



**Kandidatarbeten  
i skogsvetenskap**  
Fakulteten för skogsvetenskap

**2016:4**

**En studie över olika låggallringars effekt på övre höjd  
på granbestånd i södra Sverige**

*A study comparing different thinning's from below effects on top height  
on spruce stands in southern Sweden*



Foto: SLU

**Jakob Aspgrén & Erik Sundström**

---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs:EX0592 Nivå:G2E

Handledare: Lars Lundqvist, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel  
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

Umeå 2016



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Erik Sundström & Jakob Aspögren
Titel, Sv	En studie över olika låggallringars effekt på övre höjd på granbestånd i södra Sverige
Titel, Eng	A study comparing different thinning's from below effects on top height on spruce stands in southern Sweden
Nyckelord/ Keywords	<i>Picea abies</i> , höjdtutveckling, gallringsstyrka, sen förstagallring, ogallrade bestånd <i>Picea abies</i> , top height development, thinning intensity, late first thinning, stands without thinning
Handledare/Supervisor	Lars Lundqvist Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2016

# FÖRORD

Detta är ett kandidatarbete på 15 högskolepoäng inom skogsvetenskap som skrevs i Umeå under våren 2016. Vi vill tacka vår handledare Docent Lars Lundqvist för vägledning under arbetets gång samt forskarassistent Anders Muszta för hjälp med de statistiska analyserna.

## SAMMANFATTNING

Idag gallras majoriteten av Sveriges skogsmarksareal med olika gallringsprogram. I denna studie jämfördes tre olika låggallringar (med varierande antal gallringar, gallringstyrkor och tidpunkt för gallring) med ogallrade bestånds påverkan på övre höjdtveckling i granbestånd i södra Sverige. Statistiska analyser av beståndsdata från SLU:s långtidsförsök (GG-försöken) genomfördes. Resultatet visade att en försenad första gallring gav en svag signifikant negativ påverkan på övre höjd. Övriga gallringsprogram hade ingen signifikant inverkan på beståndens höjdtillväxt.

Tidigare studier inom området på både gran och andra typer av trädslag visar på liknande resultat vad gäller gallringsstyrkor. En negativ påverkan på höjdtvecklingen vid en sen gallring kan förklaras med trädens behov att utveckla stam och rötter vid en friställning varav tillväxt på höjden inte prioriteras.

Nyckelord: picea abies, höjdtveckling, gallringsstyrka, sen förstagallring, ogallrade bestånd

## SUMMARY

Today is the majority of the Swedish forestland are thinned with different thinning programs. This study compares three different thinning's from below (with varying numbers of thinning's and thinning intensity, stand age of first thinning) and stands without thinning effects on top height development on spruce stands in southern Sweden. Statistical analysis was made on stand data from SLU: s long time trials (GG-trials). The result indicated that late first thinning had a mild significant negative effect on top height compared to other thinning programs. Other thinning's from below and stands without thinning showed no significant effect on top height.

The result is supported to some extent with earlier studies in this field. Earlier surveys that explain why late first thinning's have lower height development than stands without thinning cannot be found. The negative effect on height development from a late first thinning can be explained by the trees need to develop stem and roots after a thinning.

*Keywords: picea abies, top height development, thinning intensity, late first thinning, stands without thinning*

## INLEDNING

Stora delar av Sveriges skogar genomgår en eller flera uttag, sk. gallringar under en omloppstid. Orsaker till gallring kan vara många; bland annat inkomstmöjlighet mellan omloppsperioder, minska självgallring i beståndet, prioritera önskvärda trädslag, öppna upp landskapet, ge bättre möjligheter till jakt eller ökade förutsättningar för önskad fauna och flora (Agestam 2015).

Antalet gallringar styrs av omloppstid, trädslag, ägarens mål och markens bördighet (Agestam 2015). Bördiga marker i södra Sverige gallras i regel flera gånger medan svagare marker i norra Sverige gallras oftast en gång. Den första gallringen hos gran sker normalt vid 12–15 meters övre höjd med stora variationer som medför för- och nackdelar. En senarelagd första gallring kan bland annat ge högre nettointäkt än en tidig första gallring och är därför vanligt förekommande. Nackdelen är att en senarelagda första gallring medför nackdelar som ökad självgallring, snöbrott och reducerad dimensionsutveckling på enskilda träd.

Det finns olika metoder att tillgå vid en gallring som beskriver de träd som skördas. De mest förekommande formerna av gallring är låggallring, höggallring och krongallring. En låggallring kan genomföras varierande antal gånger under en omloppstid med skiftande gallringsstyrkor. I en låggallring plockas de träd med lägst brösthöjdsdiameter ut och de grövsta träden som representerar övre höjd lämnas kvar. I de övriga gallringsformerna plockas bland annat de högsta träden som representerar övre höjd ut.

Vid uppskattning av ett bestånd kan parametrar som gallringsstyrka, grundyta, övre höjd och medelhöjd användas. För att beskriva hur stor andel av beståndet som tas ut vid en gallring används begreppet gallringsstyrka. Gallringsstyrkan beskriver andel grundyta (uttryckt i procent) som tas ut vid respektive gallring. Grundytan är enkel att mäta samt korrelerar med trädens volym vilket gör det till ett användbart hjälpmedel för att skatta beståndet. Definitionen av övre höjd är den aritmetiska medelhöjden på de 100 högsta träden per hektar. Vid varje provyta beräknas medelhöjden för de två grövsta ej skadade träden (Albrektson et al 2012). Vid höggallring tas de högsta träden ut vilket ger en direkt minskning av beståndets övre höjd, därmed är det endast relevant att studera låggallringar med ogallrade bestånd (Agestam 2015).

Historiskt sett har intresset för att studera gallringar rört hur gallringsstyrkor och antal gallringar påverkar diametertillväxt och volymtillväxt för det enskilda trädet samt per hektar. Diameter- och volymtillväxten för det enskilda trädet tilltar korrelerat med ökad gallringsstyrka och antal gallringar, medan volymtillväxten per hektar avtar (Mäkinen & Isomäki 2004). Hur gallringsstyrka och antalet gallringar påverkar höjdtillväxten hos gran i Sverige är inte välstuderat och slutsatserna i de studier som finns att tillgå spretar i resultat (Hamilton 1976, Mäkinen & Isomäki 2004, del Río et al. 2008, Agestam 2015).

Granbestånd i södra Sverige lämnas idag i allt större utsträckning ogallrade fram till avverkning (Nilsson & Wallentin 2014). En faktor i den utvecklingen är de kraftiga stormar som berört Sverige på senare år, något som kan bero på klimatförändringarna. Den globala uppvärmningens påverkan på tjälen bidrar till sämre förankring av trädrötter och därmed ökade skogsskador som följd (SMHI 2013). Generellt visar studier att beståndet är som mest känsligt för starka vindar upp till 5 år efter en gallring, då de kvarvarande träden hunnit utveckla sina rötter (Claeson et al. 2006). Bättre plantmaterial, varmare klimat och ett intensivare skogsbruk har medfört kortare omloppstider vilket bidragit till att gallringsfritt skogsbruk på gran idag kan diskuteras som skötselmetod (Nilsson & Wallentin 2014). Därmed ansåg vi det intressant att studera hur den övre höjdutvecklingen påverkas av skogsskötsel utan gallring och med olika former av låggallring.

## **Syfte**

Studiens huvudsyfte var att undersöka om olika gallringstyrkor och antal gallringar påverkar övre höjd hos gran i södra Sverige. Genom en jämförelse av icke gallrade och låggallrade avdelningar avsåg studien att undersöka om övre höjd förändras hos gran under en omloppstid med varierande gallringsstyrkor och antal gallringar.

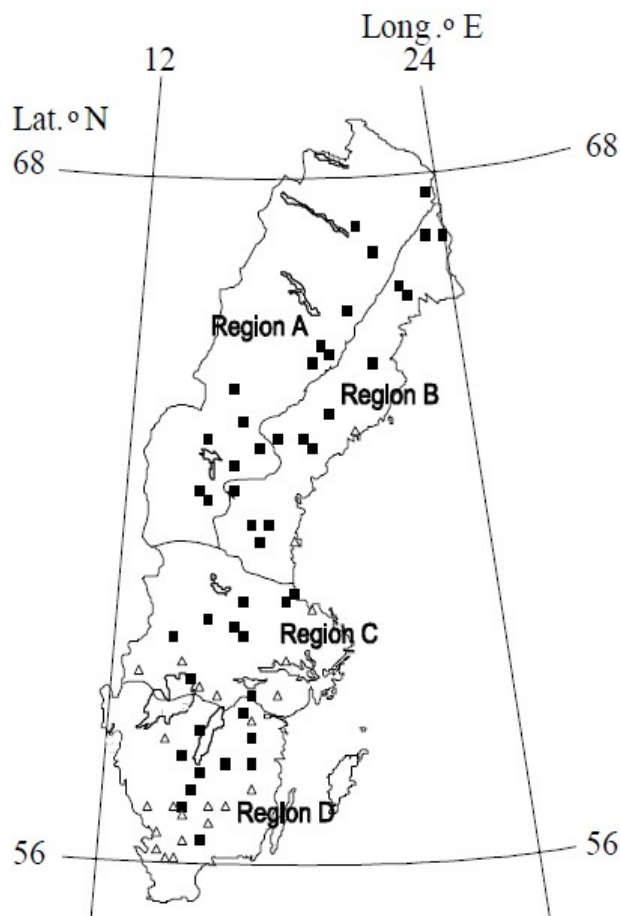
## **Frågeställningar**

- Har gallringsstyrkan och intensiteten någon påverkan på övrehöjd?
- Påverkar beståndets ålder vid gallringstidpunkten den övre höjden?

## MATERIAL OCH METODER

Studien är baserad på SLU:s ”Gallrings och gödslingsförsök” (GG- försöken), en serie långtidsförsök anlagda 1966 och framåt. GG-försöken finns utspridda i hela Sverige enligt figur 1. Sveriges yta delades in i fyra olika regioner (A, B, C och D) där försöksytorna placerades ut slumpmässigt. Försöksytorna är indelade i avdelningar, som är hanterade enligt olika gallrings- och gödslingsprogram. Försöksytorna är återinventerade (reviderade) fyra till sex gånger för att se påverkan över tid av de olika behandlingsformerna.

Studien begränsar sig till gran inom region D (Östergötlands, Jönköpings, Kalmar, Kronobergs, Gotlands, Blekinge, Kristianstads, Malmöhus, Hallands, Göteborg, Bohus, Älvsborgs och Skaraborgs län).



**Figur 1.** En överblick på GG-försökens provytor i Sverige. Fyrkanterna representerar tall och trikanterna gran.  
**Figure 1.** A view over the blocks in GG-experiments. Squares symbolize pine and triangles spruce (Nilsson m.fl.2010).

**Tabell 1.** Beskrivning av studerade försöksled inom region D för gran (Karlsson, K. 2003).

**Table 1.** Description of studied thinning treatments for spruce within region D (Karlsson, K. 2003).

Försöks- led	Behandlingsform	Antal gallringar	Grundyta efter gallring	Uttagsprocent vid första gallring (gallringsstyrka) uttryckt i procent.
A	Medelstark gallring	6	28	20
B	Stark gallring	3	23	40
E	Medelstark gallring, försenad 1:a gallring	5	28	Varierande
I	Ogallrad jämförelseyta	-	-	-



Totalt baserades studien på 11 försöksytor med vardera fyra olika avdelningar. De fyra olika avdelningarna representerade försöksleden A, B, E och I (tabell 1).

För att undvika felkällor studerades endast ogödslade ytor. De behandlingsformer som studerades var ogallrade bestånd samt tre olika låggallringar med varierande antal gallringar och gallringsstyrkor. Vi valde starka och medelstarka låggallringar för att få så stor skillnad som möjligt jämfört med de ogallrade avdelningarna.

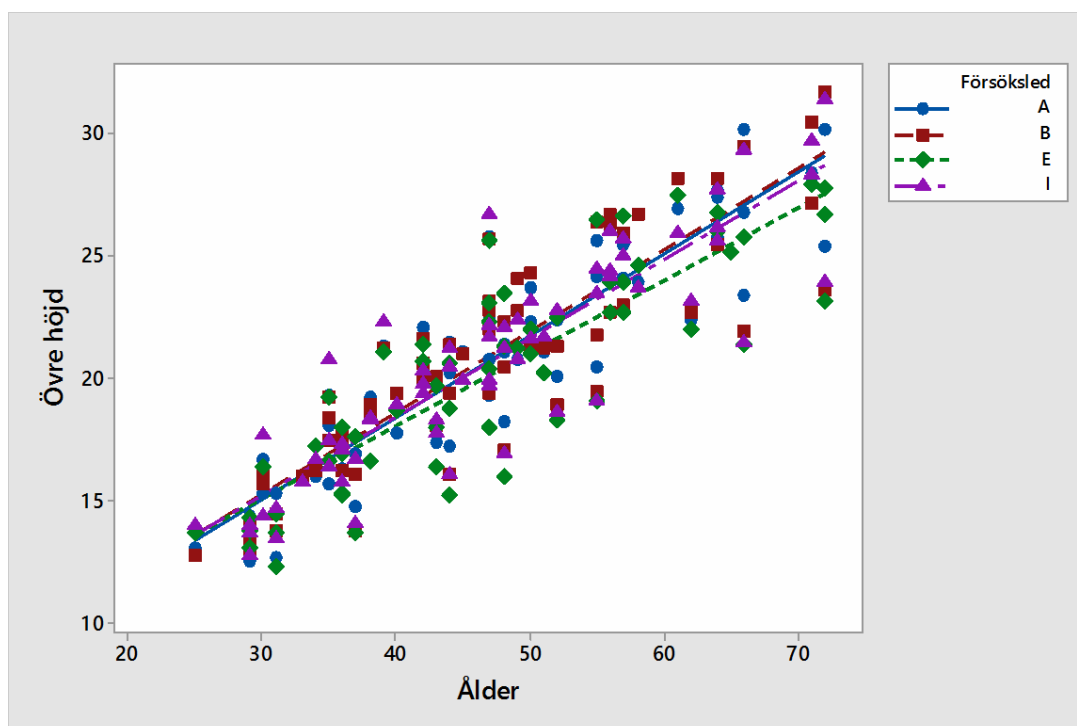
GG-försöken är mycket omfattande där stora mängder data finns att tillgå. Relevant data för att uppfylla studiens syfte var övre höjd för respektive ålder, försöksyta, avdelningar och försöksled. För vidare detaljer angående försökens uppbyggnad och tillvägagångssätt vid inmätning se fältarbetsinstruktionen. (Fältarbetsinstruktionen för skogsfakultetens beståndsbehandlingsförsök 2003)

För att ge en objektiv bild över skillnaden i övre höjdsutvecklingen mellan de olika försöksleden över tid genomfördes statistiska analyser i Minitab 17. För att redovisa resultatet utfördes jämförelsedigram (comparisons), samt Tukey pairwise comparisons för att studera eventuella signifikanta skillnader mellan försöksleden.

I det första ANOVA-testet undersöktes hur övre höjd påverkas av ålder och behandlingsform. Ytterligare ett ANOVA-test genomfördes för att se övre höjds påverkan av ålder, behandlingsform och försöksyta med samspelseffekter, för att studera om de olika geografiskt placerade ytorna hade betydelse för resultatet.

## RESULTAT

Regressionslinjerna för försöksleden följde varandra med undantag för den försenade första gallringen (försöksled E) som avvek negativt (figur 2). Differensdiagrammet förtydligade att försöksled E hade en reducering i höjdtillväxt jämfört med de andra försöksleden (figur 3).



**Figur 2.** Övre höjds utveckling över tid för olika behandlingsformer. För definitioner av behandlingsformerna (försöksleden) A, B, E, I se **Tabell 1**

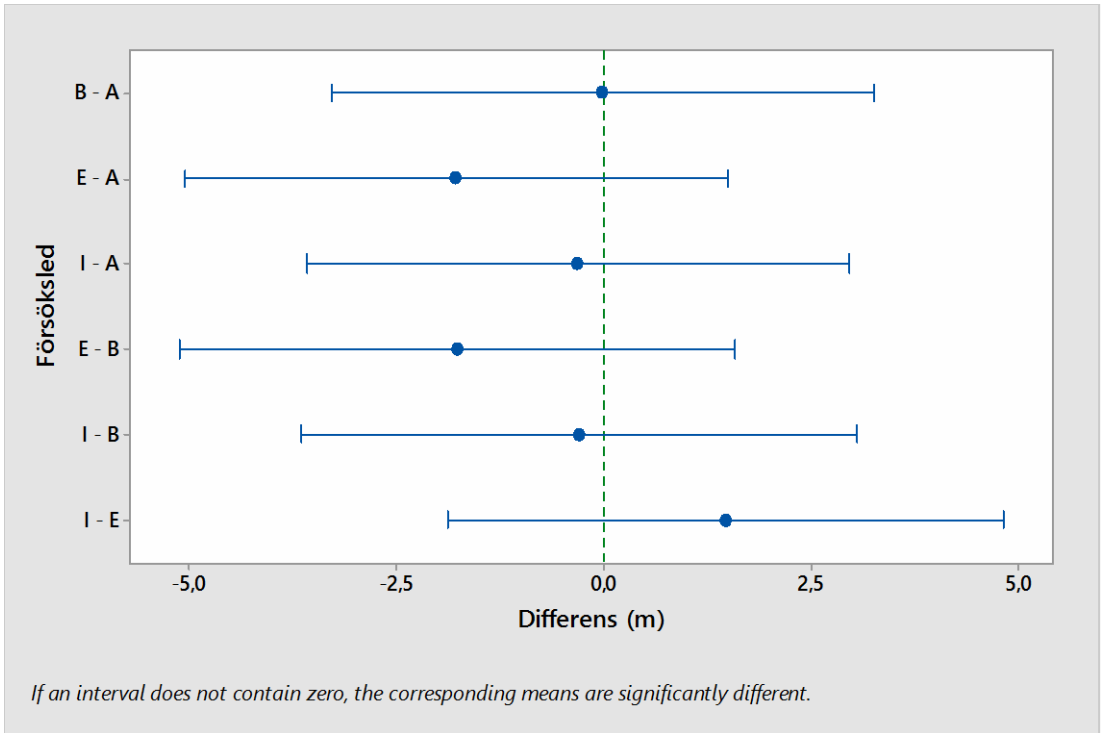
*Figure 2. Top height development over time for different thinning programs. For definitions of thinning programs A, B, E, I. see **Table 1***

Den första ANOVA-analysen visade höga P-värden ( $>0,05$ ) samt låga T-värden vilket indikerade att det inte fanns några statistiskt signifikanta skillnader mellan försöksleden (tabell2). Analysen jämförde hur försöksledens övre höjd utvecklades över tid utan att ta hänsyn till vilken försöksyta (geografisk placering) de olika avdelningarna är placerade på. Nollhypotesen i analysen gick inte att förkasta, avvikelser mellan de olika försöksleden kunde inte empiriskt säkerställas.

**Tabell 2.** Resultatet av T-testerna för jämförelsen mellan försöksleden

*Table 2. The results of the T-tests for the comparisons between different thinning programs*

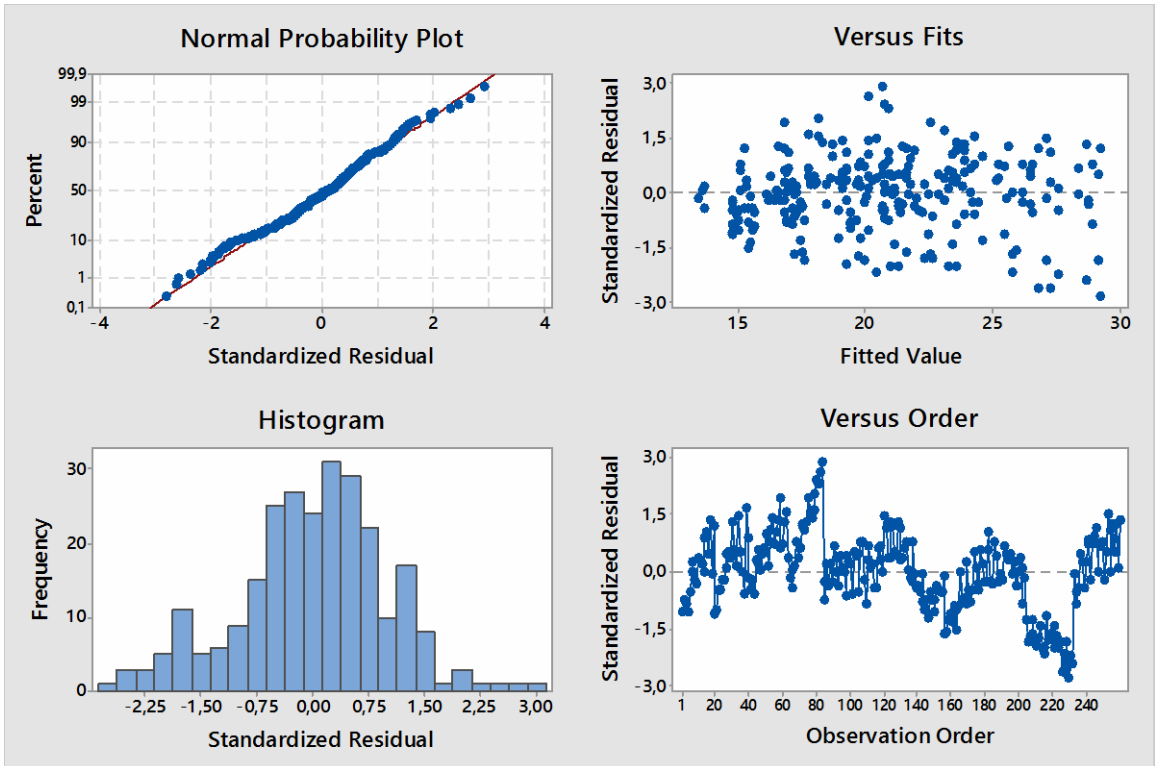
Försöksled	Standardavvikelse	95% Konfidensintervall	DF	T-värde	P-värde
E-I	-0,438	(-1,966; 1,090)	124	-0,57	0,571
E-B	-0,687	(-2,248; 0,875)	124	-0,87	0,386
E-A	-0,579	(-2,127; 0,969)	124	-0,74	0,46
I-A	-0,141	(-1,673; 1,391)	129	-0,18	0,856
I-B	-0,248	(-1,795; 1,298)	129	-0,32	0,751
A-B	-0,108	(-1,673; 1,458)	129	-0,14	0,892



**Figur 3.** Differenser mellan medelvärden för övre höjd mellan försöksleden vid åldern 64-72. De horisontella strecken visar 95 % konfidensintervall för medelvärdena

**Figure 3.** Differences between means of top height for different thinning treatment in the age 64-72. The horizontal lines shows a 95% confidence interval for the mean values

För att de statistiska analyserna ska vara tillförlitliga krävs att materialet är normalfördelat och att inte residualerna följer något tydligt mönster. I residualplotten, versus order som visar dom observerade värdenas avvikelser från medelvärdet kan ett tydligt mönster tydas, vilket indikerade att övriga variabler kan ha påverkat resultatet.



**Figur 4.** Residual plot för ANOVA-analysens normalfördelning och residualer, baserad på tabell 2.

**Figure 4.** Residual plot for the ANOVA-analysis normal distribution and residuals, based on table 2.

Ytterligare en ANOVA-analys utfördes där faktorerna försöksled, yta och kontinuerliga variabeln ålder inkluderades med samspelseffekterna:

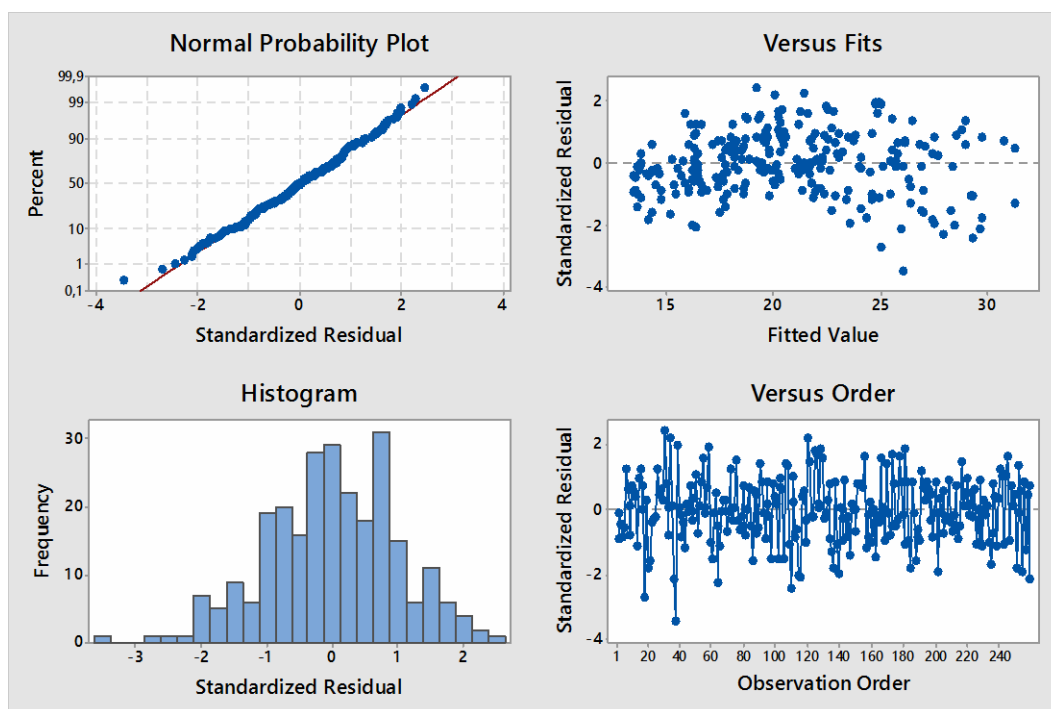
- Försöksled\*Ålder
- Ålder\*Yta

Därmed tilläts försöksledens regressionslinjer ha olika lutning. T-testerna fick andra värden och försöksled E avvek signifikant från de andra försöksleden, med P-värden  $<0,05$  (Tabell 3). Övriga försöksled visade fortsatt höga p-värden ( $>0,05$ ) utan signifikant skillnad mot varandra. Nollhypotesen i analysen förkastades, avvikelserna från försöksled E kunde empiriskt säkerställas.

**Tabell 3.** Resultatet av T-testerna för jämförelsen mellan försöksleden när samspelseffekten inkluderades  
**Table 3.** The results of the T-tests for the comparisons between different thinning program when an interaction effect was included

Försöksled	Standardavvikelse	95% Konfidensintervall	T-värde	P-värde
E-I	-0,528	(-0,313; 0,554)	3,08	0,013
E-B	-0,778	(-1,223; -0,334)	-4,53	0
E-A	-0,658	(-1,104; -0,212)	-3,82	0,001
I-A	-0,129	(-0,563; 0,304)	-0,77	0,867
I-B	-0,25	(-0,683; 0,183)	-1,49	0,443
A-B	-0,12	(-0,313; 0,554)	0,72	0,89

Residualplotten baserad på tabell 3 visade att testet är normalfördelat med randomiserade mönster i versus fits och versus order. Vilket gör resultatet tillförlitligt utan påverkan från utomstående faktorer.

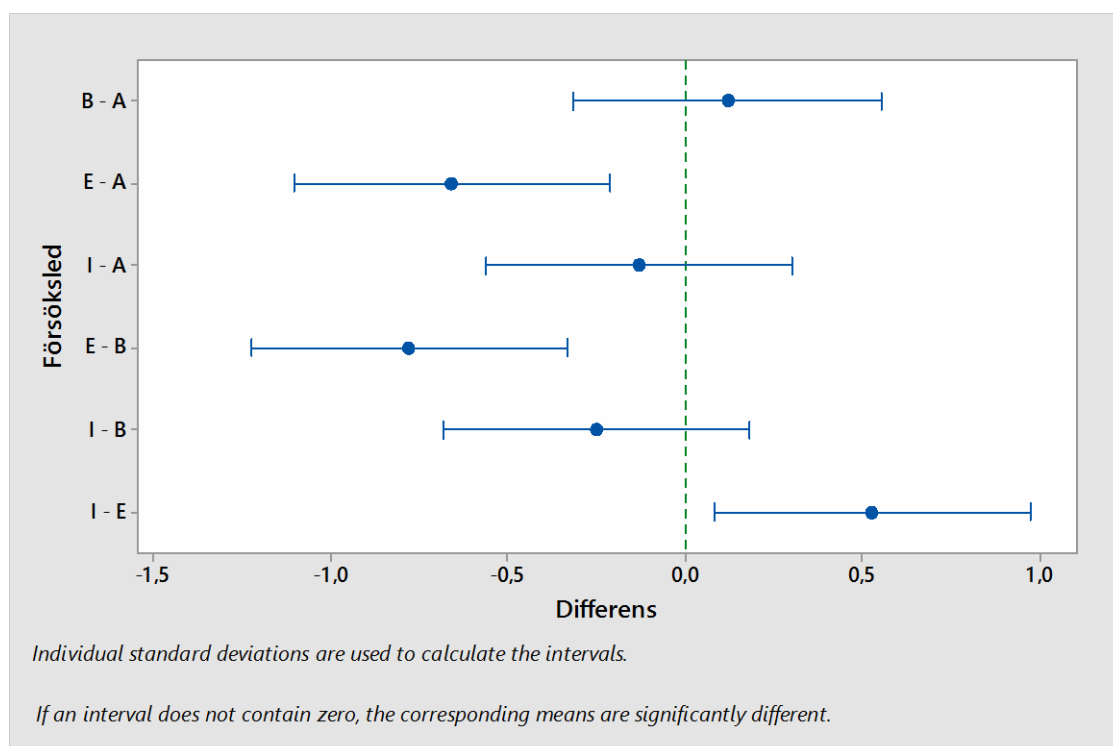


**Figure 5.** Residual plot for ANOVA-analysis normal distribution and residuals, based on table 3.  
**Figure 5.** Residual plot for the ANOVA-analysis normal distribution and residuals, based on table 3.

Resultatet i variansanalysen visade att ålder\*försöksled hade en signifikant påverkan på övre höjd (Tabell 4). Analysens R-sq värde på 95,79 % visade på en hög förklaringsgrad av samspelsvariabelns påverkan på övre höjd.

**Tabell 4.** Variansanalys som visar om olika källor har signifikant påverkan på övre höjd  
**Table 4.** Variance analysis showing if different sources have impact on top height

	DF	P-värde
Ålder	1	0
Försöksled	3	0,322
Yta	10	0
Ålder*Försöksled	3	0,023
Ålder*yta	10	0
Total	258	



**Figur 6.** Differenser mellan medelvärden för övre höjd mellan försöksleden utan samspelsvariabler. De horisontella linjerna visar det 95 % konfidensintervall för medelvärdena  
**Figure 6.** Differences between means of top height for different thinning treatment without interaction effects. The horizontal lines shows a 95% confidence interval for the mean values

Resultatet från Tukeys jämförelsetest påvisade att försöksled E signifikant skiljer sig från övriga försöksled, detta visar Tabell 5 genom att försöksled E inte delar bokstav med övriga försöksled.

**Tabell 5.** Resultatet av en parvis jämförelse mellan försöksleden

***Table 5. The Results of a pairwise comparisons between different thinning programs***

Försöksled	N	Medel	Grupp
A	66	21,291	A
B	66	21,4114	A
I	66	21,1616	A
E	61	20,6333	B

## DISKUSSION

Analyserna visade att gallringsstyrka/intensitet inte har någon signifikant inverkan på utvecklingen av övre höjd i bestånden. En stor serie gallringsförsök i Finland indikerade på liknande sätt få signifikanta skillnader på övre höjd hos gran vid varierande gallringsstyrkor och antalet gallringar (Mäkinen & Isomäki 2004). I en spansk studie där höjdtillväxten undersöktes på *pinus sylvestris* påverkades varken den övre höjden eller höjdtillväxten av olika låggallringar. Resultatet i den spanska studien visade att inte ens de kraftigaste låggallringarna hade någon påverkan (del Río et al. 2008). En studie från Malawi i Afrika på *Pinus patula* observerade störst höjdtillväxt i de bestånd där ingen gallring var utförd. Undersökningen pekade ändå på att gallringar hade en obetydlig effekt på höjdtillväxt och den övre höjden (Missanjo & Kamanga-Thole 2015). De ogallrade avdelningarna i försöksled I i detta försök hade en hög höjdtillväxt vilket kan tyckas anmärkningsvärt då en tidigare studie visat på att ökade förbandstätheter på gran ger reduceringar i höjdtillväxten. Ett förbandsförsök från Kulbäckslidens försökspark i Västerbotten visade på starka reduceringar i höjdtillväxt i ungskog av gran (Elving 2003).

Det finns även studier som visat att ökade gallringsstyrkor på gran har en positiv inverkan på övre höjd. Studien ”The Bowmore Norway spruce thinning experiment” av Hamilton (1976) visade att ökade gallringstyrkor hade en positiv inverkan på övre höjd.

Enligt Elving (2003) har en ökad gallringstyrka och antal gallringar för till en negativ påverkan på höjdtillväxten. De kvarvarande träden efter gallring prioriterar kron- och diametertillväxt framför höjdtillväxt på grund av ökat utrymme. Detta är i linje med en japansk studie på ceder *Cryptomeria japonica*. Enligt Masaki et al (2013) hade bestånden behandlade med hög gallringsintensitet och styrka en reducering i höjdtillväxt efter 60 år och tendensen fortsatte upptill 104 års beståndsålder. Bestånd som behandlats med moderat eller hög gallringsintensitet/styrka visade på mindre slankhet än i ogallrade bestånd. Detta förklarades av att både ökad diametertillväxt och lägre höjdtillväxt orsakats av gallringar (Masaki et al. 2013).

Analyserna i denna studie fann ett svagt negativt samband vid en försenad förstagallring på utvecklingen av övre höjd i bestånden. På så vis kan beståndets ålder vid gallringstidpunkten ha någon form av betydelse men detta har varit svårt att bekräfta då tidigare studier gällande försenade gallringar och höjd inte funnits tillgängliga för jämförelse. Författarnas teori är att träden har stått tätt och växt mot ljuset och är då långa och rangliga på grund av konkurrens. När de sedan blivit friställda vid en försenad första gallring har de lagt energin på att utveckla stamdiameter och rötter och därför minskat i höjdtillväxten.

Tidigare studier baserade på data från GG-försöken har visat på varierande resultat angående övre höjdsutvecklingen (Elving 2009). Vartefter GG-försöken fortlöper och återinventeras kan nya statistiska analyser ge resultat som blir mer tillförlitliga. Nya studier bör utföras när alla försöksytorna har passerat en omloppstid för att inte något tidsintervall ska bli överrepresenterat.

När det kommer till höjdutveckling kopplat till olika typer av gallringsregimer visar denna och tidigare studier att utvecklingen kan styrkas i flera olika riktningar, vilket diskuterats ovan. Det finns studier som inte visar någon signifikant koppling, de som

styrker en positiv och de som styrker en negativ höjdtveckling. Slutsatsen bör därmed dras att någon annan faktor än gallringsstyrkor, intensitet och gallringstidpunkt påverkar ett granbestånds övre höjdtveckling under en omloppstid. Gallringsstyrkor och tidpunkter för dessa verkar inte ha någon större inverkan på höjdtillväxten hos gran i södra Sverige. För utförligare diskussioner angående resultatets påverkan för skogsbruket i Sverige krävs vidare ekonomiska analyser



## REFERENSER

- Agestam, E. (2015). Gallring, Skogsskötselserien Skogstyrelsen, Jönköping, s.22-23.
- Albrektson, A. Elfving, B. Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012)., Skogsskötselns grunder och samband, Skogsskötselserien nr 1. Skogsstyrelsen, Jönköping. .
- Claeson, S., Fridman, J., Gustafsson, Å., Johansson, U., Ottoson Lövenius, M., Valinger, E., (2006) *Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 8 2006).
- del Río, M., Calama, R., Canellas, I., Roig, S., Montero, G., (2008) Thinning intensity and growth response in SW-European Scots pine stands. *Annals of Forest Science*, 2008 vol. 65 (3) pp. -308p10.
- Elfving, B. (2003). *Övre höjdens utveckling i granplanteringar*. SLU Umeå Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter 185. s 8.
- Fältarbetsinstruktion för skogs fakultetens beståndsbehandlingsförsök (2003).
- Hamilton, G.J. (1976). *The Bowmont Norway spruce thinning experiment 1936-974*. Forestry vol. 49. S.109-121
- Masaki, T., Hitsuma, G., Yagihashi, T., Noguchi, M., Shibata, M., Takata, K., (2013) How do thinning intensities affect long-term growth of tree height in a japanese cedar plantation?. *Nihon Ringakkai Shi/Journal of the Japanese Forestry Society*, 2013 vol. 95 (4) pp. 227-233.
- Missanjo, E., Kamanga- Thole, G., (2015) Effect of first thinning and pruning on the individual growth of Pinus patula tree species. *J. For. Res.* (2015) 26(4):827–831
- Mäkinen, H & Isomäki, A. (2004). *Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland*. Finnish Forest Research Institute, s.311-325.
- Nilsson, U. & Wallentin, C. (2014). *Storm and snow damage in Norway spruce thinning experiment in southern Sweden*. Forestry, 2014, Vol. 87(2), pp.229-238
- Skogsstyrelsen, skogsstatistisk årsbok. (2014).
- SMHI (2013) *Stormskador i framtiden* Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/stormskador-i-framtiden-1.7080> [2016-12-21]