



## Förekomst av dubbeltopp i två odlingsmaterial av gran i södra Sverige



**Markus Gusthalin**

Handledare: Karl-Anders Högberg

Eric Agestam

---

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 281

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2017

---





## Förekomst av dubbeltopp i två odlingsmaterial av gran i södra Sverige



### **Markus Gusthalin**

Handledare: Karl-Anders Högberg, Skogforsk

Eric Agestam, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Examinator: Urban Nilsson, SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

---

Sveriges lantbruksuniversitet

Examensarbete nr 281

Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Alnarp 2017

Examensarbete i skogshushållning ingående i jägmästarprogrammet SY001  
SLU kurskod EX0766, 30hp avancerad nivå A2E

---



## Sammanfattning

Ett på senare tid uppmärksammat problem i unga bestånd planterade med gran (*Picea abies*) är att träden utvecklar fler än ett toppskott - en så kallad dubbeltopp. En farhåga som förts fram är att nya genetiska material på marknaden lättare drabbas av klimatskador på toppknoppar och toppskott, och följaktligen bildar nya konkurrerande toppskott. En möjlig riskfaktor i sammanhanget tros vara förekomst av prolepsis, det vill säga då knoppknag bryter ut under samma år, vilket då skulle leda till att risken för frostsador och därmed dubbeltoppar ökar.

I denna uppsats jämfördes förekomsten av dubbeltopp och prolepsis hos två plantmaterial med olika förädlingsgrad i två olika geografiska områden motsvarande norra Skåne och sydöstra Småland. Syftet var att undersöka hur stora förekomsterna generellt är i praktiska granplanteringar, samt att undersöka skillnader i frekvenser mellan de två plantmaterialen, och därigenom dra slutsatser om skillnaderna eventuellt kunde kopplas till genetiska orsaker.

Undersökningen baserades på en objektiv inventering av 28 planteringsobjekt fördelade jämnt över både plantmaterial och område. Objekten utsågs på förhand genom lottning ur ett plantorderregister från 2011, tillhandahållet av Södra region Syd.

En definition av dubbeltopp gjordes i förväg som indikerade graden av konkurrens hos det alternativa toppskottet genom en klassindelning, där vinkeln mellan toppskottet och det konkurrerande skottet samt längden på det konkurrerande skottet fungerade som parametrar. En definition och klassindelning skapades också för de proleptiska skotten, vilka bedömdes okulärt. Som statistisk metod för jämförelse användes  $\chi^2$ -test på signifikansnivån 0,05.

Resultaten visar att frekvensen dubbeltopp med den allvarligaste konkurrensgraden i genomsnitt varierar mellan 11-17% beroende på plantmaterial och område. Förekomsten var signifikant större hos förädlade plantor i norra Skåne samt vid jämförelse mellan enbart regionerna. För dubbeltoppar med lägre konkurrensgrad uppvisar istället oförädlade plantor en signifikant högre förekomst i sydöstra Småland samt för de två regionerna ihopslagna.

Resultaten visar också att frekvensen proleptiska skott varierar mellan 15-40%, och att förekomsten utan undantag var signifikant större hos de förädlade plantorna samt för regionen norra Skåne.

Troligtvis är boniteten en orsak som bidrar till att skillnader föreligger mellan regionerna, men fler variabler behöver vägas in för att kunna utröna skillnaderna inom regionerna mer grundläggande. Det som ger upphov till dubbeltopparna är ett resultat av flera olika faktorer, där genetiken förmodligen spelar viss roll.

*Nyckelord: Picea abies, dubbeltopp, prolepsis, förädling, plantering.*

## Abstract

One in recent years observed problem in young stands planted with Norway spruce (*Picea abies*) in Sweden is that trees develop more than one leader - a so called double leader. One concern that has been brought up is that new genetic materials on the market are more susceptible to climatic damages on terminal buds and leaders, and subsequently develop new competing leaders. One possible risk factor in this context is believed to be the occurrence of prolepsis, i.e. when a bud break occurs in the same year without dormancy, which then would cause an increased risk of frost damages and so double leaders.

In this study, the occurrence of double leaders and prolepsis was compared between two planting materials with genetically different improvement rates in two different geographic regions corresponding to northern Scania and southeastern Småland. The aim of the study was to investigate the magnitude of the occurrences in general for practical spruce plantations, and to investigate differences in distribution between the two materials, and thereby conclude if the differences possibly could be caused by genetic factors.

The analysis was based on an objective inventory of 28 planted stand objects, distributed equally between both planting material and region. Objects were chosen predeterminantly by random selection from a plant order registry from 2011, provided by Södra forest-owner association.

A definition for the double leader was made in advance that indicated the rate of competition for the alternative leader through classes, where the angle between the main and competing leader, and the length of the competing leader served as parameters. Definition and classes were also created for the proleptic shoots, which were assessed ocularly. A  $\chi^2$ -test with a significance level of 0,05 was used as statistical method for comparison.

The results show that the frequency of double leaders with the most severe competition rate on average varies between 11-17% depending on planting material and region. The occurrence was significantly higher for improved plants in northern Scania and at comparison only between regions. For double leaders with lower competition rates, the unimproved material instead shows a significant higher distribution in southeastern Småland and for the two regions combined.

The results also show that the frequency of proleptic shoots varies between 15-40% and that this distribution without exceptions was significantly higher for improved material and for northern Scania. One reason that most likely contributes to the differences between regions would be the site quality, but more variables should be taken into account in order to investigate differences within regions more accurately. The cause of double stems is resulted from a variety of different factors, where genetics probably have some impact.

*Keywords: Picea abies, double leader, prolepsis, tree breeding, planting.*

## Förord

Denna uppsats skrevs under höstterminen 2016 inom jägmästarprogrammet vid Institutionen för Sydsvensk Skogsskötsel, Alnarp, i samarbete med Skogforsk, Ekebo.

Jag har genom utbildningen fått se skog och skogsbruk på de mest skiftande ställen i världen från Umeå till Vladivostok, kunskaper som förhoppningsvis kommit detta arbete till del.

Ett stort tack riktas till Karl-Anders Högberg på Skogforsk, Ekebo, som bidragit med vägledning och idéer, och gjort ett toppenjobb som huvudhandledare. Tack också till biträdande handledare Eric Agestam samt Södra skogsägarna, Höör, som bistått med trakttdirektiv och andra underlag.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrund . . . . .	7
1.1.1	Prolepsis/Syllepsis . . . . .	8
1.1.2	Klimatpåverkan . . . . .	9
1.2	Syfte . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Material och metoder</b>	<b>11</b>
2.1	Inventering . . . . .	11
2.2	Definition . . . . .	13
2.2.1	Dubbeltopp . . . . .	13
2.2.2	Prolepsis . . . . .	15
2.3	Analys . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>18</b>
3.1	Procentuella förekomster av dubbeltopp och prolepsis i varje område . . . . .	18
3.2	Jämförelser mellan plantmaterialen och områdena med $\chi^2$ -test	21
3.2.1	Dubbeltopp . . . . .	21
3.2.2	Prolepsis . . . . .	23
3.3	Samband mellan dubbeltopp och prolepsis . . . . .	25
3.4	Trädhöjd . . . . .	25
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>28</b>
4.1	Förekomster av dubbeltopp och prolepsis . . . . .	28
4.2	Jämförelser mellan plantmaterialen . . . . .	28
4.3	Bonitet eller prolepsis som eventuella orsaker . . . . .	29
4.4	Framtida utblickar . . . . .	30
4.5	Felkällor . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Källförteckning</b>	<b>33</b>



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Sedan 1950-talet har det tillämpade skogsskötselsystemet i Sverige dominerats av trakthyggesbruk (Albrektson m.fl. 2012) - ett system indelat i olika utvecklingsfaser, med vilket syftet bland annat är att etablera en ny jämnhög trädgeneration under ett fåtal år (Hallsby 2007). En viktig faktor som påverkar ett skogsbestånds framtida utveckling vid trakthyggesbruket är dess föryngringsfas, och det vanligaste föryngrings sättet är i dagsläget plantering. För perioden 2005-2009 utgjorde planterad skog 62% av alla föryngringar (Albrektson m.fl. 2012). Under motsvarande period härstammade cirka 50% av alla granplantor levererade från svenska skogsplanteskolor från plantager, en andel som på senare år har ökat något; år 2015 uppgick andelen till 62% (Skogsstyrelsen 2015).

I regeringens proposition (1992/93:226) fastslogs två skogspolitiska mål, ett vardera för produktion och miljö, varav båda anses jämlika. Målen är sedermera även inskrivna i skogsvårdslagen. För produktionsmålet är bland annat angivet att skogsmarken ska utnyttjas effektivt och ansvarsfullt så att den ger en uthålligt hög avkastning.

Ansvar att utföra skötselåtgärder i överensstämmelse med skogsvårdslagens riktlinjer ligger i sin tur till stor del hos de privata skogsägarna, vars andel av den produktiva skogsarealen i Sverige uppgår till ungefär hälften.

Hos en relativt stor andel av dessa (28%) är vidare den mest angelägna målsättningen med sitt skogsbrukande att öka produktiviteten och därmed förbättra framtida avverkningsmöjligheter (Eggers m.fl. 2014).

I flera utredningar (Rosvall m.fl. 2004a; Rosvall m.fl. 2004b; Rosvall 2007) har Skogforsk beräknat att tillväxten i den svenska skogen genom aktiva skogsvårdsåtgärder kan öka med upp till 40%. Förutsättningarna för detta är dock att åtgärderna tillämpas på större delen av den produktiva skogsmarken, och att olika åtgärder används i samma bestånd under en omloppstid. Därför föreslås den realiserbara potentialen uppgå till 20%. Av denna ökning beräknas den enskilt viktigaste faktorn vara ökad användning av förädlade plantor från fröplantager; av den realiserbara ökningen beräknas förädlade plantor bidra med 9% (Hannerz & Cedergren 2010).

Det verkar alltså troligt att förädlad skogsodlingsmaterial genererar högre tillväxt, och på sikt även förbättrad totalekonomi. Det bästa tillgängliga förädlade materialet producerar 15-20% bättre än oförädlad material (Rosvall m.fl. 2004c). En uppskattning av vad detta innebär ur produktionssynvinkel

är att det kan jämföras med en uppgradering av ståndortsindex från till exempel G30 till G33. För granbestånd i södra Sverige uppskattas användningen av förädlat material bidra till en höjning av markvärdet med cirka 60% (Rosvall m.fl. 2004c).

Också från regeringshåll har framhållits fördelarna med förädlat material - i proposition (2007/08:108) görs bedömningen att föryngring med gran och tall bör ske med förädlat föryngringsmaterial i så stor utsträckning som möjligt, och kunskapen om värdet av detta bör öka bland exempelvis markägare. Skälen anges vara förbättrad volymtillväxt, och en därmed avsevärd produktionsökning.

Dock har det från olika håll höjts kritiska röster angående förädlingens effekter. Det har bland annat påpekats att det finns risk för försämrad virkeskvalitet, minskad genetisk variation och minskad motståndskraft mot sjukdomar och klimatförändringar (Hannerz & Cedergren 2010).

Ett särskilt påtalat fenomen är förekomsten av dubbeltopp i unga granbestånd. Ett fenomen som också har observerats av berörda skogsägare, och inte minst rönt medial uppmärksamhet.

Ett toppbrott eller en dubbeltopp är (oavsett orsaker) oftast det som ligger bakom bildning av sprötkvist i framtida virke, det vill säga en starkt uppåtriktad kvist som i regel är barkdragande (Sennblad 2008). Eftersom tillräckligt stora sprötkvistar leder till kvalitetsnedklassningar av sågtimmer enligt VMR (2008), finns det skäl att misstänka ett samband mellan dubbeltoppar i föryngringsbestånd och ett på sikt försämrat ekonomiskt utfall från bestånden ifråga. Søgaard m.fl. (2011) spekulerar också i att den förändrade vedstruktur som dubbeltoppar riskerar frambringa kan ha negativ inverkan på trädens stormbeständighet.

Orsakerna till flertoppighet kan vara många, till exempel svamp- och insektsangrepp, frostsador och viltbetning. En förklaring som framförts är att nya genetiska material på marknaden lättare drabbas av klimatsador på toppknoppar och toppskott, vilket kan medföra att sidoknoppar utvecklas samtidigt och följaktligen konkurrerar om att bli toppskott.

### **1.1.1 Prolepsis/Syllepsis**

En möjlig riskfaktor i sammanhanget tros vara förekomst av så kallad prolepsis eller syllepsis, det vill säga då knoppanlag i växtsäsongens slutskede bryter ut under samma år. Tillväxten av dessa proleptiska skott fortgår sedan under sensommaren och tidig höst, varpå tillväxtavslutning

och invintring försenas så att därmed risken för frostsador på dessa skott ökar. Om toppskottet dör till följd av detta tar istället sidogrenarna upp kampen om ledningen (Søgaard m.fl. 2010). I Søgaard m.fl. (2011) visades till exempel en upp till 40% högre sannolikhet för granar i sydöstra Norge att utveckla dubbeltopp då träden föregående år uppvisade prolepsis. Tendensen att bilda proleptiska skott är inte ny för gran; registreringar från proveniensförsök visar att fenomenet är känt sedan åtminstone 1960-talet. Dock verkar det som att förekomsten har ökat, och troligen är en genetisk komponent inblandad i förloppet utöver miljöfaktorer (Søgaard m.fl. 2010). Det är dessutom utbredd hos fler arter än gran, och är en företeelse som tycks avta med åldern hos trädet (Battey 2003). Hos exempelvis sitkagran (*Picea sitchensis*) är förekomsten begränsad till unga träd, även om prolepsis kan pågå upp till 10 år från groningstillfället (Mboyi & Lee 1999). Liknande trend har visats hos vanlig gran (*Picea abies*), där en ökande ålder också ökar andelen skott från knoppar formade under föregående år, tills slutligen alla skott utvecklas på detta sätt (Wühlisch & Muhs 1986).

Det förekommer i litteraturen olika beskrivningar av begreppen prolepsis respektive syllepsis. I Musa (1994) ges definitioner av dessa hos orientgran (*Picea orientalis*), där prolepsis anges som säsongsmässigt sena skott sprungna ur axillärknoppar vid basen av terminala knoppar, medan syllepsis utvecklas ur axillärknoppar invid grenar. En ytterligare skotttyp, som på engelska kallas *Lammas shoots*, anges som sena skott utvecklade från de terminala knopparna. Namnet kommer från den i anglosaxiska länder förekommande Lammasdagen som infaller i augusti, vid ungefär samma tidpunkt som dessa skott börjar bryta ut.

En annan definition ges i Wu & Hinckley (2001), där skott beskrivs som proleptiska om de utvecklats från axillärknoppar efter vila, medan sylleptiska skott utvecklats från axillärknoppar utan vila. Båda skotttyper kan förekomma i samma träd, men de uppvisar olika morfogenes.

Jag gör i denna uppsats ingen distinktion mellan dessa olika definitioner av prolepsis och syllepsis, utan inkluderar för enkelhetens skull samtliga former av proleptiska skott i en och samma kategori, och kallar dem framgent gemensamt för prolepsis.

### 1.1.2 Klimatpåverkan

Det tycks alltså föreligga ett visst samband mellan prolepsis och förekomsten av dubbeltopp i granplanteringar, men utöver genetiska orsaker spelar också miljöfaktorer in. Generellt verkar gynnsamma växtförhållanden öka frekvensen proleptiska skott, och ett varmare klimat kan ändra betingelserna

för knoppbrytning och invintring (Søgaard m.fl. 2010).

Under perioden 1906-2005 ökade den globala medeltemperaturen med i genomsnitt  $0.74^{\circ}\text{C}$ , och enligt klimatscenarier som gjorts för perioden 1990-2095 väntas temperaturen öka med ytterligare  $1.8^{\circ}\text{C}$  -  $4.0^{\circ}\text{C}$ , mycket beroende på hur stora utsläppen av växthusgaser utfaller (IPCC 2007). Granen är samtidigt ett trädslag som är särskilt känslig mot låga temperaturer under den aktiva tillväxtperioden, från knoppsprickning till tillväxtavslutning (Christersson & von Fircks 1988). I samband med att granplantor initierar tillväxtavslutning och knoppsättning under sensommaren som en reaktion på längre nätter, sker en gradvis invintring med syfte att uppnå maximal hårdighet under den kallaste vinterperioden. Tillväxtavslutning och knoppsättning är nödvändiga processer för att kunna utveckla frosthårdighet under hösten, och för att plantan påföljande vår ska få en normal skottutveckling. Ändringar i nattlängden registreras hos plantorna av fytochromer (en speciell typ av protein som reagerar på rött och mörkrött ljus). Startpunkten för själva invintringsprocessen varierar dock beroende på proveniens, och påverkan av nattlängden står under stark genetisk kontroll, vilket i sig är ett utslag av naturligt urval (Clapham m.fl. 1995).

Hastigheten med vilken granplantor invintrar är förutom nattlängden också beroende av temperaturen, medan vårtemperaturen är den huvudsakliga faktor som reglerar tidpunkten för knoppsprickning (Sakai & Larcher 1987). Frostkador uppstår lätt vid de tillfällen då temperaturen faller under den nivå då tillräcklig frosttolerans är uppnådd (Hannerz 1999). Eftersom ett varmare klimat bidrar till en generellt tidigare knoppsprickning resulterar detta i en förlängd period med frostrisk, även om en förhöjd temperatur normalt kan tyckas leda till en minskad frostrisk. Genom klimatsimuleringar som gjorts för perioden 2036-2065 i Sverige har visats att knoppsprickning kommer att ske tidigare än för referensperioden 1961-1990, så att därmed den sammanlagda frostrisken under tidig sommar antagligen ökar i södra Sverige (Langvall 2011).

## 1.2 Syfte

Mot denna bakgrund är det av intresse att undersöka betydelsen av det genetiska materialet för förekomsten av dubbeltopp. Detta arbete syftar till att efter given definition studera hur stor förekomsten av dubbeltopp är i praktiska sydsvenska granplanteringar, och om denna förekomst hänger samman med det förädlade genetiska materialet. Jämte dubbeltoppar görs motsvarande undersökning för förekomsten av proleptiska skott.

## 2 Material och metoder

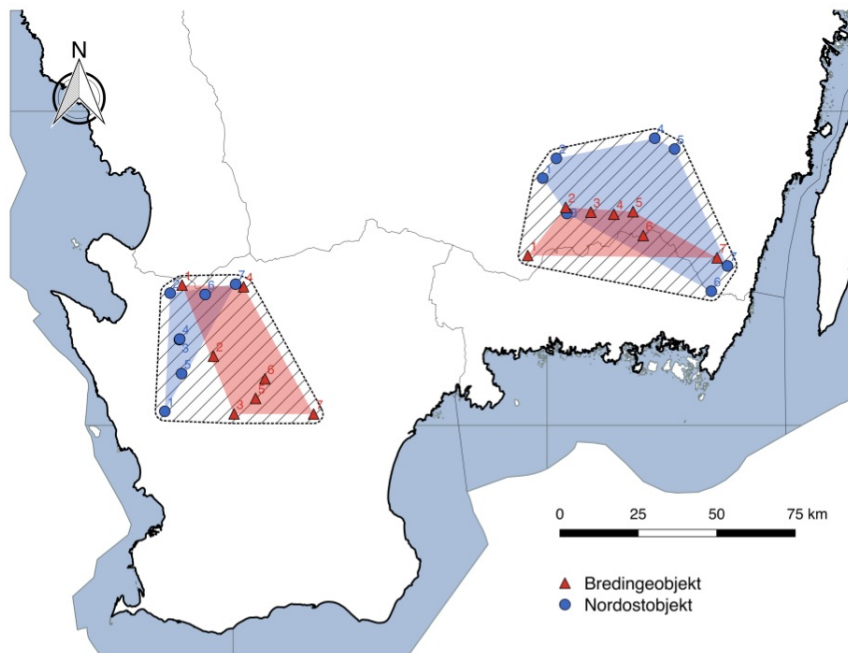
### 2.1 Inventering

För att kunna göra en uppskattning och jämförelse enligt uppsatsens syfte gjordes en inventering av två plantmaterial med olika förädlingsgrad i två olika geografiska områden i södra Sverige. De plantmaterial som inventerades bestod dels av ett förädlad material kallat Bredinge, samt ett oförädlad material kallat Nordost. Bredingeplantans ursprung finns i Östeuropa, men föräldraträden är valda efter fälttestning i Sverige och dessa utgör Bredinge fröplantage på Öland. Den är förädlad med målsättning att uppnå hög tillväxt och virkeskvalitet, och har en relativt sen skottskjutning. Nordostplantans härkomst är snarlik, med provenienser i bland annat Baltikum. Den har liksom Bredingeplantan en relativt sen skottskjutning, men har inte genomgått förädlingsarbete.

En grundtanke vid utförandet av denna inventering har varit att få en så hög objektivitet som möjligt i mätningarna. Därför utsågs inventeringsobjekten för de två plantmaterialen slumpmässigt genom lottning ur två register, baserat på kundordrar tillhandahållet av Södra region Syd (ett för vardera material). Plantorna levererades samtliga år 2011, vilket ger en beståndsålder av cirka 5 år. Plantorna antogs också ha haft samma storlek och ålder vid planteringstillfället.

Av praktiska skäl var det inte rimligt att utföra mätningar över hela region Syd varför det geografiska urvalet begränsades till två områden: norra Skåne och sydöstra Småland, vilket ungefärligen motsvarar Södras verksamhetsområden för Höör respektive Långasjö. De två områdenas geografiska lägen antogs representera tillräckligt stora miljöskillnader för att kunna dra slutsatser kopplade till områdenas växtförutsättningar.

I lottningen har cirka 25% av de kvantitetsmässigt minsta orderna ur registren exkluderats, för att på så vis undvika alltför små objekt, samtidigt som geografisk spridning i möjligaste mån har eftersträvat. Totalt lottades 28 lokaler fram, fördelade jämnt över både plantmaterial och område så att 7 Bredinge- respektive Nordostobjekt inventerats i varje område (Figur 1). Av dessa 28 planteringsobjekt var 7 etablerade med barrotsplanter, resterande med täckrotsplanter. Samtliga bestånd utom 3 var markberedda.



Figur 1: Kartöversikt för de 28 inventerade objekten i södra Sverige. De olikfärgade polygonerna visar den geografiska överlappningen av inventeringen för vardera plantmaterial. ©Lantmäteriet, 2013.

På varje objekt lades systematiskt 5 provytor ut i ett kvadratisk förband. Förbandet beräknades enligt formeln:

$$F = \sqrt{\frac{A}{n}},$$

där  $F$  = provyteförbandet,  $A$  = objektets areal i hektar och  $n = 5$ . Detta gjordes digitalt på förhand i programmet QGIS genom att först importera kartmaterialen för berörda objekt från Lantmäteriet, och därefter rita in bestånden som polygoner i vektorformat med Södras planteringstraktdirektiv som mall. Från dessa beräknades sedan objektsarealerna, och ett punktmönster med tillhörande förbandsstorlek infogades. En startpunkt utsågs slumpmässigt inom beståndet, och punktmönstret flyttades så att någon av dess punkter stämde överens med startpunkten, varpå punktlagret extraherades tillsammans med beståndspolygonen. Kartorna exporterades sedan till mobilapplikationen *Avenza Maps*, som möjliggjorde orientering till aktuella provpunkter med hjälp av mobiltelefonens GPS (Figur 2).





Figur 2: Exempel på den objektiva utläggningen av provytor utförd med mobilapplikationen Avenza Maps. Blå punkt indikerar nuvarande position. ©Lantmäteriet, 2015.

Från varje provpunkt inventerades alla träd inom en cirkelyta med radien  $5\text{ m}$  och arealen cirka  $80\text{ m}^2$ , med ambitionen att mäta in cirka 20 träd per provyta och därmed 100 träd per objekt. Till hjälp användes en centrumpinne med avståndstransponder. Minsta trädhöjd sattes till  $130\text{ cm}$ . Vid punkter med otillräckligt plantuppslag, det vill säga där antalet tillräckligt höga träd inom provytan bedömdes uppgå till mindre än 10, eller där det av praktiska skäl (till exempel vid mycket sankt markförhållanden) var olämpligt att mäta lottades nya provpunkter fram manuellt.

Inventeringen utfördes mellan datumen 21 september - 8 oktober 2016, förutom ett objekt i Skåne som inventerades i april 2016. Totalt inventerades 2750 träd, vilket ger cirka 98 träd per objekt och 20 träd per provyta.

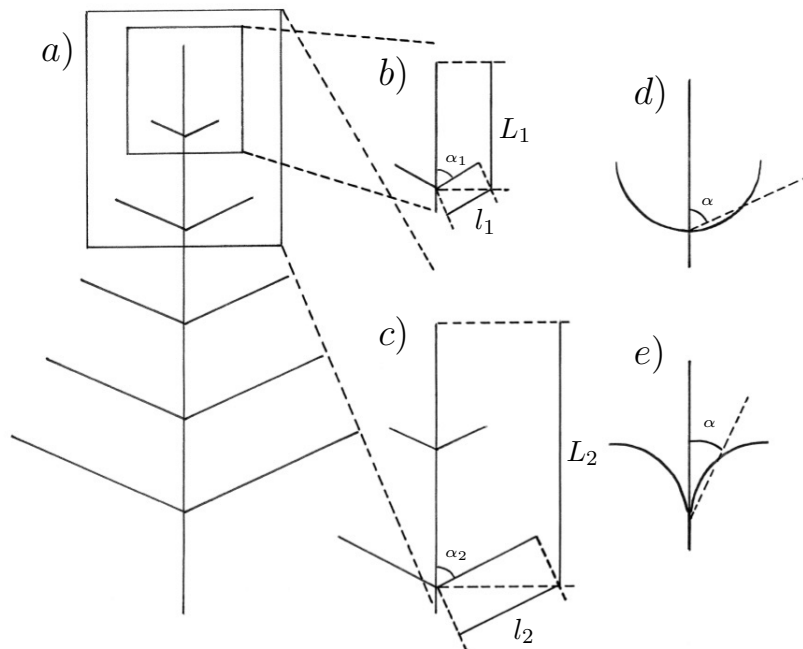
## 2.2 Definition

### 2.2.1 Dubbeltopp

Det finns i dagsläget ingen etablerad beskrivning av hur en dubbeltopp ska definieras, alltså konstruerades en sådan för ändamålet (Figur 3). Det är huvudsakligen två parametrar som här bestämmer huruvida en dubbeltopp ska inräknas eller ej:

- 1) Vinkeln mellan toppskottet och det konkurrerande skottet ( $\alpha$ ), och
- 2) Längden på det konkurrerande skottet ( $l$ ).

Den kritiska vinkeln för när en dubbeltopp existerar sattes till  $\alpha \leq 25^\circ$ , annars ansågs det inte utgöra hot mot toppskottet. Om väl vinkelkriteriet var uppfyllt för ett träd mättes så även längden på det konkurrerande skottet.



Figur 3: Illustration över de parametrar som användes för bedömning av dubbeltopp, där a) visar ett stiliserat granträd, b) parametrar för första grenvarvet och c) parametrar för andra grenvarvet. Vid de tillfällen då det alternativa skottet inte var rakt bestämdes vinkel utifrån mittpunkten på det tänkta skottets utsträckta form enligt exempel d) och e). Egen illustration.

Fanns flera skott att välja bland valdes den som tycktes utöva störst konkurrens. Längden på detta skott antogs vara en indikation på graden av konkurrens, vilket baserades på den procentuella andel som det konkurrerande skottets längd täcker av toppskottslängden ( $L$ ), alltså kvoten  $\frac{l}{L}$ . Denna procentsats användes sedan till att göra en klassindelning för graden av dubbeltopp genom tre klasser (1,2,3). Vid  $25^\circ$  vinkel uppgår den projicerade höjden på toppskottet till 91% ( $\cos 25^\circ$ ) av täckningsgraden  $\frac{l}{L}$ .

Mätningar gjordes för skott från både första och andra grenvarvet under samma bestämmelser enligt ovan, men med skillnaden att andra grenvarvet enbart hade en klass (1) då dubbeltopp förekom. Ingen förekomst, det vill säga då  $\alpha > 25^\circ$ , betecknades som klass 0 för bägge grenvarven (Tabell 1). Ett specialfall rådde då det konkurrerande skottet på första grenvarvet växte alldeles parallellt med huvudskottet. Då ansågs det tillhöra klass 3, oavsett längd på skottet i fråga. Om det för övrigt hade en växtform som inte var rak bestämdes vinkeln efter den ungefärliga mittpunkten hos det tänkta utsträckta skottets längd.



Tabell 1: Sammanställning över de vinkelgrader och procentintervall som gällde för de olika klasserna hos det alternativa skott som ansågs utgöra störst konkurrens för toppskottet.

$\alpha$	$l/L$	<i>Klass</i>
<i>Första grenvarvet</i>		
$> 25^\circ$	0 – 100%	0
$\leq 25^\circ$	0 – 49%	1
$\leq 25^\circ$	50 – 74%	2
$\leq 25^\circ$	75 – 100%	3
<i>Parallell</i>	0 – 100%	3
<i>Andra grenvarvet</i>		
$> 25^\circ$	0 – 100%	0
$\leq 25^\circ$	0 – 74%	0
$\leq 25^\circ$	75 – 100%	1

Vinkel mättes med en digital vinkelmätare, och längd hos konkurrerande skott med en talmeter. Toppskottslängden erhöles genom differensen av hela trädets höjd och höjden till första grenvarvet, vilka mättes med mätstång. Eftersom det andra grenvarvet endast var indelad i två dubbeltoppsklasser ansågs det tillräckligt att bedöma konkurrerande skotts längd (och därmed klasstillhörighet) okulärt hos detta grenvarv, för att därmed effektivisera mätningarna.

I analysen sammanfogades första och andra grenvarvet på så vis att dubbeltoppar klass 1 på andra grenvarvet betecknades som dubbeltoppar klass 3 hos första grenvarvet, oberoende av vilken klass skottet på första grenvarvet tillhörde.

Den klass som uppenbarligen bör ha störst betydelse i sammanhanget är klass 3, eftersom det konkurrerande skottet då var 75% eller längre i förhållande till toppskottets längd, eller växte alldeles parallellt med huvudskottet.

### 2.2.2 Prolepsis

Inventeringen av prolepsis gjordes också i form av en klassindelning, här representerat av tre klasser (0,1,2) (Tabell 2 och Figur 4).

Bedömningen gjordes okulärt och subjektivt. I den mån proleptiska skott förekom var de nästan uteslutande placerade på toppskottet.

Tabell 2: Definitioner för de okulära bedömningarna av prolepsis.

<i>Beskrivning</i>	<i>Klass</i>
Ingen förekomst.	0
Förekomst, korta skott.	1
Förekomst, långa skott.	2



(a) Klass 1



(b) Klass 2

Figur 4: Typexempel på klassuppdelningen av proleptiska skott. Egna bilder.

## 2.3 Analys

Som statistisk metod för jämförelse användes  $\chi^2$ -test på signifikansnivån 0,05, för både dubbeltopp- och proleptisförekomsten, samt för jämförelse mellan områdena. Man utformar genom detta test en frågeställning huruvida två kategoriska datamängder kan komma från samma fördelning, med en i förväg formulerad nollhypotes, som i detta fall lyder:

$H_0$  : Ingen skillnad föreligger i frekvensen dubbeltopp/proleptis mellan de två plantmaterialen/områdena.

En förkastad nollhypotes innebär följaktligen att en signifikant skillnad råder mellan materialen eller områdena.

$\chi^2$ -testet ansågs som ett lämpligt test att använda här eftersom testvariablerna är indelade i kategoriska frekvenser som inte kräver normalfördelning, samtidigt som det ansågs vara tillräckligt kraftfullt för att

kunna fastställa signifikanta skillnader enligt uppsatsens syfte.

Testfunktionen är:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} ,$$

där  $O_i$  och  $E_i$  är observerat respektive förväntat antal (givet  $H_0$ ) i klass nr  $i$  för  $n$  klasser, och där det erhållna värdet  $Q$  beskriver en fördelning som är approximativt  $\chi^2(n-1)$ -fördelad med täthetsfunktionen:

$$f(x) = \begin{cases} k_n x^{\frac{n-1}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}} & \text{om } x \geq 0 \\ 0 & \text{om } x < 0 , \end{cases}$$

där konstanten  $k_n$  beror av  $n$ .

$H_0$  förkastas här om  $Q > \chi_{0,05}^2(n-1)$ .

För att kunna fastställa skillnader mellan de två plantmaterialens höjd användes ett  $t$ -test med signifikansnivån 0,05 på formen:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} ,$$

där  $\bar{x}$  betecknar medelhöjden för vardera plantmaterial,  $\sigma$  är tillhörande standardavvikelse och  $n$  antalet inmätta träd för respektive plantmaterial. Erhålls större  $t$ -värden än tillhörande kritiska värden på nivån 0,05 kan nollhypotesen:

$H_0$  : Ingen skillnad föreligger i medelhöjd mellan de två plantmaterialen.

förkastas, vilket innebär att en signifikant skillnad råder mellan de två plantmaterialens medelhöjd.

### 3 Resultat

Inledningsvis redovisas de procentuella förekomsterna i 3.1, därefter följer jämförelserna i 3.2.

#### 3.1 Procentuella förekomster av dubbeltopp och proleptis i varje område

Högst genomsnittliga förekomster av dubbeltopp klass 3 påträffades hos Bredingebestånd i norra Skåne med cirka 17% frekvens, medan Nordostbestånd i norra Skåne och Bredingebestånd i sydöstra Småland uppvisade lägst förekomster på cirka 11% (Tabell 3).

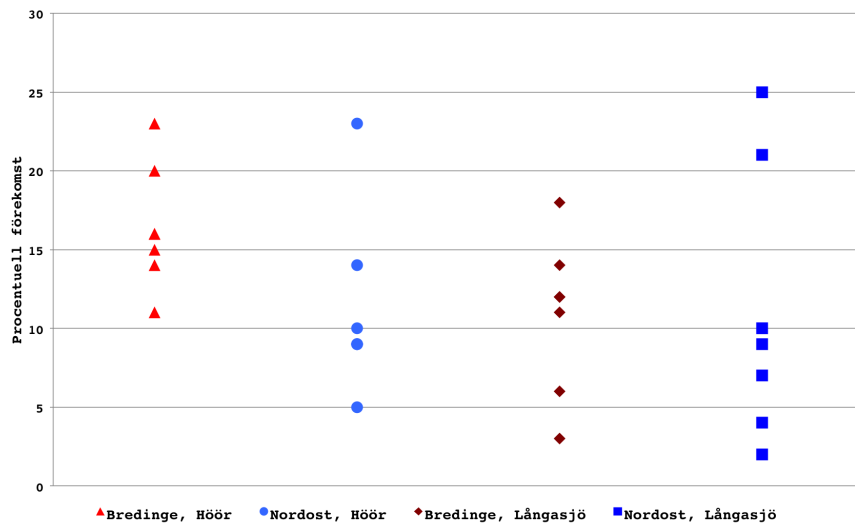
Högst förekomster av proleptis återfanns i snitt hos Bredingebestånd i norra Skåne, där cirka 40% av materialet uppvisade endera klass 1 eller 2; minst förekomst hade Nordostbestånd i sydöstra Småland, där motsvarande frekvens var ca 15% (Tabell 3).

Tabell 3: Genomsnittliga procentuella förekomster av dubbeltopp och proleptis för alla klasser i varje område.

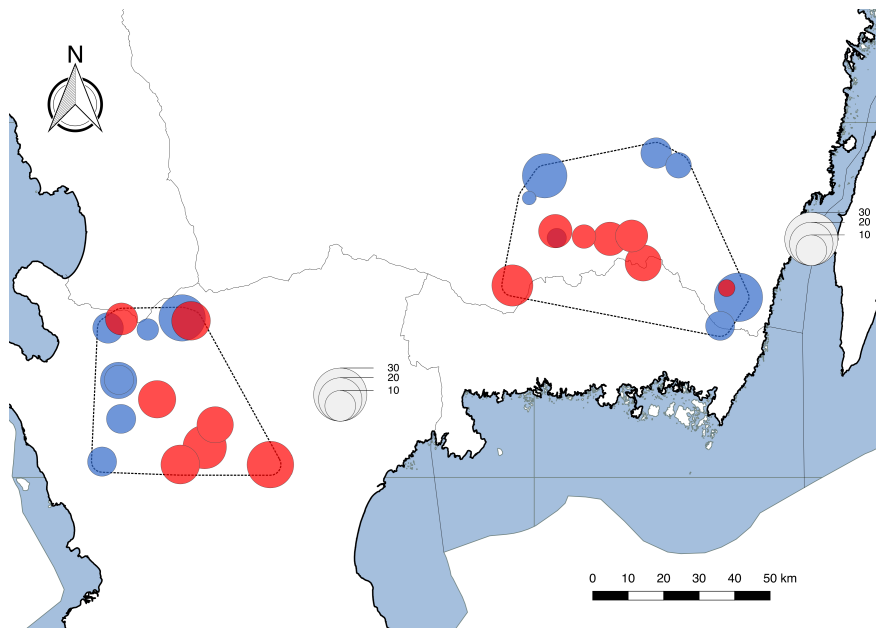
	<i>Dubbeltopp</i>		<i>Proleptis</i>	
	<i>Höör</i>	<i>Långasjö</i>	<i>Höör</i>	<i>Långasjö</i>
<i>Bredinge</i>				
0	73%	74%	60%	81%
1	2%	4%	24%	10%
2	8%	11%	16%	9%
3	17%	11%	-	-
<i>Nordost</i>				
0	70%	69%	70%	85%
1	4%	5%	22%	12%
2	14%	14%	8%	2%
3	11%	12%	-	-

Sett till *enskilda* objekt framgår att de objekt som uppvisade störst respektive minst procentuella andelar av dubbeltopp klass 3 båda kom från Nordostbestånd i Småland med 25% och 2% frekvenser (Figur 5 och 6).

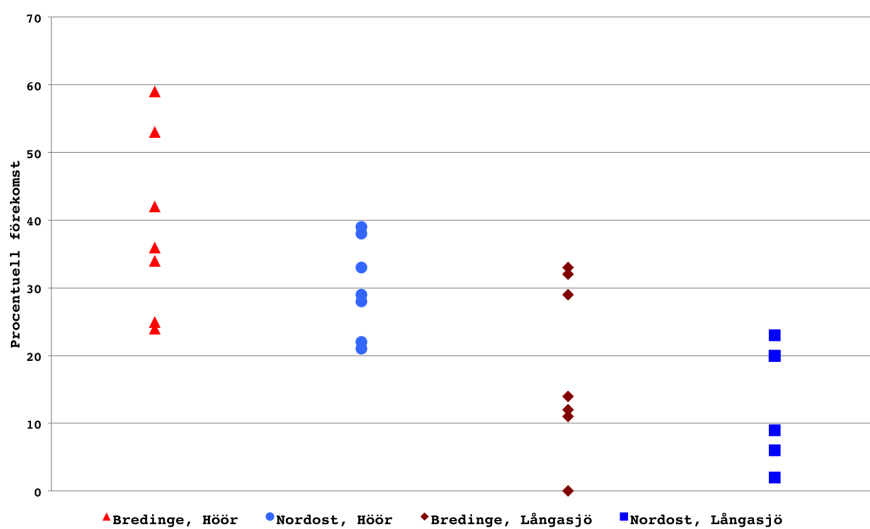
Motsvarande för proleptisförekomsten i klasserna 1+2 var ett Bredingebestånd i Skåne (59%), och ett Bredingebestånd i Småland (0%) (Figur 7 och 8).



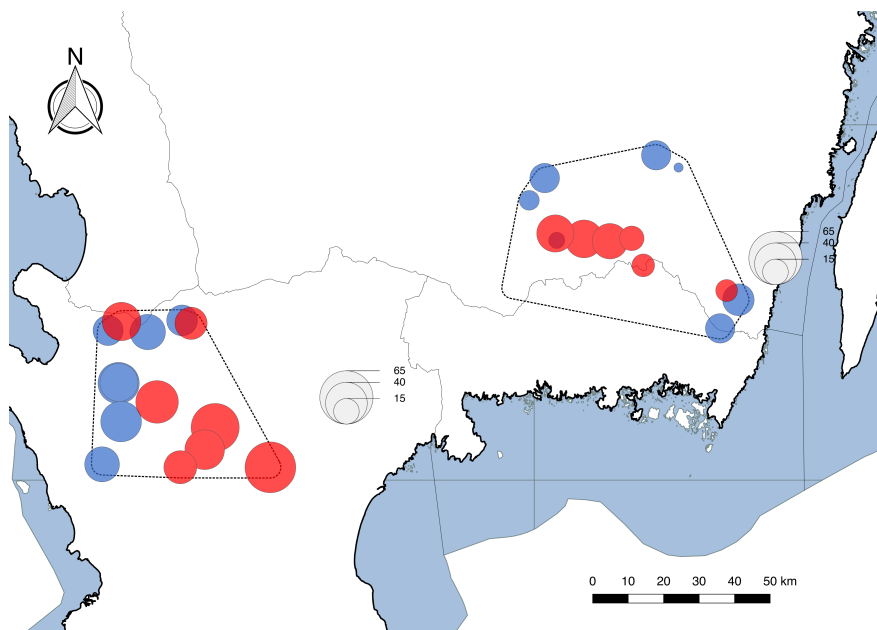
Figur 5: Procentuella andelar av dubbeltoppsfrekvens klass 3 för de enskilda objekten.



Figur 6: Objektens geografiska läge, där storleken på varje cirkel anger den procentuella andelen dubbeltopp klass 3. Röda punkter=Breedingeobjekt, blå punkter=Nordostobjekt. ©Lantmäteriet, 2013.



Figur 7: Procentuella andelar av prolepsis klass 1+2 för de enskilda objekten.



Figur 8: Objektens geografiska läge, där storleken på varje cirkel anger den procentuella andelen prolepsis klass 1+2. Röda punkter=Bredingeobjekt, blå punkter=Nordostobjekt. Ett Bredingeobjekt i sydöstra Småland finns inte med eftersom det objektet hade 0% prolepsisandel. ©Lantmäteriet, 2013.

## 3.2 Jämförelser mellan plantmaterialen och områdena med $\chi^2$ -test

Beroende på hur uppdelningen av datamaterialet sker mellan plantmaterial och geografiskt område, samt arrangeras i form av kategoriska klasser, fås ett godtyckligt antal kombinationer för vidare jämförelser i analysen. De kombinationer som jämförs redovisas nedan (Tabell 4-11), med jämförelserna för dubbeltopp i 3.2.1 och för prolepsis i 3.2.2.

### 3.2.1 Dubbeltopp

Räknat med alla dubbeltoppsklasser sammanslagna tycks frekvensen vara signifikant större hos Nordostbestånd när de två regionerna räknas gemensamt. För klass 3 uppvisar Bredingebestånd en nästan signifikant större förekomst (Tabell 4).

Tabell 4: Jämförelser av dubbeltopp mellan plantmaterial, norra Skåne och sydöstra Småland sammanslaget.

<i>Klass</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>					
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi^2_{0,05}$	$p$	$Q > \chi^2_{0,05}$
0	998	975	970,00	1003,00	3	23,62	7,82	< 0,001	<b>Ja</b>
1	39	63	50,15	51,85					
2	128	201	161,75	167,25					
3	187	159	170,11	175,89					
0	998	975	970,00	1003,00	1	5,63	3,84	0,018	<b>Ja</b>
1 + 2 + 3	354	423	382,00	395,00					
0 + 1	1037	1038	1020,15	1054,85	1	2,23	3,84	0,14	<i>Nej</i>
2 + 3	315	360	331,85	343,15					
0 + 1 + 2	1165	1239	1181,89	1222,11	1	3,78	3,84	0,052	<i>Nej</i>
3	187	159	170,11	175,89					

I norra Skåne existerar en signifikant skillnad mellan plantmaterialen för klass 3 (Tabell 5).

Tabell 5: Jämförelser av dubbeltopp mellan plantmaterial, norra Skåne (Höör verksamhetsområde).

<i>Klass</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>					
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
0	509	518	497,74	529,26	3	26,46	7,82	< 0,001	<b>Ja</b>
1	16	32	23,26	24,74					
2	54	106	77,55	82,45					
3	116	83	96,45	102,55					
0	509	518	497,74	529,26	1	1,74	3,84	0,19	<i>Nej</i>
1 + 2 + 3	186	221	197,26	209,74					
0 + 1	525	550	521,01	553,99	1	0,24	3,84	0,63	<i>Nej</i>
2 + 3	170	189	173,99	185,01					
0 + 1 + 2	579	656	598,55	636,45	1	8,93	3,84	0,0028	<b>Ja</b>
3	116	83	96,45	102,55					

I sydöstra Småland råder ingen signifikant skillnad mellan plantmaterialen avseende dubbeltopp klass 3. Räknat med alla dubbeltoppsklasser sammanslagna är däremot frekvensen signifikant större hos Nordostbestånd (Tabell 6).

Tabell 6: Jämförelser av dubbeltopp mellan plantmaterial, sydöstra Småland (Långasjö verksamhetsområde).

<i>Klass</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>					
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
0	489	457	472,28	473,72	3	5,04	7,82	0,17	<i>Nej</i>
1	23	31	26,96	27,04					
2	74	95	84,37	84,63					
3	71	76	73,39	73,61					
0	489	457	472,28	473,72	1	4,20	3,84	0,040	<b>Ja</b>
1 + 2 + 3	168	202	184,72	185,28					
0 + 1	512	488	499,24	500,76	1	2,71	3,84	0,10	<i>Nej</i>
2 + 3	145	171	157,76	158,24					
0 + 1 + 2	586	583	583,61	585,39	1	0,17	3,84	0,68	<i>Nej</i>
3	71	76	73,39	73,61					



Vid jämförelse mellan de geografiska områdena, utan hänsyn tagen till plantmaterial, är frekvensen dubbeltopp klass 3 signifikant större i norra Skåne (Tabell 7).

Tabell 7: Jämförelser av dubbeltopp mellan norra Skåne (Höör) och sydöstra Småland (Långasjö), oavsett plantmaterial.

<i>Klass</i>	<i>Höör</i>	<i>Långasjö</i>	<i>Höör</i>	<i>Långasjö</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>					
0	1027	946	1028,83	944,17	3	6,69	7,82	0,083	<i>Nej</i>
1	48	54	53,19	48,81					
2	160	169	171,56	157,44					
3	199	147	180,42	165,58					
0	1027	946	1028,83	944,17	1	0,024	3,84	0,88	<i>Nej</i>
1 + 2 + 3	407	370	405,17	371,83					
0 + 1	1075	1000	1082,02	992,98	1	0,39	3,84	0,53	<i>Nej</i>
2 + 3	359	316	351,98	323,02					
0 + 1 + 2	1235	1169	1253,58	1150,42	1	4,57	3,84	0,032	<b>Ja</b>
3	199	147	180,42	165,58					

### 3.2.2 Proleptis

En signifikant större förekomst av proleptis klass 1+2 finns hos Bredingebestånd när de två regionerna räknas gemensamt (Tabell 8).

Tabell 8: Jämförelser av proleptis mellan plantmaterial, norra Skåne och sydöstra Småland sammanslaget.

<i>Klass</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>					
0	950	1081	998,51	1032,49	2	48,44	5,99	< 0,001	<b>Ja</b>
1	231	245	234,02	241,98					
2	171	72	119,47	123,53					
0	950	1081	998,51	1032,49	1	17,73	3,84	< 0,001	<b>Ja</b>
1 + 2	402	317	353,49	365,51					

I både norra Skåne och sydöstra Småland visar tabellerna på en signifikant högre förekomst av proleptis klass 1+2 hos Breningebestånd (Tabell 9 och 10).

Tabell 9: Jämförelser av proleptis mellan plantmaterial, norra Skåne (Höör verksamhetsområde).

<i>Klass</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>					
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
0	419	520	455,09	483,91	2	27,67	5,99	< 0,001	<b>Ja</b>
1	165	163	158,97	169,03					
2	111	56	80,94	86,06					
0	419	520	455,09	483,91	1	16,09	3,84	< 0,001	<b>Ja</b>
1 + 2	276	219	239,91	255,09					

Tabell 10: Jämförelser av proleptis mellan plantmaterial, sydöstra Småland (Långasjö verksamhetsområde).

<i>Klass</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>	<i>Bredinge</i>	<i>Nordost</i>					
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
0	531	561	545,17	546,83	2	28,02	5,99	< 0,001	<b>Ja</b>
1	66	82	73,89	74,11					
2	60	16	37,94	38,06					
0	531	561	545,17	546,83	1	4,32	3,84	0,038	<b>Ja</b>
1 + 2	126	98	111,83	112,17					

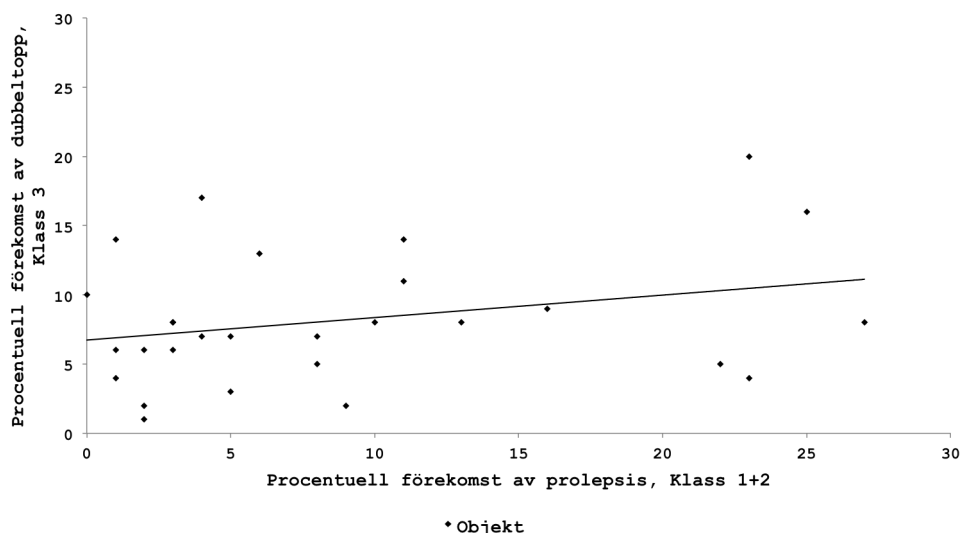
Även vid jämförelse mellan regioner, utan hänsyn till plantmaterial, finns en signifikant skillnad i proleptisförekomsten, där norra Skåne uppvisar en klart högre förekomst (Tabell 11).

Tabell 11: Jämförelser av proleptis mellan norra Skåne (Höör) och sydöstra Småland (Långasjö), oavsett plantmaterial.

<i>Klass</i>	<i>Höör</i>	<i>Långasjö</i>	<i>Höör</i>	<i>Långasjö</i>					
	<i>Observerat</i>	<i>Observerat</i>	<i>Förväntat</i>	<i>Förväntat</i>	$n - 1$	$Q$	$\chi_{0,05}^2$	$p$	$Q > \chi_{0,05}^2$
0	939	1092	1059,07	971,93	2	108,80	5,99	< 0,001	<b>Ja</b>
1	328	148	248,21	227,79					
2	167	76	126,71	116,29					
0	939	1092	1059,07	971,93	1	108,80	3,84	< 0,001	<b>Ja</b>
1 + 2	495	224	374,93	344,07					

### 3.3 Samband mellan dubbeltopp och prolepsis

Inget samband verkar finnas mellan dubbeltopp och prolepsis i denna studie (Figur 9). En linjär regressionslinje ger ett  $R^2$ -värde på cirka 0,080.



Figur 9: Förhållandet mellan dubbeltopp, klass 3 och prolepsis, klass 1+2.  $R^2 \approx 0,080$ .

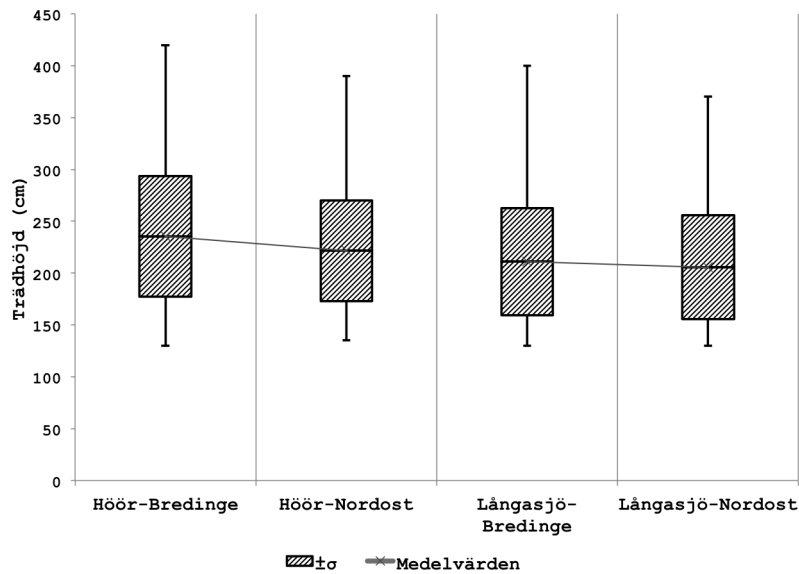
### 3.4 Trädhöjd

En ytterligare parameter värt att ta i beaktande är om något samband finns mellan å ena sidan frekvensen dubbeltopp eller prolepsis, och trädhöjden å den andra.

Till att börja med kan konstateras att det i denna studie inmätta materialet tyder på att förädlingsarbetet verkligen resulterat i förbättrad höjdtillväxt (under förutsättning att plantorna var lika gamla och stora vid planteringstillfället) (Figur 10).

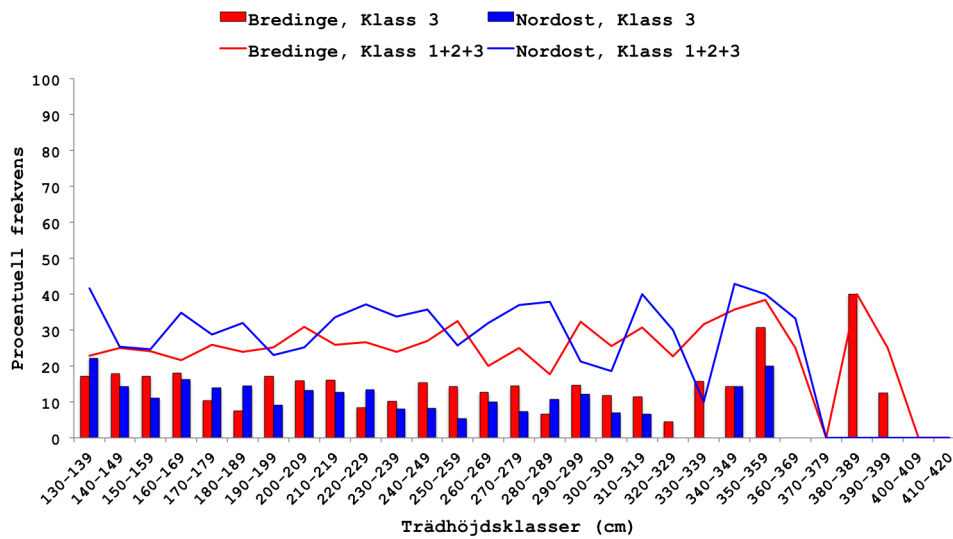
Genom  $t$ -test fås från båda områdena  $t$ -värden större än tillhörande kritiska värden på nivån 0,05 (Höör:  $t \approx 4,86 > 1,65$ , Långasjö:  $t \approx 2,00 > 1,65$ ), varför det kan fastslås att skillnaderna i medelvärden är signifikanta. Skillnaden är större i norra Skåne än i sydöstra Småland. Vid jämförelse av medelhöjden mellan plantmaterialen finner man att skillnaden i norra Skåne är cirka 14 cm, och för sydöstra Småland cirka 6 cm.

Det innebär att träd från Breningebestånd i norra Skåne har en cirka 6% större medelhöjd än träd från Nordostbestånd, och motsvarande siffra för sydöstra Småland är cirka 3%.

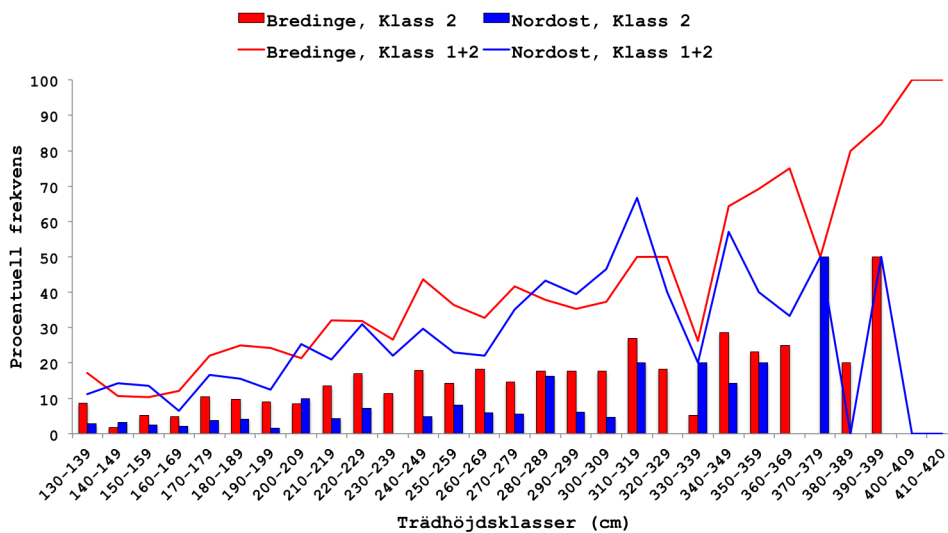


Figur 10: Jämförelse av trädhöjder mellan de två plantmaterialen i de två regionerna. Diagrammet visar max/min-värden och medelvärden med därtill hörande standardavvikelser.

Beträffande sambanden mellan dubbeltoppar/prolepsis och trädhöjd framgår att några klara samband är svåra att utläsa i den här studien (Figur 11 och 12). Skapas linjära regressionslinjer för var och en av de beroende variablerna fås  $R^2$ -värden som överlag inte ger några höga värden, med undantag av de ihopslagna prolepsisklasserna för Bredingebestånd ( $R^2 \approx 0,81$ ), vilket i detta fall eventuellt tyder på en ökad benägenhet för plantorna att utveckla proleptiska skott med stigande trädhöjd.



Figur 11: Samband mellan frekvensen dubbeltopp klass 3 ( $R^2(\text{Bredinge}) \approx 0,010$ ,  $R^2(\text{Nordost}) \approx 0,52$ ) samt klasser 1-3 gemensamt ( $R^2(\text{Bredinge}) \approx 0,041$ ,  $R^2(\text{Nordost}) \approx 0,30$ ), med trädhöjdsklasser om 10 cm. Frekvensen är beräknad med hänsyn tagen till trädantalet i varje klass.



Figur 12: Samband mellan frekvensen prolepsis klass 2 ( $R^2(\text{Bredinge}) \approx 0,12$ ,  $R^2(\text{Nordost}) \approx 0,062$ ) samt klasser 1-2 gemensamt ( $R^2(\text{Bredinge}) \approx 0,81$ ,  $R^2(\text{Nordost}) \approx 0,094$ ), med trädhöjdsklasser om 10 cm. Frekvensen är beräknad med hänsyn tagen till trädantalet i varje klass.

## 4 Diskussion

### 4.1 Förekomster av dubbeltopp och prolepsis

De genomsnittliga förekomsterna av dubbeltopp klass 3 varierar mellan plantmaterial och område och ligger på mellan 11-17%, där störst andel återfanns hos Breningebestånd i norra Skåne, och minst hos Nordostbestånd i norra Skåne samt Breningebestånd i sydöstra Småland. För proleptiska skott uppvisade Breningebestånd i norra Skåne högst andel (40%), medan minst andel påträffades hos Nordostbestånd i sydöstra Småland (15%).

Det tycks alltså som att man kan förvänta sig högre frekvenser dubbeltopp och prolepsis hos förädlade plantor i norra Skåne, men det ska också nämnas att sett till enskilda objekt var det Nordostbestånd som uppvisade både högsta och lägsta värden av dubbeltoppar, och det var Breningebestånd som uppvisade högsta och lägsta värden av prolepsis. Gemensamt för de bestånd som uppvisade lägst andelar var att de var belägna i sydöstra Småland. Det fanns enskilda Breningebestånd med relativt små frekvenser av dubbeltopp/prolepsis, vilket tyder på att bestånd planterade med förädlade plantor inte nödvändigtvis utvecklar höga andelar i enskilda fall.

### 4.2 Jämförelser mellan plantmaterialen

Vid jämförelser mellan plantmaterialen visar resultaten på att genetiken kanske har viss betydelse vid bildandet av dubbeltopp enligt studiens använda definition, men skillnaden mellan plantmaterialen för den värsta dubbeltoppsklassen (3) är endast signifikant i norra Skåne. Den är nästan signifikant om ingen hänsyn tas till område.

Ett något överraskande resultat var att den oförädlade Nordostplantan uppvisade signifikant högre förekomst när alla dubbeltoppsklasser räknades gemensamt för både sydöstra Småland och de båda regionerna ihopslagna. Räknat på detta sätt innebär det att alla skott som uppfyller vinkelkriteriet inkluderas. Den klass som tydligen ger upphov till denna skillnad är klass 2, alltså då konkurrensskottet har en täckningsgrad i intervallet 50 – 74%. Även för norra Skåne var denna klass överrepresenterad hos Nordostplantan.

En mycket tydligare skillnad fanns däremot vad gällde proleptisfrekvensen, där Breningebestånd utan undantag uppvisar klart högre förekomst. Skillnaden var signifikant både för norra Skåne och sydöstra Småland. Den klass som avgör skillnaden är klass 2, medan frekvensen av klass 1 var ganska snarlik hos de två plantmaterialen.

Anledningen till att förädlade plantor utvecklar proleptiska skott i högre

utsträckning än oförädlade kan ligga i det faktum att förädlade plantor är framtagna bland annat just med syfte att uppnå hög tillväxt. En hög andel prolepsis har till exempel hos förädlad sitkagran i Storbritannien visats vara korrelerad med en ökad höjdtillväxt de första 6 åren efter plantering på gynnsam mark (Cannell & Johnstone 1978), och förmågan att producera proleptiska skott visas i Mboyi & Lee (1999) vara en viktig komponent i tidig höjdtillväxt hos förädlad Sitkagran i södra Skottland.

En liknande studie för gran ges i Neimane m.fl. (2015), där prolepsisförekomsten ansågs hänga samman med en förbättrad höjdtillväxt på bördig mark i Lettland.

### 4.3 Bonitet eller prolepsis som eventuella orsaker

Med tanke på att skillnaderna för både dubbeltopp (klass 3) och prolepsis var signifikanta mellan områdena, oavsett plantmaterial, skulle man kunna misstänka *boniteten* som en av orsakerna till skillnaderna, eftersom ju boniteten generellt är högre i norra Skåne än i sydöstra Småland. Att boniteten exempelvis spelar roll för uppkomsten av prolepsis har bekräftats från tidigare studier, bland annat i Sjøgaard m.fl. (2010). Där nämns också att skotska gödslingsförsök visar på att en ökad kvävetillgång kan öka förekomsten av prolepsis.

Om boniteten även är orsak till de signifikanta skillnaderna *inom* områdena kan däremot inte sägas med säkerhet. Växtförhållandena varierar inom varje område, och den geografiska överlappningen mellan plantmaterialen för de inventerade objekten är alltför skev för att kunna uttala sig om vad dessa egentligen beror på.

Klart är dock att det finns en skillnad mellan materialen i norra Skåne i form av signifikanta högre förekomster av både dubbeltopp klass 3 och prolepsis hos Bredingebestånd, men för att kunna fastställa de grundläggande orsakerna bör fler ståndorts- och klimatvariabler vägas in. Det kan med andra ord finnas fler än genetiska faktorer som bidrar till denna skillnad.

Vad gäller sambandet mellan prolepsis och frostsador/dubbeltopp råder det delade meningar i olika studier. Som nämnts visades i Sjøgaard m.fl. (2011) en högre sannolikhet för granträd i Norge att utveckla dubbeltopp då dessa uppvisade proleptiska skott föregående år, medan snarare ett negativt samband förelåg mellan prolepsis och frostsador för gran i Lettland (Neimane m.fl. 2015). I detta arbete kunde inget samband utläsas häremellan, men det bör ändå påpekas att detta endast gäller den aktuella förekomsten av dubbeltopp; för att undersöka en eventuell koppling till nuvarande års prolepsis borde istället förekomsten av dubbeltopp noteras

påföljande år för att kunna utreda eventuella samband. Å andra sidan avtar prolepsis normalt med åldern hos trädet (Wühlisch & Muhs 1986). I så fall är det sannolikt att proleptiska skott förekom i minst samma omfattning som året innan inventeringen, vilket då skulle stödja ett nollsamband mellan prolepsis och dubbeltopp i den här studien.

En spekulering kan ändå vara att träd med proleptiska skott har större risk för frostsador under höst- och vinterperioden, och därmed en större sannolikhet att utveckla dubbeltopp med tanke på de toppskador som bland annat kan orsakas av frostsadorna. Förädlat material skulle i så fall vara mer benäget att utveckla dubbeltoppar, eftersom ju skillnaden i prolepsisfrekvensen var signifikant mellan plantmaterialen i det här arbetet. Men eftersom det inte verkar finnas stöd för något samband mellan dubbeltopp och prolepsis, åtminstone inte i den här studien, borde istället fler studier utföras för att kunna förstå sambanden bättre.

Inte heller fanns något samband mellan dubbeltoppar/prolepsis och trädhöjd, förutom de ihopslagna prolepsisklasserna hos Breningebestånd, där en stigande trädhöjd tycks öka frekvensen proleptiska skott. Om en hög bonitet också leder till högre trädhöjder skulle det i det här fallet stödja påståendet om boniteten som bidragande orsak till prolepsisfrekvensen.

#### 4.4 Framtida utblickar

I ett framtida perspektiv är det sannolikt att växtperioden kommer att starta tidigare på året, liksom att vegetationsperioden blir längre. Detta i kombination med ett varmare klimat kommer antagligen öka frekvensen proleptiska skott. Oavsett prolepsisförekomst kommer i ett varmare klimat också den sammanlagda frostrisken under tidig sommar förmodligen att öka, trots högre temperaturer, särskilt i södra Sverige (Langvall 2011; Neimane m.fl. 2015).

Huvudproblemet med dubbeltoppar överhuvudtaget i skogsbruket är de problem som uppstår hos det avverkningsmogna trädet när bland annat tidigare uppkomna sprötkvistar (som ofta är följderna av dubbeltoppar) försämrar virkeskvaliteten och därmed det ekonomiska värdet. Det är dock svårt att på förhand bestämma vilken procentuell täckningsgrad från det konkurrerande skottets längd, eller vinkel mellan toppskott och konkurrerande skott, som är avgörande för när det konkurrerande skottet med säkerhet kommer att utvecklas till en sprötkvist eller annan allvarlig defekt hos trädet. Visar det sig till exempel att skott tillhörande klass 2 leder till framtida virkesnedklassningar är därför Nordostplantan i vissa fall ett sämre träd att plantera ur kvalitetssynpunkt. Dock bör rimligtvis den större



täckningsgrad som representeras av klass 3 ha större sannolikhet för att utveckla sprötkvist eller andra skador. I det fallet är istället Bredingeplantan ibland ett sämre planteringsalternativ.

Eftersom frekvensen av dubbeltopp klass 3 i det här inmätta materialet i snitt varierar mellan 11-17% vore det intressant att se vad skillnaderna betyder under en rotation.

Med detta sagt uppstår en avvägning som får tas mellan å ena sidan högre tillväxt (volym) och å andra sidan en kanske större risk för kvalitetsfel i det avverkningsmogna beståndet. I grunden lär ekonomiska faktorer vara det som styr vilken avvägning som i det här fallet väger tyngst.

Den teoretiskt korrekta modell som långsiktigt beskriver värderingen av skogsmark är baserat på kalmarksvärdet, och det som i slutändan bestämmer det ekonomiska värdet på skogsmarken är beroende av flera olika variabler, där valet av planteringsmaterial förutom anläggningskostnaden kan påverka både nettointäkter och omloppstid. Som nämnts uppskattar Rosvall m.fl. (2004c) att användandet av det bästa tillgängliga förädlade materialet kan bidra till en höjning av markvärdet med 60% (med 3% kalkylränta). Tillväxtökningen tas främst ut genom tidigare gallringar och kortare omloppstid, vilket därmed resulterar i högre nuvärden. I kalkylexemplet var föryngringskostnaden för förädlad material inte större än för oförädlad material. Det som därför bör avvägas i framtida nytta är förhållandet mellan nettointäkterna och omloppstiden. Om det nu visar sig att förädlade plantor minskar nettointäkterna i form av kvalitetsnedklassningar får detta vägas mot den kortare omloppstid som dessa också åstadkommer. Nettointäkterna är i sin tur beroende av marknadens efterfrågan på skogsråvara, vilket är en sak framtiden får utvisa.

## 4.5 Felkällor

Det finns vissa felkällor att ta hänsyn till i detta arbete. Bland annat kan det finnas fler än genetiska orsaker till att dubbeltoppar uppkommer - till exempel insekter, svamp eller betesskador. Att träden i vissa fall var påverkade av dessa skador var ganska tydligt, men i andra fall svårare att avgöra.

Betesskadorna noterades också där dessa tydligt framgick som orsak till dubbeltoppen, och betecknades i analysen som klass 0 (ingen förekomst). Detta gav dock endast försumbar effekt på resultatet, varför de inte räknades med. Det finns ändå en osäkerhetsfaktor att ta hänsyn till när det gäller hur dubbeltoppen har uppkommit.

En annan osäkerhet gäller plantornas storlek och ålder vid själva planteringsstillfället. Det antogs i denna uppsats att de två plantmaterialen var lika i dessa avseenden, men det är klart att till exempel olika planttyper

kan ha påverkat resultatet.

Det kan också vara så att markägare som valt förädlat respektive oförädlat material genomgående har haft olika ambitioner med sitt skogsbruk, och därför skött skogen därefter.

Hos ett par objekt var en del dubbeltoppar redan bortklippta av markägaren; där så framgick noterades detta som att en dubbeltopp klass 3 hade vuxit där tidigare. Det är visserligen inte säkert om samtliga bortklippta grenar hittats, eller om de alla tillhörde klass 3.

Ett objekt hade tidigare under våren inventerats i Skåne, vilket kan ge en viss tidsdiskrepans gällande till exempel hur de proleptiska skotten har utvecklats i förhållande till de senare inventerade objekten. På det objektet noterades också enbart de värsta klasserna för dubbeltopp och proleptis.

Det kan också diskuteras hur godtagbar den i denna studie använda definitionen för dubbeltopp är för att bedöma frekvensen dubbeltopp, till exempel om vinkelkriteriet är alltför snävt eller alltför generöst. Likväl behövs ändå en definition för att kunna göra någon bedömning av förekomsten och eventuella skillnader.

## 5 Källförteckning

- Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L., Valinger, E. 2012. Skogsskötselserien - Skogsskötselns grunder och samband, Skogsstyrelsen, Sverige. Tillgänglig:  
<http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien>
- Bathey, N.H. 2003. Plant culture: thirteen seasonal pieces. August - learning about summer. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 54, No. 389, pp. 1797-1799. Tillgänglig:  
<http://jxb.oxfordjournals.org/content/54/389/1797.full.pdf>
- Cannell, M.G.R., Johnstone, R.C.B. 1978. Free or Lammas Growth and Progeny Performance in *Picea sitchensis*. *Silvae Genetica* 27(6): 248-254.
- Christersson, L. & von Fircks, H. 1988. Injuries to conifer seedlings caused by simulated summer frost and winter desiccation. *Silva Fennica*, 22, 195-201. Tillgänglig:  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15509/22-No%203\\_Christersson.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15509/22-No%203_Christersson.pdf?sequence=1)
- Clapham, D., Dormling, I., Ekberg, I., Eriksson, G., Qamaruddin, M. 1995. Invintring av granplantor - från lång natt till knoppvila och frosttolerans. Fakta Skog Nr. 21. Tillgänglig:  
<https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog95/4s95-21.pdf>
- Eggers, J., Lämås, T., Lind, T., Öhman, K. 2014. Factors Influencing the Choice of Management Strategy among Small-Scale Private Forest Owners in Sweden. *Forests*, 5, 1695-1716. Tillgänglig:  
<http://www.mdpi.com/1999-4907/5/7/1695>
- Hallsby, G. 2007. Nya Tiders Skog. LRF Skogsägarna, s 68.
- Hannerz, M. 1999. Early testing of growth rhythm in *Picea abies* for prediction of frost damage and growth in the field. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* No. 85.
- Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov - förädlad skogsodlingsmaterial. Arbetsrapport 700, Skogforsk.
- IPCC 2007. FN:s klimatpanel 2007: Den naturvetenskapliga grunden. Sammanfattning för beslutsfattare. Bidraget från arbetsgrupp I (WG I)

till den fjärde utvärderingsrapporten från Intergovernmental Panel on Climate Change. Rapport 5677, Februari 2007. Tillgänglig:  
<https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/swedish/ar4-spm-wg1.pdf>

Langvall, O. 2011. Impact of climate change, seedling type and provenance on the risk of damage to Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings in Sweden due to early summer frosts. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26:S11, 56-63.

Lantmäteriet, 2013. Geodata (Kartografiskt material). Översiktskartan, vektor. Licens: I2014/00764.

Lantmäteriet, 2015. Geodata (Kartografiskt material). Översiktskartan, raster. Licens: I2014/00764.

Mboyi, W.M. & Lee, S.J. 1999. Incidence of autumn frost damage and lammas growth in a 4-year-old clonal trial of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) in Britain. *Forestry*, Vol. 72, No. 2.

Musa, G. 1994. Shoot Types in Oriental Spruce (*Picea Orientalis* (L.) Link.) Seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 18, 203-208.

Neimane, U., Zadina, M., Sisenis, L., Dzerina, B., Pobiarezns, A. 2015. Influence of lammas shoots on productivity of Norway spruce in Latvia. *Agronomy Research*, 13(2), 354-360.

Prop. 1992/93/226. Om en ny skogspolitik. Tillgänglig:  
[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/om-en-ny-skogspolitik\\_GG03226](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/om-en-ny-skogspolitik_GG03226)

Prop. 2007/08:108, 6.3, s 50. En skogspolitik i takt med tiden - Högre tillväxt med förbättrat växtodlingsmaterial. Tillgänglig:  
<http://www.regeringen.se/rattsdokument/proposition/2008/03/prop.-200708108/>

Rosvall, O. 2007. Produktionspotentialen är betydligt högre än dagens tillväxt. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademins Tidskrift* nr 4 2007. s 13-30.

Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B., Lundström, A. 2004a. Ökad produktion - trots ökad naturvård? I Utvecklingskonferens 2004. Redogörelse Skogforsk nr 1, 23-38.

- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B., Lundström, A. 2004b. Ökad avverkningspotential med intensivare skogsskötsel. Skogforsk, Resultat nr 10 2004. 4 s.
- Rosvall, O., Bergström, R., Jacobson, S., Pettersson, F., Rosén, K., Thor, M., Weslien, J.O. 2004c. Ökad produktion i familjeskogsbruket - analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. Arbetsrapport 574, Skogforsk.
- Sakai, A. & Larcher, W. 1987. Frost survival of plants. Ecological Studies, 62. Springer-Verlag, Berlin.
- Sennblad, G. 2008. Aptering och virkeskänedom III. Firma Småskog, s 62.
- Skogsstyrelsen, 2015 - Produktion av skogsplantor (från Skogsstatistisk årsbok) Tillgänglig:  
<http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Statistiska%20meddelanden/2016/SM%20J00313%202015.pdf>.
- Søgaard, G., Kvaalen, H., Granhus, A., Fløistad, I.S., Hanssen, K.H., Steffenrem, A., Skrøppa, T. 2010. Høstskudd hos gran kan være et økende fenomen. Skog og landskap, 10/10, 2 s. Tillgänglig:  
[http://www.skogoglandskap.no/filearchive/glimt\\_10\\_10\\_hostskudd\\_hos\\_gran\\_kan\\_vare\\_et\\_okende\\_fenomen.pdf](http://www.skogoglandskap.no/filearchive/glimt_10_10_hostskudd_hos_gran_kan_vare_et_okende_fenomen.pdf)
- Søgaard, G., Fløistad, I.S., Granhus, A., Hanssen, K.H., Kvaalen, H., Skrøppa, T., Steffenrem, A. 2011. Lammas shoots in spruce - occurrence, genetics and climate effects. Norwegian Forest and Landscape Institute. Tillgänglig:  
[http://www.skogoglandskap.no/filearchive/lammas\\_shoots\\_in\\_spruce.pdf](http://www.skogoglandskap.no/filearchive/lammas_shoots_in_spruce.pdf)
- VMR 2008. Mättningsinstruktion för sågtimmer av tall och gran, (1-07): VMR.
- Wu, R. & Hinckley, T.M. 2001. Phenotypic Plasticity of Sylleptic Branching: Genetic Design of Tree Architecture. Critical Reviews in Plant Sciences. 20(5): 467-485.
- Wühlisch, G. von, Muhs, H.J. 1986. Influence of Age on Sylleptic and Proleptic Free Growth of Norway Spruce Seedlings. Silvae Genetica 35(1):42-48.