



Självständigt arbete Institutionen för ekologi



Vedlevande lavar på döda grenar på levande träd i produktionsskog

Mathias Livén

SJÄLVSTÄNDIGT ARBETE, BIOLOGI, D-NIVÅ, 30 HP

HANDLEDARE GÖRAN THOR, INST F EKOLOGI

BITR HANDLEDARE MÅNS SVENSSON, INST F EKOLOGI

EXAMINATOR PETER REDBO TORSETENSSON

Självständigt arbete 2010:20

Uppsala 2010

*SLU, Institutionen för ekologi
Box 7044, 750 07 Uppsala*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
NL-fakulteten, Fakulteten för naturresurser och lantbruk
Institutionen för ekologi

Författare: Mathias Livén

Titel: Vedlevande lavar på döda grenar i produktionsskog.

Title in English: Saproxylic lichens on dead branches on living trees in managed forest.

Key words: lichens, branches, saproxylic, managed forest

Handledare: Göran Thor

Examinator: Peter Redbo Torstensson

Titel på kusten: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EXD564

Kursens omfattning: 30 hp

Kursnivå: Avancerad D

Publikationsort: Uppsala

Publikationsår: 2010

Abstract

Saprophytic lichens in managed forests have less substrate available than in unmanaged forests due to the shortage of dead wood. However, a suitable substrate for these lichens could be dead branches on living trees. To this date, there has not been any systematically collected data about the abundance of dead branches on living trees and the lichens growing on these branches in managed forests. The aim of this study was to see where dead branches were located on living trees of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*, how large the surface area of these branches was and what lichens grew on these branches. The study was made in Finspång, Sweden, where 11 forest stands of *P. sylvestris* and *P. abies* were sampled. Data was collected from ground level to a height of 6 meters. *P. sylvestris* stands had a larger area of dead wood per dead branch than *P. abies* stands in the age span of 20-60 years old. In the age span of 61-110 years, *P. abies* stands had a greater area of dead wood per dead branch than the *P. sylvestris* stands. *P. sylvestris* in the age span older than 110 years old had no dead branches from the ground level up to 6 meters. *P. abies* stands older than 110 years had the same amount of dead branches and available substrate as the 61-110 age span. Multivariate analysis did not reveal any clear patterns in the composition of the lichen flora between different stands, between the tree species or between heights. Stands of the age span of 20-60 years had very few lichen occurrences and a low number of species found compared to the other age classes.

Sammanfattning

Produktionsskogar har oftast en mindre mängd död ved än en naturskog. Ett substrat som skulle kunna vara lämpligt för vedlevande lavar är döda grenar på levande träd. Inga systematiska data finns insamlad om hur mycket döda grenar det finns på levande träd i produktionsskog eller vilka lavar som växer på de döda grenarna. Denna studie syftade till att studera var på trädet de döda grenarna sitter på levande träd av tall *Pinus sylvestris* och gran *Picea abies*, hur mycket ved det finns på de döda grenarna samt vilka lavararter som växer där och med vilken abundans de förekommer. Detta undersöktes från marknivå till 6 meter upp i trädet. Studien gjordes i Finspång där totalt elva bestånd ingick. Döda grenar på tall i åldersintervallet 20-60 år har ett högre medelvärde för vedarean än gran 20-60 år. Dock ändras detta förhållande i åldersintervall 61-110 år då gran 61-110 har en större vedarea per död gren än tall 61-110. Tall äldre än 110 år saknar döda grenar under 6 m medan gran äldre än 110 år liknar gran 61-110 år. När en multivariat-analys gjordes visade det inga tydliga skillnader i artsammansättningen av lavar mellan tall och gran. Det samma gällde artsammansättningen mellan olika miljövariabler såsom bestånd, höjdintervall och ålder. I bestånd i åldersintervall 20-60 hittades det få fynd av lavararter och dessa förekom även med en låg abundans.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Död ved främjar många vedlevande arter i Sveriges skogar. För att en skog ska kunna klassas som naturskog med betydande naturvärden har den oftast inte mer än plockhuggits under sin levnadspann. Den har alltså haft en lång trädkontinuitet vilket ger en högre artrikedom än när skogens trädkontinuitet bryts genom avverkning. Mängden död ved är något som har minskat drastiskt med det moderna skogsbruket. De lavararter som endast kan växa på död ved har i produktionsskog varit beroende av de stubbar som skapas vid avverkning. Man har dock i allt större utsträckning börjat med stubbskörd eftersom det är en förnyelsebar energikälla. Vad man då måste undersöka är vilka andra vedsubstrat det finns i en produktionsskog. Vissa lavararter är fullständigt beroende av just ved och kan inte växa på andra substrat, som exempelvis bark eller sten. Ett möjligt substrat kan vara döda grenar på levande träd av tall *Pinus sylvestris* och gran *Picea abies*.

Tillsammans med Måns Svensson doktorand på Sveriges lantbruksuniversitet SLU, inventerade jag under hösten 2009 elva tall- och granbestånd av olika ålder i närheten av Finspång. Denna studie syftar till att undersöka var på trädet de döda grenarna sitter, hur mycket lämpligt växsubstrat det finns på de döda grenarna, vilka lavararter som växer där och med vilken abundans de förekommer samt att hitta skillnader i artsammansättningen mellan bestånd av tall och gran. Tidigare studier har inte innehållit systematiskt insamlad data om hur mycket döda grenar det sitter på levande träd i produktionsskog samt vilken lavflora som växer på dessa. Oftast har de flesta studier om lavar på död ved fokuserat på vedsubstrat från marknivå upp till 2 meters höjd, men i denna studie undersöktes detta från marknivå upp till 6 meters höjd.

Jag fann att döda grenar sittandes på tall av en ålder mellan 20 och 60 år har en större vedarea per död gren som är större än för döda grenar på granar 20 till 60 år gammal. Dock ändras detta förhållande när träden blir äldre då gran mellan 61 och 110 år har en något större vedarea per död gren än tall 61-110 år. Tall äldre än 110 år saknar döda grenar under 6 m medan gran äldre än 110 år ser ut som gran 61-110 år.

Det är ingen skillnad i artsammansättningen mellan tall och gran, mellan bestånd av olika ålder eller på vilken höjd i trädet den döda grenen satt. Jag fann däremot att det fanns färre lavararter i bestånd som var yngre än 60 år och att dessa lavararter förekommer mer sällan på döda grenarna i bestånd yngre än 60 år än bestånd över 60 år.

Innehåll

Abstract	3
Sammanfattning	3
Populärvetenskaplig sammanfattning	4
Inledning	6
Lavar på ved i produktionsskog	6
Målsättning	7
Metod och material	8
Bestånd	8
Träd	8
Grenar	8
Lavar	9
Statistik och analys	9
Resultat	9
Frekvens av döda grenar på träd av olika ålder	12
Var är döda grenar lokaliserade på träden	13
Vilka lavar förekommer på döda grenar och med vilken abundans förekommer de	15
Diskussion	20
Döda grenar på levande träd	20
Lavararter på döda grenar på levande träd	20
Slutsats	21
Tack	21
Litteraturlista	22

Inledning

Den ökade användningen av biobränsle är ett steg för att avveckla beroendet av olja och andra fossila bränslen. Sveriges skog har en stor potential som resurs för biobränsletillverkning (Egnell m.fl. 2008). Det är dock oklart hur ett ökat uttag av ved ifrån skogen skulle påverka den biologiska mångfalden. Den ved som nu i allt större utsträckning plockas bort är ved vilken förut lämnades kvar så som trädtoppar, grenar och stubbar. Vedlevande organismer, det vill säga den flora och fauna som är direkt beroende av ved någon gång under sin livscykel, kommer att påverkas av ett ökat uttag av biobränsle (Egnell m.fl. 2008). År 2007 lämnade representanter för skogsbruket in en avsiktsförklaring till Skogsstyrelsen om att bedriva försöksverksamhet med stubbskörd (Egnell m.fl. 2008). Skogsstyrelsen har sedan beslutat om att ny kunskap behövs eftersom det är svårt att bedöma hur stora miljökonsekvenser stubbskörden kommer att innebära (Egnell m.fl. 2008). Stubbskörden pågår just nu på experimentell nivå (Egnell m.fl. 2008), men Skogsstyrelsen tror den kommer att påverka ca 5- 10 % av den årliga förnygringsarealen (Skogsvårdsstyrelsens rekommendationer 2009). Viktigt att notera är att inte all skog kvalificerar sig för stubbskörd: faktorer som markegenskaper, ålder och omkringliggande kultur- och miljöskyddade områden gör att stubbskörd kan leda till negativa miljökonsekvenser (Egnell m.fl. 2008). Man bryter framför allt gran men även tall och helst på inte allt för blöt mark (Egnell 2009). Det är inte bara det att den döda veden försvinner utan det praktiska arbetet för att ta bort stubbarna kan innebära ett hot mot vedlevande arter och med den ökade körningen av maskiner (Egnell m.fl. 2008). Bland annat innebär uttaget av biobränsle en signifikant minskning av antalet lågor och kan ta skada vid uttaget av ved (Rudolphi & Gustafsson 2005).

Död ved är en viktig livsmiljö för ca 7000 arter i Sverige (Dahlberg & Stokland 2004). Med död ved menas här ”normalt stående eller liggande trädstammar och stamdelar vilkas livsfunktioner upphört och som börjat brytas ned av processer och organismer av olika slag” (Skogsstyrelsen, 2001). Kunskapsnivån om de olika arternas krav på typ av död ved är varierande och till största delen är den bristfällig för svampar och vissa insektsgrupper (Dahlberg & Stokland 2004). Vedlevande lavar är framförallt beroende av torrakor och lågor, det vill säga grov ved >10 cm i diameter (Berg m.fl. 1994). Stubbar kan i framförallt i produktionsskog vara ett viktigt substrat för många arter i brist på naturlig grov ved (Humphrey m.fl. 2002). Grov ved är något som till stor del saknas i produktionsskog jämfört med äldre obrukade skogar, bl.a. har antalet torrakor minskat med ca 90 % sedan sent 1800-tal (Linder och Östlund 1998). Det är inte bara mängden död ved som är väsentlig utan även kvalitén (Spribille m.fl. 2008). Det är många faktorer som avgör om ett substrat är lämpligt för lavar, såsom trädslag, om den grova veden är en låga, torraka eller stubbe, vilken svamp som har angripit veden, vilket nedbrytningsstadium den befinner sig i, diameter samt olika miljöförhållande som till exempel solexponering (Siitonen 2001). Skogens historia spelar här en roll då en mera långtgående succession av den döda veden är mycket viktig (Bunnell m.fl. 2008, Krus m.fl. 1999, Siitonen 2001). Grov ved i ett långt gånget nedbrytningsstadium är sällsynt i en skog som tidigare har varit t.ex. en åker jämför med en obrukad skog (Löhmus & Löhmus 2005). Substrat med större diameter kan hysa fler lavararter eftersom det ger en minskad fuktighet och exempelvis mindre mossvegetation på lågor (Bunnell m.fl. 2008, Dahlberg & Stokland 2004, Humphrey m.fl. 2002).

Lavar på ved i produktionsskog

Stubbar är sannolikt ett viktigt substrat för arter i en yngre brukad skog, eftersom stubbvolymen i en brukad yngre skog kan vara två till fyra gånger större än den övriga grova vedens (dvs. >10 cm i diameter). Dock är det närmaste naturliga habitatet man kan likna stubbar vid är högstubbar och

lågor i öppna miljöer och brända skogar (Caruso m.fl. 2007b). Den klena veden har samma artrikedom som den grova sett till den totala ytan ved (Kruys m.fl.1999). Klen ved definieras här som ved med en diameter <10 cm i form av trädtoppar, tunna stamdelar och grenar på marken. Trots att avverkningsrester består av upp till 85 % av grenar är frågan om detta skulle kunna vara ett substitut för stubblevande arter (Rudolphi & Gustafsson 2005), då den klena veden har färre specifikt vedlevande arter eftersom stubbar erbjuder fler mikrohabitat (Caruso m.fl. 2007b).

Ett substrat för vedlevande lavar är döda grenar på levande träd. I en sammanställning av Dalhberg & Stokland 2004, av vedlevande arter i Sverige kan ca 14 % av alla lavar förekomma på döda grenar. Döda grenar definieras här som grenar som sitter kvar på trädet men som vars livsfunktioner har upphört och därmed börjat brytas ned av processer och organismer av olika slag. Dock finns inga systematiskt insamlade data angående förekomst och frekvens av arter, och likaså saknas uppgifter om lavfloran på detta substrat i produktionsskog. Produktionsskog har mindre död ved än den obrukade skogen på grund av det moderna skogsbruket (Fridman & Walhheim 2000). Dessutom har den även en artfattigare lavflora än den obrukade skogen, vilket leder till att omvandlingen av obrukad skog till produktionsskog på sikt hotar artrikedomen hos grenlevande lavar (Essen m.fl. 1996). Dessutom kan det vara så att den lavflora som vi ser i dag är troligtvis en historisk rest sen tidigare skogsbestånd eftersom utdöendeskulden för lavar är långsammare än för exempelvis svampar vars flora till större del redan anpassat sig till den minskade mängden död ved (Berglund m.fl. 2005).

Många skogsorganismer, inklusive flera lavararter, är obligat knutna till ved eller är fakultativt vedlevande, dvs. kan leva även på andra substrat (Spribille m.fl. 2008). Detta kan skifta inom samma art beroende på var i världen den växer (se jämförelse mellan Fennoskandia och Nordamerika i Spribille m.fl. 2008). Spribille (2008) fann att av 132 obligat vedlevande lavararter har 32 arter grenar utan bark som möjligt substrat. Obligat vedlevande lavar tillhör främst skorplavar och de är oftast sexuellt reproduktiva (Spribille m.fl. 2008). Makrolavar är mer vanliga bland de fakultativt vedlevande lavarna och det är endast i släktet *Cladonia* som det finns obligat vedlevande makrolavar, men endast *C. parasitica* har döda grenar (på marken) som ett av sina substrat (Foucard 2001). Att leva på ved innebär att leva på ett substrat som är både dynamiskt och stokastiskt, och arten måste då ha en anpassning att ofta kolonisera ett nytt habitat för att kompensera lokalt utdöende (Jonsson m.fl. 2005), Detta kan vara en anledning att det har skett en utveckling mot lägre biomassa och snabb sexuell reproduktion (Spribille m.fl. 2008).

Målsättning

Studien görs inom ramen för Måns Svenssons doktorandprojekt och inventeringen ingår i ett delprojekt angående vedlevande lavars förekomst på landskapsnivå. De bestånd som inventerades kommer att vara samma i dessa två projekt. Den här studien syftar till att studera

1. hur mycket döda grenar finns upp till 6 m höjd på träden och var är dessa lokaliserade på träden, samt om det finns skillnader i mängder grenar mellan gran och tall alternativt bestånd av olika typ och ålder
2. vilka lavararter förekommer på de döda grenarna och med vilken abundans förekommer de, samt finns det skillnader i lavfloras sammansättning mellan gran och tall respektive bestånd av olika typ och ålder

Metod och material

Bestånd

Skogsbestånden slumpades ut från skogsbolaget Holmen Skog AB:s databas av Måns Svensson och samtliga låg norr om Finspång i Östergötland. Elva bestånd valdes med minst 90 % tall eller gran. Bestånden delades upp i tre åldersintervall: åldersintervall 1 innehöll bestånd som var 20-60 år, åldersintervall 2 61-110 år och åldersintervall 3 var över 110 år. Fältarbetet utfördes under elva dagar i september-oktober 2009 av Mathias Livén och Måns Svensson.

Träd

Inventeringen gjordes vid fyra punkter per bestånd. Dessa punkter slumpades ut på plats. Vid varje punkt inventerades de fem närmaste träden inom en ruta av 10 x 15 m. Träd definieras här av att ha en diameter >5 cm i diameter på en höjd av 130 cm över marken och tillhörande arterna tall *Pinus sylvestris* och gran *Picea abies*.

Den sida av trädet som inventerades valdes omväxlande i de fyra väderstrecken i ordningen norr, söder, öster eller väster, detta för att 25 % av alla inventerade träd, lika många tallar som granar, skulle inventeras med utgångspunkt från respektive väderstreck.

Trädet delades upp i sex höjdintervall, ovan marken: 0-99 cm, 100-199 cm, 200-299 cm, 300-399 cm, 400-499 cm och 500-599 cm, (hädanefter höjdintervall 1-6). Om trädet var kortare än 6 m togs endast hela höjdintervall med. Exempelvis inventerades endast intervallen 0-99 cm, 100-199 cm och 200-299 cm på ett träd som var 3,7 m högt. En död gren som exempelvis var belägen på 4,25 m höjd noterades den inom höjdintervallet 5, (400-499 cm). Antalet döda grenar inom varje höjdintervall räknades och deras längd uppskattades med ögonmått. För att få en uppfattning om förekomsten av döda grenar på höjder högre än 6 m, gjordes en uppskattning av hur många sådana det fanns.

Grenar

De grenar som inventerades hade en minimilängd av 10 cm och en diameter av minst 0,8 cm om hela grenen var barkfri, dvs. grenar av annan storlek hade en barkfri yta på minst 25 cm². Denna yta kunde vara uppdelad på flera delytor avskiljda av barkklädda partier. Grenar vilka understeg minimimåttet eller som hade en barkfri yta understigande 25 cm² inventerades inte. Bara den barkfria ytan av grenarna studerades. Då endast arter som växer på död ved är i fokus för denna studie inventerades inte barken.

Inom varje höjdintervall inventerades samtliga lavar på veden på den döda gren som satt närmast det valda väderstrecket. Det kunde alltså maximalt bli sex grenar per träd. Lavar på grenarna inventerades i rutor om 25 cm². Eftersom varje gren har olika mått, räknades rutornas avgränsning ut separat för varje gren. Exempelvis kommer en gren med längden 30 cm och tjockleken 0,8 cm ha en area på 75 cm², vilket alltså motsvarar tre rutor. Grenen delades i detta fall upp i tre lika stora delar, vilket motsvarar de tre rutorna. På samma sätt räknades arean ut för varje gren och rutornas avgränsning gjordes från fall till fall. Om arean inte motsvarande ett helt antal rutor, räknades den kvarvarande arean ändå som en hel ruta. Exempelvis inventerades tre hela rutor på en gren med arean 60 cm².

Sidogrenar sittande på de döda grenarna med >80% bark inventerades inte, liksom sidogrenar med en diameter understigande 0,8 cm. Sidogrenar som inte föll bort av ovanstående skäl räknades till grenen och ingick vid beräkning av rutornas avgränsning.

Barktäckningen (%) för varje inventerad gren uppskattades i fält eftersom barken riskerade att skrapas bort under transporten. Utifrån detta kunde vedens mantelarea (mantelarean för en cylinder $2h \times \pi \times r$ hädanefters vedarea) räknas ut.

Lavar

Inventeringen av de lavar som växte på de döda grenarna gjordes av Måns Svensson och Mathias Livén med hjälp utav stereolupp, mikroskop och tunnskikt-kromatografi. Lavarnas abundans mättes genom att dela antalet rutor arten växer i med totala antalet rutor på den döda grenen.

Statistik och analys

Two sample t-test användes för att jämföra skillnaden mellan åldersintervall för varje trädslag och sedan mellan dessa två. För att kunna se ett samband mellan antal lavararter och medelvärdet för medelarean per död gren och barktäckningen användes Pearsons korrelationstest.

Multivariata metoder användes för att undersöka om det fanns ett samband mellan artsammansättningen och olika miljövariabler. De analyser som användes var Detrended Correspondence Analysis (DCA), Correspondence Analysis (CA) och Canonical Correspondence Analysis (CCA). Mer specifikt undersöktes om det fanns skillnader i lavfloras sammansättning mellan tall- och grangrenar, bestånd, höjdivtervall samt åldersintervall. Data som analyserades var samtliga grenar på vilka minst en lav noterats. Eftersom grenarna är olika stora, så standardiserades datasetet innan analyserna. Abundansen för lavarterna räknades om till en procentsats där lavförekomst matchades mot grenstorlek, dvs. antal rutor med en viss lavart på grenen dividerat med totalt antal inventerade rutor på grenen.

För att beräkna artrikedomen så användes en sampled based rarefaction. För two sample t-test användes "Minitab® 15". För multivariata-analyser användes "Canoco for Windows version 4.5". "Past" användes för sample based rarefaction.

Resultat

Totalt inventerades 220 träd i elva bestånd (Tabell 1). Av dessa var fyra bestånd i åldersintervall 1 (20-60 år), fyra i 2 (61-110 år) och tre i åldersintervall 3 (110+ år). 44 st provrutor inventerades där 1616 döda grenar noterades på träden och 312 döda grenar samlades in för inventering av lavar. På det insamlade materialet hittades totalt 27 lavararter (tabell 5).

Tabell 1. – n = antal döda grenar per bestånd. Medelvärde = medelvärdet för vedarean per död gren. SD = standard deviation. SE = standard error of the mean. Min/Max = minsta och högsta värdet för vedarean per död gren.

Bestånd	Trädslag	n	Medelvärde vedarean per död gren (cm ²)	SD	SE	Min	Max	Medelvärde antal döda grenar/träd	Antal arter per bestånd	Beståndsbeskrivning	Koordinater vid första punkten i beståndet (SWEREF99)
Åldersklass 40-60											
Blixtorp	<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0		0	Granplantering, 26 år	6511503 0542418
	<i>Picea abies</i>	0	0	0	0	0	0				
Gäddö	<i>Pinus sylvestris</i>	60	174	242,5	31,3	23,9	1601,4		1	Tallplantering, 37 år.	6523869 0546152
	<i>Picea abies</i>	7	168,7	138	52,2	37,7	345,4				
Ripperstorp	<i>Pinus sylvestris</i>	147	358,1	489,9	40,4	12,6	2826		3	Tallplantering, 40 år	6513665 0555310
	<i>Picea abies</i>	0	0	0	0	0	0				
Mottorp	<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0		4	Granplantering, 43 år	6516285 0549955
	<i>Picea abies</i>	114	160,82	105,89	9,92	36,3	773,7				
Totalt <i>Pinus sylvestris</i>		207							5		
Totalt <i>Picea abies</i>		121							6		
Åldersklass 61-110											
Jägersberg	<i>Pinus sylvestris</i>	3	83,7	63,5	36,6	47,1	157		13	Granplantering vid sjö, 73 år	6512606 0542408
	<i>Picea abies</i>	492	294,9	209,59	5,97	157	1727				
Kungshagen 2	<i>Pinus sylvestris</i>	108	200,7	269	26	6,3	1428,7		9	Tallplantering på dikad myr, 97 år	6519010 0536163
	<i>Picea abies</i>	0	0	0	0	0	0				
Monumentet 1	<i>Pinus sylvestris</i>	129	261,9	285,5	25,1	15,1	1884		14	Hällmarkstallskog, 63 år.	6509624 0543872
	<i>Picea</i>	0	0	0	0	0	0				

Målsjö	<i>abies</i>									
	<i>Pinus sylvestris</i>	17	240,4	169,2	41	70,7	628		17	Granplantering, 75 år 6524566 0549036
	<i>Picea abies</i>	216	227,3	178,1	12,1	25,1	1083,3			
Totalt <i>Pinus sylvestris</i>		257							6	
Totalt <i>Picea abies</i>		708							16	
Åldersklass 110+										
Monumentet 2	<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0		6	Granplantering, 120 år 6509356 0543919
	<i>Picea abies</i>	175	279,4	188,7	14,3	31,4	1256			
Ormlången	<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0		10	Gran/tallskog 130 år 6514886 0545296
	<i>Picea abies</i>	8	129,2	75,7	26,8	28,3	251,2			
Kungshagen 1	<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0		19	Granplantering, 141 år. 6519765 0536895
	<i>Picea abies</i>	79	227,9	145,8	16,4	44	816,4			
Totalt <i>Pinus sylvestris</i>		0							0	
Totalt <i>Picea abies</i>		262							6	

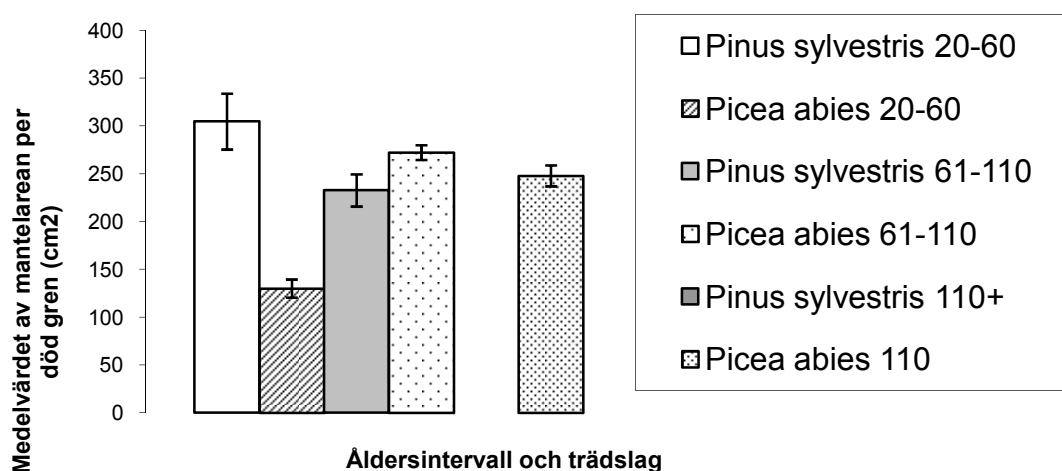
Frekvens av döda grenar på träd av olika ålder

Tall i åldersintervall 20-60 år hade ett högre medelvärde för den totala vedarean per död gren än tall 61-110 år, och det var en betydande skillnad mellan dessa två åldersintervall, ($p = 0,04$, Fig. 1 och Tabell 3). Tall äldre än 110 år hade en total avsaknad av grenar på stammen under 6 meters höjd.

Tabell 2. - n = antal döda grenar. SD = Standard deviation, SE = Standard error av medelvärdet. Åldersintervallen är 1: 20-60 år, 2: 61-110 år 3: 110+ år.

Åldersintervall och trädslag	n	Medelvärde vedarea (cm ²) per död gren	SD	SE	Min	Max
<i>Pinus sylvestris</i> 20-60	220	286,7	433,2	29,2	12,6	2826
<i>Picea abies</i> 20-60	150	130,09	115,58	9,44	36,3	773,7
<i>Pinus sylvestris</i> 61-110	261	229,1	271,7	16,8	6,3	1884
<i>Picea abies</i> 61-110	711	272,29	203,36	7,63	5,97	1727
<i>Pinus sylvestris</i> 110+	0	0	0	0	0	0
<i>Picea abies</i> 110+	274	247,9	181,1	10,9	28,3	1256

Gran 61-110 år hade jämfört med gran 20-60 år ett större antal döda grenar, nästan tre gånger så många, och en signifikant större vedarea per död gren (Fig. 1, Tabell 2 & 3). Mellan gran 61-110 år och 110+ år fanns det ingen signifikant skillnad när det gäller medelvärdet för vedarean per gren (Tabell 3).



Figur 1. – Medelvärdet för vedarea per död gren i åldersintervall 1-3 för *Pinus sylvestris* och *Picea abies*. Åldersintervallen är 1: 20-60 år, 2: 61-110 år 3: 110+ år. Felavvikelsen indikerar ”standard error of the mean”.

Det var en tydlig skillnad mellan medelvärdet för vedarean per död gren mellan tall 1 och gran 1 ($p < 0,001$, Fig. 1). Mellan tall 61-110 år och gran 61-110 år var det också en skillnad ($p = 0,026$, Tabell 3).

Tabell 3. - Two sample t-test. Skillnaden mellan *Pinus sylvestris* och *Picea abies* samt mellan åldersintervall för vedyta. P-värden = p-värden inom konfidensintervall 95 % märkta med *. T-värde = godtagbara t-värden är värden utanför intervallet mellan 2 och -2.

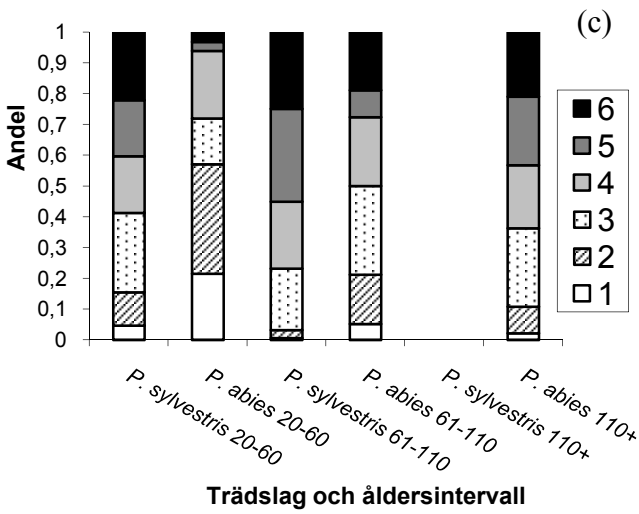
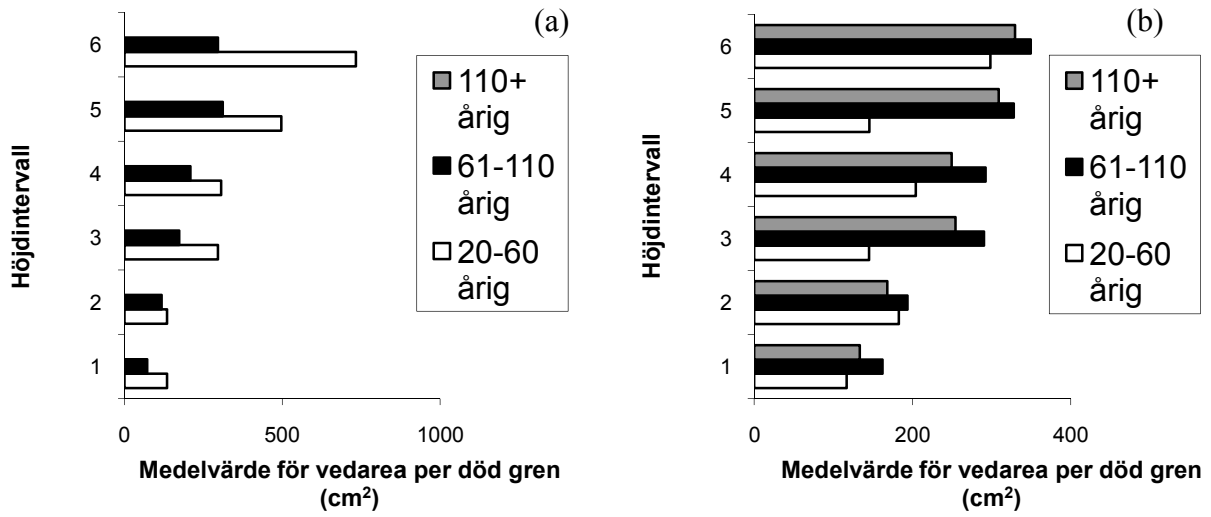
Trädslag och åldersintervall	t-värde	p-värde
<i>P. sylvestris</i> 20-60 vs. <i>P. sylvestris</i> 61-110	2,06	0,04*
<i>P. abies</i> 20-60 vs <i>P. abies</i> 61-110	-9,12	0*
<i>P. abies</i> 61-110 vs <i>P. abies</i> 110+	1,12	0,263
<i>P. sylvestris</i> 20-60 vs <i>P. abies</i> 40-60	4,47	0*
<i>P. sylvestris</i> 61-110 vs <i>P. abies</i> 61-110	-2,23	0,026*

Var är döda grenar lokaliserade på träden

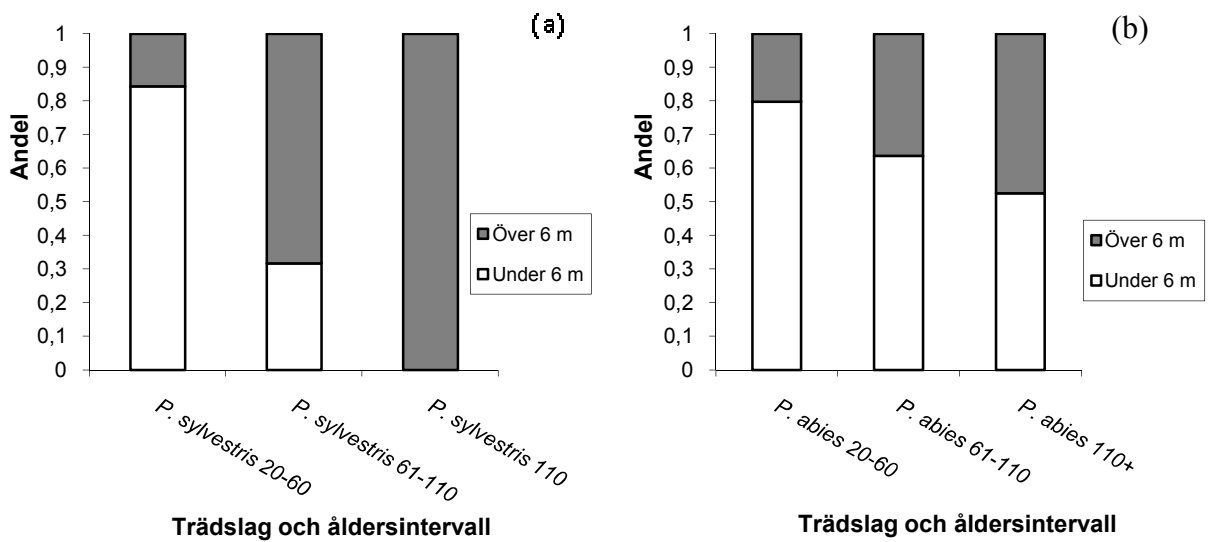
Tall 20-60 år uppvisar en kraftig ökning av vedarea per död gren från höjdintervall 1 och uppåt (Fig. 2a). För 60-110 årig tall var det tvärtom. Tall 110+ årig saknar som sagt helt döda grenar i höjdintervall 1-6. Gran visar en ökad vedarea per död gren av de döda grenarna ju längre upp i trädet man kommer (Fig. 2b), dock är det ingen större skillnad mellan åldersintervall 60-110 och 110+.

Tall har en jämn fördelning av ved mellan åldersintervall 20-60 år och 61-110 år med undantag från höjdintervall 1 och 2 i åldersintervall 61-110 där tallarna börjat tappa sina döda grenar i de lägre höjdintervallen (Fig. 2c). Gran 20-60 har nästan bara döda grenar i höjdintervall 1-4 (Fig. 2c). Åldersintervall 110+ för gran visar en mera jämn fördelning av döda grenar mellan höjdintervall 3-6.

Tall och gran båda har samma fördelning av döda grenar i åldersintervall 20-60 över och under 6 m (Fig. 3), men sedan sker en minskning av de döda grenarna under 6 m för tall 61-110 medan det jämnar ut sig för gran 61-110 som nu har lika antal döda grenar över som under 6 m. Tall har i åldersintervall 110+ inga döda grenar under 6 m.



Figur 2. – (a) Medelvärdet för vedarea per död gren i höjdintervall 1-6 hos *Pinus sylvestris*. (b) Medelvärdet för vedarea per död gren i höjdintervall 1-6 hos *Picea abies*. (c) Fördelningen av vedarea per höjdintervall 1-6 hos *Pinus sylvestris* och *Picea abies* i åldersintervall 1-3. Åldersintervallen är 1: 20-60 år, 2: 61-110 år 3: 110+ år. Tall 110+ har alla döda grenar över höjdintervall 6.



Figur 3. – Andel döda grenar över respektive under 6 meter hos (a) tall (*Pinus sylvestris*) och (b) gran (*Picea. Abies*) i åldersintervallen 1: 20-60 år, 2: 61-110 år 3: 110+ år.

Vilka lavar förekommer på döda grenar och med vilken abundans förekommer de

Hos tall fanns tre arter i åldersintervall 20-60 år, men i åldern 61-110 hittades det fem gånger så många arter, dvs 15 arter (Tabell 4). Ett liknande förhållande gäller för gran, med undantaget att gran har döda grenar under 6 m i det tredje åldersintervallet 110+, där ökar antal hittade arter ytterligare (Tabell 4).

Tabell 4. – Totala antalet arter hittade på grenar på tall *Pinus sylvestris* och gran *Picea abies*.

Åldersintervall (år)	20-60	61-110	110+
<i>Pinus sylvestris</i>	3	15	0
<i>Picea abies</i>	4	18	23

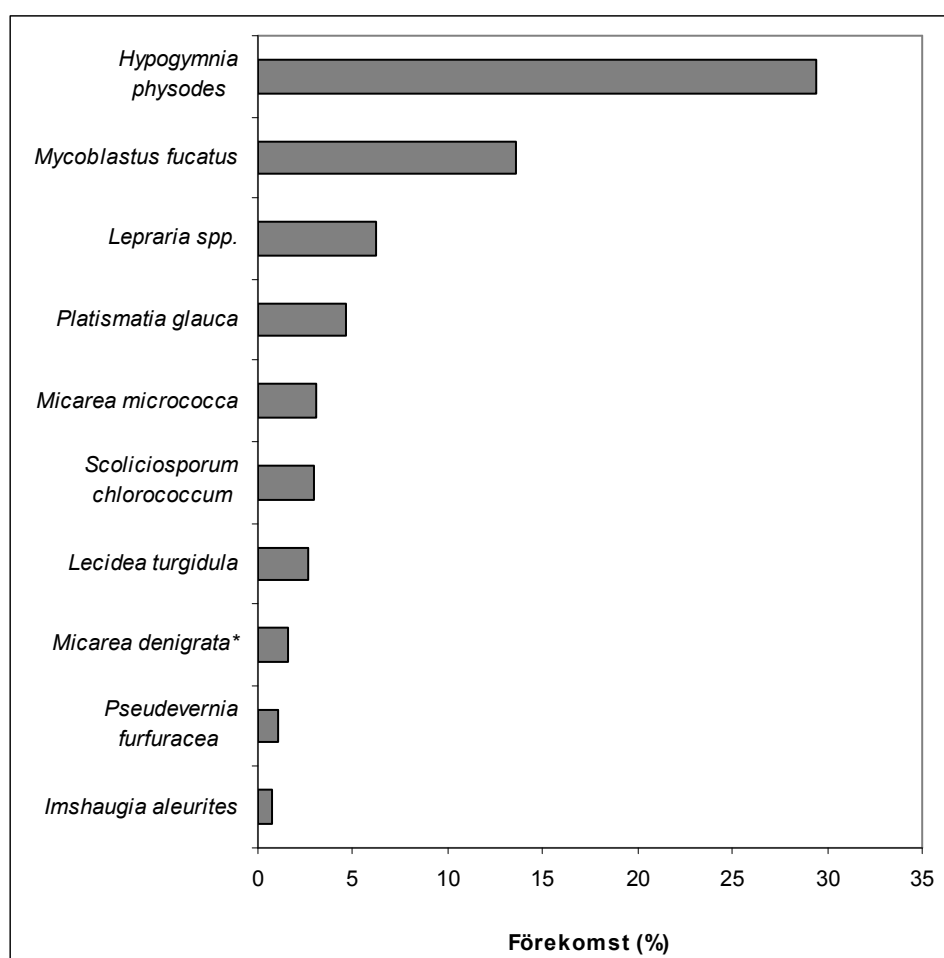
De arter som påträffades är vanligt förekommande arter i produktionsskog (Tabell 5 & Fig. 4). Tre obligat vedlevande lavar påträffades, dynlav *Micarea denigrata*, *Lecanora hypopta*, och *Lecidea gibberosa* (Tabell 5). Det bestånd där flest arter hittades var Kungshagen 1, ett 141-årigt granbestånd, (Tabell 1) med 19 lavararter. Gäddö, ett 26-årigt tallbestånd var det bestånd med minst antal lavararter och endast *Hypogymnia physodes* förekom på de döda grenar som samlades in. *H. physodes* var också den art som var vanligast bland alla åldersintervallen och trädslag.

Tabell 5. – Förekomst (%) av alla arter som hittades i denna studie på *Pinus Sylvestris* och *Picea abies*. * indikerar obligat vedlevande art, (Spribille m.fl. 2008, Foucard 2001). Alla fynd av *Leprarea* spp som kontrollerades med TLC vara *Leprarea incana*.

Art	Trädslag	40-65 år	65-90 år	90-115+ år
<i>Bryoria capillaris</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	0,3	1,2
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	21,5	54,1	0,0
	<i>Picea abies</i>	2,7	77,6	44,4
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	0,3	0,0
<i>Imshaugia aleurites</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	3,9	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	0,6	0,9
<i>Lecanora albellula</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	1,8	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	1,2	0,3
<i>Lecanora pulicaris</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	1,2	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	0,3	0,0
<i>Lecidea hypopta*</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	0,3	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	0,0	0,3
<i>Lecidea gibberosa*</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	0,3	0,0
	<i>Picea abies</i>	0,0	0,0	0,0

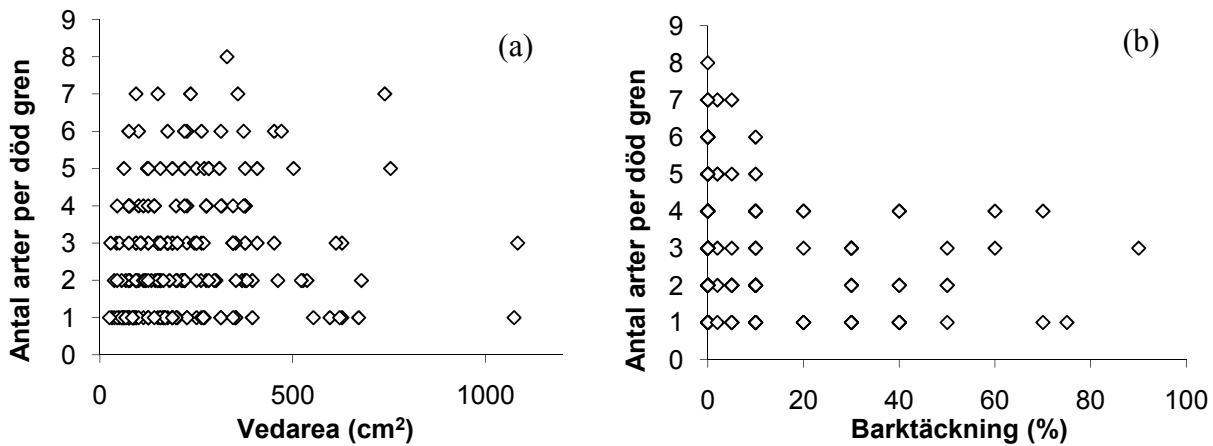
	<i>abies</i>			
	<i>Pinus</i>			
<i>Lecidea nylanderi</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,6	1,2
	<i>Pinus</i>			
<i>Lecidea turgidula</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	10,3	8,2
	<i>Pinus</i>			
<i>Lepraria</i> spp.	<i>sylvestris</i>	0,0	1,8	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	16,6	24,8
	<i>Pinus</i>			
<i>Micarea denigrata*</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	10,9	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Pinus</i>			
<i>Micarea micrococca</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	2,7	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,3	12,4	5,4
	<i>Pinus</i>			
<i>Mycoblastus fucatus</i>	<i>sylvestris</i>	6,9	30,2	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	20,5	33,5
	<i>Pinus</i>			
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,3
	<i>Pinus</i>			
<i>Ochrolechia androgyna</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	2,7	2,4
	<i>Pinus</i>			
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,3	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,6
	<i>Pinus</i>			
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	2,1	0,3
	<i>Pinus</i>			
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,9	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,3	0,3
	<i>Pinus</i>			
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,3	0,6
	<i>Pinus</i>			
<i>Pertusaria amara</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,6
	<i>Pinus</i>			
<i>Platismatia glauca</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,9	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,3	16,9	14,5
	<i>Pinus</i>			
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	3,6	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,3	0,3	2,4
	<i>Pinus</i>			
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	<i>Pinus</i>	0,9	1,5	0,0

	<i>sylvestris</i>			
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	16,6	1,8
	<i>Pinus</i>			
<i>Tuckermanopsis clorophylla</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,9
	<i>Pinus</i>			
<i>Usnea filipendula</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,3
	<i>Pinus</i>			
<i>Usnea hirta</i>	<i>sylvestris</i>	0,0	0,6	0,0
	<i>Picea</i>			
	<i>abies</i>	0,0	0,0	0,6



Figur 4 – Frekvensen av de 10 vanligaste lavarerna på döda grenar i samtliga ålders- och höj dintervall, mätt i % av totala antalet inventerade rutor. Alla fynd av *Lepraria* spp. som kontrollerades med hjälp utav TLC var *Lepraria incana*.

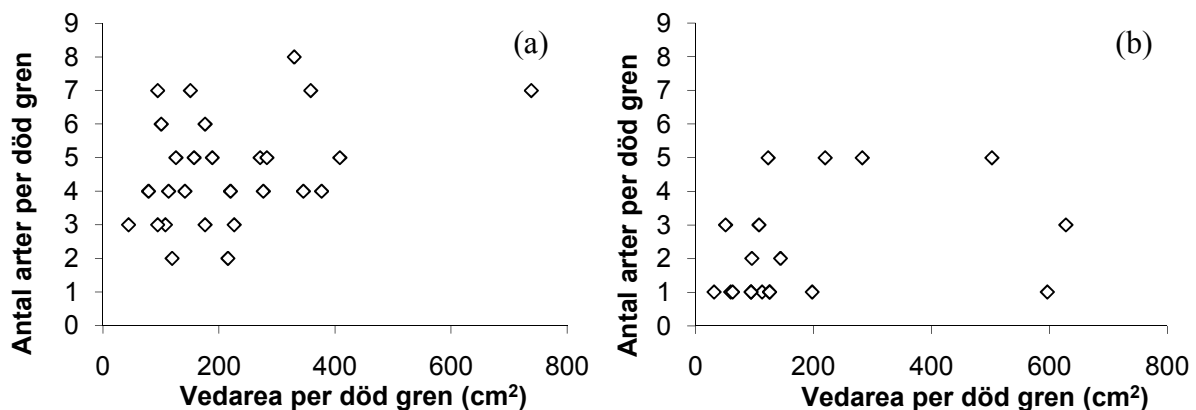
För det totala antalet döda grenar fanns det ett tydligt samband mellan antalet arter och miljöfaktorerna vedarea (Fig. 5a) och barktäckning (Fig. 5b). Detta undersöktes med hjälp utav Pearsons korrelationstest. Antalet arter ökar något med ökad vedarea av de döda grenarna medan ökad barktäckning ger ett något minskat artantal per död gren.



Figur 5. – (a) Korrelation mellan antalet arter och vedarean för samtliga döda grenar ($p = 0,045$, Pearsons korrelationskoefficient = $0,140$). (b) Korrelation mellan barktäckningen och antalet arter var negativt korrelerade ($p = 0$, Pearsons korrelationskoefficient = $-0,185$).

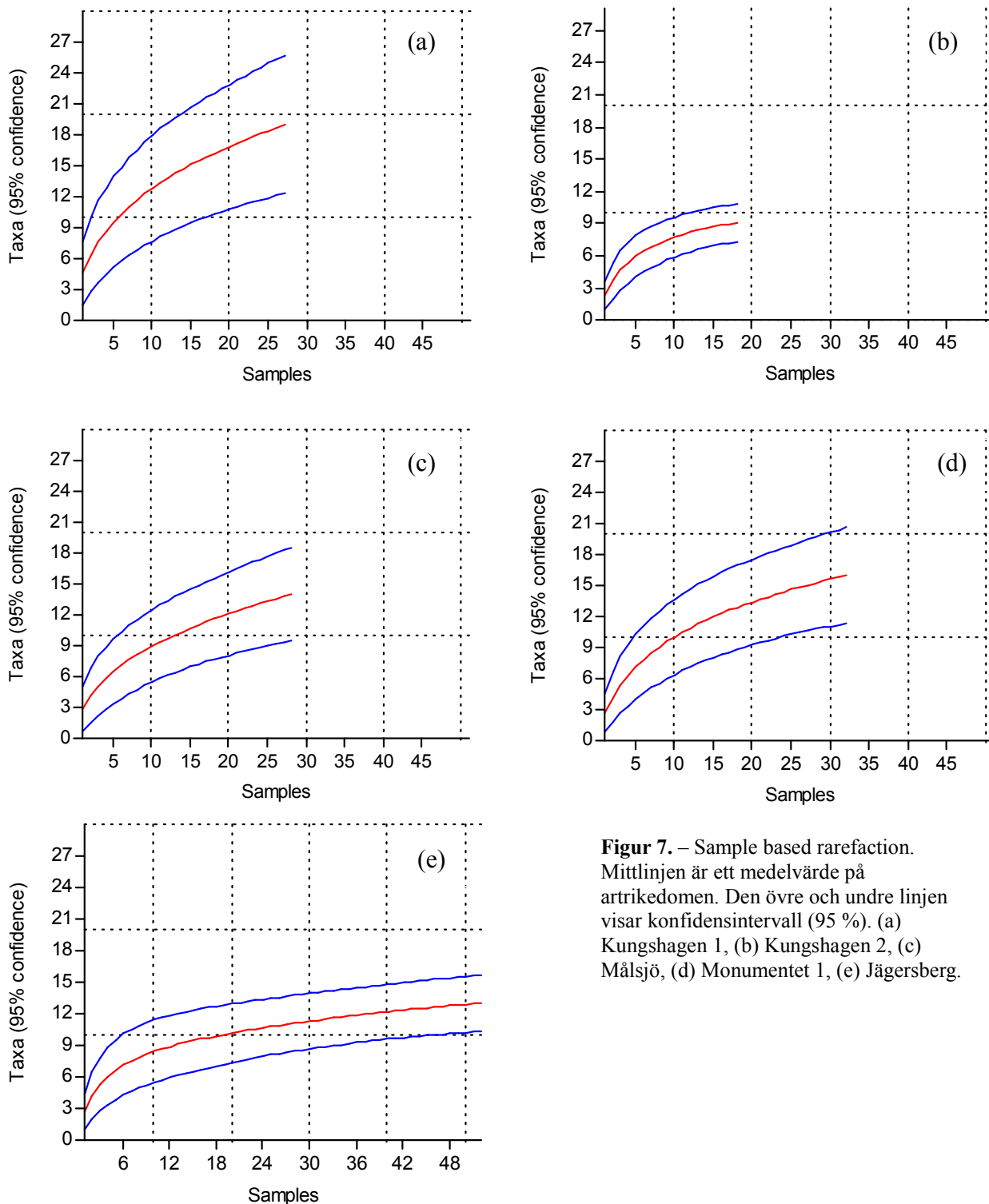
I en Detrended Correspondence Analysis (DCA), var längden av första gradienten förhållandevis lång (5,379), vilket indikerade att en unimodal metod borde väljas för fortsatt analys. Först användes en Correspondence Analysis (CA), men inga tydliga mönster visade sig som indikerade skillnader mellan lavfloras sammansättning på tall och gran, mellan bestånd, mellan höjdivtallen eller mellan åldersintervallen. Inte heller kunde något tydligt mönster påvisas i en Canonical Correspondence Analysis (CCA), där tall- och grangrenar, höjd- och åldersintervallen prövades som miljövariabler i olika kombinationer. Olika typer av reducerade dataset prövades också i de olika analyserna, med samma resultat.

Endast fem av elva bestånd var lämpliga för sample based rarefaction eftersom dessa hade 22 eller fler insamlade döda grenar med lavar på. Kungshagen 1 skulle kunna vara mera artrikt än Kungshagen 2 (Fig. 7a & b). Kungshagen 2 signifikanskurva är nästan utom den för Kungshagen 1 vid 12 simulerade samples. Det går inte att säga om de andra bestånden är mindre artrika än Kungshagen 1 eftersom alla dessa är inom samma 95 % -konfidensintervall (Fig. 7a, c-e)



Figur 6. – (a) Korrelationsdiagram mellan vedarean per död gren och antalet arter per död gren för beståndet Kungshagen 1 ($p = 0,054$, Pearsons korrelationskoefficient = $0,375$). (b) Korrelationsdiagram mellan vedarean per gren och antalet arter per död gren för beståndet Kungshagen 2 ($p = 0,182$, Pearsons korrelationskoefficient = $0,320$).

Sample based rarefaction förutsätter att alla stickprov är av samma storlek och så är inte fallet med de döda grenarna som samlades in i denna studie. Därför undersöktes om det fanns ett samband mellan vedarean och antal arter per gren på beståndsnivå. Kungshagen 1 har inte en korrelation mellan antalet arter per död gren och vedarean per död gren. Samma sak gäller för de andra bestånden, exempelvis Kungshagen 2, som inte hade en signifikant korrelation mellan vedarea och arter per död gren (Fig. 6b). Det skulle kunna vara så att Kungshagen 1 kan vara mera artrikt än Kungshagen 2 på grund av att Kungshagen 1 har en större andel relativt fler större grenar.



Figur 7. – Sample based rarefaction. Mittlinjen är ett medelvärde på artrikedomen. Den övre och undre linjen visar konfidensintervall (95 %). (a) Kungshagen 1, (b) Kungshagen 2, (c) Målsjö, (d) Monumentet 1, (e) Jägersberg.

Diskussion

Döda grenar på levande träd

Antalet döda grenar var relativt lika mellan tall 20-60 årig och tall 61-110 årig men vedarean på de döda grenarna skiljer sig åt med ett lägre medelvärde per död gren i det äldre åldersintervallet (Tabell 2). Skillnaden skulle dock kunna utgöras av att de nedre grenarna efterhand ramlar av stammen och sedan ersätts successivt av de grenar som dör längre upp. På så sätt förskjuts de döda grenarna uppåt allteftersom trädet växer. Tall 61-110 år hade mindre storlek på grenarna än tall 20-60 år, en anledning till detta kan vara så är att det är en ökad risk för större grenar att ramla av först, pga. exempelvis snö. Denna studie missar de döda grenarna på tall 110+ eftersom dessa är utom räckhåll för studien.

Hos gran ser det annorlunda ut. Där ökar medelvärdet för vedarean per död gren först mellan gran 20-60 och gran 61-110 från 130 till 272 cm². Sedan planar troligtvis ökningen av vedarean ut med granens ålder eftersom gran 61-110 och gran 110+ inte har en signifikant skillnad mellan sig (Fig. 2c). Antalet döda grenar mellan gran 20-60 till gran 61-110 ökar kraftigt från 150 till 711 st. döda (Tabell 2 & 3). Gran 60-110 och gran 110+ kan tänkas ha lika mängder av döda grenar över 6 m som under 6 m (Fig. 3).

Lavarter på döda grenar på levande träd

I denna studie var makrolavarna vanligast förekommande, och alla utom tre var fakultativt vedlevande (Tabell 5), vilket stämmer överens med en annan studie som gjorts på lavar i produktionsskog (Bunnell m.fl. 2008). I denna studie så hittades det inga obligat vedlevande lavar som endast har döda grenar som växtsubstrat, utan dessa lavar kan även växa på lågor, torrakor och stubbar (Foucard 2001). *Micarea denigrata* var den skorplav som hittades på flest döda grenar (Tabell 5) och kan den även växa på både torrakor, lågor och stubbar (Foucard 2001). Man skulle kunna uppskatta tillexempel vedarean för de döda grenar som *M. denigrata* teoretiskt har att växa på i beståndet Monumentet 1 där arten hittades på flera döda grenar. Den tillgängliga vedarean för *M. denigrata* borde bli med ett nationellt snitt på ca 264 träd per hektar 2004-2008 (Riksskogstaxeringen 2009) vara 20,7 m² växtsubstrat per hektar. Den tillgängliga substratarean kan dock vara mindre då arten sannolikt främst växer på ovansidan av den döda grenen. Det är svårt att jämföra substratarean eftersom de flesta studierna mäter i volym och inte i area (Fridman & Walheim 2000, Caruso m.fl. 2007a). Rudolphi & Gustafsson 2005 mäter ytan per hektar på grenar på hyggen, men då även vedens snittytan samt barkytan har inkluderats så blir resultatet svårt att göra jämförelse med. Grenar på marken kan även tänkas ha en kortare livslängd än de döda grenar som sitter kvar på levande träd då det kan vara så att de på marken bryts ner fortare.

En studie av Caruso m.fl (2007b) fann att antalet lavarter blir fler ju äldre skogen blir. Detta kan bero på att mängden tillgängligt substrat blir större. Inga bestånd i årsintervall 20-60 år kvalificerade sig för en sample based rarefaction-analys vilket kan betyda att döda grenar i bestånd yngre än 60 år har få antal arter med få förekomster. Här kan barktäckningen ha en betydelse då det finns en negativ korrelation mellan barktäckningen och antalet arter per död gren (Fig. 5b).

Kanske skulle antalet hittade vedlevande arter av skorplavar ha varit högre om mer ved från den förra generationens bestånd i hade lämnats kvar samt att den ved som faller från de nuvarande bestånden får ligga kvar. Artrikedomen kan också vara beroende av den totala artrikedomen i landskapet för att nya arter skall kunna etablera sig i ett bestånd. Om samma förhållande gäller för motsvarande obrukad skog är svårt att säga utan vidare studier.

Slutsats

Tallar förlorar sina döda grenar under 6 m efter ca 110 år medan granen behåller mer eller mindre samma form med döda grenar jämnt fördelade över hela stammen efter 60 år. Det fanns inget tydligt mönster i artsammansättningen mellan gran och tall. Dock hyser bestånd i produktionsskog, som är yngre än 60 år, få lavararter med få förekomster på döda grenar på levande träd.

Tack

Jag skulle vilja tacka min handledare Göran Thor för all hjälp och de synpunkter jag fått på uppsatsen. Ett stort tack till Måns Svensson för samarbetet och den hjälp jag har fått med denna studie. Tack till Peter Redbo Torstensson för synpunkter på den muntliga redovisningen och uppsatsen. Tack till Simon Hultby för opponeringen. Tack till Holmen Skog AB. Tack också till Maja och Annika för ert stöd och för era synpunkter på uppsatsen.

Litteraturlista

- Berg, Å., Ehnström, B., Gustafsson, L., Hallingbäck, T., Jonsell, M., & Weslien, J. (1994). Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations. *Conservation Biology* 8: 718–731.
- Berglund H., & Jonsson, B.G. (2005). Verifying an extinction debt in north Swedish boreal forests. *Conservation Biology* 19: 338–348.
- Bunnell, F. L., Spribille, T., Houde, I., Goward, T., & Björk, C. (2008). Lichens on down wood in logged and unlogged forest stands. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 1033-1041.
- Caruso, A., & Thor, G. (2007a). Importance of different tree fractions for epiphytic lichen diversity on *Picea abies* and *Populus tremula* in mature managed boreonemoral Swedish forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 219–230.
- Caruso, A., Rudolphi, J., & Thor, G. (2008b). Lichen species diversity and substrate amounts in young planted boreal forests: a comparison of slash and stumps of *Picea abies*. *Biological Conservation* 141: 47-55.
- Dahlberg, A., & Stokland, J. (2004). Vedlevande arters krav på substrat – en sammanställning och analys av 3600 arter. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Essen, P., Renhorn, K., & Pettersson R. B. (1996). Epiphytic Lichen Biomass in Managed and Old-Growth Boreal Forests: Effect of Branch Quality. *Ecological Applications* 6: 228-238.
- Egnell, G., Dahlberg, A., & Nordfjell, T. (2008). Miljöanalys Stubbskörd. Institutionen för miljöanalys, SLU
http://www.skogsvarsstyrelsen.se/episerver4/dokument/sks/aktuellt/2008/stubbskord/Miljöanalys_stubbskord.pdf - Hämtat 09-11-25
- Egnell, G. (2009). Skogsstyrelsen, Skogsskötselserien nr 17, Skogsbränsle.
http://www.svo.se/episerver4/dokument/sks/Fakta_om_skog/Skogsskotselserien/Skogsbransle/17-Skogsbransle.pdf - Hämtat 09-12-04
- Fridman, J., & Walheim, M. (2000). Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management* 131: 23-36
- Foucard, T. 2001. Svenska skorplavar. Interpublishing, Stockholm.
- Humphrey, J. W. Davey, S., Peace A.J., Ferris R., & Harding. K. (2002). Lichens and bryophyte communities communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation* 107: 165-180.
- Jonsson, B. G., Kruys, N., & Ranius, T. (2005). Ecology of species living on dead wood - lessons for dead wood management. *Silva Fennica* 39: 289-309.
- Kruys, N. & Jonsson, B.G. (1999). Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests of northern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 29: 1295–1299.
- Linder, P., & Östlund, L. (1998). Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885-1996. *Biological Conservation* 85: 9-19
- Löhmus, A., & Löhmus, P. (2005). Coarse woody debris in mid-aged stands: abandoned agricultural versus long-term forest. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1502–1506
- Rudolphi, J. & Gustafsson, L. (2005). Effects of forest-fuel harvesting on the amount of deadwood on clear-cuts. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 235-242.
- Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms:

Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.

Skogsstyrelsen (2009). Stubbskörd – kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer.

http://www.skogsvardsstyrelsen.se/episerver4/ImageVault/Images/id_4537/scope_0/ImageVaultHandler.aspx - hämtat 10-01-11

Spribille, T., Thor, G., Bunnell, F. L., Goward, T., & Curtis R., & Björk C. R. (2008). Lichens on dead wood: species-substrate relationships in the epiphytic lichen floras of the Pacific Northwest and Fennoscandia. *Ecography* 31: 741-750