket förgrenat växtsätt. Liksom andra skägglavar är den mycket föroreningskänslig. Detta tydliggörs av det faktum att alla fynd av arten i undersökningsmaterialet är gjorda på träd på landsbygden.



Fig 7. Andel av träden (%) i de båda undersökta miljöerna som hyser kort skägglav (*Usnea subfloridana*).

## Medeltålig

### Blåslav *Hypogymnia physodes*

Känslighetsvärde: 2

Kvävetal: 0,5

Blåslaven kallas ibland för Sveriges vanligaste växt. Den oansenliga laven har en grå flikig bål med uppblåsta ändar med soral. Blåslaven har ett tämligen förgrenat växtsätt men exponeras inte för omgivande luft i lika stor utsträckning som kort skägglav *U. subfloridana*. Till skillnad från kort skägglav förekommer blåslaven på tre av de fem undersökta träden.



Fig 8. Andel av träden (%) i de båda undersökta miljöerna som hyser blåslav *Hypogymnia physodes*.

## Tålig

### Flarnlav *Hypocenomyce scalaris*

K-värde: 2

N-tal: 0

På stambaser skymtar ofta en gulgrön nyans som vid nära påseende ibland visar sig vara en lav med mm-stora, takteggellagda fjäll som kan täcka stora ytor. Arten tål föroreningar och förekommer normalt på fattigbarksträd men påträffas även på rikbarksträd i förorenade miljöer. Resultatet indikerar att flarnlaven förekommer i större utsträckning på träden i den mer förorenade vägmiljön jämfört med träden på landsbygden.



Fig 9. Andel av träden (%) i de båda undersökta miljöerna som hyser flarnlav *Hypocenomyce scalaris*.

# Litteraturförteckning

---

- Arnold, F. 1891-1901: *Zur Lichenenflora von München. 1-6.* München.
- Arvidsson, L. 1979: Svampangrepp på lavar - en orsak till lavöken. *Svensk Bot. Tidskr.* 72: 285-292.
- Arvidsson, L. & Skoog, L. 1984: Svaveldioxidens inverkan på lavfloran i Göteborgsområdet. *Svensk Bot. Tidskr.* 78: 137-144.
- Crespo, A., Barrena, E., Sancho, L. G. & Bueno, A. G. 1981: Establecimiento de una red de valoración de pureza atmosférica en la provincia de Lugo (España) mediante bioindicadores liquenicos. *Lazaroa* 3: 289-311.
- Degelius, G. 1986: The Lichenflora of the island of Anholt, Denmark. *Acta Reg. Soc. Scient. et Litt. Gothoburg, Bot.* 3: 1-60. Göteborg.
- Eriksson, O. 1966: Lavar och luftföroreningar i Sundsvallstrakten. *Växtbiologiska Institutionen, Uppsala Universitet (intern rapport).*
- Gilbert, O. L. 1972: The Effect of Airborne fluorides. I: Ferry, B. W., Baddeley, M. S. & Hawksworth, D.L. (utg.): *Lichens and AirPollution: 299-313.* London.
- Grindon, L. H. 1859: *The Manchester flora.* W. White. London.
- Gralén, H. 2000: Lavar & luftkvalité. Utveckling i Västra Götalands län 1986-98. *Länsstyrelsen i Västra Götalands län 2000:2.*
- Hallingbäck, T. 1991: Luftföroreningar och gödsling - ett hot mot blågrönalger och lavar med blågrönalger. *Svensk Bot. Tidskr.* 85: 87-105.
- Hawksworth, D. L. & Rose, F. 1976: Lichens as pollution monitors. *Studies in biology* 66. London.
- Hultengren, S. & Stenström, J. 1988: Lavfloran i skogliga observationsytor. *Länsstyrelsen i Älvsborgs län 1988:5.* Vänersborg.
- Hultengren, S. Martinsson P-O. & Stenström, J. 1992: Lavar och luftföroreningar. Känslighetsklassning och indexberäkning av epifytiska lavar. *Naturvårdsverket Rapport 3967.* Solna.
- Leblanc, F., Rao, D. N. & Comeau, G. 1972: Indices of atmospheric purity and fluoride pollution in Arvida, Quebec. *Can. J. Bot.* 50: 991-998.
- Malmqvist, A. 2001. Lavar och luftkvalité. Lav- och luftföroreningsundersökning i Norrköpings kommun. *Luftvårdsförbundet i Östergötland.*
- Marti, J. 1982: Sensitivity of lichen phycobionts to dissolved air pollutants. *Can. J. Bot.* 61: 1647-1653.
- Martin, J. F. & Jaquard, F. 1968: Influence des fumées d'usines sur la distribution des lichens dans la vallée de la Romance (Isère). *Pollut. Atmos.* 10: 95-99.
- Moberg, R., Thor, G. & Hermansson, J. 1995: Lavar med svenska namn – andra upplagan. *Svensk Bot. Tidskr.* 89: 129-149.
- Nash, T. H. III & Sigal, L. L. 1979: Gross photosynthetic response of lichens to short term ozone fumigations. *The Bryologist* 82: 280-285.
- Nylander, W. 1866: Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 13: 364-372.
- Ross, L. J. & Nash, T. H. III 1983: Effect of ozone on gross photosynthesis of lichens. *Envir. exp. Bot.* 23: 71-77.
- Santesson, R. 1993: *The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway.* SBT-förlaget. Lund.

- Sernander, R. 1926: Stockholms natur. *Staden och vegetationen: 160-163*. Uppsala.
- Sigal, L. L. & Johnston J. W. Jr 1986: Effects of Acidic rain and ozone on nitrogen fixation and photosynthesis in the lichen *Lobaria pulmonaria* (L) Hoffm. *Env. Exp. Bot. Vol. 26*: 59-64.
- Skye, E. 1968: Lichens and Air Pollution. A study of cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta Phytogeogr.Suec. 52*.
- Wilson, R. & Ashmore, M. H. 1993: *Cortical levels for air pollutants*. Department of the Environment. London UK. Report from av UNECE workshop 1992.
- Wirth, V. 1980: *Flechtenflora*. Stuttgart.

# BILAGA 1

---

## Metodik för lavar och luftföroreningar

Svante Hultengren och Andreas Malmqvist 2003 /NATURCENTRUM AB

### **Syfte**

- Att undersöka och beskriva eventuella skillnader i artsammansättning och frekvens hos lavfloran i olika områden med varierande föroreningsbelastning.
- Att fungera som ett kontrollprogram för epifytiska lavar där återhämtning respektive försämringar övervakas.
- Att utgöra underlag för fysisk planering och för att se om vidtagna åtgärder mot luftföroreningar ger effekter i miljön och lavfloran.

### **Sammanfattning av metodik**

Metoden baserar sig på två olika undersökningsmoment med det gemensamma att ett träd utgör en provlokal. Träden utgörs av fristående medelålders träd med en stamdiameter på ca 30-60 cm.

I det ena delmomentet registreras samtliga lavar på trädet upptill två meters höjd, den nedersta halvmeteren undantagen. I det andra slumpas en provpunkt på trädstammen vilken sedan utgör en fast markering för fotografering.

Lavar som påträffas på ett träd får ett känslighetsvärde enligt Hultengren m.fl. (1992). För trädet framräknas sedan ett medelkänslighetsvärde – ett index. Detta index jämförs sedan med andra lokaler eller med andra inventeringstidpunkter. Fotografierna sparas och utgör underlag för mer exakta analyser/jämförelser. Vid uppföljande inventeringar används i huvudsak fotografierna.

### **Metodbeskrivning**

#### **Lavar**

På undersökningslokaler/träd noteras samtliga påträffade lavar jämte eventuell förekomst av grönalger. Vid uppföljningar och analyser av utvecklingen på en lokal används i huvudsak fotografierna (fotografierna) och de lavar som påträffas där.

#### **Stickprov/val provpunkter/provlokaler**

Ett träd utgör en provpunkt/provlokal. Provpunkter slumpas ut inom det område som skall undersökas. Det träd som ligger närmast punkten och som uppfyller baskraven (se trädslag) väljs. I små områden med brist på lämpliga träd väljs samtliga lämpliga träd.

#### **Trädslag**

Om en jämförelse ska kunna ske mellan olika träd är det viktigt att lavfloran har så likartade förutsättningar som möjligt. Lavfloran på träd i skuggig miljö är t.ex. mycket olik den som finns i öppna miljöer. Träd med näringsfattig bark har en lavflora som är olik den som finns på träd med

näringsrik bark. Trädslagen inom respektive kategori har i regel en likartad och ganska förutsägbar lavflora. Följande trädkategorier och träd inventeras:

- Träd med relativt näringsfattig bark. Hit hör björk och ek, där den sistnämnda har något näringsrikare bark. I den här undersökningen har 30 träd ingått och 20 av träden har varit björkar och 10 ekar.

### **Fotodokumentation**

Vid inventeringstillfället fotograferas provträden enligt standardiserad metodik. Fotopunkten på trädstammen märks med en skruv och märkningen bildar utgångspunkt för återkommande fotograferingar. Exakt samma yta fotograferas vid varje enskilt tillfälle.

Fotografierna tas med en digitalkamera (Olympus C-5050 ZOOM) mot en 40 x 40 cm ram, vilken placerats mot trädstammen vid fotograferingen.

### **Känslighetsvärde, K-värde**

Vid utvärderingen erhåller samtliga påträffade lavar känslighetsvärden. Känslighetsvärdet anges enligt den skala som tagits fram i samarbete med Naturvårdsverkets miljökontrollprogram, PMK (Hultengren m.fl. 1992). Poängskalan omfattar K-värden från 0 till 9. Ju högre K-värde en art har, desto känsligare är den för luftföroreningar.

Jämförelser mellan medelkänslighetsvärden för olika områden och träd/lokaler låter sig göras eftersom de påträffade lavarnas känslighetsvärden är relativt oberoende av trädslaget. Trots att olika lavar förekommer på olika trädslag så är den relativa känsligheten likartad. Känslighetsvärdet utgör egentligen en sorts ”dödstal” för olika lavar.

### **Kvävetal, N-tal**

Kväverika luftföroreningars påverkan på lavfloran kan studeras genom att undersöka andelen särskilt kvävegynnade (nitrofila) lavar. De påträffade lavarna tilldelas därför kvävetal, N-tal, som är högre ju mer kvävegynnad respektive lav är. Indelningen är baserad på uppgifter i Wirth (1980). Andelen kvävegynnade lavar på ett träd beror på såväl barkens näringsvärde (rikbarksträd har högre N-tal än fattigbarksträd) som på halten av kväverika föroreningar i luften.

På fattigbarksträd t.ex. björk, i en opåverkad miljö, blir ofta kvävetalet lågt medan det blir högt i miljöer med höga halter av kväve i luften. Det beror på att lavar som naturligt förekommer på fattigbark har låga kvävekrav. Vid höga halter av kväve i luften koloniserar dock fattigbarksträd av mer kvävegynnade lavar därför att barkens yta berikats med kväve. Kvävetal på fattigbarksträd ger därför en bra bild av halten kväve i luften.

### **Medelkänslighetsvärde för träd**

För trädstammen beräknas ett medelkänslighetsvärde enligt följande.

$$\text{Medelkänslighetsvärde} = 1/n \sum_{i=1}^n (K_i)$$

$K_i$  = respektive arts känslighetsvärde (se Hultengren m.fl. 1992)



n = antalet lavar på trädstammen

Motsvarande beräkningar gäller för medelkvävetalen.

### **Statistisk bearbetning**

För den statistiska bearbetningen av materialet har ett ickeparametriskt test, Mann-Whitney, använts.

### **Referenser**

Hultengren, S. & Stenström, J. 1988: *Lavar och luft i Ulricehamnsområdet*. Länsstyrelsen i Älvsborgs län 1988.

Hultengren, S., Martinsson, P.-O. & Stenström, J. 1991: *Lavar och luftföroreningar. Känslighetsklassning och indexberäkning av epifytiska lavar*. Naturvårdsverket. Rapport 3967.

## BILAGA 2

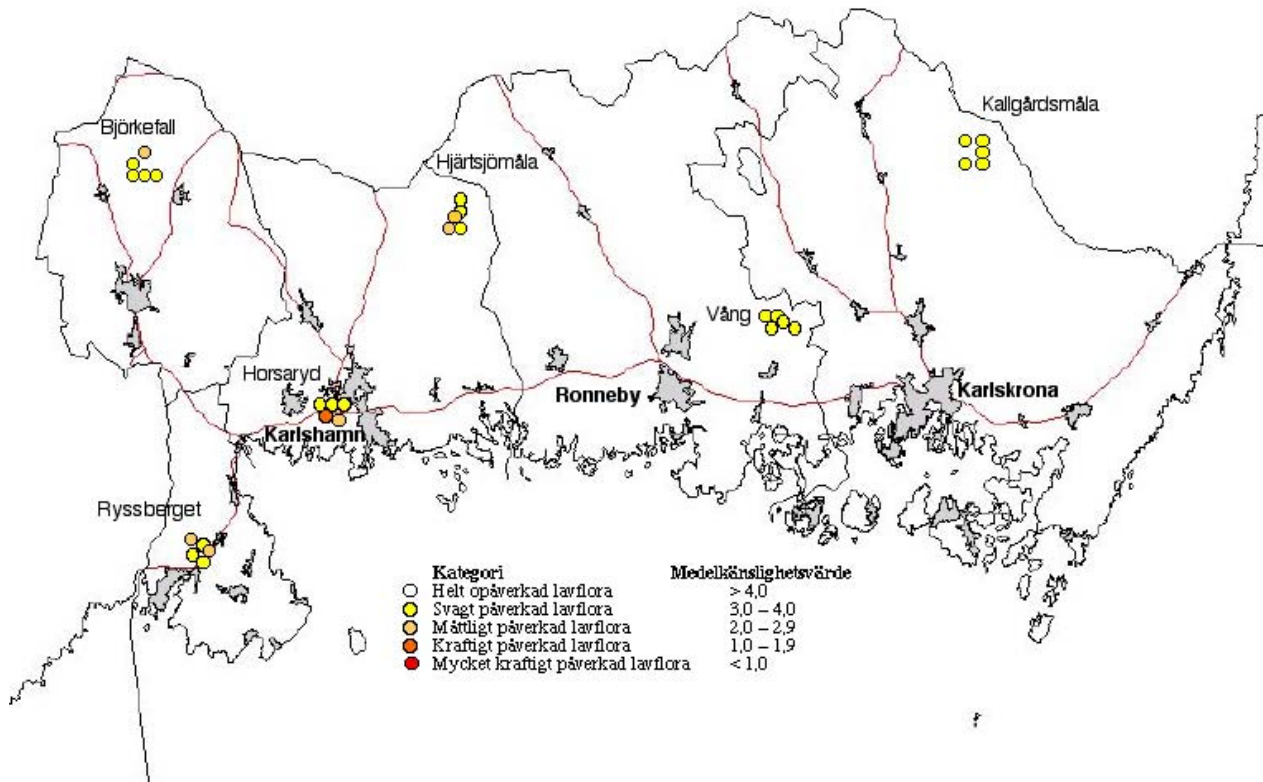
### Data från de undersökta träden

Kolumnen "Arter" beskriver antalet lavararter och här ingår alltså inte fynd av grönalger *Desmococcus spp.* MK = Medelkänslighetsvärde, där ett högt värde indikerar en välmående lavflora med liten påverkan från luftföroreningar medan ett lågt värde ger indikationer på påverkan från luftföroreningar. MN = Kvävetal, där ett högt värde indikerar stor kvävepåverkan och ett lågt värde liten kvävepåverkan.

Område: lokal/träd	Arter	MK	MN
Vång: 1	14	3,15	0,38
Vång: 2	18	3,82	0,47
Vång: 3	11	3,17	0,58
Vång: 4	6	3,14	1,00
Vång: 5	14	3,17	0,79
Kallgårdsmåla: 1	13	3,85	0,32
Kallgårdsmåla: 2	13	3,45	0,09
Kallgårdsmåla: 3	14	3,50	0,38
Kallgårdsmåla: 4	15	3,17	0,46
Kallgårdsmåla: 5	16	3,93	0,36
Hjärtsjömåla: 1	11	3,64	0,27
Hjärtsjömåla: 2	15	3,38	0,19
Hjärtsjömåla: 3	9	2,86	0,36
Hjärtsjömåla: 4	8	3,00	0,33
Hjärtsjömåla: 5	8	2,33	0,75
Horsaryd – E22: 1	7	3,00	0,83
Horsaryd – E22: 2	9	3,10	0,70
Horsaryd – E22: 3	7	2,50	0,81
Horsaryd – E22: 4	11	4,00	0,67
Horsaryd – E22: 5	4	1,40	0,90
Björkefall: 1	8	2,29	0,64
Björkefall: 2	17	3,73	0,17
Björkefall: 3	18	3,65	0,41
Björkefall: 4	14	3,62	0,12
Björkefall: 5	14	3,42	0,25
Ryssberget: 1	18	3,00	0,78
Ryssberget: 2	9	2,56	0,78
Ryssberget: 3	14	3,08	0,67
Ryssberget: 4	17	3,31	0,41
Ryssberget: 5	7	2,71	0,86

# BILAGA 3

## Karta över Blekinge län med översikt av känslighetvärden



# BILAGA 4

## Karta över Blekinge län med översikt av kvävetal

