



**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2018:20

## **En jämförande studie av stubbens skottskjutning efter röjning med kedjeröjsåg kontra klingröjsåg**

*A comparison of two cleaning tools –  
brush cutter with disc or chain*



**Johan Hassel**

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp  
Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2018:20  
SLU-Skogsmästarskolan  
Box 43  
739 21 SKINNSKATTEBERG  
Tel: 0222-349 50

# En jämförande studie av stubbens skottskjutning efter röjning med kedjeröjsåg kontra klingröjsåg

A comparison of two cleaning tools – brush cutter with disc or chain

*Johan Hassel*

**Handledare:** Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

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

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kurskod:** EX0624

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2018

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

**Serienamn:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Serienummer:** 2018:20

**Omslagsbild:** Björkstubbe med stubbskott. Bild tagen av Johan Hassel.

**Nyckelord:** stubbskott, björk, ungskog



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	iii
ABSTRACT .....	1
1. INLEDNING.....	3
1.1 Björkens biologi.....	3
1.2 Röjningshistorik.....	4
1.3 Stubbskottsproblematik.....	5
1.4 Syfte och hypotes.....	7
2. MATERIAL OCH METODER .....	9
2.1 Förarbete .....	9
2.2 Material.....	10
2.3 Metoder .....	11
2.4 Torkning av stubbar.....	11
3. RESULTAT.....	13
3.1 Jämförbarhet.....	13
3.2 Samband mellan stubbens medeldiameter och antalet skott per stubbe .....	14
3.3 Stubbskottets höjd.....	17
3.4 Stubbhöjdens inverkan på antalet stubbskott.....	18
3.5 Röjsågens inverkan på antalet stubbskott .....	21
3.6 Kapskärets inverkan på hur fort stubben torkar .....	22
4. DISKUSSION .....	25
4.1. Skillnader i stubbskott.....	25
4.2. Studiens svagheter .....	26
4.3. Framtida studier.....	26
5. SAMMANFATTNING .....	27
6. KÄLLFÖRTECKNING.....	29
6.1 PUBLIKATIONER.....	29
6.2 INTERNETDOKUMENT.....	30
6.3 PERSONLIG KOMMUNIKATION .....	30



# **ABSTRACT**

In the young forests of Sweden the birch covers 30 percent of the standing volume and is a big competitor to the spruce- and pine seedlings. The dominating method to handle naturally rejuvenated birch in the young forest is to use a brush cutter. From a cut off birch stump grows sprouts that can grow very fast and a second and even a third cleaning can be necessary.

The purpose of this thesis is to study the difference of the sprouting ability after cleaning with two different cleaning tools. One equipped with a disc and one with a chain.

The results show that the share of the stumps without any sprouts is bigger after cleaning with a brush cutter equipped with a chain. But the choice of cleaning tool makes no difference for the total number of sprouts.



# 1. INLEDNING

Detta examensarbete syftar till att utreda ifall det finns någon mätbar skillnad i antalet stubbskott som uppkommer efter röjning med kedjeröjsåg respektive klingröjsåg. För att göra resultatet mer begripligt ges i detta inledande kapitel en introduktion till björkens biologi, röjningshistorik och stubbskottsproblematik.

## 1.1 Björkens biologi

I Sveriges ungskogar är björk med sina 30 procent av den stående volymen tillsammans med tall det näst vanligaste trädslaget efter gran (Anon, 2014). I Sverige finns det två arter av björk som är av ekonomisk betydelse, vårt- och glasbjörk (*Betula pendula* och *Betula pubescens*). De båda arterna kan vara mycket svåra att särskilja. Det enda helt säkra sättet att artbestämma dem är genom att räkna antalet kromosomer. I dagligt tal gör man ingen skillnad på vårt- och glasbjörk, utan de bägge arterna benämns som björk (Ståhl & Pettersson, 2007). Björken är ett så kallat pionjärträdslag, vilket innebär att den är snabb på att etablera sig i en nyligen störd miljö och att den växer snabbt i ungdomsfasen. Björken var bland de absolut första trädslagen att etablera sig i Sverige efter att inlandsisen smälte bort. Vad som gjort arten så framgångsrik (samma sak gäller tallen) är dess generativa etablering via frön som sprids lätt med vinden (Palo, 1986).

Det gjordes under 1980-talet i Västerbotten en studie på björkens förmåga att sprida frön ut på hyggen. Mitt ute på hygget på ett avstånd större än 150 meter till närmaste fröbjörk gick det att finna mer än 100 björkfrön per kvadratmeter. Ju kortare avstånd till fröbjörken, desto högre täthet av björkfrön. Det visade sig också att vårtbjörkens frön har en något större förmåga att spridas med vinden än glasbjörkens frön, vilket förklaras av att vårtbjörkens frövingar är bredare än glasbjörkens. Vårtbjörken blir även mer högvuxen och växer i högre, torrare partier av terrängen vilket också gynnar fröspridningen (Fries, 1984).

Björkens frön gror snabbt vid fuktiga förhållanden som är vanligt efter snösmältningen, förutsatt att temperaturen är tillräckligt hög. Björkfrön som har legat ute under vintern och våt - kylbehandlats kan börja gro när temperaturen uppnår cirka + 10 °C. Denna minimitemperatur för att fröet skall börja gro varierar dock mellan olika klimatzoner beroende på fröets härkomst. För att torra frön som sås ut på våren skall börja gro krävs det att temperaturen uppgår till cirka + 15 – 20 °C (Palo, 1986).

Utan någon som helst markbehandling gror björkfröet som bäst om marken är fuktig, ju fuktigare desto bättre. Bränd mark är en bättre gröningsmiljö för fröet än obränd mark och även där är fukten en viktig faktor för groningen. Den största uppkomsten av plantor erhålls dock på blottlagd mineraljord efter någon typ av markberedning (Fries, 1984).

Under 1940-talet gick man från ett blädningsskogsbruk till ett trakthyggesbruk med hyggen och plantering av gran och tall. De stora öppna ytor som uppstår vid trakthyggesbruk med blottlagd mineraljord till följd av markberedning blev en mycket gynnsam livsmiljö för pionjärträd som björk (Bäckström, 1984). Då björken är ett snabbväxande träd i ungdomsstadiet är det en svår konkurrent om näring, ljus och vatten för barrträden. Björken har störst konkurrenskraft på höga boniteter. Tallen är, precis som björken, ett pionjärträd vilket ger den ett bättre läge än granen att konkurrera med björken om solljuset. Granen är dock mer skuggtålig än tallen och kan i större utsträckning utvecklas och överleva under björken. Det är främst diametertillväxten som hämmas hos barrträden vid konkurrens från björken. Den relativa diametern sjunker i relation till de omgivande björkarnas grundyta (Pettersson m.fl., 2012).

Björkar som står för nära barrträden och vajar i vinden kan utsätta barrträdens toppskott för mekaniska så kallade "piskskador" som ofta medför förluster i höjdtillväxt. Dessa skador leder sällan till att trädet dör men kan ge upphov till bestående fel som påverkar virkeskvaliteten negativt i form av exempelvis dubbeltopp eller sprötkvist (Pettersson m.fl., 2012).

## 1.2 Röjningshistorik

I och med trakthyggesbrukets inträde så uppstod ett stort behov av att reducera antalet lövträd i gran- och tallföryngringarna. För att behandla lövet introducerades kemiska preparat i form av fenoxiättiksyror. De visade sig vara ett mycket effektivt medel mot lövslyngskogarna. Användandet av dessa kemiska preparat möttes dock av ett väldigt starkt motstånd, främst på grund av dess negativa påverkan på människor och natur. Under toppåren på 1960-talet besprutades närmare 100 000 hektar årligen, medan besprutningen kom att upphöra helt i samband med att den förbjöds på 1980-talet (Bäckström, 1984).

År 1955 då kemikalieanvändningen var på stadig uppgång i skogsbruket introducerades den första röjsågen i Sverige. Med en gång insåg man att röjsågen var ett mycket effektivare verktyg än yxa och röjkniv. Under ett par årtionden samexisterade röjsågen med de kemiska bekämpningsmedlen samtidigt som den utvecklades och blev mer ergonomisk och lätthanterlig (Callin, 1957).

Tillfälliga förbud mot kemisk bekämpning av lövträd under 1970-talet och det slutgiltiga förbudet på 1980-talet ledde till att det byggdes upp ett så kallat "röjningsberg" (Pettersson m.fl., 2012). För att öka röjningsaktiviteten i ungskogarna infördes i 1979 års skogsvårdslag tvingande regler om röjning. Dessutom subventionerade staten under vissa perioder röjning (Anon, 1979). Denna åtgärd gjorde att "röjningsberget" minskade. År 1994 togs de tvingande reglerna om röjningsplikt bort vilket ännu en gång ledde till ett överskott av eftersatta röjningar. Den nya metoden gick istället ut på att genom dialog och utbildning få fram budskapet om vikten av att röja i ungskogarna, vilket har lett till att den årliga röjningsarealen återigen har ökat (Pettersson m.fl., 2012). Idag



röjs cirka 250 000 hektar årligen i Sverige och arealen med ett omedelbart behov av röjning uppgår till närmare 1 400 000 hektar (Anon, 2017).

Idag är röjning med röjsåg den helt dominerande metoden. Vanligen görs en selektiv röjning där man bedömer varje enskild stam och avgör om den ska röjas bort eller stå kvar. Man strävar efter att enkelställa stammarna i ett någorlunda jämnt förband och samtidigt spara stammar av god kvalitet (Pettersson m.fl., 2012).

En annan typ av selektiv röjning är brunnsröjning. Man röjer då en brunn runt den tänkta huvudstammen (vanligtvis en planterad gran eller tall) och lämnar det övriga beståndet oröjt. En brunnsröjning följs vanligen av en enkelställning efter några år (Pettersson m.fl., 2012).

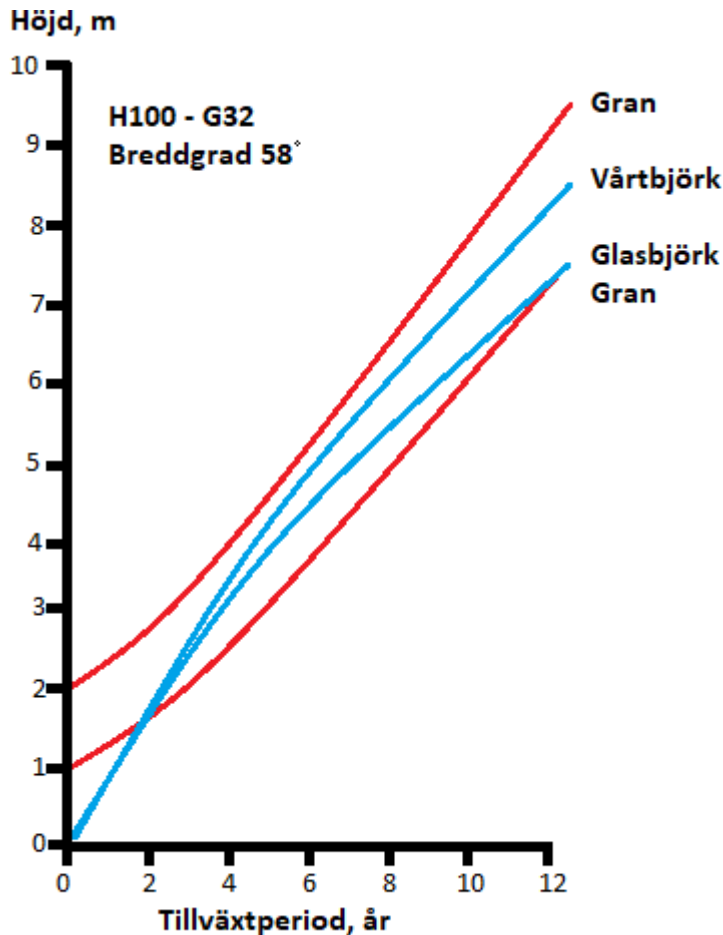
En betydligt ovanligare metod än selektiv röjning är schematisk röjning (även kallad geometrisk röjning). Den utförs vanligen med någon form av hjulgående röjningsmaskin som totalröjer korridorer mellan plantraderna som lämnas oröjda. Ibland kombineras schematisk röjning med selektiv röjning och man går då in och röjer de kvarlämnade plantraderna selektivt efter att den schematiska röjningen utförts (Pettersson m.fl., 2012).

### **1.3 Stubbskottsproblematik**

Det är sedan länge känt att när en ung björk kapas av så skjuter den ofta stubbskott (kallas även för adventivskott). Dessa skott utvecklas från sovande knoppar som i regel sitter långt ner på stammen, ofta under marknivå (Andersson & Björkdahl, 1984). Vad som händer när trädet kapas av är att den apikala dominansen bryts (Johansson, 1984). Apikal dominans innebär att kronans tillväxt underordnas toppskottets tillväxt så att övriga grenar i kronan inte skall växa förbi toppskottet. Träd med en rak genomgående stam och ett tydligt toppskott har en stark apikal dominans. Exempel på sådana träd är gran och tall. Träd med svag apikal dominans som exempelvis bok behöver växa i täta bestånd med konkurrens från sidorna för att bilda en rak, genomgående stam och för att inte bli till en buske med flera stammar (Skogsencyklopedin, 2018, Länk A).

Den apikala dominansen regleras av ett hormon vid namn auxin som produceras i apex, alltså stammens yttersta spets. När stammen kapas dör apex och den apikala dominansen upphör samtidigt som skottanlagen på stubbarnas mantelytor börjar bilda skott (Johansson, 1984). Sedan kan något av sidoskotten börja producera auxin istället och på så vis bli ett nytt huvudskott genom att utöva apikal dominans (Skogsencyklopedin, 2018, Länk A). Denna form av förökning är vanlig hos flertalet lövträd. Björk, ek, rönn, al och sälg skjuter vanligtvis stubbskott efter att huvudskottet kapats. Aspen skjuter istället rotskott vid avverkning (Johansson, 1984).

Andersson & Björkdahl (1984) har tagit fram funktioner som visar björkstubbaskottens höjdtillväxt i ungdomsåren. I figur 1 kan man se att risken för att björkens stubbskott växer ikapp granen är liten om röjningen utförs då granen har uppnått en höjd av minst två meter. På höga boniteter växer stubbskotten snabbare än på låga. I undersökningen visade sig även stubbens grovlek ha betydelse – ju grövre stubbe desto snabbare tillväxt för skotten (Andersson & Björkdahl, 1984).



**Figur 1.** Höjdtutveckling för gran samt stubbskott av glas- och vårtbjörk efter röjning (Andersson & Björkdahl, 1984).

Den faktor som påverkar bildningen av stubbskott i störst utsträckning är mängden solljus som når marken – ju mer solljus desto fler stubbskott (Bengt-Åke Alriksson, Röjningsentreprenör, personlig kommunikation, 2017-12-22 ).

I Kalmar län gjordes på 70- och 80-talen ett försök där man i samband med lövröjning lämnade en björkskärm över en granföryngring och återkom först 12 år senare för att räkna stubbskott. Det visade sig att under björkskärmen saknade 46 procent av stubbarna helt stubbskott. Där man inte lämnat någon björkskärm alls var bara 8 procent av stubbarna utan stubbskott 12 år senare. Skärmarnas beskuggning har därmed lett till att många stubbskott har dött. Dessutom var stubbskotten som vuxit upp under skärm i genomsnitt 0,8 meter lägre än de som vuxit upp utan skärm (Andersson, 1984). Sambandet mellan

antalet kvarlämnade björkar efter röjning och uppkomsten av stubbskott visas i tabell 1 nedan.

**Tabell 1.** Stubbskott 9 år efter röjning, högre än 1,3 m. (Andersson, 1984).

<b>Antal björkar efter röjning</b>	<b>Antal skott per hektar</b>	<b>Medelhöjd av de 2 högsta skotten per bukett, meter</b>
0	48 000	2,7
600	36 000	2,4
1 000	24 000	2,5
1 800	18 000	2,2

Valet av årstid för röjning kan också påverka uppkomsten av stubbskott. Enligt en teori så bör man röja då löven fortfarande sitter kvar på trädet på grund av att det då finns minst lagrad näringskapacitet i stubbarna. Det finns dock studier som visar att röjningstidpunkten inte spelar någon roll för uppkomsten av stubbskott (Pettersson m.fl., 2012).

Olika röjningsmetoder samt röjning i djup snö kan resultera i höga stubbar. I en studie (Johansson, 1992) såg man dock att stubbhöjden inte spelar någon större roll varken för mängden stubbskott eller för stubbskottens höjdtillväxt. Detta motbevisas senare i en studie (Lundh & Johansson, 2005) som visar att stubbhöjden visst har en påverkan på antalet stubbskott och dess tillväxt. Det förklarar man med att de lägre stubbarna träffas av en mindre mängd solljus vilket hämmar tillväxten av stubbskott.

## 1.4 Syfte och hypotes

I denna studie har två olika typer av röjsåg använts – klingröjsåg och kedjeröjsåg. Examensarbetet syftar till att utreda ifall det finns någon mätbar skillnad i uppkomsten av stubbskott och dess tillväxt mellan de två olika röjningsverktygen kedjeröjsåg och klingröjsåg.

Av de cirka 250 000 hektaren som röjs årligen i Sverige så används klingröjsågen på nästan hela arealen. Sedan några år tillbaka i tiden kom kedjeröjsågen ut på marknaden. Kedjeröjsågens motor bärs i en sele på ryggen vilket ger den en del ergonomiska fördelar jämfört med klingröjsågen. Det faktum att sågvärdet sitter längst ut på en stång som man håller i händerna gör att kedjeröjsågen lämpar sig mycket bra vid punktröjning (Pettersson m.fl., 2012).

Hypotesen är den att stubbar kapade med en kedjeröjsåg skjuter färre skott som följd av den större snittyta som uppstår vid ett snett kap. Något som leder till en snabbare uttorkning av stubben. Stubbar i klenare dimensioner som kapats av en kedjeröjsåg antas även de torra ut snabbare på grund av den ojämna snittyta som uppstår.



## **2. MATERIAL OCH METODER**

Det här arbetet omfattar två delstudier, en i fält där stubbskott inventeras efter röjning med två olika röjsågsmodeller och en andra mindre delstudie där torkning av stubbar görs i en ugn.

### **2.1 Förarbete**

För att göra jämförande studier av två röjningsmetoder bör röjningarna utföras under så likartade betingelser som möjligt, helst i samma bestånd. Beståndet delas in i block som sin tur delas in i parceller där man lottar fram vilken röjningsmetod som skall användas i respektive parcell. På detta sätt så blir utläggningen av ytorna helt objektiv samtidigt som man minskar risken för att lokala variationer påverkar slutsatsen.

För det här försöket fanns det inte några utlagda, tidigare röjda, block. Det fanns heller inte tid att göra någon studie över en längre period där man först röjer ytorna och sedan gör mätningar efter minst en tillväxtsäsong. Därför fick mätningarna göras på två skilda fastigheter. Denna geografiska spridning ställer stora krav på likheten mellan de objekt där mätningarna utförs.

Det är mycket viktigt att de jämförda objekten är röjda samma år, och helst samma månad. De ska vara röjda ner till samma stamantal per hektar för att undvika beskuggningens påverkan på stubbskottbildningen. Höjden på de kvarlämnade huvudstammarna är också en påverkande faktor. Även boniteten är en faktor som kan spela en betydande roll, så den bör också vara densamma för de jämförda objekten.

I och med att de jämförda objekten ligger på två olika fastigheter är det viktigt att man mäter i ett flertal bestånd. Denna upprepning görs för att minimera risken för att den geografiska spridningen mellan de inmätta bestånden ska göra resultatet osäkert. Det skall tilläggas att de båda fastigheterna Toftaholm och Yxkullund är två intilliggande fastigheter med snarlika förhållanden. I avsnitt 3.2 presenteras grundförutsättningarna för de två bestånden.



**Figur 2.1.** Karta över de två fastigheternas belägenhet i landet. Punkten till vänster visar Toftaholm och punkten till höger visar Yxkullsund.

De jämförda bestånden erhöles av Samuel Blomgren, skogsvårdsledare på Södra skogsägarna, samt Bengt-Åke Alriksson, röjningsentreprenör på Alriks röjningsteknik AB

## 2.2 Material

Under inventeringen av provytorna ute i fält har följande material använts:

- Fältblankett.
- Skjutmått.
- Tumstock.
- Måttband.
- Kompass.
- Ett 2,82 meter långt metspö vilket ger en cirkelprovyta med arean 25 m<sup>2</sup>.
- Miniräknare.
- 2 meter lång käpp för att mäta stubbskottens höjd samt huvudstammarnas höjd.

Röjningarna har utförts med två olika typer av röjsåg:

- Husqvarna kedjeröjsåg av modell 535 FBx med 15'' svärd.
- Husqvarnas röjsåg med klinga av modell 345 Fxt med 225 mm röjklina.

Röjningarna med klingröjsåg utfördes på Södra skogsägarnas fastighet Yxkullsund i Kronobergs län, Ljungby kommun, av ett företag som heter Skogsvårdsbolaget. Det är ett företag som har funnits länge i branschen och har stor erfarenhet av ungskogsröjning.

Röjningarna med kedjeröjsåg utfördes på Södra skogsägarnas fastighet Toftaholm i Kronobergs län, Ljungby kommun av Bengt-Åke Alriksson. Bengt-Åke

har många års erfarenhet av röjning med kedjeröjsåg, som han dessutom har hjälpt till att utveckla.

## 2.3 Metoder

Provytorna lades ut med hjälp av kompass längsmed objektets längdriktning. Ytorna lades ut med 50 meters mellanrum. För att utläggningen skulle bli helt objektiv från start så slumpades ett tal mellan 0 och 1 och som sedan multiplicerades med 50 för att bestämma var den första provytan skulle hamna.

Med hjälp av ett måttband mäts en yta med radien 2,82 meter upp, vilket ger en area på 25 m<sup>2</sup>. Inom cirkelytan räknas antalet stubbar, antalet skott per stubbe, skottens medelhöjd per stubbe räknas ut, stubbhöjden mäts med tumstock och stubbarnas diameter mäts med ett skjutmått. Endast de stubbskott som växer direkt från stubben räknas, då man vill vara säker på vilka skott som hör till respektive stubbe. De skott som växer bredvid en eller flera stubbar räknas alltså inte.

För att få en bättre uppfattning om hur cirkelytan beskuggas av kvarlämnade huvudstammar mäts en större, koncentrisk, yta med radien 5,64 meter ut där stamantal per hektar samt medelhöjd beräknas.

Alla insamlade värden registrerades på en medhavd fältblankett. Efter att all mätning var gjord bearbetades datamaterialet i Microsoft Excel och blev till tabeller och diagram.

## 2.4 Torkning av stubbar

Studien gick ut på att fyra stycken stubbar i diameterintervallet 35 – 40 millimeter skulle vägas och sedan torkas i en ugn inställd på 100 °C till dess att viktminskningen hade planat ut. Sedan skulle den procentuella viktminskningen jämföras. Två av stubbarna hade kapats av snett uppifrån för att efterlikna kapet från en kedjeröjsåg. De andra två stubbarna hade kapats rakt av för att efterlika kapet från en klingröjsåg. Den sammanlagda tiden i ugnen var 29 timmar.





## 3. RESULTAT

I följande kapitel presenteras det samlade resultatet från studien. Resultaten baseras på det datamaterial som har samlats in ute i fält och presenteras i punkt- och stapeldiagram. Diagrammen är utformade på ett sådant sätt att de skall kunna tolkas med utgångspunkt i studiens syfte som presenterades i rapportens inledning. I slutet av kapitlet presenteras också resultatet av en mindre studie där fyra stubbar torkades i en ugn och där den procentuella viktminskningen sedan jämfördes.

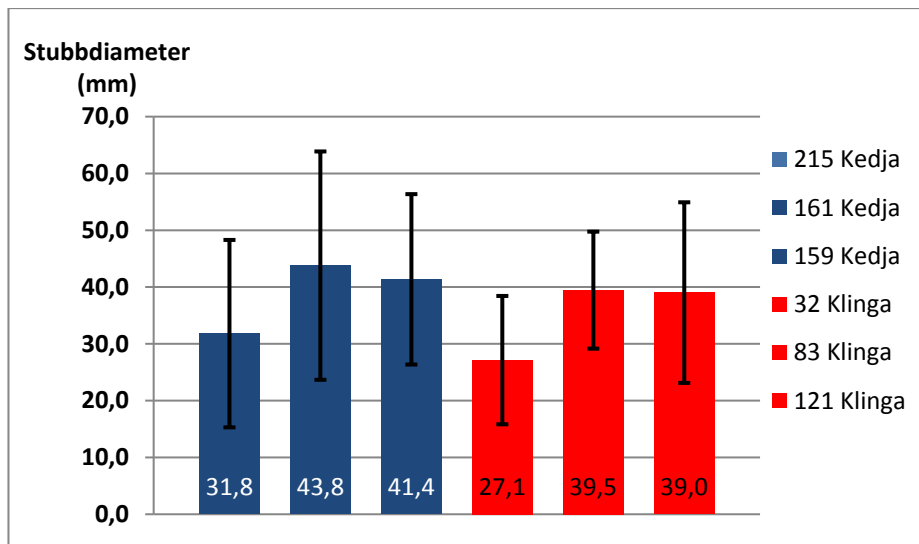
### 3.1 Jämförbarhet

För att kunna göra jämförande mätningar mellan olika bestånd krävs det att förutsättningarna är så likartade som möjligt. I tabell 3.1 nedan listas en rad data av särskild betydelse för denna studie.

**Tabell 3.1.** Tabellen visar grundförutsättningarna för respektive bestånd i studien.

Fastighet	Bestånd	Medelhöjd (m)	Stammar/ha	T G L	SI	Röjningstidpunkt
Toftaholm	215 kedja	6	2 700	0 4 6	G30	Feb-17
Toftaholm	161 kedja	6	2 600	0 4 6	G30	Nov-13
Toftaholm	159 kedja	7	2 500	0 5 5	G30	Nov-13
Yxkullsund	32 klinga	7	2 600	0 3 7	G28	Mars-17
Yxkullsund	83 klinga	7	2 600	0 5 5	G30	Nov-13
Yxkullsund	121 klinga	7	2 600	0 5 5	G30	Nov-13

Av figur 3.1 nedan framgår det att diameterspridningen mellan de jämförda bestånden är liten. I de fyra bestånden som röjdes för andra gången i november 2013 låg medeldiametern i intervallet 39,0 – 43,8 mm. I de två bestånden som röjdes för andra gången i mars – februari 2017 låg medeldiametern i intervallet 27,1 – 31,8 mm.

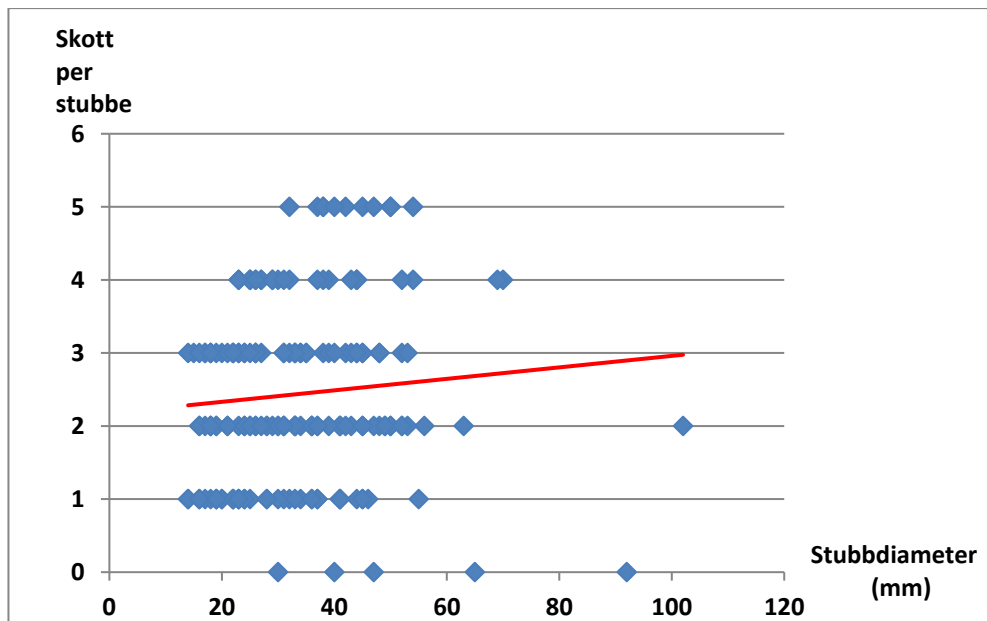


**Figur 3.1.** Stapeldiagrammet visar stubbarnas medeldiameter för de sex jämförda bestånden efter en andra röjning. De svarta lodräta streckens längd motsvarar standardavvikelsen.

De två bestånden med lägst medeldiameter (215 Kedja och 32 Klinga) röjdes för första gången en tillväxtsäsong senare än de övriga inmätta bestånden, och hade under den säsongen en lägre diametertillväxt – därav den något lägre medeldiametern.

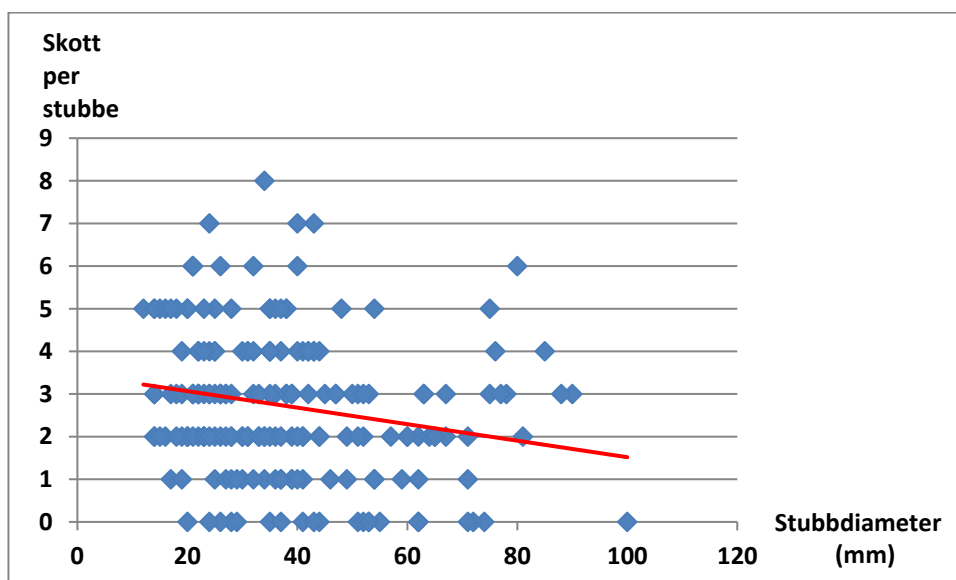
### 3.2 Samband mellan stubbens medeldiameter och antalet skott per stubbe

Sambandet mellan stubbdiametern och antalet skott per stubbe undersöktes och redovisas i spridningsdiagrammen nedan (figur 3.2 och 3.3). För figur 3.2 är determinationskoefficienten,  $R^2$  0,0078. Det betyder att det statistiska sambandet mellan antalet stubbskott per stubbe och stubbdiametern är obefintligt i studien.



**Figur 3.2.** Digrammet visar sambandet mellan antalet skott per stubbe och stubbens diameter efter röjning med klingröjsåg.  $R^2 = 0,0078$  och  $n=182$ .

För figur 3.3 är determinationskoefficienten något högre med ett  $R^2$ -värde på 0,0421. Det innebär att sambandet mellan antalet skott per stubbe och stubbens diameter är mycket svagt, men betydligt starkare än i figur 3.2. Ett  $R^2$ -värde på 0,0421 betyder det att cirka 4 procent av variationen av antalet skott per stubbe beror på stubbens diameter. De övriga 96 procenten beror på annat som den här modellen inte kan förklara.

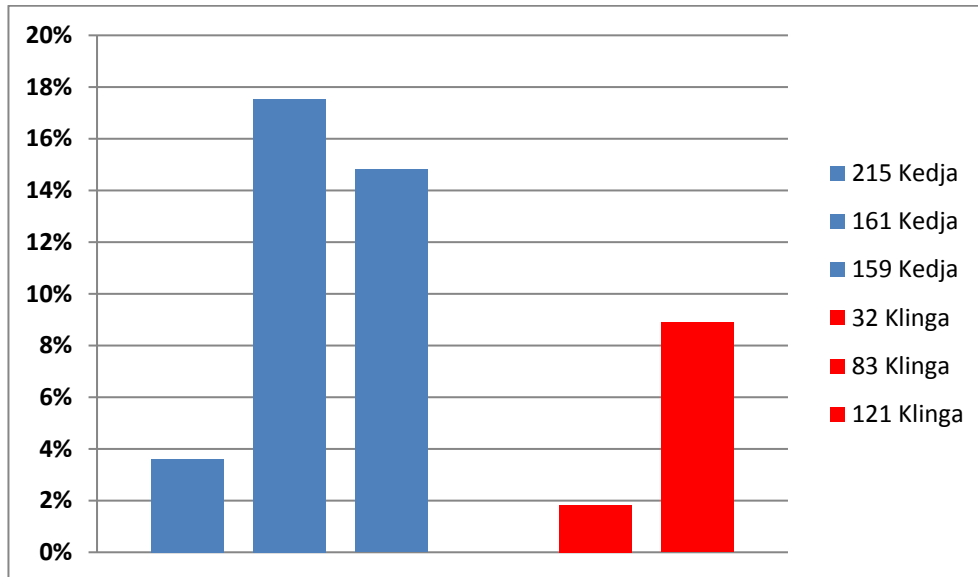


**Figur 3.3.** Diagrammet visar sambandet mellan antalet skott per stubbe och stubbens diameter efter röjning med kedjeröjsåg.  $R^2=0,0421$  och  $n=194$ .

I figur 3.3 är korrelationen negativ, vilket innebär att det svaga samband som finns visar att antalet skott per stubbe minskar när stubbens diameter ökar.

Plockar man bort de stubbar i diagrammet som inte har några levande stubbskott så blir  $R^2$  0,0411 för figur 3.2 och för figur 3.3 blir  $R^2$  0,0112.

Stapelndiagrammet nedan visar andelen döda stubbar utan levande skott. För avdelning 161 som röjdes med kedjeröjsåg i november 2013 var andelen högst med 18 procent döda stubbar. I avdelning 32 som röjdes med klingröjsåg i mars 2017 bar 100 procent av stubbarna på minst ett levande stubbskott.



**Figur 3.4.** Diagrammet visar andelen stubbar i varje avdelning som saknade levande skott. Notera att i avdelning 32 Klinga var andelen noll procent.

Sammantaget för de båda sågmodellerna var andelen stubbar utan levande skott 11,0 procent för kedjeröjsåg och 3,0 procent för klingröjsåg. Nedan följer en hypotesprövning för att utreda om skillnaden i antalet döda stubbar mellan de båda röjsågsmodellerna är signifikant.

Hypotesen ser ut som följande:

$$H_0: \pi_{klinga} = \pi_{kedja}$$

$$H_1: \pi_{klinga} < \pi_{kedja}$$

Och förutsättningarna ser ut som nedan:

$$P_{klinga} = \frac{5}{167} = 0,0299$$

$$P_{kedja} = \frac{21}{190} = 0,1105$$

$$P = \frac{5+21}{167+190} = 0,0728$$

$$n_1 = 167$$

$$n_2 = 190$$

Ovanstående värden stoppas in i följande formel:

$$Z = \frac{(P_{Kedja} - P_{Klinga})}{\sqrt{P(1-P) \cdot (\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}} = 2,92$$

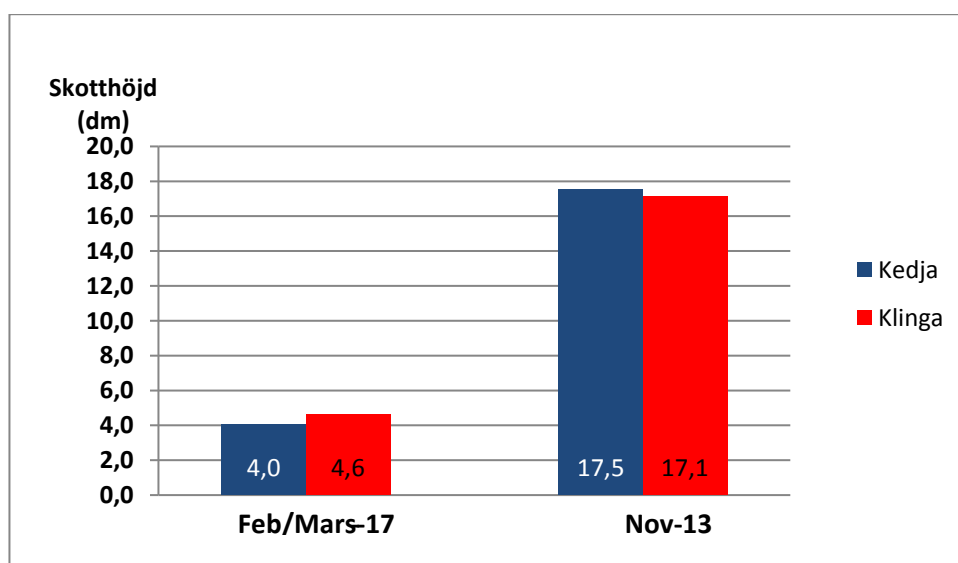
På 5 % signifikansnivå för ett dubbelsidigt test ges  $Z = 1,96$  enligt tabell. Eftersom att det beräknade  $Z$ -värdet är mer extremt än tabellvärdet förkastas  $H_0$  på denna nivå. På 1 % signifikansnivå ges  $Z = 2,58$  enligt tabell. Eftersom att det beräknade  $Z$ -värdet är mer extremt än tabellvärdet förkastas  $H_0$  även på denna nivå. På 0,1 % signifikansnivå ges  $Z = 3,29$  enligt tabell. Eftersom att tabellvärdet är mer extremt än det beräknade värdet accepteras  $H_0$ .

Därmed går det att med 99 procents säkerhet säga att andelen döda stubbar är högre efter röjning med kedjeröjsåg än efter klingröjsåg.

Medeldiametern hos de stubbar som inte bar på några skott alls var 49,7 mm hos de bestånd som röjts med kedjeröjsåg och 51,9 mm hos de bestånd som röjts med klingröjsåg. Medeldiametrarna för respektive röjningsmetod var 38,2 mm för kedjeröjsåg och 33,8 mm för klingröjsåg.

### 3.3 Stubbskottets höjd

I figur 3.5 nedan visas skottens medelhöjd per stubbe. Fanns det mer än ett skott per stubbe räknades ett medelvärde ut. Som synes i diagrammet så är det inga stora skillnader i skotthöjd mellan de jämförda bestånden. För bestånden röjda i februari/mars 2017 sköt stubbarna röjda med klingröjsåg i medeltal 6 cm längre skott än de röjda med kedjeröjsåg. För bestånden röjda i november 2013 var det ombytta roller, där bar de kedjeröjda stubbarna på 4 cm längre skott än de stubbar som röjts med klingröjsåg. Skottets höjd mättes från den punkt där det växte ut från stubben, inte från marknivån.

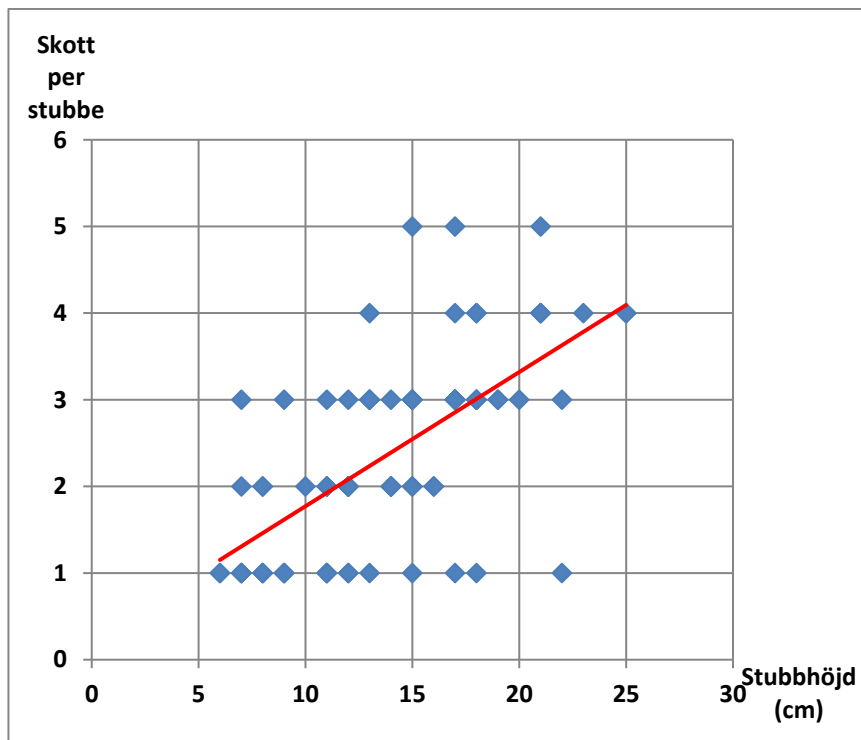


Figur 3.5. Diagrammet visar skottens medelhöjd per stubbe för respektive röjningsmetod och röjningstidpunkt.

### 3.4 Stubbhöjdens inverkan på antalet stubbskott

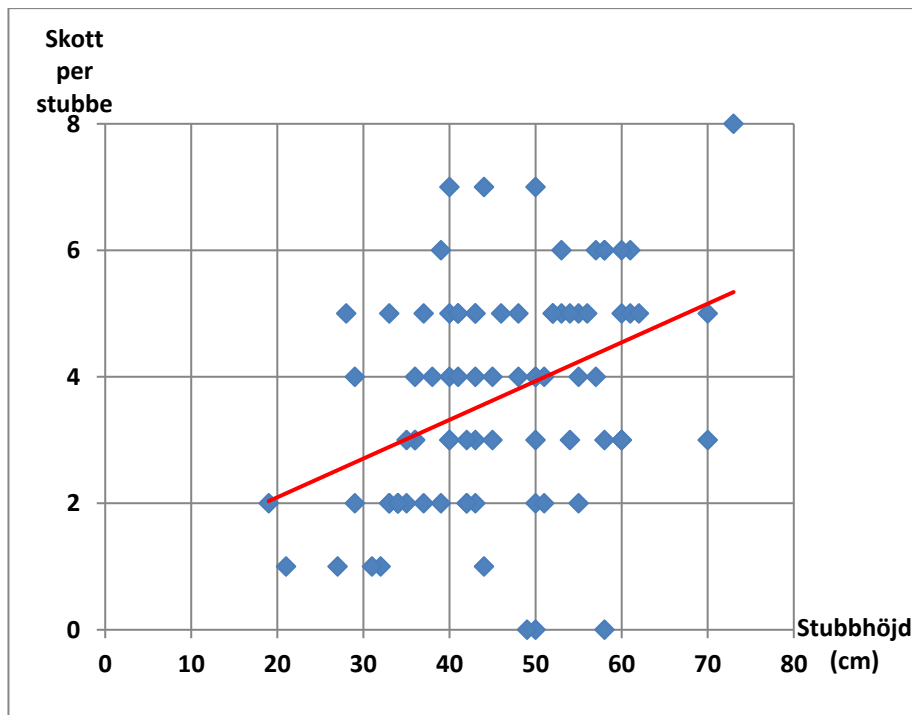
Den största skillnaden mellan de båda röjningsmetoderna i studien visade sig vara stubbhöjden. Stubbarnas medelhöjd efter röjning med kedjeröjsåg var 43 cm. Stubbarnas medelhöjd efter röjning med klingröjsåg var 19 cm.

I figur 3.6 nedan redovisas sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe för avdelning 32 på Yxkullund röjt med klingröjsåg i mars 2017. Stamantalet i avdelningen var 2 600 per hektar och medelhöjden 6 meter. Determinationskoefficienten,  $R^2$ , är 0,4118 vilket innebär att det finns en ganska tydlig positiv korrelation mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe. Talet 0,4118 betyder att ungefär 41 procent av skottmängden per stubbe beror på hur hög stubben är – ju högre stubbe, desto fler skott. De övriga 59 procenten beror på andra faktorer som den här studien inte ger något svar på.



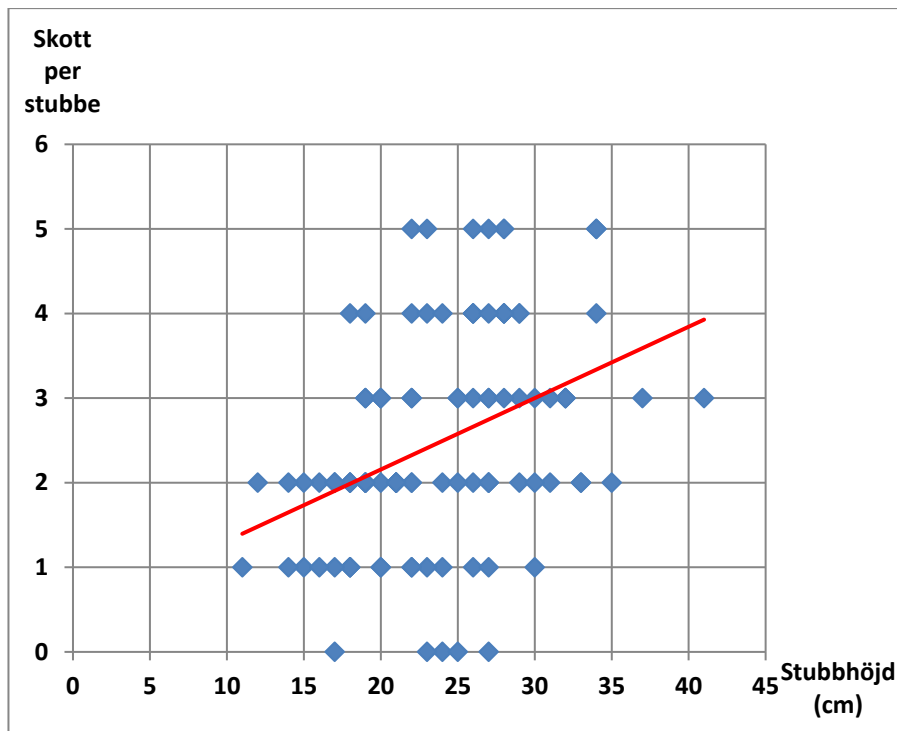
**Figur 3.6.** Spridningsdiagrammet visar sambandet mellan antalet skott per stubbe och stubbens höjd efter röjning med klingröjsåg i mars 2017.  $R^2 = 0,4118$  och  $n = 82$ .

I figur 3.7 nedan redovisas sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe för avdelning 2015 på Toftaholm röjt med kedjeröjsåg i februari 2017. Stamantalet i avdelningen var 2 700 per hektar och medelhöjden sex meter. Determinationskoefficienten  $R^2 = 0,1531$  vilket innebär att det finns en svag positiv korrelation mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe. Utesluter man de stubbar i avdelning 215 som inte bar på några levande skott så blir den positiva korrelationen mellan stubbhöjden och antalet skott per stubbe något starkare och  $R^2 = 0,2331$ .



**Figur 3.7.** Spridningsdiagrammet visar sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe efter röjning med kedjesåg i februari 2017.  $R^2 = 0,1531$  och  $n = 83$ .

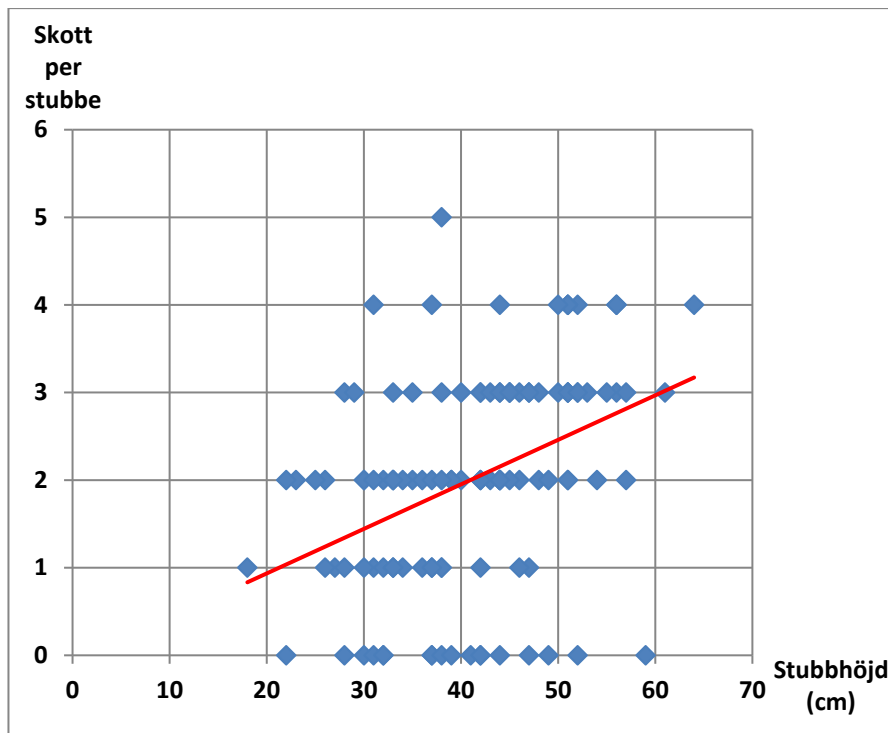
I figur 3.8 nedan redovisas sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe för avdelning 83 och 121 på Yxkullsund röjda med klingröjsåg i november 2013. Stamantalet i avdelningarna var 2 550 per hektar och medelhöjden sju meter. Determinationskoefficienten  $R^2 = 0,1449$  vilket innebär att sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe är svagt. Tar man bort de stubbarna ur diagrammet som inte bar på några levande skott blir  $R^2 = 0,1957$  och den positiva korrelationen blir därmed något starkare.



**Figur 3.8.** Spridningsdiagrammet visar sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe efter röjning med klingröjsåg i november 2013.  $R^2 = 0,1449$  och  $n = 90$ .

I figur 3.9 redovisas sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe för avdelning 161 och 159 på Toftaholm som röjdes med kedjeröjsåg i november 2013. Stamantalet per hektar var 2 550 och medelhöjden var 6,5 meter. Determinationskoefficienten  $R^2 = 0,1516$  vilket innebär att sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe är svagt. Tar man bort de stubbar ur diagrammet som inte bar på några levande skott blir  $R^2 = 0,274$ .





**Figur 3.9.** Spridningsdiagrammet visar sambandet mellan stubbens höjd och antalet skott per stubbe efter röjning med kedjesåg i november 2013.  $R^2 = 0,1516$  och  $n = 111$ .

### 3.5 Röjsågens inverkan på antalet stubbskott

Syftet med den här studien är att utreda ifall det finns någon mätbar skillnad i antalet stubbskott efter röjning med kedjeröjsåg och klingröjsåg. För att ta reda på detta görs ytterligare en hypotesprövning. Här används ett antal parametrar för beräkningen såsom medeltal ( $\bar{x}$ ), standardavvikelse ( $s$ ) och samplets storlek ( $n$ ).

Kedjeröjsåg:  $\bar{x}_1 = 2,72$      $s_1 = 1,7025$      $n_1 = 190$   
 Klingröjsåg:  $\bar{x}_2 = 2,44$      $s_2 = 1,2187$      $n_2 = 167$

Hypotesen ser ut som följande:

$H_0: \mu_{klinga} = \mu_{kedja}$

$H_1: \mu_{klinga} \neq \mu_{kedja}$

Det leder till följande formel:

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

$$Z = \frac{(2,72 - 2,44)}{\sqrt{\frac{1,7025^2}{190} + \frac{1,2187^2}{167}}} = 1,80$$

Detta värde jämförs på 5 % - nivå med  $z = 1,96$ . Det aktuella värdet på 1,80 ligger innanför intervallet  $[-1,96; + 1,96]$  och  $H_0$  kan därmed inte förkastas.

Det innebär att det inte går att bevisa någon signifikant skillnad i antalet stubbskott efter röjning med kedjeröjsåg kontra klingröjsåg. Trots att det i medeltal blir färre stubbskott efter röjning med klingröjsåg visar hypotesprövningen i praktiken att valet av röjsåg inte verkar spela någon större roll för uppkomsten av stubbskott.

### 3.6 Kapskärets inverkan på hur fort stubben torkar

I rapportens inledning presenterades en hypotes om att en stubbe kapad med kedjeröjsåg får en större snittyta och därmed torkar ut snabbare vilket leder till en sämre förmåga att skjuta stubbskott. Detta testades i mycket liten skala med fyra stubbar som placerades i en ugn på laboratoriet på Skogsmästarskolan. Två av stubbarna var kapade med ett rakt snitt för att efterlika ett kap gjort med klingröjsåg, och de andra två stubbarna kapades av snett uppifrån för att efterlika ett kap gjort med klingröjsåg. Stubbarna vägdes in och lades i ugnen och vägdes sedan ett antal gången tills viktminskningen planat ut. Resultatet visas i tabell 4.1 nedan.

**Tabell 3.2.** Tabellen visar stubbarnas återstående vikt i procent av ursprungsvikten vid en given tidpunkt.

Tid i ugn (h)	Kedja 1	Kedja 2	Klinga 1	Klinga 2
0 h	100 %	100 %	100 %	100 %
4 h	81 %	82 %	83 %	83 %
20,5 h	61 %	60 %	57 %	57 %
23,5 h	61 %	60 %	56 %	56 %
29 h	61 %	60 %	56 %	56 %

Efter fyra timmar i ugnen hade de båda stubbarna med ett snett kap tappat 19 respektive 18 procent av sin startvikt. De stubbarna som hade blivit kapade rakt av hade tappat 17 procent av sin startvikt efter fyra timmar i ugnen. Morgonen därpå hade stubbarna kapade med ett rakt snitt tappat ytterligare 31 procent av sin startvikt jämfört med stubbarna med ett snett kap som tappat 24 respektive 26 procent av sin startvikt.

Stubbarna med ett snett kap hade alltså tappat en till två procentenheter mer av sin startvikt än de andra stubbarna efter fyra timmar i ugnen för att sedan torka ur i en långsammare takt. Detta test innehöll inte ett tillräckligt stort sampel för

att man skall kunna dra några säkra slutsatser av det, och det visade heller inte någon större skillnad i uttorkningshastighet. En större mängd stubbar med mindre tid mellan vägningarna skulle kunna ge intressanta och mer säkra resultat.



## 4. DISKUSSION

Följande diskussion har sin utgångspunkt i studiens syfte och den hypotes som presenterades i rapportens inledning. Resultatet diskuteras och analyseras utifrån studier som gjorts tidigare inom ämnet och som presenterades i inledningen. Dessutom kommer diskussionen innehålla en del egna tolkningar och slutsatser. Till sist kommer studiens svagheter att diskuteras och det kommer även ges förslag på vidare forskning inom ämnet.

### 4.1. Skillnader i stubbskott

Tidigare studier (Andersson, 1984) och erfarenheter (Bengt-Åke Alriksson, Alriks Rönjningsteknik AB, personlig kommunikation 2017-12-22) visar att mängden stubbskott i stor utsträckning styrs av hur mycket solljus som når marken, det vill säga av antalet stammar som lämnas kvar efter rönjning som beskuggar stubbarna. I denna studie var antalet huvudstammar i de jämförda bestånden i stort sett detsamma överallt. Det gav ingen möjlighet till att undersöka beskuggningens påverkan på skottmängden, men heller ingen anledning till att bestrida tidigare forskningsresultat.

Den absolut största skillnaden mellan de båda rönjningsmetoderna var stubbhöjden. Medelhöjden för stubbarna röjda med klingröjsåg var 19 centimeter. Medelhöjden för stubbarna röjda med kedjeröjsåg var mer än dubbelt så stor, 43 centimeter. Eftersom att detta var den största skillnaden mellan de båda rönjningsmetoderna gjordes i föregående kapitel ett antal diagram för att försöka undersöka sambandet mellan stubbens höjd och antalet stubbskott per stubbe.

I ett tidigt skede efter rönjning (bestånden röjda i mars/februari 2017) var det i medeltal 3,7 skott per stubbe efter rönjning med kedjeröjsåg och 2,4 skott per stubbe efter rönjning med klingröjsåg. Däremot var sambandet,  $R^2$ , mellan stubbhöjd och antalet skott per stubbe betydligt starkare för bestånd röjda med klingröjsåg än med kedjeröjsåg. 0,4539 för klingröjsåg och 0,1443 för kedjeröjsåg.

I denna studie har två hypotesprövningar utförts vilka ledde fram till två slutsatser. Den första är att andelen stubbar som dör efter rönjning med kedjeröjsåg är större än efter rönjning med klingröjsåg. Det syns särskilt tydligt i figur 3.4 att när det har gått ett antal år efter att rönjningen utfördes är skillnaden markant. Den andra slutsatsen av studien är att valet mellan kedje- eller klingröjsåg inte verkar vara avgörande för uppkomsten av stubbskott. Därmed faller hypotesen som formulerades i inledningen av detta arbete. I medeltal hade ju stubbarna röjda med kedjeröjsåg något fler skott än vad stubbarna röjda med klingröjsåg hade. Skillnaden var dock i praktiken försumbar (2,7 skott/stubbe mot 2,4 skott/stubbe).

Att antalet stubbskott var högre hos beståndet röjt med kedjesåg i februari 2017 kan förmodligen delvis förklaras av att ju högre stubben är desto större chans är det att någon kvist som sitter kvar nedanför kapsnittet överlever och räknas då med som ett stubbskott i studien. Sambandet mellan stubbhöjd och antalet stubbskott styrks också av (Lundh & Johansson, 1992) som det beskrivs i rapportens inledning att högre stubbar träffas av en större mängd solljus vilket gynnar skottens tillväxt.

## **4.2. Studiens svagheter**

Som det beskrivs i kapitel 2.1 så bör en jämförande studie av två röjningsmetoder göras under så likartade förhållanden som möjligt, gärna i samma bestånd och vid samma tidpunkt. För att utläggningen av ytorna skall bli helt objektiv så delas beståndet in i parceller där man sedan lottar fram vilken röjningsmetod som skall användas i respektive parcell. Då det inte fanns några tidigare försök utlagda och tiden var begränsad ledde detta till att försöksytorna var tvungna att placeras på två skilda fastigheter.

Även om de två fastigheterna ligger i samma geografiska område och parametrar såsom röjningstidpunkt, stamantal och bonitet i de jämförda bestånden stämde väl överens så kvarstår det faktum att den geografiska spridningen bidrar till en viss osäkerhet när resultatet skall tolkas.

## **4.3. Framtida studier**

Att avdelningarna röjda år 2013 med kedjeröjsåg hade en större andel döda stubbar än avdelningarna röjda med klingröjsåg beror ändå sannolikt inte på att stubbarna torkar ut fortare efter ett kap med en kedjeröjsåg. Undersökningen i kapitel 3.6 var alldeles för liten för att man skall kunna dra några säkra slutsatser. Framtida studier kanske kan visa att en större snittyta sannolikt ger större risk att infekteras av rötsvamp något som i sin tur leder till att stubben dör?

## 5. SAMMANFATTNING

En studie har genomförts i syfte att undersöka om det finns någon mätbar skillnad i antalet stubbskott av björk som uppkommer efter röjning med kedjeröjsåg respektive klingröjsåg. Hypotesen var att röjning med kedjeröjsåg skulle ge färre stubbskott än röjning med klingröjsåg.

Björken är ett ljusälskande pionjärträd som med sina lättspredda frön i stor utsträckning gynnas av det trakthyggesbruk som bedrivs i Sverige sedan 1940-talet. Då björken är snabbväxande i ungdomsstadiet är den en svår konkurrent om näring, ljus och vatten för barrträden. Denna konkurrenssituation gör att det uppstår ett behov av att reducera mängden björk i gran- och tallföryngringarna. De kemiska bekämpningsmedel som till en början användes visade sig vara lika skadliga för djur och natur som de var för björken och ersattes sedermera av röjsågen som än idag är det dominerande röjningsverktyget i våra ungskogar.

Vad som händer när en ung björk kapas av är att den skjuter stubbskott som utvecklas från sovande knoppar som i regel sitter långt ner på stammen. Denna form av förökning är utöver björken vanlig hos ek, al, sälj och rönn.

Studien utfördes på Södra skogsägarnas fastigheter Toftaholm och Yxkullsund strax norr om Ljungby i Kronobergs län. På Toftaholm har röjningarna utförts med kedjeröjsåg och på Yxkullsund har man röjt med klingröjsåg. Cirkelprovytor lades slumpvis ut och för dessa uppmättes stamantal, beståndets medelhöjd, stubbhöjd, stubbdiameter, antal stubbskott per stubbe samt stubbskottens höjd. All insamlad data har sedan bearbetats och redovisas med hjälp av tabeller och diagram för att ge svar på studiens syfte.

Den största skillnad mellan de båda röjningsmetoderna var stubbhöjden då stubbarna kapade med kedjeröjsåg var mer än dubbelt så höga som de som kapats med klingröjsåg. Sambandet mellan stubbhöjd och antal stubbskott visade sig vara starkare vid röjning med kedjeröjsåg vid nyligen utförda röjningar för att sedan jämnas ut sig över tid.

Trots att studien visar att antalet stubbar utan stubbskott är större efter röjning med kedjeröjsåg än efter röjning med klingröjsåg så är slutsatsen att valet mellan de båda röjningsverktygen inte påverkar uppkomsten av antalet stubbskott i någon nämnvärd omfattning. Därmed föll studiens grundhypotes om att antalet stubbskott är färre efter röjning med kedjeröjsåg än efter röjning med klingröjsåg.





## 6. KÄLLFÖRTECKNING

### 6.1 PUBLIKATIONER

Andersson, S-O. 1984. *Om lövröjning i plant- och ungsogar*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4: 69-95.

Andersson, S-O & Björkdal, G. 1984. *Om björkstubbkottens höjdtveckling i ungdomsskedet*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4: 61-67.

Anon. 1979. Skogsvårdslag 1979:429. Svensk författningssamling.

Anon. 2014. *Virkesförråd på alla ägoslag, med fördelning på trädslag, diameterklass och landsdel, 2009-2013. Exklusive fridlyst mark*. Skogsstatistisk årsbok 2014. Jönköping.

Anon. 2017. *Skogsdata 2017 – Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen*. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Bäckström, P-O. 1984. *Ungskogsröjning och lövbehandling*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4: 5-14.

Elfving, B. & Nyström, K. 1984. *Björkens stubbskottbildning och höjdtveckling i ungdomsskedet*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4: 51-67.

Fries, C. 1984. *Den frösådda björkens invandring på hygget*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4: 35-48.

Johansson, T. 1984. *Minskning av lövträdsinslag med förebyggande åtgärder*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4: 25-33.

Johansson, T. 1992. *Stump heights and sprouting of European aspen, pubescent and silver birches, and damage to Norway spruce and Scots pine following mechanical and brush saw cleaning*. Swedish University of Agricultural Sciences. Studia Forestalia Suecica 186.

Johansson, T. & Lundh, J-E. 2005. *Upprepad röjning av stubbskott – en metod för minskning av skottmängden*. Fakta skog – Rön från Sveriges lantbruksuniversitet. Nr. 5.

Palo, I. 1986. *Vårtbjörkens fröspridning, frögroning och plantetablering*. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 5: 20-27.

Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. 2012. *Röjning*. Skogsskötselserien del 6.

Ståhl, G., & Pettersson, N. 2007. *Björk som råvara – egenskaper, virkesförråd, produktion och utnyttjande*. Högskolan Dalarna avd. för träteknologi. Rapport 30.

## **6.2 INTERNETDOKUMENT**

Länk A (u.d) Skogen. *Skogensencyklopedin* [Online] Tillgänglig:

<https://www.skogen.se/glossary/stubbskott>

[2018-03-26]

## **6.3 PERSONLIG KOMMUNIKATION**

Alriksson, B-Å. 2017. Røjningsentreprenör. Smultronvägen, Ljungby. Muntlig kommunikation. 2017-12-22.