



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Skogsmästarskolan



---

# Maskinell ringbarkning – effektiv metod för att reducera uppslag av asp i föryngringen

*Mechanical girdling – reduces Aspen sprouting in regenerations*

**JAKOB REHULT**



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2019:01

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Maskinell ringbarkning – effektiv metod för att reducera uppslag av asp i föryngringen

Mechanical girdling – reduces Aspen sprouting in regenerations

Jakob Rehult

**Handledare:** Per Hansson, Vox Natura  
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:** 2019

**Omslagsbild:** Ringbarkade aspar på objektet Snårberget. Foto: Jakob Rehult, 2018.

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

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2019:01

**Nyckelord:** rotskott, högstubbe, knäckesjuka



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## **Förord**

Detta 15 poängs examensarbete är skrivet i skogshushållning vid SLU-skogsmästarskolan. Fältarbetet utfördes under sommaren 2018 och rapporten färdigställdes under januari 2019. Med detta arbete avslutar jag tre roliga och givande år vid skogsmästarskolan.

Jag vill tacka min uppdragsgivare Sveaskog med Stefan Mattsson och Arto Hiltunen i spetsen för förtroendet att utföra detta arbete som jag fann intressant. Vidare vill jag även tacka asp-gurun, tillika min handledare, Per Hansson som har gett många synpunkter, idéer och under arbetets gång styrt mig i rätt riktning. Ett tack riktas även till Staffan Stenhag vid Skogsmästarskolan som har hjälpt mig med korrekturläsning och de statistiska delarna i resultatdelen.

Jag vill även tacka alla andra runt omkring mig som har bollat formuleringar, idéer och liknande med mig.

Skinnskatteberg, januari 2019

*Jakob Rehult*



# Innehåll

<b><u>SAMMANFATTNING.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>SUMMARY .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>1. INTRODUKTION.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
1.1 DEFINITIONER.....	5
1.2 ASPENS BIOLOGI OCH EKOLOGI .....	5
1.3 BEGRÄNSNING AV ASPENS FÖRÖKNING.....	6
1.4 KNÄCKESJUKA.....	7
1.5 NATURVÅRDSNYTTA AV RINGBARKNING OCH HÖGSTUBBAR .....	8
1.6 SYFTE.....	8
<b><u>2. MATERIAL OCH METODER.....</u></b>	<b><u>9</u></b>
2.1 FÖRSÖKSLED.....	9
2.1.1 FÖRSÖKSLED F:1 .....	9
2.1.2 FÖRSÖKSLED F:2 .....	9
2.1.3 FÖRSÖKSLED F:3 .....	10
2.1.4 FÖRSÖKSLED F:4 .....	10
2.2 FÖRSÖKETS UPPLÄGG .....	10
2.3 STATISTISK BEARBETNING .....	11
<b><u>3. RESULTAT.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
3.1 SNÅRBERGET .....	13
3.2 TEURAVAARA .....	14
3.3 BÅDA OBJEKTEN SAMMANVÄGT.....	15
3.4 RINGBARKNINGENS KVALITET .....	16
3.5 HÖGSTUBBAR .....	17
<b><u>4. DISKUSSION .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
4.1 UPPSLAGET AV SKOTT .....	19
4.1.1 RINGBARKNING .....	19
4.1.2 HÖGSTUBBAR.....	20
4.2 HÖJD .....	20
4.3 STUDIENS STYRKOR OCH SVAGHETER.....	20
4.4 REKOMMENDATIONER OCH SLUTSATSER .....	21
<b><u>5. REFERENSER.....</u></b>	<b><u>23</u></b>

<b>6. BILAGOR .....</b>	<b>25</b>
<b>BILAGA 1. FÄLTBLANKETT .....</b>	<b>26</b>
<b>BILAGA 2. ORTOFOTO ÖVER OBJEKTET TEURAVAARA .....</b>	<b>27</b>
<b>BILAGA 3. ORTOFOTO ÖVER OBJEKTET SNÅRBERGET .....</b>	<b>28</b>
<b>BILAGA 4. HYPOTESPRÖVNING.....</b>	<b>29</b>
RINGBARKNING KONTRA NORMALAVVERKNING PÅ SNÅRBERGET (ANTALET SKOTT) .....	29
HÖGSTUBBAR KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ SNÅRBERGET (ANTALET SKOTT).....	29
RINGBARKNING KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ TEURAVAARA (ANTALET SKOTT) .....	30
HÖGSTUBBAR KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ TEURAVAARA (ANTALET SKOTT) .....	30
RINGBARKNING KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ SNÅRBERGET (HÖJD) .....	31
HÖGSTUBBAR KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ SNÅRBERGET (HÖJD).....	31
ASPARNA LÄMNANDE OPÅVERKADE KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ SNÅRBERGET (HÖJD) .....	32
RINGBARKNING KONTRA NORMAL AVVERKNING PÅ TEURAVAARA (HÖJD) .....	32

## Sammanfattning

Knäckesjuka (*Melampsora pinitorqua*) drabbar relativt ofta unga tallplantor (*Pinus sylvestris*) och orsakar kvalitets- och tillväxtnedsättningar. Angreppen medför negativa ekonomiska konsekvenser för skogsbruket. Knäckesjukan värdväxlar med asp (*Populus tremula*). En metodstudie utfördes i Tornedalen som är ett högriskområde för angrepp av knäckesjuka.

Knäckesjukan värdväxlar framförallt med lågvuxet aspaly. Därför var studiens syfte att undersöka två olika metoder för hur man kan begränsa uppslaget av stubb- och rotskott från avvertrade aspar. Metoderna som undersöktes var dels kapning till högstubbar och dels maskinell ringbarkning av asparna i slutavverkningen. Som kontroll lämnades samtliga aspar kvar opåverkade i slumpvis valda parceller. Jämförelse gjordes sedan med ytor där normal avverkning skett. Studien omfattade 24 parceller fördelat på två stycken objekt som ligger i Överkalix och Pajala kommuner i Norrbottens län. Inom varje parcell lades sex provytor ut slumpmässigt och där registrerades antal skott samt deras höjd.

Resultatet visar att ringbarkning är en effektiv metod för att reducera uppslaget av asp-skott efter en slutavverkning. Ringbarkningen resulterade i medeltal i 61 procent färre skott än om asparna avverkades på traditionellt vis. Skillnaden mot ytor där normal avverkning hade utförts var klart signifikant ( $p < 0,001$ ). Metoden med ringbarkning var fullt jämförbar med att lämna kvar asparna opåverkade vilket man sedan tidigare vet ger ett lågt antal skott. Metoden med att lämna högstubbar reducerade uppslaget av skott med 27 procent jämfört med en normal avverkning.

Slutsatsen av denna studie är att ringbarkning av aspar är en effektiv metod för att begränsa uppslaget av asp-skott i kommande hyggesfas. Metoden kan därför rekommenderas som ett sätt att reducera angrepp av knäckesjuka på tall.

Nyckelord: Rotskott, högstubbe, knäckesjuka, biologisk bekämpning





## Summary

Pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*) often affects young Scots pine (*Pinus sylvestris*) plants and causes quality and growth reductions. The attacks have negative economic consequences in commercial forestry. The alternate host for Pine twisting rust is Aspen (*Populus tremula*). A method study was carried out in Tornedalen, northernmost Sweden, which is a high-risk area for the attack of pine twisting rust.

The aim of the study was to investigate two different methods for how to decrease the spread of stump and root suckers from felled aspen. The methods examined were cutting high stumps and mechanical girdling of aspen in stands for final felling. A comparison was then made with sample plots where normal logging had taken place. The study comprised 24 parcels spread over two objects located in the northeastern part of Norrbotten County.

The result shows that girdling is an effective method for reducing the spread of aspen suckers after a final felling. Girdling resulted in an average of 61 percent fewer suckers than if the mature aspens were harvested traditionally. The difference between the area where normal clear cut was performed was clearly significant ( $p < 0.001$ ). The method of girdling was fully comparable to leaving the aspens unaffected, which is known to give a low number of suckers. The method of leaving high stumps reduced the spread of suckers by 27 percent compared to a normal felling.

In conclusion, girdling of aspen is an effective method for limiting the spread of aspen suckers after clear cutting. The method is therefore recommended as a tool for reducing the attack of pine twisting rust on scots pine.

Keywords: High stump, root sucker, pine twisting rust, biological control



# 1. Introduktion

Det statliga skogsbolaget Sveaskog har utbredda problem med knäckesjuka i Tornedalen. Skadesvampen orsakar där betydande skador på föryngringar av tall. Angrepp av knäckesjuka innebär kvalitets- och tillväxtnedsättningar eller, till och med, att plantor dör. Ibland leder detta till att föryngringen blir underkänd och måste hjälpplanteras, vilket ökar föryngringskostnaderna.

Eftersom knäckesjukan värdväxlar med asp (*Populus tremula*) utfördes en praktiskt inriktad metodstudie i Tornedalen för att undersöka om det, genom att ställa högstubbar eller göra maskinell ringbarkning, är möjligt att begränsa uppslaget av rot- och stubbskott av asp. Genom att minska förekomsten av aspskott, och därmed den bladyta där knäckesjukan kan leva, ska möjligheterna för knäckesjukans fortlevnad i dessa utsatta områden begränsas.

## 1.1 Definitioner

Nedanstående begreppsdefinitioner används i denna rapport.

- *Högstubbe*: en avbruten eller kapad stam som är någon eller några meter hög (Håkansson 2000)
- *Ringbarkning*: all bark avlägsnas runt om hela stammen med avsikten att döda trädet (Håkansson 2000)

Studien fokuserar på uppslaget av skott i form av antingen rotskott (det vanligaste) eller stubbskott. Självföryngrade plantor som uppkommit genom frösådd går dock inte att med lätthet att skilja ut och därför ingår även dessa i undersökningen. I denna rapport görs ingen skillnad mellan de olika typer av skott/plantor som förekommer utan dessa kommer att omnämnas som ”aspskott” eller bara ”skott”.

## 1.2 Aspens biologi och ekologi

Aspen gjorde sitt intåg i Skandinavien efter den senaste istiden och återfinns idag i de flesta boreala och temperade skogar. I Norge återfinns den ända upp till breddgrad 71° N och upp till 1 500 meter över havet (Myking, Bøhler, Austrheim & Solberg 2011). I Sverige återfinns den i hela landet utom i fjällvärlden, bland annat är den särskilt vanlig i östra Norrbotten och mellersta Norrland (Gustafsson, Weslien, Hannerz & Aldentun 2016). Av det totala virkesförrådet i Sverige motsvarar aspen 1,7 procent, mindre i norr och mer i söder (Riksskogstaxeringen 2017).

Aspen trivs bäst på finjordsrik mark med ett högt pH-värde med god vattentillgång, något som också innebär att granen trivs på samma marker. När aspen trivs behåller den sin släta gröngrå bark länge (Andersson & Andersson 2005).

Aspen kan föröka sig på tre olika sätt; med rotskott (som är det vanligaste), med stubbskott och genom frön. Rotskott är det effektivaste sättet för aspen att förnygra sig eftersom rotsystemet är stort och rotskott kan uppkomma ända upp till 40 m från ”föräldern” (Myking et al. 2011). Det är framförallt de unga individerna, upp till fem, sex år som skjuter stubbskott. Förökning genom frö är inte lika framgångsrikt på grund av att fröna väger ungefär 2 procent av granens (*Picea abies*) frö och klarar mindre än ett år i marken utan att gro (Myking et al. 2011). Tillgången till en god vattentillgång med lämpligt väder vid groningstidpunkten är mycket viktigt (Karjanmaa et al. 2003).

Aspens förmåga att skjuta rotskott begränsas av ämnet auxin. Ju högre halt av auxin som återfinns i rötterna, desto mindre benägen är aspen att skjuta rotskott. De högsta halterna återfinns under aspens skottsträckning i juni – juli. Aspens kapacitet att bilda rotskott är bäst under våren och hösten (Eliasson 1971).

Aspen är ett snabbväxande och pionjärt trädslag som kräver mycket ljus. Studier på den nordamerikanska motsvarigheten *Populus tremuloides* visar att den når sin största bladyta och släpper ner väldigt lite ljus till marken redan efter 10 – 25 år, det är även i detta tidsspänn biomassa produktionen är som störst (Myking et al. 2011).

### **1.3 Begränsning av aspens förökning**

I en finsk studie undersökte man om det gick att begränsa aspuppslaget genom att jämföra en normal stubbhöjd (10 – 15 cm) och en stubbhöjd på en meter. Asparna var unga och bara mellan en och fem centimeter i diameter och ungefär en meter höga. I den studien kom man fram till att antalet stubbskott blev fler men antalet rotskott färre med den högre stubben (Hamberg et al. 2011).

En kanadensisk studie på den nordamerikanska aspen *P. tremuloides* visade att en stubbe i marknivå (0 cm) producerade flest rotskott medan kontrollen (asparna opåverkade) resulterade i det minsta antalet rotskott. Genom att kapa stammen 25 cm över marknivå eller skära av rötterna 20 cm ner i marken fann man att antalet rotskott begränsades till ungefär hälften av vad behandlingen med stubbar i marknivå producerade (King & Landhäusser 2017).

I studien såg man även att trädens diameter spelade en roll i hur mycket skott som producerades. När medeldiametern var 4,4 cm och beståndet 8 år resulterade det i tre gånger fler stubbskott än när diametern var 6,4 cm och åldern var 12 år. Det grövre beståndet producerade dock ungefär två gånger fler rotskott än det klenare beståndet i behandlingarna; ”25 cm stubbe” och ”skärande av rötterna ner till 20 cm under marknivån” (King & Landhäusser 2017)

Ovan nämnda undersökning undersökte även hur de olika bestånden reagerade på slutavverkning och fann att det grövre beståndet producerade totalt 43 000 skott varav 3 000 var stubbskott. Det klenare producerade totalt 41 000 skott men här var 15 000 skott av dessa stubbskott. Beståndet med lägre diameter producerade alltså ungefär fem gånger fler stubbskott men 36 procent färre rotskott (King & Landhäusser 2017).

I ett experiment, även det utfört i Kanada, använde man tre- och fyraåriga plantor av *P. tremuloides*. Asparna behandlades på ett flertal olika sätt bl.a. ringbarkning och kapning av stammen vid roten. Studien kom fram till att när man kapade stammen vid roten fick man flest rotskott (68 st per planta) men med ringbarkning fick man endast 2 rotskott per planta, dock fick man med ringbarkningen även 12 skott på stammen per planta (Xianchong et al. 2006).

## 1.4 Knäckesjuka

Knäckesjuka (*Melampsora pinitorqua*) är en rotsvamp som förekommer i hela Sverige. Knäckesjukan värdväxlar med asp där den återfinns på undersidan av bladen och med tallen där den angriper framförallt toppskotten och de översta grenvarven (Witzell 2017). Det mest kritiska tillfället i knäckesjukans livscykel för skogsbruket är när sporer lämnar de övervintrade aspbladen på marken och sprider sig och infekterar de färska tallskotten. Fuktigt väder på försommaren är en avgörande faktor för denna rotsvamps spridning (Hansson 2015).

Knäckesjukans livscykel är komplex men består i korta drag av att aecidiesporerna infekterar aspens blad. Uredosporer (sommarsporer) bildas på bladens undersidor och sedan sprids sporer till fler aspar under sommaren. Teleutosporer (vintersporer) bildas under hösten. Mellan maj och juni när det regnar samt råder en hög luftfuktighet bildar vinterporerna basidesporer, det är dessa som överförs till tallskott som är i växt (Witzell 2017). Hybrid Aspen (*Populus tremula x tremuloides*) är däremot näst intill helt resistent mot knäckesjukan (Kassfeldt 2009)

Tallen är som mest mottaglig för angrepp upp till ungefär 15 års ålder, vilket medför att skadorna hamnar i rotstocken. Risken för angrepp är större på en högproducerande mark. Högst sannolikhet att hitta knäckesjuka i ett tallbestånd återfinns vid hög bördighet, lite sten i marken och mycket asp i beståndet. Snabbväxande plantor är också något som ökar risken, vilket kan bero på att den tillgängliga ytan för basidesporer att fastna på då är stor (Mattila et al. 2001).

Martinsson (1985) visar i en studie att om plantorna blivit infekterade två år i rad var de i genomsnitt 38 procent lägre än oskadade motsvarigheter sju år efter plantering. Dessutom visar hans resultat att desto yngre en tall är när den infekteras desto större är förlusten i tillväxt. Vidare konstaterar han i sin studie att contortatallen (*Pinus contorta*) inte är mottaglig för knäckesjuka.

Höga trädformade aspar, ofta kallade ”naturvårdsaspar”, har en betydligt lägre andel infekterade blad och täckning av sporer på bladen än vad asp sly har (Löfstrand 2009). Andelen infekterade tallplantor har en god korrelation med antalet asp skott som återfinns i samma bestånd (Fjellborg 2009).

Hansson (2015) lyfter fram ett par åtgärder för att förebygga skadorna av knäckesjuka i tallföryngringar, bl.a. att ringbarka asparna före avverkning eller låta dem stå helt opåverkade, undvika markberedning och förädla plantor till att bli resistent mot knäckesjukan.

## 1.5 Naturvårdsnytta av ringbarkning och högstubbar

Högstubbar som tillskapas i samband med avverkning kan vara en lika bra miljö för vedlevande skalbaggar som naturliga högstubbar. Högstubbar av asp drar dessutom till sig fler specialiserade arter än högstubbar av björk och är därför viktiga för att bibehålla eller öka artmångfalden (Karjanmaa et al. 2003).

I en finsk studie kom man fram till att många hotade vedlevande skalbaggar föredrog kvarlämnande aspar på hyggen istället för i mogen skog. På självdöda aspar fann man flest arter, men även ringbarkade aspar hyste en rik skalbaggsfauna. Resultaten i den studien visade på att de flesta vedlevande skalbaggar som är knutna till aspen tål hyggesfasen eller till och med gynnas av den. Troligen handlar det om att arterna föredrar solexponerade miljöer under förutsättningen att tillgången på värdträd är adekvat (Martikainen 2001).

## 1.6 Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka två olika metoder för att begränsa uppslaget av aspskott efter föryngringsavverkning. Metoderna var avverkning med högstubbar och ringbarkning av samtliga aspar. Ur skogsbrukssynvinkel är det nämligen viktigt att minska uppslaget av aspskott för att begränsa den tillgängliga bladytan som knäckesjukan värdväxlar med.

Frågeställningarna som skall besvaras i denna studie är:

- Kan uppslaget av aspskott begränsas genom att lämna asphögstubbar jämfört med traditionell stubbhöjd?
- Kan uppslaget av aspskott begränsas med maskinell ringbarkning av kvarvarande aspar jämfört med traditionell avverkning?

## 2. Material och metoder

Inför denna studie avverkades två olika objekt vid två olika tidpunkter. Objektet Teuravaara avverkades i mars 2017. Teuravaara är beläget ca 50 km norr om Överkalix bredvid Kalixälven på latitud 66,79N och longitud 22,97E (WGS84). Snårberget, som skulle avverkas medan träden var i växt, avverkades på grund av praktiska omständigheter istället i september 2017. Någon jämförelse mellan tidpunkterna för avverkning blir därför inte meningsfull. Snårberget är beläget ca 20 km norr om Överkalix och ca 10 km öster om Kalixälven på latitud 66,52N och longitud 22,97E (WGS84). I bilaga två och tre visas hur parcellerna var utlagda i terrängen innan avverkningen utfördes. Parcellerna märktes ut och sedan lottades vilken parcell som skulle ha vilken behandling.

### 2.1 Försöksled

Studien innehåller fyra försöksled:

1. Alla aspar avverkade
2. Fyra till fem meter höga stubbar s.k. ”högstubbar” av alla aspar
3. Ringbarkning med skördaraggregat av alla aspar
4. Samtliga aspar oavverkade och opåverkade (kontroll)

#### 2.1.1 Försöksled F:1

Försöksledet innebar att alla aspar i parcellen avverkades. Figur 2.1 visar parcell fyra på objektet Snårberget. I denna parcell avverkades sex stycken aspar, notera uppslaget av aspskott.



**Figur 2.1** Alla aspar avverkade  
(Försöksled F:1 - normal avverkning)  
Datum: 2018-06-26

#### 2.1.2 Försöksled F:2

Försöksledet innebar att alla aspar inom parcellen avverkades genom att göra så kallade högstubbar som är ca fyra till fem meter hög av alla aspar inom parcellen. Figur 2.2 visar parcell tre på objektet Teuravaara i detta fall med åtta högstubbar varav en där toppen är lämnad.



**Figur 2.2** Högstubbar av asp (Försöksled F:2 - högstubbar) Datum: 2018-06-04

### 2.1.3 Försöksled F:3

I det tredje försöksledet ringbarkades alla aspar genom att skördaraggregatets roterande matarvalsar och kvistknivar nyttjades för att ta bort all bark till splintveden runtom hela stammen, partiet för ringbarkningen är i höjddled cirka en meter. Här mäts även hur långt det är mellan barken för att undersöka hur framgångsrikt ringbarkningen har utförts. Om avståndet mellan barken var mindre än 15 centimeter ansågs ringbarkningen vara undermålig. Figur 2.3 visar parcell åtta på objektet Snårberget där tretton stycken aspar ringbarkades med skördaraggregatets matarvalsar.



**Figur 2.3** Ringbarkade aspar (Försöksled F:3 - ringbarkning) Datum: 2018-08-28

### 2.1.4 Försöksled F:4

I det fjärde försöksledet (kontroll) lämnades alla aspar opåverkade men det övriga beståndet slutavverkades givetvis. Detta för att få en uppfattning om hur mycket skott som produceras utan att påverka asparna. I figur 2.4 visas parcell två på objektet Teuravaara med opåverkade aspar men där det övriga beståndet har avverkats.



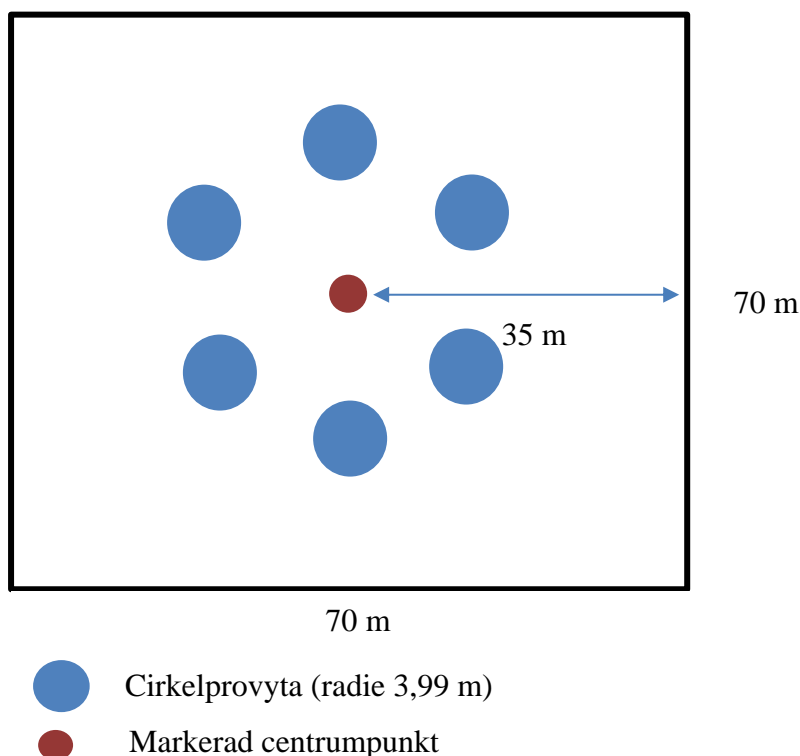
**Figur 2.4** Opåverkade aspar (Försöksled F:4 - kontroll) Datum: 2018-06-04

## 2.2 Försökets upplägg

Studien innehöll två olika objekt, Teuravaara som slutavverkades i mars 2017 och Snårberget som slutavverkades i september 2017. De två objekten innehöll båda samtliga fyra försöksled upprepade i vardera tre block. Detta ledde till att varje försöksled upprepades tre gånger på respektive objekt. Inom de tre blocken slumpades försöksleden ut.

Inom varje parcell, som är 70×70 m, slumpades sex stycken cirkelprovytor med storleken 50 m<sup>2</sup> ut i sex olika väderstreck från centrumpunkten, vilket illustreras i Figur 2.5 Provytorernas läge slumpades genom att kasta en snitslad träpinne bakom ryggen i sex olika väderstreck inom 70×70 m parcellen. Radien 3,99 m valdes då det var svårt att se skotten när de var färska. En större provyta hade medfört betydande problem med att notera samtliga skott inom provytan. Totalt blev det 18 provytor i varje försöksled per objekt. I praktiken blev det alltid minst 70 m mellan centrumpunkterna för de olika behandlingarna. Centrumpunkterna utgjordes av en färgmarkerad trädstam.





**Figur 2.5** Principalskiss över provytornas läge inom parcellen.

Objekten inventerades när en tillväxtsång hade passerat, dvs. Teuravaara inventerades under de första veckorna i juni 2018 och Snårberget under de sista veckorna i augusti 2018.

På varje provyta registrerades på fältblanketten (bilaga 1):

- Antal aspskott
- Aspskottens höjd i 5-cm klasser
- Avstånd från provytans centrumpunkt till närmaste asp/högstubbe
- Antal aspar/högstubbar inom 30 m från provytans centrumpunkt
- Ringbarkningens kvalitet för att se om det är utfört med tillfredställande resultat, dvs. ingen möjlighet till näringstransport ned till trädets rötter

I de parceller där behandlingen var avverkning med högstubbar (F:2) eller ringbarkning (F:3) skiljs dessa åt från de opåverkade asparna både vad gäller antal inom 30 m och avståndet till närmaste asp.

### 2.3 Statistisk bearbetning

Insamlade data bearbetades i Microsoft Excel 2016. Medelvärde och standardavvikelse av antalet aspskott samt dess höjd beräknades för varje försöksled (tre upprepningar på två objekt). Vidare gjordes hypotesprövning enligt Stenhag (2017) för att undersöka om behandlingen i något av försöksled två, tre eller fyra renderar i statistiskt säkerställt (signifikant) färre antal skott eller lägre höjd på dessa än vanlig avverkning (försöksled F:1). För att undersöka om det fanns något samband mellan antalet högstubbar inom 30 m från provytecentrum och antalet aspskott beräknades ett  $R^2$ -värde för sambandets styrka (förklaringsgrad).

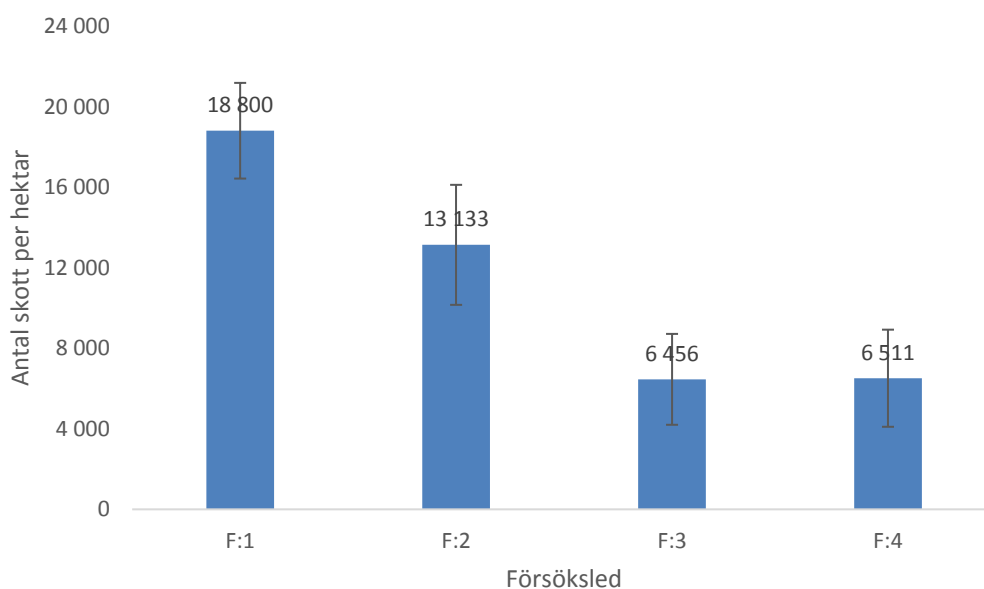


### 3. Resultat

Nedan presenteras resultaten. Hypotesprövningarna återfinns i bilaga fyra. Först presenteras objekten var för sig och sedan presenteras båda objekten sammanvägt både vad gäller antalet skott och dess höjd. I slutet kommer ett avsnitt vardera om ringbarkningen och högstubbarna.

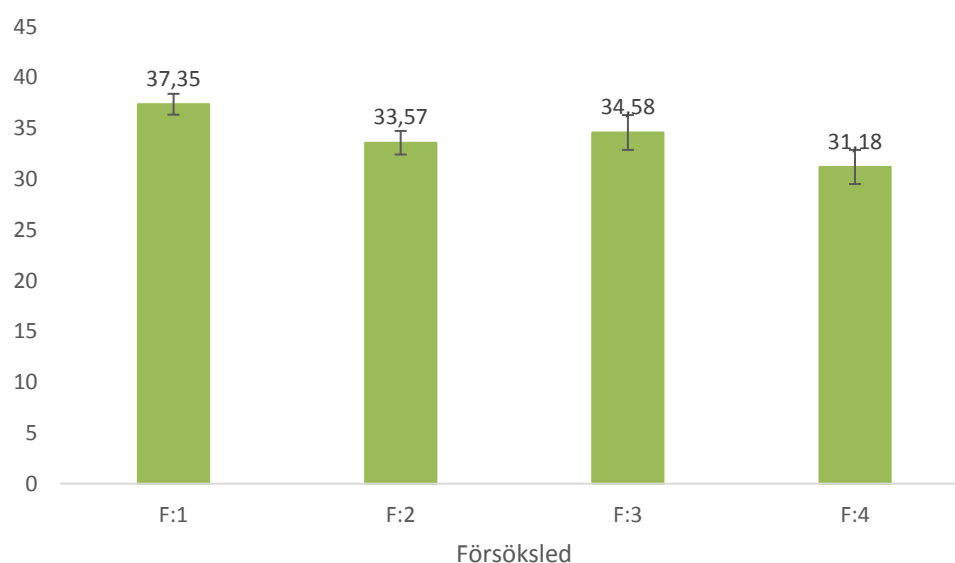
#### 3.1 Snårberget

Försöksled 3 (ringbarkning) var den effektivaste metoden för att begränsa uppslaget av aspskott (Figur 3.1). Den maskinella ringbarkningen (F:3) resulterade i 66 procent färre skott än vad som var fallet efter normal avverkning (F:1) och i samma låga nivå som där asparna lämnats orörda (F:4). Skillnaden var signifikant ( $p < 0,001$ ). Högstubbar (F:2) resulterade i 30 procent färre skott än efter normal avverkning (F:1). Även den skillnaden var signifikant ( $p < 0,01$ ).



**Figur 3.1.** Antalet aspskott i genomsnitt redovisat per försöksled på objektet Snårberget. Felstaplarna visar 95 procents konfidensintervall för varje försöksled.

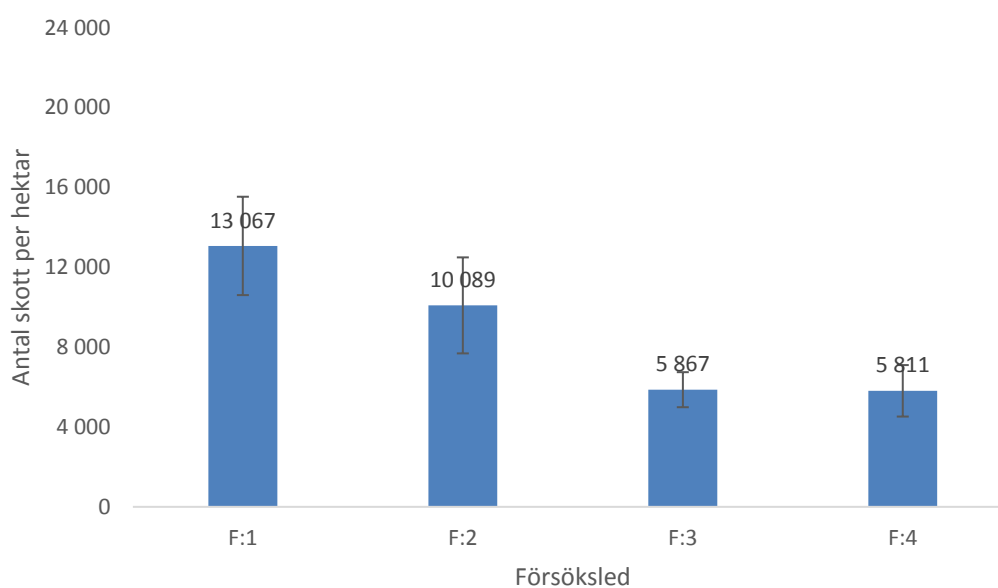
Figur 3.2 visar att det endast skiljer 6,2 cm mellan skottens högsta (F:1) och lägsta (F:4) medelhöjd. Försöksled två och tre placerar sig emellan dessa. Alla skillnader är statistiskt signifikanta ( $p < 0,001$ ).



**Figur 3.2.** Skottens medelhöjd i varje försöksled på objektet Snårberget. Felstaplarna visar 95 procents konfidensintervall.

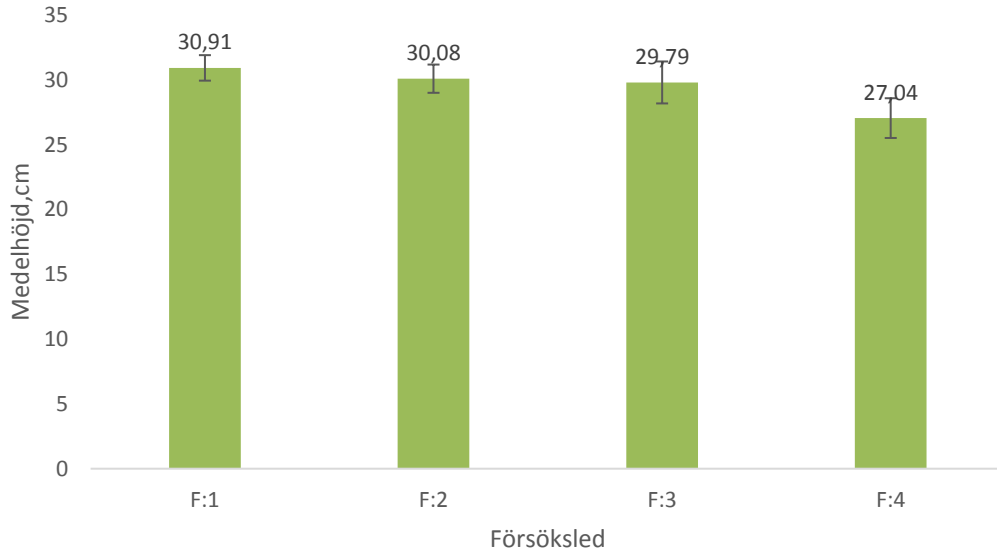
### 3.2 Teuravaara

Även på objektet Teuravaara var den maskinella ringbarkningen (F:3) den effektivaste metoden att begränsa upplaget av aspskott. Här resulterade den i 55 procent färre skott än försöksled 1 (Figur 3.3). Skillnaden är signifikant ( $p < 0,001$ ). Högstubbar (F:2) resulterade i 23 procent färre skott än efter normal avverkning (F:1). Skillnaden var dock inte signifikant. Där ringbarkningen (F:3) utfördes var det endast 56 stycken fler skott per hektar gentemot områden där ingen påverkan på asparna hade skett (F:4).



**Figur 3.3** Skottens medelhöjd per försöksled på objektet Snårberget. Felstaplarna visar 95 procents konfidensintervall.

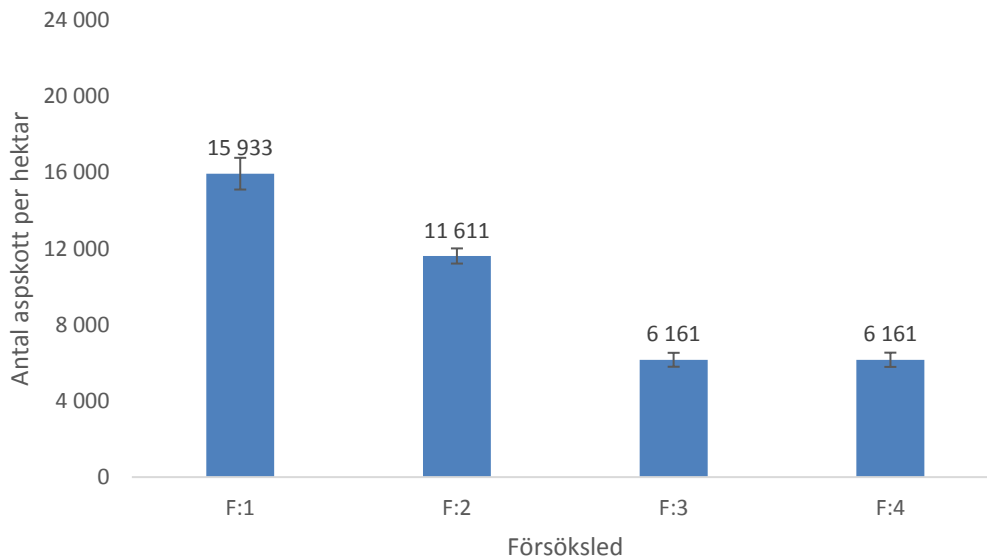
Figur 3.4 visar att skotten i genomsnitt var 3,9 cm längre i försöksled F:1 (normal avverkning) än i försöksled F:4 (kontroll). Ringbarkningen (F:3) resulterade i 1,1 cm kortare skott än normal avverkning (F:1) skillnaden motsvarar 3,6 procent och var signifikant ( $p < 0,05$ ).



**Figur 3.4** Skottens medelhöjd redovisat per försöksled på objektet Teuravaara. Felstaplarna visar 95 procents konfidensintervall.

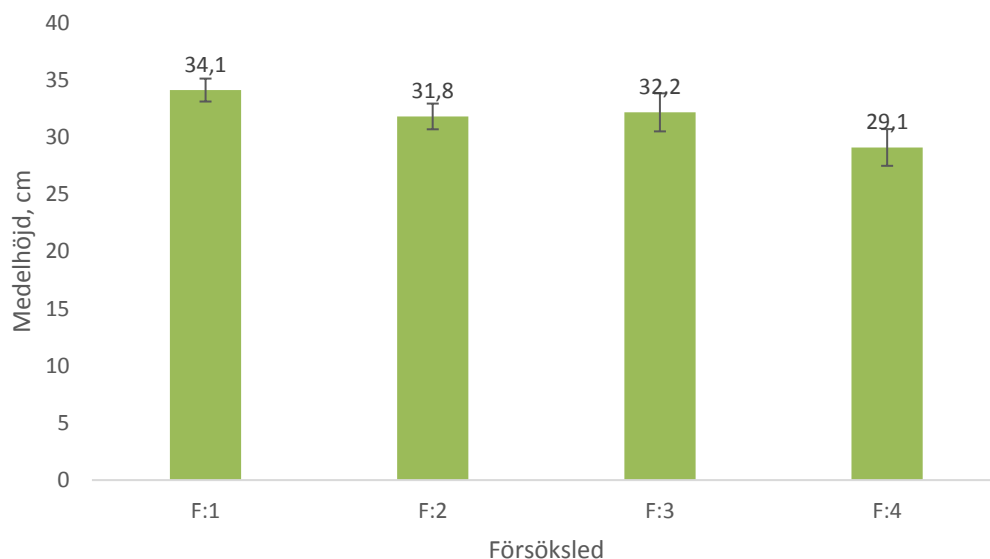
### 3.3 Båda objekten sammanvägt

Figur 3.5 visar medelvärdena för båda objekten och att de signifikanta skillnaderna kvarstår. Det skiljer 61 procent mellan ringbarkning (F:3) och normal avverkning (F:1) medan det blev exakt lika många aspskott per hektar i försöksled tre och fyra, 6 161 aspskott per hektar. Högstubbarna producerade 27 procent färre skott än kontrollen ”normal avverkning” (F:1).



**Figur 3.5** Antalet aspskott per hektar fördelat på varje försöksled. Staplarna visar medelvärdet för båda objekten. Felstaplarna visar 95 procents konfidensintervall.

Figur 3.6 visar aspskottens medelhöjd i varje försöksled. Det skiljer endast fem centimeter mellan de längsta (F:1) och de kortaste (F:4) skotten. Det motsvarar en skillnad på 14,7 procent. Försöksled två och tre placerar sig emellan dessa.



**Figur 3.6** Aspskottens medelhöjd fördelat på varje försöksled (medelvärden mellan de olika objekten). Felstaplarna visar 95 procentens konfidensintervall.

### 3.4 Ringbarkningens kvalitet

Totalt mättes 57 ringbarkade aspar, av dessa var endast fyra stycken (7 % - samtliga i Teuravaara) undermåliga, dvs. hade bark som var mindre än 15 cm från varandra. Medelavståndet för ringbarkad barkyta (barkningshöjd) var 49 cm och som mest 100 cm. På objektet Snårberget, där genomsnittet var 104 cm, var den minsta barkningshöjden 50 cm och den största 155 cm.

Figur 3.7 visar en asp på Snårberget som är ringbarkad med de roterande matarvalsarna på skördaraggregatet. Aspen i fråga är här ringbarkad ca 130 cm. Figur 3.8 visar en asp som är ringbarkad med kvistknivarna och Figur 3.9 visar en asp där ringbarkningen med kvistknivarna har lämnat en sträng bark som endast är separerad med 5 cm (markerat med en rektangel).



**Figur 3.7** Ringbarkning med matarvalsar.



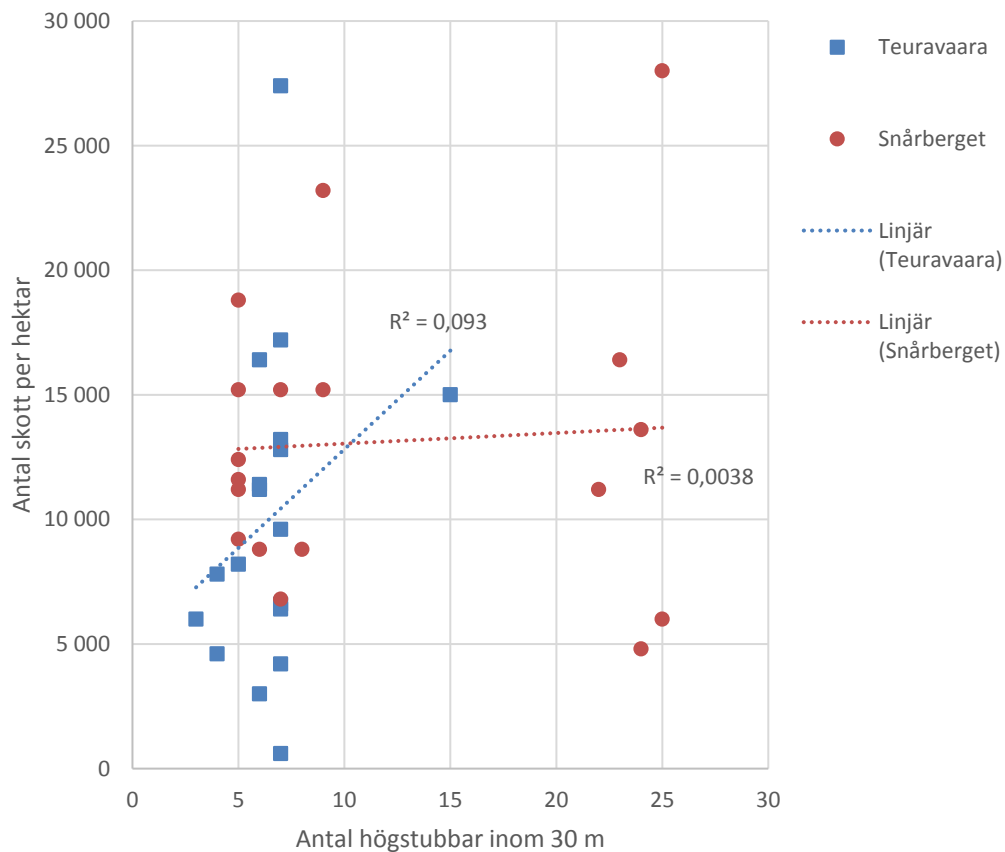
**Figur 3.8** Ringbarkning utförd med kvistknivarna.



**Figur 3.9** Undermåligt utförd ringbarkning.

### 3.5 Högstubbar

Figur 3.10 visar att sambandet mellan antalet aspskott och antalet högstubbar inom 30 m inte är statistiskt säkerställt i denna studie ( $R^2$ -värde: 0,093 respektive 0,0038). På Snårberget, där det i genomsnitt fanns 12,2 högstubbar inom 30 m från provytecentrum, fanns det i genomsnitt 13 100 skott per hektar. I Teuravaara fanns det ungefär hälften så många högstubbar (6,6 inom 30 m) men ändå 10 100 skott per hektar.



**Figur 3.10** Antalet aspskott per hektar i förhållande till antalet högstubbar inom 30 m. Varje punkt representerar en provyta (18st per objekt).





## 4. Diskussion

Först avhandlas uppslaget av skott både vad gäller ringbarkning och högstubbar efter det följer ett avsnitt om skottens höjd. Kapitlet avslutas med material och metod diskussion samt studiens rekommendationer och slutsatser.

### 4.1 Uppslaget av skott

Maskinell ringbarkning var effektivare än högstubbar på att begränsa uppslaget av aspskott. Ringbarkning är i princip likvärdigt med att lämna asparna helt opåverkade, vilket måste anses som ett mycket lyckat resultat då aspen enligt Myking et al. (2011) är känd för att producera rotskott vid ”störning”.

Genomgående fanns färre skott per hektar på objektet Teuravaara än på objektet Snårberget. Teuravaara låg mellan trettio och nio procent lägre beroende på vilket försöksled som jämförs. Troligen går detta att förklara med bonitetskillnader eller (mindre sannolikt) olika väderförutsättningar somrarna 2017 och 2018 snarare än vid vilken tidpunkt på året avverkningarna gjordes.

Då röjningskostnader till stor del beror på hur många stammar som ska röjas (Pettersson et al. 2012) är det troligt att dessa kostnader kan reduceras då uppslaget begränsas. Det är även tänkbart att det är möjligt att avstå eller i alla fall skjuta på en första lövsanering i förnygringen. Detta skulle också gynna artmångfalden.

#### 4.1.1 Ringbarkning

Medelvärdena för de båda objekten visar att det blev 61 procent färre skott med ringbarkning (F:3) än med normal avverkning (F:4). På objektet Teuravaara resulterade ringbarkningen (F:3) i 55 procent färre skott än normal avverkning (F:1) motsvarande skillnaden på Snårberget var 66 procent. Skillnaderna var statistiskt signifikanta ( $p < 0,001$ ). I Figur 3.5, som visar medelvärdena från båda objekten, fanns det exakt lika många aspskott per hektar i försöksled fyra (opåverkade) och i försöksled tre (ringbarkning). Dessa resultat stöds av Xianchong et al. (2006) som kom fram till att ringbarkning minskade antalet skott per planta. Studien gjordes visserligen på tre- och fyraåriga plantor, men principen är densamma.

Ringbarkningen genomfördes överlag med ett mycket gott resultat. Endast sju procent av de inspekterade stammarna hade bark som var mindre än 15 cm isär i höjddled. Generellt kan konstateras att ringbarkning som utfördes med hjälp av matarvalsarna resulterade i ett bättre resultat. Under inventeringen iaktogs ett par ringbarkade aspar som hade brutits av där ringbarkningen hade skett. Det är rimligt att anta att antalet som går av ökar med tiden och att samtliga fall av detta inte upptäcktes i studien. Detta var dock ett litet problem då den största nyttan redan var gjord. Den döda aspved som på detta sätt skapades gynnar artmångfalden.

### **4.1.2 Högstubbar**

Medelvärdena för båda objekten visade att högstubbar (F:2) resulterade i 27 procent färre skott än vid normal avverkning (F:1). Motsvarande skillnad på objektet Teuravaara var 23 procent och på objektet Snårberget 30 procent. På Snårberget var skillnaden signifikant ( $p < 0,01$ ) men inte i Teuravaara. Detta resultat överensstämmer med vad Hamber et al. (2010) kom fram till, en stubbhöjd på en meter resulterade i färre aspskott än en mer normal stubbhöjd (10 – 15 cm). Deras resultat visade dock att antalet stubbskott ökade. Enligt King och Landhäusser (2017) resulterade en 25 cm hög stubbe i färre skott än en stubbe vid marknivå. De kom även fram till att desto grövre stubben var desto färre stubbskott producerar individen.

Inget samband går att se mellan antalet högstubbar inom 30 m och uppslaget av aspskott. På objektet Teuravaara gick det endast att förklara 9 procent av datamaterialet med antalet högstubbar inom 30 m och antalet skott, samma siffra för objektet Snårberget var 0,4 procent. Det pekar mot att det kan finns fler faktorer som påverkar uppslaget av aspskott vid avverkning med högstubbar av asp. En svaghet var dock att datamaterialet är litet ( $n=18$  per objekt).

## **4.2 Höjd**

Skottens medelhöjd varierade mellan 29 och 34 cm mellan de fyra olika försöksleden. Medelhöjden var signifikant lägre i försöksled två, tre och fyra jämfört med om asparna var opåverkade, försöksled 1 ( $P < 0,001-0,05$ ). Att försöksled två reducerade skottens höjd överensstämmer med vad Hamberg et al. (2010) kom fram till, i deras studie var skotten i medeltal åtta centimeter kortare med en stubbhöjd på en meter jämfört med en traditionell stubbe (10-15 cm). Att skillnaderna var signifikant beror högst troligen på det stora antalet observationer, hela 7 176 skott. Ur en praktisk synvinkel är höjdskillnaderna för små för att ha någon betydelse, troligen syns inte skillnaden efter två växtsäsonger.

## **4.3 Studiens styrkor och svagheter**

De två olika objekten valdes subjektivt för att vara tillräckligt stora och innehålla en lämplig mängd asp. Även parcellerna lades ut subjektivt för att säkerställa att det fanns aspar i varje. Dock slumpades vilken behandling alla försöksled skulle få. Parcellerna innehöll inte lika många aspar utan detta varierade men då behandlingen bestämdes slumpvis för varje parcell var denna svaghet åtminstone minimerad. Det hade inte heller varit praktiskt möjligt av uppenbara skäl att ha exakt lika förutsättningar i varje parcell.

Antalet observationer av antalet skott var ganska lågt ( $n = 18$  för varje försöksled och objekt). Vidare konstaterade författaren att det hade varit lämpligt att antingen mäta höjden på endast ett mindre urval av antalet skott eller haft en grövre klassindelning. En stor andel av fälttiden gick åt till att mäta höjd, något som inte har lika stort värde som antalet aspskott i denna studie som är det centrala. Den besparade tiden hade man kunnat nyttja till att lägga ut och inventera ännu fler provytor.

#### **4.4 Rekommendationer och slutsatser**

I högriskområden för angrepp av knäckesjuka rekommenderar författaren maskinell ringbarkning av asp i samband med avverkningen för att begränsa uppslaget och indirekt angreppsytan för knäckesjuka. Det finns även tydliga naturvårdsnyttor med att ringbarka aspar då det skapar död ved. Det är troligt att det går att uppnå ännu större naturvårdsnyttor genom att kombinera alla tre undersökta metoder. Då ingen av behandlingarna helt tar bort skottskjutningen är det mindre troligt att förekomsten av asp i landskapet minskar. Särskilt om man endast gör det på marker som är kända sedan tidigare som högriskområden för angrepp av knäckesjuka och där det skall föryngras med tall.

För vidare studier skulle det vara intressant att undersöka hur tidpunkten på året för avverkningen påverkar uppslaget av aspskott. Studier kring hur ringbarkning av asp kan bidra till naturvård och biodiversitet skulle också vara intressant.

Studiens två huvudsakliga slutsatser är:

- Uppslaget av aspskott kan kraftigt begränsas genom att ringbarka aspar istället för att avverka dessa på traditionellt vis. Uppslaget av skott blir så lågt som då man lämnar asparna opåverkade
- Högstubbar är inte en lika effektiv metod men begränsar ändå uppslaget med mellan 20 och 30 procent jämfört med traditionell avverkning.

Enligt Fjellborg (2009) finns det en god korrelation mellan antalet aspskott i en föryngring och antalet infekterade tallplantor. Därför är detta en metod för att reducera antalet knäckesjukainfekterade tallar.



## 5. Referenser

Andersson, R. & Andersson, M. (2005). Björk, asp och al: föryngring, skötsel och naturvård. Skogsstyrelsen. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.

Eliasson, L. (1971). Growth Regulators in *Populus tremula*. *Physiologia Plantarum*, 25(1), pp. 118–121.

Fjellborg, Å. (2009). Infection rate of pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*) in Scots pine (*Pinus sylvestris*) regenerations with retained aspens (*Populus tremula*): evaluation of the importance of large aspen trees compared to aspen sprouts. Examensarbeten/SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel 2009:7

Gustafsson, L., Weslien, J., Hannerz, M. & Aldentun, Y. (2016). *Naturhänsyn vid avverkning: en syntes av forskning från Norden och Baltikum*, Uppsala: Institutionen för ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.

Håkansson, M. & Sveriges skogsvårdsförbund. (2000). *Skogsencyklopedin: [8400 artiklar och ordförklaringar]*, Stockholm: Sveriges skogsvårdsförbund.

Hamberg, L., Malmivaara-Lämsä, M., Löfström, I., Vartimäki, H., Valkonen, S. & Hantula, J. (2011). Sprouting of *Populus tremula* L. in spruce regeneration areas following alternative treatments. *European Journal of Forest Research*, 130(1), pp. 99–106.

Hansson, P. (2015). Hur begränsa knäckesjukan? Umeå: Vox Natura.

Karjanmaa, T. Suvanto, L., Leinonen, K. & Hannu, R. (2003). Emergence and survival of *Populus tremula* seedlings under varying moisture conditions. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(11), pp. 2081–2088.

Kassfeldt, E. (2009). Susceptibility of hybrid aspen (*Populus tremula x tremuloides*) to pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*). Examensarbeten SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel 2009:3

King, C. & Landhäusser, M. (2018). Regeneration dynamics of planted seedling-origin aspen (*Populus tremuloides Michx.*). *New Forests*, 49(2), pp. 215–229.

Löfstrand, M. (2009). Är förekomst av knäckesjuka i tallföryngringar mindre på stora naturvårdsaspar än på aspsly. Examensarbeten (SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel) 2009:1

Martinsson, O. (1985). The influence of pine twist rust (*Melampsora pinitorqua*) on growth and development of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *European Journal of Forest Pathology*, 15(2), pp. 103–110.

Mattila, U., Jalkanen, R. & Nikula, A. (2001). The effects of forest structure and site characteristics on probability of pine twisting rust damage in young Scots pine stands. *Forest Ecology and Management*, 142(1), pp. 89–97.

Myking, T., Bøhler, F., Autrheim, G. & Solberg, J. (2011). Life history strategies of aspen (*Populus tremula L.*) and browsing effects: A literature review. *Forestry*, 84(1), pp. 61–71.

Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2012). *Skogsskötselserien 6, Røjning 2.*, omarb. uppl., Jönköping: Skogsstyrelsen.

Riksskogstaxeringen (2017). Skogsdata 2017: aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogsmarkens kolförråd, Umeå: Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet.

Stenhag, S. (2017). Åt skogen med statistik. Skinnskatteberg: SLU-Skogsmästarskolan.

Witzell, J. & Skogsstyrelsen (2017). Skogsskötselserien 12:2, Skador på skog: gamla och nya epidemier och utbrott. Intensivare skogsbruk och framtidens tekniker. klimat och skogsskador 2. omarb. uppl., Jönköping: Skogsstyrelsen.

Xianchong, W., Landhäusser, S-M., Lieffers, V-J. & Zwiazek J-J. (2006). Signals controlling root suckering and adventitious shoot formation in aspen (*Populus tremuloides*). *Tree Physiology* 26, pp. 681-687

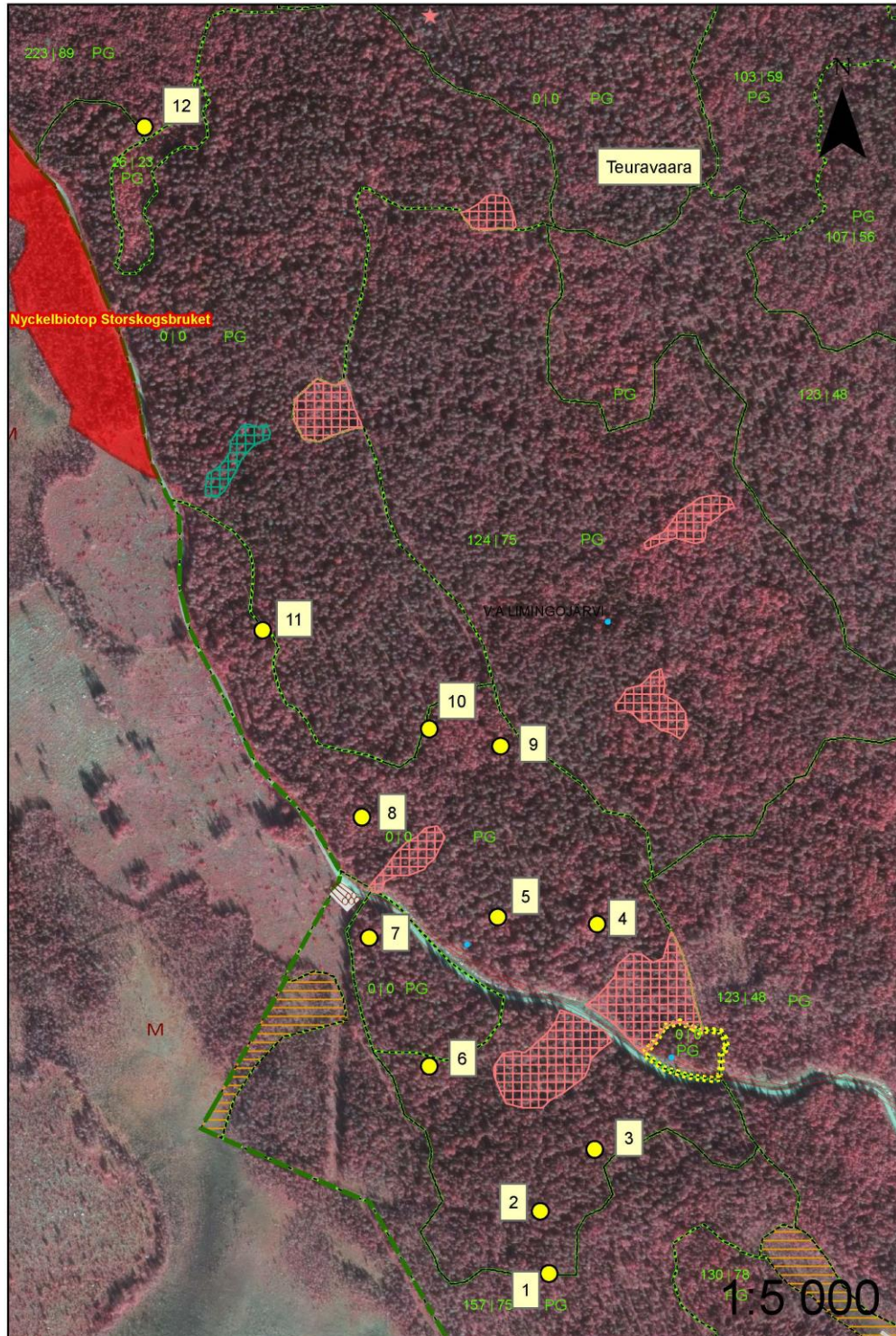
## **6. Bilagor**

<b>Bilaga 1:</b> Fältbankett	Sida 26
<b>Bilaga 2:</b> Ortofoto över objektet Teuravaara	Sida 27
<b>Bilaga 3:</b> Ortofoto över objektet Snårberget	Sida 28
<b>Bilaga 4:</b> Hypotesprövning	Sida 29 – 32

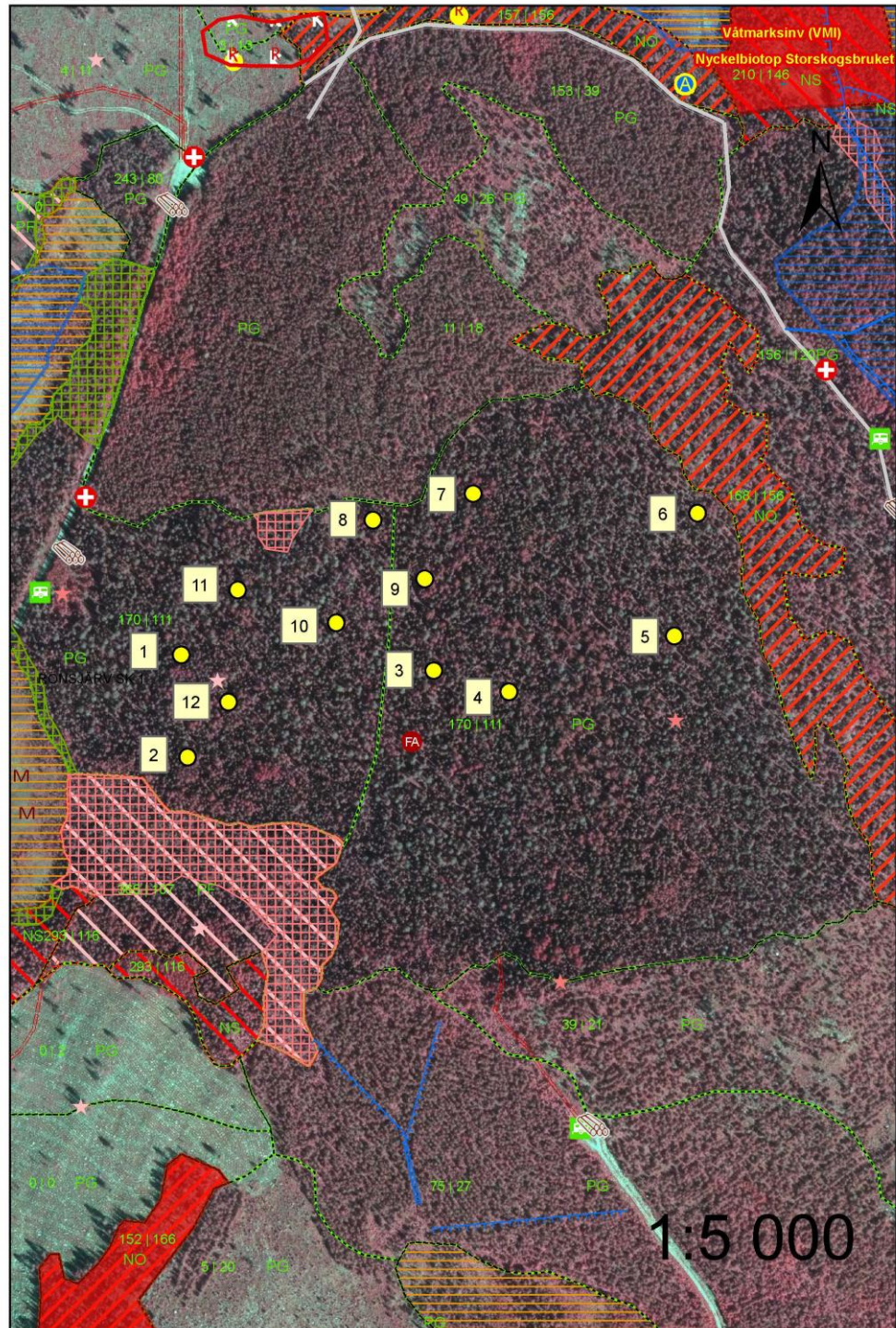




## Bilaga 2. Ortofoto över objektet Teuravaara



### Bilaga 3. Ortofoto över objektet Snårberget



## Bilaga 4. Hypotesprövning

Formel 5.2.2 hämtat ur Stenhag (2017)

$$t = \frac{(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Formel 5.2.3 hämtat ur Stenhag (2017)

$$Z = \frac{(\bar{X}_1 + \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\left( \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)}}$$

### ***Ringbarkning kontra normalavverkning på Snårberget (antalet skott)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F3 är där ringbarkning har utförts. Hypotesen är att det fanns fler skott per hektar i F1 än F3.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F3}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F3}$$

Formel 5.2.2

$$\frac{(18 - 1)4777^2 + (18 - 1)4538^2}{18 + 18 - 2} = 21\,706\,657$$

$$\frac{(18800 + 6456)}{\sqrt{21706657 \left( \frac{1}{18} + \frac{1}{18} \right)}} = 7,949$$

T-värde, 34 frihetsgrader, 0,001: 3,348

T- värdet 7,949 är mer extremt än värdet 3,348 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 99,9 procent. Normal avverkning (F1) producerar fler skott än om asparna ringbarkas (F3).

### ***Högstubbar kontra normal avverkning på Snårberget (antalet skott)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F2 är där avverkningen av asparna har skett med högstubbar. Hypotesen är att det fanns fler skott per hektar i F1 än F2.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F2}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F2}$$

Formel 5.2.2

$$\frac{(18 - 1)4777^2 + (18 - 1)5992^2}{18 + 18 - 2} = 29\,364\,418$$

$$\frac{(18800 + 13133)}{\sqrt{29364418}(\frac{1}{18} + \frac{1}{18})} = 3,137$$

T-värde, 34 frihetsgrader, 0,01: 2,441

T- värdet 3,137 är mer extremt än värdet 2,441 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 99 procent. Normal avverkning (F1) producerar fler skott än om asparna avverkas genom att göra högstubbar av dem (F3).

***Ringbarkning kontra normal avverkning på Teuravaara (antalet skott)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F3 är där ringbarkning har utförts. Hypotesen är att det fanns fler skott per hektar i F1 än F3.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F3}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F3}$$

Formel 5.2.2

$$\frac{(18 - 1)5213^2 + (18 - 1)2967^2}{18 + 18 - 2} = 17\,988\,241$$

$$\frac{(13067 + 5867)}{\sqrt{17988241}(\frac{1}{18} + \frac{1}{18})} = 5,093$$

T-värde, 34 frihetsgrader, 0,001: 3,348

T- värdet 5,093 är mer extremt än värdet 3,348 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 99,9 procent. Normal avverkning (F1) producerar fler skott än om asparna ringbarkas (F3).

***Högstubbar kontra normal avverkning på Teuravaara (antalet skott)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F2 är där avverkningen av asparna har skett med högstubbar. Hypotesen är att det fanns fler skott per hektar i F1 än F2.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F2}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F2}$$

Formel 5.2.2

$$\frac{(18 - 1)5213^2 + (18 - 1)5800^2}{18 + 18 - 2} = 30\,405\,799$$

$$\frac{(13067 + 10089)}{\sqrt{30405799}(\frac{1}{18} + \frac{1}{18})} = 1,620$$

T-värde, 34 frihetsgrader, 0,05: 1,691

T- värdet 1,620 är inte mer extremt än värdet 1,691 och skillnaden är därmed inte statistiskt säkerställd. Det går inte med säkerhet att säga att normal avverkning (F1) producerar fler skott än om asparna avverkas genom att göra högstubbar av dem (F3).

***Ringbarkning kontra normal avverkning på Snårberget (Höjd)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F3 är där ringbarkning har utförts. Hypotesen är att skotten är längre i F1 än F3.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F3}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F3}$$

Formel 5.2.3

$$\frac{(37,35 + 34,58)}{\sqrt{(\frac{12,83}{1692} + \frac{12,56}{581})}} = 4,577$$

Z-värde, 0,001: 3,09

Z-värdet 4,577 är mer extremt än värdet 3,09 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 99,9 procent. Normal avverkning (F1) producerar längre skott än om asparna ringbarkas (F3).

***Högstubbar kontra normal avverkning på Snårberget (höjd)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F2 är där avverkningen av asparna har skett med högstubbar. Hypotesen är att skotten är längre F1 än F2.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F2}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F2}$$

Formel 5.2.3

$$\frac{(37,35 + 33,57)}{\sqrt{(\frac{12,83}{1692} + \frac{12,12}{1182})}} = 8,677$$

Z-värde, 0,001: 3,09

Z-värdet 8,677 är mer extremt än värdet 3,09 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 99,9 procent. Normal avverkning (F1) producerar längre skott än om asparna avverkas med högstubbar (F2).

***Asparna lämnade opåverkade kontra normal avverkning på Snårberget (Höjd)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F4 är där alla aspar är lämnade opåverkade. Hypotesen är att skotten är längre F1 än F4.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F4}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F4}$$

Formel 5.2.3

$$\frac{(37,35 + 31,18)}{\sqrt{\left(\frac{12,83}{1692} + \frac{12,36}{586}\right)}} = 10,783$$

Z-värde, 0,001: 3,09

Z-värdet 10,783 är mer extremt än värdet 3,09 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 99,9 procent. Normal avverkning (F1) producerar längre skott än om asparna lämnas opåverkade (F4).

***Ringbarkning kontra normal avverkning på Teuravaara (Höjd)***

F1 är försöksledet där normal avverkning har skett och F3 är där ringbarkning har utförts. Hypotesen är att skotten är längre i F1 än F3.

$$H_0: \mu_{F1} = \mu_{F3}$$

$$H_1: \mu_{F1} > \mu_{F3}$$

Formel 5.2.3

$$\frac{(30,91 + 27,04)}{\sqrt{\left(\frac{10,25}{1176} + \frac{11,30}{528}\right)}} = 1,949$$

Z-värde, 0,05: 1,64

Z-värdet 1,949 är mer extremt än värdet 1,64 och skillnaden är därmed statistiskt säkerställd till 95 procent. Normal avverkning (F1) producerar längre skott än om asparna ringbarkas (F3).