



# Toppskottsbeskärning av skogsplantor – effekter på etablering i fält

*Top pruning of seedlings – effects on field establishment*

**OSKAR GARLI  
HENRIK SJÖÖ**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2020:11

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Toppskottsbeskärning av skogsplantor – effekter på etablering i fält

Top pruning of seedlings – effects on field establishment

Oskar Garli

Henrik Sjöo

**Handledare:** Daniel Gräns, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2020

**Omslagsbild:** Foto Henrik Sjöo

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2020:11

**Nyckelord:** snytbagge, skogsplantering, fältförsök



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Den vanligaste metoden för artificiell föryngring av skog i Sverige är plantering. I denna studie undersöktes hur plantor av tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*) som toppbeskurits i plantskolan före lagring, klarade etableringen efter plantering i fält. Syftet med arbetet var att förstå vilken effekt toppbeskärning av tall- och granplantor hade på skadefrekvens, tillväxt och överlevnad, samt vilken risk som förelåg för bildning av multipla toppskott på plantorna.

Fältförsöket genomfördes sydväst om Fagersta, nära gränsen mellan Dalarna och Västmanland. Försöksperioden varade mellan maj 2019 och september 2019. Studien innehöll 800 plantor, hälften gran- och hälften tallplantor som delats in i fyra försöksled, en obehandlad kontroll samt tre försöksled där plantorna var beskurna till, 25, 50 eller 75 procent av plantpartiets ursprungliga genomsnittshöjd.

Fyra olika parametrar mättes, vitalitet, höjdtillväxt, skadefrekvens samt bildning av multipla skott. De undersökta trädslagen hade efter en växtsäsong i fält reagerat likartat på toppbeskärning för de undersökta parametrarna skadegörare, vitalitet och gaffelbildning. Däremot uppmättes olika resultatet för gran och tall gällande vitalitet. Toppbeskurna granplantor hade en högre vitalitet jämfört med obehandlade medan denna skillnad inte kunde observeras hos tallplantorna.

Ytterligare slutsatser som kunde dras av studien var att skadefrekvensen från snytbagge, torka och betning var lägre bland de toppbeskurna plantorna, i synnerhet frekvensen registrerade betesskador. En högre frekvens av gaffelbildning kunde konstateras bland de toppbeskurna plantorna. Säsongstillväxten var lägre för toppbeskurna plantor. Fler frågor kopplade till snytbaggeangrepp, viltbetesskador samt långsiktiga effekter för gaffelbildning på olika ståndorter och med olika plantmaterial återstår att studera i framtida försök.

Nyckelord: snytbagge, skogsplantering, fältförsök

## Abstract

The most common method for artificial regeneration of forest in Sweden is planting. In this study we analyzed the ability of top pruned seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) to manage the first growth season after planting. The purpose of the study was to understand the impact of top pruning on these species with respect to damage frequency, vitality, growth increment and frequency of multiple top shoots.

The field study was conducted southwest of Fagersta, close to the border between Dalarna and Västmanland. It lasted between May 2019 and September 2019 and consisted of 800 seedlings, of which half were Scots pine and half were Norway spruce. The 800 seedlings were divided into 20 blocks that held 40 seedlings each and the trial included an untreated control group and three treatment groups where seedlings were top pruned to 25, 50 and 75 percent of the original average height of each batch.

The results suggested that after one growth season in the field, Scots pine and Norway spruce had reacted similarly with respect to damage frequency, growth increment and frequency of multiple top shoots. However, top pruned Norway spruce appeared more vital than the untreated control while this was not the case for Scots pine.

Key conclusions from the study were also that a lower frequency of damage from pine weevil, drought and browsing could be observed among the top pruned seedlings. This difference was especially pronounced for damages caused by browsing. There was a higher frequency of multiple top shoots among the top pruned seedlings. A lower growth increment after one growth season was recorded for the top pruned seedlings, especially among the Scots pine seedlings.

Future studies should be focused on whether top pruning increases or decreases the risk of browsing from deer, birds or rodents as well as on the possible effects on the severity of pine weevil attacks. Also, long term development of multiple top shoots should be investigated. The future field trials should be executed on a greater selection of sites, to account for variations in the landscape, and during different years, to compensate for variations in the weather. Another topic of interest is possible logistical gains at the nursery, for example if handling of plants and production losses could be affected by the use of top pruning.

Key words: Pine weevil, artificial regeneration, field trial

## Förord

Följande arbete utfördes inom skogsmästarprogrammet i Skinnskatteberg, Sveriges lantbruksuniversitet. För att erhålla en kandidatexamen i skogshushållning ska varje student skriva ett arbete omfattande 15 hp på C-nivå.

Ett stort tack riktas till Sveaskog som var markvärd för fältförsöket. Därutöver vill vi också tacka Svenska Skogsplantor som bidrog med plantmaterialet för studien.

Vi vill tacka skogsmästarprogrammet 18/21 för utläggning av fältförsöket. Dessutom vill vi tacka Staffan Stenhag som hjälpt oss framförallt med vår statistiska analys. Vi vill också tacka Anders Lindström, och Elisabeth Wallin som hjälpte oss med inmätning av vårt fältförsök. Sist men inte minst skulle vi vilja tacka vår handledare Daniel Gräns för sina sakliga synpunkter och glada tillrop under arbetets gång.

Skinnskattebergs herrgård, maj 2020

# Innehåll

<b>1. INTRODUKTION</b>	<b>1</b>
1.1 BAKGRUND	1
1.2 SKOGSPLANTPRODUKTION I SVERIGE	2
1.3 VIKTIGA SKADEGÖRARE	3
1.5 SKOTTBESKÄRNING AV PLANTOR	5
1.6 SYFTE	7
<b>2. MATERIAL OCH METODER</b>	<b>9</b>
2.1 FÄLTSTUDIE	9
2.2 STATISTISKA ANALYSER	10
<b>3. RESULTAT</b>	<b>11</b>
3.1 GRAN	11
3.1.1 SKADEGÖRARE	11
3.1.2 GAFFELBILDNING	13
3.1.3 VITALITET	14
3.1.4 TILLVÄXT	15
3.2 TALL	16
3.2.1 SKADEGÖRARE	16
3.2.2 GAFFELBILDNING	18
3.2.3 VITALITET	19
3.2.4 TILLVÄXT	20
<b>4. DISKUSSION</b>	<b>21</b>
4.1 TOLKNING OCH TILLÄMPNING AV RESULTAT	21
4.2 SVAGHETER OCH STYRKOR	24
4.3 SLUTSATSER	26
<b>REFERENSER</b>	<b>27</b>
<b>BILAGA</b>	<b>29</b>
GRAN	29
TALL	32

# 1. Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Den svenska skogen används för flera ändamål. Ett utav dem är att förse skogsindustrin med råvara, som i sin tur genererar ett exportvärde om cirka 130 miljarder kronor per år (Skogsindustrierna 2019). Andra ändamål för den svenska skogen är de ekosystemtjänster den erbjuder, i form av bland annat rekreation, jakt, bär- och svamplockning (Albrektsson et al. 2012). För att dessa värden ska kunna säkras finns enligt Skogsvårdslagen en föryngringsplikt av skogsmark. Det är främst paragraferna 5, 6, 7 och 8 som berör anläggningen av skog (SFS 1979:429).

Föryngring av skog är en grundförutsättning för att skogen över huvud taget ska finnas till. För att korta ner föryngringsfasen samt kontrollera till exempel trädslag, volymtillväxt och virkeskvalité är det viktigt att skogsföryngring utförs med vetenskapligt beprövade metoder som ger erforderliga resultat.

Enligt rapporten *Skogsstyrelsens återväxtuppföljning, Resultat från 1999–2016* (Bergquist et al. 2017) är plantering den vanligaste metoden för artificiell skogsföryngring. Under de senaste decennierna har mellan 140 000 och 180 000 hektar planterats varje år. År 2016 motsvarade det cirka 80 procent av den årliga föryngringsarealen, att jämföra med en andel på cirka 60 procent år 2000 (Bergquist et al. 2017).

Under de första åren efter föryngring föreligger vissa risker för att skogsplantorna kan ta skada (Witzell et al. 2017). Skaderisken kvarstår även längre fram efter planteringen och särskilt älg är en vanlig skadegörare då plantorna blivit högre. Skadegörare på skog kan delas in i två kategorier, abiotiska och biotiska. Abiotiska skador avser skador av icke levande ting, så som frost och torka. Biotiska skador avser skador av levande organismer till exempel betning av klövvilt, snytbagge eller svampangrepp.

## 1.2 Skogsplantproduktion i Sverige

Enligt Skogsstyrelsen odlades det år 2019 strax över 380 miljoner skogsplantor i Sverige. Av dessa var cirka 194 miljoner granplantor, och cirka 172 miljoner tallplantor (Skogsstyrelsen 2020). I huvudsak odlas två typer av plantor, täckrotsplantor och barrotsplantor. Därutöver finns även de mindre vanliga hybridplantorna och miniplantorna (Wennström et al. 2016).

Täckrotsplantor är den vanligast förekommande typen av planta och 2019 var 99 procent av tallplantorna och 77 procent av granplantorna av den här typen (Skogsstyrelsen 2020). De odlas i behållare och är oftast redo för plantering mellan ett och två år efter sådden. Fördelar med täckrotsplantor är en kortare tid för produktion, en längre planteringssäsong och en lägre kostnad (Wennström et al. 2016).

Barrotsplantor har ett blottlagt rotsystem och odlas på friland till skillnad mot täckrotsplantorna. Plantorna är oftast redo för plantering mellan två och fyra år efter sådden. På grund av den längre odlingstiden är plantorna större men också dyrare. Barrotsplantor är vanligare i södra Sverige. Dels på grund av att odlingen på friland sätter högre krav på klimatet, dels för att de bedöms klara sig bättre från konkurrerande vegetation och angrepp av snytbagge på grund av sin storlek (Wennström et al. 2016).



### 1.3 Viktiga skadegörare

Snytbagge (*Hylobius abietis*) beskrivs i en rapport av Witzell et al. (2017). Det är en skalbagge som är vanligast i Götaland och delar av Svealand, och minskar i antal längre norrut och längre inåt landet. Generationstiden är två år för en snytbagge i södra och mellersta Sverige. Däremot kan tiden variera och i de norra delarna av landet är generationstiden generellt längre.

Svärmningen inleds under försommaren vid gynnsamma klimatförhållanden med en temperatur på cirka +18°C och svaga vindar. Det är doften från färska stubbar som lockar till sig snytbaggarna. Väl där livnar sig skalbaggarna på färska vedrester innan de parar sig och lägger ägg i stubbarnas rotsystem. Larverna övervintrar i veden för att nästa sommar förpupa sig. När snytbaggarna kläcks kommer de fram under sensommaren för att tillgodogöra sig näring innan övervintring. Under den efterföljande våren vaknar snytbaggarna upp från sin övervintring och behöver näring innan de kan börja svärma (Witzell et al. 2017).

När snytbaggen är i behov av näring så löper nyplanterade skogsplantor risk att utsättas för skadegörande näringsgnag. Den nedersta delen av plantan är mest åtkomlig för snytbaggen och därför kan omfattande angrepp leda till att plantan ringbarkas och dör. Enligt uppskattningar gjorda vid Sveriges lantbruksuniversitet beräknas dessa skador kosta hundratals miljoner kronor varje år (Nordlander & Hellqvist 2010).

Skogsplantans naturliga försvar mot angrepp av den här typen består i att producera kåda som kan hindra snytbaggen från att äta av plantans bark. För att detta ska vara möjligt krävs en väletablerad och vital planta med ett välfungerande rotsystem. En annan viktig parameter för plantans överlevnad är dess storlek. En studie av Thorsen et al. (2001) visar att plantor med en större rothalsdiameter bättre står emot gnagskador än plantor med en mindre rothalsdiameter. Resultatet för studien var att ju större rothalsdiameter desto lägre risk för att snytbaggen ska kunna ringbarka plantan, vilket innebär att plantans ledningar för vatten- och näringstransport skärs av (Thorsen et al. 2001).

Vanligt förekommande metoder för att motverka skador av snytbagge beskrivs av Witzell et al. (2017) som hyggesvila, att avvakta med plantering tills snytbaggens generationstid är över; insekticider; beläggningsskydd som *Conniflex*; barriärskydd som *Multipro*. Även skogsskötselåtgärder som markberedning och skärmställning beskrivs som effektiva för att minska skadorna från snytbagge (Witzell et al. 2017). En annan metod som studerats av Danielsson et al. (2008) är användningen av miniplantor, som är märkbart mindre än konventionella plantor. I en studie av granplantor noterades vid en kontroll två år efter plantering, att endast 3,5 procent av miniplantorna var snytbaggeskadade. Detta kan jämföras med 55 procent skadeandel bland de konventionella plantorna (Danielsson et al. 2008).

Ett annat vanligt problem vid etablering av ny skog är klövviltets betning av toppskotten. De vanligaste skadegörarna på nyligen planterade skogsplantor är älg

(*Alces alces*) och rådjur (*Capreolus capreolus*). För älg bedöms risken för betning av en plantas toppskott vara som störst när plantan understiger två meters höjd och skottet är klenare än fyra mm i diameter. Motsvarande siffror för rådjur är cirka en meters höjd och en stamdiameter under tre mm. Båda djuren undviker för grova skott eftersom allt för stor del av skottet i så fall består av ved (Witzell et al. 2017). Viltbetning av toppskottet på en planta kan leda till förlorad tillväxt och en lägre kvalitet på den framtida stammen. Dessa kvalitetsnedsättningar består främst av sprötkvistar, dubbeltoppsbildning och krökar på stammen. I värsta fall kan upprepad betning av en skogsplanta leda till att plantan dör. Döda plantor bidrar till ett stort produktionsbortfall för ett framtida bestånd, i synnerhet om en förädlad planta försvinner till förmån för en naturligt förnygrad planta.

Vanliga metoder för att motverka betesskador på plantskog beskrivs av Witzell et al. (2017) och inkluderar hägn för att stänga ute viltet; repellenter som *Trico* och *Arbinol*; plantval, exempelvis verkar täckrotsplantor bli betade i större utsträckning än barrotsplantor (Witzell et al. 2017).

Andra vanligt förekommande skadegörare på plantor är olika sorkarter, främst är det åkersork (*Microtus agrestis*) som orsakar skador på plantor i skogsmark. (Witzell et al. 2017). Den är vanligt förekommande i hela Sverige och orsakar i huvudsak skador på tallplantor och lövplantor. Sorkbeståndet varierar oerhört mycket från år till år, och de största skadorna görs vintertid under ett toppår för sorkbeståndet (Witzell et al. 2017).

## 1.5 Skottbeskärning av plantor

En metod som används av skogsplantskolor i Nordamerika i stor utsträckning, men som normalt inte används i Sverige, är toppbeskärning av plantorna. Ett antal amerikanska studier har gjorts på området (Landis 2005, Duryea 1984, Duryea & Omi 1987, Duryea & Landis 1984). Vanliga nordamerikanska trädslag som toppbeskärs är loblollytall (*Pinus taeda*) (Duryea & Omi 1987) och douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) (Duryea 1984). Dessa trädslag är inhemska i sydöstra respektive nordvästra USA.

Landis (2005) lyfter fram ett antal skäl för att toppbeskära plantornas terminalskott, dessa är följande:

- Den reducerade plantlängden minskar plantans skottproduktion tillfälligt, vilket leder till att tillväxt på stam och rötter istället gynnas.
- Plantpartierna vid plantskolorna blir jämnare, vilket gör att färre plantor överskuggas och detta effektiviserar distributionskedjan genom att plantorna kan packas i mindre lådor tack vare de jämnare plantpartierna
- Rot-skott-kvoten för plantorna ökar, vilket ger en mindre planta med ett starkare rotsystem som lättare klarar att etablera sig
- Rothalsdiametern ökar

Enligt Landis (2005) leder det här till att etableringen i fält blir bättre vid plantering av loblollytall. Duryea (1984) skriver i boken *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings* att toppbeskärning kan leda till en högre överlevnadsgrad för loblollytall. Eftersom transpireringsytan för plantan minskat i förhållande till roten kan plantan bättre bevara fukt, vilket leder till en minskad etableringsstress. Dessutom verkar plantans rotsystem inte påverkas av toppbeskärningen (Duryea 1984).

En annan studie av Duryea & Omi (1987) utförd på douglasplantor visade att toppbeskurna plantor fortfarande var kortare än obehandlade plantor två år efter plantering. Däremot var de beskurna plantornas relativa tillväxt högre (Duryea & Omi 1987). Det bästa resultatet uppnåddes med plantor som bibehöll en större del av sin originalhöjd jämfört med plantor som beskurits i större grad (Duryea & Omi 1987).

Redan på 1980-talet fastslog enkätundersökningar bland plantskolor att över 90 procent av tallplantorna i sydöstra USA blev toppbeskurna, och att 92 procent av douglasplantorna i nordvästra USA blev toppbeskurna (Duryea & Landis 1984).

I Sverige har toppbeskärning i plantskolan aldrig använts i någon betydande grad. Dock bör de problem med skadegörare som finns vid etablering av ny skog göra metoden intressant för studier. Det finns tidigare exempel på studier som indikerat att ändrade fysiologiska egenskaper hos barrplantor kan resultera i till exempel färre angrepp från snytbagge (Fedderwitz et al. 2016; Puentes et al. 2018). Den

ökade rothalsdiametern bör exempelvis också göra plantan mer motståndskraftig mot snytbaggeangrepp (Thorsen et al. 2001). Även i Sverige skulle ytterligare en möjlighet att styra plantornas egenskaper på samma sätt som beskrivs av Landis (2005) kunna vara värdefullt för plantproducenterna. Hur våra inhemska trädslag, tall och gran reagerar på toppbeskärning är ännu inte känt och därför har en inledande flerårig studie påbörjats för att undersöka möjligheterna med metoden (Gräns et al. 2019).

Specifika undersökningar saknas angående effekter av toppklippning på tall- och granplantors gaffelbildning. För loblollytall föreligger låg risk för multipla toppskott (gaffelbildning) som en effekt av toppbeskärningen (Duryea 1984). För douglasgran var andelen plantor med gaffelbildning 38 procent vid planteringen, men andelen toppbeskurna plantor med gaffelbildning minskade under den andra säsongen efter plantering (Duryea & Omi 1987).

Planterad tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*) har dock i samband med helt andra frågeställningar studerats i fält vad gäller förekomst av dubbeltoppar av bland andra (Högberg 2019) och (Gusthalin 2017). Ingen av dessa studier har involverat plantor som blivit toppbeskurna. De kan ändå ge vissa indikationer på respektive trädslags tendenser till gaffelbildning.

Gusthalin (2017) studerade dubbeltoppsbildning på granplantor. Försök gjordes för att hitta ett samband mellan prolepsis och dubbeltoppsbildning. Prolepsis är när nya knoppanlag bryter ut sent under tillväxtsäsongen, och därmed försenar plantans invintring. Detta kan leda till att skottet tar skada av frost, varpå ett sidoskott tar över och växer sig minst lika långt som det ursprungliga toppskottet. På så sätt kan en planta få dubbla toppar. Resultatet gav inga säkerställda samband mellan prolepsis och förekomst av dubbeltopp. Andelen granplantor med dubbeltopp var i de olika försöken mellan 11 och 17 procent (Gusthalin 2017).

En studie på tallplantor genomfördes av Högberg (2019) och omfattade 23 försöksobjekt. Syftet var att inventera förekomsten av skador och kvalitetsnedsättningar hos både naturligt föryngrade och planterade plantor. Samtliga försöksobjekt inventerades under våren 2018, och 15 inventerades ytterligare en gång under hösten 2018. Vid vårinventeringen noterades att i genomsnitt 4,1 procent av plantorna hade dubbeltoppar, varav 4,6 procent för planterade plantor och 3,1 procent för naturligt föryngrade. De olika objekten varierade mellan 0 procent och 27,2 procent andel dubbeltoppar. Vid höstinventeringen noterades ett medel på 16,8 procent plantor med dubbeltopp, och en variation mellan 6 procent och 31,5 procent. Andelen planterade plantor med dubbeltopp var vid höstinventeringen 19,8 procent, för naturligt föryngrade var andelen 1,7 procent. Det gick inte att dra några säkra slutsatser kring orsakerna till dubbeltopparna men den torra sommaren 2018 lyftes fram som en möjlig förklaring till ökningen (Högberg 2019).

## 1.6 Syfte

Syftet med denna studie är att förstå vilken effekt toppbeskärning av tall- och granplantor har på skadefrekvens, tillväxt och överlevnad, samt vilken risk som föreligger för bildning av multipla toppskott (gaffelbildning) på plantorna.



## 2. Material och metoder

### 2.1 Fältstudie

Fältstudien genomfördes under hösten 2019 i ett försök etablerat på mark tillhörande Sveaskog. Försökslokalen låg vid Billsjön sydväst om Fagersta, nära gränsen mellan Västmanland och Dalarna. Objektet hade sluttaverkats i maj 2017 och markberetts med harv i november 2018. Därefter sattes 1-åriga toppklippta täckrotsplantor i maj 2019.

Försöket omfattade 400 granplantor av proveniens Saleby, odlade av Svenska Skogsplantor vid Stakhedens plantskola och 400 tallplantor av proveniens Lilla Istad, odlade av Svenska Skogsplantor vid Lugnets plantskola. Totalt ingick 10 block av vardera trädslaget. Varje block utgjordes av fyra rader med 10 plantor per rad som bildade respektive försöksled enligt följande: Obehandlade kontrollplantor (F1), plantor som beskurits till 75 % av partiets genomsnittliga ursprungshöjd (F2), plantor som beskurits till 50 % av partiets genomsnittliga ursprungshöjd (F3), samt plantor som beskurits till 25 % av partiets genomsnittliga ursprungshöjd (F4). Beskärningen utfördes i samband med inlagring i frys hösten 2018.

Plantering och inmätning genomfördes den 28:e maj 2019 och slutinventeringen den 12:e september samt den 9:e oktober 2019. Plantornas höjd mättes från marknivå till plantans topp och noterades i millimeter. Vid höstmätningen gjordes även en uppskattning av plantans vitalitet enligt en fyrgradig skala från 0 till 3, där 0 betydde att plantan var död; 1 att plantan var döende; 2 att plantans vitalitet var nedsatt; 3 att plantan var fullt vital.

Vid höstinventeringen gjordes även en bedömning av plantornas status för att se om plantan eventuellt tagit skada under växtsäsongen. Skadade plantor klassades efter typ av skadegörare, där 0 betydde att plantan var oskadd; 1 att plantan var skadad av snytbagge; 2 att plantan var skadad av torka; 3 att plantan var skadad betning; 4 att skadegöraren inte kunde identifieras.

Slutligen gjordes en klassificering av plantans gaffelbildning. Denna gjordes enligt en fyrgradig skala, där 1 betydde att plantan hade ett ensamt toppskott; 2 att plantan hade ett toppskott och ett undertryckt skott; 3 att plantan hade ett toppskott och två eller fler undertryckta skott; 4 att plantan hade två eller flera dominerande toppskott. För att räkna skott som undertryckta krävdes en vinkel om minst 45 grader från stammen. Vid ett lägre gradantal räknades skottet som ett sidoskott och påverkade därmed inte klassificeringen. Bilder på varje klass av gaffelbildning, för respektive trädslag finns i bilaga 1.

Resultaten från fältinventeringen noterades för att sedan kategoriseras och analyseras med hjälp av programmet MS Excel.

## 2.2 Statistiska analyser

För att testa olika hypoteser och dess statistiska säkerhet används olika metoder som beskrivs av exempelvis Stenhag (2017). En sådan metod är hypotesprövning. Syftet är att bevisa eller motbevisa de hypoteser som ställts upp i samband med den undersökning som genomförts. Med en hypotesprövning kan dock inte en hypotes bevisas till fullo, utan endast till 95 procent, 99 procent eller 99,9 procent.

För att ange hur säkert ett resultat är används måttet signifikansnivå, vilket beskriver i vilken utsträckning en korrekt uppställd hypotes är riktig. Exempelvis innebär en signifikansnivå på 1 procent att det är en procents sannolikhet att den uppställda hypotesen är felaktig. För den här studien användes signifikansnivåerna 5 procent, 1 procent och 0,1 procent. I de fall en hypotes förkastas på den första signifikansnivån, innebär det s.k. enstjärnig signifikans, på andra nivån tvåstjärnig signifikans och på tredje nivån trestjärnig signifikans. Då hypotesprövning används för att bevisa en hypotes strävar man således efter att nå en så hög signifikansnivå som möjligt, helst en trestjärnig signifikans. Hur säkert resultatet av en hypotesprövning är kan även uttryckas som:  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ , alternativt  $p < 0,001$  där ett lägre p-värde indikerar en högre signifikansnivå.

I MS Excel användes funktionen *Filtrera* för att sortera ut plantorna så att rätt grupp av plantor kunde jämföras mot varandra, detta exempelvis baserat på försöksled för typ av skadegörare, vitalitet, gaffelbildning och tillväxt i mm. När rätt grupper av plantor filtrerats fram användes formler för olika beräkningar. I Ekvation 1 visas den formel som användes för att göra hypotesprövningar kopplade till medeltillväxt. I Ekvation 2 visas den formel som användes för att göra hypotesprövningar kopplade till vitalitet, skadegörare och gaffelbildning.

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

**Ekvation 1.** Formel för hypotesprövning med två stickprov ( $n \geq 30$ ), angående  $\mu_1 - \mu_2$  (Se Stenhag, s. 180, 2017).

$$Z = \frac{P_1 - P_2 - (\pi_1 - \pi_2)}{\sqrt{P(1-P)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \text{ där } P = \frac{n_1 P_1 + n_2 P_2}{n_1 + n_2}$$

**Ekvation 2.** Formel för hypotesprövning med två oberoende sampel. Prövning av hypoteser med proportionstal, angående  $\pi_1 - \pi_2$  (Se Stenhag, s. 180, 2017).



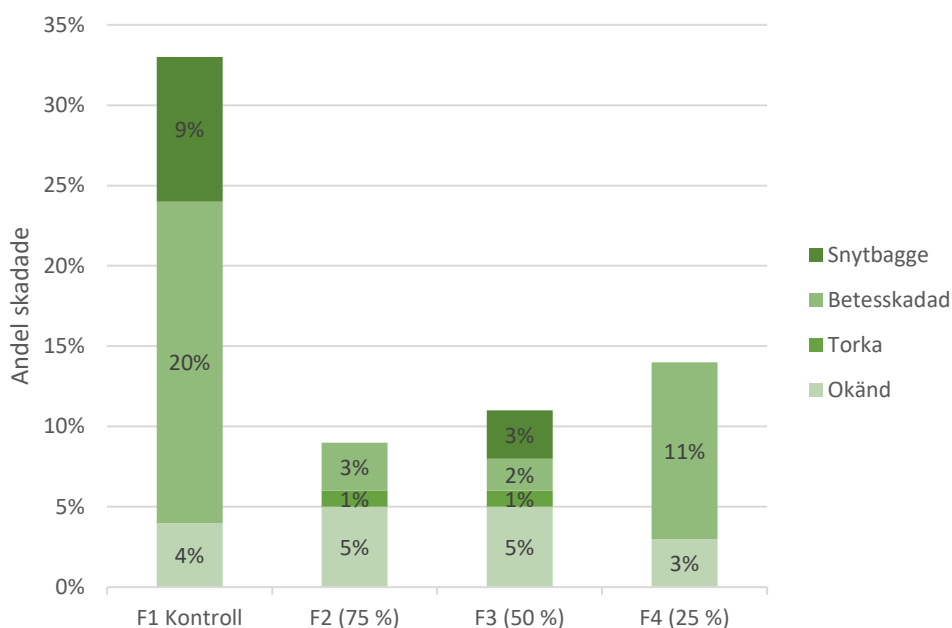
## 3. Resultat

Nedan redovisas resultaten för trädslagen gran och tall i två separata avsnitt. När ett försöksled nämns följer en förklaring inom parentes. Detta görs för att förtydliga om försökledet innehåller obehandlade kontrollplantor eller beskurna plantor. I det senare fallet anger en procentsats till vilken andel av den genomsnittliga ursprungshöjden för partiet plantorna blivit beskurna.

### 3.1 Gran

#### 3.1.1 Skadegörare

Andelen plantor som registrerats som skadade var klart störst för det obehandlade försöksledet (Figur 1). Total andel skadade plantor var där 33 procent, att jämföra med elva procent för beskurna plantor. Nio procent av plantorna som beskurits till 75 procent av dess ursprungslängd var skadade. Motsvarande siffra var elva procent i försöksled F3 (beskurna till 50 %), respektive 14 procent i försöksled F4 (25 %). För granplantorna kunde tre skadegörare identifieras. Dessa var snytbagge, betning samt torka. För resterande skador var orsaken okänd (Figur 1).

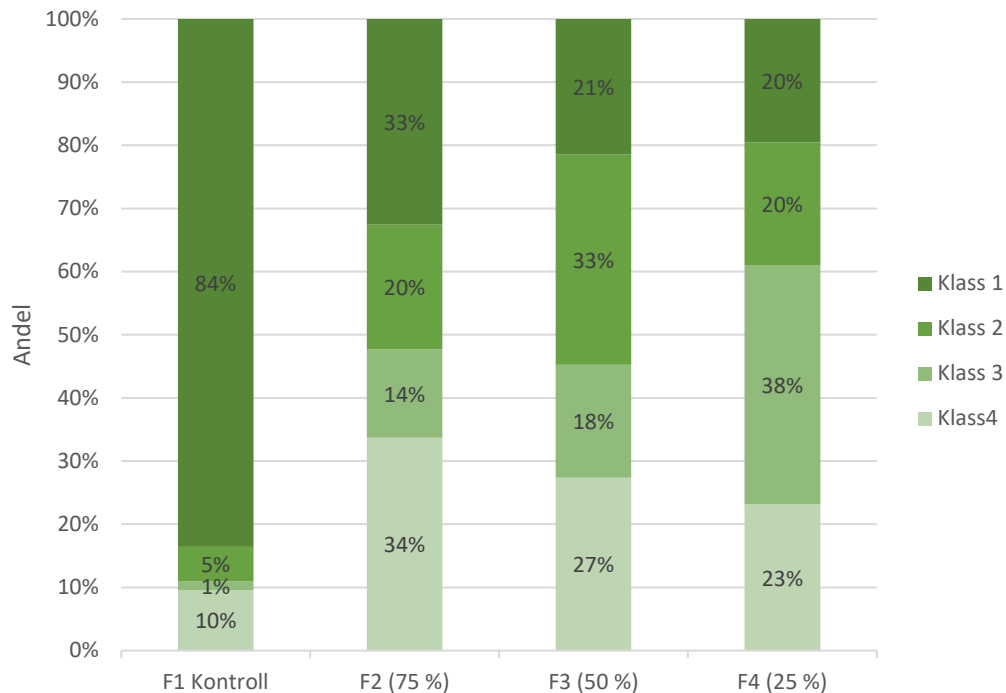


**Figur 1.** Total procentandel skadade granplantor samt fördelningen mellan olika skadegörare (snytbagge, betesskada, torka, skadegörare okänd) för respektive behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obeskurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). För samtliga försöksled n = 100.

En hypotesprövning visade att obehandlade granplantor löpte större risk att utsättas för skadegörare jämfört med behandlade plantor. Skillnaden var signifikant ( $p < 0,001$ ). Samma signifikansnivå uppnåddes även då de obehandlade plantorna jämfördes med försöksled F2 (75 %) och försöksled F3 (50 %). Dock uppnåddes endast tvåstjärnig signifikans när de obehandlade plantorna jämfördes med de plantor som beskurits till 25 procent av dess ursprungliga höjd, alltså löpte plantorna i försöksled F1 (kontroll) med 99 procent säkerhet större risk att utsättas för skadegörare än plantorna i försöksled F4 (25 %).

### 3.1.2 Gaffelbildning

Förekomsten av gaffelbildning var klart lägre bland de obesurna plantorna, 84 procent av dessa hade ingen gaffelbildning alls (Figur 2). Av de plantor som beskurits fanns flest plantor med ett dominerande toppskott i försöksled F2 (75%). Anmärkningsvärt var dock att samma försöksled också hade störst andel plantor med fler än ett dominerande toppskott jämfört med de övriga försöksleden innehållande besurna plantor (Figur 2).

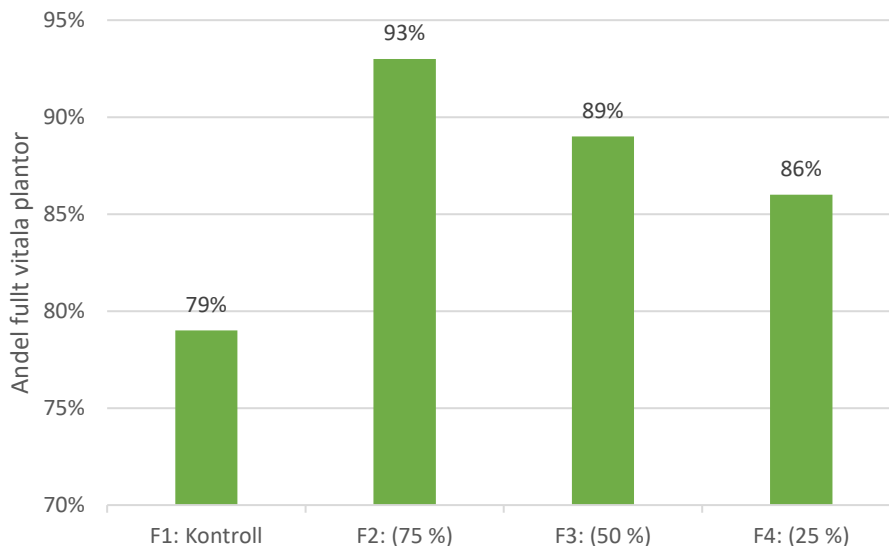


**Figur 2.** Andelen av olika klasser gällande gaffelbildning bland granplantor, fördelade efter behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obesurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). Staplarna visar andelen av respektive gaffelbildningsklass som anges enligt följande: Klass 1 = ett dominerande toppskott; Klass 2 = ett dominerande och ett undertryckt toppskott; Klass 3 = ett dominerande och fler än ett undertryckt toppskott; Klass 4 = fler än ett dominerande toppskott.  $n_{F1} = 73$ ,  $n_{F2} = 86$ ,  $n_{F3} = 84$ ,  $n_{F4} = 82$ .

Av plantorna som i F2 (75 %) hade 67 procent gaffelbildningstyp motsvarande Klass 2-Klass 4 och motsvarande siffra för F3 (50 %) var 79 procent. Dock var skillnaden mellan dessa två försöksled inte statistiskt signifikant. Motsvarande jämförelse för försöksled F2 (75 %) och F4 (25 %) visade inte på någon signifikant skillnad vad gällde förekomst av gaffelbildning. I försöksled F1 (kontroll) hade 16 procent gaffelbildningsklass 2–3 att jämföra med ett genomsnitt på 75 procent för de behandlade försöksleden och skillnaden var signifikant ( $p < 0,001$ ).

### 3.1.3 Vitalitet

Andelen plantor som klassats som fullt vitala var högre bland de beskurna plantorna jämfört med de icke beskurna. Bland de obehandlade plantorna var 79 procent fullt vitala. För de beskurna plantorna var 93 procent fullt vitala i försöksled F2 (75 %), 89 procent i försöksled F3 (50 %) och 86 procent i försöksled F4 (25 %) (Figur 3).



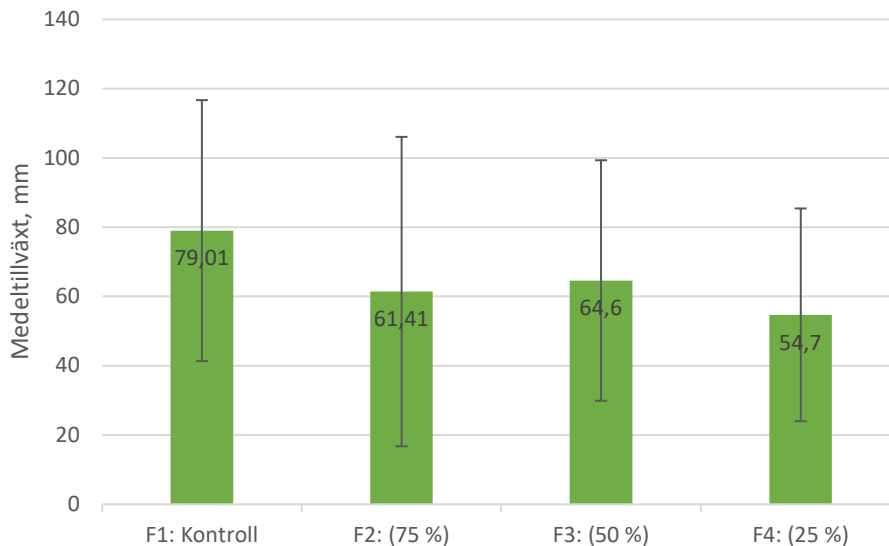
**Figur 3.** Andel fullt vitala granplantor fördelade efter behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obesurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). För samtliga försöksled n = 356.

Skillnaden mellan kontrollplantorna och de beskurna plantorna var signifikant ( $p < 0,001$ ). Samma signifikansnivå uppnåddes i en jämförelse mellan F1 (kontroll) och endast F2 (75 %). Vid jämförelser mellan F1 och F3 (50 %), samt F1 och F4 (25 %) uppnåddes enstjärnig signifikansnivå ( $p < 0,05$ ).

Det gick ej att säkerställa någon signifikant skillnad i vitalitet mellan försöksled F2 (75 %) och försöksled F3 (25 %). Motsvarande jämförelse för försöksled F2 (75 %) och F4 (25 %) visade heller inte på någon signifikant skillnad mellan dessa behandlingar gällande andelen vitala plantor.

### 3.1.4 Tillväxt

De obesurna plantorna hade högre medeltillväxt än de beskurna plantorna. För försöksled F1 (kontroll) uppmättes en medeltillväxt på 79,01 mm. Medan plantor toppbeskurna till 50 % av ursprungshöjd var det bäst presterande försöksledet bland de beskurna plantorna och hade en medeltillväxt på 64,6 mm (Figur 4).



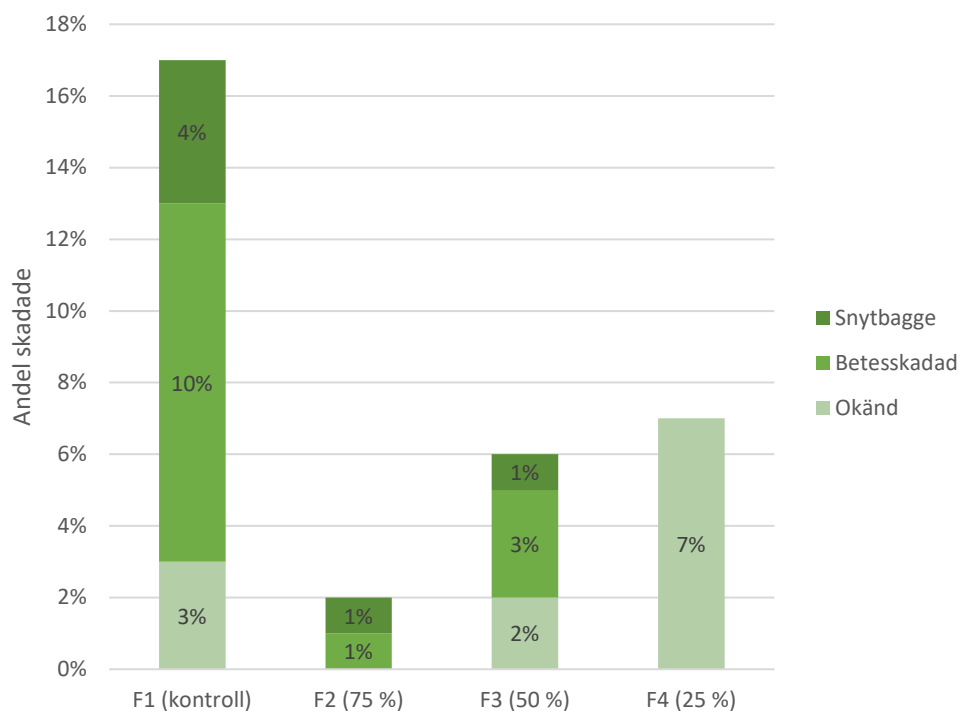
**Figur 4.** Medeltillväxt (mm), och standardavvikelse (mm) för granplantorna fördelade efter behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obesurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). Standardavvikelse för respektive försöksled: F1: 37,6761; F2: 44,6622; F3: 34,7196; F4: 30,7052.  $n_{F1} = 73$ ,  $n_{F2} = 86$ ,  $n_{F3} = 84$ ,  $n_{F4} = 82$ .

Då medeltillväxten för försöksled F1 (kontroll) jämfördes med försöksled F2 konstaterades en signifikant skillnad ( $p < 0,001$ ). Vidare hade plantorna i försöksled F2 (75 %) en medeltillväxt på 61,41 mm att jämföra med försöksled F3 (50 %) där medeltillväxt var 64,6 mm. Skillnaden var dock inte signifikant.

## 3.2 Tall

### 3.2.1 Skadegörare

Andelen plantor som registrerats som skadade var högst för kontrollplantorna (F1 kontroll) på 17 procent, att jämföra med 5 procent för de beskurna plantorna (Figur 5). Skadeandelen för de beskurna försöksleden var 2 procent för F2 (75 %); 6 procent för F3 (50 %); 7 procent för F4 (25 %). För tallplantorna kunde två skadegörare identifieras och dessa var snytbagge och betning. Resterande skador kategoriserades som att de orsakats av okända skadegörare. Av försöksleden hade F1 (obehandlade) störst andel betesskadade plantor (10 procent) och snytbaggesskadade plantor (4 procent). Däremot hade F4 (25 %) drabbats av den största andelen okända skadegörare (Figur 5).



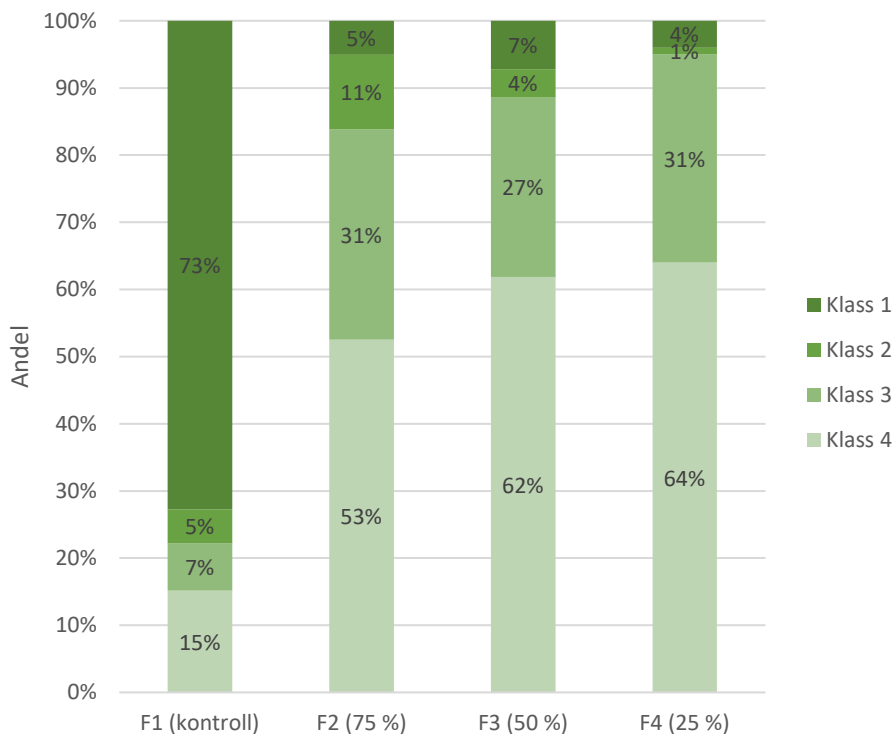
**Figur 5.** Total procentandel skadade tallplantor samt fördelningen mellan olika skadegörare (snytbagge, betesskada, torra, skadegörare okänd) för respektive behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obesurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). För samtliga försöksled  $n = 100$ .

En hypotesprövning visade att obehandlade plantor löpte större risk att utsättas för skadegörare. Skillnaden i andelen skadade plantor som inte blivit behandlade, jämfört med behandlade plantor var signifikant ( $p < 0,01$ ).

Vid jämförelser mellan F1 (kontroll) och F2 (75 %) nåddes en trestjärnig signifikansnivå ( $p < 0,001$ ) vilket innebar att de obehandlade plantorna med 99,9 procent säkerhet löpte större risk att drabbas av skador, än plantorna som beskurits till 75 procent höjd. För jämförelser mellan F1 (kontroll) och F3 (50 %), samt F1 och F4 (25 %), nåddes en enstjärnig signifikansnivå ( $p < 0,05$ ), vilket innebar att de obehandlade plantorna med 95 procent säkerhet löpte större risk att utsättas för skador än de plantor som beskurits till 50 procent höjd och 25 procent höjd.

### 3.2.2 Gaffelbildning

Förekomsten av plantor med gaffelbildning var betydligt lägre i F1 (kontroll) än i de behandlade försöksleden (Figur 6). Bland kontrollplantorna visade 73 procent ingen gaffelbildning, jämfört med ett genomsnitt på endast fem procent bland de beskurna plantorna. De behandlade plantor som visade störst andel utan gaffelbildning var de i F3 (50 %) med sju procent plantor utan gaffelbildning. För F2 (75 %) och F4 (25 %) var andelen fem procent respektive fyra procent (Figur 6).



**Figur 6.** Andelen av olika klasser gällande gaffelbildning bland tallplantor, fördelade efter behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obeskurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). Staplarna visar andelen av respektive gaffelbildningsklass som anges enligt följande: Klass 1 = ett dominerande toppskott; Klass 2 = ett dominerande och ett undertryckt toppskott; Klass 3 = ett dominerande och fler än ett undertryckt toppskott; Klass 4 = fler än ett dominerande toppskott.  $n_{F1} = 99$ ,  $n_{F2} = 99$ ,  $n_{F3} = 97$ ,  $n_{F4} = 100$ .

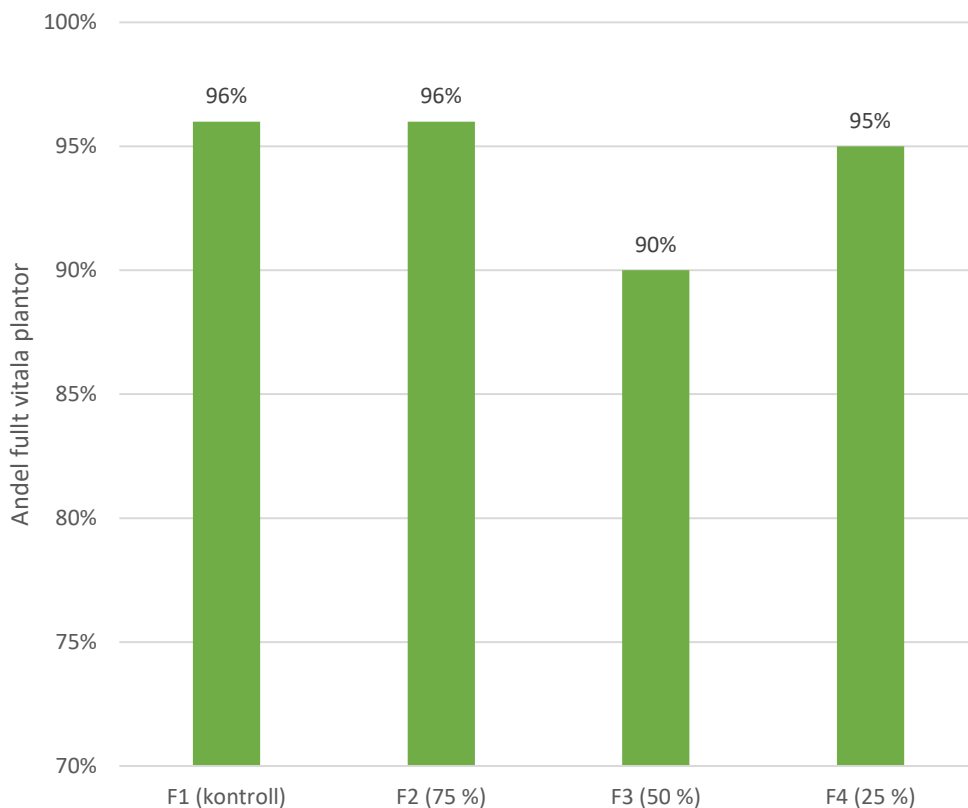
I en hypotesprövning nåddes en trestjärnig signifikansnivå ( $p < 0,001$ ) vilket innebar att kontrollplantorna med 99,9 procent säkerhet löpte lägre risk för gaffelbildning jämfört med de behandlade plantorna.

De behandlade plantorna i F3 (50 %) hade en något högre andel plantor utan gaffelbildning jämfört med plantorna i F2 (75 %) och F4 (25 %). Den skillnaden var dock inte statistiskt signifikant.



### 3.2.3 Vitalitet

Andelen plantor som klassats som fullt vitala var 96 procent för de icke beskurna plantorna, att jämföra med ett genomsnitt på 94 procent för de behandlade plantorna. Försöksleden F2 (75 %), F3 (50 %) och F4 (25 %) hade var för sig 96 procent, 90 procent respektive 95 procent fullt vitala plantor (Figur 7).

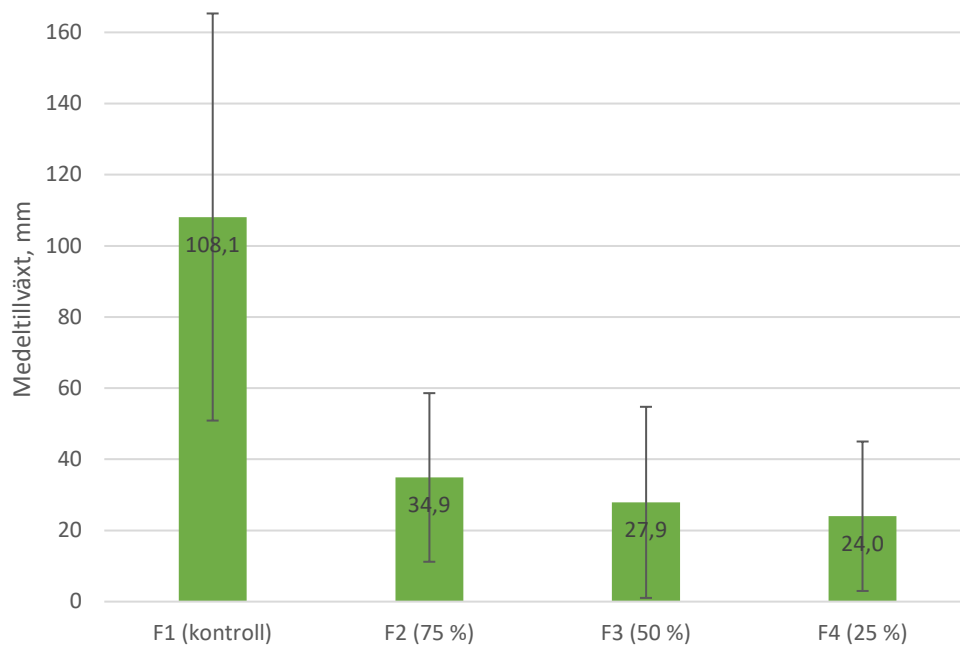


**Figur 7.** Andel fullt vitala tallplantor fördelade efter behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obesurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). För samtliga försöksled n = 377.

Efter hypotesprövning gick det ej att dra några statistiskt säkerställda slutsatser kring skillnaden i vitalitet mellan behandlade och obehandlade tallplantor. De behandlade plantorna i F3 (50 %) höll en lägre andel fullt vitala plantor jämfört med F2 (75 %) och F4 (25 %) men den skillnaden var inte heller statistiskt signifikant.

### 3.2.4 Tillväxt

Medeltillväxten för kontrollplantorna var klart högre än för de behandlade plantorna, där tillväxten sjönk med en högre grad av beskärning (Figur 8). Försöksled F1 (kontroll) hade en medeltillväxt på 108,1 mm medan det behandlade försöksled som hade högst medeltillväxt var F2 (75 %) med 34,9 mm. För F3 (50 %) och F4 (25 %) var medeltillväxten 27,9 mm respektive 24 mm (Figur 8).



**Figur 8.** Medeltillväxt (mm), och standardavvikelse (mm) för tallplantorna fördelade efter behandling (försöksled). De behandlingar som ingick var obeskurna kontrollplantor (F1 kontroll), toppbeskuren till 75 % av ursprungshöjd (F2 (75 %)), toppbeskuren till 50 % av ursprungshöjd (F3 (50%)) och toppbeskuren till 25 % av ursprungshöjd (F4 (25 %)). Standardavvikelse för respektive försöksled: F1: 57,2113; F2: 23,6982; F3: 26,8568; F4: 21,0024.  $n_{F1} = 96$ ,  $n_{F2} = 96$ ,  $n_{F3} = 90$ ,  $n_{F4} = 95$ .

I en hypotesprövning nåddes en trestjärnig signifikansnivå ( $p < 0,001$ ) vilket innebar att kontrollplantorna med 99,9 procent säkerhet hade en högre tillväxt än de behandlade plantorna, trots en större avvikelse i medeltillväxt inom försöksledet.

## 4. Diskussion

### 4.1 Tolkning och tillämpning av resultat

Något som stod klart efter studien var att gran och tall på flera sätt reagerat olika på toppbeskärningen under den första tillväxtsåongen i fält.

För den totala skadefrekvensen följde båda trädslagen ett liknande mönster, dock registrerades en betydligt större andel av granplantorna som skadade (Figur 1). Hos båda trädslagen var det obehandlade försöksledet F1 hårdast utsatt av skador totalt sett. Skadefrekvensen minskade sedan drastiskt för F2 (75 %) och ökade sedan försiktigt för F3 (50 %) och F4 (25 %) (Figur 1 och Figur 5). För både gran och tall var skillnaden mellan obehandlade och behandlade plantor statistiskt signifikant, ( $p < 0,001$ ) för gran och för tall ( $p < 0,01$ ). Bland granplantorna var F1 (kontroll) det försöksled som var hårdast utsatt för snytbagge och betning. Däremot hade både F2 (75 %) och F3 (50 %) en något högre andel plantor med en okänd skadegörare (Figur 1). Även för tallplantorna var F1 (kontroll) det försöksled som var hårdast utsatt för snytbagge och betning, men F4 (25 %) hade en högre andel plantor med okänd skadegörare än alla de andra försöksleden (Figur 5).

Detta skulle kunna tala för att toppskottsbeskärning i plantskolan är ett bra motmedel för att minska skador på skogsplantor under den första sommaren efter plantering. Däremot blev skillnaden i total skadefrekvens både för gran och tall mindre mellan kontrollplantorna och de beskurna plantorna om inte betesskadorna räknades in. Om det talar för att plantor som blivit beskurna redan kan anses vara ”betade” så blir det svårare att påvisa ett högre motstånd mot skador efter toppbeskärning. Det resultat som uppnåddes inom ramarna för studien var dock att plantor som beskurits till 75 procent av dess ursprungslängd visade minst andel skador, detta gällde för både gran och tall.

Något som lyfts fram i studier på konventionella skogsplantor är att så kallade miniplantor löper en mindre risk att dödas av snytbaggegnag (Danielsson et al. 2008). För båda trädslagen i studien gällde att F4 (25 %), som innehöll de minsta plantorna, inte hade några noterade snytbaggeskador. Dock noterades överlag få snytbaggeskador för hela försöket, vilket gör resultatet osäkert. Värt att poängtera är att för tallplantorna i F4 (25 %) är samtliga skadegörare noterade som okända.

Plantor som toppbeskurits fick i högre utsträckning en gaffelbildning jämfört med icke beskurna plantor (Figur 2 och Figur 6). För både tall och gran var skillnaden statistiskt signifikant ( $p < 0,001$ ) mellan obehandlade och behandlade plantor. För gran var andelen gaffelbildande plantor i försöksled F1 (kontroll) 16,5 procent, (Figur 2) vilket låg nära den högre delen av spannet som kunde noteras i Gusthalins (2017) studie gällande förekomst av dubbeltopp på gran i södra Sverige. För tall var motsvarande andel 27 procent (Figur 6). Även det var högt i jämförelse med Högbergs (2019) studie av onormal skottbildning av tallplantor, men i den studien påträffades enstaka objekt med samma grad av

dubbeltoppsbildning. Viktigt är att de definitioner som används i båda dessa studier inte helt överensstämmer med de vi använt, men vissa likheter går ändå att finna i resultaten. Nämnas bör att Gusthalins (2017) och Högbergs (2019) studier genomfördes i Götaland samt med helt andra syften och frågeställningar. För gaffelbildningen så var det väntat att de behandlade plantorna skulle uppvisa en högre grad av gaffelbildning än de obehandlade, även om den exakta andelen var svår att förutspå.

Jämförelser mellan de behandlade försöksleden visade däremot inte någon signifikant skillnad i andelen plantor med gaffelbildning varken för gran eller tall. Det gick därför inte att dra några slutsatser kring vilken beskärningsgrad som var ”bäst” ur den aspekten. Vid den amerikanska studien av Duryea & Omi (1987) noterades att andelen plantor med gaffelbildning minskade under den andra tillväxtsåongen efter plantering. Det bör därför vara av intresse att återkomma till det här fältförsöket, för att i samma försök över en längre tid kunna undersöka utvecklingen av detta även hos våra svenska trädslag.

Gällande vitaliteten hos plantorna skiljde sig resultaten åt för gran och tall (Figur 3 och Figur 7). För gran märkes en betydelsefull skillnad i vitaliteten mellan obehandlade och behandlade plantor och skillnaden var som störst i jämförelse mellan försöksled F1 (Kontroll) och F2 (75 %) (Figur 3). Andelen plantor som vid höstinventeringen var fullt vitala var högst bland de som beskurits till 75 procent och alltså även högre än för de plantor som inte blivit beskurna. För tall gick det ej att dra några slutsatser kring huruvida beskärningen påverkat plantans vitalitet, då andelen fullt vitala plantor var i stort sett densamma för samtliga försöksled (Figur 7). Exakt vad detta berodde på var svårt att fastställa. Det kan vara så att förutsättningarna vad gäller väder och ståndort helt enkelt var gynnsamma för tallplantorna, eller att vitaliteten överskattades vid inventeringen. Framtida studier bör genomföras på en större variation av ståndorter, samt under flera år för att kompensera för vädrets variationer. På så sätt kan det lättare gå att fastställa om beskärning av toppskott kan ha en påverkan på tallplantors vitalitet.

Plantornas tillväxt påverkades negativt av beskärningen (Figur 4 och Figur 8). För både tall och gran var skillnaden i tillväxt statistiskt signifikant ( $p < 0,001$ ). Däremot var effekten för tall mer dramatisk än för gran (Figur 8). En orsak till den betydande minskningen kan vara att behandlingen påminner om betning, och att produktionsbortfallet (i synnerhet för tall) kan motsvara det som uppstår efter betning. I studien ingick dock inte några jämförelser i produktionsbortfall mellan betade och beskurna plantor. Därför går det ej att dra några slutsatser kring detta. Något som vore av intresse att utreda vid framtida studier är om boniteten påverkar resultaten. Om det går att fastställa att beskurna plantor presterar som bäst vid vissa förhållanden skulle på så sätt användandet av behandlingen kunna optimeras.

I den här studien fick vi inget svar på vilken beskärningsgrad som var den mest optimala för att nå de mest önskvärda resultaten. För flera av de parametrar vi registrerade så var skillnaderna mellan beskärningsgraderna inte signifikanta. För att rationellt kunna utföra beskärning på en plantskola, bör beslut fattas kring hur

mycket av plantan som ska skäras bort. Om vi inte lyckats träffa det resultatet med vår studie bör fler studier med ett större underlag genomföras. På så sätt kan den beskärningsgraden med flest kvaliteter börja användas i praktiken. Troligen kommer dock inte plantor som blivit beskurna till 25 procent av sin ursprungshöjd bli aktuella för detta. Även plantor från olika partier som toppbeskurits vid olika tidpunkter före respektive efter inlagring bör jämföras i framtida försök.

## 4.2 Svagheter och styrkor

Studien genomfördes parallellt med flera andra liknande fältförsök med toppklippta plantor som ingick i ett större forskningsuppdrag och de metoder vi tillämpat för inventering och bearbetning är väl beprövade. Det finns dock vissa saker som bör hållas i åtanke vid en studie av det här slaget.

Att jämföra höjden på plantor som suttit på en föryngringsyta över en tillväxtsång kan ibland leda till svårigheter. Vatten och jordmaterialets förflyttningar kan i vissa fel leda till rent motsägelsefulla resultat för höjdtillväxten. Exempelvis hade ett fåtal, tillsynes oskadade, plantor en negativ tillväxt. Det är också svårt att mäta vid exakt samma punkt vid båda inventeringstillfällena. Av dessa anledningar kan kvaliteten på inmätningensdata påverkas. Vi bedömer dock att det felet är försumbart och inte bör ha påverkat resultatet mer än marginellt.

En annan svårighet när inmätningar görs i fält är att parametrar som bedöms okulärt, exempelvis vitalitet och skadegörare, kan variera en del beroende på vem som sköter mätningen. Det kan leda till att vissa egenskaper konsekvent över- eller undervärderas, eller att rena felbedömningar görs. Om vi tar vitaliteten hos tallplantorna som exempel så uppvisar samtliga försöksled en hög andel fullt vitala plantor. Om det berodde på ett fel i vår bedömning av vitaliteten, eller att ståndorten helt enkelt var mer gynnsam för tallplantor går inte att besvara med säkerhet. Därför kunde vi heller inte dra några mer långtgående slutsatser kring beskärningens påverkan på tallplantornas vitalitet. För F4 (25%) bland tallplantorna upplevdes svårigheter att identifiera skadegöraren, på grund av plantornas storlek. Därför bör inga närmre slutsatser dras kring om plantorna eventuellt blev mer motståndskraftiga mot någon specifik skadegörare, vid den beskärningsgraden. Exempelvis snytbaggetrycket var också generellt lågt på den aktuella lokalen vilket ledde till att antalet observationer för vissa kategorier av skador blev lågt för alla försöksled, vilket minskade möjligheten att fånga upp eventuella skillnader mellan behandlingar.

Eftersom ämnet vid studiens genomförande var nytt för Sverige så fanns det få tidigare studier att referera till. Den huvudsakliga litteraturen var nordamerikansk och därför blev den ibland svår att applicera på svenska förhållanden. Det är därför svårt att jämföra resultaten i dessa studier med de som vi kommit fram till. Trädslagen, klimatet, ståndorterna, viltstammar och skadeinsekter skiljer sig från våra svenska förutsättningar och därför bör resultaten variera. Förhoppningsvis kommer det i framtiden att genomföras fler svenska studier som antingen bekräftar, förändrar eller förtydligar de resultat som vi kommit fram till. Som tidigare nämnts så bör framtida studier utföras under flera år, för att kompensera för de variationer som vädret kan uppvisa.

En ytterligare aspekt som inte fångades upp av studien var om olika betande djur påverkades i olika grad av beskärningen. Samtliga plantor som bedömdes ha blivit betade klassades som betesskadade, men någon närmre bedömning av vilket djur

som orsakade skadan gjordes inte. Därför kan det vara intressant att i framtiden undersöka om beskurna plantor blir mer eller mindre utsatta för betning av exempelvis klövvilt, gnagare eller fågel.

Slutligen bör nämnas att den här studien inte tog någon hänsyn till den ekonomiska aspekten. Att genomföra ett extra ingrepp bör leda till att kostnaden för plantskolorna ökar, vilket i sin tur påverkar skogsvårdskostnaden. Däremot poängterade Landis (2005) att jämnare plantpartier blev lättare att hantera, och överskuggningen och därmed produktionsbortfallet även minskade vid beskärning. Att väga den extra kostnaden mot dessa potentiella vinster bör vara av intresse för framtida studier, men det är inget som behandlats här.

## 4.3 Slutsatser

Några slutsatser som kunde dras av studien:

- Skadefrekvensen minskade hos plantor som blivit toppbeskurna. Det gällde för både gran- och tallplantor.
- Frekvensen av gaffelbildning ökade hos plantor som blivit toppbeskurna. Även detta gällde både gran- och tallplantor.
- Vitaliteten var efter en säsong i fält högre för granplantor som blivit toppbeskurna jämfört med obehandlade plantor. För tallplantor var vid samma tidpunkt vitaliteten densamma för alla behandlingar.
- Tillväxten under en säsong blev lägre hos plantor som blivit toppbeskurna. Detta gällde för både gran- och tallplantor, men tillväxtminskningen var tydligare för tallplantor.



## Referenser

Albrektsson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012). Skogsskötselns grunder och samband. Skogsskötselserien, kapitel 1. 2.uppl. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-1-skogsskotselns-grunder-och-samband.pdf> [2020-01-19]

Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. (2017). Skogsstyrelsen återväxtuppföljning, Resultat från 1999 – 2016. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/publikationer/2017/rapport-atervaxtuppfoljning-170509.pdf> [2020-04-24]

Danielsson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B., Borg-Karlsson, A-K. (2008). Mini seedlings of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol 23 (4), ss. 299–306

Duryea, M. (1984). Nursery Cultural Practices: Impact on Seedling Quality. I: Duryea, M. & Landis, T. (red.), *Forestry Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Haag: Springer, ss. 143–164.

Duryea, M. & Landis, T. (1984). Development of the Forest Nursery Manual: A Synthesis of Current Practices and Research. I: Duryea, M. & Landis, T. (red.), *Forestry Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Haag: Springer, ss. 3 – 5.

Duryea, M & Omi, S. (1987). Top pruning Douglas-fir seedlings: morphology, physiology, and field performance. *Canadian Journal of Forest Research*, vol 17 (11), ss. 1371–1378.

Fedderwitz, F., Nordlander, G., Ninkovic, V., Björklund, N. (2016). Effects of jasmonate-induced resistance in conifer plants on the feeding behaviour of a bark-chewing insect, *Hylobius abietis*. *Journal of Pest Science*, vol 89, ss. 97–105

Gräns, D., Lindström, A., Wallin, E. (2019). *Toppbeskärning av skogsplantor för förbättrad överlevnad och tillväxt i fält – fältresultat år 1*. Högskolan Dalarna, Akademin Industri och Samhälle, Plantproduktion/Skogsetablering. Stencil nr 84 • 2019.

Gusthalin, M. (2017). *Förekomst av dubbeltopp i två odlingsmaterial av gran i södra Sverige*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap (Examensarbete 2017: 281).

Högberg, K-A. (2019). *Projekt ”onormal skottbildning hos tallplantor”*. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport 1015–2019) Tillgänglig:

[https://www.skogforsk.se/cd\\_20190424105505/contentassets/0596e40815144434b3c7ce235fc901d7/arbetsrapport-1015-2019.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20190424105505/contentassets/0596e40815144434b3c7ce235fc901d7/arbetsrapport-1015-2019.pdf) [2020-05-03]

Landis, T. (2005). Top Pruning. I: Dumroese, R., Landis, T., Watson, R, Forest Nursery Notes, R6-CP-TP-06-2005. Portland, USA: USDA Forest Service, ss. 13–16.

Nordlander, G. & Hellqvist, C. (2010). Övervakning av snytbaggeskador i södra Sverige 2010. Uppsala: SLU, Institutionen för ekologi. Tillgänglig: [http://snytbagge.slu.se/attachment/Rapport\\_SKS\\_snytbaggeovervakning\\_2010.pdf](http://snytbagge.slu.se/attachment/Rapport_SKS_snytbaggeovervakning_2010.pdf) [2020-01-22]

Puentes A., Högberg K-A., Björklund N., Nordlander G. (2018). Novel Avenues for Plant Protection: Plant Propagation by Somatic Embryogenesis Enhances Resistance to Insect Feeding. *Frontiers of Plant Science*. Vol 9 (1553)

SFS 1979:429. Skogsvårdslag. Stockholm: Näringsdepartementet

Skogsindustrierna (2019). Fakta & Nyckeltal. Tillgänglig:

<https://www.skogsindustrierna.se/skogsindustrin/skogsindustrin-i-korthet/fakta--nyckeltal/> [2020-01-21]

Skogsstyrelsen (2020). *Levererade skogsplantor 2019*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Sveriges officiella statistik JO0313 SM 2001)

Stenhag, S. (2017). *Åt skogen med statistik*. Skinnskatteberg: Sveriges lantbruksuniversitet Skogsmästarskolan

Thorsen, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. (2001). Influence of Stem Diameter on the Survival and Growth of Containerized Norway Spruce Seedlings Attacked by Pine Weevils (*Hylobius* spp.). *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol 16 (1), ss. 54-46.

Witzell, J., Berglund, M., Bergquist, J., Bernhold, A., Björklund, N., Granström, A., Gunulf Åberg, A., Hansson, L., Hansson, P., Hellqvist, C., Lindelöw, Å., Långström, B., Nordlander, G., Petersson, M., Rönnberg, J. & Wallertz, K. (2017). Skador på skog, del 1. Skogsskötselserien, kapitel 12. 2.uppl. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skador-pa-skog---del-1---slutversion---8-maj-2017.pdf> [2020-01-20]

Wennström, U., Hjelm, K., Lindström, A. & Stattin, E. (2016). Produktion av frö och plantor. Skogsskötselserien, kapitel 2. 2 uppl. Tillgänglig:

<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-2-produktion-av-fro-och-plant.pdf> [2020-05-12]

# Bilaga

Nedan redovisas bildexempel på de olika gaffelbildningsklasserna för respektive trädslag.

## Gran



Granplanta i gaffelbildningsklass 1, med ett enskilt toppskott. Foto: Henrik Sjöo.



Granplanta i gaffelbildningsklass 2, med ett dominerande och ett undertryckt toppskott.  
Foto: Henrik Sjöo.



Granplanta i gaffelbildningsklass 3, med ett dominerande och minst två undertryckta toppskott. Foto: Henrik Sjöo



Granplanta i gaffelbildningsklass 4, med två eller flera dominerande toppskott. Foto: Henrik Sjöo.

## Tall



Tallplanta i gaffelbildningsklass 1, med ett enskilt toppskott. Foto: Oskar Garli.



Tallplanta i gaffelbildningsklass 2, med ett dominerande och ett undertryckt toppskott.  
Foto: Oskar Garli.



Tallplanta i gaffelbildningsklass 3, med ett dominerande och minst två undertryckta toppskott. Foto: Oskar Garli.





Tallplanta i gaffelbildningsklass 4, med två eller flera dominerande toppskott. Foto: Oskar Garli.