



## **Examensarbeten**

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

**2012:2**

### **Kvalitet och skador i tallungskog efter röjning vid olika stubbhöjder**

*Quality and damage in a Scots pine-dominated young stand after  
precommercial thinning at different stump heights*

**Daniel Timblad**





# Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

**2012:2**

## **Kvalitet och skador i tallungskog efter röjning vid olika stubbhöjder**

*Quality and damage in a Scots pine-dominated young stand after  
precommercial thinning at different stump heights*

**Daniel Timblad**

### **Nyckelord / Keywords:**

*Avsmalning, grönkrongräns, kvistdiameter, mortalitet, tall, toppröjning, ungskog, älgskador /  
Branch diameter, height to living crown, moose damage, mortality, taper, topping*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2012

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*  
Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*  
Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*  
Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*  
EX0706, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Anders Karlsson  
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*  
Examinator / *Examiner*: Erik Valinger  
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

## **Förord**

Detta är ett examensarbete, omfattande 30 högskolepoäng, utfört på institutionen för Skogens Ekologi och Skötsel, på jägmästarprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbetet utfördes under sen vår 2011 och höstterminen 2011.

Jag vill först och allra främst tacka min handledare Anders Karlsson, SLU, för enastående och engagerad handledning och för att jag alltid fått ett väldigt trevligt bemötande. Anders har även inventerat beståndet 2004, 2005 och 2007. Tack till Magnus Ekström för hjälp med statistiska frågor och problem. Tack till Hans Kjellin för att ha startat upp försöket våren 2002 och även inventerat beståndet hösten 2002 och 2003.

Tack även till Kristoffer Normark, klasskamrat, som assisterade mig vid inventeringen 2011 och ett tack till Holmen för att ha låtit försöket göras på deras mark.

Umeå, 2012-01-20

Daniel Timblad

## Sammanfattning

Toppröjning är en röjningsmetod där man kapar röstammarna högre upp på stammen än vad man gör vid konventionell röjning. Metoden kan erbjuda ett alternativ till konventionell röjning, med flera fördelar. Efter att man har utfört en toppröjning är det tänkt att röstammarna ska fortsätta leva under en period och växa längs med huvudstammarna för att dana deras kvalitet och fungera som viltfoder för att minska betning på huvudstammar. Det är viktigt att röstammarna inte växer ikapp huvudstammarna och att de dör innan en första gallring. Att kapa stammar på en högre nivå ger färre hinder, bättre sikt och mindre diameter vid kapstället.

Syftet med den här studien var att jämföra effekten av olika röjningsmetoder med avseende på yttre kvalitetsegenskaper och skador på tall (*Pinus sylvestris*). Huvudfrågorna berörde om toppröjning gav en bättre kvalitet på huvudstammar av tall än konventionell röjning och ingen röjning, om toppröjningar på olika höjd över mark gav olika resultat, om toppröjning kunde minska andelen skadade huvudstammar och om röstammarna riskerade att växa ikapp huvudstammarna där toppröjning hade använts.

Försöket anlades våren 2002 i norra Sverige på en naturligt föryngrad tallmark. Fyra olika behandlingar utfördes i fyra block (blockningsfaktor var grundyta): Toppröjning på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd, toppröjning på 50 % av huvudstammarnas medelhöjd, konventionell röjning strax ovan markytan och ingen röjning. Skador och kvalitetsvariabler inventerades sex gånger mellan 2002 och 2011.

Toppröjning visade en signifikant tunnare ”grövsta gren upp till 2 meters höjd” 2007 och 2011 och en signifikant högre ”höjd-/diameterkvot” 2007 än den konventionella röjningen. Toppröjning på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd visade en signifikant högre ”höjd till grönkrongräns” 2011 än den konventionella röjningen. Behandlingen ”ingen röjning” visade nästan alltid statistiskt signifikant bättre kvalitet (läs: mindre brösthöjdsdiameter, mindre grendiameter, mindre avsmalning, lägre höjd till grönkrongräns o.s.v.) än ”konventionell röjning” medan skillnaderna mellan ”ingen röjning” och toppröjningarna inte alltid var statistiskt signifikanta. Mortaliteten var låg bland huvudstammarna (< 3,1 %) och visade ingen statistisk signifikant skillnad mellan behandlingarna. Det fanns ingen statistisk signifikant skillnad mellan behandlingarna avseende mortalitet hos bi-/röstammarna heller där mortaliteten varierade mellan 14,4 och 33,5 %. Höjdskillnaden mellan huvudstammar och röstammar var signifikant i de båda toppröjningarna och ökade med tiden vilket indikerar att röstammarna inte kommer växa ikapp huvudstammarna. Toppröjningarna visade ingen signifikant skillnad i andel älgbetade och skadade huvudstammar jämfört med den konventionella röjningen. Andelen döda huvudstammar var väldigt låg hos alla behandlingarna (< 3,2 %). Toppröjningarna skiljde sig inte signifikant från varandra för någon testad variabel.

Nyckelord: avsmalning, grönkrongräns, kvistdiameter, mortalitet, tall, toppröjning, ungskog, älgskador.

## Summary

Topping is a precommercial thinning (PCT) method where the secondary stems are cut higher above the ground compared to traditional PCT. The method may provide an attractive alternative to traditional PCT, with several advantages. After you have performed a topping the secondary stems are supposed to live for a period and grow along the main stems to fashion and promote their quality and furthermore reduce moose damage. It's important that the secondary stems will not catch up in height with the main stems and that the secondary stems die before the time of the first thinning. Cutting stems on a higher level gives less obstacles, better sight and smaller cutting diameters.

The aim of this study was to compare the effect of different PCT methods in terms of quality and damage on main stems of Scots pine (*Pinus sylvestris*). The main questions were if topping gave better stem quality on the main stems compared to traditional PCT and no PCT, if two different topping heights gave different results, if the topping could reduce the proportion of moose damage on the main stems, and if the topped secondary stems would catch up in height with the main stems in the two different topping methods.

The field experiment was established in the spring of 2002 in the north of Sweden in a naturally regenerated Scots pine stand. Four different treatments were carried out in four blocks (blocking factor was basal area). Topping i.e. cutting the secondary stems at a height of 70 % of the main stems mean height, topping i.e. cutting the secondary stems at a height of 50 % of the main stems mean height, traditional PCT just above ground and no treatment at all. Damage and quality-variables were inventoried six times between 2002 and 2011.

Topping showed a significant thinner "thickest branch up to 2 meters" 2007 and 2011 and a significant higher "height/diameter quote" in 2007 than conventional PCT. Topping at 70 % of the main stems mean height showed a significant higher "height to green crown" than conventional PCT in 2011. The treatment where no PCT was done showed nearly always a significantly better quality (smaller tree diameter, smaller branch diameter, less taper, lower height to living crown and so on) compared to "traditional PCT", while the treatment with no PCT compared to the topping treatments seldom differed significantly. Main stem mortality was low (< 3.1 %) and there was no significant difference between the treatments. In addition, there was no significant difference between the treatments in mortality of secondary stems, where the mortality percentage was between 14.4 and 33.5 %. The height difference between the secondary stems and the main stems were significantly different in both topping heights and indicated that the secondary stems will not catch up in height and that they will die before time for first thinning. Topping did not result in a less proportion of moose damaged or totally damaged main stems than the traditional PCT. The proportion of dead main stems were very low (< 3.2 %) in all treatments. The two topping methods did not differ significantly with each other.

Key words: branch diameter, height to living crown, moose damage, mortality, taper, topping.

# Innehåll

Förord .....	1
Sammanfattning .....	2
Summary .....	3
Innehåll.....	4
Introduktion.....	5
Syfte .....	7
Material och metoder .....	7
Resultat.....	10
Diskussion .....	19
Referenser.....	26
Muntlig referens .....	29



## Introduktion

Röjning är en åtgärd inom trakthyggesbruket som ofta är nödvändig för att skogsägaren ska nå sitt slutgiltiga mål med skogen. ”*En beståndsvårdande utglesning av plant- och ungskog utan att gagnvirke tas tillvara*” är definitionen av röjning (Anon. 2000). Røjstammarna kan dock under vissa omständigheter tas tillvara som biobrånslé (Anon. 2000). Sedan spridning av herbicider för bekämpning av lövsly förbjöds 1983 har motormanuell röjning med röjsåg varit den överlägset vanligaste åtgärden för röjning (Andersson 1993). Generellt så är målet med en ungskogsrøjning att fördela tillväxtresurser på framtida huvudstammar, förbättra timmerkvaliteten och påverka trädslagsfödelningen (Jäghagen & Sandström 1994). Om man inte utför en röjning i tid eller inte gör det över huvud taget så finns det en överhängande risk att potentiella framtida huvudstammar blir skadade eller dör av självgallring (Ruha & Varmola 1997). Ju senare man röjer ju dyrare blir röjningen då tidsåtgången ökar med diametern på träden (Ligné 2004). Rekommenderat stamantal efter röjning i yngre bestånd dominerade av tall (*Pinus sylvestris*), vid en medelhöjd på 2-3 meter, är vanligtvis mellan 1400-3000 stammar per hektar beroende på ståndortens produktionsförmåga (Hallsby 2007).

Topprøjning är en röjningsmetod där man istället för att kapa røjstammarna nära marken, som man gör vid konventionell röjning (Tham 1983), kapar røjstammarna högre upp på stammen (Karlsson & Albrektson 2000). Tankarna bakom denna röjningsmetod är egentligen gamla och föreslogs redan i början på 1900-talet (Wahlgren 1914). Efter att man har utfört en topprøjning är det tänkt att røjstammarna ska fortsätta leva och växa under en period, vilket kan resultera i bättre trädform, mindre grendiameter och mindre juvenilverd hos huvudstammarna (Ligné 2004). Den här formen av röjning kan dessutom efterlikna en mer naturlig process som självgallring (Karlsson & Albrektson 2000).

Om røjstammarna, vid topprøjning, kapas för lågt är det risk för att de dör av konkurrens för tidigt utan att påverka huvudstammarnas kvalitet i den utsträckning som är önskvärd. Om røjstammarna istället kapas för högt upp är istället risken att de växer ikapp huvudstammarna. Det är önskvärdt att røjstammarna växer längs med huvudstammarna ett tag för att sedan konkurreras ut och dö så att de inte är ett hinder vid en första gallring (Fällman m.fl. 2003).

Försök på detta har gjorts i bestånd av björk (*Betula pendula* och *Betula pubescens*) (Fällman m.fl. 2003) där man visar att røjstammar, som kapats på ca 71 cm eller 120 cm höjd (40- respektive 70-procent av huvudstammarnas medelhöjd), inte riskerar att växa ifatt huvudstammarna som vid röjning hade en medelhöjd på knappt 180 cm.

Røjning i Sverige idag utförs i bestånd som är äldre, mer stamtäta, högre och med större diameter än vad det var i början på 1990-talet (Ligné m.fl. 2005) och medan utvecklingen av produktiviteten har gått framåt i skogliga åtgärder som föryngring och avverkning, så har det inte utvecklats lika mycket inom röjningen. Detta har gjort att kostnaden vid röjning har ökat markant i relation till de totala kostnaderna över en hel omloppstid (Ligné 2004). Röjsågar med sågklinga är det vanligaste verktyget som används när man röjer i Sverige och tekniken har inte utvecklats mycket de senaste 55 åren. Röjsågarna som används idag är genrellt mycket mer ergonomiska, men inte så mycket mer produktiva än vad sågarna var förr. Med topprøjning skapas det möjligheter för att utveckla röjsågarna och förbättra både ergonomi och produktivitet. Att kapa stammar på en högre nivå ger mindre hinder, bättre sikt och mindre diameter på stammarna (Ligné m.fl. 2005). Ligné m.fl. (2005) visar i sin studie att tidsåtgången vid röjning ökar med

ökad stamdiameter och ökat stamantal. De visar också att en utvecklad röjsåg, anpassad för toppröjning, med kedjesåg istället för sågklinga resulterar i mycket färre skadade huvudstammar efter röjning. Husqvarna tillverkar en kedjeröjsåg, Husqvarna 535 FBx, som är tänkt att bl.a. användas till toppröjning. Motorn sitter i en sele på röjarens rygg istället för på höften och kedjesågen drivs via en böjbar fjäderaxel (Husqvarna 2011).

Hårt älgbete kan orsaka minskad produktion, glesa bestånd och skador på stammarna (Lavsund 2003). Dagens skogsbruk ger dagens älgpopulation goda förutsättningar att leva och bli större (Lavsund 2003). Tall är den viktigaste födan under vintern, då också de största skadorna sker i tallungskogarna (Lavsund 2003). Lavsund (2003) visar att fler stammar per hektar ger fler skadade träd men att proportionen skadade stammar minskar. Löyttyniemi (1985) och Danell m.fl. (1985) visar i sina studier att älgar föredrar att beta redan skadade/betade träd. Toppröjning kan minska betesskador på huvudstammar då röstammarna kan fortsätta producera attraktivt foder (jfr Löyttyniemi 1985; Danell m.fl. 1985; Karlsson & Albrektson 2000).

Kvaliteten på den sågade varan hos sågverken är i stor utsträckning präglad av hur skogen sköttes vid beståndets anläggning och ungdomsfas (Persson 1976). Röjning är ett bra medel för att styra kvaliteten i den riktning man vill ha den. Den ökande diametertillväxten efter en röjning gör att trädet blir stabilare och mer motståndskraftigt mot skador som t.ex snöbrott, vindbrott och insektsangrepp (Pettersson m.fl. 2007). Den ökande diametertillväxten tillför även nackdelar ur ett kvalitetsperspektiv då mängden juvenilverd ökar, densiteten minskar och kvistdiametern blir större (Pettersson m.fl. 2007). Persson (1977) visar att grendiameter, brösthöjdsdiameter och bredden av fem årsringar närmast 2 cm utanför märke i brösthöjd ökar med ökande förband medan höjd till grönkrongräns, trädhöjd, antal årsringar mellan 2-4 cm från märke och torr-rådensitet minskar med ökande förband. Efter röjning minskar konkurrensen mellan träden och mer resurser kan användas till att bygga ut kronan samtidigt som mer ljus gör att kronans nedre grenar inte dör av lika fort (Fahlvik et al. 2005).

Beståndets kvalitet påverkas också av det selektiva urvalet som görs vid en röjning. De stammar som har bäst kvalitet sparas vanligen, samtidigt som man försöker hålla ett jämnt förband mellan huvudstammarna (Pettersson 2001). Att sköta skogen efter dagens rekommendationer ger oftast en bra volymtillväxt men kvaliteten på virket kan ofta bli låg (Huuri m.fl. 1987; Karlsson & Albrektson 2000). En röjningsstudie i tallungskog i södra Finland visar att röjningsstyrka och tidpunkt påverkar det framtida beståndets egenskaper. En tidig röjning resulterade i den högsta stående volymen, men resulterade också i grövre grenar på huvudstammarna (Varmola & Salminen 2004). En tidig röjning leder till att beståndet är mer känsligt för betesskador, medan en sen röjning leder till bättre kvalitet men också att risken för stambrott och självgallring ökar (Ruha & Varmola, 1997). Ahnlund Ulvcrona m.fl. (2007) visar i sin studie av yngre tallbestånd att grendiametern blir mindre hos huvudstammar där man inte röjt så hårt och även där röjningen utförts vid en högre beståndshöjd. Andel grönkrona blev också mindre med högre stamtäthet och högre beståndshöjd vid röjningen.

Persson (1976) visar att den grövsta grenens diameter är ett lämpligt kriterium för beskrivning av sågtimrets kvalitet. Klenta grenar/kvistar är alltid att föredra framför grova ur ett kvalitetsperspektiv (Anon. 2010a). Klenta kvistar ger en högre hållfasthet i konstruktions- och snickerivirke än vad grövre kvistar gör (Pettersson 2001). Klenta kvistar kan erhållas av en tillbakahållen diametertillväxt i ungdomsfasen, genom täta och jämna föryngringar (Persson 1976; Pettersson 2001). Ungdomsved har lägre hållfasthet, sämre formstabilitet och ger ett lägre

massavedsutbyte än den mogna veden (Thörnqvist & Kyrkjeeide 1991). Ungdomsveden finns ungefärligt i de 20 årsringarna närmast märken och mängden ungdomsved ökar därmed med ökad diametertillväxt i ungdomsåren, medan täta bestånd minskar andelen ungdomsved i en framtida rotstock (Thörnqvist & Kyrkjeeide 1991). Trädets form eller avsmalning är en kvalitetsaspekt inom träindustrin. Ju mindre avsmalning ju bättre kvalitet (Anon 2010a). Högt stamantal ger träd med bättre form och mindre avsmalning (Hallsby 2007). Sprötkvistar och krökar på stammen uppkommer ofta på grund av att trädets toppskott dör (Pettersson 2001). Ofta dör toppskottet på grund av tuffa klimatiska förhållanden, men även älgbetning kan vara ett problem som orsakar toppbrott i unga tallbestånd (Pettersson 2001). Sprötkvistar ger en sämre hållfasthet i virket och kan minska kvaliteten avsevärt. Krökar minskar utbytet av stammen och ger försämrade vedegenskaper (Pettersson 2001). Andra vanliga skador i tallungskogar är dubbel-topp, stambrott och stamskador. Älgbete kan vara en vanlig orsak till dessa skador, snötryck kan vara en annan orsak (Pettersson 2001).

## Syfte

Syftet med den här studien är att jämföra effekten av olika röjningsmetoder med avseende på tillväxt, kvalitet och skador på huvudstammar av tall och tillväxt och skador på bi- och röjstammar av tall.

Följande huvudfrågor ställdes:

- Är kvaliteten på huvudstammarna bättre där man har använt sig av toppröjning istället för konventionell röjning eller ingen röjning alls?
- Är det någon skillnad i kvalitet på huvudstammarna där toppröjningarna utförts på olika höjd?
- Är det mindre skador på huvudstammarna där man använt sig av toppröjning istället för konventionell röjning eller ingen röjning alls?
- Är det skillnad i höjd på röjstammarna där toppröjningarna utförts på olika höjd och hur har dessa röjstammar vuxit i relation till huvudstammarna?

## Material och metoder

Försöket anlades våren 2002 i Selsberg (latitud 64°, longitud 19,5°, altitud 206 m ö.h.), på nuvarande Holmen Skogs mark, Robertfors distrikt, ca 15 km nordväst om Vännäs. Det tidigare beståndet slutavverkades och en fröträdställning av tall lämnades kvar 1980. Fröträdställningen avvecklades 1986. Markfuktighetsklassen är torr till frisk och markvegetationen domineras av lav, ljung och lingon. Ståndortsindex (H100) är bedömt med ståndortsbonitering till T19 (enligt definitioner av Hägglund & Lundmark 1981).

En randomiserad blockdesign användes som försöksdesign. På lokalen placerades 16 ytor ut subjektivt med kraven att medelhöjden skulle vara mellan 2 och 3 meter, att förekomsten av gran och björk skulle vara låg, att ståndortsindex (H100) skulle vara mellan T18 och T20 samt att nettoytan skulle vara fri från skador och ge ett homogent intryck. Bruttoytor gjordes kvadratiska, 15 x 15 meter, och nettoytor på 8 x 8 meter, centralt placerade i bruttoytorna för att behandlingseffekten på nettoytorna inte skulle påverkas av någon kantzonseffekt. I bruttoytorna räknades alla träd och trädhöjd och brösthöjdsdiameter (DBH, 1.3 m över mark) mättes.

Samtliga nettoparceller inventerades i maj 2002; trädhöjd, brösthöjdsdiameter (DBH) och trädslag noterades. Med hjälp av DBH räknades grundytan ut för varje nettoparcell. Inom varje bruttoparcell valdes 56 huvudstammar av tall ut subjektivt, varav 16 stammar placerades i nettoparcellen, vilket motsvarar 2500 stammar per hektar. Huvudstammarna valdes ut i det medhärskande eller härskande trädskiktet. Ett jämnt förband med oskadade huvudstammar eftersträvades.

Stamantalen varierade mellan ca 15 000 och 48 000 stammar per hektar i provytorna, medelhöjden var mellan 228 cm och 279 cm, medeldiametern var mellan 21 och 32 mm och grundytan varierade mellan 3,1 m<sup>2</sup>/ha och 6,2 m<sup>2</sup>/ha i de olika provytorna när försöket anlades.

Provytorna rangordnades från lägsta till högsta grundyta och delades in i fyra block med fyra ytor vardera (se tabell 1).

Tabell 1. Uppdelning av fyra block efter grundyta

Block	1				2				3				4			
Grundyta	3,1	3,1	3,7	4,0	4,6	4,6	4,7	5,0	5,0	5,2	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,2
Yta	3	9	2	1	6	7	4	8	15	13	16	14	10	12	11	5

Fyra behandlingar fördelades med hjälp av lottning inom varje block:

- Ingen röjning
- Konventionell röjning
- Toppröjning 50 %
- Toppröjning 70 %

På ytor med ”ingen röjning” gjordes inget ingrepp alls. På ytor med ”konventionell röjning” kapades röstammar strax ovan markytan. Vid ”toppröjning 50 %” och ”toppröjning 70 %” kapades röstammar på en höjd av 50 respektive 70 % av huvudstammarnas medelhöjd på provytan. Åtgärderna utfördes i maj 2002 innan skottskjutningen påbörjats. Röjningarna utfördes med sekatorer, såg och motorsåg. Vid ”toppröjning 50 %” och ”toppröjning 70 %” försökte maskinell röjning efterliknas; varken grenar eller stam hos röstammarna fick överstiga 70 eller 50 % av huvudstammarnas medelhöjd. Vid ”konventionell röjning” utfördes kapningen av röstammarna så att den skedde nedanför lägsta levande gren.

Provträd för bi- och röjstammar valdes ut objektivt. En punkt slumpades ut i de ytor där bi- och röjstammar (bistammar i "ingen röjning" och röjstammar i toppröjningarna) hade lämnats stående och utifrån den punkten lades ett förband om 2 x 2 meter ut där närmsta träd (bi- eller röjstam) vid varje knutpunkt fick bli provträd. 16 bi-/röjstammar i nettoparcelen, valdes ut som provträd i resp. bruttoparcell. På ytor där konventionell röjning hade utförts förekom inga röjstammar. Huvudstammar och bi-/röjstammar i nettoparcellerna numrerades och märktes med metallbrickor.

Huvudstammar och bi-/röjstammar inventerades i maj 2002 efter utförda behandlingar, nummer, trädhöjd, DBH, grövsta gren upp till 2 meters höjd och antal betade provträd per yta registrerades. Trädhöjd mättes i cm från marken med en höjdmättningsstång. DBH mättes i mm med klave i brösthöjd. Grövsta gren upp till 2 meters höjd mättes i mm med klave.

Huvudstammar och bi-/röjstammar inventerades igen i september 2002 och samma data som inventerades på våren registrerades, samt skottlängd (toppskott) och ev. mortalitet (antal döda provträd). Skottlängden mättes i cm med hjälp av linjal eller höjdmättningsstång. Hösten 2003 inventerades huvudstammar och bi-/röjstammar igen. Samma variabler som tidigare registrerades. Våren 2004 gjordes en inventering där bara skador registrerades. Följande skador beskrevs: "Bete och barkgnag", "märgborre", "konkurrens", "knäckesjuka", "annan insekt", "annan svamp" och "okänd". Skadegrad, dvs. skadornas allvarlighet, rangordnades i "oskadad", "lindrig", "allvarlig" och "död", där "lindrig" betyder att skadan inte påverkade stammens tillväxt och/eller kvalitet. Våren 2005 inventerades huvudstammar och bi-/röjstammar. Nummer, trädhöjd, skottlängd och skada (enligt inventering 2004) registrerades. Våren 2007 registrerades nummer, höjd, skottlängd, DBH, grövsta gren upp till 2 meters höjd och skada på huvudstammarna. På bi-/röjstammarna registrerades enbart nummer, höjd, skottlängd och skada.

Våren 2011 registrerades höjd till grönkrongräns, istället för skottlängd på huvudstammarna, i övrigt samma variabler som 2007. Höjd till grönkrongräns mättes med höjdmättningsstång i cm från marken upp till första levande grenvarv med kravet att det fick vara maximalt två döda grenvarv till nästa levande grenvarv. På bi-/röjstammarna registrerades nummer, trädhöjd, DBH och skada. Hösten 2011 mättes stamraket på huvudstammarna med hjälp av en tre meter lång stav. Staven placerades mitt på stammen nere vid marken och mitt på stammen tre meter upp på stammen för att se om det gick att dra en rak linje mellan dessa punkter utan att linjen korsade stammens mantelyta någonstans. Om staven korsade mantelytan klassades stammen som krokig. För alla inventeringar, efter första inventeringen våren 2002, där höjd och diameter registrerats, räknades en höjd-/diameterkvot (H/D-kvot) ut genom att dividera trädhöjden med DBH för varje stam för att sen få fram ett medelvärde för varje yta separerat på huvud- och bi-/röjstammar. När huvud- eller röjstammar inte återfanns så uteslöts dessa ur aktuell analys.

Alla statistiska analyser utfördes i Minitab 16 (Ryan & Joiner 2001). Datamaterialet analyserades med hjälp av variansanalys (ANOVA) för följande responsvariabler: Trädhöjd, DBH, H/D-kvot, grövsta gren upp till 2 meters höjd, skottlängd, höjd till grönkrongräns och andelen (proportionen) döda, skadade och älgbetade träd. Variansanalysen utfördes som en "General Linear Model".

Följande modell användes för variansanalysen:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + R_j + E_{ij} \quad (1)$$

Där  $Y_{ij}$  är responsvariabeln,  $\mu$  är det totala medelvärdet,  $B_i$  är den slumpmässiga blockeffekten,  $R_j$  är den fixa behandlingseffekten och  $E_{ij}$  är den slumpmässiga feltermen.

För att kontrollera om datamaterialet var normalfördelat eller inte samt om varianserna var homogena eller inte utfördes residualstudier med hjälp av Anderson-Darling-test (Ryan & Joiner 2001) samt med hjälp av plottar för att se om det fanns några outliers utanför det 95-procentiga konfidensbandet. Då residualstudierna visade på ett p-värde under 0,05 så gjordes ett icke-parametriskt test, "Friedman" (Zar 1999), för att analysera om det fanns signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

Ifall variansanalysen visade att statistiskt signifikanta skillnader förelåg ( $p \leq 0,05$ ) gjordes parvisa jämförelser mellan behandlingarna med hjälp av "Tukeys test" (Ryan & Joiner 2001). Ifall  $0,05 < p < 0,10$  betraktades värdet indikera en tendens till skillnad. "Toppröjning 70 %" och "toppröjning 50 %" jämfördes med varandra genom ett t-test för två stickprov.

För att jämföra "toppröjning 50 %" och "toppröjning 70 %" tillsammans mot en kontroll så användes "Dunnetts test" (Ryan & Joiner 2001) med både "konventionell röjning" och "ingen röjning" som kontroller i varsina körningar. Båda toppröjningarna slogs ihop till en behandling och en separat analys gjordes på de tre behandlingarna med samma modell som vid tidigare variansanalys.

För att få en indikation om bi-/röjstammarna riskerade att växa ikapp huvudstammarna eller inte analyserades skillnader i höjd mellan huvudstammar och bi-/röjstammar med ett parvist t-test, för resp. behandling, för att se om höjdskillnaderna var signifikanta eller inte. Andelen döda, skadade och älgbetade stammar räknades ut per yta. Allvarlighetsgraderna "oskadad" och "lindrig" räknades båda som oskadade medan "allvarlig" och "död" räknades som skadade träd. Oavsett en eller fler skador per stam så räknades varje skadad eller älgbetad stam en (1) gång när andelen skadade eller betade stammar analyserades. Antal huvud- eller bi-/röjstammar med en (eller flera) skador dividerades med det totala antalet huvud- eller bi-/röjstammar på ytan.

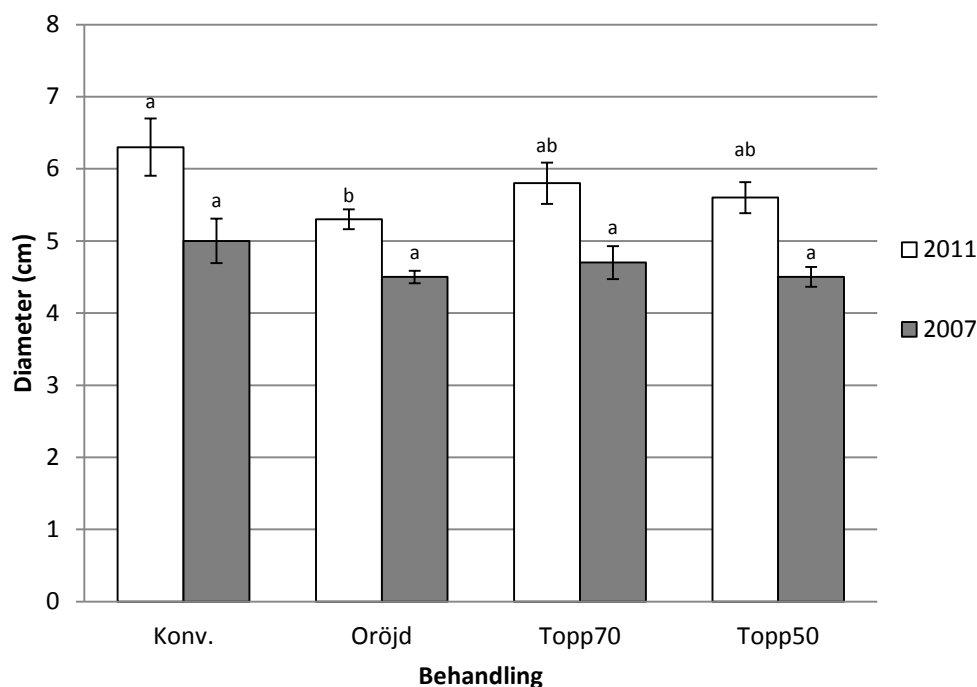
## Resultat

Huvudstamsinventeringen, våren 2002, direkt efter att behandlingarna utfördes visade att det inte fanns någon signifikant skillnad ( $p > 0,262$ ) mellan behandlingarna avseende trädhöjd, DBH och grövsta gren upp till 2 meters höjd. Bi-/röjstamsinventeringen visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan behandlingarna avseende DBH ( $p = 0,122$ ) och grövsta gren upp till 2 meters höjd ( $p = 0,437$ ) medan det fanns en signifikant skillnad hos trädhöjd ( $p < 0,001$ ). Bistammarna i "ingen röjning" var statistiskt signifikant högre än röjstammarna i de båda toppröjningarna, och "toppröjning 70 %" hade statistiskt signifikant högre röjstammar än "toppröjning 50 %". Inventeringen hösten 2002, en tillväxtsång efter röjning, visade samma

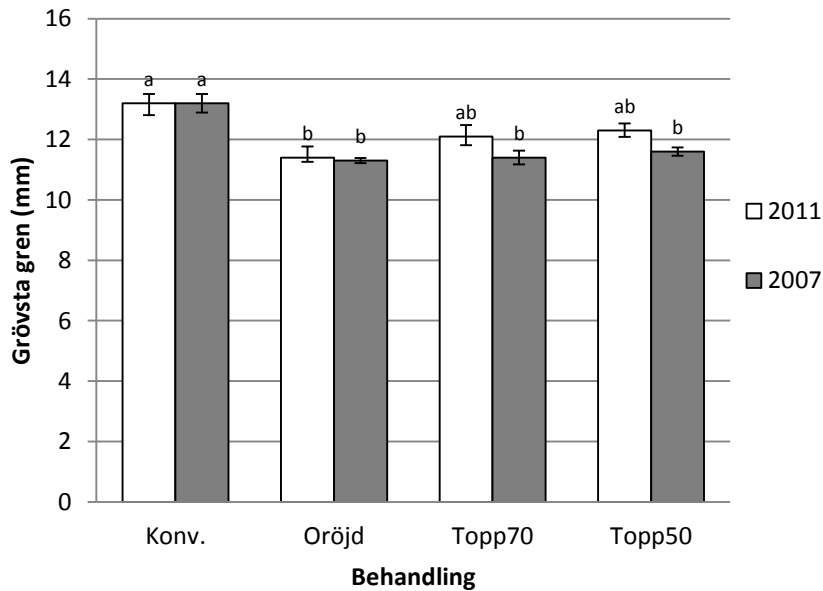
resultat som inventeringen på våren, plus H/D-kvot där behandlingen hade en stark effekt ( $p = 0,017$ ) på röstammarna men en svag effekt ( $p = 0,647$ ) på huvudstammarna.

Huvudstamsinventeringen hösten 2003 visade samma resultat som föregående inventering förutom att behandlingen hade en stark effekt ( $p = 0,025$ ) på skottlängden. Behandlingen ”ingen röjning” hade en signifikant längre skottlängd (34,8 cm) än behandlingarna ”konventionell röjning” (26 cm) och ”toppröjning 50 %” (26,9 cm). Även 2005 hade behandlingen en stark effekt ( $p = 0,001$ ) på huvudstammarnas skottlängd och behandlingen ”ingen röjning” hade en signifikant längre skottlängd än alla andra behandlingar (”ingen röjning” med 34,5 cm i jämförelse med ”konventionell röjning” 24 cm, ”toppröjning 70 %” 26,4 cm och ”toppröjning 50 %” 24,5 cm).

Behandlingen hade en stark effekt ( $p = 0,045$ ) på DBH 2011, medan effekten var svag ( $p = 0,223$ ) år 2007. Behandlingen ”konventionell röjning” uppvisade en signifikant högre DBH än vad behandlingen ”ingen röjning” gjorde (figur 1). Analysen av grövsta gren upp till 2 meters höjd 2011 och 2007 visade att behandlingen hade en stark effekt ( $p = 0,026$  resp.  $0,004$ ) vid båda inventeringstillfällena (figur 2). ”Konventionell röjning” visade 2011 en signifikant större diameter på ”grövsta gren upp till 2 meters höjd” än ”ingen röjning” medan ”konventionell röjning” visade ett signifikant större grendiameter än alla andra behandlingar 2007.

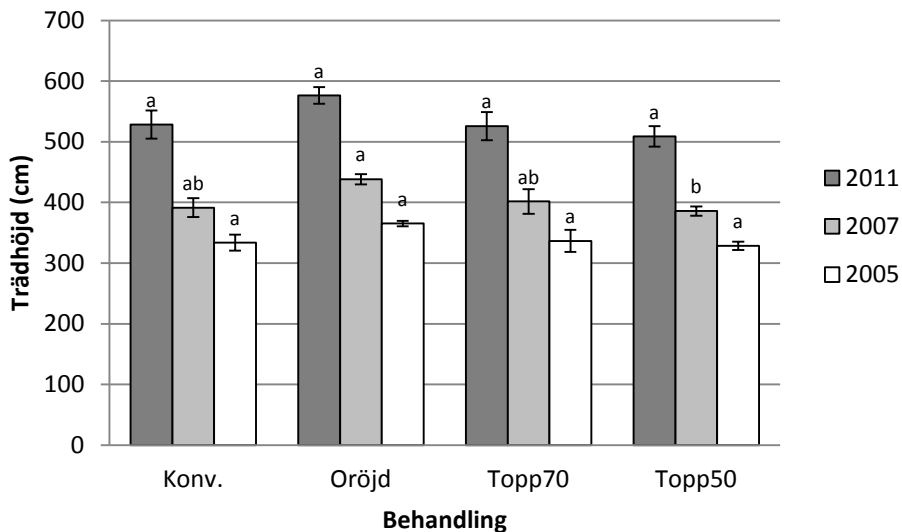


Figur 1. Tallhuvudstammarnas diameter i brösthöjd (DBH, cm ± medelfel) för de olika behandlingarna vid inventeringarna 2011 och 2007. Olika bokstäver ovanför staplarna, för resp. årtal, indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. ”Konv.” = ”Konventionell röjning”, ”Oröjd” = ”Ingen röjning”, ”Topp70” = Toppröjning på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd och ”Topp50” = Toppröjning på 50 % av huvudstammarnas medelhöjd.



Figur 2. Tallhuvudstammarnas grövsta gren upp till 2 meters höjd (mm ± medelfel) för de olika behandlingarna vid inventeringarna 2011 och 2007. Olika bokstäver ovanför staplarna, för resp. årtal, indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. Förklaring till förkortningar i enlighet med figur 1.

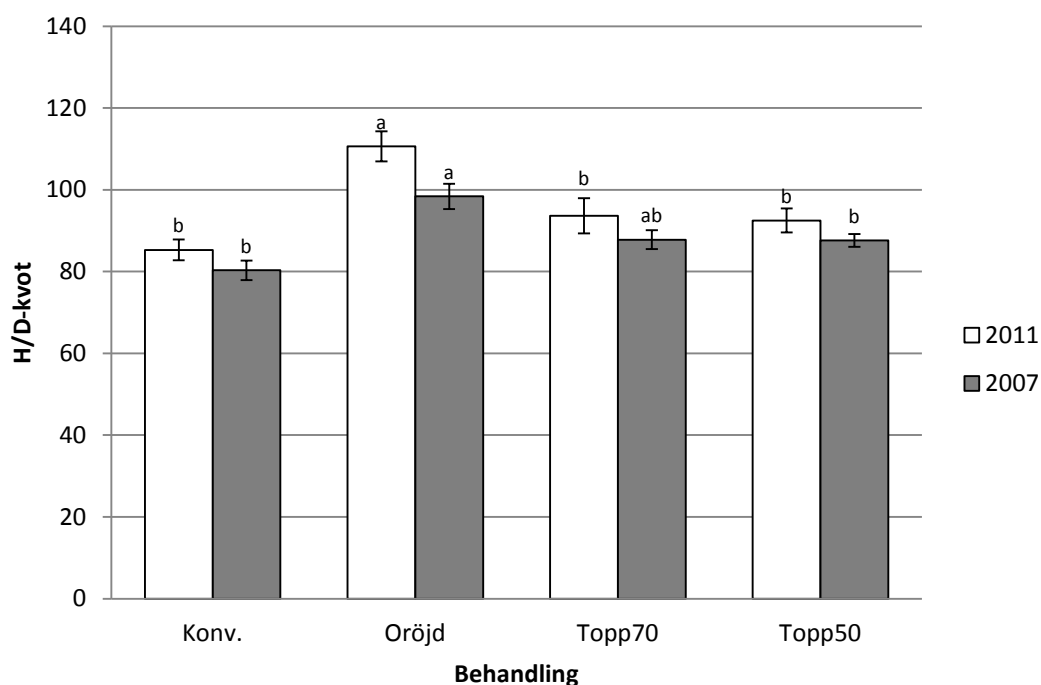
Behandlingen hade en stark effekt ( $p = 0,043$ ) på huvudstammarnas trädhöjd 2007, medan det fanns en tendens till skillnad ( $p = 0,079$ ) 2011 men ingen statistiskt signifikant skillnad ( $p = 0,125$ ) 2005. 2007 var trädhöjden i "ingen röjning" signifikant skild från trädhöjden i "toppröjning 50 %" (figur 3).



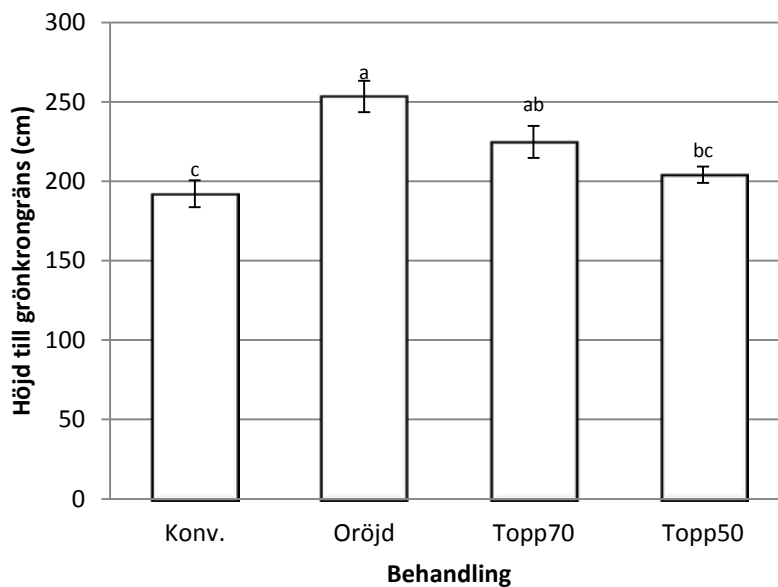
Figur 3. Tallhuvudstammarnas trädhöjd (cm ± medelfel) för de olika behandlingarna vid inventeringarna 2011, 2007 och 2005. Olika bokstäver ovanför staplarna, för resp. årtal, indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. Förklaring till förkortningar i enlighet med figur 1.



Analysen av H/D-kvot visade att behandlingarna hade en statistiskt signifikant effekt på huvudstammarna både 2011 ( $p = 0,003$ ) och 2007 ( $p = 0,004$ ). Behandlingen ”ingen röjning” uppvisade en signifikant högre H/D-kvot än alla de andra behandlingarna 2011 medan ”ingen röjning” uppvisade en signifikant högre H/D-kvot än behandlingarna ”toppröjning 50 %” och ”konventionell röjning” år 2007 (figur 4). Behandlingen hade även en stark effekt ( $p = 0,001$ ) på höjd till grönkrongräns på huvudstammarna vid inventeringen 2011 (figur 5). Behandlingen ”konventionell röjning” visade en signifikant lägre höjd till grönkrongräns än behandlingarna ”ingen röjning” och ”toppröjning 70 %” och behandlingen ”ingen röjning” visade dessutom en signifikant högre höjd till grönkrongräns än behandlingen ”toppröjning 50 %”.



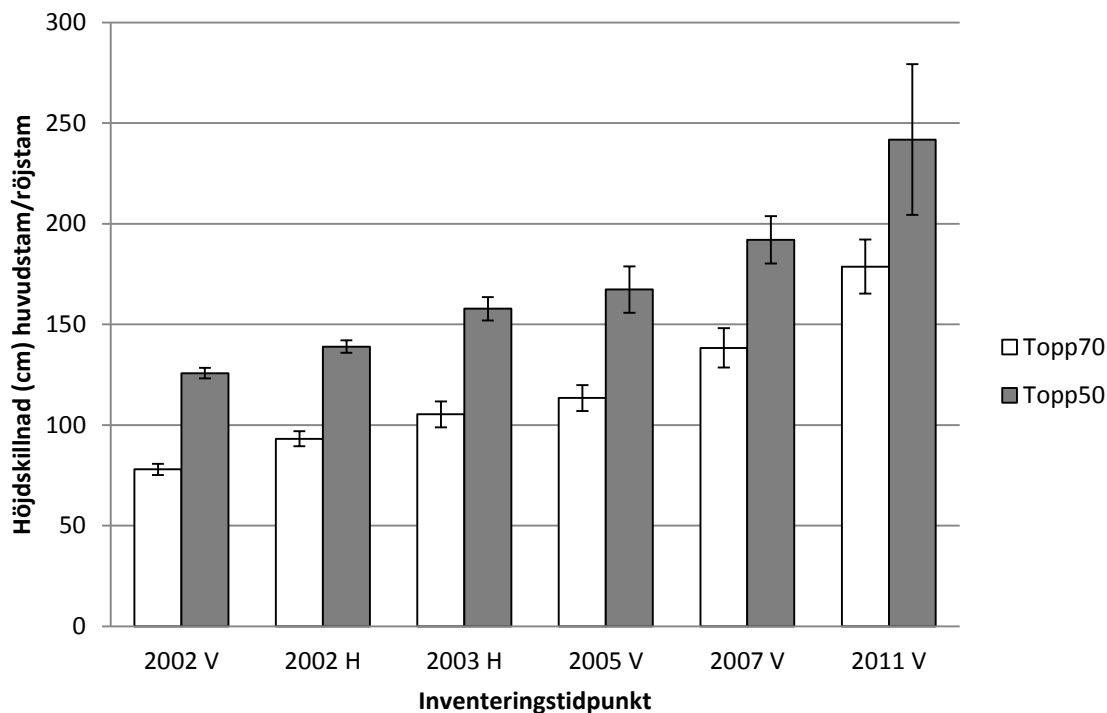
Figur 4. Höjd/diameter-kvot ( $\pm$  medelfel) hos tallhuvudstammar 2011 och 2007. Olika bokstäver ovanför staplarna, för resp. årtal, indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. Förklaring till förkortningar i enlighet med figur 1.



Figur 5. Höjd till grönkrongräns (cm ± medelfel) hos tallhuvudstammar 2011 Olika bokstäver ovanför staplarna indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. Förklaringar till förkortningar i enlighet med figur 1.

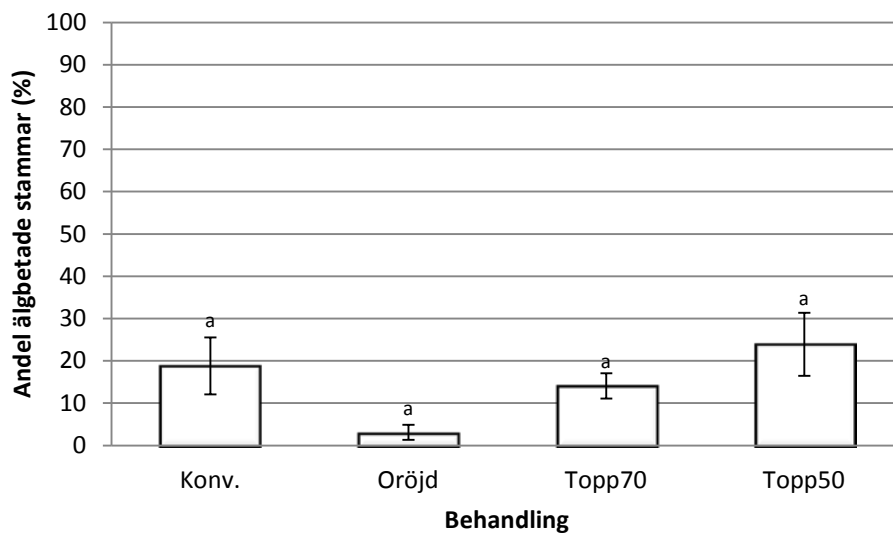
Det var ingen större skillnad mellan behandlingarna då det gällde andel döda huvudstammar. Enligt testet "Friedman" hade inte behandlingen någon signifikant effekt ( $p = 0,488$ ) på andelen döda huvudstammar. Flest döda huvudstammar fanns i de ytor där "Toppröjning 50 %" hade utförts, där 3,1 % av huvudstammarna var döda. På ytorna med "ingen röjning" som behandling fanns det inga döda huvudstammar. "Toppröjning 70 %" och "konventionell röjning" hade 1,7 respektive 1,6 % döda huvudstammar. Behandlingen hade ingen signifikant effekt ( $p = 0,210$ ) på andelen döda bi-/röjstammar. Flest döda bi-/röjstammar år 2011 hittades på "toppröjning 70 %" där 33,5 % var döda medan det var 14,4 % döda på ytor med "toppröjning 50 %" som behandling och 18,7 % döda på ytor med "ingen röjning" som behandling.

De parvisa t-testen där huvudstammarnas höjder jämfördes med bi-/röjstammarnas höjder visade att det var en signifikant höjdskillnad mellan huvudstammar och röjstammar i både "toppröjning 70 %" och "toppröjning 50 %" vid alla inventeringstillfällen ( $p < 0,017$ ). Höjdskillnaden har ökat vid varje inventering (figur 6). För behandlingen "toppröjning 70 %" har höjdskillnaden ökat från 78 cm våren 2002 till 179 cm vid senaste inventeringen 2011, medan höjdskillnaden för "toppröjning 50%" har gått från 126 cm till 242 cm under samma period. Det parvisa t-testet för behandlingen "ingen röjning" visade en tendens till höjdskillnad mellan huvudstammar och bistammar vid senaste inventeringen år 2011 ( $p = 0,073$ ) medan alla tidigare inventeringar visade en statistiskt signifikant höjdskillnad ( $p < 0,015$ ). Vid första inventeringen, våren 2002, var höjdskillnaden 51 cm. Vid inventeringen våren 2007 var höjdskillnaden 86 cm och vid senaste inventeringen, våren 2011, hade höjdskillnaden minskat till 77 cm.

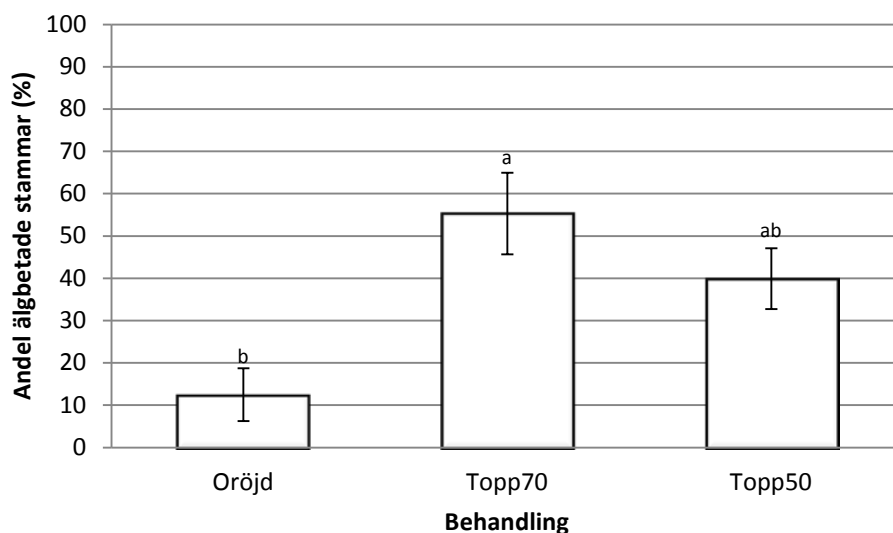


Figur 6. Höjdskillnad (cm  $\pm$  medelfel) mellan huvudstammar och røjstammar av tall för alla inventeringar (perioden 2002-2011) för behandlingarna "Topprøjning 70 %" och "Topprøjning 50 %". Statistiskt signifikanta skillnader ( $p < 0,05$ ) enligt parvisa t-test förelåg i samtliga fall. Förklaring till förkortningar i enlighet med figur 1. "V" står för vårinventering och "H" står för höstinventering.

Variansanalysen av andelen älgbetade huvudstammar resp bi-/røjstammar per behandling, för samtliga inventeringar, dvs. perioden 2002-2011, visade ingen behandlingseffekt ( $p = 0,129$ ) vad gäller andelen älgbetade huvudstammar (figur 7). Hos bi-/røjstammarna hade behandlingarna en stark effekt ( $p = 0,020$ ) på andelen älgbetade stammar. Behandlingen "topprøjning 70 %" visade en statistiskt signifikant högre andel än behandlingen "ingen røjning" (figur 8).

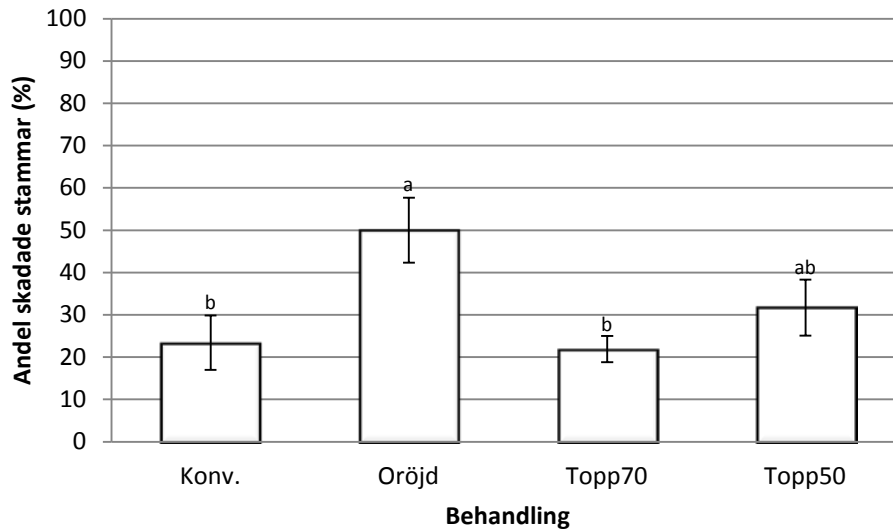


Figur 7. Andel (% ± medelfel) älgbetade tallhuvudstammar från alla inventeringar (perioden 2002-2011). Olika bokstäver ovanför staplarna indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. Förkortningar i enlighet med figur 1.

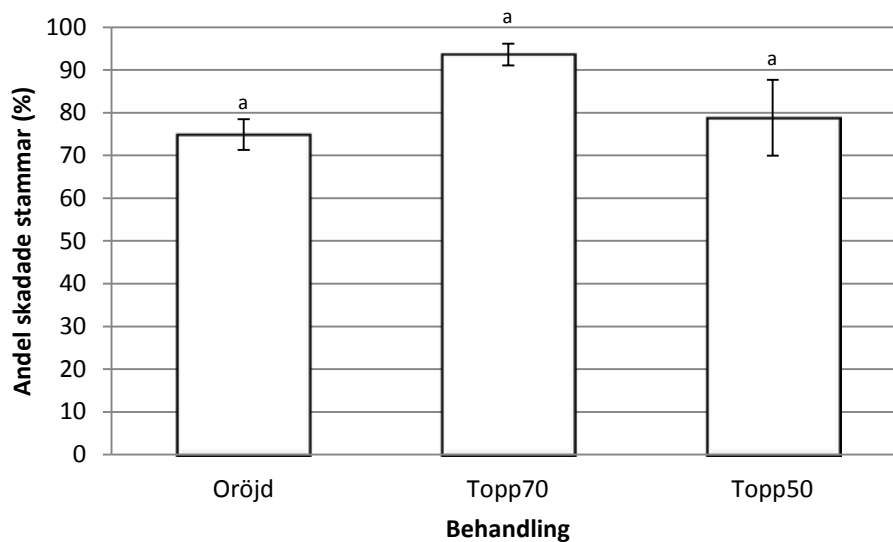


Figur 8. Andel (% ± medelfel) älgbetade bi-/röjstammar av tall från alla inventeringar (perioden 2002-2011). Olika bokstäver ovanför staplarna indikerar en statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) enligt Tukey's test. "Oröjd" = "Ingen röjning", "Topp70" = Toppröjning på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd och "Topp50" = Toppröjning på 50 % av huvudstammarnas medelhöjd.

Variationsanalysen av andelen skadade huvudstammar visade att det fanns en tendens till skillnad ( $p = 0,054$ ) mellan behandlingarna (figur 9) medan analysen av bi-/röjstammarna inte visade någon tendens till skillnad ( $p = 0,100$ ) (figur 10).



Figur 9. Visar andel (% ± medelfel) skadade tallhuvudstammar från alla inventeringar (perioden 2002-2011). Olika bokstäver ovanför staplarna indikerar en tendens till skillnad ( $p < 0,10$ ) enligt Tukey's test. Förklaringar till förkortningar i enlighet med figur 1.



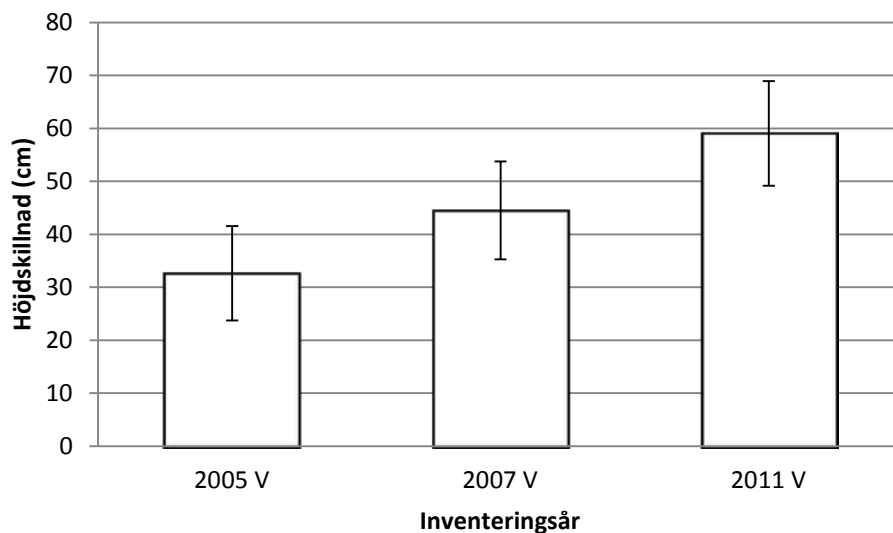
Figur 10. Visar andel (% ± medelfel) skadade bi-/röjstammar av tall från alla inventeringar (perioden 2002-2011). Olika bokstäver ovanför staplarna indikerar en tendens till skillnad ( $p < 0,10$ ) enligt Tukey's test. Förklaringar till förkortningar i enlighet med figur 8.

Dunnett's test med båda toppröjningarna tillsammans jämförda med "konventionell röjning" visade att endast "grövsta gren upp till 2 meters höjd" visade en signifikant skillnad ( $p \leq 0,046$ ) hos huvudstammarna 2007 och 2011 (tabell 2). Skillnaden i "grövsta gren upp till 2 meters höjd" mellan "konventionell röjning" och de sammanslagna toppröjningarna var 1,712 mm 2007 och 0,975 mm 2011. "H/D-kvoten" visade en signifikant skillnad 2007 men inte 2011 (tabell 2). "H/D-kvoten" hos toppröjningarna var signifikant högre än hos den konventionella röjningen. Det fanns en tendens ( $0,05 < p < 0,10$ ) till skillnad hos variabelerna "DBH" och "höjd till grönkrongräns" 2011 (tabell 2), med mindre DBH och högre "höjd till grönkrongräns" hos de sammanslagna toppröjningarna.

Dunnett's test med toppröjningarna jämfört mot behandlingen "ingen röjning" visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan toppröjningarna och "ingen röjning" hos variabelerna "DBH" och "grövsta gren upp till 2 meters höjd" varken 2011 eller 2007 ( $p \geq 0,117$ , tabell 2). Det var däremot en signifikant skillnad ( $p = 0,006$ ) mellan toppröjningarna och "ingen röjning" gällande "höjd till grönkrongräns" 2011 (tabell 2). "Höjd till grönkrongräns" var 38,91 cm lägre hos toppröjningarna än hos "ingen röjning". Det fanns en signifikant skillnad i H/D-kvot 2011 och 2007 mellan toppröjningarna och "ingen röjning" ( $p \leq 0,006$ , tabell 2), där H/D-kvoten var lägre hos toppröjningarna. Det fanns en signifikant skillnad i höjd på huvudstammarna mellan toppröjningarna tillsammans och "ingen röjning" 2011 och 2007 ( $p \leq 0,023$ , tabell 2) och 2005 ( $p = 0,042$ ) där huvudstammarnas höjd för behandlingen "ingen röjning" var högre och skillnaden ökade för varje inventering (figur 11).

Tabell 2. P-värden från jämförelse "toppröjning" (där "toppröjning 70 %" och "toppröjning 50 %" slagits samman till en behandling) och "konventionell röjning" samt "ingen röjning" med hjälp av Dunnett's test. "V" står för vårinventering. P-värden  $< 0,05$  är angivna i fet stil. Förklaring till behandling i enlighet med figur 1

	Toppröjning jämförd med konventionell röjning		Toppröjning jämförd med ingen röjning	
	2011 V	2007 V	2011 V	2007 V
Trädhöjd	0,786	0,982	<b>0,023</b>	<b>0,018</b>
DBH	0,056	0,126	0,220	0,932
Grövsta gren upp till 2 m.	<b>0,046</b>	<b>0,001</b>	0,117	0,861
Höjd till grönkrongräns	0,088	-	<b>0,006</b>	-
H/D-kvot	0,123	<b>0,045</b>	<b>0,002</b>	<b>0,006</b>



Figur 11. Höjdskillnad (cm ± medelfel) på tallhuvudstammar mellan "ingen röjning" och behandlingen "toppröjning" (där både "Topp70" och "Topp50" ingick). "Topp70" = Toppröjning på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd och "Topp50" = Toppröjning på 50 % av huvudstammarnas medelhöjd. "V" står för vårinventering och "H" står för höstinventering.

Inventering av stamraket visade att totalt fem huvudstammar klassades som krokiga. Två krokiga stammar i två olika ytor med behandlingen "konventionell röjning" och tre krokiga stammar fördelade med en vardera på de tre andra behandlingarna.

T-testet för två stickprov mellan de olika toppröjningarnas huvudstammar visade att det inte fanns någon signifikant skillnad ( $p \geq 0,139$ ) mellan de olika behandlingarna avseende "trädhöjd", "DBH", "grövsta gren upp till 2 meters höjd", "höjd till grönkrongräns", "skottlängd" eller "H/D-kvot" varken 2011 eller 2007.

## Diskussion

I alla mätningar har toppröjningarna genererat en bättre kvalitet än den konventionella röjningen i form av mindre "DBH" (mindre framtida juvenilverdandel), tunnare "grendiameter", större "H/D-kvot" och högre "höjd till grönkrongräns", även om de inte är statistiskt signifikant skilda i alla fallen. Mellan toppröjningarna kan man inte se någon skillnad, de parvisa t-testen visar inte någon signifikant skillnad på någon variabel och det varierar mellan variablerna vilken av toppröjningarna som genererat bäst kvalitet. "Ingen röjning" har genererat den bästa kvaliteten på de flesta variablerna, även om det inte alltid var statistiskt signifikanta skillnader. Men att medvetet vänta med en röjning till så här sen tidpunkt (medelhöjd på närmare 6 meter) är inte att rekommendera då det skulle vara en mycket kostsam åtgärd samtidigt som många huvudstammar

är allvarligt påverkade av konkurrensen och riskerar att drabbas av skador efter röjning då huvudstammarna är väldigt klena.

Variansanalysen visade att det inte fanns någon statistiskt signifikant skillnad mellan behandlingarna "konventionell röjning" och någon av toppröjningarna gällande DBH hos huvudstammarna. Men resultatet visar ändå i absoluta värden att DBH är mindre hos båda toppröjningarna än "konventionell röjning" både 2007 och 2011 (figur 1). "Konventionell röjning" genererade en statistiskt signifikant högre DBH än "ingen röjning", vilket stämmer väl överrens med resultatet som Pettersson (1992) visar där DBH ökar med lägre stamtäthet. Båda toppröjningsbehandlingarna uppvisade tunnare grövsta gren upp till 2 meters höjd än "konventionell röjning" både 2011 och 2007 (figur 2), men en statistiskt signifikant skillnad hittades endast 2007. Persson (1977) visar i sin studie att DBH och grendiameter ökar med ökat förband, vilket kan liknas vid ett större förband i "konventionell röjning" än båda toppröjningarna där man lämnar levande röstammar mellan huvudstammarna. Den här studien överrensstämmer med Mäkinen (1999) och Ahnlund Ulvcröna m.fl. (2007) där de visar att grendiametern blir mindre hos huvudstammarna med minskat förband, vilket kan liknas vid att lämna kvar levande röstammar. Thernström (1982) antar, med hjälp av sitt resultat, att diametern blir störst där grönkrongränshöjden är lägst, vilket stämmer överrens med den här studien då "konventionell röjning" (med lägst stamantal) har statistiskt signifikant lägre grönkrongränshöjd (figur 5) och statistiskt signifikant högre DBH än "ingen röjning" (med högst stamantal). Man ska komma ihåg att en mindre DBH inte bara är bra ur kvalitetssynpunkt då en större diameter gör att trädet blir stabilare och mer motståndskraftigt mot skador som t.ex snöbrott och insektsangrepp (Pettersson m.fl. 2007). Grendiametern har också ett samband med höjd till grönkrongräns som ökar med ökande stamantal (Mäkinen 1999). Detta syns i det här resultatet där grövsta gren upp till 2 meters höjd är signifikant mindre (figur 2) och höjd till grönkrongräns signifikant högre (figur 5) i behandlingen "ingen röjning" jämfört med "konventionell röjning".

H/D-kvoten uppvisade högst värde, d.v.s. minst avsmalning, i behandlingen "ingen röjning" (figur 4). Det fanns en statistiskt signifikant skillnad mellan "ingen röjning" och alla andra behandlingar men resultatet visar att det i absoluta tal är mindre avsmalning hos huvudstammarna i de toppröjda ytorna än hos huvudstammarna i de konventionellt röjda ytorna även om ingen statistiskt signifikant skillnad kunde upptäckas. Höjd och diameter, som direkt påverkar H/D-kvoten, hos huvudstammarna påverkas av konkurrenssituationen (läs: stamantal) hos de olika behandlingarna (Oliver & Larson 1996). Mindre konkurrens, som det är i behandlingen "konventionell röjning", gör att stammarna allokerar resurserna till diametertillväxt. Medan mer konkurrens, som det framförallt är i "ingen röjning" men även hos toppröjningarna, leder till att stammarna allokerar resurserna på höjdtillväxten för att få så mycket ljus som möjligt på barmassan (Oliver & Larson 1996). Detta överrensstämmer med att H/D-kvoten var högst i ytorna med "ingen röjning" i den här studien (figur 4). En hög H/D-kvot, som är bra ur kvalitetssynpunkt (Anon 2010a), är vid en för hög höjd och låg diameter negativt då risken för snöbrott ökar i takt med stigande H/D-kvot och stamtäthet (Persson 1972; Valinger m.fl. 1994).

"Konventionell röjning" resulterade i den lägsta höjden till grönkrongräns, i enlighet med vad Persson (1977) och Ahnlund Ulvcröna m.fl. (2007) kom fram till i sina studier där höjd till grönkrongräns avtar med stigande förband. Precis som dessa studier visar så är även höjden till grönkrongräns högst i "ingen röjning" (figur 5), där stamantalet är högst, i denna studie. "Toppröjning 70 %" hade en signifikant högre "höjd till grönkrongräns" än "konventionell



röjning” medan ”toppröjning 50 %” inte skilde sig signifikant från ”konventionell röjning” (figur 5), detta kan tänkas bero på mer beskuggning från de högre röjstammarna i ”toppröjning 70 %” än i ”toppröjning 50 %” (jfr figur 6).

Andelen döda huvudstammar skilde sig inte mycket mellan behandlingarna medan skillnaden var större hos röjstammarna. Det fanns inga döda huvudstammar på ytorna med ”ingen röjning”, men då 50 % av huvudstammarna var skadade i dessa ytor, framförallt p.g.a. konkurrens, så kan man misstänka att andelen döda kommer att öka med tiden i dessa ytor. Högst andel döda huvudstammar fanns i ytorna med behandlingen ”toppröjning 50 %” där 3,1 % var döda. Ahnlund Ulvcróna m.fl. (2011) visar i sin studie att mindre än 5 % av huvudstammarna dött inom det studerade materialet oavsett antal stammar per hektar, vilket överrensstämmer med resultatet i den här studien. De resultat Ahnlund Ulvcróna m.fl. (2011) visar kommer från försök som analyserats 8-23 år efter utförd röjning. Majoriteten av de undersökta bestånden var naturligt föryngrnade och höjden vid röjningarnas utförande varierade mellan 1 och 8 meter. I denna studie hittades högst andel döda röjstammar i ytorna med ”toppröjning 70 %” där 33,5 % av röjstammarna dött. Medan det var ungefär hälften så många döda på ytorna med ”toppröjning 50 % och ”ingen röjning”. Då andelen skadade huvud- och röjstammar var högst i ytorna med ”ingen röjning” kan man anta att mortaliteten så småningom kommer öka och bli behandlingen med högst mortalitet.

En del bi-/röjstammar återfanns aldrig vid den senaste inventeringen, ibland hittades brickan på marken, ibland hittades ingen bricka över huvud taget. Detta gör att man kan misstänka att det är fler döda bi-/röjstammar än vad resultatet visar, då det är lätt att brickor försvinner i undervegetationen om de döda stammarna ramlar omkull. 15,6 % av bistammarna återfanns ej i ytorna med ”ingen röjning”, 10,9 % av röjstammarna i ytorna med ”toppröjning 70 %” och 7,8 % av röjstammarna i ytorna med ”toppröjning 50 %”. Endast 1 av 22 ej återfunna bi-/röjstammar saknades redan innan inventeringen 2011. Att röjstammarna som kapats på 50 eller 70 % av huvudstammarnas medelhöjd dör stämmer överrens med Nilsson & Albrektsons (1994) resultat där de visar att tallar som från början har ett handikapp i höjd förr eller senare kommer att dö av konkurrensen. Det är dels bra att röjstammarna dör av då det är att föredra för att slippa göra en till röjning innan första gallringen (Karlsson & Albrektson 2000), men samtidigt så är det ju bra om de växer längs med huvudstammarna så länge som möjligt för att dana kvaliteten. Kanske skulle det kunna vara intressant med en toppröjning på högre höjd än 70 % av huvudstammarnas medelhöjd. Knappt 5 % av huvudstammarna återfanns inte i ytorna med ”ingen röjning”, medan det endast var 1,6 % ej återfunna huvudstammar i de båda toppröjningarna och 0 % ej återfunna i ytorna med ”konventionell röjning”. Det kan förklara varför det inte registrerades några döda huvudstammar i ytorna med ”ingen röjning”, samtidigt var det i dessa ytor det var svårast att återfinna träden p.g.a. det höga stamantalet.

Höjdskillnaden mellan huvudstammar och röjstammar i ”toppröjning 70 %” och ”toppröjning 50 %” var signifikant vid alla inventeringar (figur 6), vilket är bra då röjstammarna är tänkta att växa längs med huvudstammarna för att dana kvaliteten på dessa men inte växa ikapp huvudstammarna (Fällman m.fl. 2003). Höjdskillnaden blev större och större för varje inventering och 2011 skiljde det i genomsnitt över 240 cm hos ”toppröjning 50 %” och nästan 180 cm i genomsnitt hos ”toppröjning 70 %” vilket borde innebära att en stor majoritet av röjstammarna inte växer ikapp huvudstammarna och att de så småningom troligen dör och självgallras. Med det här resultatet kan man anta att toppröjning av tallungskog av liknande slag

som denna studie är en praktiskt genomförbar metod som kan användas vid röjning och det räcker med ett (1) röjningstillfälle. Man ska komma ihåg att den ökande höjdskillnaden har ett samband med andelen döda röststammar då man kan anta att det är de kortaste röststammarna som dör först (jfr Nilsson & Albrektson 1994; Ahnlund Ulvcrona 2011) och medelhöjden på röststammarna borde öka med ökad mortalitet.

Behandlingen hade ingen signifikant effekt på andelen älgbetade tallhuvudstammar. Resultatet visar att den högsta andelen älgbete på huvudstammar fanns hos "toppröjning 50 %", mer än 20 procentenheter mer än hos "ingen röjning" (figur 7). Resultaten pekar inte på att toppröjning skulle minska andelen älgbete, jämfört med konventionell röjning, åtminstone inte toppröjning på 50 % av huvudstammarnas medelhöjd. Behandlingen hade en signifikant effekt på andelen älgbetade röststammar. "Toppröjning 70 %" skiljde sig signifikant från "ingen röjning". Även "toppröjning 50 %" visade på en relativt hög andel älgbetade röststammar (figur 8), vilket kan liknas vid att älgar föredrar redan skadade träd som Danell m.fl (1985) och Löyttyniemi (1985) visar i sina studier. Andelen älgbete var minst på både huvud- och röststammarna i ytorna med behandlingen "ingen röjning". Kanske väljer älgen att beta i de mer bekväma (glesare) områdena då den har valmöjligheten, som i det här fallet med väldigt små behandlingsytor. Karlsson (2009) visade i sin studie att det inte fanns något signifikant samband mellan älgens betestryck i tätare eller glesare tallungskog då han undersökte det på beståndsnivå. Enligt Lavsund (2004) är det viktigare att skogen är välskött än att det är ett visst stamantal, så att beståndet blir robust och kan klara av älgbetningen på ett bra sätt. Lavsund (2004) sa att en välskött skog ger minst älskador. Samtidigt som man kan öka antalet skador med ett högre stamantal så minskar man andelen skadade stammar med ökat stamantal (Lavsund 2003). En stor majoritet av alla älgskador i denna studie uppstod de 2-3 första åren efter röjning, när huvudstammarna var mellan 2-3 meter höga. Vid senare inventeringar har i stort sett inga färskas älgskador hittats. Detta skulle kunna visa att man kan röja tidigare med avseende på risk för älgskador än Pettersson m.fl (2007) rekommenderar med fem meters höjd som "älgssäker" höjd. Dock är deras rekommendation mycket mer generell än vad man kan säga att denna studie med resultat är.

Kanske skulle resultatet med andel älgbetade huvud- och bi-/röststammar vara annorlunda om försöket gjorts i ett blandbestånd och inte i en monokultur, med i stort sett 100 % tall, som i detta fall. Enligt Lavsund (2003) har rena tallbestånd de relativt lägsta älgskadorna. I bestånd med björk som konkurrerar starkt med tallen ökar skadorna på tall p.g.a. tallens klenare skott som lättare blir betad (Lavsund 2003). Nikula m.fl. (2008) visar ett liknande resultat där lövträd som är högre än tallen är den viktigaste faktorn som ökar betesrisken, lövträd som kommit upp i samma höjd som huvudstammarna måste röjas bort för att minska risken för betesskador. En ökad andel björk i landskapet kan dock minska älgskadorna på tall i ett större perspektiv (Lavsund 2003). Karlsson (2009) hittar ingen signifikans i att betestrycket på tall skulle påverkas av antal björkar, men då hade inte björken nått höjder som gjorde att den hade en negativ konkurrenseffekt på tallen. Lavsund (2003) skriver att lyckade, jämna självföryngringar med 4000 stammar eller mer per hektar klarar sig bäst mot älgskador. Att vid en plantering plantera 4000 tallplantor eller fler är ekonomiskt uteslutet och då kanske toppröjning av självföryngrade lövträd i en plantering med färre plantor kan ge en liknande effekt. Karlsson, A, (pers. medd. 2011) visade i en försöksserie med toppröjning på 13 lokaler över landet att toppröjning i blandbestånd (planterad tall och självföryngrad björk) kan minska andelen allvarliga skador; 20 % av huvudstammarna av tall var allvarligt skadade eller döda i oröjda bestånd, vilket var statistiskt signifikant mer än i toppröjda bestånd där endast 5 % var allvarligt skadade eller döda

tre år efter röjning. De toppröjda bestånden skilde sig inte statistiskt signifikant från de konventionellt röjda ytorna där 10 % av huvudstammarna var allvarligt skadade eller döda.

I denna studie fanns det endast en tendens till att behandlingen skulle ha effekt på andelen skadade huvudstammar och toppröjningarna gav heller inte mindre andel skadade huvudstammar (figur 9), vilket visar att toppröjning kanske kan göra större skillnad i blandbestånd (jfr Karlsson, A, pers. medd. 2011). Högst andel skadade huvudstammar fanns i ytorna med behandlingen ”ingen röjning”, där 50 % av huvudstammarna bedömdes vara skadade med konkurrens som den överlägset största anledningen (figur 9). I de andra behandlingarna var inte konkurrensen en lika dominant skadeorsak p.g.a. mindre konkurrens plus mer älgbete (jfr figur 7). Toppröjningarna ger inte heller här ett bättre resultat än den konventionella röjningen. En del mörkborreskadador uppstod då resterande delar av beståndet röjdes, detta registrerades vid inventeringen 2005. Huvudstammarna verkar dock inte ha tagit någon större skada av detta, då bara lindriga mörkborreskadador noterades och inget av de drabbade träden har blivit märkbart sämre efter det.

”Dunnett’s test” visade att höjdskillnaden mellan huvudstammarna mellan de båda toppröjningarna, sammanslagna till en gemensam behandling, och ”ingen röjning” skiljde sig signifikant och ökade för varje inventering (2005, 2007, 2011). Detta syns även på H/D-kvoten där ”ingen röjning” har ett signifikant högre värde än de andra behandlingarna som de får av den högre höjden (samt en lägre diameter). Redan hösten 2003, två tillväxtsåonger efter att behandlingarna utfördes, så var skottlängden signifikant högre hos ”ingen röjning” än vad den var hos ”konventionell röjning” och ”toppröjning 50 %”. Ahnlund Ulvcrona (2011) visar ett liknande resultat att de minsta stammarna som växt i stor konkurrens är högre än stammar, med samma DBH, som växt glesare. Detta kan förklaras av att stammar i större konkurrens ökar allokering till stamtillväxt och minskar allokeringen till barrtillväxt (Nilsson & Gemmel 1993; Oliver & Larson 1996) samt även prioriterar höjdtillväxt framför diametertillväxt (Oliver & Larson 1996). Varmola & Salminen (2004) visar att höjd inte påverkas av röjningsstyrka, men då var det övrehöjd som undersöktes och mätningarna gjordes vid en högre beståndsålder, kanske kommer det jämnas ut sig i även det här försöket. Pettersson m.fl. (2007) skriver att röjningsförbandet normalt inte påverkar höjdtillväxten, att man vid flera undersökningar inte kunnat visa någon mätbar påverkan på höjdtillväxten. Höjdskillnaden, i denna studie, mellan ”konventionell röjning” och ”ingen röjning” var inte statistiskt signifikant 2005, 2007 eller 2011 (figur 3), även om tendensen fanns där 2007 ( $p = 0,075$ ) och trädhöjden var i absoluta tal alltid högre i ”ingen röjning” än i ”konventionell röjning”.

T-testet för två stickprov visade att det inte var någon signifikant skillnad mellan de båda toppröjningarna avseende kvalitetsvariablerna vilket visar att det inte är viktigt att röja på en exakt höjd, i alla fall inte mellan 50 och 70 % av huvudstammarnas medelhöjd. Medelvärdena visar att det varierar vilken av toppröjningarna som har genererat bäst kvalitet i absoluta tal (läs: minst diameter osv.) samtidigt som resultaten alltid är väldigt likartade. Rimligtvis röjer man på den nivån som passar bäst ergonomiskt för röjaren för just det objektet som ska röjas, vilket kan tänkas variera en aning mellan röjare och objekt. I praktiken kan man rent ekonomiskt inte röja på en exakt nivå heller, då det skulle ta för lång tid. Viktigt är dock att det finns levande grenvar kvar för att tallen ska leva vidare – om det är det man önskar. Det kan också tänkas att om man ska röja på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd så kanske det ibland blir så pass högt att argumentet för att toppröjningen ska vara bättre rent ergonomiskt än konventionell röjning försvinner.

Fällman m.fl. (2003) anlade ett liknande försök där de sju år efter röjning (toppröjning på 40 % och 70 % av huvudstammarnas medelhöjd, konventionell röjning och ingen röjning) undersökte stamkvalitet och höjduitveckling i björkbestånd. Fällman m.fl. (2003) visar att toppröjningen resulterade i färre klykor, rakare stammar, högre gräns till grönkrona och mindre diameter av grövsta grenen jämfört med konventionell röjning. Toppröjning på 70 % av huvudstammarnas medelhöjd gav ett bättre resultat än toppröjningen på 40 % av huvudstammarnas medelhöjd. Tall är, precis som björk, ett pionjärträdsdrag som är i stort behov av ljusstillgång och Fällman m.fl. (2003) resultat överensstämmer med den här studien avseende mindre diameter av grövsta gren upp till 2 meters höjd och högre höjd till grönkrongräns i toppröjningen. Precis som i den här studien så visar Fällman m.fl. (2003) att huvudstammarna inte riskerar att bli ikappväxta av de toppröjda röjstammarna. Fällman m.fl. (2003) visar också på ett resultat där huvudstammarna har en väldigt låg mortalitet (< 4 %), vilket också överensstämmer med denna studie.

Då detta bara är ett pilotförsök, med en lokal, så kan man inte dra för stora slutsatser från det här resultatet. Ett försök utspjutt över hela landet skulle vara intressant. Persson (1976) visar att grendiametern vid ett givet planeringsförband blir mindre i norra än i södra Sverige. I södra Sverige med mer bördiga lokaler finns det mer spelrum för skillnader i DBH, grendiameter o.s.v. Samtidigt skulle troligtvis en mer bördig lokal innebära mer inslag av björk och gran vilket inte har varit med i det här försöket plus att resultatet kunnat bli annorlunda då beståndet kommit upp i en högre beståndshöjd. Det skulle också vara intressant att göra en liknande studie i ett planterat bestånd istället för naturligt föryngrat som det här, då kvaliteten vanligtvis blir bättre i naturligt föryngrade bestånd (Agestam m.fl. 1998) samtidigt som planterade bestånd är överlägset vanligast i dagens skogsbruk (Anon. 2011).

Att undersöka älgskador och kvalitet i samma försök är inte optimalt. Älgskadorna påverkar kvaliteten, både positivt och negativt. När älgen betar sidogrenar så påskyndar den kvistrensningen, höjd till grönkrongräns kan bli högre och grövsta gren upp till 2 meters höjd kan bli mindre. Med så pass små ytor som det är i det här försöket och med så pass få stammar är det känsligt för mortalitet eller hård skadeattack. Om stammar dör är det lätt att det inte blir så många stammar kvar för statistisk analys. Större ytor för varje behandling, eller hela bestånd per behandling med mindre ytor i, skulle vara att föredra i försök med älgskador. Med dessa små ytor är det lätt att älgar inte "hittar dit", eller att den lokala effekten blir väldigt stor när väl älgen "hittat" till ytan.

Att inventeringarna har gjorts över en lång tid och, framförallt, med olika inventerare är inte optimalt. Dels kan lite olika teknik ha använts vid mätningar, även om samma direktiv har använts, men framförallt så kan det tänkas att de subjektiva bedömningarna då det gäller skador och dess skadegrad kan skilja lite mellan personlig kunskap och generell bedömning.

Fortsatta studier på mortalitet inom försöket skulle vara av intresse. Även om avdöendet och höjdskillnaden gör att det pekar på att det inte ska behövas göras en till röjning så kan det kanske fastställas om ca 5-10 år. Kvalitetsvariablerna och skadorna är inte i något större behov av att fortsätta studeras. Träden börjar bli så pass höga och grova att risken för att drabbas av större skador har minskat och variabler som t.ex. grendiameter upp till två meters höjd kommer inte visa någon skillnad då grönkrongränsen redan är över två meter i alla behandlingar förutom "konventionell röjning" och då huvudstammarna är runt 20 år så borde juvenilveden sluta producera i nedre delen av stammen. Samtidigt skulle en studie strax före eller efter en första

gallring vara intressant för att se om samma samband fortfarande finns eller om det är större eller mindre skillnad. Det är ju trots allt resultatet i slutändan som spelar roll, inte hur det ser ut nu.

Persson (1976) visar att diameter hos den grövsta grenen på stammens nedre del korrelerar starkt med timmerkvaliteten. Den här studien visar (med Dunnett's test) att man kan minska grendiametern med toppröjning och indikerar att man kan få en bättre kvalitet på huvudstammarna genom att toppröja istället för att röja på konventionellt vis. Då tallen är vårt viktigaste trädslag för produktion av timmer av hög kvalitet (Anon. 2010b) så borde det vara av intresse för skogssverige att utvärdera toppröjning i tallungskog mer och i större utsträckning. Att minska älgbetesskadorna i våra tallungskogar borde också vara av intresse. Glöde m.fl. (2004) visar att man vid föryngring av tallungskog i Sverige, om betestrycket fortsätter på dagens nivåer, får räkna med intäktsförluster på 30-80 miljoner kronor per år jämfört med obetade bestånd. Då åtgärder tidigt i beståndets utveckling har störst betydelse för hur beståndet ska komma att se ut i framtiden (Albrektson & Nilsson 1994), så är det just röjningsfasen som är viktigast att utveckla. Toppröjning kan vara ett första steg mot bättre kvalitet i skogen.

## Referenser

- Agestam, E. Ekö, P-M. & Johansson, U. 1998. Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 204: 1-17.
- Ahnlund Ulvcróna, K., Claesson, S., Sahlén, K. & Lundmark, T. 2007. The effects of timing of pre-commercial thinning and stand density on stem form and branch characteristics of *Pinus sylvestris*. *Forestry* 80(3): 324-335.
- Ahnlund Ulvcróna, K. 2011. Effects of silvicultural treatments in young Scots pine-dominated stands on the potential for early biofuel harvests. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Ecology and Management, Umeå. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, 2011:79: 1-64.
- Ahnlund Ulvcróna, K., Kiljunen, N., Nilsson, U. & Ulvcróna, T. 2011. Tree mortality in *Pinus sylvestris* stands in Sweden after pre-commercial thinning at different densities and thinning heights. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26: 319-328.
- Andersson, B. 1993. Lövträdens inverkan på små tallars (*Pinus sylvestris*) överlevnad, höjd och diameter. SLU, Institutionen för skogsskötsel, Umeå. Rapport 36: 1-36.
- Anon. 2000. Skogencyklopedin. Sveriges skogsvårdsförbund, Stockholm. 567 s.
- Anon. 2010a. Kompendium i virkesmätning – Del IV – Mätning av barrsågtimmer. VMR. 34 s.
- Anon. 2010b. Skogsstatistisk årsbok 2010 – Sveriges officiella statistik. Skogsstyrelsen, Jönköping. 385 s.
- Anon. 2011. Skogsstatistisk årsbok 2011 – Sveriges officiella statistik. Skogsstyrelsen, Jönköping. 386 s.
- Danell, K., Huss-Danell, K. & Bergström, R. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. *Ecology* 66(6): 1207-1216.
- Fahlvik, N, Ekö, P-M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 243-251.
- Fällman, K., Ligné, D., Karlsson, A. & Albrektson, A. 2003. Stem quality and height development in a *Betula*-dominated stand seven years after precommercial thinning at different stump heights. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 145-154.
- Glöde, D., Bergström, R. & Pettersson, F. 2004. Intäktsförluster på grund av älgbetning av tall i Sverige. Skogforsk, Uppsala. Arbetsrapport 570: 1-30.
- Hallsby, G. 2007. Nya Tidars Skog – Skogsskötsel för ökad tillväxt. LRF Skogsägarna, Stockholm. 223 s.

- Husqvarna. 2011. Husqvarna, produkter, 535FBx. [Online] Tillgänglig: <http://www.husqvarna.com/se/forest/products/forestry-clearing-saws/535fbx/> [2011-09-15]
- Huuri, O., Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. Skogsforskningsinstitutet, Helsingfors. Folia forestalia 685: 1-48. (Skriven på finska med engelsk sammanfattning)
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1981.Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Skogsstyrelsen, Jönköping. 124 s.
- Jäghagen, K. & Sandström, J. 1994. Alla tiders skog – Skogsskötsel för mångfald. Skogsägarnas Riksförbund, Stockholm. 197 s.
- Karlsson, A. & Albrektson, A. 2000. Røj på en högre nivå! Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Faktaskog 9: 1-4.
- Karlsson, N. 2009. Älgbete och skogsskador på beståndsnivå. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. Examensarbeten, 2009(13): 1-34.
- Lavsund, S. 2003. Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. Skogforsk, Uppsala. Resultat nr 6: 1-4.
- Lavsund, S. 2004. Forskare slår fast samband mellan älgtäthet och skador på tallungskogar. Balans 2004(1): 12-15.
- Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of silviculture, Umeå. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria 331: 1-46.
- Ligné, D., Nordfjell, T. & Karlsson, A. 2005. New techniques for pre-commercial thinning – time consumption and tree damage parameters. International Journal of Forest Engineering, 16(2): 89-99.
- Löyttyniemi, K. 1985. On repeated browsing of Scots pine saplings by moose (*Alces alces*). Silva Fennica, 19(4): 387-391.
- Mäkinen, H. 1999. Effect of stand density on radial growth of branches of Scots pine in southern and central Finland. Canadian Journal of Forest Research 29: 1216-1224.
- Nikula, A., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Hyppönen, M., & Mäkitalo, K. 2008. Modelling the factors predisposing Scots pine to moose damage in artificially regenerated sapling stands in Finnish Lapland. Silva Fennica 42(4): 587-603.
- Nilsson, U. & Albrektson, A. 1994. Growth and self-thinning in two young Scots pine stands planted at different initial densities. Forest Ecology and Management 68: 209-215.
- Nilsson, U. & Gemmel, P. 1993. Changes in growth and allocation of growth in young *Pinus sylvestris* and *Picea abies* due to competition. Scandinavian Journal of Forest Research 8: 213-222.

- Oliver, C. D. & Larson B. C. 1996. Forest Stand Dynamics. 2:a upplagan. McGraw-Hill, New York. 520 s.
- Persson, A. 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Stockholm. Nr 42: 1-122.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Stockholm. Nr 45: 1-152.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Stockholm. Nr 23: 1-205.
- Pettersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutveckling i tallungskog. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse nr 4: 1-28.
- Pettersson, N. 1992. Inverkan av planteringsförbandet på volym och struktur i tall- och granbestånd. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Garpenberg. Rapport 30: 1-58.
- Pettersson, N. Fahlvik, N & Karlsson, A. 2007. Skogsskötselserien nr. 6 – Røjning. Skogsstyrelsen, Jönköping. 66 s.
- Ruha, T. & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated *Scots pine* stands in northern Finland. *Silva Fennica*, 31(4): 401-415.
- Ryan, B. F. & Joiner, B. L. 2001. Minitab Handbook. Duxbury Press, Belmont. 464 s.
- Tham, Å. 1983. Behandling av lövträd i barrträdsföryngringar. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Garpenberg. Rapport 158: 1-48.
- Thernström, P-O. 1982. Några resultat från sex röjningsförsök med røjning i tallungskog vid olika beståndsålder. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Umeå. Examensarbete i ämnet skogsskötsel nr. 3: 1-69.
- Thörnqvist, T. & Kyrkjeide, P. A. 1991. Ungdomsved – En vedkvalitetsfaktor att räkna med. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Skogsfakta nr. 15: 1-4.
- Valinger, E., Lundqvist, L. & Brandel, G. 1994. Wind and snow damage in a thinning and fertilisation experiment in *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 129-134.
- Varmola, M. & Salminen, H. 2004. Timing and intensity of precommercial thinning in *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 142-151.
- Wahlgren, A. 1914. Skogsskötsel: handledning vid uppdragande, vård och föryngring av skog. P. A. Norstedt & söner, Stockholm. 728 s.
- Zar, H. J. 1999. Biostocastical Analysis. Fourth edition. Prentice-Hall, New Jersey. 663 s.



## **Muntlig referens**

Karlsson, Anders. 2011. Forskare, SLU. 901 83 Umeå. Muntlig kommunikation. 2012-01-11.

## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2011:2 Författare: John Halvarsson  
Varglav (*Letharia vulpina*) – en skogshistorisk analys vid Grundagssätern i Norra Dalarna
- 2011:3 Författare: Martin Ahlström  
Bielite. En utvärdering av alternativa skötselmetoder i fjällnära granskog – struktur, inväxning och volymtillväxt
- 2011:4 Författare: Anna-Karin Marklund  
Variation i temperaturresponns ( $Q_{10}$ ) vid nedbrytning av biopolymerer
- 2011:5 Författare: Josefin Lundberg  
Var finns rehabiliteringsskogen? Hur preferens och upplevelse av skogsmiljö kan användas för att återfinna rehabiliteringsskogen på landskapsnivå
- 2011:6 Författare: Fredrik Hedlund  
Dimensionsaverkningens inverkan på natur och kulturvärden i fjällnära naturskog – en jämförelse av två områden inom Harrejaur naturreservat i Norrbotten
- 2011:7 Författare: Linda Nilsson  
Skogar med höga sociala värden inom Sundsvalls kommun – olika intressenters attityd till den tätortsnära skogen och dess skötsel
- 2011:8 Författare: Charlotte Naucélér  
Kan urskog vara kulturlandskap? – En tvärvetenskaplig studie av kulturspår och naturvärden i Eggelatsområdet
- 2011:9 Författare: Anton Larsson  
Val av markbehandlingsmetod inom Sveaskogs innehav i norra Sverige
- 2011:10 Författare: Hanna Lundin  
Lika oriktigt, som det är att ensidigt hålla på blädning lika förnuftsvidrigt är det att endast vilja förordna trakthuggning” – Tidiga kalhyggen i Norrland
- 2011:11 Författare: Ida Karlsson  
Brunnsröjning med kedjeröjsåg – effekter på kvarvarande bestånd
- 2011:12 Författare: Elsa Järvholm  
Högskärmor och kalhyggesfritt skogsbruk på bördig mark i Medelpad
- 2011:13 Författare: Susanne Wiik  
Kalkbarrskogar i Jämtland – vad karakteriserar de områden där kalkberoende mykorrhizasvampar förekommer?
- 2011:14 Författare: Andreas Nilsson  
Krymper barrmassaved vid lagring? – En fallstudie i SCA:s Tövasystem
- 2011:15 Författare: Steve Fahlgren  
Kärnvedsbildning i tall (*Pinus sylvestris* L.) – Startålder samt årlig tillväxt i Västerbotten
- 2011:16 Författare: Kerstin Frid  
Kan hamlingen fortleva som tradition? – en studie över hamlingens historia och framtid i Bråbygden med omnejd
- 
- 2012:1 Författare: Liisa Sars  
Röjningsformens effekt på den yttre kvalitén hos björkstammar när beståndet närmar sig första gallring

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)