



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



# Studie av föryngringsresultat efter luckhuggning i äldre tallskog – inom Jädraås försökspark

*Study of regeneration results after gap cutting in older Scots pine forest - within Jädraås experimental park*

**KENNETH HEIDING**



**Examensarbete i skogshushållning, 15 hp**

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2020:06

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Studie av föryngringsresultat efter luckhuggning i äldre tallskog – inom Jädraås försökspark

Study of regeneration results after gap cutting in older Scots pine forest – within Jädraås experimental park

Kenneth Heiding

**Handledare:** Staffan Stenhag, 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:** Lucka. Foto: Kenneth Heiding

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

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2020:06

**Nyckelord:** Hyggesfritt, naturlig föryngring, föryngringsinventering



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Ett problem i Sverige är att få en tillfredsställande återväxt genom naturlig förnygring av tall. Gödsling och friställning har visat sig öka tallarnas kott- och fröproduktion markant samtidigt som luckor i befintliga bestånd ger det mikroklimat som ökar överlevnad och tillväxt. Luckhuggning är en hyggesfri skogsskötselmetod som bygger på att cirkulära luckor med 20 – 50 meters diameter skapas i beståndet och där de kvarvarande träden får stå för återväxten genom att generera frön.

För att undersöka vilka faktorer som påverkar återväxten har en studie genomförts i Jädraås försökspark i ett 190-årigt tallbestånd. 40 cirkulära luckor med 20 meter i diameter som skapades 1999 har inventerats. På varje lucka lämnades ett centrumträd. På 20 av luckorna avverkades sedan centrumträdet 2003 med motorsåg medan på de övriga 20 så drogs centrumträdet omkull så att en rotvälta skapades och bar mineral jord exponerades. På hälften av luckorna gödslades samtidigt 100 m<sup>2</sup> i centrum av luckan. Frågeställningen som ska besvaras är om stubbrytningen och gödslingen har haft någon positiv påverkan på uppslaget av plantor i luckorna. En undersökning gjordes även gällande om det fanns skillnad i plantetablering mellan luckornas nordliga och sydliga delar på grund av skillnad gällande infallande solljus.

Resultaten visar att luckor med stubbrytning av centrumträdet gav ca 36 procent fler plantor per ytenhet än luckor där centrumträden har fällts på vanligt vis. Detta sannolikt eftersom bar mineral jord exponeras vilket ökar fröernas grobarhet. Någon signifikant skillnad går inte att se i plantuppslaget mellan beståndskant och centrum, inte heller mellan luckornas nordliga och sydliga delar. Ett undantag är dock försöksledet med ogödslade fällda luckor, där en säkerställd skillnad visar fler tallplantor i luckornas södra del. Beträffande gödslingen så gav inte heller den någon effekt gällande ökat antal plantor i studien.

Nyckelord: Hyggesfritt, naturlig förnygring, förnygringsinventering

## Abstract

A problem in Sweden is to obtain a satisfactory regrowth through natural regeneration of pine. Fertilization and release cutting have shown to significantly increase pine cone and seed production, while gaps in the existing forest stand provide the microclimate that increases survival and growth. Gap cutting is a form of continuous forest cover management - a method that is based on circular gaps of 20 – 50 meters that are removed in the forest stand and the forest edge of the gap that account for the regrowth. The gaps are expanded at intervals of 5 – 15 years until they join together.

The purpose of this study is to analyse the competition for water, nutrition, and light of the regeneration in a circular gap of 20 meters in diameter. Also, answering the questions about what impact fertilization and stump removal had, as well as, the difference between north and south in the gap due to sunlight.

The study was done in Jädraås experimental park, where 160 gaps were created in 1999 and centre trees were released. In 2003, the centre trees were felled and the stumps were removed and fertilized. In the spring of 2020, 40 gaps were inventoried of which: 20 gaps were fertilized and 20 gaps had the stumps removed.

The result of the inventory shows that gaps with stump removal of the centre tree give 36 percent more plants than gaps where the centre trees have been felled. No significant differences can be seen in the competition between edge of the stand and center, nor between the north and the south except with non-fertilized felled gaps, where a significant difference shows more pine plants in the south. The non-fertilized gaps show more pine plants per hectare than the fertilized gaps.

Key words: Continues forest cover, natural regeneration, regeneration inventory

## Förord

Detta är ett examensarbete under ämnet Skogshushållning på grundnivå C. Arbetet är på 15 hp och är utfört under sista året på Skogsmästarskolan.

Jag vill tacka min uppdragsgivare Ola Langvall på Jädraås försökspark som stöttat mig under detta arbete, Staffan Stenhag på Skogsmästarskolan för rättning och hjälp med både korrekturläsning och de statistiska analyserna. Jag vill även tacka alla andra som har varit till hjälp med funderingar, idéer och rättelser.

Skinnskatteberg, Maj 2020

*Kenneth Heiding*





# Innehåll

<b><u>1. INTRODUKTION</u></b> .....	<b>1</b>
1.1 HYGGESFRITT SKOGSBRUK .....	1
1.2 LUCKHUGGNING .....	2
1.3 TIDIGARE STUDIER.....	2
1.4 FÖRYNGRINGSFÖRUTSÄTTNINGAR .....	3
1.5 SYFTE.....	3
<b><u>2. MATERIAL OCH METODER</u></b> .....	<b>4</b>
2.1 FÖRSÖKSLED .....	4
2.2 FÖRSÖKETS UPPLÄGG .....	5
2.3 STATISTISKA BEARBETNING .....	5
<b><u>3. RESULTAT</u></b> .....	<b>6</b>
3.1 SKILLNADEN MELLAN BESTÅNSKANT OCH CENTRUM .....	6
3.2 SKILLNAD FRÅN NORR TILL SÖDER.....	7
3.3 GÖDSLINGENS OCH STUBBRYTNINGENS PÅVERKAN .....	9
3.4 LÖV- OCH GRANANDEL .....	11
<b><u>4. DISKUSSION</u></b> .....	<b>13</b>
4.1 STUBBRYTNINGENS EFFEKT .....	13
4.2 GÖDSLINGENS EFFEKT .....	13
4.3 LJUSFÖRHÅLLANDEN .....	14
4.4 SKILLNAD FRÅN CENTRUM TILL BESTÅNSKANT .....	14
4.5 STUDIENS STYRKOR OCH SVAGHETER.....	14
4.6 FRAMTIDA REKOMMENDATIONER .....	15
4.7 SLUTSATS.....	15
<b><u>REFERENSER</u></b> .....	<b>17</b>
<b><u>BILAGOR</u></b> .....	<b>18</b>
BILAGA 1. FÄLTBLANKETT .....	19
BILAGA 2. KARTBILD ÖVER JÄDRAÅS FÖRSÖKSPARK. ....	20
BILAGA 3. HYPOTESPRÖVNING .....	21





# 1. Introduktion

I Sverige under åren 1990 – 2000 så uppgick den totala naturliga föryngringen av tall (*Pinus sylvestris*) till ca 30 procent av all föryngring. Ett problem med naturlig föryngring är att många frön har dålig kvalitet och att få frön får tillfälle att gro. Att öka kottproduktionen skulle kunna leda till att öka naturlig föryngring av tall, åtminstone i norra delen av Sverige (Karlsson 2006). Ett försök av Karlsson (2006) visar att fem år efter friställning av tall hade man en 50-procentig ökning i antalet kott och nästan sex gångers ökning om man kombinerade friställningen med gödsling.

## 1.1 Hyggesfritt skogsbruk

Enligt riksdagens skogspolitik med jämställda mål gällande miljö och produktion, börjar anpassad skötsel av skogen såsom hyggesfritt skogsbruk att bli mer populärt och nya avverkningsmetoder börjar anammas för att gynna miljö och mångfald (Bengtsson & Rosell 2010). Den vanligaste avverkningsformen som används i Sverige idag är trakthyggesbruk, frö- och skärmställning. Hyggesfritt skogsbruk har inte utvecklats eller testats mycket hittills (Drössler et al. 2016).

Hyggesfritt skogsbruk är ett samlingsnamn för flera olika skogsskötselmetoder såsom volymblädning, måldiameterhuggning, luckhuggning och överhållen skärm. För samtliga metoder gäller att träden avverkas kontinuerligt och att större kalhyggen undviks. Med 10 – 30 år mellan ingreppen tas ca 30 procent ut och naturlig föryngring, alternativt hjälpande plantering i luckor skapar återväxten (Bengtsson & Rosell 2010).

Volymblädning och måldiameterhuggning är en selektiv avverkning av enskilda träd och resulterar i en flerskiktad skog (Bengtsson & Rosell 2010) som oftast kommer bestå av att sekundärträdsdrag såsom gran (*Picea abies*) eller bok (*Fagus sylvatica*) slutligen blir huvudträdsdrag i beståndet (Drössler et al. 2016). Föryngringen i dessa skötselmetoder sker naturligt och träd som ska avverkas om hundra år bör därför vara närvarande i skogen idag om det ska vara långsiktigt hållbart (Ahlström 2016).

Överhållen skärm är en lämplig skötselmetod för pionjärträdsdrag såsom tall. Metoden går ut på att successivt glesa ut beståndet under en längre period och resulterar i en tillfälligt tvåskiktad skog. Överhållen skärm kan ses som en hyggesfri metod om 20 – 30 träd per hektar får stå kvar i den nya generationen (Bengtsson & Rosell 2010).

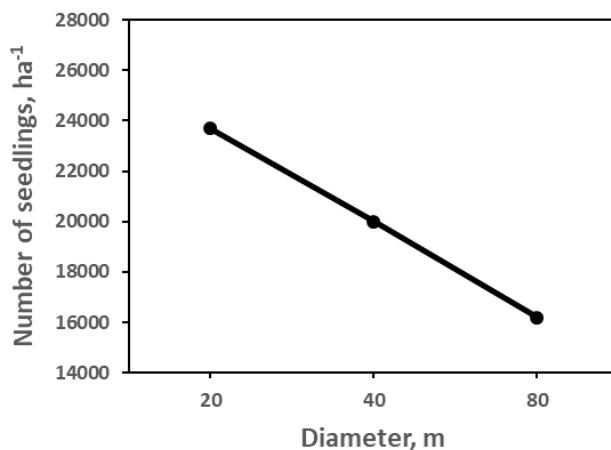
## 1.2 Luckhuggning

Ett problem med hyggesfri skogsskötsel är att sekundärträdsdrag ökar och till slut dominerar beståndet. Detta är ett problem som går att undvika men som är både tidskrävande och ekonomiskt inoptimalt (Ahlström 2016). Ett alternativ till selektiv avverkning som fortfarande resulterar i en flerskiktad skog av tall är luckhuggning där gruppvis avverkning sker. Det kan ge en bättre möjlighet för återväxt av pionjärträdsdrag (Hallikainen et al. 2019)

Luckhuggning som till slut blir flerskiktad kan benämnas som gruppvis, alternativt bältesvis olikåldrigt på beståndsnivå och anses mer som flerskiktad på landskapsnivå. Denna metod går ut på att luckor tas upp i beståndet med 20 – 50 meter i diameter och att kanträden på det kvarvarande beståndet sköter förnyringen alternativt att fröträd lämnas. Med ett skötselintervall på 5 – 15 år utökas luckorna med ca tio meter och kanterna på kvarvarande bestånd glesas ut. Proceduren upprepas till dess att luckorna sammansluts (Rosell, Magnusson & Oleskog 2010).

## 1.3 Tidigare studier

Enligt Qinghong och Hytteborn (1991) verkar tall vara mer beroende av storleken på luckan. Luckan bör vara större än 84 m<sup>2</sup>, för att få tillgång till ljus än näringstillgång i marken. En annan studie genomförd i norra Finland (Hallikainen et al. 2019) visar att mindre luckor (20 m i diameter) har betydligt större plantuppslag än vad större luckor (40 m i diameter) har. Detta på grund av att kanträden utgjorde frökällorna till luckan (figur 1.1).



**Figur 1.1.** Relationen mellan antal tallplantor/ha och storleken på luckorna. Medelvärde för samtliga luckor var 22 000 tallplantor/ha och 7 000 björkplantor/ha. (Hallikainen et al. 2019).

Slutsatserna från Hallikainen et al. (2019) var att i medeltal fick man 22 000 plantor/ha för tall, 7 000 plantor/ha för björk och 150 plantor/ha för övriga trädsdrag. Planthöjden efter fem år var i medeltal 9 centimeter medan vissa plantor var över 50 centimeter. Provytor utan tall utgjorde mindre än 10 procent av

arealen. Ytterligare en slutsats var att markberedning med 10 – 20 procents markpåverkan ökade plantornas överlevnad drastiskt. En slutsats från Drösslers et al. (2016) studie om måldiameterhuggning var att luckor hade en positiv effekt för föryngringen de fem första åren jämfört med både utglesning av skog och orörd skog. Detta främst på grund av föryngring av björk (*Betula pendula*).

## 1.4 Föryngringsförutsättningar

Luckor i befintliga bestånd tenderar att ge det mikroklimat som plantor behöver och att öka deras överlevnad samt tillväxt i luckorna. Luckor anses också vara en viktig dynamik i skogens ekosystem (Qinghong & Hytteborn 1991). De faktorer som påverkar föryngringen är tillgången på ljus, temperatur, vatten och konkurrens från annan växtlighet (Hallikainen et al. 2019).

För att öka plantornas grobarhet och tillväxt bör också marken behandlas genom någon form av markberedning där bar mineraljord exponeras (Karlsson et al. 2017). Enligt en studie från Finland var det likvärdiga plantuppslag mellan konventionell markberedning och stubbrytningen fyra till nio år efter åtgärd med strax över 2 000 plantor per hektar (Saksa 2012). Enligt Skogsvårdslagstiftningen finns det en skyldighet att anlägga ny skog efter föryngringsavverkning och enligt den sjätte paragrafen beskrivs vad för åtgärder lagen kräver. Där anges också ett minimum för antal huvudplantor per hektar (Skogsstyrelsen 2018).

## 1.5 Syfte

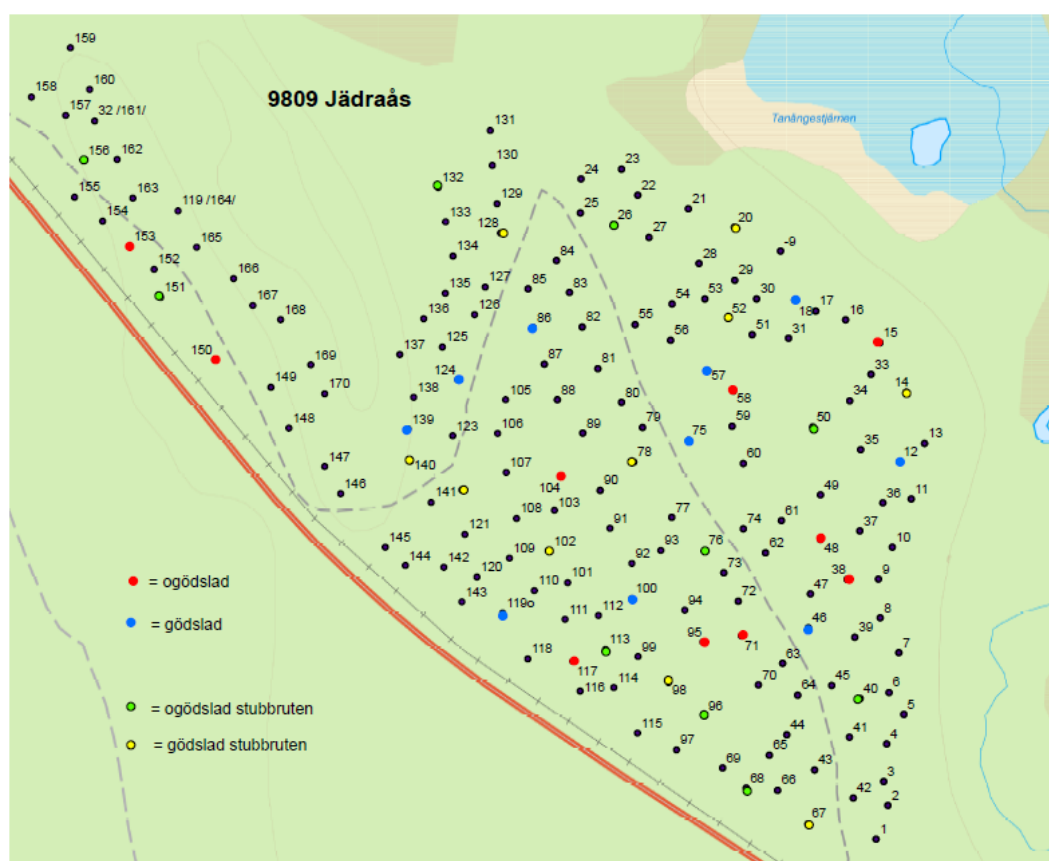
Syftet med detta försök är att göra en analys av hur konkurrensen om näring och ljus påverkar föryngringsresultatet i en cirkulär lucka om 20 meter i diameter, omgiven av ett homogent 190-årigt tallbestånd.

Frågeställningarna som ska besvaras är:

- Finns det någon skillnad p.g.a. mängden infallande solljus gällande plantetablering och höjdtillväxt?
- Finns det någon skillnad beroende på avstånd till beståndskanten gällande höjdtillväxt och plantetablering?
- Har gödslingen haft någon påverkan på höjdtillväxt och plantetablering?
- Har stubbrytningen haft någon påverkan på höjdtillväxt och plantetablering?

## 2. Material och metoder

Denna studie avser ett bestånd inom Jädraås försökspark där 160 luckor med ett centrumträd skapades i maj år 1999. Luckorna var cirkulära med tio meters radie. År 2003 fälldes samtliga centrumträd och har efter det stått utan åtgärd. Fyrtio luckor har valts ut för studien fördelat på fyra försöksled (figur 2.1). Inventeringen skedde under våren 2020. Området som visas i bilaga 2, är beläget 4,5 kilometer söder om Jädraås på latitud 60.82N och longitud 16.52E (WGS84).



**Figur 2.1.** Fördelningen på luckorna i de fyra försöksleden (färgerna avser de olika försöksleden) som stått utan åtgärd i 17 år.

### 2.1 Försöksled

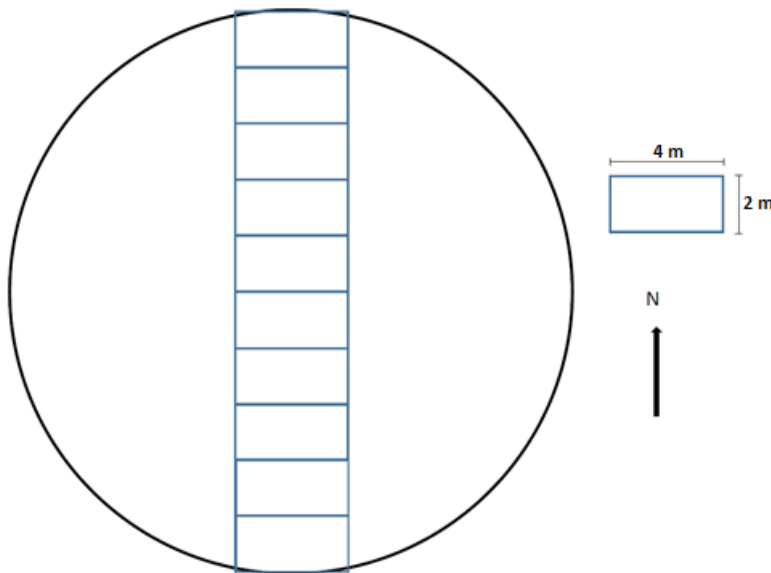
Beståndet som omger luckorna består av ca 190-årig tallskog med ett H100-index på T18 och en bonitet på ca 3,5 m<sup>3</sup>sk per hektar och år. Studien innehåller fyra försöksled med tio luckor vardera i varje försöksled:

- F:1. Ogödslade luckor vars centrumträd har fällts med motorsåg.
- F:2. Gödslade luckor vars centrumträd har fällts med motorsåg.
- F:3. Ogödslade luckor vars centrumträd har dragits omkull.
- F:4. Gödslade luckor vars centrumträd har dragits omkull.

## 2.2 Försökets upplägg

Av de 40 luckorna var 20 stycken luckor gödslade, år 1999, runt centrumträdet med en radie på 5,64 meter. De gödslades med åtta kilo gödsel per lucka, innehållande 20 procent, Kväve (N), 3 procent Fosfor (P), 5 procent Kalium (K), 4 procent Svavel (S), 3,4 procent Magnesium (Mg) och 0,15 procent Bor (B). På 20 luckor fälldes centrumträdet med motorsåg och på 20 luckor drogs det omkull så att en rotvälta skapades och bar mineral jord exponerades (Karlsson 2006).

Varje lucka inventeras genom att tio ytor på  $4 \times 2$  meter placeras från norr till söder (figur 2.2.1). I varje yta mäts högsta plantan och antalet räknas samt höjden på en bedömd medelhög planta. Totalt inventeras 400 ytor. Lägsta höjd för att räknas som planta är fem centimeter.



**Figur 2.2.1** Placering av ytorna inom luckan. Inventerad area är  $80 \text{ m}^2$ , 25 procent av luckans totala areal på  $314 \text{ m}^2$ .

## 2.3 Statistiska bearbetning

Insamlade data bearbetades i Microsoft Excel 2016. Standardavvikelse och medelvärde beräknades för antal och höjder för varje försöksled. Varje yta fick ett värde för avstånd till centrum för att se konkurrensen mot kvarvarande bestånd samt ett värde för hur långt norrut avdelningen var placerad. Ytor utan plantor redovisades som noll och togs inte med i den statistiska analysen.

Hypotesprövning genomfördes enligt Stenhag (2017).

### 3. Resultat

Nedan presenteras resultaten från studien uppdelade enligt frågeställningarna, skillnaden från beståndskant till centrum, skillnaden från norr till söder på grund av solljus samt gödslingens och stubbrytningens påverkan. Sist kommer löv- och granandel att presenteras. Hypotesprövningarna återfinns i bilaga 3.

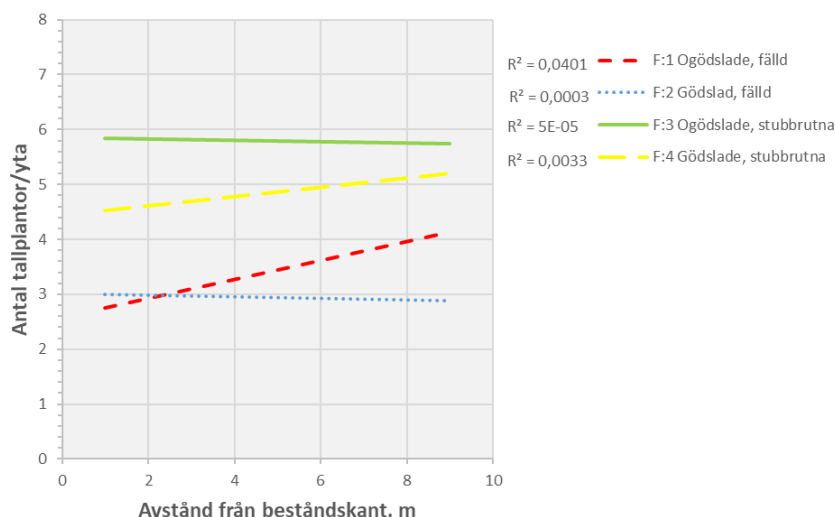
Av de 400 ytor som inventeras fanns det 295 ytor med plantor, 105 ytor var således utan plantor. Fördelningen visas i tabell 3.1.

**Tabell 3.1.** Fördelningen av ytor med plantor respektive utan plantor

Försöksled	Ytor med plantor	Ytor utan plantor	Antal inventerade ytor
F:1	75	25	100
F:2	71	29	100
F:3	80	20	100
F:4	69	31	100
Summa:	295	105	400

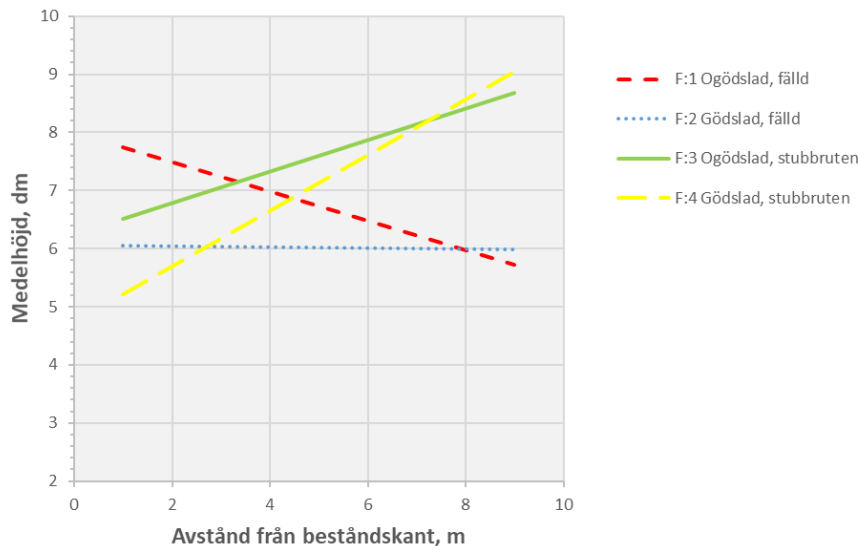
#### 3.1 Skillnaden mellan beståndskant och centrum

Figur 3.1.1 visar skillnaden mellan antalet plantor per yta och avstånd från beståndskant. Försöksled F:1 och F:4 visade en tendens till att ju längre från beståndskanten desto fler tallplantor. Störst variation fanns i försöksled F:1 där medelantalet varierade från 2,6 tallplantor per yta till 4,2 tallplantor per yta. R<sup>2</sup>-värdet för trendlinjerna var väldigt lågt och ingen säkerställd signifikans fanns.



**Figur 3.1.1.** Skillnaden mellan antalet tallplantor per yta och avståndet till beståndskanten. Försöksled F:1 och F:4 visade fler antal tallplantor per yta mot centrum av luckan. Försöksleden F:2 och F:3 visade färre plantor vid centrum på luckan.

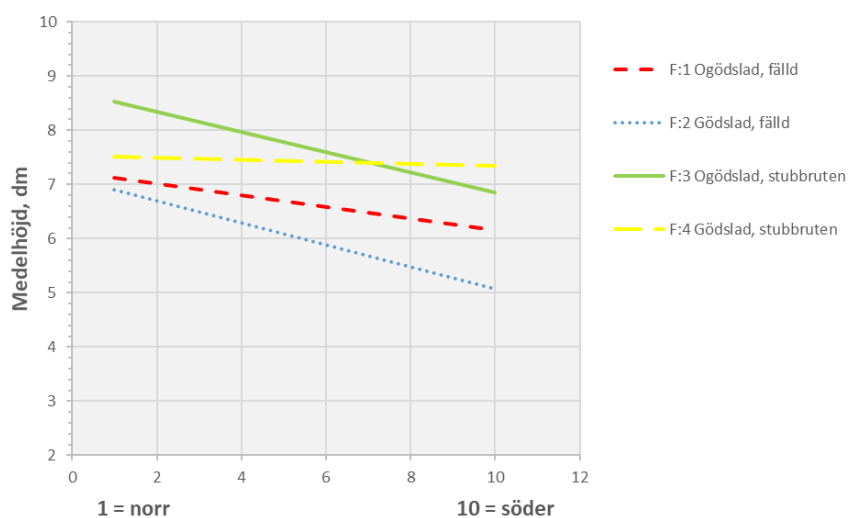
Figur 3.1.2 visar medelhöjden för tallplantor per yta och skillnaden från beståndskanten till centrum av luckan. För försöksled F:3 och F:4 fanns det en signifikant högre medelhöjd i centrum än för de som är fällda (bilaga 3,  $P < 0,05$ ).



**Figur 3.1.2.** Medelhöjden för tallplantor per yta och avståndet från beståndskanten in till centrum av luckan. De två stubbrutna försöksleden visade en signifikant högre medelhöjd än de fällda försöksleden (bilaga 3,  $P < 0,05$ ). Skillnaden är strax under tre dm.

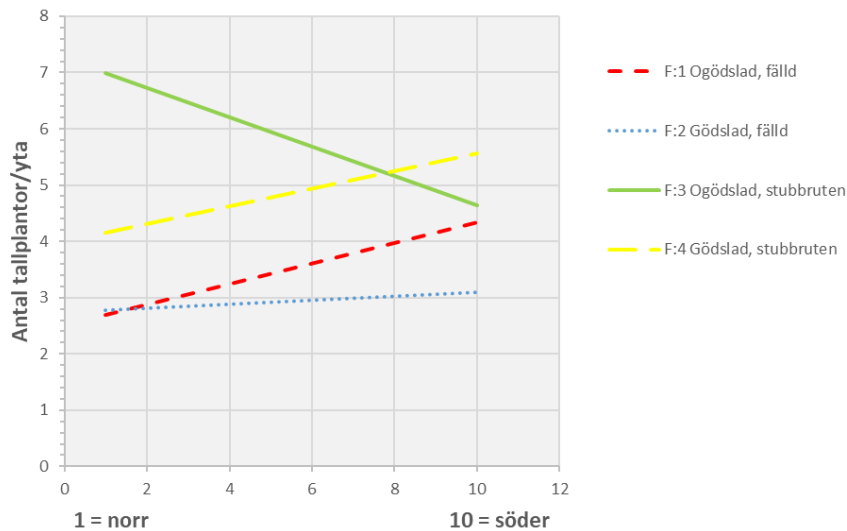
### 3.2 Skillnad från norr till söder

Medelhöjden per yta från norr till söder visas av figur 3.2.1. Samtliga försöksled visade en lägre medelhöjd i söder men utan någon signifikant skillnad. Störst variation hade försöksled F:3 med 8,6 dm i norr och 6,8 dm i söder.



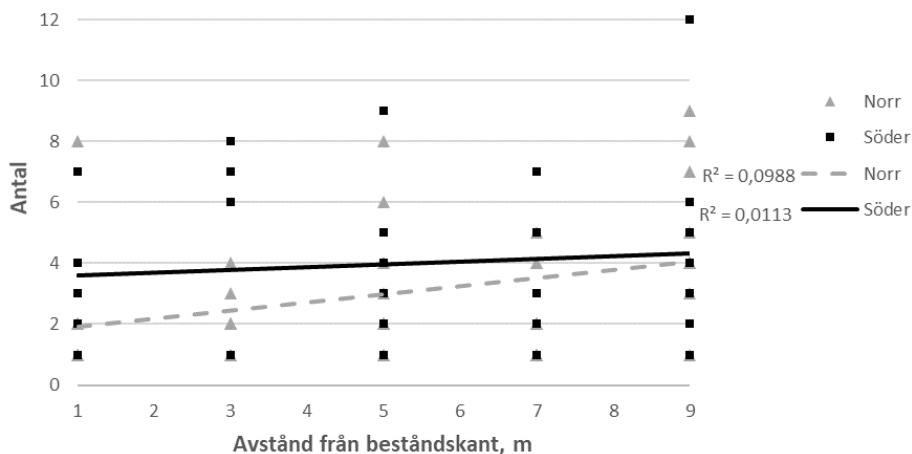
**Figur 3.2.1.** Skillnaden i medelhöjd per yta från norr till söder där samtliga försöksled visade en lägre medelhöjd för tallplantor i söder utan signifikant skillnad. Störst variation hade försöksled F:3 med 2,4 dm skillnad från norr till söder.

Figur 3.2.2 visar medelantalet tallplanter per yta och skillnaden mellan försöksleden från norr till söder. Alla försöksleden utom F:3 visade en tendens till fler tallplanter per yta i söder än i norr.



**Figur 3.2.2.** Antalet tallplanter per yta och skillnaden mellan norr och syd för de fyra försöksleden. Alla försöksleden visade fler tallplanter i söder förutom F:3.

Figur 3.2.3 visar antalet tallplanter per yta och skillnaden mellan nord och syd i försöksled F:1. Det var fler tallplanter per yta i söder än i norr med en signifikant skillnad (bilaga 3,  $P < 0,05$ ). De tre andra försöksleden visade ingen signifikant skillnad mellan nord och syd.

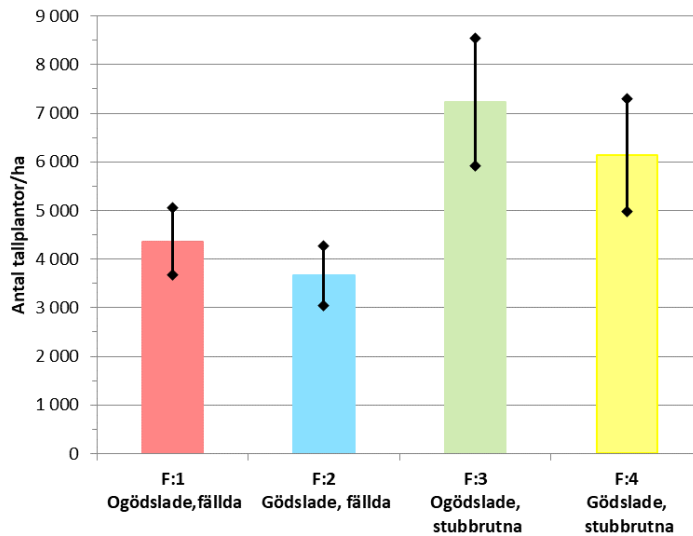


**Figur 3.2.3.** Antalet tallplanter per yta och skillnaden mellan nord och syd. Försöksled F:1 visade en signifikant skillnad med fler antal tallplanter per yta i söder än i norr (bilaga 3,  $P < 0,05$ )



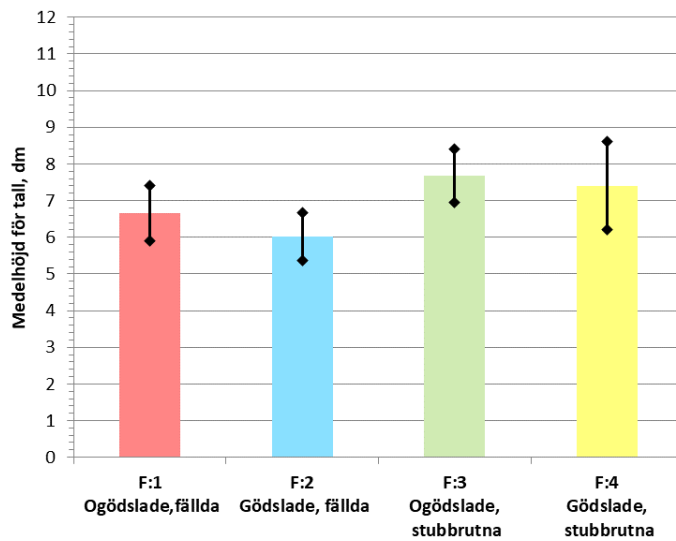
### 3.3 Gödslings och stubbrytningens påverkan

Antalet tallplantor per hektar fördelat på de fyra försöksleden visas i figur 3.3.1. De stubbrutna försöksleden visade signifikant fler tallplantor per hektar än de två fällda försöksleden (bilaga 3,  $P < 0,001$ ). De stubbrutna försöksleden visade 36 procent fler tallplantor per hektar än de fällda försöksleden. Försöksled F:3 hade strax över 7 000 tallplantor per hektar. De ogödslade försöksleden hade fler antal än de gödslade försöksleden utan signifikant skillnad.



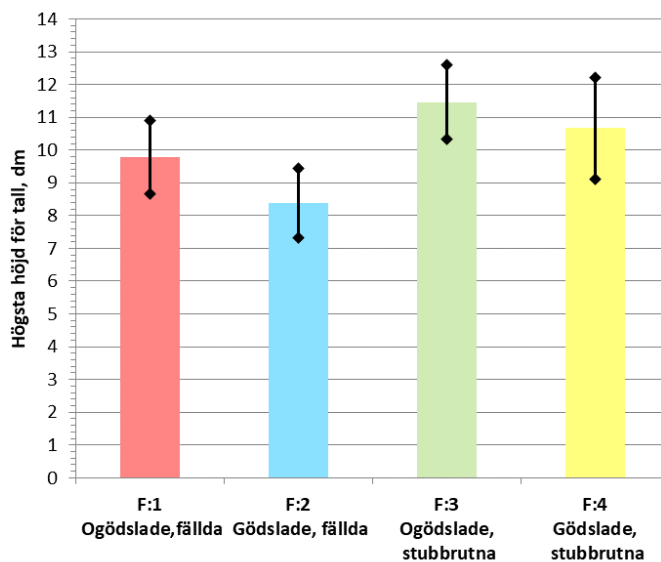
**Figur 3.3.1.** Antal tallplantor per hektar för de fyra olika försöksleden. De stubbrutna försöksleden har fler tallplantor per hektar än de fällda ( $P < 0,001$ ). De ogödslade försöksleden har fler antal tallplantor per hektar än de gödslade försöksleden. Felstaplarna visar 95 procentig konfidensintervall.

Figur 3.3.2 visar medelhöjden för tall fördelat på de fyra försöksleden. De stubbrutna försöksleden visade 18 procent högre medelhöjd än de fällda. Försöksled F:4 visade en lägre medelhöjd än det ogödslade försöksledet F:3 och det gödslade försöksledet F:2 visade en lägre medelhöjd än det ogödslade försöksledet F:1.



**Figur 3.3.2.** Medelhöjden för tall för de fyra försöksleden. De stubbrutna försöksleden visade en högre medelhöjd än de fällda. Felstaplarna visar 95 procentigt konfidensintervall.

Högsta höjden för tallplantor fördelat på de fyra försöksleden visas i figur 3.3.3. Liknande tendens som för medelhöjden där försöksled F:4 visade en lägre högsta höjd på 10,7 dm i medeltal strax över försöksled F:1 som har 9,8 dm i medel högsta höjd.



**Figur 3.3.3.** Högsta höjden för de fyra försöksleden. De två gödslade försöksleden visade en lägre höjd än de ogödslade försöksleden. Försöksled F:4 hade en medel högsta höjd för tallplantor på 10,7 dm och försöksled F:2 hade en medel högsta höjd för tallplantor på 8,4 dm, strax under det ogödslade försöksleden som hade 9,8dm respektive 11,5 dm. Felstaplarna visar 95 procentigt konfidens intervall.

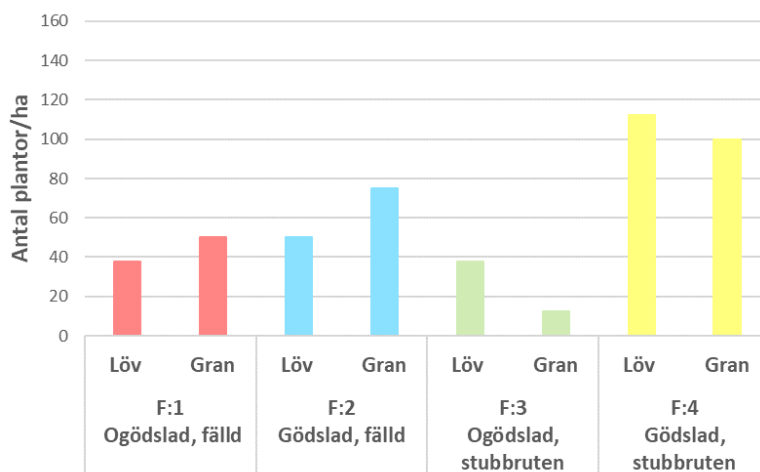
### 3.4 Löv- och granandel

Antal ytor med löv och gran visas i tabell 3.4.1. Då väldigt få ytor hade löv eller gran går det inte att säkerställa någon signifikant skillnad mellan försöksleden. Av de 400 inventerade ytorna fanns totalt 27 ytor med löv- och granplantor.

**Tabell 3.4.1.** Fördelningen av ytor med löv- och granplantor respektive utan löv- och granplantor. 27 ytor hade löv- och granplantor av de 400 som inventerades

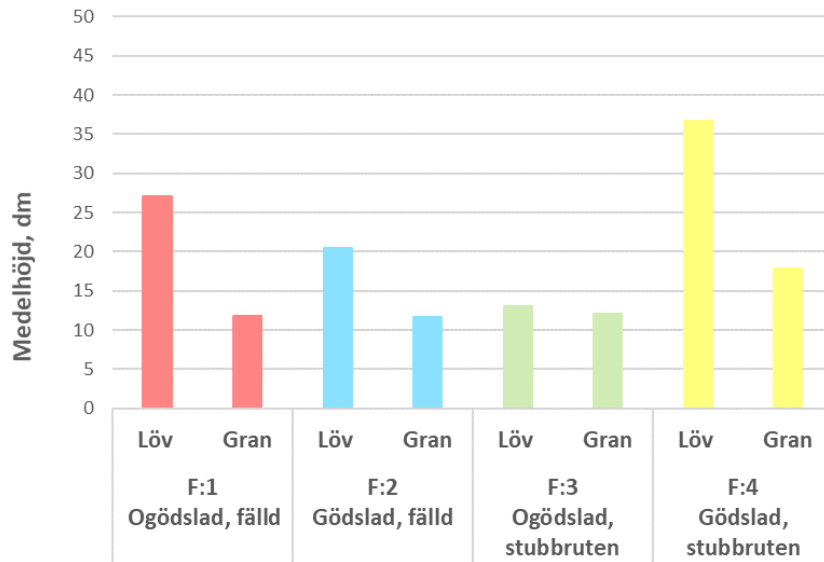
Försöksled		Ytor med plantor	Ytor utan plantor	Antal inventerade ytor
F:1	Löv	3	96	100
	Gran	4		
F:2	Löv	5	95	100
	Gran	2		
F:3	Löv	1	98	100
	Gran	2		
F:4	Löv	7	93	100
	Gran	3		
Summa:		27	373	400

Andelen löv och gran var i medeltal 4,8 plantor per yta över samtliga försöksled. Figur 3.4.1 visar antalet plantor per hektar fördelat på löv respektive gran för de fyra försöksleden. Försöksled F:4 hade flest plantor per hektar och de gödslade försöksleden hade fler plantor per hektar än de ogödslade.



**Figur 3.4.1.** Antal löv och gran plantor per hektar fördelat på de fyra försöksleden. De gödslade försöksleden hade fler plantor per hektar än de ogödslade.

Figur 3.4.2 visar medelhöjden för löv och gran fördelat på de fyra försöksleden. Samtliga försöksled visade en högre medelhöjd för löv än för gran.



**Figur 3.4.2.** Medelhöjden för löv respektive gran fördelat på de fyra försöksleden. Försöksled F:4 hade högst medelhöjd för löv och samtliga försöksled hade en högre medelhöjd för löv än för gran.

## 4. Diskussion

I detta avsnitt diskuteras studiens resultat och slutsatserna redovisas. Avsnittet avslutas med ett resonemang kring studiens styrkor och svagheter samt förslag till ytterligare forskning.

### 4.1 Stubbrytningens effekt

De stubbrutna försöksleden har i genomsnitt 36 procent fler tallplantor per hektar än de fällda försöksleden samt 18 procent högre medelhöjd än de fällda försöksleden. Om man ser stubbrytningen som en markberedning där bar mineraljord exponeras för frön att gro i så stämmer detta resultat väl med Hallikainens et.al (2019) resultat med en drastisk ökning av antalet plantor vid 10 – 20 procents markberedning. I tabell 4.1.1 visas en sammanfattning av resultatet för samtliga försöksled.

**Tabell 4.1.1** Sammanfattande tabell för att jämföra stubbrutna med icke stubbrutna luckor

	<i>Centrumräd fält</i>	<i>Centrumräd stubbrutet</i>
	<i>F:1 &amp; F:2</i>	<i>F:3 &amp; F:4</i>
Antal plant/ha	3 815	6 688
Medelhöjd, dm	6,3	7,5
Högsta höjd, dm	9,1	11,1

### 4.2 Gödslingens effekt

Karlsson (2006) visar att friställning i kombination med gödsling ökar fröträdens produktion av kott med nästan sex gånger. Detta resultat replikeras inte i denna studie då ingen säkerställd skillnad kan påvisas mellan de gödslade och ogödslade försöksleden. Det finns här en tendens som visar att de ogödslade försöksleden har högre högsta höjd samt medelhöjd än de gödslade. Även antalet tallplantor per hektar är fler i de ogödslade försöksleden som visas i tabell 4.2.1. Vad detta kan bero på är svårt att säga, om spridningen av gödsel påverkade marken omkring eller om det bara är en slump. Samtliga indata kontrollerades en gång till för att säkerställa att inga misstag eller att någon förväxling hade skett men resultatet kvarstod.

**Tabell 4.2.1.** Sammanfattande tabell för att jämför gödslade med ogödslade luckor

	<i>Gödslat</i>	<i>Ogödslat</i>
	<i>F:2 &amp; F:4</i>	<i>F:1 &amp; F:3</i>
Antal plant/ha	4702	5801
Medelhöjd, dm	6,7	7,2
Högsta höjd, dm	9,6	10,7

### 4.3 Ljusförhållanden

En tendens går att se till att det finns en skillnad mellan nord och syd i luckorna när det gäller medelhöjd för samtliga försöksled. Medelhöjden är något större i norr men skillnaden är inte signifikant (tabell 4.3.1). Nästan alla försöksled tenderar att ha fler antal plantor i norr förutom F:1 där det går att se en signifikant skillnad med ett större antal plantor i söder än i norr. Eftersom solen går över söder borde luckorna få mer tillgång till ljus i norra delen och visa en högre medelhöjd samt fler plantor i norr. En anledning till att detta inte återspeglas i resultaten kan vara att beståndet ändå släpper igenom tillräckligt med ljus så att det inte blir någon skillnad mellan nord och syd i luckorna.

**Tabell 4.3.1.** Sammanfattande tabell för att jämföra nordliga delen av luckan med den sydliga delen i samtliga försöksled tillsammans

	<i>Nordlig del av luckan</i>	<i>Sydlig del av luckan</i>
<i>Antal plant/ha</i>	5295	5480
<i>Medelhöjd, dm</i>	7	6,9
<i>Högsta höjd, dm</i>	10,5	9,8

### 4.4 Skillnad från centrum till beståndskant

Ingen skillnad kan påvisas från beståndskant och in till centrum av luckan när det gäller plantuppslag och  $R^2$ -värdena för samtliga försöksleds trendlinjer är väldigt låga. När det gäller medelhöjden går det att påvisa en signifikant skillnad mellan de stubbrutna försöksleden och de fällda. De stubbrutna luckorna har en högre medelhöjd. Detta har antagligen mest att göra med den bara mineraljorden i centrum av luckan.

Medelantalet tallplantor per hektar för samtliga försöksled var 5 400, med en variation på mellan 3 700 och 7 200. Tallplantornas medelhöjd var för samtliga försöksled 7 dm med en variation på mellan 6 dm och 7,7 dm. Hallikainen et.al (2019) påvisade i medeltal 22 000 plantor per hektar och Drössler et al. (2016) visade på 8 300 ( $\pm$  320) plantor per hektar och där framförallt på grund av en föryngring av björk.

### 4.5 Studiens styrkor och svagheter

Målet med denna studie var att undersöka föryngringsresultatet och konkurrensen om solljus och näring i en lucka med tanke till kvarvarande bestånd och avser inte att undersöka eller jämföra om det är en alternativ skogsskötselmetod. Tanken är att denna studie ska koppla samman föryngringsresultatet med luckhuggning samt att i fortsättningen vara en del i ökad forskning om luckhuggning och hyggesfritt anpassat skogsbruk främst på tall. De statistiska undersökningarna som har gjorts i denna studie är enklare hypotesprövningar där ett försöksled har ställts mot ett annat. Någon utförligare variansanalys har inte gjorts. Samtliga levande träd har

räknats med även om dessa har bedömts att inte komma att klara av en friställning. Livskraften på plantorna har alltså till viss del varit väldigt svag.

## 4.6 Framtida rekommendationer

Få studier har gjorts på luckhuggning och speciellt i syfte att undersöka om det kan vara en konkurrenskraftig skogsskötselmetod mot de mer traditionella metoderna såsom trakthyggesbruk och fröträdsställning. De studier som jag har granskat undersöker främst föryngringen i dess startskede och inte under en längre period. Detta kan bero på att de studier som har lagts upp påbörjats nyligen varför datamaterialet inte finns tillgängligt ännu.

Mer forskning om luckhuggning behövs och fortsatta studier på de befintliga försöken samt på hyggesfria metoder för pionjärträdsdrag. Ett exempel skulle vara att göra en studie där omkringliggande skog glesas ut när luckan skapas för att ge plantorna i luckan mer solljus och efter fem – tio år avverka ett bälte runt om luckan samtidigt som utglesning av den nya beståndskanten görs.

## 4.7 Slutsats

Slutsatserna som kan dras av denna studie är:

- Blottning av mineraljord ökar medelhöjden för det stubbrutna försöksleden med 18 procent och antalet ökar med 36 procent.
- Gödsling visade ingen positiv effekt på varken höjdtillväxt eller antalet plantor.
- Endast försöksledet där centrumträdet fällt och centrum av luckan ej har gödslats (F:1), visar en signifikant skillnad med fler plantor i söder än i norr. Detta tvärt emot vad som var förväntat.
- Någon säkerställd skillnad mellan föryngringsresultat i beståndskant jämfört med centrum av luckan gick inte att påvisa, varken beträffande höjdtillväxt eller plantantal.





## Referenser

- Alhström, M. (2016). *Stand Development and Growth in Uneven-aged Norway Spruce and Multi-layered Scots Pine Forests in Boreal Sweden*. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences. 2016: 63. 48 p. +3 appendix papers.
- Bengtsson, L., Rosell, S. (2010). *Hyggesfritt skogsbruk*. Skogsstyrelsen. Danagård Litho AB, Jönköping.
- Drössler, L., Fahlvik, N., K Wysocka, N., Hjelm, K., Kuehne, C. (2016). *Natural Regeneration in a Multi-Layered Pinus sylvestris-Picea abies Forest after Target Diameter Harvest and Soil Scarification*. Journal forest. MPDI, Basal, Switzerland
- Hallikainen, V., Hökkä, H., Hyppönen, M., Rautio, P., Valkonen, P. (2019). *Natural regeneration after gap cutting in Scots pine stands in northern Finland*. Scandinavian Journal of Forest Research, 34:2, 115 – 125.
- Karlsson, C. (2006). Fertilization and release cutting increase seed production and stemdiameter growth in Pinus sylvestris seed trees. Scandinavian Journal of Forest Research, 21, 317 – 326.
- Karlsson, C., Sikström, U., Örlander, G., Hannerz, M., Hånell, B., Clas Fries (2017). Skogsskötselserien 4, Naturlig förnygring av tall och gran. 2 omarb. uppl., Jönköping: Skogsstyrelsen
- Rosell, S., Magnusson, B., Oleskog, G. (2010). *Omföring av enskiktad granskog till flerskiktad granskog*. Skogsstyrelsen, Projekt hyggesfritt skogsbruk & kontinuitetsskog.
- Saksa, T. (2012) *Regeneration after stump harvesting in southern Finland*. Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Research Unit, Juntintie 154, FI-77600 Suonenjoki, Finland.
- Skogsstyrelsen (2018). *Föreskrifter för anläggning av skog*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Rapport 2018/13)
- Stenhag, S. (2017). *ÅT SKOGEN MED STATISTIK*. Skinnskatteberg: SLU-Skogsmästarskolan
- Qinghong, L., Hytteborn, H. (1991). *Gap Structure, Disturbance and Regeneration in a Primeval Picea abies Forest*. Journal of Vegetation Science, 2(3), 391-402. Retrieved February 18, 2020, from [www.jstor.org/stable/3235932](http://www.jstor.org/stable/3235932)

# Bilagor

**Bilaga 1:** Fältblankett

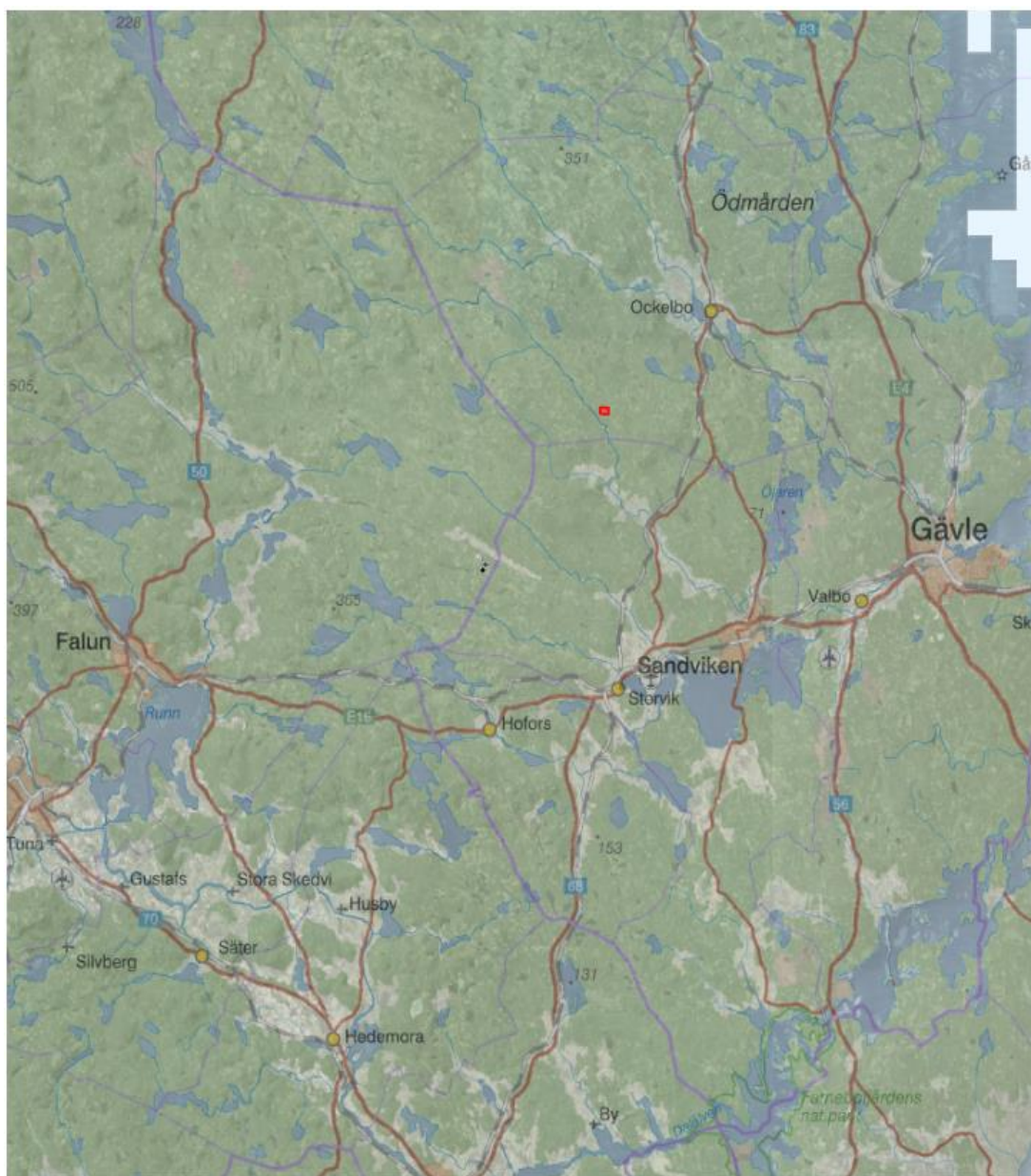
**Bilaga 2:** Kartbild över Jädraås försökspark

**Bilaga 3:** Hypotesprövning

# Bilaga 1. Fältblankett

Lucka	Yta	Antal	Bedömd Medelhöjd, dm	Övre höjd, dm	Lucka	Yta	Antal	Bedömd Medelhöjd, dm	Övre höjd, dm
<b>1</b>	Norr	1			<b>6</b>	Norr	1		
		2					2		
		3					3		
		4					4		
		5					5		
		6					6		
		7					7		
		8					8		
		9					9		
	Söder	10				Söder	10		
<b>2</b>	Norr	1			<b>7</b>	Norr	1		
		2					2		
		3					3		
		4					4		
		5					5		
		6					6		
		7					7		
		8					8		
		9					9		
	Söder	10				Söder	10		
<b>3</b>	Norr	1			<b>8</b>	Norr	1		
		2					2		
		3					3		
		4					4		
		5					5		
		6					6		
		7					7		
		8					8		
		9					9		
	Söder	10				Söder	10		
<b>4</b>	Norr	1			<b>9</b>	Norr	1		
		2					2		
		3					3		
		4					4		
		5					5		
		6					6		
		7					7		
		8					8		
		9					9		
	Söder	10				Söder	10		
<b>5</b>	Norr	1			<b>10</b>	Norr	1		
		2					2		
		3					3		
		4					4		
		5					5		
		6					6		
		7					7		
		8					8		
		9					9		
	Söder	10				Söder	10		

## Bilaga 2. Kartbild över Jädraås försökspark.



## Bilaga 3. Hypotesprövning

Formel 6.2.3 hämtat ur Stenhag (2017)

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

### **Konkurrens i avstånd från beståndskant (medelhöjd).**

Försöksled F:2 är gödslade fällda och F:4 är gödslade stubbrutna. Hypotesen är att det är högre medelhöjd i F:4 än F:2.

$$H_0: \mu_{F:2} = \mu_{F:4}$$

$$H_1: \mu_{F:2} \neq \mu_{F:4}$$

$$\frac{(6,014 - 7,420) - 0}{\sqrt{\left(\frac{3,2841}{71} + \frac{5,0655^2}{69}\right)}} = \pm 1,94$$

Z – värdet 1,94 är mer extremt än värdet 1,64 och skillnaden är statistisk säkerställd med 95 procent. F:4 har högre medelhöjd än F:2.

Försöksled F:1 är ogödslade fällda och F:3 är ogödslade stubbrutna. Hypotesen är att det är högre medelhöjd i F:3 än F:2.

$$H_0: \mu_{F:1} = \mu_{F:3}$$

$$H_1: \mu_{F:1} \neq \mu_{F:3}$$

$$\frac{(3,493 - 7,675) - 0}{\sqrt{\left(\frac{2,4680^2}{75} + \frac{3,6795^2}{80}\right)}} = \pm 3,79$$

Z – värdet 4,26 är mer extremt än värdet 3,29 och skillnaden är statistisk säkerställd med 99.9 procent. F:3 har högre medelhöjd än F:1.

**Stubbrytningens påverkan (antal).**

Försöksled F:2 är gödslade fällda och F:4 är gödslade stubbrutna. Hypotesen är att det är fler antal tallplantor i F:4 än F:2.

$$H_0: \mu_{F:2} = \mu_{F:4}$$

$$H_1: \mu_{F:2} \neq \mu_{F:4}$$

$$\frac{(2,930 - 4,913) - 0}{\sqrt{\left(\frac{2,1066^2}{71} + \frac{3,9173^2}{69}\right)}} = \pm 3,72$$

Z – värdet 1,98 är mer extremt än värdet 3,29 och skillnaden är statistisk säkerställd med 99,9 procent. F:4 har fler tallplantor än F:2.

Försöksled F:1 är ogödslade fällda och F:3 är ogödslade stubbrutna. Hypotesen är att det är fler antal tallplantor i F:3 än F:1.

$$H_0: \mu_{F:1} = \mu_{F:3}$$

$$H_1: \mu_{F:1} \neq \mu_{F:3}$$

$$\frac{(3,493 - 5,788) - 0}{\sqrt{\left(\frac{2,4680^2}{75} + \frac{4,7805^2}{80}\right)}} = \pm 3,79$$

Z – värdet 2,29 är mer extremt än värdet 3,29 och skillnaden är statistisk säkerställd med 99,9 procent. F:3 har fler tallplantor än F:1.

**Skillnaden mellan nord och syd för försöksled F:1 (antal).**

Försöksled F:1 är gödslade fällda och luckorna delades in i Nord och Syd. Hypotesen är att det är en skillnad mellan Nord och Syd.

$$H_0: \mu_{Norr} = \mu_{Syd}$$

$$H_1: \mu_{Norr} \neq \mu_{Syd}$$

$$\frac{(3,08 - 3,97) - 0}{\sqrt{\left(\frac{2,3137^2}{75} + \frac{2,5837^2}{75}\right)}} = \pm 2,24$$

Z – värdet 2,24 är mer extremt än värdet 1,96 och skillnaden är statistisk säkerställd med 95 procent. F:1 Syd har fler antal tallplantor än F:1 Nord.