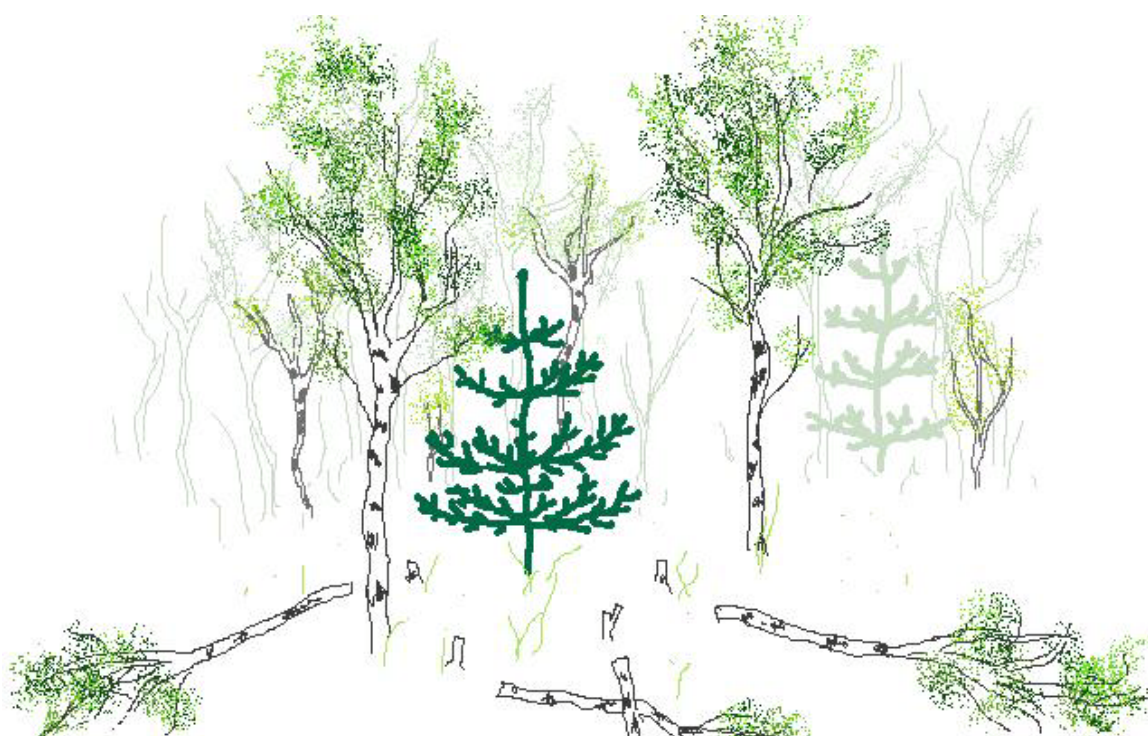


Brunnsröjning med kedjeröjsåg – effekter på kvarvarande bestånd

Point cleaning with a brush saw with chain – effects on remaining stand



Ida Karlsson



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2011:11

Brunnsröjning med kedjeröjsåg – effekter på kvarvarande bestånd

Point cleaning with a brush saw with chain – effects on remaining stand

Ida Karlsson

Nyckelord / Keywords:

Björk, gran, inväxning, konkurrens, skador, stubbskott, vertikalröjning /
*Birch, competition, damage, lateral growth, precommercial thinning, Norway spruce, sprout,
vertical cleaning*

ISSN 1654-1898

Umeå 2011

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*
Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*
Skogligt magisterprogram/Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*
Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*
EX0481, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level A1E*

Handledare / *Supervisor:* Anders Karlsson
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*
Examinator / *Examiner:* Göran Hallsby
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 examensarbete är resultatet av en termins studier på jägmästarprogrammet. Arbetet är en del av ett större projekt där Södra Skogsägarna testar ny röjningsteknik och olika röjningsformer för att försöka effektivisera röjningsarbetet.

Tack till

Bengt-Åke Alriksson för smittande entusiasm inom röjningsämnet och för röjning av alla försöksytor.

Göran Örlander för lördagsexkursion och för att du är en inspirationskälla.

Jakob Gunnarsson, Ulf Nilsson och Rasmus Lindgren för all hjälp med inmätningarna.

Marc Karlsson för hjälp med inmätningarna och hjälp med diverse krånglande datorer och kortslutningar.

Institutionen för Sydsvensk skogshushållning, SLU för att jag fått ta del av era data.

Sören Holm för hjälp med statistiska modeller.

Mina fantastiska handledare Anders Karlsson och Johan Frisk. Bättre handledare kan man inte ha.

Umeå 2011-02-25

Ida Karlsson

Sammanfattning

Vintrarna 2005 och 2007 drabbades södra Sverige av stormarna Gudrun och Per. Konsekvenserna blev förödande framförallt för skogsbruket. Redan före stormarna fanns det mycket stora arealer ungskog i behov av röjning i Sverige. En av anledningarna till att svenska skogsägare hamnat efter med röjningen var att röjningsplikten i skogsvårdslagen avskaffades år 1994. Sex år efter Gudrunstormen är tiden snart inne för förstaröjning av många av de gamla stormhyggena.

Teknikutvecklingen för motormanuell röjning de sista femtio åren har varit blygsam och röjningsingreppet tenderar att utföras allt senare. Det har lett till att röjningskostnaden står för en ökande andel av skogsbrukets totala kostnader. Ett problem som ofta uppstår vid röjning av lövträd är att de röjda stubbarna skjuter stubb- och rotskott. De nya skotten har ofta stark växtkraft och kan på bara några år återigen konkurrera med huvudplantorna och ge upphov till ett förnyat röjningsbehov. Under några års tid har utveckling skett av en kedjeröjsåg med svärd och kedja istället för klinga. Sågen öppnar upp för röjningsformer som kräver mer precision som t.ex. brunnsröjning, där endast de träd som står närmast huvudplantan kapas.

Under sommarhalvåret 2010 gjordes inmätningar av ett blocklagt röjningsförsök i Kronobergs län som anlagts tidigare på våren samma år. Utöver det gjordes även en mindre surveystudie över bestånd som brunnsröjts och totalröjts i Kronobergs och Jönköpings län mellan 2007-2009. Syftet med studien var att utifrån olika synvinklar, beskriva konkurrenssituationen mellan gran (*Picea abies*) och lövträd efter brunns- och totalröjning.

I blockförsöket fanns fyra försöksled som brunnsröjdes: två olika brunnsradier med resp. utan vertikalröjning, d.v.s. kapning av sidogrenar på oröjda bistammar; ett som totalröjdes; och ett som lämnades som oröjd kontroll. I surveystudien ingick sex stycken brunnsröjda och två stycken totalröjda bestånd.

Direkt efter röjning av blockförsöket hade knappt hälften av alla granar en skada som var yngre än ett år gammal. Den vanligaste skadeorsaken var viltbetning vilket förmodades bero på brist på övrigt foder. I studien fanns det ingenting som tydde på att andelen stubbar med minst en levande gren eller ett stubbskott varken efter en, två eller tre vegetationsperioder påverkas av om beståndet brunnsröjts eller totalröjts. Inväxning mot granen från oröjda bistammar sker främst ovanför den punkt där granens toppskott befinner sig under de första vegetationsperioderna efter röjning. Även om granarna två till tre år efter röjning i mycket liten utsträckning får piskskador finns en överhängande risk att skadeandelen kommer att öka de närmsta åren. När det gäller vertikalröjning kunde konstateras att när endast några få grenar kapas och toppskottet inte påverkas, skjuter trädet sällan stubbskott.

Brunnsröjning kräver i dessa försök att beståndet röjs minst en gång till före gallring. Den genomförda brunnsröjningsstudien är endast en liten del av ett större röjningsprojekt som syftar till att täcka in såväl biologiska som ekonomiska aspekter för brunnsröjning och totalröjning fram till förstagallring. Vilket alternativ som bör väljas beror på totalkostnaden och hur granarnas tillväxt och skadefrekvens påverkats av röjningsregimen. Ytterligare prestations- och konkurrensstudier krävs alltså för att få fram den röjningsregim som är mest fördelaktig på bördiga friska och fuktiga granmarker i södra Sverige.

Nyckelord: björk, gran, inväxning, konkurrens, skador, stubbskott, vertikalröjning

Summary

In the winters of 2005 and 2007 southern Sweden was hit by two storms, named Gudrun and Per. The consequences were devastating, especially for the forestry sector. Even before the storms, there were large areas in an urgent need of precommercial thinning (pct) in Sweden. One of the reasons to why that situation had occurred was that the imperative to perform pct in young stands was removed from the Swedish Forestry Act in 1994. Six years after the first storm there is soon time for pct of the storm damaged areas, which mainly have been regenerated with planted Norway spruce (*Picea abies*) and naturally regenerated broadleaves.

Technical development of motor- manual tools for pct has been very modest the last fifty years and pct operations tend to be performed later than before. Consequently, the pct costs account for an increasing proportion of the total forest management cost. A problem that often occurs after pct of broad leaved species, is sprouting from the stumps. The shoots often show strong vitality and can in a few years compete with the main stems and give rise to a renewed need of pct. During the last years, a new brush saw with a chain instead of the traditional blade has been developed. The new technique opens up for pct forms that require more precision, like for example point cleaning, where only the trees close to the main stems are cut.

During the summer 2010, a pct study in the county of Kronoberg, Sweden was carried out. In addition, a small survey study on point cleaned and traditionally cleaned stands (2007-2009) in the counties of Kronoberg and Jönköping was performed. The aim of the studies was to describe the competition between Norway spruce and broad leaved trees after point cleaning and traditional pct. The first study was arranged according to a nested block design where four different point cleaning treatments were used: two various radii from the main stem, with or without vertical cleaning, i.e. cutting of side branches on uncut secondary stems; one conventional pct; and no treatment (control). The survey study included six point cleaned stands and two conventionally cleaned stands.

Directly after the pct in the block study, about half of all the spruces had a damage that had occurred during the last year. The most common damage was browsing from wildlife, which may depend on shortage of other fodder. In this study, there was no indication that the proportion of stumps with at least one living branch or sprout after one, two or three growing seasons is affected by if the stand is point cleaned or conventionally cleaned. Lateral growth from uncut broadleaves towards the spruce, is during the first growing seasons after pct mainly taking place above the spruce's leader. Even if only a small proportion of the spruces, two or three years after pct had whipping damage, there is an impending risk that the damage rate will increase in coming years. The vertically cleaned broadleaved trees seldom showed any sprouts when only a few branches were cut and the tree top was not affected.

Point cleaning, in these kinds of stands requires at least one more pct before commercial thinning. This study is part of a larger project, which aims to cover both biological and financial aspects of point cleaning and conventional pct until the time comes for commercial thinning. Which pct regime is most advantageous will depend on the total pct cost and how the spruces increment and proportion of damaged trees is affected by the regime. Additional performance and competition studies are needed to find out which pct regime is the most beneficial for spruce stands on mesic soils in southern Sweden.

Key words: birch, competition, damage, lateral growth, precommercial thinning, Norway spruce, sprout, vertical cleaning.

Innehållsförteckning

Förord	1
Sammanfattning	2
Summary	3
Innehållsförteckning	4
Inledning	5
Bakgrund	5
Syfte	8
Material och metoder	9
2010 års försöksutläggning	9
2007- 2009 års försöksutläggning	13
Resultat	15
2010 års försöksutläggning	15
<i>Skador på granarna</i>	15
<i>Avstånd till närmsta lövträd vid markytan</i>	15
<i>Avstånd till närmsta lövträdsgren</i>	16
<i>Röjstubbar och stubbskott</i>	19
<i>Vertikalröjda träd</i>	20
2007- 2009 års försöksutläggning	22
<i>Allmänna resultat</i>	22
<i>Avstånd till närmsta lövträd vid markytan</i>	23
<i>Avstånd till närmsta lövträdsgren eller stubbskott</i>	24
<i>Röjstubbar och stubbskott</i>	26
Diskussion	27
Konkurrens och inväxning	27
Stubbskottskjutning	28
Vertikalröjning	30
Betesskador på gran	30
Kritik över försöksupplägg.....	31
Framtiden för brunnsröjda bestånd	31
Slutsats	33
Referenslista	34
Litteraturförteckning	34
Elektroniska dokument.....	36
Personlig kommunikation	36

Inledning

Bakgrund

Från sekelskiftet och fram till 1940-talet var det absolut vanligaste sättet att bruka skogen i Sverige blädningsbruk (Bäckström 1984), där återkommande gallringar gjorde att marken aldrig lämnades helt kal (Anon 2000). Under 40-talet ställde skogsbruket om till trakthyggesbruk (Bäckström 1984) med målet att skapa större, likåldriga bestånd för ett rationellare brukande (Anon 2000). Ett problem som uppstod till följd av det nya skogsbrukssättet var den stora mängden naturligt föryngrade lövträd i unga barrbestånd (Bäckström 1984). Kemiska bekämpningsmedel mot lövsly togs i storskaligt bruk under 50-talet och användningen kulminerade i slutet på 60-talet och början på 70-talet p.g.a. en växande opinion mot användandet av herbicider i skogsbruket (Bäckström 1984). Statliga granskningar och tillfälliga förbud mot kemikalier under 70-talet ledde fram till att det 1983 stiftades en lag som förbjöd lövträdsbekämpning med herbicider. Skogsvårdsstyrelsen hade dock rätt att bevilja undantag från förbudet i de områden som kommunerna inte ansåg hade stor betydelse för friluftslivet, naturvården, lokalbefolkningens trivsel eller annat kommunalt intresse (Bäckström 1984).

På 50-talet, samtidigt som herbicidanvändandet var på kraftig frammarsch, introducerades en motormanuell röjsåg på den svenska marknaden (Anon 1988). Röjsågen visade sig vara mycket effektiv i jämförelse med de manuella röjyxor och andra röjverktyg som tidigare använts för mekanisk röjning (Callin 1957).

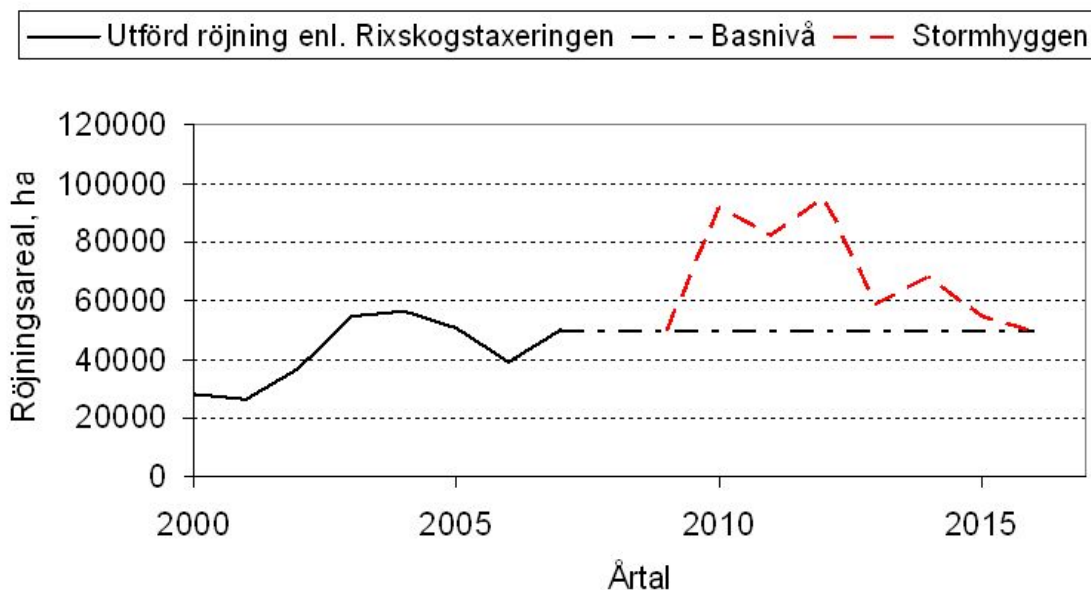
De många tillfälliga kemikalieförbuden under 70-talet hade en negativ påverkan på röjningsaktiviteten i landet (Bäckström 1984). För att få bukt med det s.k. ”röjningsberget”, som byggts upp p.g.a. låg röjningsaktivitet, innehöll 1979 års skogsvårdslag tvingande regler om röjning (Anon 1979). Periodvis betalade staten också ut bidrag för att stimulera skogsägare att röja mer (Holmberg 2002). Farhågor om en framtida personalbrist och stigande lönekostnader inom skogsvården resulterade i de första ansträngningarna att uppfinna röjningsmaskiner som komplement till motormanuell röjning (Berg m. fl. 1973). År 1994 gjordes en omfattande omarbetning av 1979 års skogsvårdslag. För skogsvårdens del innebar det en stor förändring eftersom röjningsplikten avskaffades helt (Anon 1993 jfr. Anon 1979). Resultatet blev att arealerna ungskog som förblev oröjda återigen ökade och begreppet röjningsberg aktualiserades igen (Anon 2002). För att motverka utvecklingen intensifierades försöken att mekanisera röjningsarbetet. Personalbristen blev dock ett mindre problem än väntat och de framtagna röjningsmaskinerna visade dålig lönsamhet vilket ledde till att röjningsmaskinerna aldrig fick någon riktig genomslagskraft. I slutet på 90-talet fanns i princip inga röjningsmaskiner i praktisk drift i Sverige (Glöde & Bergkvist 2003).

I januari 2005 drog ovädret Gudrun in över södra Sverige. Konsekvenserna blev förödande framförallt för skogsbruket. En summering gav att volymer, motsvarande en hel årsavverkning i Sverige, blåst ned över en natt. Mellan 110 000-130 000 ha skog var så svårt skadad att skyldighet att anlägga ny skog uppstod (Anon 2006). Två år senare, i januari 2007, drabbades södra Sverige av en ny storm som fick namnet Per. Den nedblåsta virkesvolymen var ungefär en sjättedel av den volym som föll under Gudrunstormen (Anon 2007). I Småland kring Ljungby, Alvesta och Växjö blev knappt 20 % av skogsmarksarealen hyggen mellan 2004-2008 till följd av framförallt stormrelaterade, men även ordinarie avverkningar. Det motsvarar ungefär 20 års normal slutavverkningsareal (Anon 2010a). Många av skogsägarföreningen

Södras medlemmar drabbades hårt av stormarna. På medlemsmarker blev ungefär 160 000 ha hyggen under 2004- 2008 (Örlander 2010 pers. kom.). Sex år efter den första stormen närmar sig många av stormhyggena tidpunkten för förstaröjning. Dessa nya röjningsarealer kommer att adderas till det befintliga röjningsberget och utgöra en stor uppgift för skogsägare, skogsarbetare och tjänstemän (Figur 1). Ett misslyckande i att öka röjningsaktiviteten i de sydsvenska skogarna under det kommande decenniet kommer med stor sannolikhet att resultera i ett ökat antal konfliktbestånd, negativa netton i många förstagallringar och en större lövträdsinblandning i de ungskogar som så småningom skall försörja en industri uppbyggd för i huvudsak barrsortiment (Örlander 2010 pers. kom.).

Sveriges absolut vanligaste lövträd är vårtbjörk och glasbjörk (*Betula pendula* & *Betula pubescens*) som står för 12,3% av det totala virkesförrådet (Anon 2009). Studeras enbart diameterklassen 0-149 mm pb är björken dubbelt så vanlig. Det näst vanligaste lövträdet är asp (*Populus tremula*) som utgör 1,7 % av det totala virkesförrådet (Anon 2009). Björken producerar många små frön som sprids med vinden (Almgren 1990). Frögroningen gynnas av fuktiga förhållanden och blottad mineraljord. Fröspridningen är mycket effektiv och en avsevärd mängd frö kan påträffas så långt som 100 m från fröträdet (Almgren 1990). Björken är en pionjärart som tidigt bygger upp en stor bladmassa vilket gör att den är snabbväxande i ungdomsåren och ofta växer ifrån granen (*Picea abies*) som inte är lika snabb med att bygga upp sin barmassa. I gengäld kan granen bygga upp en mycket stor barmassa vilket gör att den senare under omloppstiden växer bättre än björken (jfr. Cannell 1989). Om björken tillåts växa fritt i en barrplantering finns en överhängande risk att den hämmar barrträdens utveckling genom att undertrycka eller ge dem mekaniska piskskador (Wahlgren 1922). Walfridsson (1976) konstaterade i sina ungskogsförsök att där lövslyet var som allra tätast (50-60 m² ha⁻¹) var granens relativa diameter endast 28 % jämfört med där lövsly saknades helt. Den relativa höjden på samma ytor gick ned till 37 %.

Röjning, skattning av behov efter stormarna, Götaland, alla markägare

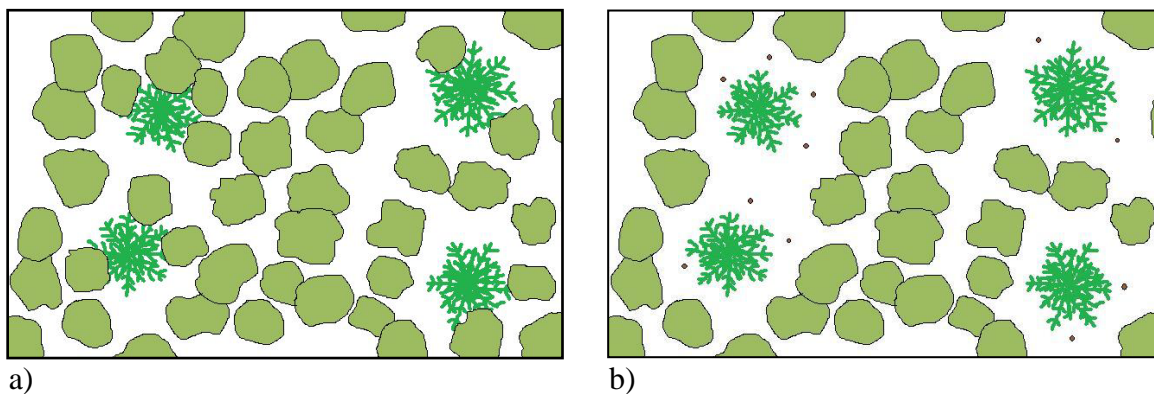


Figur 1. Utförd röjning i Götaland i början på 2000- talet samt skattat röjningsbehov efter stormarna Gudrun och Per (Örlander 2010 pers. kom.).

När stammen på ett lövträd kapas reagerar trädet ofta med att skjuta adventivskott d.v.s. skott från andra delar av trädet än skottspetsar och bladveck (Anon 2000). Björkens adventivskott utvecklas i regel från sovande knoppar på stubben och benämns ofta stubbskott (Andersson & Björkdahl 1984). Mängden stubbskott som lövträden skjuter efter röjning varierar mycket mellan olika lokaler (Haveraaen 1963). Under sommarmånaderna har träden mer av sin totala näring i ovanjordsdelen jämfört med övriga året. Det gör att röjning under sommarmånaderna ofta genererar färre stubbar med stubbskott än röjning vid andra tidpunkter (Haveraaen 1963). Studier har också visat att mängden fotosyntetiskt ljus som träffar stubben påverkar stubbskottskjutningen. De stubbar som exponeras för 100 % av dagsljuset har större total stubbskott- och bladtorrvikt än de stubbar som exponeras för mindre andel av dagsljuset (Johansson 1991). När stammen kapats blir trädets rotsystem oproportionerligt stort i förhållande till ovanjordsdelen, vilket leder till att stubbskottens höjdtillväxt i regel är större än normal skotttillväxt för oröjda stammar (Andersson 1993, Anon 2000). Bara några få år efter röjningsingreppet kan stubbskotten konkurrera mer med barrträden än vad de frösådda björkarna gjorde före röjningen (Haveraaen 1963).

Brunnsröjning eller punktröjning brukar den röjningsform benämnas där endast de träd som står närmast huvudplantan röjs bort (Figur 2). Röjningsformen är en första åtgärd och bör åtföljas av ytterligare röjningar innan det slutliga produktionsförbandet uppnås (Anon 2000). Brunnsröjning kan vara en lämplig röjningsform där det finns stor risk för att stubbskotten fort börjar konkurrera och utgöra en skaderisk för huvudplantorna (Anon 2000). De lövträd som kvarlämnas efter röjningen kan fungera som frostskydd på frostlänta marker. De kan också dämpa ljusinstrålningen på röstubbarna och därmed hämma stubbskottsbildningen (Andersson 1984). Ett sätt att skapa mer utrymme och ljus åt huvudplantan utan att kapa alla närstående träd, är att kapa av de överskärmande trädens sidogrenar (Wahlgren 1922).

En jämförelse mellan motormanuell röjning idag och för femtio år sedan visar inte på några större skillnader. Den största olikheten återfinns när det gäller de ergonomiska aspekterna där röjsågen blivit betydligt lättare och innehåller teknik som minskar vibrationerna. Även klingans och selens utseende har förändrats för att effektivisera och underlätta arbetet (Ligné 2004). Den viktigaste faktorn för produktiviteten i röjningsarbetet är stamantalet (Bergstrand m fl. 1986). År 2004 kunde Ligné se en trend att röjningsåtgärder utförs allt senare samt att antalet stammar som kvarlämnas efter röjning ökat under sista halvan av 90-talet. Nämda trend i kombination med röjningens blygsamma teknikutveckling gör att röjningskostnaden står för en ökande andel av skogsbrukets totala kostnader (Ligné 2004).



Figur 2. a) Oröjd ungskog med granar och lövträd (sedd ovanifrån). b) Brunnsröjd ungskog där träden närmast huvudplantorna röjts bort (sedd ovanifrån).

Ligné (2004) undersökte olika typer av ny röjningsteknik, däribland två Husqvarnatillverkade röjsågsprototyper med svärd och kedja istället för klinga. Sågarna var designade för att kapa träden i midjehöjd genom så kallad toppröjning (jfr. Karlsson & Albrektsson 2000). En av kedjeröjsågarna visade liknande prestationsresultat som en traditionell klingröjsåg medan den andra sågen visade sämre resultat p.g.a. ett stort styre. Båda kedjeröjsågarna gav mindre skador på de kvarvarande stammarna än den traditionella klingröjsågen (Ligné 2004). Kedjeröjsågen har fortsatt att utvecklas och serietillverkas numera av Husqvarna. Motorn har flyttats från höften till en sele på röjarens rygg. Kedjesågen drivs via en böjbar fjäderaxel vilket gör det möjligt för röjaren att vertikalröja (kapa sidogrenar på träden) samt att välja kaphöjd på de stammar som röjs bort (Anon 2010b). Enligt Alriksson (2011 pers. kom.) vertikalröjs normalt grenar från midjehöjd upp till 2-2,5 m höjd i bestånd där huvudstammarnas medelhöjd är 1,5 m.

Med kommande röjningar av stormhyggen och redan befintligt röjningsberg på medlemsmark i åtanke, startade Södra skogsägarna 2007 ett röjningsprojekt som syftade till att utvärdera olika röjningsformer och kedjeröjsågen i praktisk drift. Mellan 2007 och 2010 anlades ett antal försök på Södras egna fastigheter i Kronobergs län för att få erfarenhet av olika röjningsformer och möjlighet att jämföra röjningsresultat mellan kedjeröjsåg och klingröjsåg (Frisk 2010 pers. kom.).

Syfte

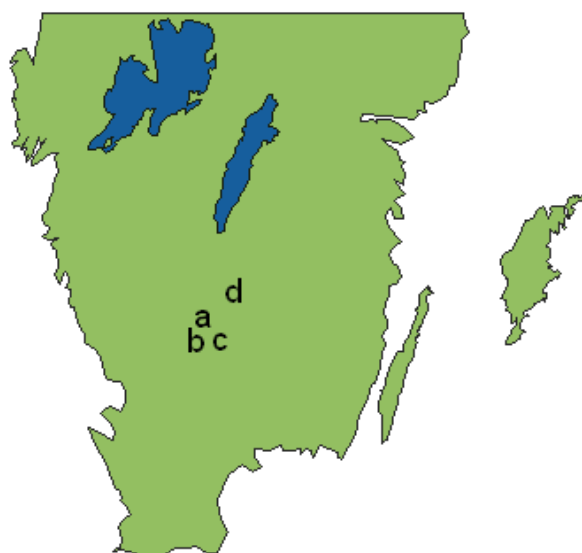
Examensarbetet syftar till att:

- i) Beskriva konkurrenssituationen mellan gran och lövträd direkt efter brunnsröjning och totalröjning,
- ii) efter brunnsröjning, jämföra igenväxning vid olika brunnsstorlekar med avseende på röstammars stubbskottskjutning och oröjda bistammars inväxning,
- iii) jämföra brunnsröjning med totalröjning med avseende på röstammars stubbskottskjutning,
- iv) jämföra igenväxning efter brunnsröjning med eller utan vertikalröjning, med avseende på röstammars stubbskottskjutning och oröjda bistammars inväxning,
- v) beskriva de vertikalröjda trädens reaktion på röjningsingreppet.

Material och metoder

2010 års försöksutläggning

Våren 2010 anlades ett röjningsförsök i Dörarp, Kronobergs län (Figur 3). Försöket bestod av fyra block med vardera sex parceller. Parcellerna hade en area på ca 0,1 ha med en sidlängd som varierade mellan 20 och 50 m. Fyra av de sex parcellerna i varje block brunnsröjdes, en parcell totalröjdes och den sista lämnades som oröjd kontroll (Tabell 1). I block 2 och 3 lottades samtliga sex försöksled ut medan i block 1 och 4 lottades alla försöksled utom oröjd kontroll ut. De oröjda kontrollparcellerna lades ut i efterhand. Block 3 och 4 var belägna i samma bestånd medan övriga två block återfanns i två olika närliggande bestånd. Block 2 och 3 röjdes i början på april månad 2010 strax före lövsprickning och Block 1 och 4 röjdes i slutet på maj månad efter lövsprickning samma år. Röjningstidpunkterna betraktades som två olika röjningssäsonger- före och efter lövsprickning. Röjaren valde ut røjstammarna efter en visuell bedömning.



Figur 3. Lokaler för olika försök a) 2010 års försöksutläggning, Dörarp. b) 2007-2009 års försöksutläggning, Dörarp. c) 2007-2009 års försöksutläggning, Yxkullund. d) 2007-2009 års försöksutläggning, Svensbygd.

Tabell 1. Försöksled för 2010 års röjningsförsök

Försöksled	Röjningsform	Brunnsradie (m)	Vertikalröjning*	Röjsåg
B5	Brunnsröjning	0,5	Nej	Kedjeröjsåg
B5V	Brunnsröjning	0,5	Ja	Kedjeröjsåg
B75	Brunnsröjning	0,75	Nej	Kedjeröjsåg
B75V	Brunnsröjning	0,75	Ja	Kedjeröjsåg
TO	Totalröjning	-	-	Klingröjsåg
KO	Oröjd kontroll	-	-	-

* Vid vertikalröjning utfördes en kapning av sidogrenar på överskärmande björkar.

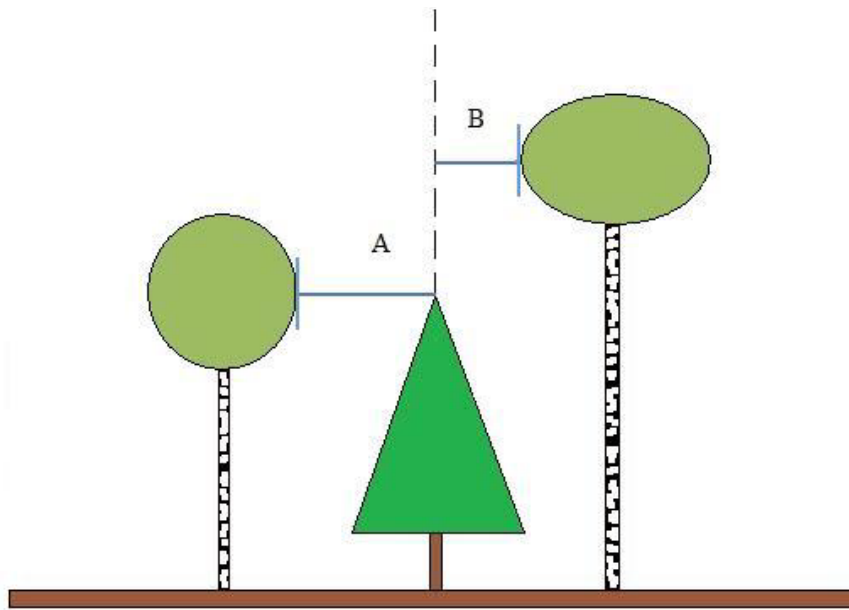
Försöket var beläget på frisk-fuktig moränmark utan rörligt markvatten. Ståndortsindex var G31 för block 1 och 2 och G29 för block 3 och 4 (jfr. Hägglund & Lundmark 1987). Uppgifter om ståndortsindex härstammade från äldre mätningar av tidigare bestånd. Granarna planterades våren 2004. Efter röjning våren 2010 var grantätheten mellan 943- 2633 st ha⁻¹ i parcellerna. Granarnas medelhöjd varierade mellan 69-196 cm i parcellerna. Björktätheten inom 1 meters radie från granarna var efter röjning mellan 0- 25583 st ha⁻¹.

Efter röjningarna gjordes en systematisk utläggning av fyra fasta cirkelprovytor per parcell. Provyternas radie var 4,5 m och inom provytorna mättes samtliga granar. Granarnas höjd våren 2010 mättes med måttband eller tumstock (cm). Notering gjordes om granens högsta punkt utgjordes av ett sidoskott eller toppskott. För skador på granarna som bedömdes ha uppkommit för mindre än ett år sedan angavs skadeorsaken i klasserna frost, vilt (älg, rådjur, hare, sork o.s.v.), vegetationskonkurrens och okänd skada. Avstånd från granen till de fyra närmsta träden mättes med måttband. Övriga träd inom en meters radie från provgranen räknades.

För varje provyta slumpades ett gradtal mellan 0 och 400 grader samt ett avstånd mellan 0 och 4,5 m fram. Med provytecenrum som utgångspunkt mättes den lottade punkten ut med hjälp av kompass och måttband. Den gran inom provytan som stod närmast punkten blev provgran och därmed centrum för fortsatta mätningar. Den första inventeringen utfördes under första halvan av juni 2010 och återinventeringen gjordes under de första två veckorna i september samma år.

Kring varje provgran i försöksled B5, B5V, B75, B75V och TO lottades två provstubbar fram. Gradtal mellan 0 och 400 grader slumpades fram. I försöksled B5 och B5V slumpades avstånd mellan 0 och 0,5 m och i försöksled B75, B75V och TO slumpades avstånd mellan 0 och 0,75 m fram. Med provgranen som utgångspunkt mättes den lottade punkten ut med hjälp av kompass och måttband. Den stubbe som fanns närmast punkten och var inom en meters radie från granen blev provstubbe. Proceduren upprepades med nya slumpantal för att lotta ut en andra stubbe. När det fanns två stubbar eller färre inom en meters radie från provgranen ströks slumpförfarandet. Vid första inventeringstillfället mättes stubbens höjd (cm) med måttband och antalet levande grenar på stubben räknades. Den gren som utgjorde stubbens högsta punkt ovan mark lokaliserades. Mätning gjordes med måttband från markytan till grenens spets (cm). Vid återinventeringen separerades inte data för stubbskott och grenar. Antalet levande grenar eller stubbskott räknades och stubbens högsta punkt mättes igen med skillnaden att den på hösten kunde vara endera ett stubbskott eller en levande gren. I senare medelvärdesberäkningar utelämnades stubbar utan levande gren eller stubbskott.

För att utvärdera röjningen med avseende på konkurrens och befintlig eller framtida skaderisk mättes med måttband avståndet mellan provgranens toppskott och närmsta lövträds gren i horisontell riktning (dm) (Figur 4). Vid första inventeringen (juni 2010) mättes avståndet till högsta punkten på granens toppskott våren 2010 och vid återinventeringen (september 2010) till högsta punkten på granens toppskott hösten 2010. Avståndet benämndes Grenavstånd A. En imaginär vertikal linje ämnad att bilda referens för framtida höjdtillväxt drogs som en förlängning av granens toppskott. Mot denna linje mättes med måttband avståndet till närmsta lövträds gren (dm) (Figur 4). Avståndet benämndes Grenavstånd B. Mätningen genomfördes på samma sätt vid båda inventeringstillfällena.



Figur 4. A är avståndet från granens toppskott till närmsta lövträdsgren i horisontell riktning. B är avståndet till närmsta lövträdsgren mot den imaginära linje som bildar referens för granens framtida höjdtillväxt.

I försöksled B5V och B75V kapade röjaren sidogrenar på oröjda bistammar kring granarna, s.k. vertikalröjning. Höjd över mark, vid stammen, på den högsta vertikalröjda grenen mättes med måttband (cm). Höjd över mark på lägsta ej vertikalröjda gren som hade en sådan riktning och höjd att den kan komma att påverka granen, mättes med måttband (cm). Vid återinventeringen noterades om trädet på märkbart sätt reagerat på vertikalröjningen genom att t.ex. skjuta stubbskott eller skjuta nya skott på kapade grenar. Eftersom få provgranar i försöksled B5V och B75V hade vertikalröjda träd inom en meters radie, lottades fler provgranar ut på provytan. Lottningsförfarandet var detsamma som för tidigare provgranar. Vid tilläggsprovgranarna mättes endast vertikalröjda träd enligt samma mättningsförfarande som ovan. Totalt studerades 45 vertikalröjda björkar. Beräkningar gjordes över differensen mellan höjden på högsta vertikalröjda gren och granhöjden. För att skapa prognoser över förhållandet mellan granhöjd och högsta vertikalröjda gren de kommande åren användes 2009 års tillväxt som referens. Höjdtillväxten antogs öka med 15 % för varje år. De granar som av någon anledning inte hade någon höjdtillväxt 2009 antogs sakna det även påföljande år för att simulera kommande toppskottsskador i beståndet.

Vid varje provgran bedömdes markfuktighet enligt klassningen torr, frisk, fuktig eller blöt mark (Hägglund & Lundmark 1987). Fem procent av provytorna bedömdes som fuktiga och övriga bedömdes som friska.

De röjsågar som användes under försöket var Husqvarnas kedjeröjsåg modell 535 FBx med 15" svärd samt Husqvarnas klingröjsåg modell 345 Fxt med 225 mm röjklinga (Figur 5).



a)



b)

Figur 5. a) Husqvarnas kedjeröjsåg modell 535 FBx. b) Husqvarnas klingröjsåg modell 345 Fxt. (Bilderna använda med tillstånd av Husqvarna AB 2010)

Aritmetiska medelvärden för beroende variabler beräknades först för varje enskild parcell och sedan för samtliga parceller. Variansanalyser och Tukey's test för parvisa jämförelser gjordes i statistikprogrammet Minitab. Som beroende variabel användes antal stubbskott, höjd till stubbens högsta punkt, avstånd till närmsta björk för granar med minst en björk inom 1 m vid markytan, grenavstånd A, grenavstånd B och höjd på røjstubbbar. Vid analyserna användes en modell anpassad efter hierarkisk försöksdesign (Modell 1). Variansanalyser gjordes även med granhöjd och grantäthet som beroende variabel för att utesluta att det fanns statistiskt signifikanta skillnader mellan försöksleden. Dessa tester visade emellertid inte på några skillnader mellan försöksleden.

I de fall där det fanns en misstanke om att signifikanta skillnader mellan försöksleden berodde på andra faktorer än behandlingen, testades en modell med kovariat (Modell 2). Då analysen med kovariat gav högre förklaringsgrad samtidigt som kovariatens p-värde var lågt ($p < 0,05$)

antogs att kovariaten hade betydelse för resultatet. I variansanalysen betraktades $p < 0,05$ som signifikanta resultat och $0,05 < p < 0,10$ ansågs visa på en tendens.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \gamma_{j(i)} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \gamma_{j(i)} + \lambda * x_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad (2)$$

Där Y_{ijk} = beroende variabel, μ = populationsmedelvärde, α = fast säsongseffekt, β = fast behandlingseffekt, $\alpha\beta$ = fast samspelseffekt, γ = slumpmässig blockeffekt, λ = kovariatens koefficient, x = kovariatens värde, ε = slumpfel, i = antal röjningssäsonger, j = antal block och k = antal försöksled.

2007- 2009 års försöksutläggning

Under 2007, 2008 och 2009 anlades brunnsröjningsförsök i Dörarp och Yxkullund i Kronobergs län samt Svensbygd i Jönköpings län (Figur 3). Utläggningen gjordes inte i block utan större ytor röjdes i syfte att få mer erfarenhet av kedjeröjsågen och brunnsröjning. Två av bestånden innehöll även områden som totalröjdes med klingröjsåg. En surveystudie gjordes år 2010 där sex stycken bestånd inventerades under slutet av augusti och början på september (Tabell 2).

Bestånden 1B-5B samt 1T låg i relativt flack terräng medan 6B och 6T låg längs en sluttning. 1B och 5B planterades 2001. 2B, 6B och 6T planterades 2002 och 3B och 4B planterades 2003. Den aritmetiska granmedelhöjden för bestånden varierade mellan 178 cm för 2B och 391 cm för 5B. Uppgifter om ståndortsindex härstammade från äldre mätningar av tidigare bestånd.

Vid röjningen lämnades vissa delar av bestånden oröjda eftersom röjaren ansåg att inget lövröjningsbehov förelåg eller att lövträden redan hade ett så stort försprång framför granarna att en senare skärmröjning var att föredra framför en brunnsröjning (Alriksson 2010 pers.kom.). I bestånden lades provytor ut systematiskt. Förbandet var kvadratisk och varierade med beståndsarealen. De provytor som hamnade i oröjda delar av bestånden och direkt avvikande platser som t.ex. i krondiken och på berghällar utgick ur inventeringen. Antalet provytor per bestånd varierade mellan 5 st för 1T och 21 st för 4B.

Tabell 2. Röjningsförfarande och ståndortsindex i 2007, 2008 och 2009 års försöksbestånd

Bestånd	Röjningsform	Brunnsradie (m)	Röjningstidpunkt	Röjsåg	SI
1B	Brunnsröjning	0,50	Nov 2007	Kedjeröjsåg	G31
2B	Brunnsröjning	0,50	Mars 2009	Kedjeröjsåg	G32
3B	Brunnsröjning	0,70	Mars 2009	Kedjeröjsåg	G32
4B	Brunnsröjning	0,70	Mars 2009	Kedjeröjsåg	G32
5B	Brunnsröjning	1,00	Mars 2009	Kedjeröjsåg	G33
6B	Brunnsröjning	0,50	Jan 2008	Kedjeröjsåg	G30
1T	Totalröjning	-	Nov 2007	Klingröjsåg	G31
6T	Totalröjning	-	Jan 2008	Klingröjsåg	G30

Den gran som stod närmast provytecentrum blev provgran. Skadeorsak på granarna bedömdes på samma sätt som vid inventeringen av 2010 års ytor. Avstånd från granen till de fyra närmsta träden mättes med måttband. Övriga träd inom en meters radie från provgranen räknades.

Kring varje provgran lottades två provstubbar fram. Graddtal mellan 0 och 400 grader slumpades fram. Beroende på vad röjaren använt för riktvärde på brunnsstorleken slumpades avstånd mellan 0 och röjarens riktvärde (Tabell 2). I totalröjda bestånd slumpades avstånd mellan 0 och 100 cm. Lokaliseringen av provstubbarna skedde på samma sätt som vid inventeringen av 2010 års ytor. Stubbens höjd (cm) mättes med måttband. Vid inventeringen separerades inte data för stubbskott och grenar. Antalet döda och levande stubbskott/grenar per stubbe räknades. Det stubbskott eller den levande gren som utgjorde stubbens högsta punkt lokaliserades. Mätning gjordes med måttband från markytan till stubbskottets eller grenens spets (cm) och notering gjordes om den var levande eller död.

Mätning av grenavstånd A och B skedde på liknande vis som vid inventeringen av 2010 års ytor (Figur 4). Mätningen gjordes endast en gång och grenavstånd A och B kunde även vara mot ett stubbskott istället för en lövträds gren om det utgjorde närmsta punkten från granens toppskott. Vid varje provgran bedömdes markfuktighet enligt klassningen torr, frisk, fuktig eller blöt mark (Hägglund & Lundmark 1987).

Aritmetiska medelvärden för antalet stubbskott per stubbe, höjd på stubbens högsta punkt, avstånd till närmsta björk för granar med minst en björk inom 1 m vid markytan, grenavstånd A, grenavstånd B och höjd på röjstubbar beräknades för varje bestånd.

Resultat

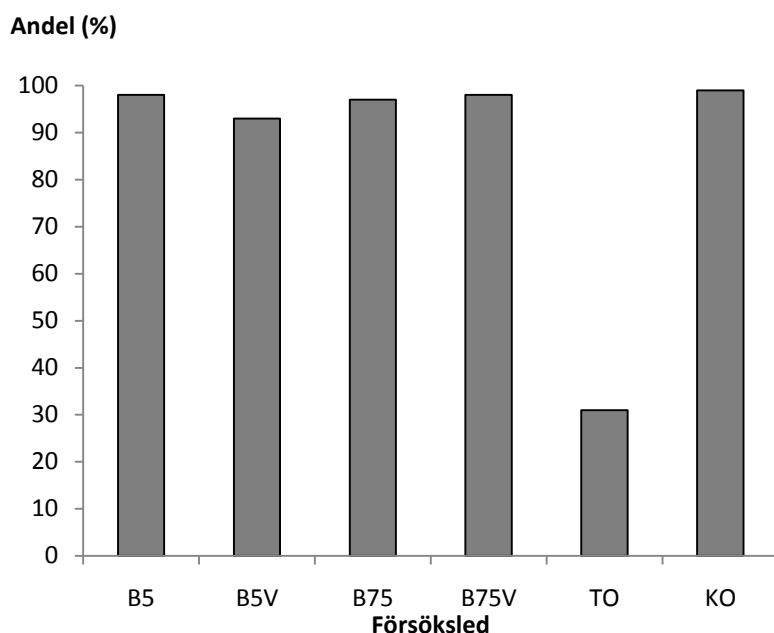
2010 års försöksutläggning

Skador på granarna

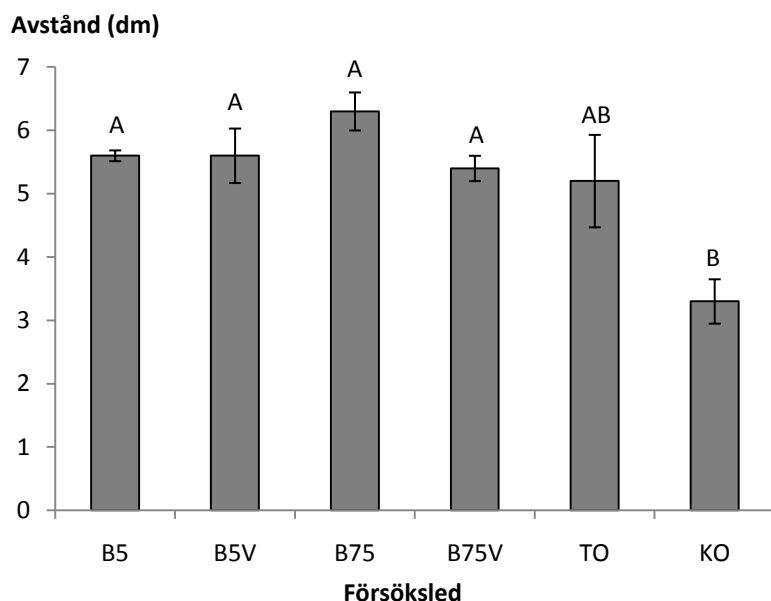
Direkt efter röjningen hade 41 % av granarna ett sidoskott som högsta skott. Knappt hälften av granarna (48 %) hade minst en skada som bedömdes vara mindre än ett år gammal. Vid försöksanläggningen var viltbetning den vanligast förekommande skadeorsaken (36 %), följt av frost (33 %), okänd skada (19 %) och vegetationskonkurrens (11 %). Högst andel skadade granar återfanns i försöksled KO (61 %) vilket kan jämföras med B5V som hade lägst skadefrekvens (34 %) efter vårinventeringen.

Avstånd till närmsta lövträd vid markytan

TO hade lägst andel granar som vid markytan hade minst ett lövträd/planta inom en meters radie (Figur 6). För granar med lövträd/planta inom 1 m radie beräknades ett genomsnittligt avstånd till närmsta björk. Det fanns en signifikant skillnad mellan försöksleden ($p = 0,002$). KO visade sig ha det kortaste genomsnittliga avståndet (Figur 7).



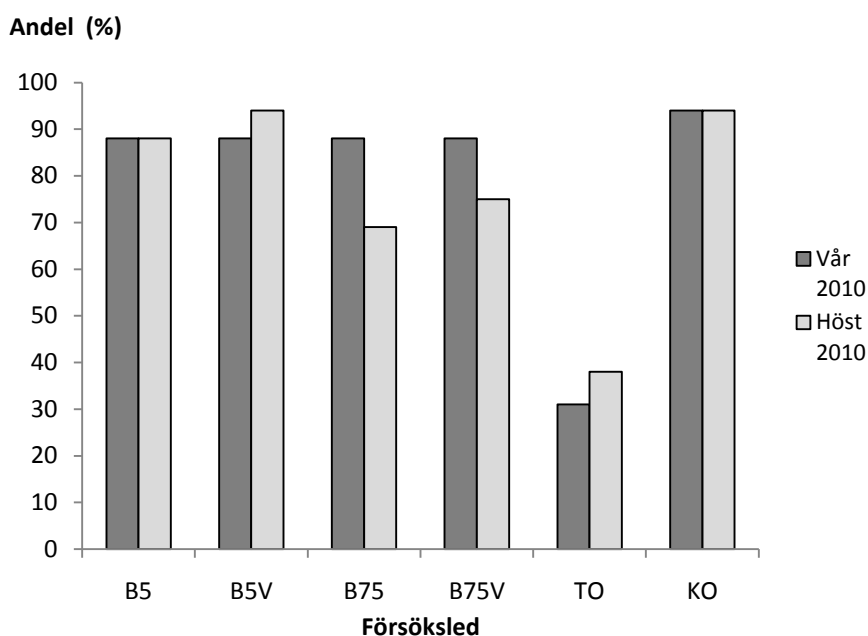
Figur 6. Andel granar (%) med minst ett öröjt lövträd/planta inom 1 m från granen vid markytan. Försöksled B5, B5V, B75 och B75V brunnsröjdes med kedjeröjsåg. I B5 och B5V röjdes alla lövträd inom en radie på 0,5 m från granplantan bort och i B75 och B75V var radien istället 0,75 m. I B5V och B75V kapades sidogrenar på öröjda bistammar kring granarna, s.k. vertikalröjning. Försöksled TO totalröjdes med klingröjsåg och KO lämnades som öröjd kontroll.



Figur 7. Genomsnittligt avstånd (dm, \pm medelfel) mellan gran och närmsta lövträd/planta beräknat för de granar som hade minst ett lövträd/planta inom 1 m vid markytan. För förklaringar till förkortningar se Figur 6. Olika versaler i diagrammet indikerar signifikanta skillnader enligt Tukey´s test för parvisa jämförelser ($\alpha = 0,05$).

Avstånd till närmsta lövträdsgren

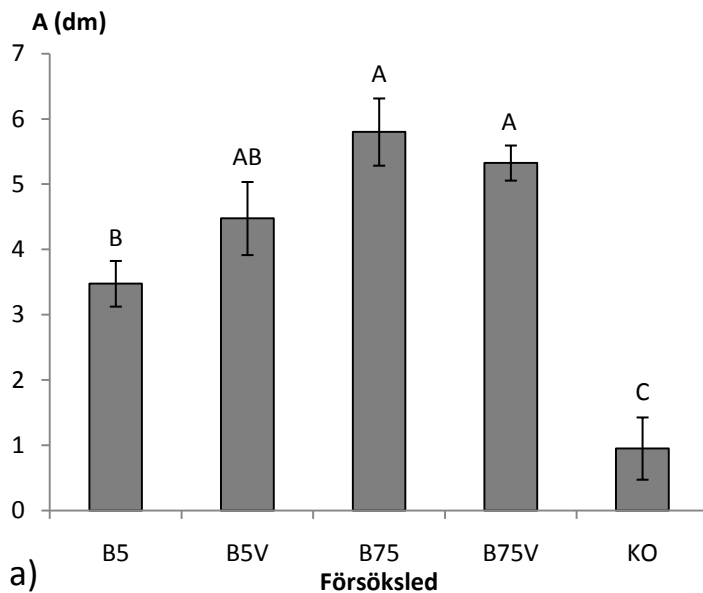
Andelen granar med minst en lövträdsgren inom en meter från granens toppskott var lägst för TO där andelen var 31 % på våren och 38 % på hösten (Figur 8). I KO hade 94 % av granarnas toppskott minst en gren inom 1 m vid både vår- och höstinventeringen.



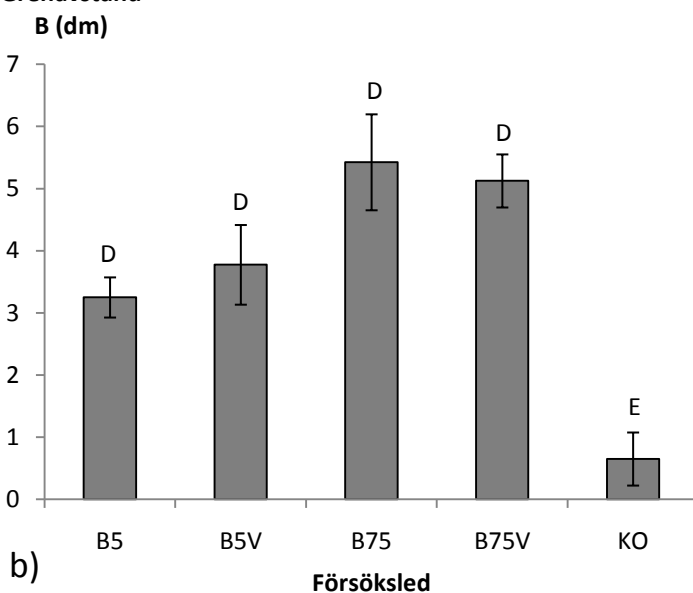
Figur 8. Andel av granarna (%) som hade ett lövträd inom 1 m från högsta punkten på granens toppskott i horisontell riktning. För förklaringar till förkortningar se Figur 6.

Eftersom endast en liten del av granarna i TO på våren hade minst en gren inom 1 m från toppskottet, var underlaget för litet för att försöksledet skulle kunna ingå i en analys av grenavstånd A och B. Avstånden jämfördes därför för övriga fem försöksled. För grenavstånd A fanns det en signifikant skillnad ($p < 0,000$) mellan försöksleden. KO hade det kortaste grenavståndet A och B75 hade det längsta (Figur 9a). En jämförelse av grenavstånd B visade att det fanns en signifikant skillnad ($p = 0,001$) mellan de fem försöksleden på våren. KO hade kortare grenavstånd B än de brunnsröjda försöksleden (Figur 9b). Grenavstånd B var i genomsnitt 8 % kortare än grenavstånd A beräknat för försöksleden B5, B5V, B75 och B75V.

Grenavstånd

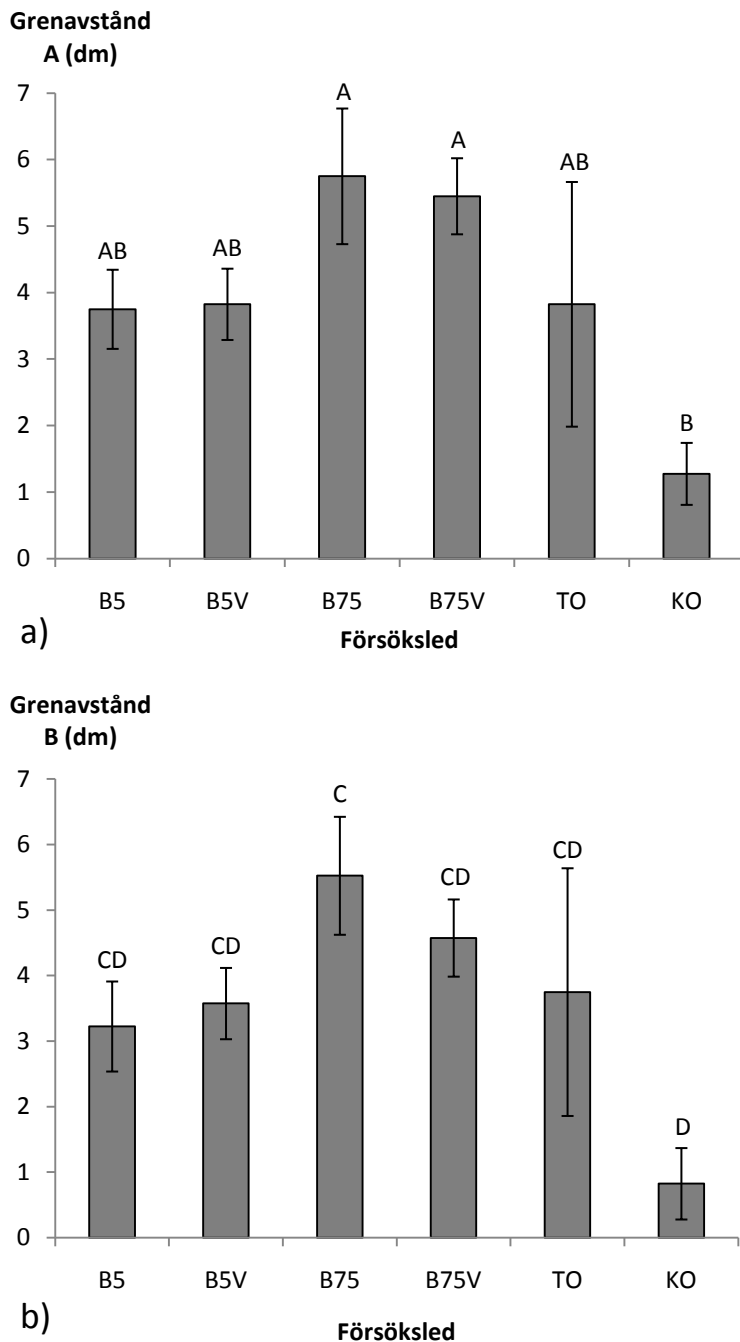


Grenavstånd



Figur 9. a) Genomsnittligt avstånd (dm, \pm medelfel) mellan granens toppskott och närmsta lövträdsgren i horisontell riktning våren 2010 (Grenavstånd A). b) Genomsnittligt avstånd (dm, \pm medelfel) mellan en imaginär vertikal linje ämnad att bilda referens för granens framtida höjdtillväxt och närmsta lövträdsgren i horisontell riktning våren 2010 (Grenavstånd B). För förklaringar till förkortningar se Figur 6. Olika versaler i respektive diagram indikerar signifikanta skillnader enligt Tukey's test för parvisa jämförelser ($\alpha = 0,05$).

På hösten kunde grenavstånd A och B för samtliga försöksled jämföras. Vid mätning av grenavstånd A på hösten fanns det en tendens ($p = 0,068$) att försöksleden kunde skiljas från varandra (Figur 10a). B75 och B75V hade de högsta medelvärdena och KO det lägsta. En jämförelse av grenavstånd B resulterade i en tendens ($p = 0,079$) till skillnad mellan försöksleden. B75 hade längst grenavstånd B med medelvärde på 5,5 dm vilket kan jämföras med KO som hade det kortaste medelvärdet på 0,8 dm (Figur 10b). Grenavstånd B var i genomsnitt 10 % kortare än grenavstånd A beräknat för försöksled B5, B5V, B75 och B75V.

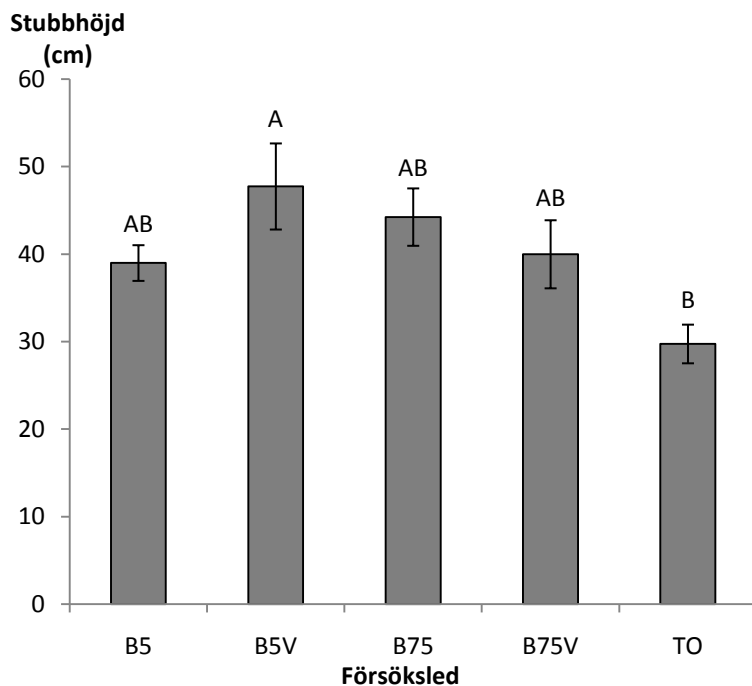


Figur 10. a) Genomsnittligt avstånd (dm, \pm medelfel) mellan närmsta lövträdsgren och granens toppskott i horisontell riktning hösten 2010 (Grenavstånd A). b) Genomsnittligt avstånd (dm, \pm medelfel) mellan en imaginär vertikal linje ämnad att bilda referens för granens framtida höjdtillväxt och närmsta lövträdsgren i horisontell riktning (Grenavstånd B). För förklaringar till förkortningar se Figur 6. Olika versaler i respektive diagram indikerar signifikanta skillnader enligt Tukey's test för parvisa jämförelser ($\alpha = 0,10$).

Röjstubbar och stubbskott

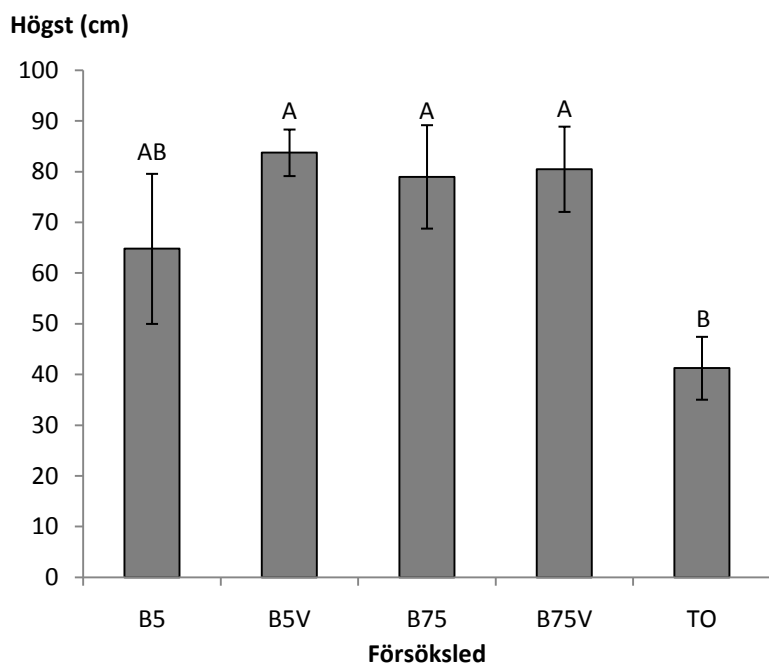
På våren hade 73 % av alla undersökta stubbar minst en levande gren och på hösten hade 94 % minst en levande gren eller stubbskott. Det fanns ingen signifikant skillnad i antal levande grenar/stubbskott per stubbe för de olika försöksleden varken på våren ($p = 0,679$) eller på hösten ($p = 0,963$). På våren varierade medelvärdena från 2,25 st stubbe⁻¹ för B5 och TO till 3,5 st stubbe⁻¹ i B75. På hösten varierade medelvärdena från 6,25 st stubbe⁻¹ för B5 och B75 till 6,75 st stubbe⁻¹ i B5V och TO.

Det fanns en tendens ($p = 0,08$) att behandlingen påverkade röjstubbshöjden. TO hade lägst genomsnittshöjd och B5V hade högst med 30 respektive 48 cm (Figur 11).



Figur 11. Höjd på röjstubbar (cm, \pm medelfel). För förklaringar till förkortningar se Figur 6. Olika versaler i diagrammet indikerar signifikanta skillnader enligt Tukey's test för parvisa jämförelser ($\alpha = 0,10$).

Vid jämförelse av stubbens högsta punkt ovan mark på våren konstaterades att behandlingen hade en signifikant ($p = 0,019$) effekt. TO hade det lägsta genomsnittliga värdet och B5V det högsta (Figur 12). Stubbhöjden användes som kovariat i analysen för att förklara skillnaderna mellan försöksleden. P-värdet för kovariatet ($p = 0,316$) visade inte på någon signifikans och förklaringsgraden ökade från 83 % till 86 %.



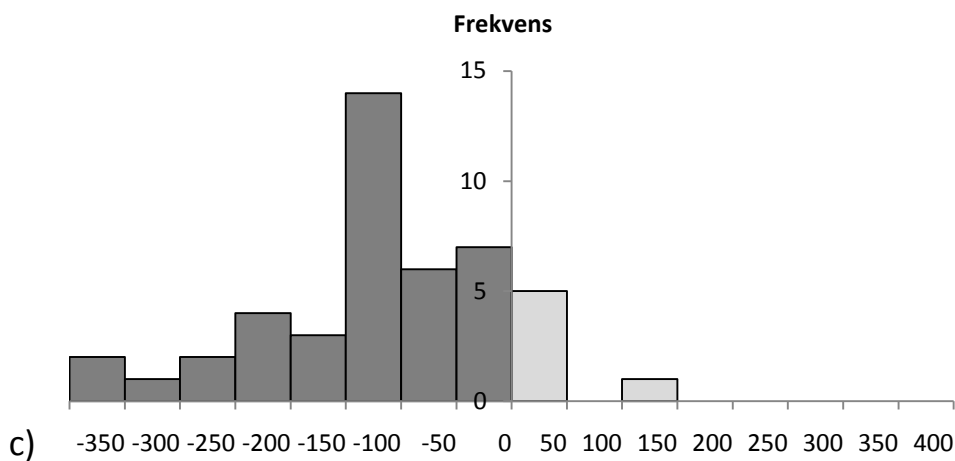
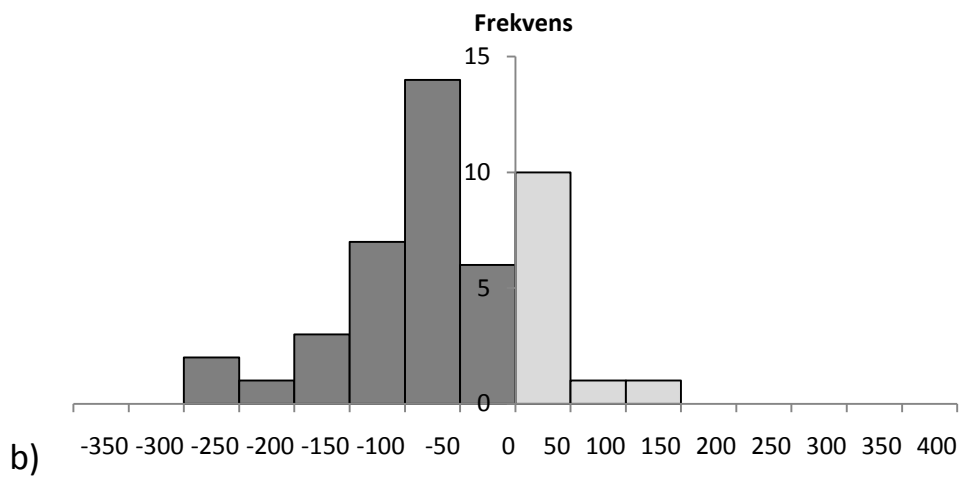
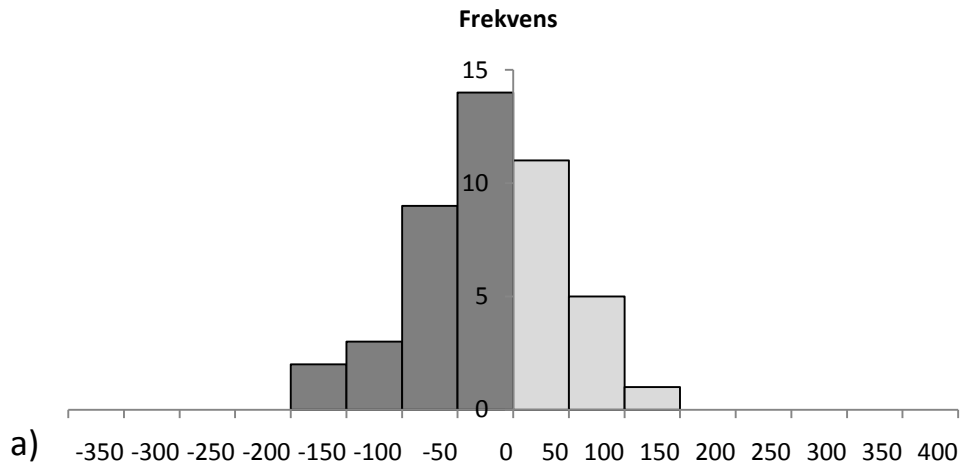
Figur 12. Högst ovan mark på våren (cm, \pm medelfel). För förklaringar till förkortningar se Figur 6. Olika versaler i diagrammet indikerar signifikanta skillnader enligt Tukey's test för parvisa jämförelser ($\alpha = 0,05$).

På hösten fanns det en tendens ($p = 0,081$) att behandlingen påverkade stubbens högsta punkt. När stubbens högsta punkt på våren användes som kovariat i analysen försvann försöksledets tendens ($p = 0,472$) och kovariaten visade på signifikant ($p < 0,000$) betydelse. Förklaringsgraden ökade från 79 % till 97 %. B5V och B75V hade i genomsnitt det högsta värdet på högsta punkten med 102 cm och TO hade det lägsta värdet på 72 cm.

Vertikalröjda träd

Den aritmetiska granmedelhöjden, i de brunnar som studerades med avseende på vertikalröjning, var 148 cm och den högsta av dessa granar var 295 cm. Den högsta vertikalröjda grenen på björkarna var i 62 % av fallen lägre än granens toppskott direkt efter röjningen våren 2010 (Figur 13a). Minst 85 % av dessa björkar hade grenar på högre höjd med en sådan riktning att de kan komma att påverka granens toppskott. Enligt prognosen för våren 2011 skulle 73 % av de vertikalröjda träden ha en högsta vertikalröjd gren som är lägre än granhöjden (Figur 13b). En prognos för våren 2012 gav resultatet 87 % (Figur 13c).

Vid återinventeringen noterades om trädet på märkbart sätt reagerat på vertikalröjningen. Ett av dem hade skjutit ett stubbskott efter röjningen. På 18 % av björkarna kunde ingen synbar reaktion observeras. 69 % av träden sköt färska skott som var kortare än 5 cm och 13 % sköt skott som var längre än 5 cm från de vertikalröjda grenarna.



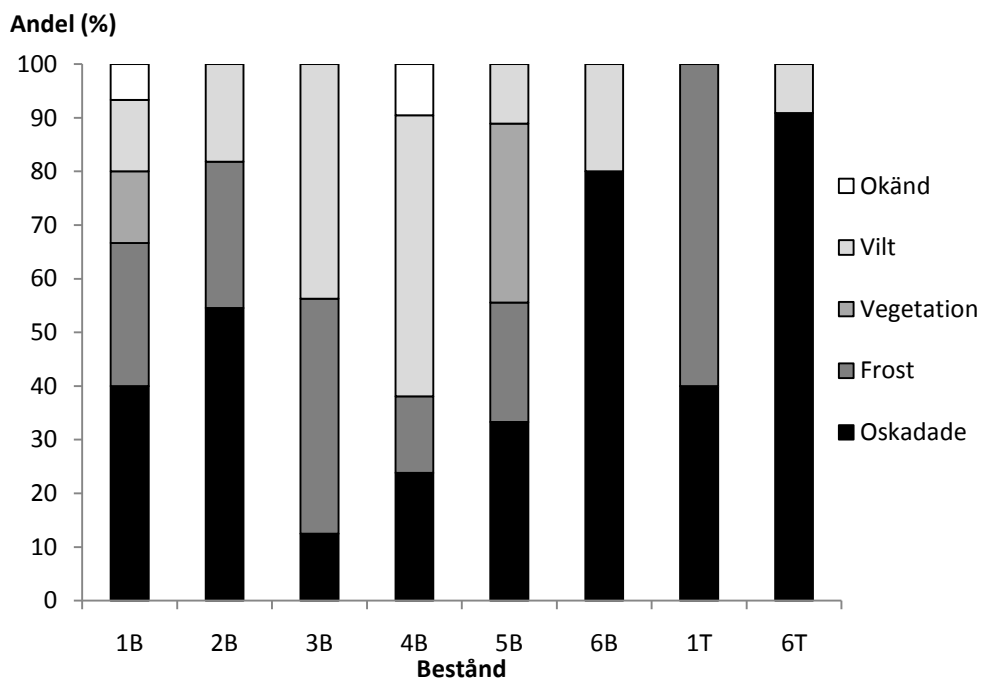
Figur 13. Differensen mellan höjden på högsta vertikälröjda gren hos björk inom 1 m från granen och granens höjd angivet i klasser om 50 cm. a) Utgångsläget direkt efter röjning våren 2010. b) Prognostiserad fördelning för våren 2011. c) Prognostiserad fördelning för våren 2012.

2007- 2009 års försöksutläggning

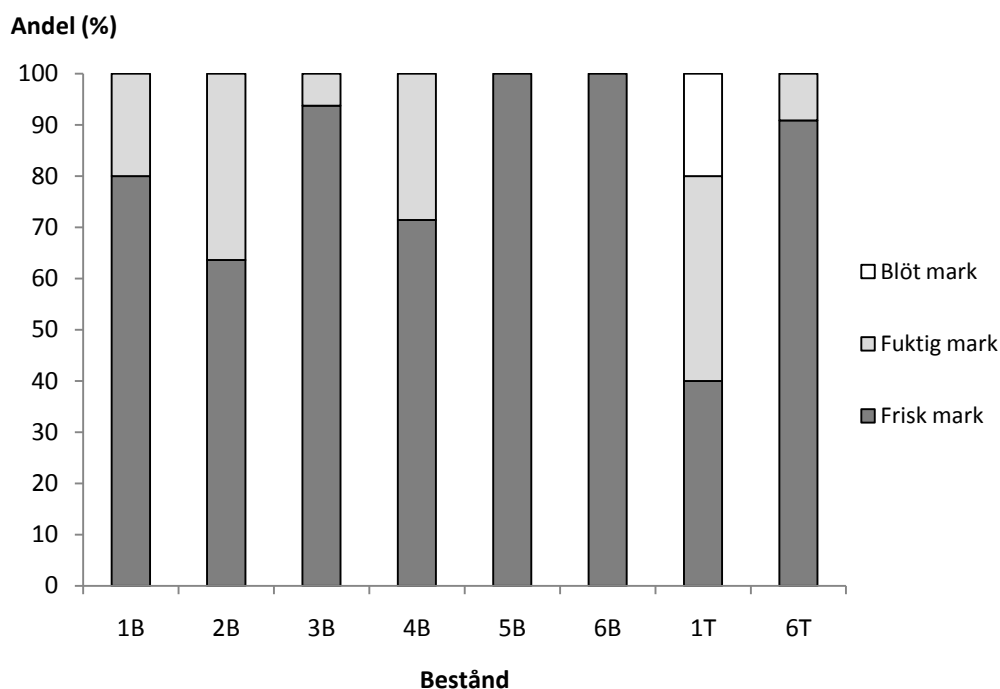
Allmänna resultat

Andelen granar som hade minst en skada som bedömdes vara mindre än ett år gammal varierade mycket mellan bestånden. Lägst skadefrekvens hade 6T med 9 % och högst hade 3B med 88 %. Frost och viltbetning var de vanligast förekommande skadeorsakerna (Figur 14).

Den mest frekvent förekommande markfuktighetsklassen var frisk mark. I 6 av de 8 bestånden fanns utöver frisk mark även provytor som bedömdes som fuktiga. 1T var det fuktigaste beståndet som även innehöll blöta partier (Figur 15).



Figur 14. Andel färska skador och skadeorsak på granarna (%). 1B-6B brunsröjdes med kedjeröjsåg och 1T samt 6T totalröjdes med klingröjsåg. För bestånden 1B, 6B, 1T och 6T hade tre vegetationsperioder passerat mellan röjnings- och inmätningstillfället. För övriga bestånd hade två vegetationsperioder passerat. I bestånden 1B, 2B och 6B röjdes alla lövträd inom 0,5 m radie bort. I 3B och 4B var radie 0,7 m och i 5B var den 1 m.



Figur 15. Markfuktighetsklassning (%) för bestånden i klasserna torr, frisk, fuktig och blöt mark enligt Hägglund & Lundmark (1987). För förklaringar till förkortningar se Figur 14.

Avstånd till närmsta lövträd vid markytan

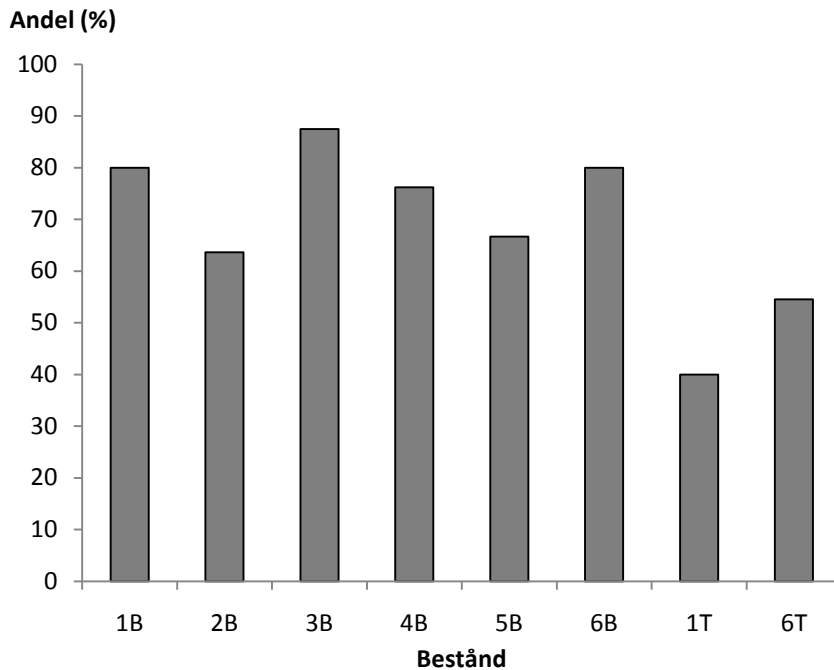
Andelen granar som vid markytan hade minst ett lövträd/planta inom 1 m radie varierade mellan 78 och 100 %. Lägst andel hade 5B och högst hade 1B, 3B och 4B (Tabell 3). Medelavståndet till närmsta lövträd beräknades för de granar som hade ett lövträd inom 1 m radie. Längst avstånd hade 5B och kortast 1T med 6,2 dm respektive 3,4 dm (Tabell 3).

Tabell 3. Andelen granar (%) som vid markytan hade minst ett lövträd/planta inom en meters radie. Genomsnittligt avstånd (dm, \pm standardavvikelse) mellan gran och närmsta lövträd beräknat för de granar som hade minst ett lövträd inom 1 m vid markytan. För förklaringar till förkortningar se Figur 14

Bestånd	Andel (%)	Avstånd (dm, \pm standardavvikelse)
1B	100	3,8 \pm 2,7
2B	91	3,7 \pm 2,8
3B	100	4,9 \pm 2,1
4B	100	3,6 \pm 2,6
5B	78	6,2 \pm 2,4
6B	80	4,5 \pm 2,3
1T	80	3,4 \pm 3,1
6T	91	4,8 \pm 3,2

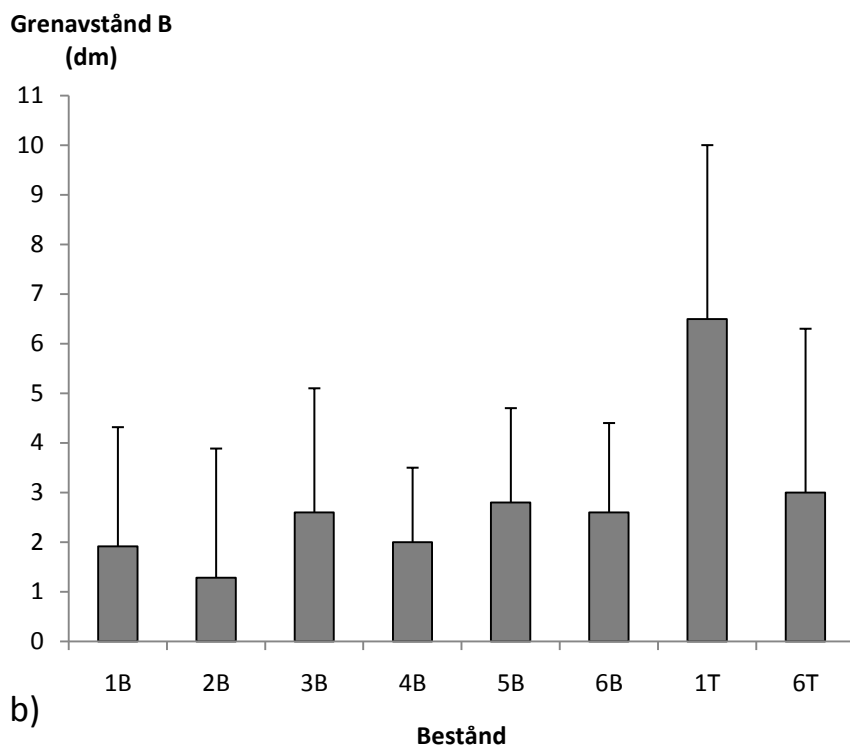
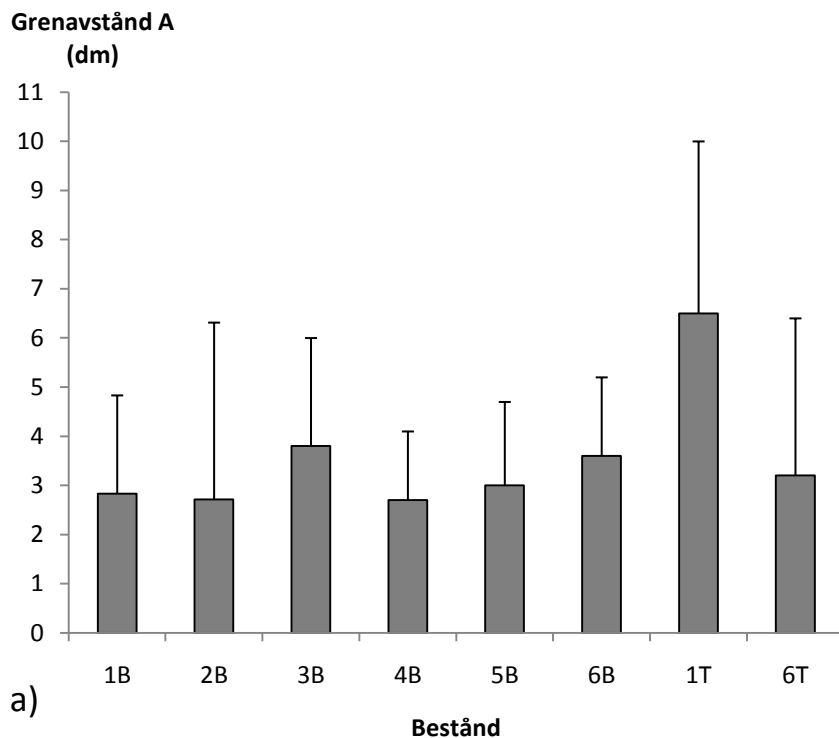
Avstånd till närmsta lövträdsgren eller stubbskott

En beräkning gjordes över andelen granar med minst en lövträdsgren eller stubbskott inom 1 meter från högsta punkten på granens toppskott i horisontell riktning. Lägst andel hade bestånden 1T med 40 % och 6T med 55 %. Högst andel hade 3B med 88 % (Figur 16).



Figur 16. Andel av granarna (%) som hade ett lövträd eller ett stubbskott inom 1 meter från högsta punkten på granens toppskott i horisontell riktning. För förklaringar till förkortningar se Figur 14.

Grenavstånd A varierade mellan 2,7- 3,8 dm för bestånd 1B-6B samt 6T. 1T hade ett markant högre avstånd än övriga med ett medelvärde på 6,5 dm (Figur 17a). Liknande mönster fanns för grenavstånd B där 1T hade ett medelvärde på 6,5 dm och övriga bestånd varierade mellan 1,3 och 3,0. Grenavstånd B var i genomsnitt 29 % kortare än grenavstånd A för bestånden 1B-6B (Figur 17b).



Figur 17. a) Genomsnittligt avstånd (dm, + standardavvikelse) mellan närmsta lövträds gren eller stubbskott och granens toppskott i horisontell riktning (Grenavstånd A). b) Genomsnittligt avstånd (dm, + standardavvikelse) mellan en imaginär vertikal linje ämnad att bilda referens för granens framtida höjdtillväxt och närmsta lövträds gren eller stubbskott i horisontell riktning (Grenavstånd B). För förklaringar till förkortningar se Figur 14.

Röjstubbar och stubbskott

I bestånd 5B och 1T hade alla stubbar i inventeringen minst en levande gren eller ett levande stubbskott. Lägst andel stubbar med levande stubbskott eller gren hade 2B med 83 % (Tabell 4).

Högst antal levande stubbskott eller grenar per stubbe hade 4B med 6,4 st stubbe⁻¹ medan 6B hade lägst genomsnitt med 3,8 st stubbe⁻¹ (Tabell 4).

Vid jämförelse av stubbens högsta punkt ovan mark konstaderades att bestånd 5B och 6B utmärkte sig från övriga med högsta punkt 194 respektive 213 cm ovanför markytan. Högsta punkten varierade mellan 112- 137 cm i övriga bestånd (Tabell 4).

De lägsta stubbhöjderna noterades i de båda totalröjda försöksleden 1T (33 cm) och 6T (24cm) (Tabell 4).

Tabell 4. Andel stubbar (%) med minst en levande gren eller ett levande stubbskott. Genomsnittligt antal (st stubbe⁻¹, ± standardavvikelse) levande stubbskott/ grenar per stubbe för de stubbar med levande stubbskott/gren. Genomsnittligt avstånd (cm, ± standardavvikelse) från markytan till toppen på det stubbskott eller den levande gren som utgjorde stubbens högsta punkt för de stubbar med levande stubbskott/gren. Genomsnittlig stubbhöjd (cm, ± standardavvikelse). För förklaringar till förkortningar se Figur 14

Bestånd	Andel (%)	Antal (st, ± std.avv.)	Högst (cm, ± std.avv.)	Stubbhöjd (cm, ± std.avv.)
1B	84	4,2 ± 2,1	130 ± 56	51± 12
2B	83	4,8 ± 2,2	119 ± 32	47± 13
3B	95	5,1 ± 2,9	137 ± 54	50± 10
4B	94	6,4 ± 3,0	136 ± 36	51± 11
5B	100	6,0 ± 3,7	194 ± 68	63± 11
6B	91	3,8 ± 1,6	213 ± 138	41± 17
1T	100	4,0 ± 2,4	137 ± 46	33± 10
6T	90	4,5 ± 2,0	112 ± 51	24± 9

Diskussion

År 1922 skrev Wahlgren följande om naturligt förnygrade lövträd i barrföryngringar:

”...vid alltför riklig förekomst bliva dylika trädslag till men, emedan de genom sin snabba växt i ungdomsåren snart komma att överskugga barrträden och medelst sina lättörliga kvistar piska dessas toppar så att ändskotten förstöras... Under sådana förhållanden bör man taga i med kraft gentemot dessa snyltgäster och icke uppskjuta allt för länge med deras tuktande.”(Wahlgren 1922, sid 227)

Vetskapen om vilka konsekvenser ett rikligt lövuppslag i en barrföryngring kan få har funnits länge, men kunskapen om hur det största skogsskötselmässiga och ekonomiska värdet av röjningen skapas i alla typer av bestånd, är inte lika väl förankrad. Frisk-fuktig granmark i södra Sverige som studerats i denna undersökning, är ett typexempel på en ståndortstyp, där dagens röjningsmetodik inte räcker till för att huvudplantorna skall gynnas tillräckligt länge för att konkurrera ut lövträdens stubbskott.

Konkurrens och inväxning

Studier av 2010 års försök visade att andelen granar som vid markytan hade minst ett lövträd/planta inom 1 m samt andelen granar som hade minst en lövträds gren inom 1 m från granens toppskott, var lägre för TO än för övriga försöksled. Att andelen granar i TO som vid markytan hade minst ett lövträd/planta inom 1 m var så hög som 31 % kan förklaras med att även mycket små björkar mättes in. Att så många som 31 % av granarna i TO direkt efter röjningen hade minst en lövträds gren inom 1 m från granens toppskott är däremot mer anmärkningsvärt. Det visuella intrycket från parcellerna var att alla lövträd var bortröjda vilket alltså vid en noggrannare granskning visade sig vara en falsk iakttagelse.

Både när det gällde avstånd från gran till närmsta lövträd och grenavstånd A och B, gav KO lägre resultat än övriga behandlingar, även om skillnaden inte var signifikant gentemot alla andra försöksled. Resultatet antyder att antagandet om att lövträden står längre bort från granen i de röjda försöksleden än i det oröjda, är korrekt.

Det genomsnittliga avståndet från gran till närmsta lövträd vid markytan varierade väldigt lite mellan de olika försöksleden medan grenavstånd A och B hade en betydligt större variation. B75 och B75V hade, om än inte i samtliga fall statistiskt signifikant, ändå högre genomsnittliga värden för grenavstånd A och B än övriga försöksled. Resultatet kan bero på att röjaren bedömt vilka lövträd som skulle röjas bort genom att titta på avståndet mellan granens toppskott och närmsta lövträds gren istället för att titta på avståndet mellan gran och lövträd vid markytan. När Andersson (1993) studerade konkurrensen mellan tall och lövträd i plant- och ungskogsfasen kunde han konstatera att de lövträd som piskade tallarna stod närmre än en meter och var högre än tallarna. Lövträd som var lägre än tallarna hade ingen mätbar effekt på tallarnas höjdtveckling fram till 2,5 m beståndshöjd. Om ett antagande görs att förhållandet är detsamma eller liknande mellan gran och björk, så bör följaktligen röjarens utgångspunkt vara att dels titta på konkurrenssituationen mellan gran och närmsta lövträd vid granens toppskott, men också att titta på avståndet dem emellan vid markytan.

Vid jämförelse av grenavstånd A våren 2010 för de brunnsröjda försöksleden med de planerade brunnsradierna för dessa försöksled, låg det genomsnittliga utfallet i samtliga fall något lägre än vad som var planerat. Resultatet kan delvis ha berott på trädens placering men eftersom avståndet i praktiken blivit något kortare än planerat borde det ha funnits fler träd som gått att röja bort för att utfallet skulle ha hamnat något närmre riktvärdena för försöksleden. Utfallet bör inte tjäna som utvärdering av kvaliteten på röjningen eftersom den utfördes som praktisk produktionsröjning utan krav på hög precision när det gällde t.ex. brunnsradiernas storlek. Anledningen till att resultatet av jämförelsen är värt att notera är att det vid nästa inmätningstillfälle för försöken, skall beaktas att de eftersträvade brunnsradierna 0,5 m och 0,75 m kanske var mindre redan direkt efter röjning. Eftersom ingen inmätning gjordes av 2007-2009 års försök direkt efter röjning går det inte att veta om brunnsradierna även i de försöken var något mindre än vad det var tänkt från början. En jämförelse av det genomsnittliga värdet för avstånd till närmsta lövträd vid markytan och röjarens riktvärde för brunnsradierna antyder dock att de faktiska brunnsradierna kan ha varit något kortare än riktvärdena.

Att grenavstånd B i genomsnitt var 8 % kortare på våren och 10 % kortare på hösten än grenavstånd A för de brunnsröjda försöksleden (Figur 9 & 10) skulle kunna bero på en viss lövträdsinväxning under vegetationsperioden, men också på en felkälla som t.ex. mätningarnas kvalitet. Försöken från 2010 och 2007-2009 är inte direkt jämförbara men ett antagande kan göras om att förhållandet mellan grenavstånd A och B i 1B-6B direkt efter röjning (Figur 17) var detsamma som i 2010 års försök. Grenavstånd B var i genomsnitt 29 % kortare än grenavstånd A i 1B-6B vid inmätningarna, vilket betyder att den största lövträdsinväxningen sker ovanför den punkt där granens toppskott befinner sig två till tre vegetationsperioder efter röjning. Ett annat resultat som stödjer den teorin är att skador till följd av vegetationskonkurrens inte förekom i bestånd 2B, 3B, 4B och 6B och var endast vanliga i 5B. Karlsson m.fl.(2002) kunde i sina studier av blandbestånd av tall och björk se att 13 år efter röjning är överlevnaden bättre hos tallarna i de bestånd som totalröjts jämfört med de bestånd som brunnsröjts eller lämnats oröjda. Saksa & Miina visade (2007) att i ungskog av tall och björk reduceras skadorna på tallarna genom att beståndet totalröjs eller brunnsröjs. Eftersom björkar har en högre höjdtillväxt än granarna i ungskogsfasen (jfr. Cannell 1989) och det är björkar som är högre än huvudplantan som utgör störst konkurrens för granarna (jfr. Andersson 1993) så torde minskande grenavstånd A och B tillsammans med ökande trädhöjder öka risken för piskskador på granarna. Resultatet från surveystudien indikerar att även om granarna två till tre vegetationsperioder efter röjning endast i mycket liten utsträckning får mekaniska skador, finns det en risk att piskskadorna ökar de kommande åren.

Stubbskottskjutning

Tidigare undersökningar av lövträdens beteende efter röjning har i allmänhet handlat om andelen stubbar som skjuter stubbskott samt antalet och längden på de stubbskott som röjstubbarna skjuter. I en studie beskriver Elfving och Nyström (1984) att 54 % av alla röjstubbar hade skjutit minst ett stubbskott en säsong efter röjningstillfället. Johansson (1991) kunde i sina studier inte se något samband mellan stubbhöjd och andelen levande stubbar fem och tio år efter röjning. Studien av 2010 och 2007-2009 års försöksytor syftade till att kartlägga konkurrenssituationen mellan lövträd och gran. Eftersom även levande grenar på stubbarna ansågs kunna utgöra lika stor konkurrens för granarna som de nya stubbskotten särskiljdes inte stubbskott och levande grenar åt vid inventeringen. Att så hög andel som 94 % av röjstubbarna hade minst en levande gren eller stubbskott en säsong efter röjning tyder på att merparten av alla träd till en början överlever röjningsingreppet. I 2007- 2009 års bestånd

varierade andelen stubbar med minst en levande gren eller ett stubbskott mellan 83-100 %, vilket indikerar en god överlevnad även två till tre säsonger efter röjning. Resultaten från 2007-2009 års ytor tyder inte på att andelen stubbar med minst en levande gren eller ett stubbskott påverkas av om beståndet brunnsröjts eller totalröjts (Tabell 4).

2010 års försöksutläggning visade ingen skillnad mellan försöksleden i antalet stubbskott och levande grenar per stubbe. Resultaten från 2007-2009 års försök visade att de fyra bestånd som röjts två vegetationsperioder före inventeringstillfället samtliga hade högre antal levande grenar eller stubbskott per stubbe än de fyra bestånd som röjts ytterligare en säsong tidigare. Johansson och Lundh (2008) studerade stubbskottsbildning vid olika röjningstidpunkter på året. Försöket följdes under fyra år och antalet stubbskott per levande stubbe minskade med tiden för alla röjningstidpunkter. De röjda träden skjuter alltså inledningsvis många stubbskott vilka några med tiden dör av.

Ett intressant resultat var att behandlingen hade signifikant betydelse för stubbens högsta punkt ovan mark på våren i 2010 års försök. TO hade lägre medelvärde än de andra försöksleden och kunde i testerna skiljas från samtliga försöksled utom B5. Eftersom inventeringen gjordes direkt efter röjning borde orsaken till differenserna vara relaterad till röjningens utförande och inte till lövträdets reaktion på röjningsingreppet. Den teori som ligger närmast till hands för att förklara skillnaderna är att röstubbarna blivit något lägre vid röjning med klingröjsåg jämfört med kedjeröjsåg och att fler av lövträdets långa grenar därför hamnat på den del av stammen som röjts bort. TO uppvisade mycket riktigt lägre medelvärde när det gäller stubbhöjd men trots ett konfidensintervall på 90 % kunde TO bara skiljas från B5V (Figur 11). Eftersom testen med stubbhöjden som kovariat inte visade på någon statistisk signifikans för kovariaten finns det inga bevis för att de lägre värdena för TO på högst ovan mark berodde på den lägre stubbhöjden. Den skillnad som fanns på högst ovan mark på hösten i 2010 års försök berodde på höjden på högst ovan mark på våren. Den slutsatsen kunde dras p.g.a. av att när höjden på högst ovan mark på våren användes som kovariat i variansanalysen blev kovariaten statistiskt signifikant och försöksledens signifikans försvann. Det fanns således ingenting i studien som tydde på att höjden på stubbens högsta punkt en vegetationsperiod efter röjning skiljde sig åt mellan behandlingarna p.g.a. hur de röjda stammarna reagerat på behandlingen.

Att stubbhöjden i 2007- 2009 års försöksutläggning var som lägst i de två bestånd som totalröjts med klingröjsåg följer samma mönster som 2010 års försök. I bestånden 6B och 6T som var belägna bredvid varandra hade det brunnsröjda beståndet en högsta punkt ovan mark som var betydligt högre än i det totalröjda försöksledet. Resultatet kan mycket väl bero på att det precis som i 2010 års försök fanns en skillnad redan direkt efter röjningen men det skulle också kunna vara så att behandlingen hade betydelse för hur de röjda stammarna reagerade på ingreppet. I Johansson & Lundhs (2008) försök gav upprepad röjning med låg stubbhöjd (0-5 cm) lägre andel levande stubbar och lägre stubbskottshöjd än de ytor som endast röjts en gång med normal (20 cm) eller låg stubbhöjd. Johansson (1992) studerade röstubbarnas stubbskottskjutning efter mekaniserad röjning, vilka hade högre stubbhöjder än vid traditionell röjning med röjsåg. Sex år efter röjning fann han ingen tydlig skillnad på stubbskottshöjden mellan höga och låga stubbar.

Vertikalröjning

Studien av de vertikallröjda björkarnas reaktion på ingreppet visade, att när endast några få grenar kapas och toppskottet inte påverkas, skjuter trädet sällan stubb- eller rotskott. De mindre skott som träden skjuter från röjda grenar kompenserar emellertid inte för det biomas-sabotfall som vertikallröjningen inneburet för trädet. Eftersom rotsystemet inte blir mindre av röjningen kan det antagas att trädet gör en omDispositionering och ökar tillväxten på de kvarvarande grenarna istället för att skjuta stubbskott och längre skott från röjda grenar.

Enligt Johansson (1991) hämmas röstubbarnas stubbskottsbildning om mängden instrålning fotosyntetiskt ljus begränsas kraftigt. Kronorna på de vertikallröjda träden kan utgöra ett tänkbart instrålningsskydd och på så vis hämma stubbskottsbildningen. När Gunnarsson (2010) jämförde prestationen vid brunnsröjning gav B75V en lägre prestation än B75 vid både vår och sommarröjningarna. Däremot kunde ingen skillnad noteras mellan B5 och B5V. Brunnsröjning med vertikallröjning som kan vara mer tidsödande än enbart brunnsröjning kan eventuellt motiveras genom att extra utrymme skapas för huvudplantans toppskott de närmsta åren. Kedjeröjsågen gör det möjligt att kapa enstaka kvistar upp till en höjd på tre meter medan kapning av många sidogrenar s.k. vertikallröjning utförs på ett för röjaren ergonomisk bra sätt upp till 2-2,5 m höjd (Alriksson 2011 pers. kom.). Trots att den aritmetiska medelhöjden för granar som var med i studien av vertikallröjda träd bara var 148 cm var den högsta vertikallröjda grenen i 62 % av fallen lägre än granens toppskott. Vertikallröjningen hade alltså i de flesta fallen skapat mer utrymme för granens sidogrenar men inte för toppskottet. Prognoserna visade att vertikallröjningen relativt snabbt får minskad betydelse även för de granar som gynnades av den från början. Frågan är om en eventuell extrakostnad kan motiveras då endast grenarna gynnas och inte toppskottet. En aspekt som bör nämnas i sammanhanget är att borttagande av lövträdens sidogrenar torde leda till att mer ljus släpps in på röstubbarna kring granen, vilket kan gynna stubbskottsbildningen (jfr. Johansson 1991). En vertikallröjning utförd på fel sätt skulle alltså kunna missgynna huvudplantan mer än den gynnar. Värt att poängtera kring vertikallröjningsprognoserna är att de endast bygger på en serie antagande kring framtida tillväxt och skador och alltså inte på vetenskapligt bevisade fakta.

Betesskador på gran

Att nästan hälften av granarna i 2010 års försök direkt efter röjning bedömdes ha minst en skada som var mindre än ett år gammal är värt att notera. Vad som är än mer intressant är att den vanligaste skadeorsaken var viltbetning. På försommaren 2009 undersökte ett svenskt skogsbolag hur stor del av träden i åldrarna 3-13 år på egna marker som toppskottsbetats sedan oktober året innan (Friberg 2010). Samtliga inventeringsområden var förlagda i närheten av Norrköping. Mängden toppskottsbetning på gran varierade mycket mellan de olika lokalerna men genomsnittet var ungefär 15 %. Efter DNA-analyser av prover från betten kunde konstateras att älgen stod för 65 % av betningarna och kronhjorten för resterande 35 %. Orsaken till de stora skadorna antogs vara brist på övrigt foder (Friberg 2010). Brist på övrigt foder är även i denna studie den troligaste orsaken till de stora betesskadorna på granarna.

Kritik över försöksupplägg

Precis som beskrevs tidigare var två av totalt 24 parceller i 2010 års försöksutläggning inte med när behandlingarna lottades ut. Då de två kontrollparcellerna lades ut i efterhand skapades en risk för att utläggningen hade påverkan på resultatet. De två parcellerna utmärkte sig inte nämnvärt ifrån övriga parceller med avseende på t.ex. grantäthet och granmedelhöjd vilket motiverade användandet av resultatet från parcellerna trots att de var utlagda i efterhand.

En annan faktor som kan ha påverkat studiens resultat var valet av inmätningstidpunkt. P.g.a. praktiska skäl valdes att göra höstmätningarna redan i slutet på augusti månad och de första veckorna i september. Vid tidpunkten för inventeringen borde granarna ha börjat sin invintring medan lövträden och stubbskotten kan ha fortsatt att växa även någon vecka till. De sista veckornas tillväxt har kanske inte fångats in i materialet och innebär därmed en felkälla.

En viktig felkälla i studien var utläggningen av 2007-2009 års försöksytor. Eftersom syftet inte var att göra exakta inmätningar av försöken utan att få mer erfarenhet av brunnsröjning och kedjeröjsågen valdes de lokaler ut som skulle ingå i försöken. Av den anledningen gjordes endast beskrivande statistik över dessa försök.

En parameter som har betydelse i de flesta undersökningar är noggrannheten på mätningarna. I denna studie visade sig insamlandet av data för grenavstånd A och B vara den svåraste delen av datafångsten eftersom det inte gick att begränsa inmätningarna till endast vindstilla dagar. För att ändå få god tillförlitlighet och nå målet med en decimeters noggrannhet, hjälptes två personer åt med inmätningarna. Det anses ha haft önskad effekt.

Studiens datamängd var förhållandevis liten vilket kan ha påverkat möjligheten att finna signifikanta skillnader och generaliserbara resultat.

Framtiden för brunnsröjda bestånd

I ett brunnsröjningsförsök med tall och björk konstaterar Karlsson m.fl. (2002) att brunnsröjning måste följas av ytterligare en röjning för att tallarna skall fortsätta att vara huvudstammar i beståndet. Med tanke på björkarnas snabba tillväxt i ungdomsåren är det rimligt att anta att detta även gäller för blandbestånd av gran och björk. Brunnsröjning är således endast en tillfällig lösning som gör det möjligt att minska röjningskostnaden vid det enskilda röjningsingreppet (jfr. Gunnarsson 2010) samt senarelägga slutröjningen. Gunnarsson (2010) diskuterar vikten av att inte fokusera enbart på kostnaderna och resultatet av det enskilda röjningsingreppet utan att istället se brunnsröjningen som en del av en röjningsregim. Önskade beståndsegenskaper före förstagallring tillsammans med den totala röjningskostnaden bör vara de viktigaste parametrarna för val av röjningsregim (Gunnarsson 2010).

Precis som nämndes i inledningen är denna studie endast en liten del av ett större projekt som syftar till att täcka in såväl biologiska som ekonomiska aspekter för brunnsröjning och totalröjning fram till förstagallring. De parametrar som förmodligen kommer att ha störst betydelse för vilken röjningsregim som är mest fördelaktig, är den totala röjningskostnaden och hur granarnas skadefrekvens och tillväxt påverkas av olika röjningsregimer. I det tidigare totalröjda försöksledet kommer det att finnas många klena lövträdsstammar som härstammar från gamla stubbskott. I de brunnsröjda försöksleden kommer det att finnas en kombination av

klenare stammar från stubbskott och betydligt grövre oröjda lövträdsstammar. Framtida prestationsstudier får avgöra vilket eller vilka försöksled som är mest kostsamma att röja och framtida biologiska utvärderingar får utvisa hur granarnas tillväxt och skadefrekvens påverkas av röjningsformen.

Slutsats

Trots att det visuella intrycket från ett totalröjt bestånd är att alla lövträd/ plantor är bortröjda visade denna studie att 31 % av granarna i det totalröjda försöksledet direkt efter röjningen hade minst en lövträds gren inom 1 m från granens toppskott i horisontell riktning. Det tyder på att många lövträd/plantor missas vid röjningen.

Resultatet från studien av brunnsröjda bestånd indikerar att den största inväxningen från oröjda bistammar sker ovanför den punkt där granens toppskott befinner sig två till tre vegetationsperioder efter röjning. Även om granarna vid den tidpunkten i mycket liten utsträckning får mekaniska skador till följd av vegetationskonkurrens, finns det en överhängande risk att piskskadorna kommer att öka de kommande åren.

Det finns ingenting i studien som tyder på att andelen røjstubbbar med minst en levande gren eller stubbskott varken efter en, två eller tre vegetationsperioder påverkas av om beståndet brunnsröjts eller totalröjts. Studien av antalet levande grenar eller stubbskott per stubbe antydde att de røjda träden inledningsvis reagerar med att skjuta många stubbskott, av vilka några med tiden dör av.

Det finns heller ingenting i studien som antyder att höjden på stubbens högsta punkt en vegetationsperiod efter röjning, skiljde sig åt mellan försöksleden p.g.a. att de røjda stammarna reagerat olika på behandlingarna. Skillnaderna mellan försöksleden fanns redan direkt efter röjning.

När endast några få grenar på bistammar av björk kapas och toppskottet inte påverkas, skjuter trädet sällan stubbskott efter vertikalrøjning. Träden antas öka tillväxten på kvarvarande grenar istället för att skjuta stubbskott eller längre skott från vertikalrøjda grenar.

Brunnsrøjning med vertikalrøjning, som i en tidigare studie visat sig i vissa fall vara mer tidsödande än endast brunnsrøjning, skulle kunna motiveras genom att extra utrymme skapas för huvudplantans toppskott de närmsta åren. Det förutsätter att de grenar som sitter på högre höjd än granens toppskott kapas. En vertikalrøjning av grenar på lägre höjd kan stimulera stubbskottsbildningen och på så vis missgynna huvudplantan mer än vad den gynnar.

Att så många av granarna redan direkt efter röjning hade skador som bedömdes vara mindre än ett år gamla samt att den vanligaste skadeorsaken var viltbetning skulle kunna bero på brist på övrigt foder för klövvilt.

Felkällor som kan ha påverkat utgången av försöken är att inte alla parceller lottades ut, stor spridning av beståndsegenskaper, val av inmätningstidpunkt och svårigheter med mätningar under vissa väderförhållanden. Att insamlad datamängd i försöket var förhållandevis liten gav upphov till svårigheter att finna signifikanta skillnader och generaliserbara resultat.

Denna brunnsrøjningsstudie är endast en liten del av ett större røjningsprojekt där den totala røjningskostnaden och beståndets egenskaper vid förstagallring kommer vara avgörande för vilken røjningsregim som är mest fördelaktig.

Referenslista

Litteraturförteckning

Almgren, G. 1990. Lövskog- Björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen. Jönköping.

Andersson, B. 1993. Lövträdens inverkan på små tallars (*Pinus sylvestris*) överlevnad, höjd och diameter. Sveriges Lantbruksuniversitet- Institutionen för skogsskötsel. Rapporter 36.

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

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

Anon. 1979. Skogsvårdslag 1979:429. Svensk Författningssamling.

Anon. 1988. Skogsteknisk forskning och utveckling i Sverige under 50 år. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 6.

Anon. 1993. Lag (1993:553) om ändring i Skogsvårdslag 1979:429. Svensk Författningssamling.

Anon. 2000. Skogsenckyklopedin. Sveriges Skogsvårdsförbund. Stockholm.

Anon. 2002. Nu laddar professorn för tidernas röjarskiva. Skogseko 1: 2- 3.

Anon. 2006. Stormen 2005- en skoglig analys. Skogsstyrelsen. Meddelande 1.

Anon. 2009. Virkesförråd fördelat på diameterklasser inom landsdelar 2004- 2008. Skogsstatistisk årsbok 2009. Skogsstyrelsen. Jönköping.

Berg, H., Bäckström, P-O., Gustavsson, R. & Hägglund, B. 1973. Några system för ungsogsröjning- en analys. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 5.

Bergstrand, K-O., Lindman, J. & Petré, E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 7.

Bäckström, P-O. 1984. Ungsogsröjning och lövbehandling. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift 3- 4: 5- 14.

Callin, G. 1957. En undersökning av röjning med motorsågar. Statens Skogsforskningsinstitut. Uppsatser 56: 501- 524.

Cannell, M. G. R. 1989. Physiological basis of wood production: a review. Scandinavian Journal of Forest Research 4: 459- 490.

- Elfving, B. & Nyström, K. 1984. Björkens stubbskottsbildning och höjdtutveckling i ungdomsskedet. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift 3- 4: 51- 67.
- Friberg, J. 2010. Klövvilt och betestryck i Kolmården. Internrapport Holmen Skog.
- Glöde, D. & Bergkvist, I. 2003. Mechanized cleaning down and out and back again? Skogforsk. Arbetsrapport 535: 25- 39.
- Gunnarsson, M. 2010. Effektivare röjningssätt med kedjeröjsågen? Examensarbete skogsmästarprogrammet 17.
- Haveraaen, O. 1963. På hvilken tid av året skal en rydde björk? Norsk skogbruk 23- 24: 692- 693.
- Holmberg, L-E. 2002. Sverige och Finland går skiljda vägar- nu skiljer det en halv miljard i bidrag. Skogseko 1: 8- 9.
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 1987. Bonitering Del 1. Definitioner och anvisningar. 3:e upplagan. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Johansson, T. 1991. Sprouting ability of two-year-old *Betula pendula* stumps exposed to different light intensities during five years. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 509- 518.
- 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. 2008. Försök med upprepad röjning av björk och sälg. Sveriges Lantbruksuniversitet- Institutionen för energi och teknik. Rapport 4.
- Karlsson, A. & Albrektsson, A. 2000. Height development of *Betula* and *Salix* species following precommercial thinning at various stump heights: 3-year results. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 359- 367.
- Karlsson, A., Albrektsson, A., Elfving, B. & Fries, C. 2002. Development of *Pinus sylvestris* main stems following three different precommercial thinning methods in a mixed stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 256- 262.
- Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 331.
- Saksa & Miina. 2007. Cleaning methods in planted Scots pine stands in southern Finland: 4-year results on survival, growth and whipping damage of pine. *Silva Fennica* 41 (4): 661- 670.
- Walfridsson, E. 1976. Lövets konkurrens i barrkulturen. Examensarbete jägmästarprogrammet. Skogshögskolan- Institutionen för skogsskötsel.
- Wahlgren, A. 1922. Skogsskötsel- handledning vid uppdragande, vård och föryngring av skog. 2:a upplagan. Stockholm.

Elektroniska dokument

Anon. 2007. Cirka 12 miljoner kubikmeter föll under stormen. Pressmeddelande Skogsstyrelsen 2007-01-15. Skogsstyrelsens hemsida. www.skogsstyrelsen.se (2010-11-01).

Anon. 2010a. Södra- sammanfattning stormarna. Faktablad till pressmeddelande 2010-01-08. Södras hemsida. www.sodra.com (2010-10-13).

Anon. 2010b. Jämförelse röjsågsmodeller. Husqvarnas hemsida. www.husqvarna.se (2010-11-01).

Personlig kommunikation

Alriksson, B-Å. 2010. Röjningsentreprenör. Smultronvägen, Ljungby. Muntlig kommunikation. 2010-06-11.

Alriksson, B-Å. 2011. Röjningsentreprenör. Smultronvägen, Ljungby. E-postkommunikation. 2011-01-24.

Frisk, J. 2010. Skötsel- och jaktansvarig egen skog i Sverige, Södra Skogsägarna. Skogsudden, Växjö. Muntlig kommunikation. 2010-06-10.

Örlander, G. 2010. Skogsskötselchef Södra Skogsägarna. Skogsudden, Växjö. E-postkommunikation. 2010-10-28.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2010:22 Författare: Paulina Enoksson
Naturliga skogsbränder i Sverige. – Spatjala mönster och samband med markens uttorkning
- 2010:23 Författare: Álvaro Valle Millán
The effect of forest cover for the dynamics of a snowpack. Linking snow water equivalents, meltwater contributions and evaporative loss
- 2010:24 Författare: Jenny Lindman
Evaluation of an ectomycorrhizal macrofungi as an indicator species of high conservation value pine-heath forests in northern Sweden
- 2010:25 Författare: Johan Lundbäck
Stamtillväxt, biomassaproduktion och koldioxidbindning I Norrbotten efter gödslning med mineralnäring och bionäring I tallskog
- 2010:26 Författare: Emil Modig
Skador på kvarvarande bestånd vid mekaniserad blädning
- 2010:27 Författare: Steffen Lackmann
Carbon storage and forest fire influences in tropical rainforests – an example from a REDD project in Guatemala
-
- 2011:1 Författare: Elin Brink
Kan naturvärdesträd med törskate vara en livsmiljö för rödlistade insekter?
- 2011:2 Författare: John Halvarsson
Varglav (*Letharia vulpina*) – en skogshistorisk analys vid Grundagssåtern 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 temperaturrespons (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
Dimensionsavverkningens 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 Naucér
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 förorda trakthuggning” – Tidiga kalhyggen i Norrland

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se