



**Kandidatarbeten  
i skogsvetenskap**  
Fakulteten för skogsvetenskap

2012:10

**Förekomst av törskate (*Cronartium flaccidum*,  
*Peridermium pini*) på tall (*Pinus sylvestris*) i relation till  
markfuktighet och fältskikt**

En studie om 2000-talets törskateepidemi i norra Sverige

*Occurrence of Resin-top Disease (*Cronartium flaccidum*, *Peridermium pini*)  
on Scots pine (*Pinus sylvestris*) in relation to soil moisture and ground cover  
vegetation*

*A study of the Resin-top Disease epidemic in northern Sweden during the  
beginning of the 21st century*



Mikael Dufberg och Anders Lundholm

**Förekomst av törskate (*Cronartium flaccidum*,  
*Peridermium pini*) på tall (*Pinus sylvestris*) i relation till  
markfuktighet och fältskikt**

En studie om 2000-talets törskateepidemi i norra Sverige

**Occurrence of Resin-top Disease (*Cronartium flaccidum*,  
*Peridermium pini*) on Scots pine (*Pinus sylvestris*) in  
relation to soil moisture and ground cover vegetation**

A study of the Resin-top Disease epidemic in northern Sweden during the  
beginning of the 21<sup>st</sup> century

Mikael Dufberg & Anders Lundholm



Självständigt arbete 15 högskolepoäng

2012

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Umeå

## SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet	Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Författare	Mikael Dufberg & Anders Lundholm
Titel	Förekomst av törskateangrepp ( <i>Cronartium flaccidum</i> , <i>Peridermium pini</i> ) på tall ( <i>Pinus sylvestris</i> ) i relation till markfuktighet och fältskikt En studie om 2000-talets törskateepidemi i norra Sverige
Title	Occurrence of Resin-top Disease ( <i>Cronartium flaccidum</i> , <i>Peridermium pini</i> ) on Scots pine ( <i>Pinus sylvestris</i> ) in relation to soil moisture and ground cover vegetation A study of the Resin-top Disease epidemic in northern Sweden during the beginning of the 21 <sup>st</sup> century
Nyckelord	Skada, skadefrekvens, bördighet, fuktighet, ståndortsfaktorer, skogskovall, <i>Melampyrum sylvaticum</i> .
Handledare	Per Hansson, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Examinator	(Tommy Mörling, Institutionen för skogens ekologi och skötsel)
Kurstitel	Kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2012

# FÖRORD

Dufberg och Lundholm bidrog lika mycket till detta arbete. Vi vill först och främst tacka vår handledare Per Hansson för all hjälp när vi stött på problem med arbetet. Tack Sören Holm för att han gav oss idén att använda indikatorvariabler. Tack till Jun Yu, Magnus Ekström och Anders Muszta för hjälp med våra statistiska analyser. Tack till Sören Wulff för att förtydligat och förklarat hur NRS inventeringen genomfördes och hur variablerna skall tolkas. Vi vill även tacka Erik Lundholm och Carl Lundholm förr att de korrekturläste arbetet och lämnade sina synpunkter. Tack till alla vänner som varit med och diskuterat idéer samt gjort vardagen lite roligare när vi körde fast i arbetet.

## SAMMANFATTNING

Törskate är en rostsvamp som förekommer både som värdväxlande, *Cronartium flaccidum* G. Winter., och icke-värdväxlande, *Peridermium pini* Pers. Den värdväxlande typen kan infektera flera värdar men den mest betydande i den boreala skogen är skogskovall, *Melampyrum sylvaticum* L. I Norden infekterar törskate tall, *Pinus sylvestris* L. Svampen infekterar genom barrens stomata och växer sedan genom grenen till stammen där den stryper trädets vatten- och näringstransport vilket dödar toppen. Under 2000-talet rapporterades stora skador av törskate i Västerbotten och Norrbotten. Detta ledde till att Riksskogstaxeringen genomförde en Nationell riktad skadeinventering 2007 och 2008.

Vi undersökte om förekomsten och frekvensen av törskateangrepp ökade på marker med ”rikare” fältskikt (som indikerar bättre bördighet) och högre markfuktighet samt hur kombinationer av de två ståndortsfaktorerna påverkade förekomst och frekvens. Vårt resultat var att törskate förekommer mer abundant och med hårdare angrepp på marker med fältskikt som indikerar på bördigare marker. Markfuktighet visade sig inte ha någon signifikant påverkan på varken förekomsten eller frekvensen av törskateangrepp. Friska-bördiga marker hade hårdare angrepp än friska marker med sämre bördighet samt torrare marker.

Nyckelord: Skada, skadefrekvens, bördighet, fuktighet, ståndortsfaktorer, skogskovall, *Melampyrum sylvaticum*.

## ABSTRACT

Resin-top disease is a rust fungi that occurs both as a host alternating form, *Cronartium flaccidum* G. Winter., and as a non-host alternating form, *Peridermium pini* Pers. The host alternating form can use a variety of hosts but the most commonly used species in the boreal forest is *Melampyrum sylvaticum*. In Scandinavia the Resin-top disease infect Scots pine, *Pinus sylvestris* L. The fungus infects the needles through the stomata and then grows through the branch to the stem where it strangulates the vessels transporting water and nutrition to the treetop, which kills the top. During the 21<sup>st</sup> century severe damages caused by Resin-top disease was reported in Västerbotten and Norrbotten. This caused The Swedish National Forest Inventory to execute a national damage monitoring in 2007 and 2008.

We investigated if the presence and frequency of Resin-top disease increased with better ground cover vegetation (indicating better productivity) and more moist soils, and how a combination of these two site factors affected the presence and frequency.

Our results showed that Resin-top disease was more abundant with more severe damages on sites indicating better ground cover vegetation. The soil moisture had no significant effect on neither the abundance nor the damage frequency of Resin-top disease. Mesic productive (fertile) sites had more severe damages than sites with lesser productivity and lower soil moisture.

Keywords: Damage, damage frequency, fertility, moisture, site factors, *Melampyrum sylvaticum*.

## INLEDNING

Angreppen av törskatesvampen (*Cronartium flaccidum* och *Peridermium pini*) som observerades i Västerbottens och Norrbottens kust- och inland i början av 2000-talet har vållat stora skador på skog i form av döda och skadade träd med nedsatt virkeskvalitet och tillväxtbortfall som följd. År 2008 hade 130 900 ha (+/- 24 700 ha) angripits av törskaterost, vilket motsvarar 34 % av all tallungskog i Västerbotten och Norrbotten (Wulff & Hansson 2009). Unga tallskogar inventerades av Nationell Riktad skadeinventering (NRS) 2007 och angreppen var så omfattande att det ansågs behövas en ny inventering 2008. Efter inventeringen 2008 kunde det konstateras att angreppen inte ökat utan låg på samma nivå som året innan (Wulff & Hansson 2009). Angreppen har troligtvis fortsatt, men ingen ny inventering har genomförts för att uppskatta dagens angripna areal.

Törskaterost tillhör ordningen rotsvampar och finns i två former, *C. flaccidum* och *P. pini*, båda finns i Sverige. *C. flaccidum* värdväxlar mellan tall och ett antal örter: kovallarter, *Melampyrum spp.* L., spirearter, *Pedicularis spp.* L., tulkört, *Vincetoxicum hirundinaria* Med. och pioner, *Paeonia spp.* L. (Liro 1908; Hylander et al. 1953 som refereras i Kaitera 1999; Kaitera et al. 2006; Kaitera et al. 2011). Den andra formen, *P. pini*, behöver inte värdväxla utan kan med aecidielika sporer spridas från tall till tall.

Det fastställdes att *C. flaccidum* värdväxlar med kovallarter (Kaitera & Hantula 1998), varav skogskovall, *M. sylvaticum* L., är allmän i boreala skogar och används mest för värdväxling (Kaitera et al. 2006). Det betyder att den värdväxlande formen av törskate, som tros vara mer virulent (Wulff & Hansson 2009), har en mer nordlig utbredning än vad tidigare kunskap föreslog (Liro 1908; Rainio 1926; Jørstad, 1928; Kari 1936; Rennerfelt 1943; Roll-Hansen 1973; Kaitera et al. 1994 som refereras i Kaitera & Hantula 1998).

Törskateinfekterade tallar förekommer i högre grad på blötare marker med god bördighet, typiska granmarker, än på torra marker och mossmarker, mer typiska tallmarker (Kaitera & Jalkanen 1995). Det konstaterades via DNA-analys att det även rörde sig om *C. flaccidum* och inte bara *P. pini* som angrep tallungskogar i Västerbotten och Norrbotten (Wulff & Hansson 2009). Enligt (Wulff & Hansson 2009) och (Wulff et al. 2011) är angreppen vanligare på bördiga marker. Skogskovall förekommer i näringsrika barrskogsmarker som inte är alltför torra (Anderberg, 2000b). Den vedertagna kunskapen om hur viktigt det är med att välja trädslag efter ståndorten förbises och allt för ofta sätts tall på granmarker i Norrland.

Vårt mål är att undersöka hur förekomsten av törskateangrepp på tall påverkas av markfuktighet och fältskikt samt undersöka hur angreppsfrekvensen av törskate på tall påverkas av markfuktighet och fältskikt. Liknande studier inom ämnet är få.

Vår prediktion är att det är mer törskateangrepp på marker med hög fuktighet och bättre bördighet. Det unika med vår studie är att vi kategoriserar annorlunda än tidigare studier som undersökt liknande mönster. Vi har valt att använda fler kategorier för markfuktighet och fältskikt samt att kombinera markfuktighet och fältskikt för att visa på fler orsakssamband och tydligare mönster.

Om vår prediktion är korrekt kan den användas som ett argument för att inte plantera tall på granmarker i boreala skogar.

## Törskate

Törskatesvampen är en rostsvamp som tillhör divisionen *Basidiomycota*. Denna parasitsvamp är en skadegörare på tvåbarriga tallar (*Pinus spp.*) i Europa. Arter som är bekräftat mottagliga i Europa är vår tall (*P. sylvestris*), terpentintall (*P. pinaster* Aiton.), svarttall (*P. nigra* J. F. Arnold), pinjetall (*P. pinea* L.), bergstall (*P. mugo* Turra.), eleppotall (*P. halepensis* Miller.) samt grektall (*P. brutia* Tenore.) (Raddi & Raggazzi 1980).

### Infektion och skadesymptom

Svampen infekterar trädet på hösten med luftburna basidiesporer som tar sig in i årsbarren och skott genom klyvöppningarna (Eidmann & Klingström 1976). Därifrån växer svampen in i grenen och in mot stammen vilket leder till att grenens vatten och näringstillförsel stryps och grenen dör. I det tidiga skedet dör barren och blir bruna. Döda grenar är det första tydliga symptomet på att ett träd är infekterat av törskate, men förbises lätt då det inte ser så allvarligt ut. När svampen tagit sig in till stammen kan den växa runt den och strypa hela toppens tillförsel av näring och vatten. Toppen dör då och den för törskate karakteristiska torrtoppen bildas, även kallad törgadd eller tjärgadd (Barklund 2011; Tillberg 2010) (Fig. 1). Där strangulationen inträffat bildas det ofta ett stamsår som kan bli flera meter långt och nedanför strangulationen fortsätter trädet att leva. Stamsåret har en intensiv svart färg pga. kådindränkt ved och är resultatet av en långvarig kamp mellan trädet och törskaten som kan pågå i många år (Aronsson et al. 1995). Infektionstiden för törskate är lång, i nordliga lägen tar det oftast sju till tio år (Kaitera 2000), ibland längre, innan törskatens karakteristiska orange aecidiumsporblåsor blir synliga (Fig. 2). När detta inträffar är det för sent att rädda trädet. Grenar infekterade med törskate som sågas av, torkar ut eller bryts av innan infektionen nått in till stammen kan rädda trädet (Aronsson et al. 1995).



Figur 1. Talltoppar dödade av törskate. Foto: Andreas Bernhold (Bernhold 2009, s. 109).

Figure 1. The tops of pine trees, killed by resin-top disease. Photography by Andreas Bernhold (Bernhold 2009, p. 109).

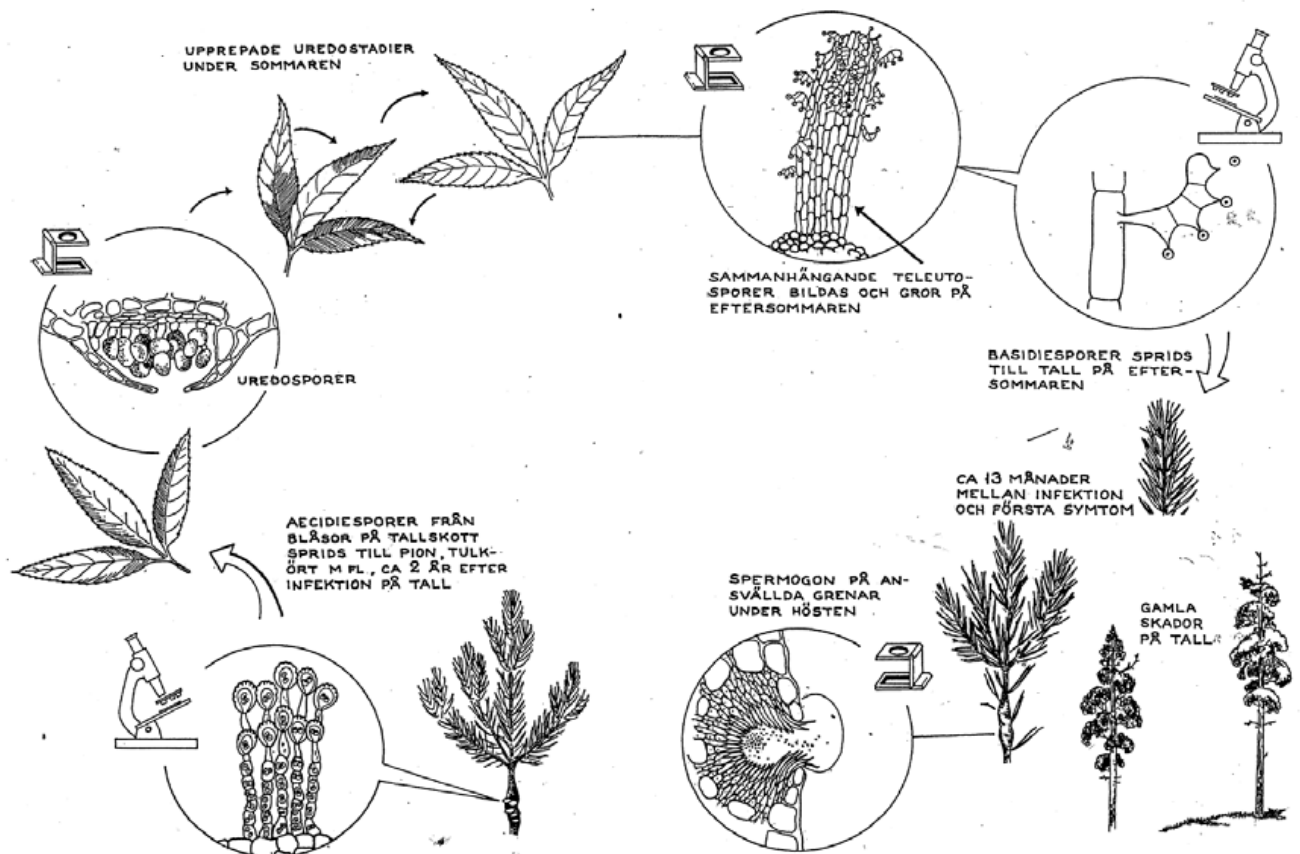




Figur 2. Ung tall med aecidiumblåsor av törskate. Foto: Andreas Bernhold (Bernhold 2009, s. 111).  
Figure 2. Resin-top disease aecidium spores on a young pine. Photography by Andreas Bernhold (Bernhold 2009, p. 111).

### Livscykel

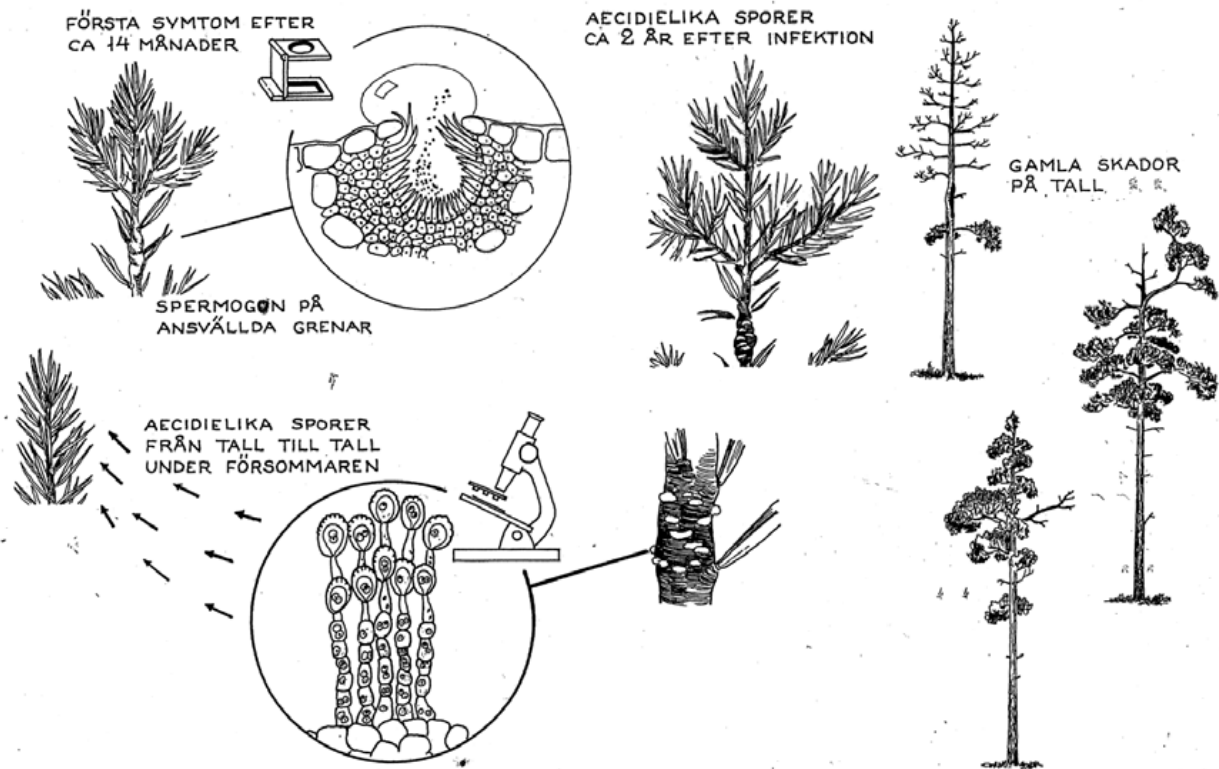
Den värdväxlande formen av törskatesvampen *C. flaccidum* behöver örter (*kovallarter*, *spirearter* etc.) för att fullborda sin livscykel (Fig. 3). Under försommaren släpps aecidiesporer från ett aecidium som bildats på en infekterad tall och dessa sporer infekterar sedan värdväxterna. Inom två veckor efter infektion bildas ett uredolager på växtens blad och därifrån sprids sedan uredosporer. Dessa sporer kan sedan infektera andra individer och på så sätt öka mängden infekterade värdar. Två till tre veckor efter infektion av värd bildas sammanhängande teleutosporer. Där tros det att meiosen sker varpå sporer gror och bildar basidier innehållande fyra basidiesporer (Kasanen 2001). Dessa sprids under sensommaren till tallar som de infekterar varpå sporer sedan gror. Svampen dödar kambiet och ett sår uppkommer i vilket det bildas spermogon på sensommaren. Det är i spermogonets kant där det tros att befruktningen med spermatier sker. När befruktningen skett så bildas sedan ett aecidium där aecidiesporer bildas som sedan sprids (Kasanen 2001), detta stadie kallas även blåsroststadiet eller skålstroststadiet. Efter att svampen tagit sig in i trädet så dröjer det ungefär 13 månader innan tecken på infektion blir synliga. Tidigast framträder aecidium två år efter infektion men det kan dröja ända upp till 20 år (Kaitera 2000).



Figur 3. *Cronartium flaccidum* livscykel (Eidmann & Klingström 1976).

Figure 3. The life cycle of *Cronartium flaccidum* (Eidmann & Klingström 1976).

*P. pini* värdväxlar inte utan sprids från tall till tall med det enda kända sporstadiet för *P. pini*, aecidiesporer (Fig. 4). De sprids på försommaren och symptom kan ses efter ungefär 14 månaders tid. I Finland utfördes en studie där tall inokulerades med *P. pini* och då framträdde aecidium först efter två till fyra år. Dessa släppte sedan sina sporer mellan slutet av juli och början av augusti (Kaitera 2003).



Figur 4. *Peridermium pini* livscykel (Eidmann & Klingström 1976).  
 Figure 4. The life cycle of *Peridermium pini* (Eidmann & Klingström 1976).

## Skogskovall

Skogskovallen ingår i släktet kovaller, som består av 35 arter (Anderberg 2000a). Deras utbredning är över stora delar av norra halvklotet. De fem kovallarter som förekommer i Sverige är skogskovall (*M. sylvaticum* L.), ängskovall (*M. pratense* L.), natt och dag (*M. nemorosum* L.), korskovall (*M. cristatum* L.) och pukvete (*M. arvense* L.) (Anderberg 2000a). I Sverige är skogskovall den vanligaste kovallarten och den är allmän över stora delar av landet (Anderberg 2000b), näst vanligast är ängskovall.

Skogskovallen är en ettårig ört som blir uppemot 30 centimeter hög med blad som är motsatta varandra (Anderberg 2000b) (Fig. 5). Örten har knappt centimeterlånga klargula blommor (Anderberg 2000b) och i varje blomma finns vanligen en frökapsel med en till fyra fröanlag, men en till två är vanligast, skogskovaller som växer på bättre marker producerar i regel fler frön (Dalrymple 2007). Fröet gror i mars-april, den blommar sedan i juni-augusti och i september har det flesta individer dött och arter övervintrar i form av stora frön (Dalrymple 2007).



Figur 5. Skogskovall *Melampyrum sylvaticum*. Foto: Anna-Lena Anderberg. (Anderberg 2000b).  
 Figure 5. *Melampyrum sylvaticum*. Photography by Anna-Lena Anderberg. (Anderberg 2000b).

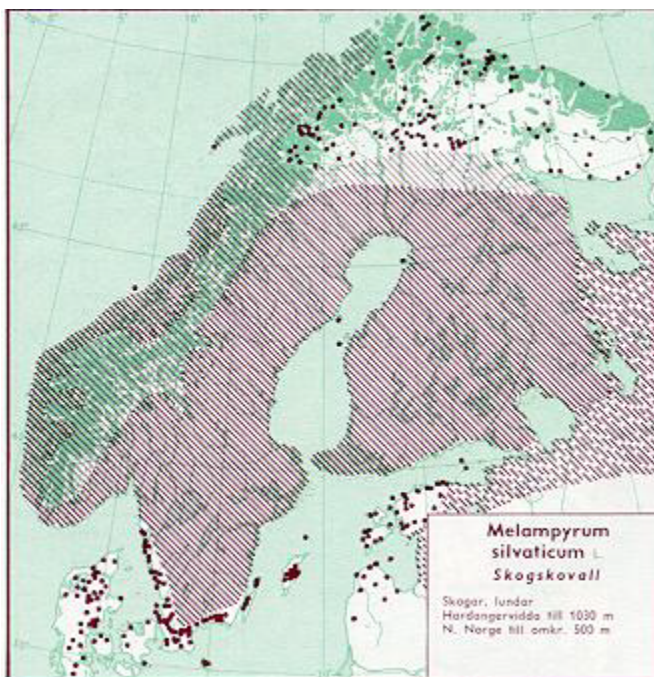
## Hemiparasit

Skogskovall är en hemiparasit, det betyder att den förutom att få sin näring via rötter även parasiterar på andra växter. Skogskovallen använder ett haustorium med vilket den sammanlänkar sig med andra växter för att sedan ta upp vatten och

näring ifrån dem i form av organiska och icke-organiska lösta ämnen (Dalrymple 2007). För att lyckas med detta måste skogskovallen ha lägre vattenkoncentration än värdplantan (Dalrymple 2007). Skogskovallen är känslig för torka eftersom parasitismen kräver en hög transpiration och strävar därför efter att ha en stor bladarea, eftersom detta ökar transpirationen och därmed effektiviseras parasitismen (Dalrymple 2007). En hög biomasaproduktion leder även till fler blommor och därmed fler frön.

### Habitat och utbredning

Skogskovall är allmän i boreala skogar samt i bergstrakter (Dalrymple 2007). Arten är utbredd över Fennoskandia, Baltikum, västra Ryssland samt östra Alperna och centrala Balkan. I Sverige är skogskovallen mest förekommande på näringsrika barrskogsmarker som inte är alltför torra, framför allt på granmarker (Anderberg 2000b) (Fig. 6). Skogskovallen trivs bäst på något sura marker med lätt beskuggning, dock klarar den inte hård beskuggning (Dalrymple 2007).



Figur 6. Skogskovallens utbredning i Skandinavien, indikerad av diagonala linjer (Anderberg 2000b).  
Figure 6. Home range of *Melampyrum sylvaticum* in Scandinavia, indicated by diagonal lines (Anderberg 2000b).

### Kovall som värdväxt

I den boreala skogen fungerar kovallarter som värdar åt sporer av *C. flaccidum* (Kaitera & Hantula 1998). I norra Finland värdväxlar *C. flaccidum* mer med skogskovall än med andra kovallarter (Kaitera 1999; Kaitera et al. 2005; Kaitera et al. 2006; Kaitera et al. 2011). Med tanke på norra Sveriges likheter med norra Finland så kan det antas att samma fenomen även gäller i norra Sverige.

## Gran- och tallmarker

Begreppen gran- och tallmarker används i vårt arbete och orden har lite olika innebörd beroende på vem som tillfrågas. I vårt arbete har vi valt att inte dra någon hårfin gräns eftersom markerna överlappar och när vi valt att dra distinkta gränser använder vi istället andra termer. Anledningen att vi ändå valt att ha med det är för att generellt beskriva marken och få ett bättre flyt i texten (Fig. 7). Granmarker är marker där gran, *Picea abies* H. Karst., är mer konkurrenskraftig gentemot tall, friska-fuktiga marker med fältskikt blåbärstyp eller bättre. Tallmarker är marker där tall är mer konkurrenskraftig gentemot gran, friska-torra marker med fältskikt blåbärstyp eller sämre.

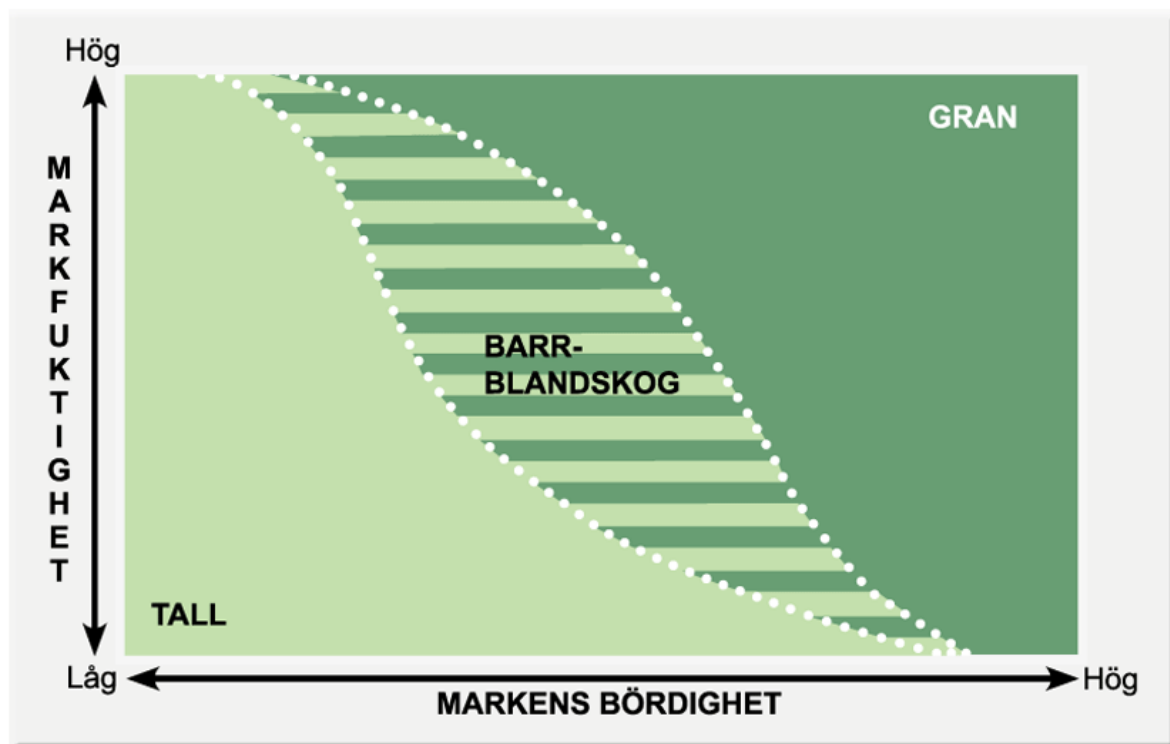


Illustration: Bo Persson

Figur 7. Skillnaden mellan gran- och tallmarker beroende på markens bördighet och markfuktighet. Illustration Bo Persson (Hallsby 2009, s. 13).

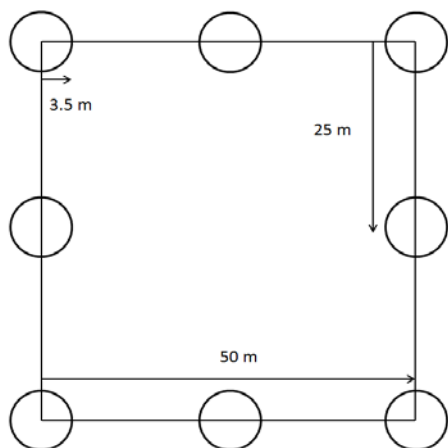
Figure 7. The difference between typical spruce and pine sites depending on nutrient availability and soil moisture. Illustration by Bo Persson, (Hallsby 2009, p. 13).

## MATERIAL OCH METODER

Via vår handledare Per Hansson hämtades data ifrån den av riksskogstaxeringen genomförda Nationell riktad skadeinventering (NRS). Inventeringarna genomfördes i tallungskogar (1-4 m höga) i Västerbotten och Norrbotten somrarna 2007 och 2008, inventerade ytor slumpades ut ifrån Älgbetesinventeringens ytor (ÄBIN).

### Inventeringen

Inventeringen utfördes på 263 bestånd och varje bestånd bestod av en kvadratisk trakt med sidan 50 m. Inom bestånd lades det ut åtta provytor, med radien 3,5 m, i vilka inventeringen utfördes. Provytornas ytcentrum genomskärs av traktgränsen och ytcentrumen ligger på 25 m avstånd ifrån varandra (Fig. 8). Inventeringen av fältskikt utfördes för varje yta i en cirkel med 10 m radie. Förekomsten av kovallarter registrerades på två ytor med 0,28 m radie, positionerade 2,5 m ifrån ytcentrum och i 45° respektive 225° riktning i förhållande till gångriktningen.



Figur 8. Bestånd med provyteutläggning, varje cirkel representerar en provyta och hela kvadraten representerar ett bestånd.

*Figure 8. Stand with sample plots and their orientation, each circle represents a sample plot and the square represents a stand.*

### Indelning av fältskikt

Vid inventering av provytorna registrerade NRS fältskikt i olika klasser (Tabell 1). Eftersom data kommer ifrån en retrospektiv undersökning utifrån det befintliga tillståndet i naturen, inte ifrån ett planerat experiment, resulterade det i att stickprovsstorleken blev för liten i vissa klasser och därför kunde vi inte använda dessa. Vi bestämde oss därför att slå ihop fältskikt av liknande karaktär (Tabell 2).

Tabell 1. NRS klassning av fältskikt med koder

*Table 1. NRS ground cover vegetation categorization with codes*

Kod	Fältskikt	Kod	Fältskikt
01	Höga örter u ris	10	Hög starr
02	Höga örter m	11	Låg starr
	ris/blåbär		
03	Höga örter m	12	Fräken
	ris/lingon		
04	Låga örter u ris	13	Blåbär
05	Låga örter m	14	Lingon
	ris/blåbär		
06	Låga örter m	15	Kråkbär/Ljung
	ris/lingon		
07	Utan fältskikt	16	Fattigris
08	Breda gräs	17	Lavrik
09	Smala gräs	18	Lavtyp

Tabell 2. Sammanslagningen av fältskikt gav följande klasser

*Table 2. After merging ground cover vegetation we recieved these categories*

Fältskikt kod	1-6	7 och 10	8-9, 11-13	14-18
Namn	Bördiga marker	Saknas	Medelgoda marker	Fattiga marker
Klass	1	-	2	3

## Indelning av markfuktighet

Vid inventeringen av provytorna registrerar NRS markfuktighet i olika klasser (Tabell 3). Eftersom data kommer ifrån en retrospektiv undersökning utifrån det befintliga tillståndet i naturen, och inte ett planerat experiment, var stickprovsstorleken så liten i vissa klasser att vi inte kunde använda dessa. Blöta marker existerade inte i inventeringen och vi hade enbart sex ytor med fuktig mark så vi bestämde oss därför att slå ihop markfuktighet av liknande karaktär (Tabell 4).

Tabell 3. NRS klassning av markfuktighet med koder

*Table 3. NRS soil moisture categorization with codes*

Kod	Markfuktighet
1	Torr mark
2	Frisk mark
3	Frisk-fuktig mark
4	Fuktig mark
5	Blöt mark

Tabell 4. Sammanslagningen av markfuktighet gav följande klasser

*Table 4. After merging soil moisture we recieved these categories*









Markfuktighet kod	1	2	3-4
Namn	Torr	Frisk	Fuktig
Klass	1	2	3

## Analys

Vi bestämde oss för att göra två analyser på våra data. En analys där vi undersökte hur förekomsten av angrepp påverkades av fältskikt, markfuktighet respektive kombinationer av markfuktighet och fältskikt. En analys där vi undersökte hur frekvensen av angrepp påverkades av fältskikt, markfuktighet respektive kombinationer av markfuktighet och fältskikt. Vi bestämde oss att redovisa data i grafform.

För båda typerna av analyser (förekomst av törskate fältskikt, markfuktighet och kombinationer samt frekvensen av törskateangripna träd fältskikt, markfuktighet och kombinationer) valde vi sedan att göra två analyser och basera en av analyserna på angrepp (angrepp synliga) och den andra analysen på skador (>25% av kronan död), för att se om det var någon skillnad mellan de lindriga angreppen och svårare angrepp. Totalt blev det tolv analyser.

Analyserna med kombinationer av markfuktighet och fältskikt utförde vi för att undersöka vilka samband det fanns när markfuktighet och fältskikt kombinerades (Fig. 9).

	Fattiga marker	Medelgoda marker	Bördiga marker
Torra marker			
Friska marker	 1	 1	
Fuktiga marker	 2	 1	 2
	1	2	1

Figur 9. En förklarande matris för hur typmarken för de olika kombinationerna kan se ut. För torra-bördiga marker saknas bild (existerade inte i inventeringen). Fotograf: Åke Nilsson 1; Jan-Erik Lundmark 2 (Hägglund & Lundmark 1994).

Figure 9. Matrix describing how the typical site created by our combination of ground cover vegetation and soil moisture can look like. For torra-bördiga there is no picture (no such sites existed in the inventory). Photograph by: Åke Nilsson 1; Jan-Erik Lundmark 2 (Hägglund & Lundmark 1994.)



## **Förekomst**

För att undersöka på vilken typ av mark törskateangreppen var mest förekommande gjorde vi en analys av provytornas fältskikt, markfuktighet och om den var angripen eller inte. En tabell ritades med fältskiktssklasserna i kolumnerna och markfuktighetsklasserna i raderna, i denna fördes värdena in. För varje typ av fältskikt registrerades totalt antal provytor samt totalt antal angripna provytor, därefter räknade vi fram en procentsats av angreppsförekomsten för den typen av fältskikt. Detsamma utfördes för alla typer av markfuktighet. Denna analys utförde vi för att få ett tydligt mönster hur törskatens förekomst påverkas av fältskikt respektive markfuktighet.

För varje klass i kombinationerna av markfuktighet och fältskikt registrerades totalt antal provytor samt totalt antal angripna provytor. Därefter räknade vi fram en procentsats av angreppsförekomsten för den kombinationen av markfuktighet och fältskikt. Denna analys med kombinationer av fältskikt och fuktighet utförde vi för att undersöka vilka samband det fanns när markfuktighet och fältskikt kombinerades.

Ovan beskrivna analyser repeterades men istället för att inkludera antalet provytor med angrepp registrerade vi antalet provytor med skador. De klasser som bestod av små stickprov fick diagonala streck i stapeln för att indikera detta.

## **Frekvens**

För att undersöka på vilken typ av mark angreppsfrekvensen var som högst gjorde vi en analys av provytornas fältskikt, markfuktighet, totalt antal tallar samt totalt antal angripna tallar. Vi inkluderade bara tallar som fanns på provytor med angrepp i analysen. En tabell ritades med fältskiktssklasserna i kolumnerna och markfuktighetsklasserna i raderna, i denna fördes värdena in. För varje typ av fältskikt registrerades totalt antal tallar samt totalt antal angripna tallar, därefter räknade vi fram en procentsats av angreppsfrekvensen för den typen av fältskikt. Detsamma utfördes för alla typer av markfuktighet. Denna analys utförde vi för att få ett tydligt mönster hur törskatens förekomst påverkas av fältskikt respektive markfuktighet.

För varje klass i kombinationerna av markfuktighet och fältskikt registrerades totalt antal tallar samt totalt antal angripna tallar. Vi inkluderade bara tallar som fanns på provytor med angrepp i analysen. Därefter räknade vi fram en procentsats av angreppsfrekvensen för den kombinationen av markfuktighet och fältskikt. Denna analys med kombinationer av fältskikt och fuktighet utförde vi för att undersöka vilka samband det fanns när markfuktighet och fältskikt kombinerades. Ovan beskrivna analyser repeterades men istället för att inkludera antalet tallar med angrepp registrerade vi antalet tallar med skador. De klasser som bestod av små stickprov fick diagonala streck i stapeln för att indikera detta.

## **Kovallförekomst**

Vi utförde en jämförande analys av hur kovallförekomsten varierade över ytorna med törskateangrepp. Vi inkluderade bara de provytorna med kovall där även angrepp hade registrerats. För varje typ av fältskikt registrerades totalt antal angripna provytor samt totalt antal angripna provytor med kovall, därefter räknade vi fram en procentsats av angreppsförekomsten för den typen av fältskikt. Detsamma utfördes för alla typer av markfuktighet. I analysen gjorde vi ingen skillnad på om kovall hittats i både provytorna eller bara den ena.

## Indikatorvariabler

För att undersöka om det fanns statistisk signifikans använde vi statistikprogrammet Minitab. För förekomst använde vi binär-logistisk regression och för frekvens använde vi multipel-linjär regression.

För att kunna arbeta med vårt dataset behövde vi införa indikatorvariabler (Tabell 5-6), eftersom klasserna för fältskikt och markfuktighet var koder och inte kontinuerliga siffror.

Tabell 5. Indikatorvariablerna för fältskikt som användes för regressions analyser

*Table 5. Indicator variables for ground cover vegetation that was used for the regression analysis*

Fältskikt	F 1	F 2
Bördig	1	0
Medelgod	0	1
Fattig	0	0

Tabell 6. Indikatorvariablerna för markfuktighet som användes för regressions analys

*Table 6. Indicator variables for soil moisture that was used for regression analysis*

Markfuktighet	M 1	M 2
Fuktig	1	0
Frisk	0	1
Torr	0	0

För analyserna där vi använde kombinationen av markfuktighet och fältskikt införde vi en indikatorvariabel som vi kallade MF (Markfuktighet Fältskikt) (Tabell 7). Eftersom vi hade nio olika kombinationer av markfuktighet och fältskikt infogades åtta indikatorvariabler som kallades MF 1, MF 2, ..., MF 8. I den klass som ytan tillhörde blev värdet = 1, annars = 0.

Tabell 7. Indikatorvariabel som anger vilken kombination av markfuktighet och fältskikt som användes för regressions analys  
*Table 7. Indicator variable that specifies which combination of soil moisture and ground cover that was used for regression analysis*

Kombinerade indikatorvariabler	MF 1	MF 2	MF 3	MF 4	MF 5	MF 6	MF 7	MF 8
Fuktig-bördig	1	0	0	0	0	0	0	0
Fuktig-medelgod	0	1	0	0	0	0	0	0
Fuktig-fattig	0	0	1	0	0	0	0	0
Frisk-bördig	0	0	0	1	0	0	0	0
Frisk-medelgod	0	0	0	0	1	0	0	0
Frisk-fattig	0	0	0	0	0	1	0	0
Torr-bördig	0	0	0	0	0	0	1	0
Torr-medelgod	0	0	0	0	0	0	0	1
Torr-fattig	0	0	0	0	0	0	0	0

### Förekomst

För analyserna av förekomst använde vi binär-logistisk regression. Varje yta fick 0 = icke angripen eller 1 = angripen. Indikatorvariabeln för angrepp användes som responsvariabel (Y-värde) och indikatorvariablerna för fältskikt som förklarandevariabel (X-värde).

Indikatorvariabeln angrepp testades i tre olika binära-logistiska regressioner mot de förklarande indikatorvariablerna fältskikt, markfuktighet respektive kombinerade.

Vi bytte sedan ut responsvariabeln till skada, där varje yta fick 0 = icke skadad eller 1 = skadad. Indikatorvariabeln skada testades i tre olika binära-logistiska regressioner mot de förklarande indikatorvariablerna fältskikt, markfuktighet respektive kombinerade.

För analyserna med förekomst använde vi alla ytorna. Analysen av förekomst kombinerade skada kunde inte genomföras pga. för litet stickprov, efter att exkluderat indikatorn för fuktig-bördig i modellen så gick det att genomföra den binära-logistiska regressionen.

### Frekvens

För analyserna med frekvens använde vi regression med angrepp som ett procentvärde (0-100) som responsvariabel och i tre olika körningar använde vi indikatorerna för fältskikt, markfuktighet respektive de kombinerade indikatorvariablerna som förklarande variabel i analysen. Vi repeterade sedan analyserna men använde skada som ett procentvärde (0-100) istället för angrepp. I analyserna för frekvens använde vi enbart de ytor som var angripna/skadade.

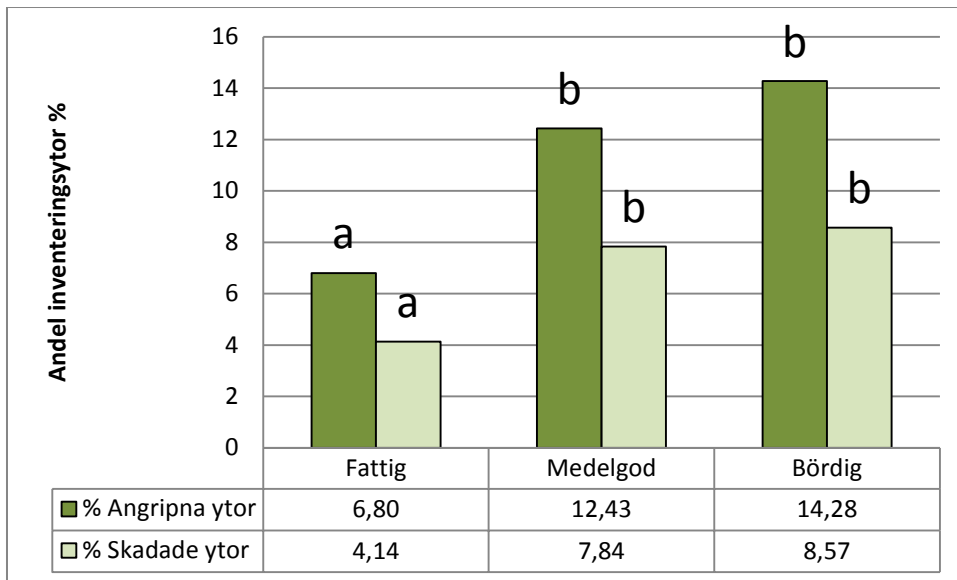
Vi använde oss av ett 95 % tvåsidigt, konfidensintervall för signifikansnivån. Vi testade om variablerna var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra.

# RESULTAT

## Skador och angrepp i förhållande till fältskiktets bördighet

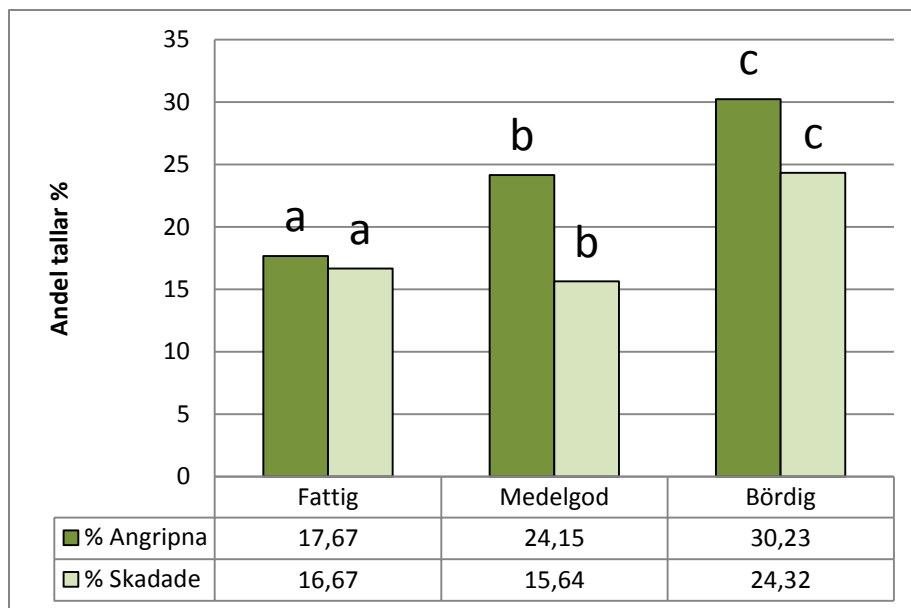
*Andel provytor med skador respektive angrepp i förhållande till fältskiktets bördighet.*  
Förekomsten av både skador och angrepp i provytorna ökade när fältskiktet blev rikare (Fig. 10), variabeln fattig skilde sig från de andra två, de skilde sig dock inte signifikant ifrån varandra. I analysen ingick totalt 2035 provytor, varav 189 stycken hade angrepp och på dessa hade angreppen utvecklats till skador på 117 ytor.

*Andel skadade respektive angripna träd i förhållande till fältskiktets bördighet*  
Andelen angripna träd ökade med ”rikare” fältskikt och de tre variablerna var alla statistiskt signifikant skilda ifrån varandra (Fig. 11). Samma förhållande gäller för andelen skadade träd, de tre variablerna var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra. På de angripna ytorna fanns det totalt 1110 tallar och 234 av dessa var angripna. Totalt innehöll de skadade ytorna 845 tallar och 139 av dessa var skadade.



Figur 10. Andelen inventeringsytor med förekomst av angrepp (mörkgrön) respektive andelen inventeringsytor med förekomst av skador ( $\geq 25$  % av trädet skadat) (ljusgrön), klassat efter fältskikt. Bokstäverna ovanför staplarna visar vilka variabler som var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra.

*Figure 10. Percentage of sample plots where resin-top disease was present (dark green) and percentage of sample plots with damages ( $\geq 25$  % of the tree damaged) caused by resin-top disease (light green), categorized according to ground cover vegetation. The letters above the bars indicate which variables were statistically significantly different from each other.*



Figur 11. Andelen angripna tallar av totalt antal tallar på inventeringsytorna med registrerade angrepp (mörkgrön) respektive andelen tallar med skador ( $\geq 25$  % av trädet skadat) av totalt antal tallar på inventeringsytorna med registrerade skador (ljusgrön), klassat efter fältskikt. Bokstäverna ovanför staplarna visar vilka variabler som var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra.

*Figure 11. Percentage of pines infected with resin-top disease of total number of pines in sample plots where resin-top disease was present (dark green) and percentage of damage pines ( $\geq 25$  % of the tree damaged) of total number of pines in sample plots where damages were present (light green), categorized according to ground cover vegetation. The letters above the bars indicate which variables were statistically significantly different from each other.*

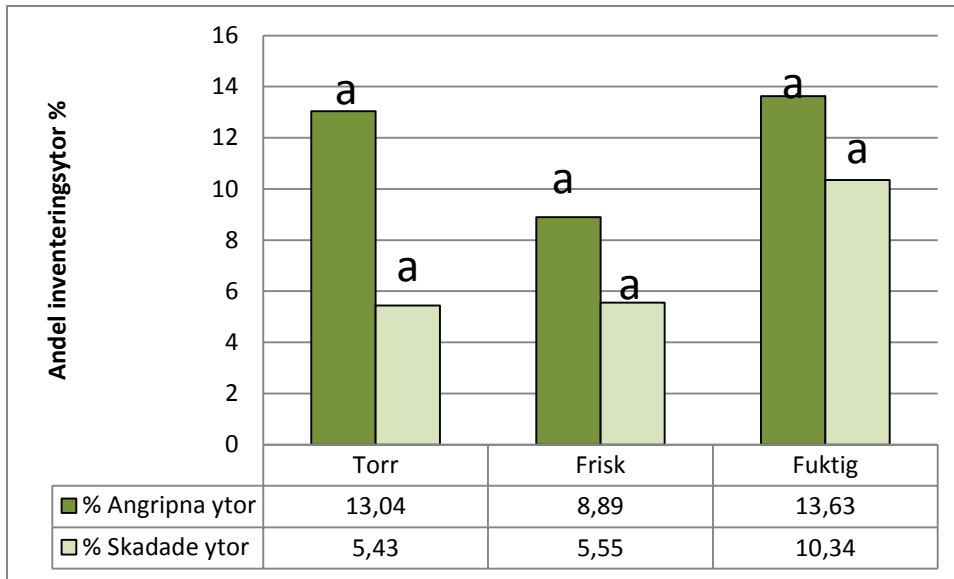
## Skador och angrepp i förhållande till markfuktighet

### *Andel provytor med skador respektive angrepp i förhållande till markfuktighet*

Det fanns inget statistiskt signifikant samband mellan andelen provytor med törskateangrepp och markfuktighet (Fig. 12), Frisk och fuktig var nästan signifikant skilda ifrån varandra,  $P = 0,094$ . I analysen hade vi totalt 2035 provytor, varav 189 stycken hade angrepp och av dessa hade 117 hade skador.

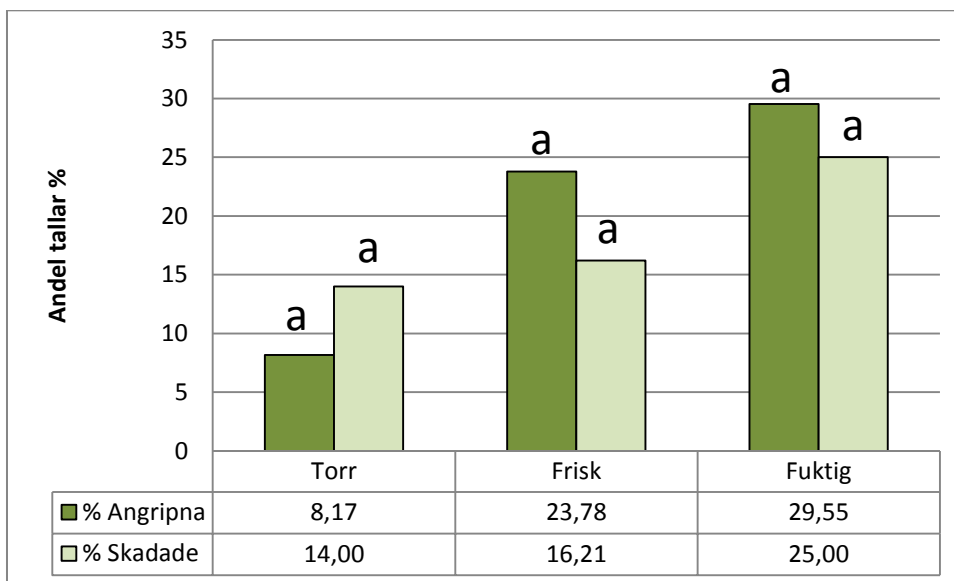
### *Andel skadade respektive angripna träd i förhållande till markfuktighet*

Det fanns en trend - som dock inte var statistiskt signifikant - att andelen angripna och skadade träd ökade när markfuktigheten ökade. (Fig. 13). På de angripna ytorna fanns det totalt 1110 tallar och 234 av dessa var angripna. Totalt innehöll de skadade ytorna 845 tallar och 139 av dessa var skadade



Figur 12. Andelen inventeringsytor med förekomst av angrepp (mörkgrön) respektive andelen inventeringsytor med skador ( $\geq 25$  % av trädet skadat) (ljusgrön), klassat efter markfuktighet. Bokstäverna ovanför staplarna visar vilka variabler som var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra, i detta fall ingen.

Figure 12. Percentage of sample plots where resin-top disease was present (dark green) and percentage of sample plots with damages ( $\geq 25$  % of the tree damaged) caused by resin-top disease (light green), categorized according to soil moisture. The letters above the bars indicate which variables were statistically significantly different from each other, in this case none.



Figur 13. Andelen angripna tallar av totalt antal tallar på inventeringsytor med registrerade angrepp (mörkgrön) och andelen tallar med skador ( $\geq 25$  % av trädet skadat) av totalt antal tallar på inventeringsytor med registrerade skador (ljusgrön), klassat efter markfuktighet. Bokstäverna ovanför staplarna visar vilka variabler som var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra, i detta fall ingen.

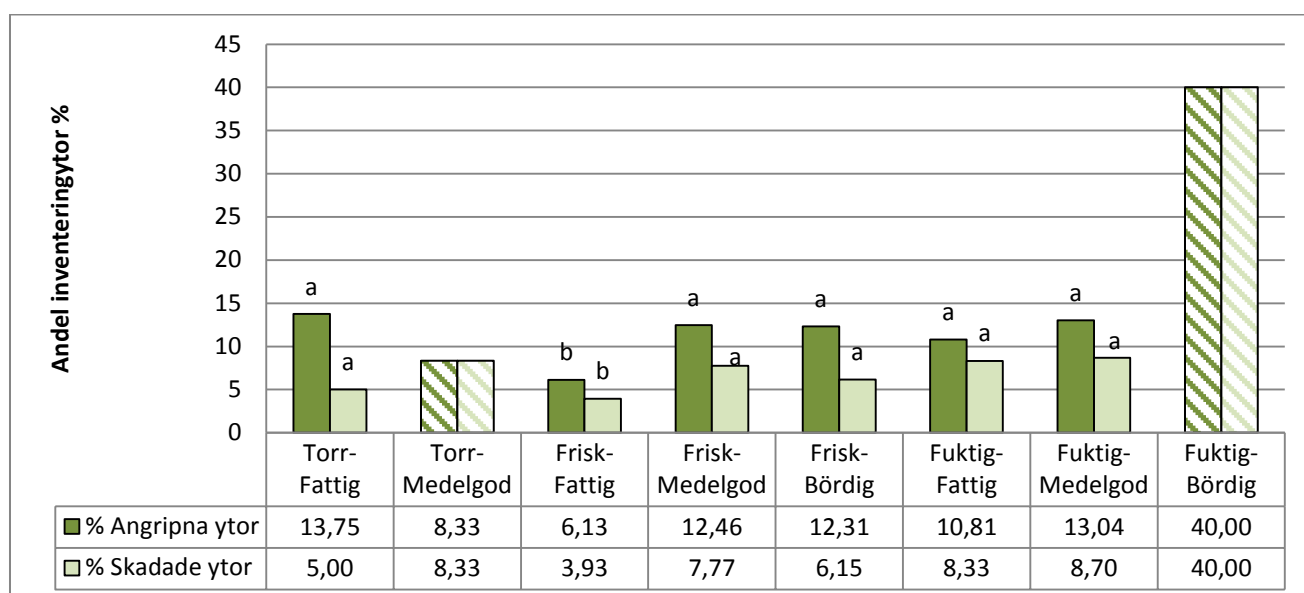
Figure 13. Percentage of pines infected with resin-top disease of total number of pines in sample plots where resin-top disease was present (dark green) and percentage of damaged pines ( $\geq 25$  % of the tree damaged) of total number of pines in sample plots where damages were present (light green), categorized according to soil moisture. The letters above the bars indicate which variables were statistically significantly different from each other, in this case none.

## Kombinerad analys av fältskiktets bördighet och markfuktighetens betydelse för angrepp och skador

Andelen provytor med angrepp varierade inte så mycket med de kombinerade kategorierna för markfuktighet och fältskikt, frisk-fattig var statistiskt signifikant skild ifrån de andra variablerna (Fig. 14).

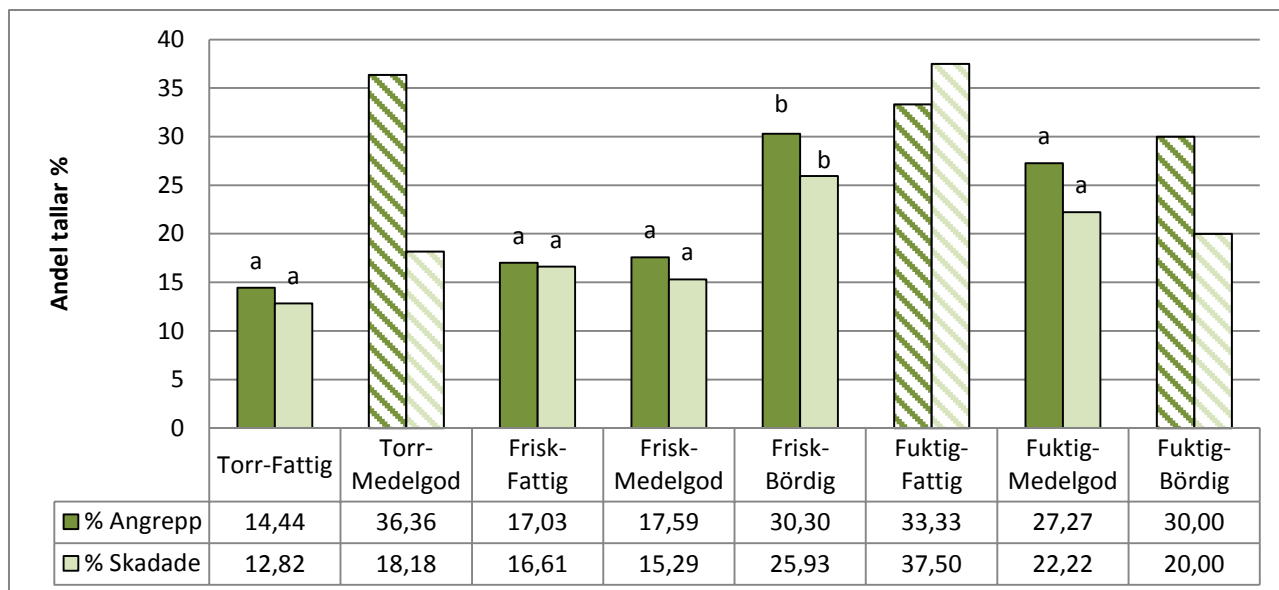
Andelen skadade ytor ökade med de kombinerade kategorierna för markfuktighet och fältskikt, variabeln frisk fattig skilde sig statistiskt ifrån de övriga, förutom torr-fattig men där låg P-värdet nära gränsen för att vara statistiskt signifikant. I analysen hade vi totalt 2035 provytor, varav 189 stycken hade angrepp och av dessa hade 117 skador.

I analysen av andelen angripna träd och andelen skadade träd var endast friska-bördiga marker signifikant skild ifrån de andra (Fig. 15). På de angripna ytorna fanns det totalt 1110 tallar och 234 av dessa var angripna. Totalt innehöll de skadade ytorna 845 tallar och 139 av dessa var skadade.



Figur 14. Andel inventeringsytor med förekomst av angrepp (mörkgrön) respektive andel inventeringsytor med förekomst av skada ( $\geq 25$  % av trädet skadat) (ljusgrön), klassat efter kombination av fältskikt och markfuktighet. Torra-medelgod och fuktig-bördiga bestod av små stickprov och fick diagonal streck i stapeln för att indikera detta och användes inte i statistiska analyserna. Bokstäverna ovanför staplarna visar vilka variabler som var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra.

Figure 14. Percentage of sample plots where resin-top disease was present (dark green) and percentage of sample plots with damages ( $\geq 25$  % of the tree damaged) caused by resin-top disease (lightgreen), categorized according to a combination of ground cover vegetation and soil moisture. Due to small sample sizes torr-medelgod and fuktig-bördig were given diagonal lined bars and they were not used in the statistical analysis. The letters above the bars indicate which variables were statistically significantly different from each other.



Figur 15. Andelen angripna tallar av totalt antal tallar på inventeringsytor med angrepp (mörkgrön) respektive andelen tallar med skador ( $\geq 25$  % av trädet skadat) av totalt antal tallar på inventeringsytor med registrerade skador (ljusgrön), klassat efter kombination av fältskikt och markfuktighet. Torr-medelgod, fuktig-fattig och fuktig-bördig bestod av små stickprov och fick diagonal streck i stapeln för att indikera detta och användes inte i statistiska analyserna. Bokstäverna ovanför staplarna visar vilka variabler som var statistiskt signifikant skilda ifrån varandra.

Figure 15. Percentage of pines infected with resin-top disease of total number of pines in sample plots where resin-top disease was present (dark green) and percentage of pines damaged ( $\geq 25$  % of the tree damaged) by resin-top disease of total number of pines in sample plots where damages were present (light green), categorized according to a combination of ground cover vegetation and soil moisture. Due to small sample sizes torr-medelgod, fuktig-fattig and fuktig-bördig were given diagonal lined bars and they were not used in the statistical analysis. The letters above the bars indicate which variables were statistically significantly different from each other.

## Förekomst av kovall i relation till markens bördighet och markfuktighet

Vi utförde analyser av kovallförekomst på angripna ytor för både fältskikt och markfuktighet. 38 % av de fattiga inventeringsytorna, 67 % av de medelgodta inventeringsytorna och 70 % av de bördiga inventeringsytorna hade förekomst av kovall. Endast 14 % av de torra inventeringsytorna hade förekomst av kovall, 58 % av de friska inventeringsytorna och 50 % av de fuktiga inventeringsytorna hade förekomst av kovall. Av de 189 angripna ytorna fanns det kovall på 104 stycken.



## DISKUSSION

Liknande undersökningar inom ämnet är få och det finns inte många studier att jämför med.

### Fältskikt

Analysen för förekomst av angrepp och skada beroende på fältskikt visade att både angreppen och skadorna ökade ju ”rikare” fältskiktet var. Medelgoda och bördiga marker skiljer sig statistiskt ifrån fattiga marker, men inte ifrån varandra och ifrån grafer syns detta mönstret tydligt. Detta stämmer överens med liknande studier (Kaitera & Jalkanen 1995; Wulff & Hansson 2009; Wulff et al. 2011). När vi analyserade hur många tallar som var angripna gick det att se att frekvensen följde samma mönster som förekomsten, det var mer tallar som var angripna på provytor med ”rikare” fältskikt. Alla variablerna skilde sig ifrån varandra. För frekvensen av skadade tallar var det mer skadade tallar på bördiga marker, men medelgoda marker hade lägre andel skadade tallar än fattiga marker, vilket är underligt. Alla variablerna skilde sig ifrån varandra. Vad detta beror på vet vi inte. Det vi fick fram av graferna och de statistiska analyserna stämde bra överens med vår prediktion.

### Markfuktighet

Ingen av klasserna i analyserna var signifikanta, trots detta så finns det mönster i graferna. Då andelen ytor med angrepp varken ökar eller minskar med fuktigare eller torrare mark så är det många fler ytor med skador på fuktigare marker. Trots att vi inte fick signifikans i denna analys betyder det inte att det inte finns ett samband mellan markfuktighet och förekomsten av skador. Att det är mindre angrepp på torrare marker stämmer överens med tidigare studier (Kaitera & Jalkanen 1995; Wulff & Hansson 2009). I graferna så syns det att frekvensen angripna och skadade tallar ökar med ökande markfuktighet vilket är besynnerligt då ingen av variablerna var signifikanta. Detta beror inte på ett litet stickprov men kanske på att fuktiga marker kan se väldigt olika ut, de behöver inte alltid vara högproducerande utan kan mycket väl vara marker där det är för hög vattennivå för att gynna produktion, ex. mosse. Denna förklaring stämmer överens med tidigare studier utförda i Finland (Kaitera & Jalkanen 1995), törskateinfekterade tallar förekommer mer på blötare marker med god bördighet än på mossmarker.

### Fältskikt och markfuktighet kombinerade

Förekomsten av angreppen är ganska jämnt fördelade över klasserna. *P. pini* förekommer troligtvis över alla klasser men i större andel på de sämre markerna medan *C. flaccidum* finns på de bättre markerna där kovall förekommer. Vi valde att inte förlita oss på graferna eller analyserna när det gällde fuktig-bördig samt torr-medelgod eftersom de bestod av väldigt små stickprov, torra-bördiga marker saknades helt i inventeringen.

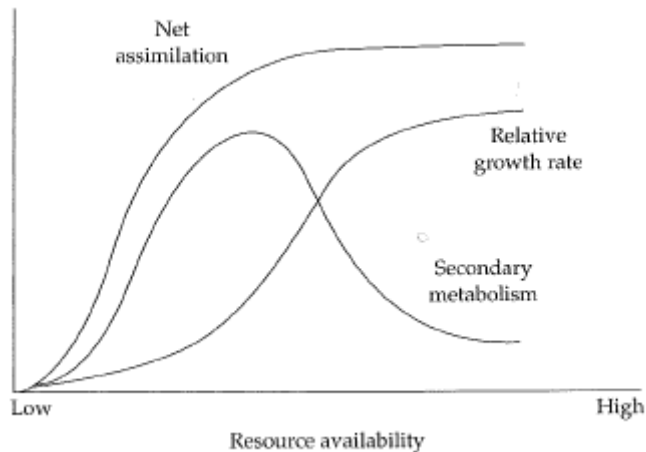
Efter att vi tagit bort klasserna fuktig-bördig och torr-medelgod visade förekomsten av angrepp och skador att det var signifikant mindre angrepp och skador på frisk-fattig, den skilde sig ifrån de övriga värdena både på förekomsten av angrepp och för skador. Denna analys skilde sig ifrån vår prediktion och det finns inga tidigare studier att jämföra med.

Frekvensen av angrepp och skador visade sig i båda analyserna endast vara signifikant för friska-bördiga marker. Torr-medelgod, fuktig-fattig och fuktig-bördig användes inte i analysen eftersom de bestod av för små stickprov. Med tanke på den höga andelen angripna och skadade tallar på fuktig-medelgod mark förväntade vi oss att den skulle vara signifikant, att den inte var det beror troligtvis på att stickprovstorleken var på gränsen för vara tillfredställande stor. Ordningen klasserna är placerade i är ingen gradient (ex. förväntas mer törskate på en frisk-bördig mark än på en fuktig-fattig mark) men beaktas att klasserna fuktig-bördig, fuktig-fattig och torr-medelgod bestod av för små stickprov för att användas med säkerhet så blir skillnaden i angrepps- och skadefrekvens tydligare. Att det är mer angrepp och skador på de mer typiska granmarkerna kan förklaras med att dessa marker är gynnsamma för kovall och *C. flaccidum* verkar vara mer virulent än *P. pini* (Wulff & Hansson 2009). Förekomst av den torde därför resultera i mer angrepp och allvarligare skador.

## Kovall

Det är viktigt att komma ihåg är att marktypen i strikt mening inte påverkar förekomsten och frekvensen av *C. flaccidum*, men kan användas som en bra indikator om kovall förväntas förekomma. Kovallarter behövs för *C. flaccidum*'s livscykel (Kaitera & Hantula 1998) och därför förekommer den i högre grad på bättre marker, medan *P. pini* kan förekomma oberoende av marktypen. Analyserna av kovallförekomst visar tydligt att kovall förekommer i högre grad både på marker med bättre bördighet och på fuktigare marker. Den stora skillnaden borde inte bero på att kovall har missats i inventeringen utan tyda på en verklig fördelning. Det skulle i så fall betyda att *C. flaccidum* troligtvis förekommer i större grad på de bättre markerna medan *P. pini* förekommer över alla marker. Förekomsten och frekvensen av angrepp och skador var högre på bördigare och blötare marker, vilket stämmer bra överens med teorin om att *C. flaccidum* är mer virulent (Wulff & Hansson 2009).

Skillnaden i frekvensen av angrepp och skador kan också bero på hur tallen klarar att försvara sig beroende på ståndorten. Träd som växer på marker med lite näringsämnen (i.e. fattiga marker) avsätter mer av sin kolassimilering till sekundära metaboliter (Fig. 16), vilket ökar trädets försvarförmåga mot insekter och svampar (Herms & Mattson 1992), medan träd som växer på bättre marker kan använda mer av sin kolassimilering till tillväxt.



Figur 16. Figuren beskriver hur ett träd avsätter kol till sekundära metaboliter respektive tillväxt beroende på markens näringsutbud. Illustration ifrån (Herms & Mattson 1992).

Figure 16. The figure describes how a tree is distributing its assimilated coal to secondary metabolism and relative growth rate depending on the soil resource availability. Illustration from (Herms & Mattson 1992).

## Förbättringar

Det svagheter vi noterat är att data är hämtat ifrån en retrospektiv inventering och inte ett experiment, vilket lett till att vi haft små stickprov i vissa klasser och inte kunnat förlita oss på dem eller att vi behövt slå ihop dem till större klasser. Vår första tanke var att ha fältskiktet i sex klasser och markfuktighet i fyra klasser, men det gick inte eftersom för många klasser fick för små stickprovsstorlekar. Att vi inte vet vilken form av törskate som angriper gör att vår hypotes blivit svår att testa, det skulle vara lättare om vi hade insamlat DNA ifrån alla ytor och gjort en distinktion mellan *C. flaccidum* och *P. pini*. Vi misstänker att *P. pini* dominerar på tallmarker och *C. flaccidum* dominerar på granmarker. *C. flaccidum* är bunden till sina värdar, främst kovallarter, för värdväxling och det är denna form vars skador kan minimeras genom att välja ett annat trädslag på dessa marker. Den binära logistiska regressionen vi gjorde utav förekomst kombinerade skada gick inte att genomföra, felmeddelandet indikerade att det berodde på för litet stickprov i någon av klasserna och när vi tog bort klassen fuktig-bördig gick analysen att genomföra. Det lilla antal vi tog bort bör inte påverka det slutgiltiga resultatet nämnvärt.

En intressant aspekt är att det vid inventeringen kan ha misstagit angrepp på tall för törskate när det egentligen var angrepp av tallknoppmott (*Dioryctria simplicella*), dess larv gnager runt stammen under barken, vilket kan strypa trädets vattentransport till toppen varpå toppen dör. Är det gamla angrepp och gnagnjålet försvunnit pga. regn, är symptomen lika med den av törskate orsakade torrtoppen, dock blir den inte svart (Pettersson 2012).

## Framtida forskning

I framtiden bör det göras en fullständig inventering av vilken törskateform som angriper för att studien skall ge tydligare resultat. Ett experiment bör utföras så att det är lika stora stickprov i alla klasser. Mönster kan missas i en retrospektiv fältstudie eftersom vissa klasser inte kan användas då de inte är lika vanligt förekommande i naturen och då kan ge ett för litet stickprov. Trots att angreppen och skadorna inte skilde sig mellan 2007 och 2008

(Wulff & Hansson 2009) så tar det lång tid innan det tydligt kan ses att en tall verkligen är angripen av törskate och det kan därför finnas ett stort mörkertal av törskatens verkliga förekomst i studieområdet. När det väl finns mycket sporblåsor och om vädret är gynnsamt under flera år kan törskaten sprida sig ännu snabbare och de framtida skadorna kan då bli mycket större än vad som registrerades 2007 och 2008 (Kaitera et al. 2006). En framtida ny inventering i kombination med DNA analyser ifrån alla ytor med angrepp skulle troligtvis ge bättre data för att utföra en studie liknande vår, dock skulle detta bli kostsamt.

## **Tillämpning av resultaten**

Våra resultat tyder på att tall som växer på ”rikare” marker angrips mer och hårdare av törskate, eventuellt pga. större förekomst av kovall på dessa marker. Detsamma gäller för fuktighet, dock kan vi inte redovisa någon signifikant skillnad mellan variablerna. Som alternativ föreslår vi att det planteras gran, *P. abies*, eller lärk, *Larix spp.*, på dessa marker då den inte kan infekteras av törskate samt att granen jämfört med tallen producerar bättre på dessa marker.

## REFERENSLISTA

- Anderberg, A. (2000a). *Melampyrum L. Kovaller. Den virtuella floran*. [Online] Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/scrophularia/melam/welcome.html> [2012-03-15].
- Anderberg, A. (2000b). *Skogskovall Melampyrum sylvaticum L. Den virtuella floran*. [Online] Tillgänglig: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/scrophularia/melam/melasy1.html> [2012-03-15].
- Aronsson, A., Barklund, P., Ehnström, B., Karlman, M., Lavsund, S., Lesinski, J.A., Nihlgård, B. & Westman, L. (1995). *Skador på barrträd*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Barklund, P. (2011). *Törskaterost, aktuell skadegörare på tall*. [Online] Tillgänglig: [http://www.tradforeningen.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=146:toerskaterost-aktuell-skadegoerare-patall&catid=47](http://www.tradforeningen.org/index.php?option=com_content&view=article&id=146:toerskaterost-aktuell-skadegoerare-patall&catid=47) [2012-03-14]
- Bernhold, A. (2009). *Skador på skog. Skogsskötselserien del 12*. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/12-Skador%20pa%20skog.pdf> [2012-04-19]
- Dalrymple, S. E. (2007). *Biological Flora of the British Isles: Melampyrum sylvaticum L.* Journal of Ecology 95(3), 583-597.
- Eidmann, H. H. & Klingström, A. (1976). *Skadegörare i skogen – Klimat och föroreningar – Svampar – Insekter – Ryggradsdjur*. Uppl. 2. LT förlag.
- Hallsby, G. (2009). *Plantering av barrträd. Skogsskötselserien del 3*. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/03-Plantering%20av%20barrtrad.pdf> [2012-03-16]
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. (1994). *Handledning i Bonitering med skogshögskolans boniteringssystem. Del 3 Markvegetationstyper-Skogsmarkflora*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Hermes, D. A. & Mattson, W. J. (1992). *The dilemma of plants: to grow or to defend*. The quarterly review of biology 67(3), 283-335.
- Kaitera, J. & Jalkanen, R. (1995). *Distribution of Endocronartium pini in northern Finland*. In: Kaneko, S., Katsuya, S., Kak-ishima, M. & Ono, Y. (eds.) *Proceedings of the 4th IUFRO Rusts of Pines WP Conference, Tsukuba, Japan*. P. 115-118.
- Kaitera, J. & Hantula, J. (1998). *Melampyrum sylvaticum, a New Alternate Host for pine Stem Rust Cronartium flaccidum*. Mycologia 90, 1028-1030.
- Kaitera, J. (1999). *Cronartium flaccidum fruitbody production on Melampyrum spp. and some important alternate hosts to pine*. European Journal of Forest Pathology, 29: 391–398.
- Kaitera, J. (2000). *Analysis of Cronartium flaccidum lesion development on pole-stage Scots pines*. Silva Fennica 34(1), 21–27.
- Kaitera, J. (2003). *Susceptibility and lesion development in Scots pine saplings infected with Peridermium pini in northern Finland*. Forest Pathology 33(6), 353-362.

- Kaitera, J., Nuorteva, H. & Hantula, J. (2005). *Distribution and frequency of Cronartium flaccidum on Melampyrum spp. in Finland*. [Online] Tillgänglig: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/x04-167> [2012-03-14]
- Kaitera, J., Nuorteva, H. & Hantula, J. (2006). *Melampyrum spp. as alternate hosts for Cronartium flaccidum in Finland*. In: Solheim, H. & Hietala, A. M. (eds.). *Forest pathology research in the Nordic and Baltic countries 2005. Proceedings from the SNS meeting in Forest Pathology at Skogbrukets Kursinstitut, Biri, Norway, 28–31. August 2005*. P. 69-70.
- Kaitera, J., Hantula, J. & Nevalainen, S. (2011). *Distribution and frequency of Cronartium flaccidum on Melampyrum spp. in permanent sample plots in Finland*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(5), 413-420.
- Kasanen, R. (2001). *Relationship between Cronartium flaccidum and Peridermium pini*. Academic dissertation. Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki.
- Pettersson, R. (2012). Docent vid institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet Umeå. Personligt samtal 2012-04-20
- Raddi, P. & Ragazzi, A. (1980). *Italian studies on resistance of pine blister rust (Cronartium flaccidum)*. In: Heybrooke, H. M., Stephan, B. R. & Weissberg, K von. (eds.). *Resistance to diseases and pests in forest trees - Proceedings of the Third International Workshop on the Genetics of Host-Parasite Interactions in Forestry, Wageningen, the Netherlands, 14 – 21 September 1980*. P. 435-440.
- Wulff, S. & Hansson, P. (2009). *Riktad skogsskadeinventering av törskaterost 2008*. (Intern rapport Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS), Sveriges lantbruksuniversitet.) [Online] Tillgänglig: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/s-fak/skoglig-resurshallning/Milj%c3%b6analys/SlutRapport-Riktad%20skadeinventering%20av%20t%c3%b6rskaterost%202008.pdf> [2012-03-02]
- Wulff, S., Hansson, P., Barklund, P., Lindelöw, Å., Lundin, L., Axelsson, A-L., Wijk, S. & Ståhl, G. (2011). *Adapting forest health assessments to changing perspectives on threats – a case example from Sweden*. [Online] Tillgänglig: [http://www.icp-forests.org/pdf/Wulff\\_etal.pdf](http://www.icp-forests.org/pdf/Wulff_etal.pdf) [2012-03-05]