



Institutionen för skoglig vegetationsekologi
SLU
901 83 UMEÅ

Skogseldens påverkan på epifytiska trädglavar på tall i relation till brandintensiteten



Teresa Jonsson

Examensarbete nr 8
Handledare: Anders Granström
December 2005
ISSN 1652-4918

© Teresa Jonsson

Institutionen för skoglig vegetationsekologi
SLU
901 83 Umeå

Omslagsbild: Högintensiv brand. Foto: Anders Granström.

Förord

Detta är ett examensarbete 20p D i biologi för Jägmästarprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Under min studietid har jag utvecklat en fascination och passion för lavar. De är mångsidiga organismer som återfinns i de kargaste av miljöer, från öknar till Antarktis. Lavar är ofta de första flercelliga organismer som koloniserar ny mark. De växer på allt från trä och bark till naken sten, jord, andra växter och till och med under havsytan och på polaris. Men de är samtidigt kräsna och inte sällan hotade till sin existens; vissa lavar kräver lång kontinuitet av substrat och klarar inte den minsta störning. Deras största hinder är svårigheten att förökas och spridas. Detta är kanske den främsta anledningen till varför så många är utrotningshotade. Naturvården hyllar branden som medel för att återskapa och upprätthålla den biologiska mångfalden. Men för lavar är brand ingen påtaglig fördel: de brinner lätt upp och har ibland svårigheter att spridas tillbaka om avstånden är för stora.

Jag vill tacka min handledare Anders Granström som fått mig att inse att det inte är något konstigt att inventera tallstammar från en stege eller att genomföra en fältinventering i november när dygnets ljusa timmar är försvinnande få. Jag vill även tacka Börje Pettersson på Bergvik skog AB för visat intresse och finansiellt stöd.

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning.....	5
Abstract	6
Inledning.....	7
Material och metod.....	8
Studieområden.....	8
Provträdsurval.....	8
Datainsamling.....	8
Resultat.....	10
Överlevande lavar.....	10
Nykolonisation.....	15
Total lavmängd och artsammansättning.....	17
Yttäckning av lavar på brända och obrända tallstammar.....	17
Stöt- och läsida.....	19
Skorpbark.....	21
Diskussion.....	22
Referenser.....	24

Sammanfattning

Idag är inte mycket känt om hur epifytiska lavar påverkas av brand. En betydande del av den areal som brinner i Sverige idag är planerade bränningar som görs framförallt i naturvårdssyfte, men hur dessa påverkar de brandkänsliga lavarna är till stor del okänt. Syftet med studien är att ta reda på hur epifytiska busk- och bladlavar på tall påverkas av brand. Studien är särskilt inriktad på att klarlägga sambandet mellan brandens intensitet och lavarnas överlevnad och senare nykolonisation.

Studien utfördes på tre lokaler strax utanför Umeå i Västerbotten som bränts 5-7 år tidigare. På alla lokalerna fanns större grupper av överlevande tall med varierande brandskador i kronan, vilket möjliggjorde en rekonstruktion av brandintensiteten. Totalt 36 tallar utvaldes, med stor spridning i sotningshöjd på stammen och barrdödsgräns i kronan. Provträden undersöktes på stöt- och läsida längs en 10 cm bred remsa upp till ca 4 m, väderstrecken för de båda sidorna antecknades. Inom remsan noterades sotningshöjden och nykolonisationen på sotet, samt art och storlek på varje enskild överlevande lav ovan sotet. Även skorp barkens höjd, trädets höjd, omkrets och barrdödsgräns noterades. Som jämförelse undersöktes även 12 obrända kontrollträd i angränsande bestånd.

Nedersta överlevande lav återfanns i många fall bara någon dm ovan sotet på tallstammarna. Det var ett rätlinjigt positivt samband mellan lägsta överlevande lav och såväl barrdödsgräns som sotningshöjd. Barrdödsgränsen låg alltid väsentligt högre än lägsta överlevande lav, vilket visar att lavarna tål att exponeras för betydligt högre temperatur än tallarnas barr. För de svårast skadade tallarna, med en barrdödsgräns 10-13 m upp i kronan, observerades de nedersta överlevande lavarna på stötsidan respektive läsidan av stammen vid omkring 2 respektive 4 m höjd.

På de obrända kontrollträden var lavtäckningen störst i höjdintervallet 0.5-1 m (20-30% av barkytan) och minskade snabbt uppöver stammen. Redan i höjdintervallet 3-3.5 m var den under 2%. Lavfloran dominerades av *Hypogymnia* spp. på såväl kontrollträd som brända träd. Endast vanligt förekommande lavararter hittades.

En omfattande och effektiv nykolonisation hade skett på den sotade barken, med klar dominans av *Hypogymnia* spp. Störst nykolonisation förekom vid stambasen, och den var rikligare på läsidan av stammarna, antagligen en följd av den kraftigare kolningen av barkytan där.

Resultaten visar entydigt att epifytiska lavar tål högre temperaturer än tallens barr, men att lavpopulationerna hos tall kan påverkas kraftigt vid brand, eftersom de är koncentrerade till den nedre skorp barksklädda delen av stammen. Åtminstone för de här observerade arterna var dock återkolonisationen effektiv redan några få år efter brand. Sambandet mellan brandintensitet och "lavadödsgränsen" torde vara generellt för lavar och kan ge vägledning för även mer sällsynta arters överlevnadsmöjligheter vid brand.

Abstract

Not much is today known about how epiphytic lichens are effected by fire. A considerable part of the fires in Sweden today are prescribed fires for the purpose of environmental conservation. How these fires affect lichens is largely unknown. The aim of this study is to find out how epiphytic fruticose and foliose lichens on Scots pine are affected by fire, and to elucidate the relationship between fire intensity and the survival of lichens and later re-colonization.

The study was performed at three locations just outside Umeå in Västerbotten that were burned 5-7 years earlier. In all locations there were larger groups of surviving Scots pines with varying amount of fire-damage in the crown, which enabled a reconstruction of fire intensity. A total of 36 pine-trees were selected with a large variation in the height of the soot and the height of the lowest surviving needles in the crown. The sample trees were examined on the windward side and the leeward side of the trunk along a 10 cm wide strip up to approximately 4 metres. The height of the char and new lichen colonisation on the char, as well as the size and species of each of the surviving lichens above the char was noted within the 10 cm strip. Also the uppermost height of the cork bark, the height of the tree, circumference, and scorch height (lowermost living needles in the crown) was recorded. A total of 12 unburned control trees were examined in adjacent stands.

In many cases, the lowest surviving lichen was found as close as 10-20 cm above the char on the pine trunks. There was a positive linear relation between the height of the lowest surviving lichen and both the height of the surviving needles in the crown and the height of the soot. The lowest surviving needles were always considerably higher up than the lowest surviving lichen, which indicates that the lichens can tolerate a considerably higher temperature than pine needles. On the most damaged pines, with a scorch height of 10-13 m, the height of the lowest surviving lichens on the windward side and leeward side was 2 and 4 m respectively.

The unburned control trees had the greatest lichen coverage (20-30%) in the height interval 0,5-1 m above ground and rapidly diminishing along the trunk. In the height interval 3-3,5 m, the coverage was already less than 2%. The lichen flora was dominated by *Hypogymnia spp.* on both control trees and burned trees. All the recorded lichen species are commonly occurring in Sweden.

The new colonisation on the charred bark was effective, with a clear dominance of *Hypogymnia spp.* The most frequent new colonisation occurred at the base of the trunk, and was richest on the leeward side of the trunk, probably a consequence of the greater charring of the bark there.

The results clearly show that epiphytic lichens can stand a higher temperature than pine needles, but that the lichen populations on pines could be seriously affected by fire, since they are concentrated to the lower part of the trunk, which is covered by cork bark. Yet the re-colonisation was effective already a few years after fire for the observed species. The relationship between fire intensity and height of mortality is probably of a general nature, and can hint at the survival possibility also for more rare lichen species in wildfires or management fires.

Inledning

Under senare år har hyggesbränning och naturvårdsbränning blivit en av skogsbrukets viktigaste naturvårdande insatser. Argumenten för bränning är främst att bereda habitat för brandanpassade arter, i synnerhet bland insekterna. Parallellt med den ökande användningen av eld har kunskapen om olika organismgruppers respons på bränning ökat. Vad gäller lavar är dock kunskapsläget fortfarande ytterst bristfälligt, vilket är anmärkningsvärt då lavar annars har varit centrala i den skogliga naturvårdsdebatten sedan decennier. I de boreala ekosystemen är epifytiska lavar en viktig del av den biologiska mångfalden. Det finns ungefär 2100 lavararter i Sverige (Moberg & Holmåsén 2000) varav drygt 130 stycken tillhör rödlistans hotkategorier CR, EN och VU (Thor 2000).

Kunskap om de epifytiska lavarnas ”brandekologi” är viktig både för att bedöma inverkan av naturvårdsbränning i olika habitat och för att förstå livsvillkoren för epifytiska lavar under tidigare seklers brandregim. Sådan kunskap kan också stödja diskussionen kring epifytiska lavars villkor i dagens skogsbrukade landskap. När det gäller trädlevande lavars reaktion på brandstörning är nästan inget känt. Några undersökningar av successionen efter brand har gjorts och de pekar på att en del arter kan gynnas av brand (Longan et al. 2002), men dessa är ofta generalister såsom *Physcia adscendens* och *Xanthoria parietina*; arter som förekommer även utan brand.

När ett skogsområde brinner, är de trädlevande lavarna extremt utsatta, men riskerna beror både på lavens exakta placering och på brandbeteendet. Lavbålar är extremt flambara och kan faktiskt bidra till att exempelvis leda upp elden i kronan på granar. Likaså klättrar elden gärna upp längs lavklädda tallstammar. I eldflammorna är temperaturen omkring 800°C, och avtar sedan exponentiellt med höjden ovan flamspetsen (Mercer & Weber 2001). För barr och blad hos kärlväxter är dödsgränsen vid kortare exponering mellan 55 och 60°C (Granström & Schimmel 1993). Den gränsen kan alltefter brandens intensitet ligga olika långt över marken. Inte sällan ligger den väl över trädtopparna, vilket resulterar i hela trädbeståndets död. Lavar kan förmodas tåla något högre temperatur, bland annat på grund av att de är helt dehydrerade när det brinner.

Hur väl lavar klarar höga temperaturer beror till stor del på vatteninnehållet (Shirazi et al. 1996). Undersökningar av *L. pulmonaria* visar att en saturerad bål bara tål temperaturer upp till 37°C, medan en lufttorkad bål tål upp till 78°C (Lange 1953). Generellt är lavar väldigt tåliga mot torka och kan överleva en uttorkning till 2-9% av torrvikten, beroende av art (Shirazi et al. 1996). Vattnet är då hårt bundet till protoplasman. Vissa lavar kan klara denna låga vattenhalt i flera år och ändå överleva (Shirazi et al. 1996). När de är uttorkade kan de dock inte fotosyntetisera; detta är en av anledningarna till varför lavar växer så långsamt (Raven et al. 2003).

Syftet med den här studien är att ta reda på hur epifytiska busk- och bladlavar påverkas av brand, vad gäller mortalitet och nykolonisation. Ett huvudmål är att analysera sambandet mellan brandintensitet och lavmortalitet, varför jag valde att koncentrera mig på allmänt förekommande arter med rik förekomst på tall. Ett antal brända områden av varierande ålder (2-5 år efter brand) undersöktes med avseende på de trädlevande lavarerna och jämfördes med angränsande obrända områden. Brandintensiteten på de brända undersökningsområdena rekonstruerades med hjälp av kronskadorna i trädskiktet.

Material och metod

Studieområden

Studien utfördes på tre olika lokaler med boreal tallskog utanför Umeå (63°83' N, 20°27' Ö) i norra Sverige. En lokal var belägen norr om Sävar 1,5 mil nordost om Umeå, samt två lokaler söder om Botsmark 4,5 mil norr om Umeå. Bestånden utanför Botsmark var brända hyggen med kvarlämnade trädgrupper. Hyggena brändes 2002 (Botsmark a) respektive 1999 (Botsmark b). Beståndet i Sävar var ett försöksområde som brändes 1997 av SLU, utan föregående huggningsingrepp. Inom respektive undersökningsområde fanns en stor spännvidd i kronskador på tallarna, till följd av skillnader i brandintensitet.

De undersökta områdena valdes efter en del inledande observationer på ett antal brännor av olika ålder, som visade att det tar ett par år innan det klart går att urskilja vilka lavar som dött till följd av brandskador. Samtidigt fick det inte ha gått alltför lång tid efter brand, då det annars blir omöjligt att särskilja nykoloniserade lavar från dem som överlevt branden.

Fältinventeringen gjordes i huvudsak i november 2004, då det fortfarande var barmark. Kompletterande inventering av lavar på hög höjd (samt hög sotningshöjd och barrdödsgräns) utfördes i april 2005 då den mesta snön smält bort. I april genomfördes dock inventeringen på skidor och snöskor.

Provträdsurval

Intentionen var att undersöka effekten av variation i brandintensitet på lavpopulationen. Därför eliminerades annan variation som kunde tänkas påverka resultatet, genom att subjektivt leta efter träd med liknande diameter och höjd. Detta gäller dock inte ett av provträden, som var mycket litet (7 cm dbh), men som valdes för att få en observation med extremt låg barrdödsgräns. I varje bestånd valdes minst tio stycken träd ut med tanke att få god spridning i höjd på sotningen och grönkrongräns. Totalt mättes 10 tallar från Sävar, 14 från Botsmark a och 12 från Botsmark b. Vid Sävar och Botsmark b valdes dessutom sex stycken kontrollträd ut, i angränsning till de undersökta bestånden. För att undvika eventuella kanteffekter valdes provträd som stod en bit in från hyggesluckor, i skydd från andra träd.

Genom att aktivt välja ut träd med olika barrdödsgräns fick jag en gradient i brandintensitet, och därmed i värmeexponering för lavar på trädstammarna. Den temperatur då barren dör är känd, 60 °C (Granström & Schimmel 1993) och denna gräns kan avläsas i träd Kronorna flera år efter branden. Många olika faktorer styr över brandintensiteten: vind, bränsletillgång, bränslets fukthalt, antändningsmönstret. Ofta varierar dessa i en liten skala och intensiteten kan därför variera stort inom ett och samma bestånd.

Datainsamling

För varje bränt träd noterades följande variabler: trädhöjd, barrdödsgräns (nedersta gröna barr), sotningshöjd på stöt- och läsida, diameter vid brösthöjd, nykolonisation av lavar på sotad bark, höjd över mark, storlek och om möjligt art på överlevande lavar på stöt och läsidan upp till ca 3,5m eller tills skorparken tog slut (vissa träd undersöktes upp till 6m över mark med hjälp av tubkikare). För vissa träd noterades även höjden på skorparken. Glansbarken ovan skorparken erbjuder sämre fäste för lavarna, och har därför inga eller väldigt få lavar. Trädhöjden och grönkrongränsen mättes med Silva höjdmätare. Sotningshöjden och diametern mättes med måttband. Tätheten av nykoloniserade lavbålar uppskattades visuellt i intervaller om 0-5, 5-30, 30-60 och 60-100st/dm² för kontinuerliga höjdivtervall om vardera ½ m uppför den sotade stammen. För att notera höjden längs

trädstammarna användes en 4m lång mätsticka med centimeterskala, vilken knöts fast mot stammen (fig. 1). Observationerna gjordes från en stege som rests mot trädstammen. För ett antal observationer av lavar på högre höjd användes istället tubkikare och en längre mätsticka. Storleken på lavarna skattades visuellt, med mätstickan som referens. Arten på lavarna bedömdes till fem olika grupper: *Bryoria spp.*, *Parmeliopsis hyperopta/ Imshaugia aleurites*, *Parmeliopsis ambigua*, *Hypogymnia physodes/ H.tubulosa*, *Usnea hirta*, *Platismatia glauca* och övrigt. På kontrollträden noterades uppskattad täckningsgrad för olika lavarter längs en ca 10cm bred remsa från marken till 3,5m höjd längs trädstammen på motsvarande dominerande väderstreck för stöt/läsida. Kontrollträden valdes subjektivt ut för att motsvara diameter och höjd för de brända träden.



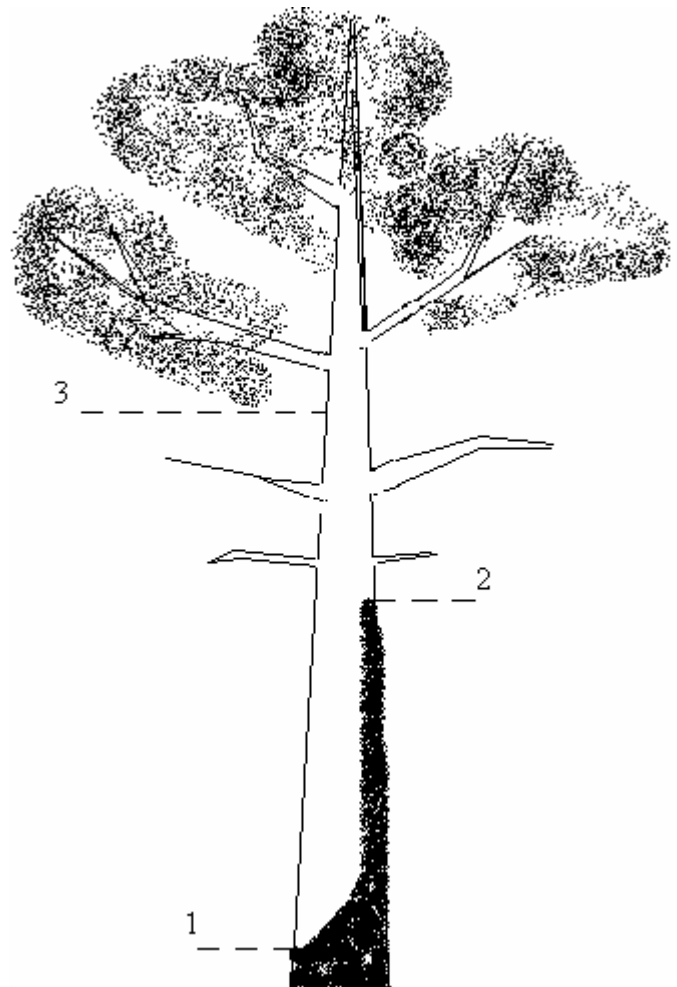
Figur 1. Avläsning på tallstam. Foto: Anders Granström.

Resultat

Överlevande lavar

De brända träden karakteriserades alla av en sothöjd (fig. 2) som skiljde sig mellan stöt- och läsidan av trädet. Stötsida innebär det håll vinden blåst från vid brandtillfället och sothöjden på denna sida var på alla stammarna lägre än på läsidan. Sotets höjd är liksom barrdödsgränsen relaterad till brandintensiteten. En bit ovan sotets översta höjd återfanns de överlevande lavarna. Ännu högre upp på stammen syntes gränsen för överlevande barr, hädanefter kallad barrdödsgränsen vilket är en än bättre indikator på intensiteten. I denna studie noterades endast lavar på stammen, men även de lavar som växer på grenarna utgör indikatorer på brandintensiteten. Men, att få kvantitativa data från de grenlevande lavarnas placering och överlevnad efter brand är mycket svårt eftersom de är mer sporadiskt förekommande än på själva stammen, där man har en närapå kontinuerlig lavutbredning före brand. Jag kunde dock observera att även döda grenar under barrdödsgränsen till viss del var lavbekladda, ett tydligt tecken på att lavar är mer värmetåliga än barr. Höjden på barrdödsgränsen skiljde sig i elva fall åt mellan stöt- och läsida, i dessa fall har den nedre barrdödsgränsen använts i beräkningarna.

De överlevande lavarna var minst 0,5cm i diameter, medan de nykoloniserade lavarna i de flesta fall var mindre än så. De små lavar som var överlevare skiljde sig från nykoloniserande lavars utseende genom att fragmentariska rester av död lav kunde ses runt om. De små överlevande lavarna växte i regel på skyddade lägen, som bakom barkflagor eller ovan torrkvist (fig. 3). Främst skorplavar förekom, men även ett par busklavar (fig. 4).



Figur 2. Schematisk skiss som visar sothöjd på stöt- (1) och läsida (2) samt barrdödsgräns (3).



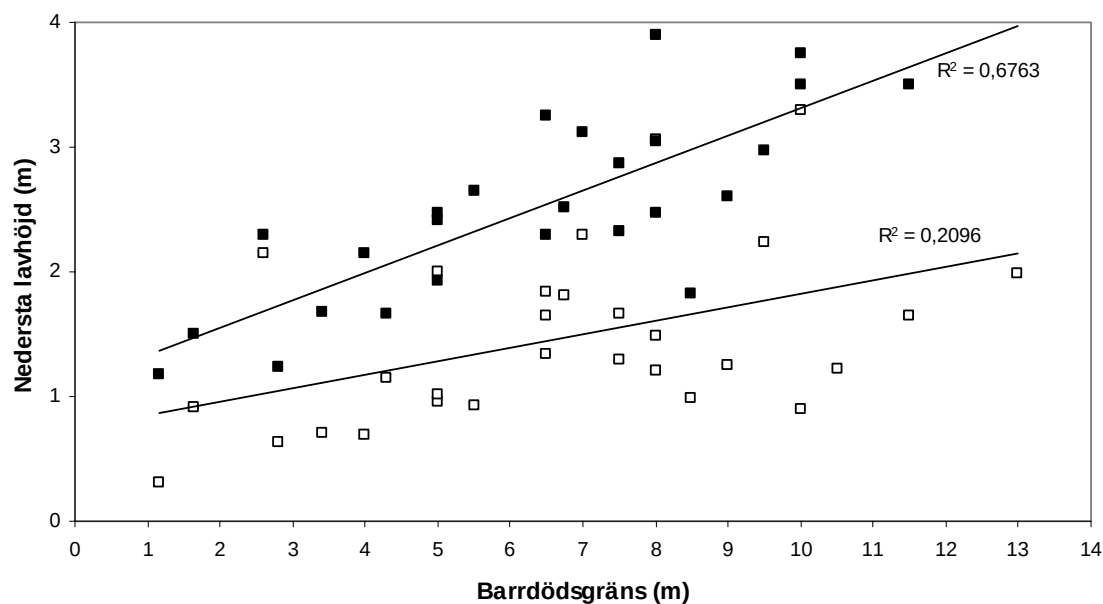
Figur 3. Överlevande lavar. Lägg märke till ansamlingen av *Hypogymnia* spp. vid skyddade lägen ovan torra kvistar. Spridda mindre individer av *Parmeliopsis ambigua*. Foto: Anders Granström.

För samtliga områden var det ett positivt samband mellan barrdödsgräns och höjd över mark för nedersta överlevande lav (fig. 5). Nedersta överlevande lav hittades alltid på lägre höjd på stötsidan än på läsidan av de brända träden (fig. 5). Sambandet mellan ökande barrdödsgräns och höjd på nedersta överlevande lav var starkare för läsida än för stötsida (fig. 5).



Figur 4. *Bryoria* sp. och *Imshaugia aleurites*. Foto: Anders Granström.

För sex stycken av provträden hade *Gremioniella*-angrepp orsakat en sekundär höjning av barrdödsgränsen. I de diagram då barrdödsgränsen är en variabel (fig. 5 och 7) har dessa provträd uteslutits.



Figur 5. Sambandet mellan barrdödsgräns i tallar och höjden för nedersta överlevande lavbål. Linjära trendlinjer är utsatta för respektive sida. Trädets stötsida ($\square$) respektive läsida ($\blacksquare$).

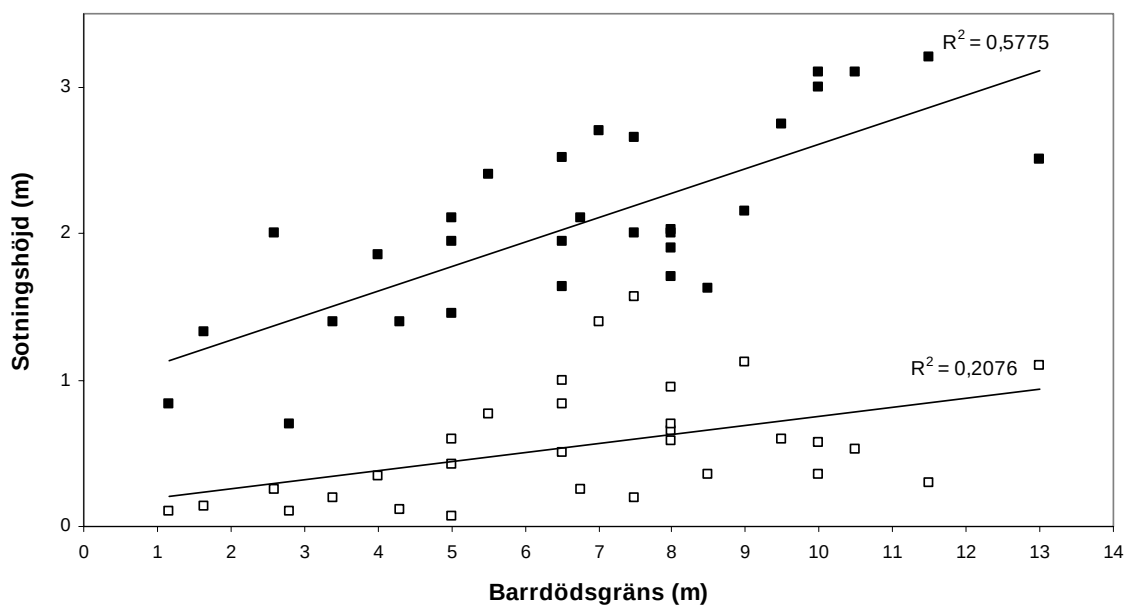
För de brända träden var det en betydande skillnad i sotningshöjd mellan stöt- och läsida. Ett typexempel på sotad stam ses i figur 6. I medeltal låg den övre sotningshöjden kring 3,4 gånger högre på läsidan än på stötsidan (fig 7). Det fanns ett positivt samband mellan barrdödsgräns och sotningshöjd, och sambandet var starkare för läsidans sotningshöjd (fig. 7)

Sambandet mellan sothöjd och lägsta lavhöjd var starkt för läsidan men svagt för stötsidan (fig. 8). För stötsidans lägsta lavhöjd var det ett betydligt bättre samband med läsidans sothöjd (fig. 9). Avståndet mellan sotets höjd och nedersta överlevande lav varierade avsevärt, i synnerhet för stötsidan, men en stor del av observationerna låg i spannet mellan 0,1m och drygt 0,5m (fig. 10). Avståndet mellan nedersta överlevande lav och sotningshöjden var i genomsnitt 0,8m på stötsidan och 0,5m på läsidan.

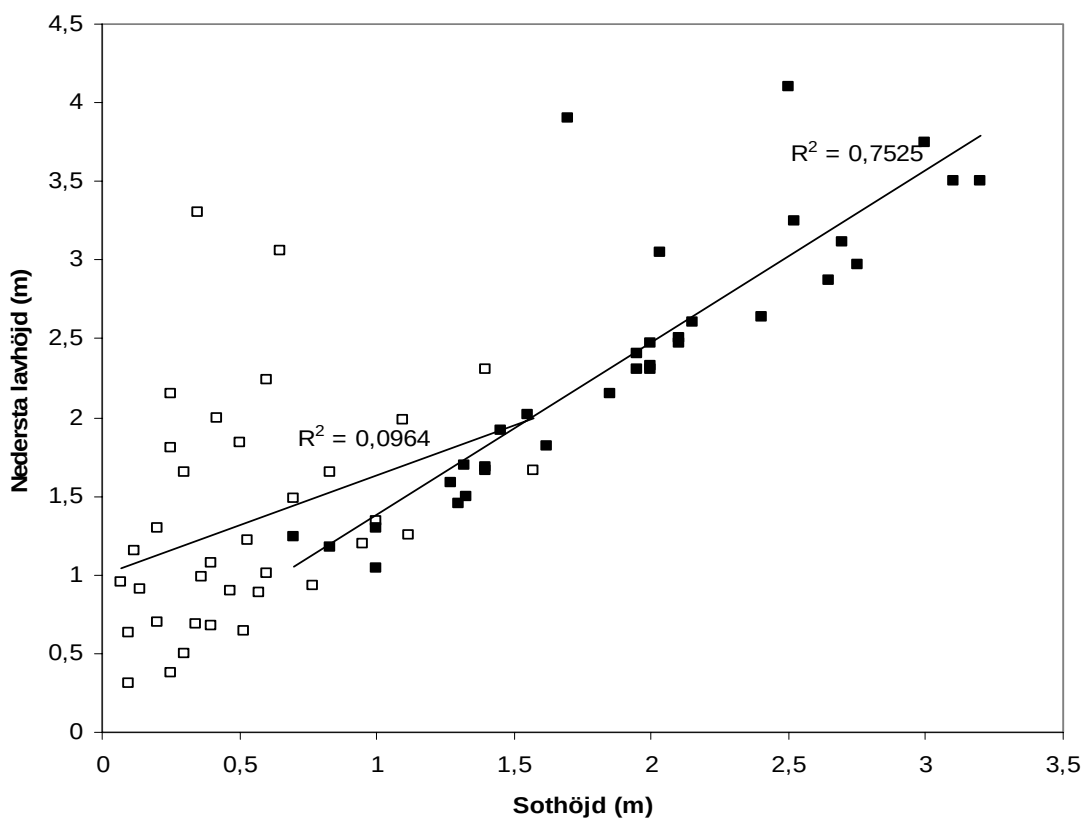
Vad gäller förhållandet mellan lavarnas individuella storlek och höjd ovan sotningsgränsen var det ett visst samband: stora överlevande lavindivider var vanligare på lite större höjd ovan sotningsgränsen (fig. 11).

Figur 6 (till höger). Sotning på tallstam med exempel på riklig nykolonisation på den kolade stambasen. Lägg märke till den ökade höjden på sotet upp längs stammen på läsidan till höger i bilden. Bilden är tagen drygt sju år efter brand, i område Sävar. Foto: Anders Granström.

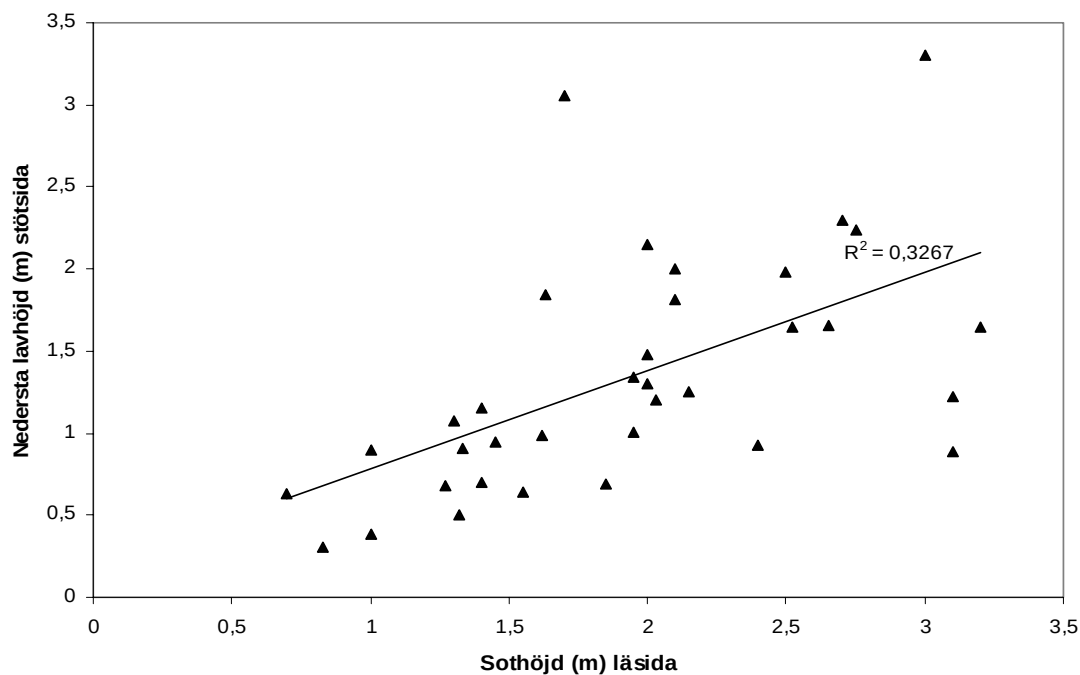




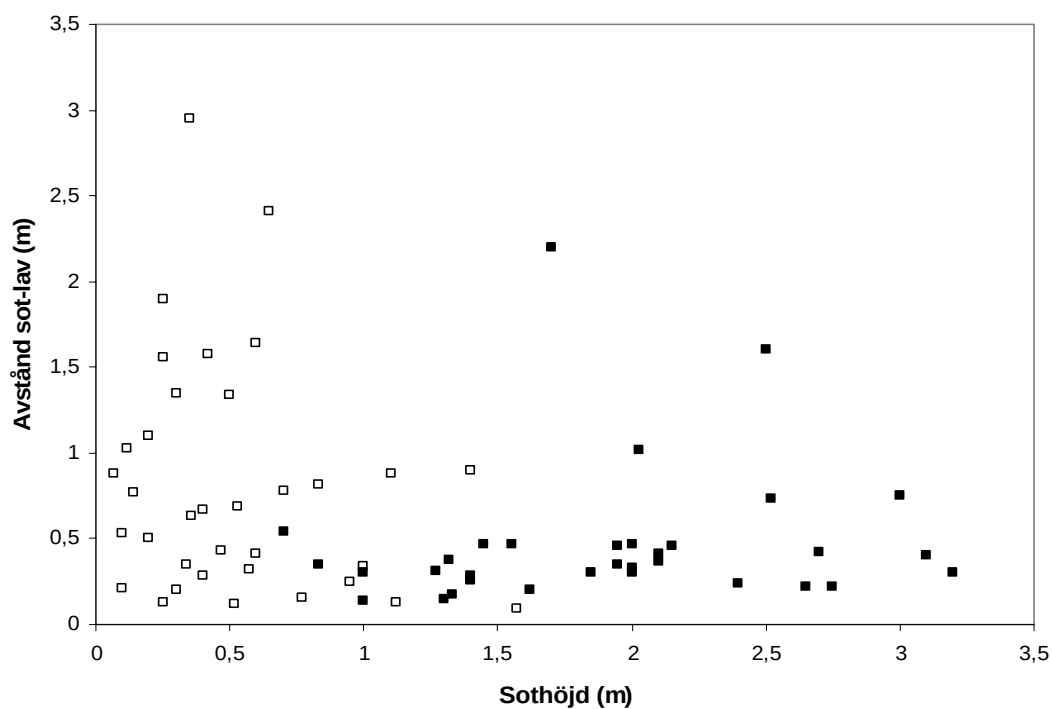
Figur 7. Sambandet mellan sotningshöjden på alla provträdens stöt- respektive läsida och barrdödsgränsen. I de fall sotningshöjden var intermittent så har den översta höjden använts. (■) sothöjd läsida och (□) sothöjd stötsida samt linjära trendlinjer för respektive sida.



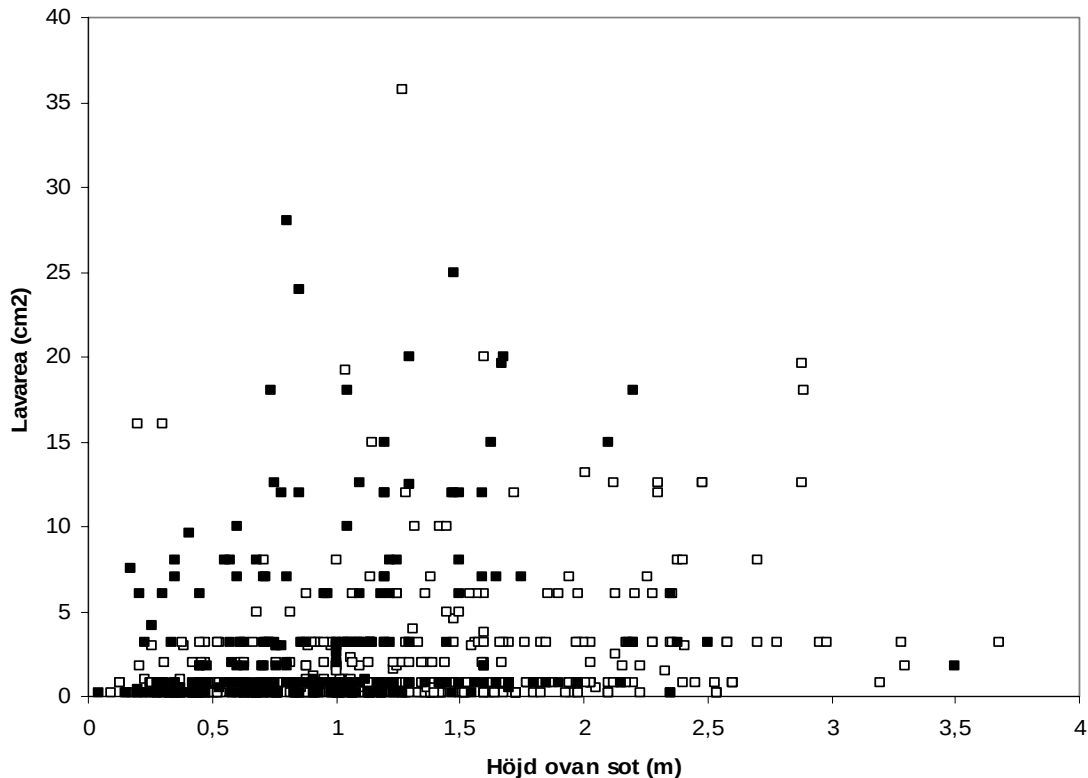
Figur 8. Sambandet mellan höjden på nedersta överlevande lav och sothöjd på stöt- och läsida av de brända träden. Linjära trendlinjer är utsatta för respektive sida på trädets stötsida (□) respektive läsida (■).



Figur 9. Sambandet mellan nedersta lavhöjd på stötsida och sotningshöjden på läsidan.



Figur 10. Sambandet mellan sotningshöjden och avstånd från sotet till nedersta överlevande lav. (■) läsida, (□) stötsida. Figuren representerar samtliga områden. Inga trendlinjer har satts in, eftersom värdena är för spridda. Figuren visar att spannet för läsidan i de flesta fall understeg 0,5 m. För stötsidan var det större variation.



Figur 11. Sambandet mellan lavbålarnas area och deras höjd ovan sotet. (■) läsida och (□) stötsida.

Nykolonisation

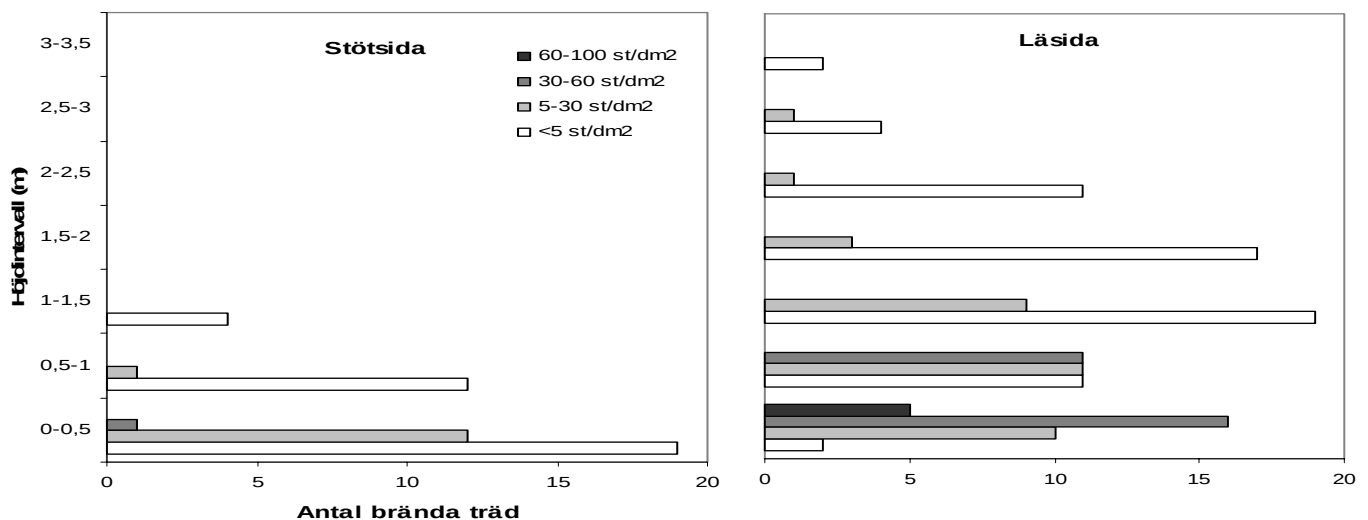
Det var en omfattande nykolonisation av lavar på de brända stammarna (fotoexempel i figur fig. 12a,b) och denna var väsentligt rikligare på läsidan av stammen än på stötsidan (fig. 13). Den dominerande artgruppen var *Hypogymnia spp.* men inga exakta artbenämningar gjordes på nykolonisationen då individerna var för små. Nykolonisationen var rikligast i höjdiintervallet 0-0,5m ovan mark och avtog sedan uppåt längs de sotade stammarna (fig. 13). Som mest förekom upp till 100st lavar/dm²; detta på den nedersta delen av stammen på läsidan. På 1-1,5m höjd hade endast fyra stycken träd nykolonisation på stötsidan (fig. 13). På 0-0,5m höjd däremot hade alla träd nykolonisation, både på stöt- och läsidan. Den högst belägna nykolonisationen observerades på läsidan, i höjdiintervallet 3-3,5m. Där förekom nykolonisation på två träd, med färre än fem lavar /dm² (fig. 13). För nykolonisationen var yttäckningen närmast försumbar där det var färre än fem lavar/dm². Lavarerna täcker snabbt en större yta när de väl etablerat sig, eftersom de i de flesta fall har en radiell tillväxt. Ofta växer de ca 1mm/år radiellt och därigenom ökar den totala täckningsgraden snabbt.



Figur 12a. Exempel på nykolonisation 5-30 lavar/dm² av lavar på bränd bark. Foto: Anders Granström.



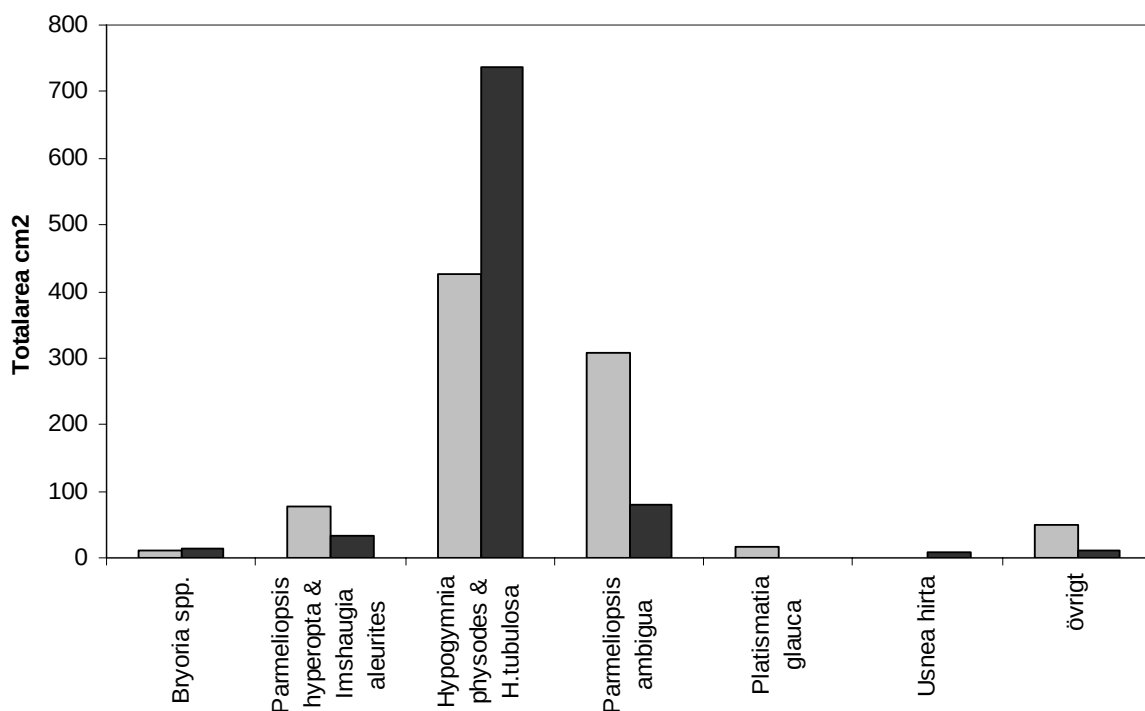
Figur 12b. Exempel på nykolonisation 30-60 lavar /dm² av lavar på bränd bark. Foto: Anders Granström.



Figur 13. Antal nykoloniserade lavbålar per dm² på de brända trädens stöt- respektive läsida. Observera att det inte var några noteringar för intervallet 60-100st/dm² på stötsidan.

Total lavmängd och artsammansättning

De olika lavarernas totala täckningsgrad uppvisade en klar dominans av *Hypogymnia spp.* på både trädens stöt- och läsida (fig. 14). Vad gäller antal lavar så dominerades stötsidan av *Hypogymnia spp.* medan läsidan hade störst antal av *Parmeliopsis ambigua*.



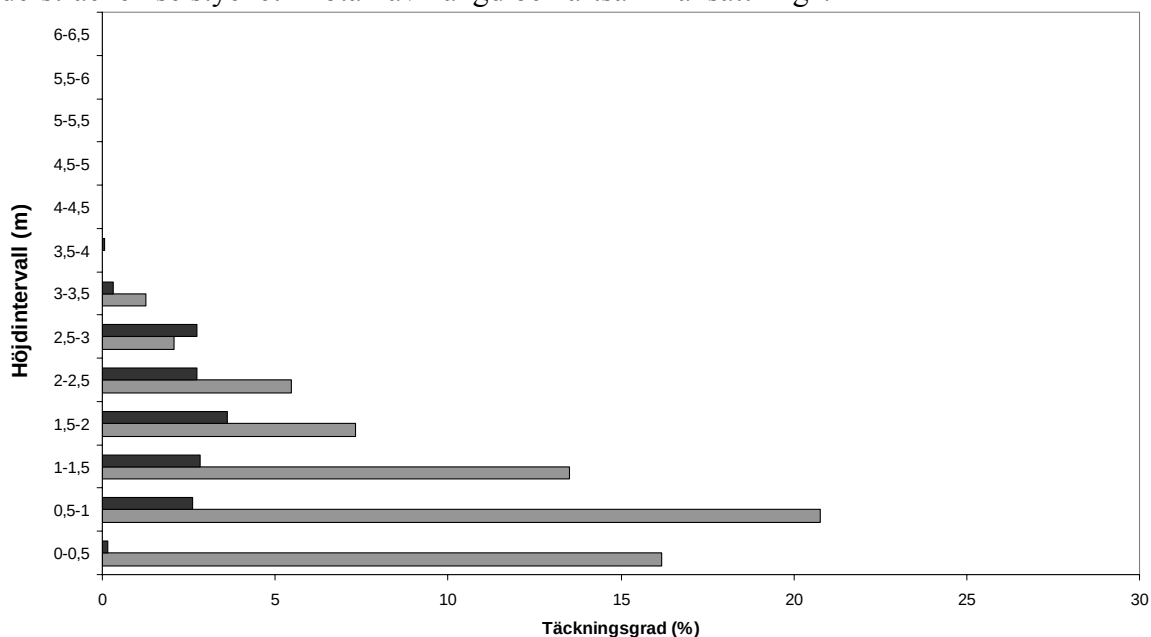
Figur 14. Den totala arean av olika lavararter. Endast överlevande lavar på de brända träden är medräknade här, dvs. ej nykolonisationen. (■) stötsida och (■) läsida. *Bryoria spp.* innefattar *B. fuscescens*, *B. fremontii* och *B. furcellata*.

Yttäckning av lavar på brända och obrända tallstammar

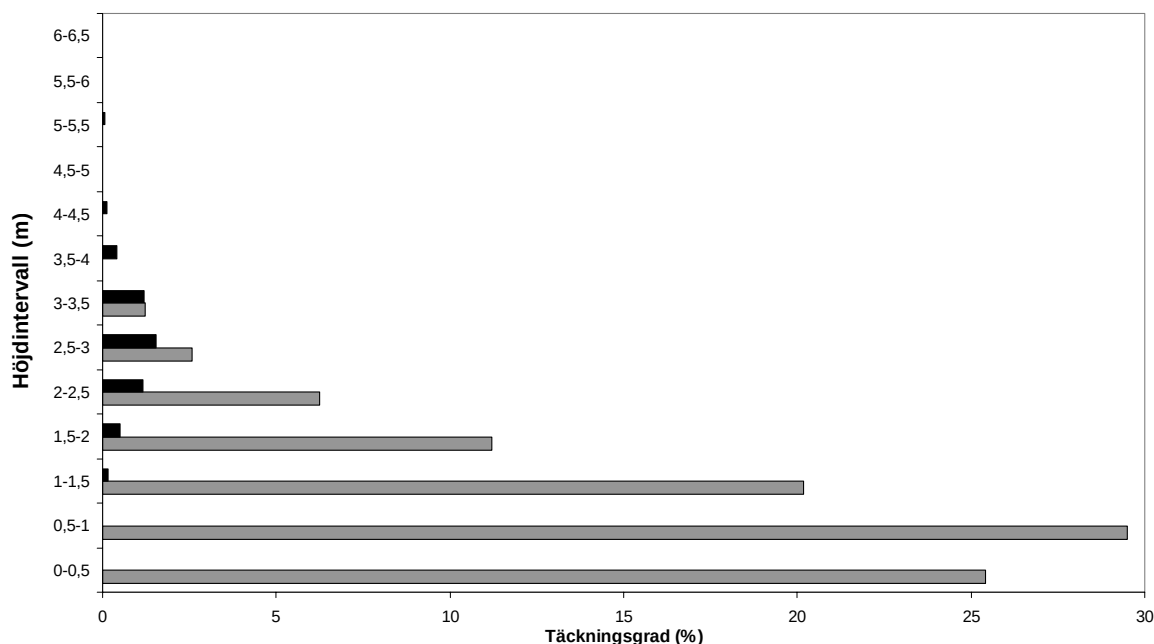
En jämförelse gjordes mellan täckningsgraden av lavar på kontrollträden och överlevande lavar på de brända träden. Den totala täckningen av lav på kontrollstammarna skattades i procent. Eftersom noteringarna för de brända träden gjorts efter storleken på varje enskild lav inom provremsan, så räknades arean ut på alla lavarna samt vilken täckningsgrad de utgjorde

på stammen i samma höjdivtervall som för kontrollträden. Nykoloniserade lavar togs inte med i beräkningarna.

Det var stora skillnader i såväl yttäckning som höjdfördelning mellan kontrollträd och brända träd (fig. 15a, b). Kontrollträden uppvisade störst täckningsgrad vid 0,5-1m, medan de brända träden hade störst täckning vid 1,5-3m (fig.15a, b) eftersom lavarna på lägre höjd hade brunnit upp eller dött av värmeskador. För de brända träden var täckningen mer än dubbelt så hög på stötsidan som på läsidan, medan kontrollträden hade något högre lavtäckning på "läsidan". Stöt- och läsida för kontrollträden motsvarar de vädersträck som gällde för de brända träden. Ett typexempel på kontrollträdens utseende ses i figur 16. För detaljerad information om vädersträcken se stycket "Total lavmängd och artsammansättning".



Figur 15a. Medelvärden för täckningsgraden av de överlevande lavarna på samtliga undersökta trädets stötsida. Svart stapel brända träd och grå stapel kontrollträd.



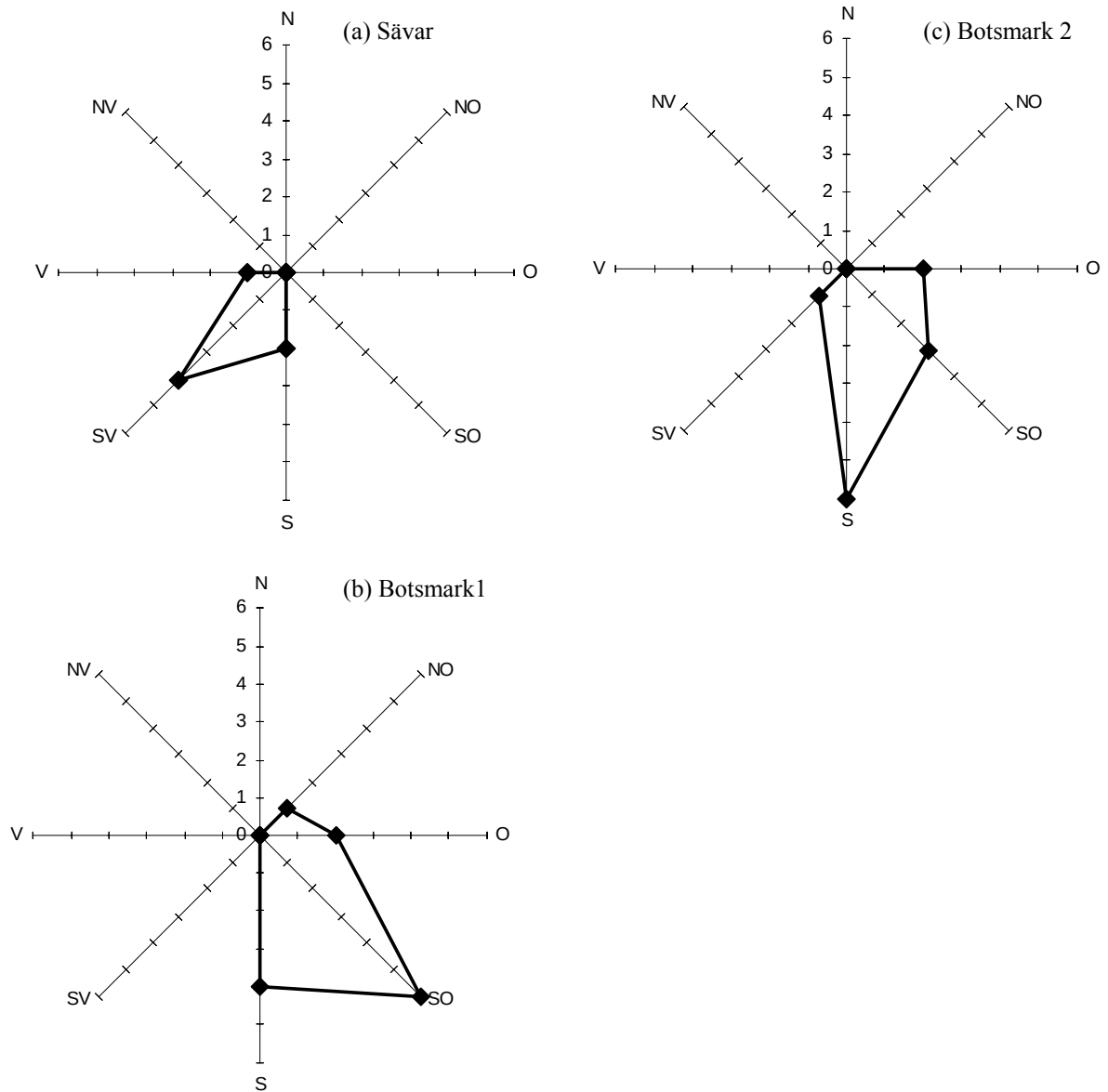
Figur 15b. Medelvärden för täckningsgraden av de överlevande lavarna på samtliga undersökta trädets läsida. Svart stapel brända träd och grå stapel kontrollträd.



Figur 16. Exempel på lavförekomst på kontrollträd. Övervägande *Hypogymnia* spp. men även *Bryora* spp. Foto: Anders Granström.

Stöt- och läsida

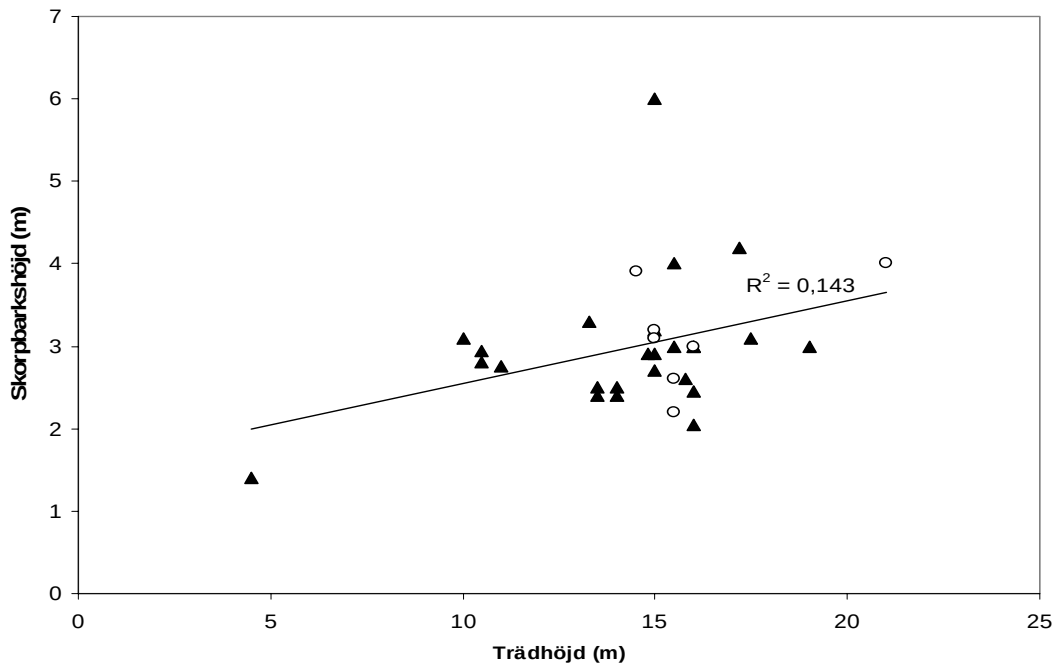
Vädersträck mättes för stöt- och läsida för alla tallstammar utom tre stycken från sävar och en från Botsmark 1. Stötsida var för 78% av de brända träden S, SV eller SO riktning (ett fall VSV) (fig. 17a-c), vilket innebär att vinden blåste från dessa riktningar i samband med bränningarna. Av diagramtekniska skäl är VSV konverterat till SV och ONO till NO i graferna. Diagrammen 17a-c visar även på skillnaderna mellan områdena. I Botsmark 2 var stötsidan i övervägande del lika med sydsida (fig. 17c) medan Botsmark 1 var mer åt SO (fig. 17b) och i Sävar brann det med vind från SV (fig. 17a).



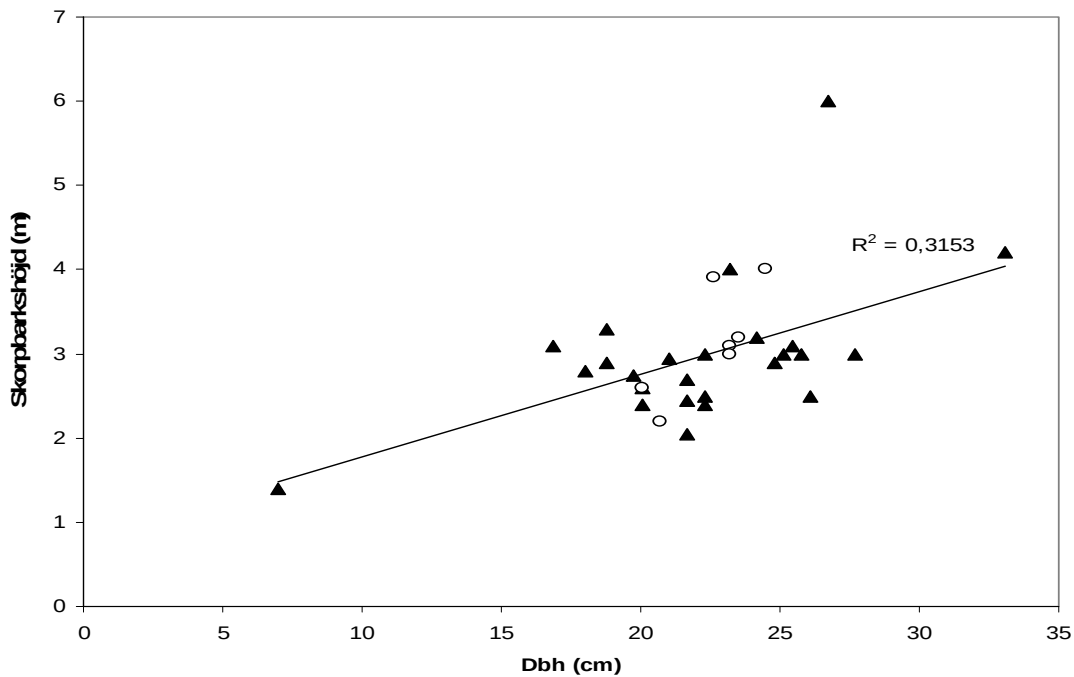
Figur 17a-c. Vädersträcksfördelning för alla områdenas stötsida. Axlarna visar antal brända träd med stötsida åt visst vädersträck. Motsvarande vädersträck för läsidan är de motsatta. (a) Sävar, (b) Botsmark 1 och (c) Botsmark 2. Obs: för Sävarbrännan mättes inte vädersträck för tre provträd. Även för ett träd från Botsmark 1 saknar denna uppgift.

Skorpbark

För en del av de brända träden samt vissa av kontrollträden noterades även höjden på skorpbarken. Ett exempel på övergången från glansbark till skorpbark ses i figur 20. Höjden för skorpbarken var ganska likartad, kring 3 m för alla träden, men en viss trend kunde ses med högre skorpbarkshöjd för ökad trädhöjd (fig. 18) och även för ökad diameter vid brösthöjd (fig. 19).



Figur 18. Sambandet mellan skorpbarkshöjden och trädhöjden. Linjär trendlinje är utsatt för de båda dataserierna tillsammans (▲) de brända träden och (○) kontrollträden.



Figur 19. Sambandet mellan skorpbarkshöjden och trädens diameter vid brösthöjd. Linjär trendlinje är utsatt för de båda dataserierna tillsammans (▲) de brända träden och (○) kontrollträden.



Figur 20. Övergångszon mellan skorpbark och glansbark. Foto: Anders Granström

Diskussion

Mina resultat visar att lavar har en överraskande god överlevnadsförmåga vid brand. Det fanns regelmässigt lavbålar väsentligt längre ner på tallarna än det fanns överlevande barr, vilket indikerar högre letaltemperatur för lav än för barr, vilka dör redan vid en kort exponering över 60 °C. Det finns en del laboratoriestudier av lavars värmeterolerans (Lange 1953, Kershaw 1985). Liksom hos andra växter är temperaturlötolansen högre ju torrare de är. Lavar tål att torkas ut så gott som fullständigt. Som torra kan åtminstone vissa lavararter tåla temperaturer upp till 90-100°C (Lange 1953). Eftersom lavar inte själva kan hålla kvar vatten så torkar de lätt ut i solen och är därför uttorkade när det är så pass torrt i markbränslet (mossa, förna etc på marken) att en brand kan sprida sig (Tanskanen m fl 2005). De bör då vara maximalt värmefåliga.

Men dessa analyser av lavars värmeterolerans bygger på mätningar av respirationen och inte av fotosyntesen. De kan därför vara något missvisande eftersom respirationen är den mest värmeteroleranta funktionen i laven, medan fotosyntesen är den värmefåligaste (Kershaw 1985). Skador på fotosyntesen (PSII) är dessutom större i ljus än i mörker eftersom själva ljusfotonerna bidrar till skadorna (Gauslaa & Solhaug 1999). Brandskadade lavar bleks på grund av skador på den fotosyntetiserande delen som skett strax efter branden (Romagni & Gries 1997). Detta kan användas som indikator på hur stor skada som branden gjort på laven. Denna metod användes i en studie i Arizona, och där fann man även att fotosyntesen i de

överlevande lavarna var åter på ursprungsnivån efter ett halvår. De lavar som dött hade då fallit av träden (Romagni & Gries 1997).

Min undersökning är den första studie som analyserar lavöverlevnad i relation till brandintensitet. Med brandintensitet menas energiutvecklingen i flamfronten, vilken indirekt kan avläsas i flamlängden (van Wagner 1972). En högre brandintensitet innebär längre flammor, vilka sotar högre upp på stammen och resulterar i högre gräns för såväl barrdöd som lavdöd. De överlevande lavarna på tallstammarna fanns på avstånd från 0,1 m höjd och uppåt från sotet på barken, som ju är den högsta nivå dit flammorna nått. Generellt korrelerar värdena för nedersta överlevande lavbål väl med värdena för sotningshöjd och barrdödsgräns, vilket tyder på ett bra samband mellan brandintensitet och lavmortalitet.

Temperaturen i luften ovan flammorna avtar snabbt, från 800 °C i flammorna till normal lufttemperatur ca. sex meter ovanför (Mercer & Weber 2001). Sotningen på stammarna visar hur högt flammorna slickat på själva stammen, och indikerar således hur högt upp man haft temperaturer kring 800 °C. Nedersta överlevande lavar återfanns i många fall bara några få dm ovan sotet. Så nära flammorna bör temperaturen ha varit 450-600 °C under en kort tid (Mercer & Weber 2001), vilket ingen lav skulle kunna överleva. Trädstammens skrovliga yta orsakar emellertid en turbulens som kan tänkas modifiera värmeexponeringen. Tyvärr finns inga detaljerade observationer av värmefördelningen på barkytan i en brandsituation. Det faktum att de nedersta överlevande lavarna ofta fanns i den övre kanten av grova brakplattor, indikerar att mikrotopografen på stammen är väsentlig för lavarnas verkliga värmeexponering.

Kontrollträdens täckningsgrad av lavar var störst vid 0,5-1 m höjd och avtog snabbt uppför tallstammarna. Ansamlingen nedtill kan bero på gynnsammare fukt och näringsvillkor där. Att det finns färre lavar allra längst ned beror troligtvis på att snötäcket eller skugga från markvegetationen innebär ett hinder för lavarnas överlevnad och tillväxt. På grund av praktiska problem mättes inte täckningsgraden på kontrollträden på höjder över 3,5 m, men redan där var lavtäckningen mycket låg; ungefär där börjar skorpbarken ta slut och med den även lavarna på stammen. Däremot fanns lavar på högre höjd på trädens grenar, vilka kan utgöra källor för nykolonisation.

Skorpbarken är väsentlig eftersom dess struktur sannolikt utgör en bättre fästytta för koloniserande lavar. Detta styrks även av det faktum att praktiskt taget inga lavar kunde ses växa direkt på glansbarken. Glansbarken flagnar dessutom vilket medför att de eventuella lavar som fastnat där lossnar med barken. Skorpbarken är däremot både skrovligare och mer beständig. Samtidigt innebär detta att en stor del av den totala lavbiomassan i ett tallbestånd är potentiellt utsatt för brandskador, eftersom skorpbarken bara täcker den nedre delen av stammen.

Nykolonisationen efter brand var som störst strax ovan stambasen. På de brända träden hade lavarna uppenbarligen haft lätt att återkolonisera den kolade barkytan. Lavar kan återkolonisera på två sätt, antingen asexuellt via spridningskroppar (fragmentation, soredier eller isidier) som lossnar från redan etablerade lavar och blåser iväg för att landa på lämpligt substrat, eller sexuellt, med svampsporer som flyger iväg för att träffa lämpliga algceller (Moberg & Holmåsén 2000). Den sexuella förökningen har dock väldigt liten chans att lyckas och det vanligaste är att lavarna sprider sig asexuellt (Moberg & Holmåsén 2000), varför det här med säkerhet rör sig om asexuell spridning från lavar som överlevt högre upp i träden.

Både på stöt- och läsidan dominerades lavvegetationen av de båda *Hypogymnia*-arterna, vilka båda är mycket vanligt förekommande i boreala skogar (Moberg & Holmåsen 2000). *Imshaugia aleurites* och de båda *Parmeliopsis*-arterna *P. hyperopta* och *P. ambigua* är även de väldigt vanliga i boreala skogar. De arter av *Bryoria* som jag observerade, är också allmänna i Sverige: *B. fuscescens*, *B. fremontii* och *B. furcellata* (Moberg & Holmåsen 2000). *Platismatia glauca* förekommer vanligtvis på grenar och har därför inte uppnått höga noteringsgrader här, men är annars allmän i Sverige. Den enda *Usnea*-art som återfinns i materialet är *U. hirta*, som är allmän i norra Sverige (Moberg & Holmåsen 2000). *P. hyperopta* och *I. aleurites* hamnade i samma grupp på grund av svårigheten att särskilja de två i fält; samma gäller för de två *Hypogymnia*-arterna.

Sammanfattningsvis kan sägas att epifytiska lavar har en hög temperaturlöslighet och kan överleva på stammar där sotningshöjden inte går över skorpbarkshöjden. De vanliga arterna har även lätt för att återkolonisera, vilket i störst mängd sker vid stambasen. Nykoloniserande lavfragment verkar ha särskilt lätt att fästa på sotad bark.

De största lavmängderna förekom på skorpbarken. Det innebär att även vid en brand med måttlig intensitet så kan en betydande del av populationen slås ut. Höjdfördelningen av lavar, i synnerhet de sällsynta och rödlistade lavar som har stora krav på habitat och substrat, bör undersökas. Om levnadsmiljön för dessa arter är t.ex. stambas på tall eller döda tallar, kan man tänka sig att en brand helt slår ut populationen.

Jag har i den här studien gjort observationer på ett antal triviala och vanligt förekommande lavararter, men det är rimligt att tro att sambandet mellan brandintensitet och lavmortalitet är generellt giltigt. Det bör kunna ge en antydning även om mer sällsynta lavararters respons på brandstörning av olika intensitet, förutsatt att lavpopulationens höjdfördelning är känd. Den spatiala förekomsten av mer sällsynta lavararter bör därför beaktas när man planerar skötselbränningar.

Referenser

- Gauslaa, Y. & Solhaug K.A. (1999) High-light damage in air-dry thalli of the old forest lichen *Lobaria pulmonaria* - interactions of irradiance, exposure duration and high temperature. *Journal of experimental botany*, **50**: 697-705.
- Granström, A. (2003). Skogsbrand. Brandbeteende och tolkning av brandriskindex. Räddningsverket.
- Granström, A. & Schimmel J. (1993). Heat effects on seeds and rhizomes of a selection of boreal forest plants and potential reaction to fire. *Oecologia*, **94**: 307-313.
- Honegger, R. (1996). Experimental studies of growth and regenerative capacity in the foliose lichen *Xanthoria parietina*. *New Phytologist*, **133**: 573-581.
- Kershaw, K.A. (1985). *Physiological ecology of lichens*. Cambridge university press, Cambridge.
- Lange, O.L. (1953). Hitze- und trockenresistenz der flechten in beziehung zu ihrer verbreitung. *Flora (Jena)*, **140**: 39-97.
- Lange, O.L., Green, T.G.A. & Heber U. (2001). Hydration-dependent photosynthetic production of lichens: what do laboratory studies tell us about field performance? *Journal of experimental botany*, **52**: 2033-2042.
- Longan, A., Gaya, E. & Gomez-Bolea, A. (2002). Post-fire colonization of a mediterranean forest stand by epiphytic lichens. *The lichenologist*, **31**: 315-406.
- Mercer, G. N. & Weber, R.O. (2001). Fire plumes. *Forest fires. Behavior and ecological effects*, s. 225-255 Ed Johnson E.A. & Miyanishi K.. Academic press, San Diego.

- Moberg, R. & Holmåsén, I. (2000). *Lavar - En fälthandbok*. Interpublishing, Stockholm.
- Nash, III, T.H. (1996). Photosynthesis, respiration, productivity and growth. I *Lichen biology*, ed. T.H. Nash, III, s. 88-120. Cambridge university press, Cambridge.
- Raven, P.H., Evert R.F & Eichhorn S.E. (2003). Fungi. I *Biology of plants*. s. 306-346.. W.H. Freeman and company Worth publishers, New York.
- Romagni, J. G. & Gries, C. (1997). Assessment of fire damage to epiphytic lichens in southeastern Arizona. *The Bryologist*, **100**: 102-108.
- Shirazi, A.M., Muir, P.S. & McCune, B. (1996). Environmental factors influencing the distribution of the lichens *Lobaria oregana* and *L. pulmonaria*. *The Bryologist*, **99**: 12-18.
- Tanskanen, H., Venäläinen, A., Puttonen, P. & Granström, A. (2005). Impact of stand structure on surface fire ignition potential in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* forests in southern Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, **35**: 410-420.
- Thor, G. (2000). *Lavar - lichens i Gärdenfors*, U. (red.) *Rödlistade arter i Sverige 2000 - The 2000 red list of Swedish species*. s. 135-148. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Van Wagner, C.E. (1972). Height of crown scorch in forest fires. *Canadian journal of forest research*, **3**: 373-378.



Utsikt från undersökningsområdet i Sävar. Foto: författaren.