

# Inverkan av förnygringsintensitet på tidig etablering efter schackrutehuggning

*Effects of reforestation intensity on early establishment after cutting in a gap shelterwood system*

Erik Fernemar



Examensarbete • 30 hp

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2018:16

Umeå 2018



# Inverkan av föryngringsintensitet på tidig etablering efter schackrutehuggning

*Effects of reforestation intensity on early establishment after cutting in a gap shelterwood system*

Erik Fernemar

**Handledare:** Urban Bergsten, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Examinator:** Dan Bergström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurstitel:** Master thesis in Forest Sciences at the Department of Forest Biomaterials and Technology

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Kurskod:** EX0832

**Utgivningsort:** Umeå

**Utgivningsår:** 2018

**Omslagsbild:** Källa: Erik Fernemar

**Serietitel:** Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Delnummer i serien:** 2018:16

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

**Nyckelord:** Luckhuggning, schackrutehuggning, Naturlig föryngring, Kalhyggesfritt, skogsbruk

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens biomaterial och teknologi



## Sammanfattning

Denna studie avser inverkan av föryngringsintensitet efter schackrutehuggning (kal-avverkade luckor och kvarstående skärmar däremellan) i ett fältförsök i Jämtland som anlades 2012-2013 i ett tallbestånd. Syftet var att tre år efter föryngringsåtgärd utförts kvantifiera inverkan av olika metodval för föryngring i schackrutehuggningens luckor (fem nivåer, från enbart naturlig föryngring till markberedning och plantering inkl. stängsling). Dessutom kvantifierades inverkan av markberedning, exposition och avstånd till bestånds-/skärmkant på föryngringsresultatet. Provytor lades ut för att hämta in data på de plantor som förekom inom de olika behandlingarnas provytor, såsom planthöjd, toppskott, träslag och skador. Inom behandlingarna så gavs det olika förutsättningar för plantorna som påverkade resultatet.

Resultatet visade ett flertal saker när det kommer till plantantal: behandlingar såsom endast markberedning och endast plantering hade lägst antal plant/ha, medan markberedning och plantering samt stängsling med markberedning och plantering som behandling hade det högsta antalet plantor per ha. Plantornas andel av skador påverkades inte utav vilken typ av behandling som användes, naturligt föryngrade plantor hade dock högre andel friska plantor än de planterade plantorna. Men alla behandlingarna var godkända i enlighet med skogsvårdslagen när det kommer till antalet plantor per hektar, intensiteten varierade beroende på behandlingen.

En övergripande slutsats är att i framtidens skogsbruk kan luckhuggning i schackrutor vara ett system som kan fungera för att uppnå hyggesfritt skogsbruk. Dock krävs det fler försök för att detta skötselsystem ska kunna tillämpas praktiskt i det svenska skogsbruket, för att kunna utnyttja metoden till fullo och inse dess starka sidor men även dess svaga sidor.

*Nyckelord:* Luckhuggning, schackrutehuggning, Naturlig föryngring, Kalhyggesfritt skogsbruk

## Abstract

This study's topic is gap cutting management focused on the reforestation intensity at the early establishment on a field trial in the county of Jämtland established 2012-2013 in a pine stand. The main goal was that after 3 years the different treatments had been conducted were to estimate the impact of the different treatments affecting the reforestation in the gaps (five levels, from only planting, to natural regeneration, to scarification with planting with some even included fencing). The impact of the distance from the forest edge and direction were also estimated. Inventory plots were placed out systematically in the treatment plots in order to collect information of plants height, top shot length, tree species and damages.

The results showed several things when it comes to the amount of plants: treatments such as only scarification or only planting showed the smallest amount of plants/ha. Scarification with planting and scarification with planting incl. fencing had the highest amount of plants/ha. The proportion of damaged plants wasn't affected by treatment, but naturally generated plants had a higher proportion of healthy plants in comparison to planted plants. But all different treatments were approved according to the demand from the forestry laws when it comes to the amount of plants per hectare, the intensity varied depending of the treatment.

An overall conclusion is that the use of an gap-shelterwood management systems could fulfill continuous cover forestry requirements. More field trials are however needed to make it possible to use this forestry method in practice in Swedish forestry, to be able to use the method at its highest capacity and get to know its strengths but also its weaknesses.

*Keywords:* Gap cutting, Gap-shelterwood system, Natural reforestation, Continuous cover forestry.

## Förord

Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng och är skrivet vid Institutionen för skogens biomaterial och teknologi vid fakulteten för skogsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet Umeå. Examensarbetet har genomförts på uppdrag av Skogsstyrelsen och SCA Skog har stått som markvärd för fältstudien.

Jag skulle vilja tacka mina handledare för deras stöd och hjälp de har gett mig genom detta examensarbete som bl.a. återkoppling på skrivna text, hjälp med boende samt stöd under hela arbetets gång. Det har varit en rolig och intressant tid som jag har fått lära känna er och ser att det faktiskt inte kunnat gå så bra som det gjort utan ert stöd.





# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrund	7
<b>2</b>	<b>Material och metoder</b>	<b>10</b>
2.1	Studieområdet och försöksdesign	10
2.2	Inventering	11
2.3	2.3 Statistisk analys	13
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>15</b>
3.1	Plantantal beroende på föryngringsintensitet	15
3.2	Biplantors antal mot markberedningsgrad	17
3.3	Skadeandel beroende på behandling	18
3.4	Plantvolymens påverkan av föryngringsmetod	19
3.5	Plantvolym beroende på väderstreck och avstånd till kant	21
3.6	Toppskott samt plantvolym, avstånd till kant och väderstreck	22
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>24</b>
4.1	Plantantal beroende på föryngringsintensitet	24
4.2	Plantvolymens påverkan av föryngringsintensitet	25
4.3	Skadeandel beroende på föryngringsintensitet	25
4.4	Biplantors antal mot markberedningsgrad	25
4.5	Plantvolym, toppskott, avstånd till beståndskant samt väderstreck	26
4.6	Styrkor och svagheter	27
<b>5</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>28</b>
	<b>Referenslista</b>	<b>30</b>



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I Sverige finns ca 27 miljoner hektar skogsmark nedanför fjällområdena med ett totalt virkesförråd på ca 3445 miljoner m<sup>3</sup>sk, med en åldersfördelning som gör att 60 årig skog är den vanligaste. Många arter som man sammankopplar med äldre skog har mindre habitat, ca 3,2 miljoner hektar är över 140 år gammal (Riksskogs-taxeringen 2017). Inom dagens skogsbruk i Sverige finns det många olika aktörer som länge använt sig av skogen och dess resurser. Det kan vara ekonomiska, sociala och kulturella värden som präglar användandet av skogen. Dessa värden vägleder de olika sätt som skogen brukas på och har till stor del fungerat som en inkomstkälla för allt från privata markägare till större företag (Andersson, m fl. 1980).

Innan 1950 talet bedrevs skogsbruket i Sverige med enkel småskalig teknologi men skogsbruket effektiviserades snabbt under 1960- och 1970-talen (Lisberg m fl. 2011). Det storskaliga trakthyggesbruk som tillämpats sedan dess har haft en stor inverkan på landskapet och de olika värden som finns inom skog och mark, då brukningssättet skapar en mosaik av beståndsviss likåldrig skog och bestånd i alla åldrar upp till en rotationsålder. Man vill beståndsviss skapa likåldrig homogen skog som man lättare kan administrera på ett effektivt sätt när det kommer till skötsel, systematiskt utlägg och ekonomi. När man ska avverka är man skyldig att ha en plan för förnygring på platsen för att ersätta den skog som man vill avverka (Hallsby 2008). Som skogsägare kan man också vara bunden av överenskommelser, som exv. FSC-certifiering (Forest Stewardship council certification). FSC är en organisation som arbetar för ett ansvarsfullt, hållbart skogsbruk och för att främja de sociala och ekologiska värden som några av deras huvudprinciper (Wasburn 2003, Skogsstyrelsen 2016). En certifiering kan ge marknadsfördelar gentemot icke certifierade och göra att en slutkund kan känna sig trygg i att sin konsumtion av trävaror är hållbart producerad. Då detta efterfrågas utav slutkonsumenten kring det ansvar skogsbruket tar

med hänsyn till skötsel och miljö (Anon. 2016). I arbetet med den nya skogsbruksstandarden i FSC finns det förslag om att byta ut avsättning för naturvård till avsättning för hyggesfri skogsskötsel istället. Detta skapar diskussioner kring vad som skall räknas in som hyggesfria metoder, och om blädnings-, skärm- eller luckhuggningsmetoder måste följa en standard för att accepteras som hyggesfria (Hannerz m fl. 2017). En utmaning är att både bevara och samtidigt utveckla skogens värden (Naturvårdsverket 2017). Kalhyggesfritt skogsbruk kan ha fördelar men också nackdelar gentemot konventionellt trakthyggesbruk, beroende på sammanhang och aktuella förutsättningar, exv. när det gäller ekonomi och bevarande av den biologiska mångfalden (Cedergren 2008). Även kulturvärden, sociala värden eller rekreativvärden kan ev. bibehållas bättre genom användning av hyggesfritt skogsbruk. Ytterligare ett exempel när hyggesfria metoder kan vara till nytta är på marker där rennäringen är en viktig markanvändare (Skogsstyrelsen 2017).

Valet av skötselsystem och -metoder kan göras efter olika principer. Vid blädning eftersträvas att skogen ska vara fortsatt fullt skiktad, vilket betyder att träd kan behöva tas ut i olika storleksklasser för att behålla en jämn diameterfördelning. Avverkningen sker i mindre etapper där de träden i de högre nivåerna avverkas, detta möjliggör för de lägre träden att fortsätta sin utveckling av stammar samt trädkronor (Hannerz m fl. 2017). Det är dock viktigt att spara tillräckligt många stora träd i blädningsskogen för att säkerställa frötillgången. Det finns en positiv korrelation mellan antal producerade kottar och diameter på träden, vilket innebär att ett visst antal träd med större diametrar borde lämnas kvar med hänsyn till fröproduktionen (Nygren m fl. 2017). Mer skuggtåliga trädslag passar bättre för blädning, medan mer ljuskrävande trädslag är bättre lämpade för luckhuggning och kanthuggning. Ett så kallat Chequered-Gap-Shelterwood-System (CGS-system) är ett förslag på system där fördelarna från både trakthyggesbruket och kalhyggesfritt skogsbruk skulle kunna kombineras (Erefur 2010). Tanken med CGS-systemet är att det anläggs i ett enskiktat bestånd genom att träd avverkas i ett rektangulärt mönster vilket skapar ett schackrutemönster i beståndet (Figur 1). Rektanglarna (rutorna) med kvarvarande träd kallas för skärmställningar. I och med detta har det ursprungligt enskiktade beståndet omvandlats till tvåskiktat och består av luckor där föryngring sker och skärmställningar däremellan. Principen med CGS-systemet är att plantorna som växer upp i luckorna i framtiden ska utgöra nya skärmträd, och nuvarande skärmställningar gallras och på sikt avverkas och blir nya luckor. Ser man till förloppet hos en enskild rektangel går den från lucka till skärmställning och sedan tillbaka till lucka igen (Erefur 2010). I ett CGS-system blir föryngringsfasen minst lika komplex som i ett konventionellt trakthyggesystem. Markberedning ökar generellt ofta oddsen till en lyckad groning/etablering. Även om det ifrågasatts om markberedning behövs vid luckhuggning så finns det studier om att markberedning har en

positiv inverkan på naturligt föryngrade plantor (Hanssen m fl. 2003). Det finns dock även andra aspekter på markberedning som kan ha betydelse, exv. minskad risk för frost- och snytbaggeskador, förbättrad vattenstatus, mer mineralisering, etc. (Hanssen m fl. 2003, Jactel m fl. 2009). Det som gynnar plantor vid markberedning kan dock också till viss del uppnås genom att föryngra under skärm, exv. kan uppfrysnings- och frostskaador minskar tack vare en skärm/beståndskant. Även hyggesvegetation kan hämmas tack vare skärmträd, på liknande sätt som en markberedning ger plantor ett försprång och gör dem mindre känsliga för hyggesvegetation (Jactel m fl. 2009, Pukkala m fl. 2011). Effekterna av en beståndskant på plantorna bör dock bero på exponering och trädhöjd, när det kommer till den negativa inverkan av deras tillväxt (Jakobsson m fl. 2005).

Eftersom CGS-system inte är prövade på beståndsnivå är det flera frågeställningar kring metodval och den rumsliga utformningen av systemet som är angelägna att angripa, inte minst vilken nivå på föryngringsintensitet som är lämplig samt vilken inverkan en beståndskant har, under olika förutsättningar. 1.2 Mål och syfte  
Denna studie avser att studera inverkan av föryngringsintensitet vid schackrutehuggning i ett fältförsök i mellersta Sverige/Jämtland i ett tallbestånd som skördades vintern 2012. Föryngringsåtgärderna gjordes 2013.

Syftet var att kvantifiera inverkan av olika metodval för föryngring efter en schackrutehuggning i fem nivåer: från enbart naturlig föryngring till markberedning och plantering inkl. stängsling. Dessutom kvantifierades inverkan av exponering och avstånd till beståndskant på föryngringsresultatet.

Följande frågor avsågs att besvaras:

1. Vid vilken föryngringsintensitet ger schackrutehuggningens olika behandlingar en tillfredsställande föryngring som uppfyller skogsvårdslagens krav?
2. Finns det en skillnad mellan antalet naturligt föryngrade småplantor vid olika grad av markpåverkan?
3. Finns det en skillnad i skadeandelar mellan de olika behandlingarna och deras föryngringsintensitet?
4. Finns det en påverkan av avstånd till beståndskant och beskuggning som påverkar trädvolymen och toppskott?
5. Hur skiljer sig de olika behandlingarna mot ett intilliggande konventionellt hygge med konventionell markberedning och plantering?

## 2 Material och metoder

### 2.1 Studieområdet och försöksdesign

Studien utfördes i ett fältförsök vid Torringsmon utanför Bräcke, Jämtland (SWEREF99TM (N, E) 6952530, 537785, 485 m h.ö.h.). Beståndet var ett drygt hundraårigt produktionsskog av tall som genomgått manuell hugning och uttransport med häst på 30-40 talet och sedan gallrats med maskiner på 90-talet. Ståndorstindex är en T22 med ett stamantal på 435 stammar/ha och ca 285 m<sup>3</sup>sk/ha.



Figur 1. Utformningen av det aktuella fältförsöket med skärmställningar och luckor. Luckorna som användes i studien var 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 och 16. Beskrivning av de olika luckornas behandlingar inom försöksområdet. Nf = naturlig förnygring, Mb = markberedning, Pl = Plantering, S = Stängslat. Nf: Enbart naturlig förnygring/beståndsförnygring (4, 6 och 9) Nf-Mb: Markberedning för naturlig förnygring (2, 13 och 14) Mb-Pl: Markberedning och plantering (12, 15 och 16), Pl: Plantering utan markberedning (ruta 3, 8), Mb-Pl-S: Markberedning och plantering med stängsling (7, 11).

*Figure 1. Layout of the actual field trials with gap-shelterwood system. The gaps used in the study was 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 and 16. The description of the different gap treatments in the test area. MB = Soil scarification, Pl = Planted regeneration, Nf = Natural tree generation, S = Fenced. Nf: Only natural regeneration (4, 6, and 9), Nf-Mb: Scarification for natural regeneration (2, 13 and 14), Mb-Pl Scarification and planted regeneration (12, 15 and 16), Pl: Planted regeneration and no scarification (3, 8), Mb-Pl-S Scarification with planted regeneration and fenced (7, 11).*

## 2.2 Inventering

Data samlades in i de olika luckorna i 11 provytor med en radie på 1,78 m, dessa provytor täcker tillsammans ca 110 m<sup>2</sup> (Fig. 2). Detta är strax under 10% av totala luckans area (1575 m<sup>2</sup>). Inom varje etablerad provyta markerades plantor med en höjd på 10 cm eller högre med ett plantnummer, och följande data insamlades: Trädhöjd, toppskottslängd, rotbasdiameter, typ av planta (art), vitalitet, skador, antal biplantor och markberedningsgrad.

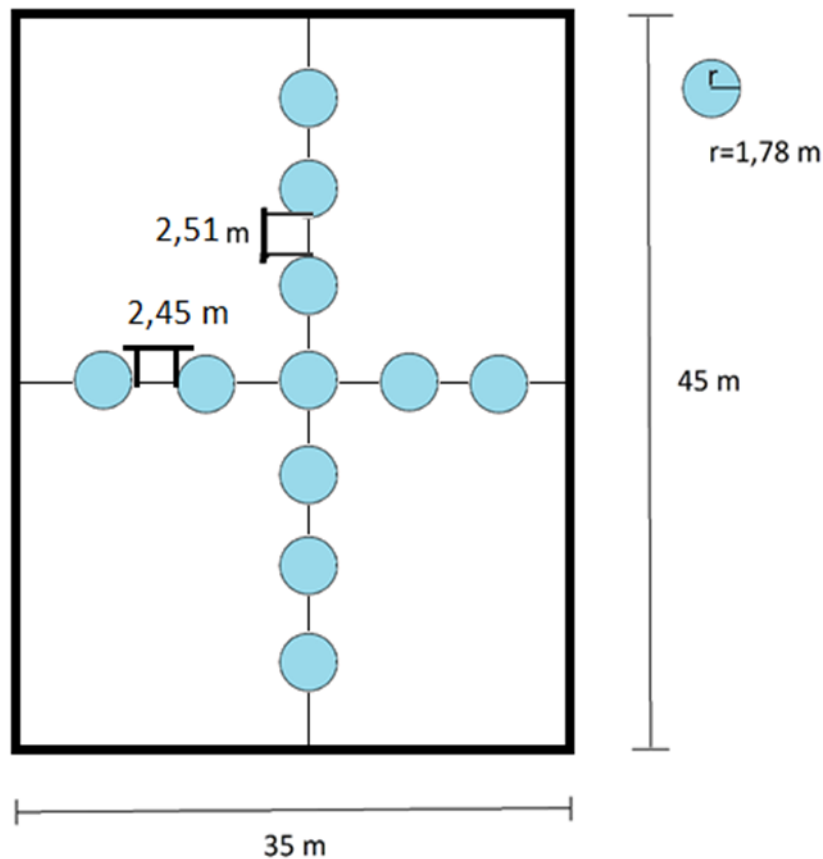
Urval av plant gjordes utifrån att ett visst avstånd mellan huvudplantorna inom provytan måste finnas för att kunna räknas in som potentiella huvudträd. Om den första

plantan som mättes in hade en planta inom 60 cm avstånd måste den tredje plantan befinna sig över 100 cm från den första plantan för att den andra plantan skulle räknas in. Provytans storlek, 10 m<sup>2</sup>, medförde att max 5 huvudplantor kunde rymmas (SFS 2014:890). Överskridande antal plantor klassades därmed som biplantor. För MB-PL-S (luckorna 7 och 11) var den ursprungliga planen att endast utvärdera de planterade plantornas tillväxt och därför skulle inga naturligt föryngrade plantor få finnas kvar. Därför räknades naturligt föryngrade plantor över 10 cm i höjd istället in som biplantor.

Vissa ytor har även markberedning som en behandling, de värden som mättes i dessa ytor var för att uppskatta markberedningens täckta yta i procent av provytans areal. Provytor med 0% påverkan av markberedning/markstörning klassades med 0, provytor med 1-25% med 1, provytor med 25-50% med 2, provytor med 50-75% med 3, provytor med 75-100% med 4. De planterade och självföryngrade ytorna med och utan markberedning inventerades för att se om markberedningen hade större effekt beroende på val av föryngringsmetod.

Liknande utläggning av provytor gjordes på referenshygget intill försöksområdet. Totalt 21 provytor lades ut, detta på grund av hyggets storlek på ca 100x200 m. Toppskott, höjd, vitalitet, skador och antal biplantor registrerades.





Figur 2. Utläggning av de 11 provytorna inom luckorna och avstånden emellan dem.  
 Figure 2. Layout of the 11 sample plots in the gaps and distances in between.

### 2.3 2.3 Statistisk analys

De olika behandlingarna och deras inverkan på plantvolym, antalet biplantor, planterade plantor och naturligt föryngrade plantor, biplantors etablering och skadeandel analyserades olika beroende på vad som skulle undersökas utifrån frågeställningen på de olika behandlingarna.

Inom luckor med markberedning och plantering som behandling så analyserades om det fanns ett samband mellan toppskottslängd, plantvolym och väderstreck på planterade plantor. Alla statistiska analyser har genomförts i Minitab (2017). Inom alla behandlingar så undersöktes sambandet med antal plantor beroende på typ av behandling som genomförts. Detta inkluderar inte bara totala antalet plantor utan vad för typ av planta också, för att se ett samband mellan behandling och hur plantfördelningen såg ut.

Inom alla behandlingar så undersöktes skador på huvudplantor. Från början klassades skadorna in i (*antal*) olika kategorier (*beskriv vilka*). Dataunderlaget var dock så litet att kategorierna visade sig vara för många för att kunna se ett samband mellan typ av skada och behandling. Därför slogs de olika kategorierna ihop till endast en kategori och jag skilde endast mellan skadad och icke skadad planta.

Inom behandlingarna som hade markberedning och plantering, så undersöktes det om det fanns ett samband mellan avstånd till beståndskant och dess väderstreck. Detta gjordes genom att de olika provytorna fick ett värde beroende på sina avstånd till beståndskanten, provytan närmast beståndskant fick värdet 1 och nästkommande provyta inåt fick värdet 2. Detta jämfördes emot väderstreck som också fått ett värde för att se om skillnader fanns mellan avstånd till beståndskant och väderstreck. Exempelvis så kunde man därmed se om första provytan från beståndskanten från öst visade skillnad från första provytan från väst/syd/nord (Fig. 2).

Inom behandlingarna med markberedning så undersöktes det hur markberedningsgrad påverkar antalet tillkomna biplantor. Hur variansen på biplantors antal varierade så jämfördes antalet biplantor mot markberedningsgrad, och om markberedningsgraden av provytan har någon påverkan på antalet biplantor. Därefter utfördes undersökande dataanalyser som använde 95 % konfidensintervall för att utreda sambandet mellan antalet biplantor, beroende på typ av behandling jämfördes emot referenshygget. Med hjälp av variansanalysen General linear modelling (GLM) så testades variansen av plantvolymen på de planterade plantorna, med avseende på effekt av behandling. Test för normalitet av datamaterialet som utfördes med histogram visade att datauppsättningen inte var normalfördelat, GLM kunde då tillämpas på datamaterialet. De analyser som genomförts har gjorts med Tukey's test ( $P < 0,05$ ). Detta gjordes för att se om skillnader fanns mellan olika behandlingarna för att vidare analysera hur dessa skillnader såg ut.

## 3 Resultat

### 3.1 Plantantal beroende på föryngringsintensitet

Det fanns en signifikant skillnad på antal av planttyp mellan de olika behandlingarna (Tabell 2). Som man kan se visade PP, BP och totalt antal plantor signifikanta skillnader mellan behandlingarna, NP hade inte någon signifikant skillnad beroende på behandling. I figur 3 så ser man visuellt hur fördelningen av de olika planttyperna skiljer sig mellan de olika behandlingarna.

Tabell 1. Resultat från GLM gällande behandlingens effekt för antalet plantor per medelprovyta av trädplantor

*Table 1. Results from GLM concerning treatment effect on number of plants per mean sample plot for tree seedlings*

<b>Antal plantor mot behandling</b>	Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	R-sq	P
Antal Planterade huvudplantor	Behandling	4	10,69	2,67	122,24	98,39%	<0,0001
	Error	8	0,17	0,02			
Antal Naturligt föryngrade huvudplantor	Behandling	4	1,96	0,49	2,43	54,87%	0,133
	Error	8	0,20	0,20			
Antal Biplantor	Behandling	4	30,71	7,67	8,05	80,09%	0,007
	Error	8	7,635	0,95			
Totalt antal plantor	Behandling	4	75,79	18,94	10,34	51,61%	0,003
	Error	8	14,66	1,83			

Tabell 2. Resultat från GLM gällande behandlingens effekt för plant-antal per hektar. Jämförda i Tukey jämförelsetest för att se samband mellan behandling och medelvärde, gruppering inom behandlingarna då dem överskrider varandra så har dem ej signifikant skillnad. Se figur 1 för beskrivning av förkortningar.

*Table 2. Results from GLM concerning treatment effect on number of plants per hectare. Compared in a Tukey test to see if there is a connection between treatment and mean-number, grouping in between the treatments so when they are covering each other they have no significance difference. See figure 1 for abbreviations.*

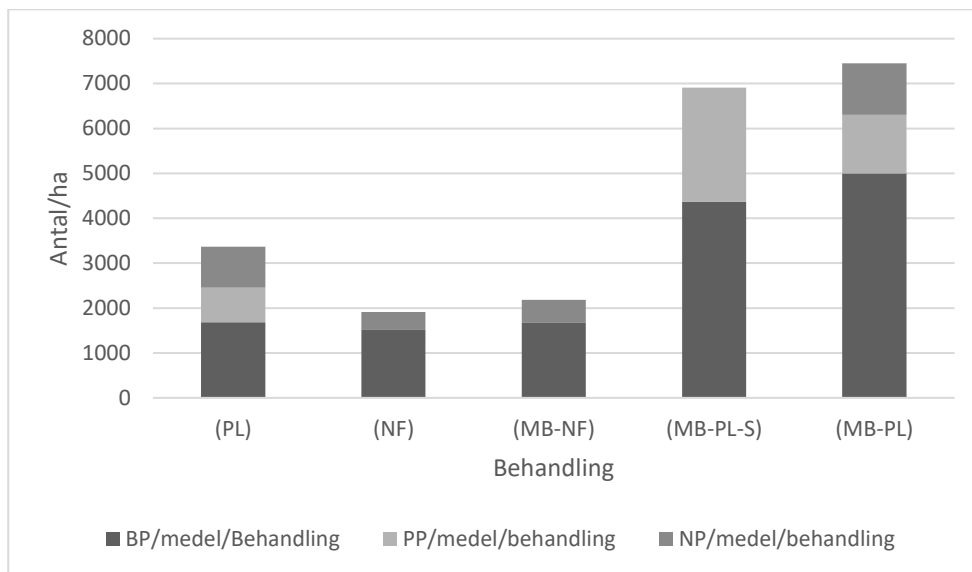
<b>Totalt antal plantor</b>			
Behandlingstyp	N	Mean	Grouping
MB-PL	3	7454	A
MB-PL-S	2	6909	A
PL	2	3363	A B
MB-NF	3	2181	B
NF	3	1909	B

<b>Antal naturligt förnygrade huvudplantor</b>			
Behandlingstyp	N	Mean	Grouping
MB-PL	3	1151	A
NF	3	393	A
PL	2	909	A
MB-NF	3	515	A
MB-PL-S	2	x	A

<b>Antal Biplantor</b>			
Behandlingstyp	N	Mean	Grouping
MB-PL	3	5000	A
MB-PL-S	2	4360	A B
PL	2	1681	B
MB-NF	3	1666	B
NF	3	1515	B

<sup>1</sup>Inom MB-PL-S behandlingen har naturligt förnygrade plantor inte räknats in då dessa skulle avlägsnas från behandlingen, dessa räknades istället in i antalet biplantor.

*Within the treatment MB-PL-S the natural regenerated plants haven't been included because these plants were to be removed from the treatment site, these were counted in the number of sub-plants instead.*



Figur 3. Antal planter per ha för respektive behandling fördelat på planterade huvudplanter (PP), naturligt förnygrade huvudplanter (NP) och biplanter (BP). Se figur 1 för beskrivning av förkortningar.  
*Figure 3. Number of plants depending on the type of treatment. PP = Planted plants, NP = Natural generated plants, BP = Sub-plants. See figure 1 for abbreviations.*

### 3.2 Biplantors antal mot markberedningsgrad

Det var tydligt att markberedning hade inverkan på antalet biplanter i behandlingen med markberedning och plantering. Medelvärde var endast 0,25 biplanter per provyta om ingen markberedning överhuvudtaget var gjord och ca 4-5 biplanter per provyta om markberedning var gjord. Det fanns dock ingen signifikant effekt av markberedningsgrad, dvs. den minsta markstörningen gav ungefär lika många biplanter som den största störningen.

Markberedningsgrad hade en signifikant påverkan på antalet (Tabell 7). Markberedning över 25-50% (2) upp till 50-75% (3) har störst effekt på medelantalet biplanter, vilket innebär att det finns en ökning som effekt av ökad markberedningsgrad tills den går över 25-50% markberedningsgrad.

Tabell 3. Resultat från GLM gällande markbehandlingsgradens effekt för biplantors antal/ha. Jämförda i Tukey jämförelse test för att se samband mellan markberedningsgrad och medelvärde. Detta data utgjordes från luckorna 12, 15 och 16 (MB-PL). Se figur 1 för beskrivning av förkortningar.  
*Table 3. Results from GLM concerning scarification level effect on number of sub plants/ha. Compared in Tukey's simultaneously test of means to see if there is a correlation between scarification level and mean-number, gaps 12, 15 and 16 is the data from (MB-PL). See figure 1 for abbreviations.*

Antal biplantor mot markberedningsgrad	Factor	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	R-sq	P
Andel skador	Markberedningsgrad	4	83,75	20,938	2,62	42,52%	0,047
	Error	8	0,12216	0,01527			
<b>Tukey Pairwise Comparisons</b>			<b>Grouping</b>				
<b>Markberedningsgrad</b>	<b>N</b>	<b>Medel</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		
50-75%	10	5050	A	B			
75-100%	5	4980	A	B			
25-50%	18	4870	A				
1-25%	17	3570	A	B			
0%	4	250		B			

### 3.3 Skadeandel beroende på behandling

GLM analysen av proportionen av skadade plantorna inom behandlingarna visade ingen signifikant skillnad emellan de olika behandlingarna, andelen skadade plantor var också generellt låg då högsta andelen låg på 35,6 % hos en behandling. Dock kan man se i Tukey jämförelsen att behandlingar med planterade träd hade större andelar skador än behandlingar med icke planterade träd.

Det var ingen signifikant skillnad mellan skadade och friska plantor mellan behandlingarna (Tabell 4).

Tabell 4. Resultat från GLM gällande behandlingens effekt för skadeandel på plant i procent. Jämförda i Tukey jämförelse test för att se samband mellan behandling och medelvärde, gruppering inom behandlingarna då dem överskrider varandra så har dem ej signifikant skillnad. Se tabell 1 för beskrivning av förkortningarna

*Table 4. Results from GLM concerning treatment effect of damage on plant in percentage. Compared in a Tukey test to see if there is a connection between treatment and mean-number, grouping in between the treatments so when they are covering each other they have no significance difference. See table 1 for abbreviations.*

<b>Skadeandel mot behandling</b>	<b>Factor</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>R-sq</b>	<b>P</b>
Andel skador	Behandling	4	0,06565	0,01641	1,07	34,96%	0,429
	Error	8	0,12216	0,01527			
<b>Tukey Pairwise Comparisons</b>			<b>Grouping</b>				
<b>Behandling</b>	<b>N</b>	<b>Medel</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		
MB-PL-S	2	0,35	A				
MB-PL	3	0,26	A				
PL	2	0,19	A				
NF	3	0,18	A				
MB-NF	3	0,13	A				

### 3.4 Plantvolymens påverkan av föryngringsmetod

GLM analysen av plantvolymen per medelprovyta inom behandlingarna visade signifikant skillnad emellan de olika behandlingarna. Dock kan man se i Tukey jämförelsen att behandlingar med planterade träd och markberednings som behandling hade större volymer av träd än behandlingar med endast plantering eller endast med markberedning.

Det var en signifikant skillnad mellan plantvolym mellan behandlingarna (Tabell 5).

Tabell 5. Resultat från GLM och Tukey's test om plantvolym i kubikcentimeter per medelprovyta och behandling, behandlingar med samma grupperingsbokstav är inte signifikant åtskilda. Se figur 1 för beskrivning av förkortningar.

*Table 5. Results from GLM according to mean volume of plants in cubic-centimeter per mean sample area in the treatments, grouping in between the treatments so when they are the same letter they have no significance difference. See figure 1 for abbreviations.*

<b>Plantvolym mot behandling</b>	<b>Factor</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>R-sq</b>	<b>P</b>
Totala volymen plantor	Behandling	4	35779	8944,8	52,31	96,32%	0,001
	Error	8	1368	171			

<b>Tukey Pairwise Comparisons</b>			<b>Grouping</b>			
<b>Behandling</b>	<b>N</b>	<b>Medel</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
MB-PL-S	2	158,7	A			
MB-PL	3	48,3		B		
PL	2	20,9		B	C	
NF	3	7,6			C	
MB-NF	3	5,6			C	



### 3.5 Plantvolym beroende på väderstreck och avstånd till kant

Det var ingen signifikant skillnad mellan norr- och söderläge i jämförelse med väst och östligt läge när det kommer till plantvolym, inom markberedda och planterade luckor (Tabell 6). Luckorna 7, 11, 12, 15, 16 (Mb-Pl-S och Mb-Pl) jämfördes i 2 olika analyser på grund av deras olika förutsättningar som gjorde att de inte kunde vara inom samma analys, 7 och 11 (Mb-Pl-S) hade till skillnad från de andra luckorna även stängsling och ej etablerats på samma sätt som 12, 15 och 16 (Mb-Pl) så plantorna mellan dessa 2 behandlingar kan ej behandlas som en behandling. Lucka 12, 15, och 16 (Mb-Pl) gav ett p-värde på 0,887 och de olika väderstrecken i de markberedda och planterade luckorna gav ingen signifikant påverkan på plantornas volym. Likadant gavs det inget signifikant värde ( $p = 0,975$ ) i SLU-luckorna 7 och 11 (Mb-Pl-S). En gemensam skillnad de har är att medelvolymen i båda behandlingarna så har norr-söder sträckan ett lägre medelvärde än öst-väst sträckan (tabell 7).

Tabell 6. Medelvolym av planterad plant i kubikcentimeter per provyta i de olika väderstreckssträckorna samt mitt. Lucka 12, 15 och 16 (Mb-Pl) är luckor med markberedning samt plantering. Lucka 7 och 11 (Mb-Pl-S) är SLU luckorna som är stängslade special luckorna som skiljer sig från de andra då entreprenör inte ansvarat för dessa behandlingar så kan de inte jämföras med andra behandlingen. *Table 6. Mean volume of planted plants in cubic-centimeter per sample plot in the different weather directions and middle sample area. Gap 12, 15 and 16 (Mb-Pl) are gaps with scarification and planted plants. Gap 7 and 11 (Mb-Pl-S) are SLU gaps that are special fenced gaps that stand out from the other gaps since the entrepreneur didn't do the treatments so they can't be compared with the other treatment.*

Parametrar	Volym CM3	SD	P-värde
<b>Lucka 12, 15, 16</b>			
Mitt	32,30	19,0	0,887
Norr-söder	27,11	17,90	
öst-väst	29,99	22,68	
<b>Lucka 7, 11</b>			
Mitt	68,0	38,90	0,975
Norr-söder	64,85	34,21	
öst-väst	68,30	36,30	

### 3.6 Toppskott samt plantvolym, avstånd till kant och väderstreck

Inom markberedda och planterade luckor fanns det en signifikant skillnad på medeltoppskott och plantvolym, när det kommer till plantornas placering i förhållande till beståndskanten i luckorna 12, 15 och 16. Plantvolymen i provytan 8,5 meter inåt från beståndskanten var generellt tre gånger så hög som den provyta som befann sig 3,4 meter från beståndskanten (se tabell 8). Medeltoppskottet var generellt dubbelt så högt i provytan 8,5 meter inåt från beståndskanten i jämförelse mot den 3,4 meter från beståndskanten (se tabell 7).

Tabell 7. Medel plantvolym av planterad plant i kubikcentimeter per provyta i de 2 närmaste beståndskanten i de olika väderstrecken inom behandlingen. Lucka 12, 15 och 16 är luckor med markberedning samt plantering.

*Table 7. Mean plant volume of planted plants in cubiccentimeter per sample plot in the two closest the forest edge in the different directions in the treatment. Gap 12, 15 and 16 are gaps with scarification and planted plants.*

<b>Toppskottslängd, avstånd till kant</b>	<b>Factor</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>R-sq</b>	<b>P</b>
Toppskottslängd	Avstånd	1	d292,8	292,83	13,33	37,74%	0,001
	Error	22	483,2	21,96			

#### **Tukey Pairwise Comparisons**

#### **Grouping**

<b>Avstånd</b>	<b>N</b>	<b>Medel</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
2	12	13,64	A	
1	12	6,65		B

Tabell 8. Medel toppskottslängd av planterad plant i centimeter per provyta i de 2 närmaste beståndskanten i de olika väderstrecken inom behandlingen. Lucka 12, 15 och 16 är luckor med behandling MB och PL.

*Table 8. Mean top shot of planted plants in centimeter per sample plot in the two closest the forest edge in the different directions in the treatment. Gap 12, 15 and 16 are gaps with the treatment MB and PL.*

<b>Plantvolym, avstånd till kant</b>	<b>Factor</b>	<b>DF</b>	<b>Adj SS</b>	<b>Adj MS</b>	<b>F-Value</b>	<b>R-sq</b>	<b>P</b>
Plantvolym	Avstånd	1	2821,8	2821,8	7,06	24,30%	0,014
	Error	22	8789	399,5			

<b>Tukey Pairwise Comparisons</b>			<b>Grouping</b>	
<b>Avstånd</b>	<b>N</b>	<b>Medel</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
2	12	34,43	A	
1	12	12,74		B

## 4 Diskussion

### 4.1 Plantantal beroende på föryngringsintensitet

Enligt 5 § i Skogsvårdslagen skall plantering ske ifall inte naturlig föryngring kan bedömas som tillräckligt. Tröskelnivå borde vara 2000 plantor/ha på Torringsmon inom ett tidsspänn på 5 år, dvs. även behandlingen med enbart naturlig föryngring visar tillräcklig resultat. Ökad intensitetsnivå på behandlingar har gett fler plantor per hektar, enligt tabell 5 är antalet plantor/ha för MB-PL och MB-PL-S nästan 7000. Föryngringskostnaden är betydligt högre för dessa behandlingar jämfört med enbart naturlig föryngring, dessutom tillkommer en hög röjningskostnad vid höga stamantal som också Huuskonen (2006) kom fram till i sin studie.

Antalet naturligt föryngrade huvudplantor skiljde sig inte mellan behandlingar. En anledning till detta är att försöket inte har pågått tillräckligt länge för att den naturliga föryngringen ska ha hunnit utvecklas till huvudplantstorlek. För antalet biplanter var det en signifikant skillnad beroende på behandling vilket indikerar att om några år bör antalet naturligt föryngrade huvudplantor skilja sig mellan behandlingar (Tabell 2).

Enligt tidigare studier bland annat av Nystrand & Granström (2000) kan små plantor och frön av tall ha ett högre predationstryck från diverse insekter i en skärm jämfört mot kalhygge. Detta verkade inte vara fallet i denna studie då kalhygget som använts som referens inte uppvisade liknande nivåer på antalet naturligt föryngrade plantor överhuvudtaget, medelvärdet på kalhygget var ca 550 biplanter/ha medan MB-PL och MB-PL-S hade ca 5000 biplanter/ha.

## 4.2 Plantvolymens påverkan av föryngringsintensitet

Resultatet visade att behandlingen hade en påverkan på plantvolymen (se tabell 5), MB-PL och MB-PL-S hade den största inverkan på plantvolymen per medelprovyta inom behandlingarna. Det var ganska förväntat att markberedning och plantering skulle ha positiva effekter på plantvolymen, men att markberedning och naturlig föryngring hade så låga effekter var ett oförväntat resultat (tabell 5). Volymen som jämförts i medelvolym per plant på de naturligt föryngrade huvudplantorna mellan de olika behandlingarna fanns ingen signifikant skillnad.

Resultaten stämmer delvis överens med liknande studier som gjorts av Hanssen m fl. (2003) och Jactel m fl. (2009), med positiv inverkan av markberedning på tidig utveckling av plantvolym. Med endast plantering som behandling så uppnås inte liknande resultat som behandling med både plantering och markberedning.

Markberedning och naturlig föryngring medförde inte några signifikanta skillnader mot behandlingen med enbart naturlig föryngring. En förklaring till detta kan vara att det är så kort tid sedan behandlingarna utfördes, uppföljning behövs för att se hur dessa behandlingar utvecklas. De naturligt föryngrade plantorna har inte hunnit utvecklas till en sådan storlek för att kunna räknas in som huvudplanta. Detta tydliggörs i figur 3 där behandlingen MB-PL har ca 6000 naturligt föryngrade plantor per hektar varav ca 1000 uppfyller kraven för att klassas som huvudplanta. Med andra ord så kommer det inom en snar framtid komma in många fler plantor som kan klassas som huvudplantor.

## 4.3 Skadeandel beroende på föryngringsintensitet

På grund av den generellt låga andelen skador i försöket blev det svårt att koppla samman typ av skada mot viss behandling. Tabell 5 indikerar dock att huvudplantor inom MB-PL och MB-PL-S hade något större andel skador. Den stängsling som gjorts i MB-PL-S verkade alltså inte ha medfört lägre skadeandel på plantorna.

## 4.4 Biplantors antal mot markberedningsgrad

Resultatet i tabell 4 visar att provytorna utan någon markberedning/markstörning hade signifikant färre antal biplantor mot provytor som hade någon form av markberedning/markstörning. Detta bekräftar andra studier så som Hanssen m fl. (2003) där man såg att någon form av liten markberedning/markstörning hade positiv effekt på antalet biplantor. Enligt tabell 7 var det ca 3600 biplantor/ha redan i

markstörningsklassen 1-25 % medan det inte ökade till mer än ca 4000 – 5000/ha vid ökad markstörning.

En utveckling av denna fråga skulle vara vilken markberedningsgrad av en lucka som skulle krävas för att en naturlig föryngring skulle accepteras enligt lagkrav. Om man skulle följa de resultat som framkommit här skulle en markberedningsgrad på 1-25 % kunna uppfylla skogsvårdslagens krav på antalet plantor. En utveckling av denna studie skulle vara att anlägga ett försök med olika markberedningsintensitet i en schackrutehuggning.

#### 4.5 Plantvolym, toppskott, avstånd till beståndskant samt väderstreck

Behandlingarna har olika påverkan när det kommer till olika sektioner inom föryngringsfasen. Hur volymen av plantorna påverkas mer av avstånd till beståndskant och mindre av väderstrecks effekt kan man inte svara på vidare inom denna studie. Studien kommer fram till att plantans avstånd till beståndskanten signifikant påverkar både volym och toppskott (se tabell 7 och 8). Enligt tabell 7 så finns det ingen signifikant skillnad när det kommer till väderstreck på de planterade plantvolymerna på behandlingarna MB-PL och MB-PL-S.

I en annan studie där man också studerat schackruteformig avverkning som utförts på Kulbäckslidens försökspark kom man fram till att höjdtillväxten i luckor påverkades signifikant positivt av större avstånd från beståndskanten (Borgstrand 2014). Såsom rådande studies försöksutformning så var även dessa luckor 45x30 m stora. Höjdtillväxten av både gran och tall påverkades negativt av avståndet till beståndskanten, men tallen växte bättre än gran både när det kom till kant- och centrumzon. Detta försök varade mellan 2005 fram till 2013 och hade 2 olika höjder på kvarstående luckor då det äldre beståndet hade en höjd på 18 m medan det yngre var 10,4 m. Denna studie visade att endast tallplantors höjdtillväxt påverkades av att växa i norrläge vid det äldre kvarstående luckorna medan ingen skillnad fanns för de lägre luckorna på 10,4 m. Detta tyder på att träden i försöket var så pass låga på 10,4 m att de inte påverkade solinstrålningen för plantorna på marken lika mycket som det högre beståndet. Även om man inte kan korrelera dessa försök mellan varandra så kan denna andra studie visa de faktorer som skötselmetoden måste anpassas till vid en praktisk användning. Då luckorna avverkas och skall planteras så borde de kvarvarande bestånden hålla en höjd på ca 10 m för att inte negativt påverka plantornas volym och tillväxt. Men också i senare skede då de kvarstående luckorna börjar växa

på höjden så har enligt Erefur (2010) stamtätheten en stor effekt på instrålningen i luckorna som i sin tur kommer avgöra plantornas tillväxt genom den begränsning av ljus som når in till luckan.

När det gäller avstånd till beståndskant så fanns det en signifikant negativ påverkan mellan avstånd till både när det kommer till toppskottslängd och plantvolym ju närmare beståndskanten provytorna befann sig (se tabell 7 och 8). Ett flertal studier överensstämmer med de resultat i rådande studie, då tydliga negativa effekter på plantorna fanns i fråga om påverkan av toppskott och volymtillväxt påverkad av avståndet till beståndskanten (Jakobsson m fl. 2005; Borgstrand 2014; Ruuska m fl. 2008). Försöket utlagt i Kulbäckslidens har visat att tallplantor påverkades på sin höjdtillväxt i luckans norrläge, men även att tall växte bättre generellt bättre inom luckan i jämförelse med gran (Borgstrand 2014). Dock så håller försöket i Kulbäcksliden fortfarande på. Rådande försöket i Torringsmon har inte heller avslutats och kommer att inventeras igen i de provytor som lagts ut för att se hur plantorna inom provytorna kommer att utvecklas med tidens gång. Detta behövs för att se om de resultat som framkommit i rådande studie håller i sig eller ändras i takt med tiden, vilket är viktigt för att få bekräftelse på skötselmetodens effekt på plantorna.

## 4.6 Styrkor och svagheter

Vid inventeringen inom luckorna så placerades inte provytor i hörnen på grund av risken av dubbel kanteffekt, då närheten till två beståndskanter kan ge en amplifierad effekt av beståndskanten. Samt det extra arbetstid som skulle krävas för dessa provytor då tiden för fältarbetet var begränsad, så det behövdes ett mer effektivt arbete för att hinna utföra fältarbetet. Om mer tid hade funnits så hade man kunnat anlägga fler provytor som hade täckt hela behandlingen, då hade det kunnat gå att se kopplingar mellan kanteffekter och relatera dessa till olika påverkningar hos plantorna inom behandlingarna.

Inventeringen utfördes av en person vilket utesluter att olika uppskattningar skulle förekomma på fältarbetet, eftersom en del av inventeringen behövde olika uppskattningar som fick göras i fält så hade datasammansättningen kunnat se annorlunda ut om ett flertal personer gjort inventeringen och därmed möjligen olika bedömningar. Men man kan ändå inte frångå från att den mänskliga faktorn kvarstår för den rådande studien, incidenter och fel kan ske beroende på personens förmåga och kunskap att bemöta och hantera situationer och instruktioner.

## 5 Slutsatser

Syftet var att kvantifiera inverkan av olika metodval för föryngring efter en schackrutehuggning i fem nivåer: från enbart naturlig föryngring till markberedning och plantering inkl. stängsling. Dessutom kvantifierades inverkan av exponering och avstånd till beståndskant på föryngringsresultatet.

Följande frågor avsågs att besvaras:

- ❖ *Vid vilken föryngringsintensitet ger schackrutehuggningens olika behandlingar en tillfredsställande föryngring som uppfyller skogsvårdslagens krav?*

Resultatet från denna studie visade att föryngringen gav ett mer än godkänt resultat på föryngringen, det plantantal som uppnåts med goda marginaler såsom det står i 6 § i skogsvårdslagen. Detta visar god potential när det kommer till att uppfylla de krav från skogsvårdslagen. De olika behandlingstyperna hade olika resultat på totala antalet plantor vilket ger en hänvisning över behandlingar som har potential för att användas till hyggesfritt skogsbruk.

- ❖ *Finns det en skillnad mellan antalet naturligt föryngrade småplantor vid olika grad av markpåverkan?*

Studien visade också att markpåverkan kan medföra en lyckad etablering för naturlig föryngring sett från skogsvårdslagen sida, detta visar att mindre åtgärder som gjorts ändå kan ge en godkänd föryngring med bra marginal då antalet plantor var så pass mycket högre än de krav skogsvårdslagen har.



- ❖ *Finns det en skillnad i skadeandelar mellan de olika behandlingarna och deras föryngringsintensitet?*  
Skadeandelar på huvudplantor skilde sig inte mellan de olika behandlingarna och dess föryngringsintensitet, ett för litet urval av plantor är en anledning till att olika typer av skador kunde skiljas på behandlingarna. Antalet skadade plantor gjorde att man inte kunde särskilja skadorna då dom var så pass få, vilket gjorde att en statistisk analys inte kunde genomföras för att se skillnad på olika typer av skador. En större inventering med fler plantor hade behövts för att genomföra en sådan analys.
- ❖ *Finns det en påverkan av avstånd till beståndkant och beskuggning som påverkar trädvolymen och toppskott?*  
Resultaten visade ingen effekt av väderstreck på plantvolymen, utan visade istället en kanteffekt på plantorna i denna fas i effekt av beståndets beskuggning. Beståndskanten hade en negativ påverkan både på plantvolym och toppskottslängd. Detta kan tolkas som så att tillväxten på plantor närmast beståndskanten antagligen inte bara är mindre vid denna fas, utan antagligen också i ett senare stadie av skötselmetoden. De centrala delarna av luckorna hade de bästa medelvärden på trädvolymen och toppskott.
- ❖ *Hur skiljer sig de olika behandlingarna mot ett intilliggande konventionellt hygge med konventionell markberedning och plantering?*  
Mina resultat indikerar att ett schackrutesystem som skötselmetod kan upprätthålla föryngringsfasen som ett konventionellt kalhygge. Detta då plantvolymen inte skilde sig från referenshygget när det kom till varken planterade plantor eller naturligt föryngrade plantor. Det som skilde sig var antalet naturligt föryngrade plantor som det var ett mycket högre antal av inom luckorna med samma behandling som referenshygget.

Schackrutehuggning kan ha stor potential som skötselmetod för praktiskt hyggesfritt skogsbruk. Det finns möjliga ekonomiska fördelar i föryngringsstadiet och det kan vara möjligt att bibehålla äldre skog för speciella syften. Det utförda arbetet avser ett försök på en lokal, det finns behov av fler försök för att säkerställa metodens fördelar men även dess nackdelar. Framtida försök borde etableras på fler lokaler med olika förutsättningar såsom trädslag, bonitet och marktyp, detta för att ge en bättre förståelse på hur skötselmetoden kan appliceras och inse begränsningar i dess användning. De försök som gjorts har inte heller genomgått en hel omloppstid ännu. Inte förrän detta har gjorts så kan metoden användas fullt ut och appliceras på ett effektivt sätt. Efter att rådande studie har genomförts så kan man komma fram till ett flertal slutsatser, men samtidigt också till fler frågor när det kommer till schackrutehuggning.

## Referenslista

Andersson, B., & Hultman, S. G. (1980). *Skogens värden, skogsbrukets roll*. Sveriges Lantbruksuniversitet och LT's förlag, 1. uppl., Uppsala.

Appelstrand, M. (2007). *Miljömålet i skogsbruket – styrning och frivillighet*. Lund, Media-Tryck, Sociologiska institutionen, Lunds universitet.

Borgstrand, E. (2014). *Plantors och trädets tillväxt efter schackrutehuggning och i konventionellt trakthyggesbruk*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Jägmästarprogrammet (Examensarbete 2014:23).

Erefur, C. (2010). *Regeneration in continuous cover forestry systems*. Diss. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Ecology and Management.

Gustafsson, K., Angelstam, P., Eriksson, H., Hultengren, S., & Weibull, H. (1990). *Några tänkbara konsekvenser för miljö och produktion av framtidens skog*. Skogsstyrelsens förlag, Skogsstyrelsen, Jönköping.

Hallsby, G. (2008). *Nya Tidens Skog*. 1. Uppl. Fälth & Hässler, Värnamo.

Hannerz, A. M., & Tomas, T. S. (2017). *Hyggesfritt skogsbruk i Sverige och Finland-metoder, omfattning och regelverk*. Hyggesfritt skogsbruk, 8. Rapportserie 2017:1, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå.

Hanssen, K. H., Granhus, A., Brække, F. H., & Haveraaen, O. (2003). Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18(4), ss. 351-361.

Huuskonen, S., & Hynynen, J. (2006). Timing and intensity of precommercial thinning and their effects on the first commercial thinning in Scots pine stands. *Silva Fennica* 40, ss. 645-662.

Jakobsson, R., & Nilsson, M. (2005). *Effect of border zones on volume production in Scots pine stands*. Diss. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences.

Jactel, H., Nicoll, B. C., Branco, M., Gonzalez-Olabarria, J. R., Grodzki, W., Långström, B., Moreira, F., Netherer, S., Orazio, C., Piou, D., Santos, H., Schelhaas, M. J., Tojic, K., & Vodde, F. (2009). The influences of forest stand management on biotic and abiotic risks of damage. *Annals of Forest Science*, 66(7), ss. 701-701.

Lisberg Jensen, E. (2011). *Det moderna kalhyggesbruket: från framgångssaga till förhandlingslösning*. Stockholm, Kungl. Skogs-och lantbruksakademien, ss. 402–419.

Naturvårdsverket (2017). *Levande skogar*. Naturvårdsverkets hemsida, <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Levande-skogar/>. Hämtat 2018-03-10.

Nygren, M., Rissanen, K., Eerikäinen, K., Saksa, T., & Valkonen, S. (2017). Norway spruce cone crops in uneven-aged stands in southern Finland: A case study. *Forest Ecology and Management*, 390, ss. 68-72.

Nystrand, O., & Granström, A. (2000). Predation on *Pinus sylvestris* seeds and juvenile seedlings in Swedish boreal forest in relation to stand disturbance by logging. *Journal of Applied Ecology*, 37(3), ss. 449-463.

Pukkala, T., & Klaus, G. (2011). *Continuous cover forestry*. Vol. 23, Springer Science & Business Media, ss. 1-23.

Riksskogstaxeringen (2017). *Skogsmark i Sverige*. SLU:s hemsida, <http://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/senaste-statistik/skogsmark/>. Hämtat 2018-03-10.

Ruuska, J., Siipilehto, J. & Valkonen, S. (2008). Effect of edge stands on the development of young *Pinus sylvestris* stands in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(3), ss. 214-226.

Skogsstyrelsen. (2016). *Certifierad skog enligt FSC och PEFC*. Skogsstyrelsens hemsida, <http://www.skogsstyrelsen.se/aga-skog/du-och-din-skog/certifiering/>. Hämtat 2018-03-08.

Skogsstyrelsen (2017). *Hyggesfritt skogsbruk*. Skogsstyrelsens hemsida, <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/olika-satt-att-skota-din-skog/hyggesfritt-skogsbruk/>. Hämtat 2018-02-10.

Strand, M., Löfvenius, M. O., Bergsten, U., Lundmark, T., & Rosvall, O. (2006). Height growth of planted conifer seedlings in relation to solar radiation and position in Scots pine shelterwood. *Forest Ecology and Management*, 224(3), ss. 258-265.

Washburn, M. P., & Miller, K. J. (2003). FSC: forest stewardship council certification. *Journal of Forestry*, 101(8), ss. 8-13.

Wikström, P. (2008). *Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog*. Skogsstyrelsen, Rapport 24.

#### Appendix: Lagar

SFS 4 § (2014:890). Endast beprövade metoder. Jönköping: Skogsstyrelsen

SFS 5 § (2014:890). Skyldighet att anlägga ny skog. Jönköping: Skogsstyrelsen

SFS 6 § (2014:890). Föryngringsåtgärder. Jönköping: Skogsstyrelsen