



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2010:17

Effektivare röjningsätt med kedjeröjsågen?

*More effective clearing with the new brush saw
with a chain?*



Magnus Gunnarsson

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp
Skogsmästarprogrammet 2010:17
SLU-Skogsmästaraskolan
Box 43
739 21 SKINNSKATTEBERG
Tel: 0222-349 50

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Södra Skogsägarna. Arbetet är på 15 högskolepoäng och omfattar tio veckors heltidsstudier. Röjningsuppdraget med prestationsstudier mellan olika röjningsmetoder med kedjeröjsåg och klingröjsåg är beställt av Johan Frisk som är förvaltare på Södras egna marker.

Jag vill tacka Johan Frisk (Södra Skogsägarna) för ett mycket gott engagemang i ämnet och Staffan Stenhag (SLU Skogsmästarskolan) som varit handledare och kontaktman för examensarbetet, Bengt – Åke Alriksson (BÅAs Skog & Jakt) som har gjort ett gediget röjningsarbete och innehar en fullständig röjningskunskap och som lärt mig mycket om nytänkandet i röjningsfrågan. Den tekniska delen med arealmätningen hjälpte Mark Karlsson till med. Jag vill slutligen även rikta ett tack till Göran Örlander (Skogsskötselchef på Södra Skogsägarna) som haft en vakande hand över projektet.

Halmstad 2010-10-19

INNEHÅLL

FÖRORD	1
INNEHÅLL	3
ABSTRACT	5
1 INLEDNING	7
1.1 BAKGRUND OCH PROBLEMSTÄLLNING TILL ARBETET	7
1.2 SÖDRAS TANKE MED RÖJNINGSPROJEKTET	8
1.3 SÖDRAS RÖJNINGSPROJEKT PÅ EGEN SKOG	8
1.4 SYFTET MED EXAMENSARBETET	9
1.4.1 BRUNNSRÖJNING JÄMFÖRT MED TOTALRÖJNING	10
1.4.2 SKÄMRÖJNING	10
1.4.3 VERTIKALRÖJNING	11
1.4.4 SLUTRÖJNING	11
2 LITTERATURSTUDIE	13
2.1 RÖJNINGSPROBLEMATIKEN	13
2.2 BJÖRKFÖRYNGRINGEN	14
2.3 STUBBSKOTTSTILLVÄXT	14
2.4 STUBBHÖJDENS INVERKAN PÅ STUBBSKOTTSTILLVÄXT	15
2.5 RÖJNINGSMETODER	15
2.5.1 TOTALRÖJNING	15
2.5.2 KRONOBERGSMETODEN	16
2.5.3 BRUNNSRÖJNING	16
2.6 TIDIGARE FÖRSÖK VID BRUNNSRÖJNING	17
2.7 VERTIKALRÖJNING	18
2.8 RÖJNINGENS EKONOMI	20
2.9 NY TEKNIK I RÖJNINGSSKOGEN	20
3 MATERIAL OCH METODER	23
3.1 MATERIAL	23
3.2 METOD	24
3.3 FÖRTYDLIGANDE AV RÖJNINGSMETODER I BRUNNSRÖJNINGSFÖRSÖKEN	25
4 RESULTAT	27
4.1 BRUNNSRÖJNINGSFÖRSÖKEN	27
4.2 ANTALET BRUNNAR PER TIDSENHET	29
4.3 SKÄMRÖJNING	30
4.4 SLUTRÖJNING	31
4.5 STATISTISK SÄKERHET I RÖJNINGSFÖRSÖKEN	32
4.6 RÖJARENS UPPLEVELSER UNDER TIDSSTUDIEN	33

5 DISKUSSION	35
5.1 JÄMFÖRELSE MELLAN SÅGARNA	35
5.2 JÄMFÖRELSE MELLAN RÖJNINGSMETODERNA I BRUNNSRÖJNING	36
5.3 ANTALET RÖJDA BRUNNAR/TIDSENHET	37
5.4 RÅDGIVNING VID RÖJNING	37
5.5 FUNDERINGAR OCH FRÅGESTÄLLNINGAR RUNT RÖJNINGSFÖRSÖKEN	38
5.6 AVSLUTANDE ORD	39
6 SAMMANFATTNING	41
7 LITTERATURFÖRTECKNING	43
7.1 PUBLIKATIONER	43
7.2 INTERNETDOKUMENT	43
7.3 PERSONLIGA KONTAKTER	44
8 BILAGOR	45
8.1 SAMMANRÄKNAT DATAMATERIAL FÖR PRESTATIONSSTUDIE	46
8.1.1 BRUNNSRÖJNING	46
AVD 25. AVLÖVAT	46
AVD 35. AVLÖVAT	46
AVD 21. LÖVAT	47
AVD 35. LÖVAT (TORN 76)	47
8.1.2 SAMMANSTÄLLD INGÅNGSDATA FÖR BRUNNSRÖJNING	48
8.1.3 SKÄRRÖJNING	49
AVD. ERLANDSBO. AVLÖVAT.	49
AVD. ERLANDSBO. AVLÖVAT	49
AVD. ERLANDSBO. LÖVAT	49
AVD 66. NORRA STRÖMÄNG. LÖVAT	49
8.1.4 SAMMANSTÄLLD INGÅNGSDATA FÖR SKÄRRÖJNING	50
8.1.5 SLUTRÖJNING	51
AVD. STRETELID. LÖVAT	51
AVD. STRETELID. LÖVAT	51
8.1.6 SAMMANSTÄLLD INGÅNGSDATA FÖR SLUTRÖJNING	51
8.1.7 FREKVENSSSTUDIE, ANTAL RÖJDA BRUNNAR PER TIDSENHET	52
BRUNNAR PER MINUT OCH TIMME. LÖVAT.	52
BRUNNAR PER MINUT OCH TIMME. AVLÖVAT.	52

ABSTRACT

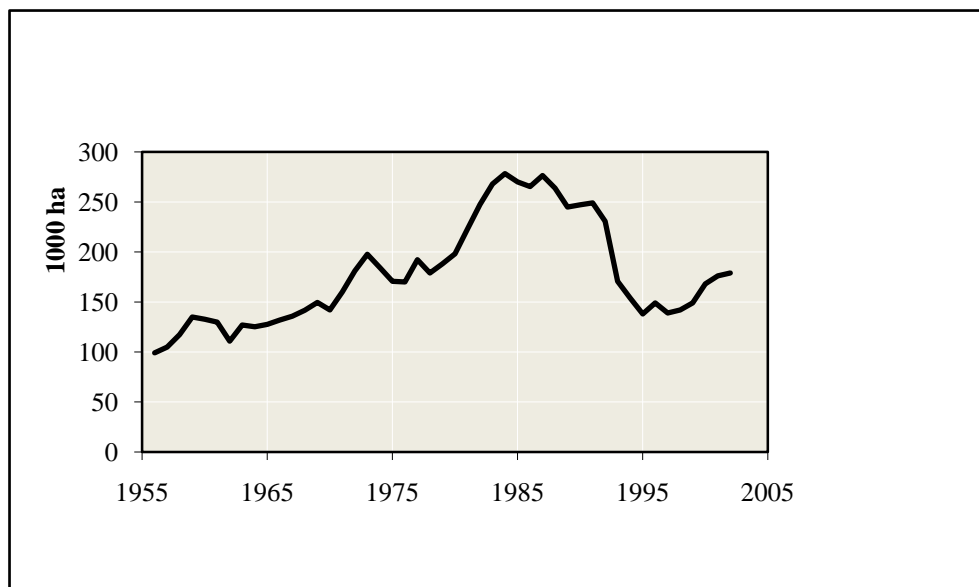
After the mandatory rules for clearing was removed in 1994, the clearing area has increased in Sweden. After the storms Gudrun and Per, the areas became planted with new plants, mainly spruce, but also other tree species. Storm areas are now being invaded by naturally rejuvenated birch in the tilling tracks. Since the birch often is initially growing faster than the spruce it is inhibiting the growth and is also damaging the spruce.

The purpose of this thesis is to study the new brush saw with chain and compare it with the conventional clearing saw, mainly in terms of performance and ergonomics. The results show that the new brush saw with chain is very good in almost all clearing operations compared to the conventional clearing saw. The best performance is done in the leafless stand when the dominating plants have a height of at least one meter.

1 INLEDNING

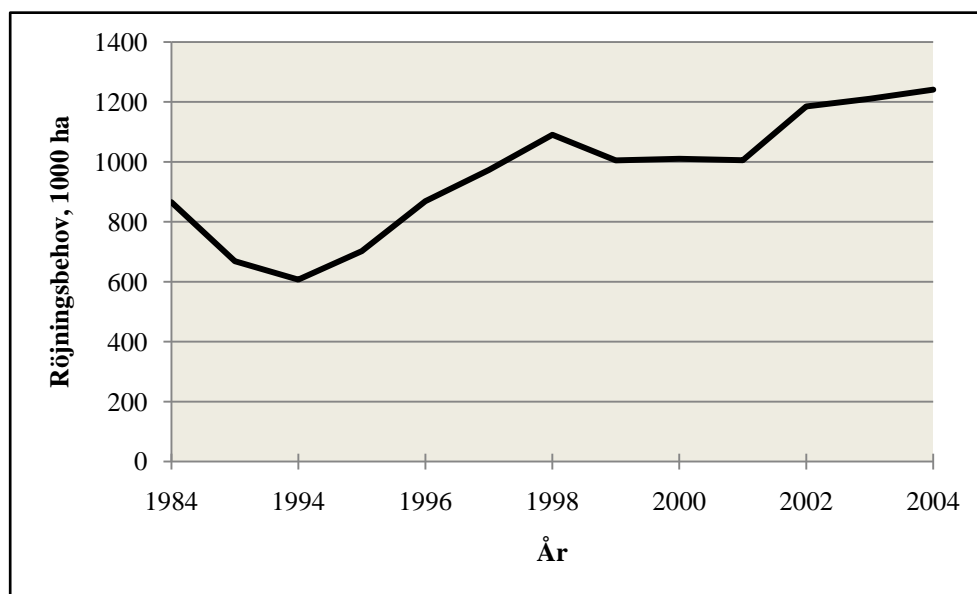
1.1 Bakgrund och problemställning till arbetet

Ungskogsröjning har engagerat markägare, skogsaktörer och forskare under lång tid, särskilt sedan trakthyggesbruket blev det dominerande skogsbrukssättet. Ofta har diskussionerna handlat om tidpunkt för olika ingrepp och röjningsstrategier i stort, men framför allt om all den röjning som aldrig blir utförd. På 70-talet röjdes ca 200 000 ha/år manuellt. I 1979 års skogsvårdslag infördes en skyldighet att ungskog skulle röjas och röjningsarealen ökade som mest till ca 300 000 ha/år under 80-talet (figur 1.1). Sedan skogsvårdslagens ändring 1994 där tvingande regler för röjning togs bort har det allt mer växande ”röjningsberget” ökat i Sverige. De senaste åren, efter 1995, har dock röjningsarealen ökat något vilket figur 1.1 visar (Bäcke & Liedholm, 2006; Pettersson, Fahlvik, & Karlsson, 2007).



Figur 1.1 Årlig röjningsareal i Sverige 1955-2001 (Riksskogstaxeringen 2009, Länk C).

I hela landet är det totala röjningsbehovet ca 1 200 000 hektar och bara i Götaland finns det ett röjningsbehov på 307 000 hektar (Riksskogstaxeringen 2009, Länk C). Inom två till tre år har vi, efter stormarna Gudrun och Per, i södra Sverige stora hyggesarealer som ökar det redan befintliga berget av röjning (Figur 1.2). Därför ligger det i tiden att nyttan med röjning lyfts fram i ljuset ordentligt och röjningsmomentet utvecklas med nya metoder och tekniker för att få en bättre effektivitet i röjningsskogen.



Figur 1.2. Areal plant-, ung- och medelålders skog med omedelbart röjningsbehov i Sverige (Riksskogstaxeringen 2009, Länk C).

1.2 Södras tanke med röjningsprojektet

Skogsägarföreningen Södra har med anledning av ovanstående bidragit till utvecklingen av Husqvarnas nya röjsåg, den s.k. kedjeröjsågen eller midjeröjaren, (härefter kallad kedjeröjsåg) som sedan ett par år testas i praktisk drift i Södras regi. Syftet med testerna är att utvärdera den nya röjsågen jämfört med traditionell röjsåg utifrån såväl skötselmässiga som biologiska perspektiv men även med hänsyn till ergonomi och prestation.

Testerna i föreliggande studie genomförs huvudsakligen i etablerade barrplanteringar och barrungskogar med stort lövinslag på friska och fuktiga, bördiga granmarker i Kronobergs län. Parallellt med test av ny teknik genomför Södra även en översyn av sina skötselrekommendationer för röjning. Målet är att hitta en effektiv, ekonomiskt lönsam teknik och metod, bl.a. inför de kommande röjningsbehoven efter stormarna Gudrun och Per.

1.3 Södras röjningsprojekt på egen skog

På Södras egna marker, som bland annat används för forsknings- utvecklings och utbildningsändamål, påbörjades 2007 ett projekt för att testa delvis ny röjningsmetodik och teknik. Projektet omfattar såväl demonstrationsytor som mer vetenskapligt anlagda försök med syfte att utvärdera ny teknik och metodik jämfört med befintlig kunskap. Tanken är att ytorna ska behandlas och följas fram till första gallring för att påvisa skillnader i röjningsprestation, biologisk effekt och total röjningskostnad för de ingående behandlingarna. Ett exempel på försöksmodell som upprepats olika år på olika beståndstyper, beskrivs här nedan (Frisk, 2010).

”Grankärrsmodellen”

Grankärret är beläget på Södra Skogsägarnas fastighet Dörarp 5:127 (Toftaholm) i Ljungby kommun, Kronobergs län. Objektets areal är 5,2 ha och består i huvudsak av frisk, bördig mark med vissa fuktiga partier, i en plan terräng med risk för frost. Beståndet är planterat med gran efter förnygringsavverkning år 2000. Ett rikligt uppslag av björk har kommit i granplanteringen.

Ingående försöksled i ”Grankärrsmodellen”, som upprepats på fler objekt är:

1. Kontroll, ingen röjning
2. Totalröjning löv med vanlig klingröjsåg
3. Brunnsröjning runt granhuvudplantor med kedjeröjsåg.

Syftet är framför allt att visa:

- skillnader i beståndsutveckling efter första röjningsingrepp enligt ovan i granplantering med kraftigt lövuppslag
- arbetsprestation i tid/ha mellan klingröjsåg och kedjeröjsåg.

I detta försök har även en mätning av fysisk arbetsbelastning och tidsstudier gjorts. Den fysiska belastningen hos röjaren mättes med hjälp av en vanlig pulsmätare fastsatt på bröstet. Arbetspulsen jämfördes sedan för de olika röjningsförfarandena. Tidsstudien har använts för att jämföra arbetstiden mellan klingröjsåg och kedjeröjsåg. Södras egna försök har visat att det finns skillnader i prestation mellan röjningsförfaranden. Utöver denna modell, som upprepats på flera objekt inom Södras egna fastigheter, har även demonstrationsytor anlagts och större områden brunnsröjts med kedjeröjsåg för att få mängderfarenhet.

Grunderna i mina försök baseras på ”Grankärrsmodellen” men är utvecklade i fler brunnsstorlekar.

1.4 Syftet med examensarbetet

Detta examensarbete ska jämföra kedjeröjsågen med den konventionella klingröjsågen i olika röjningsförfaranden utifrån prestation och ergonomi. Hypotesen är att den nya kedjeröjsågen ska ge en bättre ergonomi, precision och prestation i jämförelse med vad den konventionella klingröjsågen ger.

Det som främst skall belysas är:

- Brunnsröjning jämfört med totalröjning
- Skärnröjning
- Vertikalröjning (endast kedjeröjsågen)

- Röjningstidpunkt – prestation och stamvalsmöjligheter vid sommar- respektive vinterröjning
- Kvalitetsförbättrande åtgärder på huvudstammar vid slutröjning (endast kedjeröjsågen)

Arbetet omfattar både litteraturstudier och fältstudier med tillhörande bearbetningar och analys av fältdata. Förhoppningsvis kan arbetet leda fram till råd för när, var och hur samt med vilken metodik och teknik röjning ska utföras. En mer utförlig presentation av arbetsuppgifterna följer nedan.

1.4.1 Brunnsröjning jämfört med totalröjning

Prestationsjämförelse mellan kedjeröjsåg och klingröjsåg . Tidsåtgång i brunnsröjning och totalröjning. De typer av brunnsröjningsmetoder som ska studeras är:

- 0,50 m brunnsradie runt granplantan.
- 0,75 m radie
- 0,50 m radie med vertikalröjning (beskärning av sidogrenar från konkurrerande stammar uppåt).
- 0,75 m radie med vertikalröjning (beskärning av sidogrenar från konkurrerande stammar uppåt).
- Totalröjning löv med klingröjsåg (= referensröjning).

Beståndens parametrar i brunnsröjningen är att björken bör ha uppnått en medelhöjd av ca 2-3 m och granen ca 1-1,5 m. Samma studie görs i såväl avlövat som lövat tillstånd.

1.4.2 Skärnröjning

Prestationsjämförelse mellan kedjeröjsåg och klingröjsåg. Det som ska undersökas primärt är första skärmställningssteget, dvs. att ställa en björkskärm om 4-5 000 stammar/ha.

Ingående försöksled:

- Skärnröjning med klingröjsåg
- Skärnröjning med kedjeröjsåg

Samma studie görs i såväl avlövat som lövat tillstånd.

Objekt med följande egenskaper har valts ut:

1. Lövsly/björk är kraftigt förväxande jämfört huvudträdsdrag (oftast gran) och där möjligheten till brunnsröjning är passerad. Medelhöjd är typiskt, 3-5 m för lövet, 0,5-1,5 m för granen.
2. Objekt av liknande karaktär där brunnsröjning utförts, men av någon anledning inte verkar räcka till för att nästa åtgärd ska bli slutröjning.

1.4.3 Vertikalröjning

Prestationsjämförelse i tidsåtgång för brunnsröjning med de olika brunnsstorlekarna 0,5 m och 0,75 m samtidigt med vertikalröjning av konkurrerande sidogrenar hos björken. Detta görs endast med kedjeröjsågen.

1.4.4 Slutröjning

Prestationsjämförelse i bestånd där medelhöjden på gran är ca 3-4 m och björk 8-12 m. De typer av slutröjningsmetoder som ska studeras är:

- Parcell med ”tillreda huvudstammar” ex sprötkvist, dubbelstam.
- Parceller där man inte ”tillreder huvudstam” utan enbart gör en slutröjning med kedjeröjsåg och klingröjsåg.

2 LITTERATURSTUDIE

2.1 Röjningsproblematiken

Röjning bedrivs mest idag som konventionellt (selektiv) röjning i Götaland. Ofta bedrivs röjningen som totalröjning eller skärröjning på marker med kraftigt lövuppslag. Vid en för tidigt lagd konventionell totalröjning av löv blir resultatet sannolikt ett nytt, än mera aggressivt och väsentligt tätare, lövuppslag i form av stubbskott beroende på bördighet i marken. Stubbskotten hinner ofta växa ifatt barrplantan (Figur 2.1) vilket resulterar i att det kan behövas både en, kanske till och med två, stubbskottsröjningar innan barrbeståndet har slutit sig ordentligt (Fahlvik, 2010, Länk B; Pettersson, Fahlvik, & Karlsson, 2007).



Figur 2.1. Stubbskottsuppväxt tre växtsäsonger efter totalröjning på Toftaholm (foto, eget arkiv)

När flera röjningsingrepp görs i ett bestånd ökar kostnaderna för själva röjningen. Det kan bli ytterst kostsamt för markägaren om han/hon inte är självverksam. Det är därför en god idé att sätta in röjningen i rätt tid och med eventuellt en ny teknik och nygammal metod (brunnsröjning) som gör röjningen väsentligt billigare och därmed ger bättre förutsättningar för ett positivt resultat i kassan redan vid första gallringstillfället för markägaren.

Bengt-Åke Alriksson, professionell röjare, anser med hänvisning till egna demonstrationsförsök i brunnsröjning och skärröjning att det finns en tidsfördel i arbetstid vid övergång från klingröjsåg till kedjeröjsåg i olika röjningsregimer. De egna försöken är inte vetenskapligt baserade undersökningar, men de flesta resultaten som han fått fram är konkurrenskraftiga mot klingröjsågen enligt honom (Alriksson, 2010). Genom brunnsröjning ökar även den biologiska mångfalden med fler

trädsdrag då bara de mest konkurrerande träden tas bort från huvudplantan och återstående träd får stå kvar.

2.2 Björkföryngringen

Björken har en god föryngringsförmåga på det sätt att björkfrön gro på blottad mineraljord. Spridningen av frön görs med hjälp av vinden och spridningsförmågan kan vara ganska långt ut på avverkningsytan, kanske ett hundratal meter men de flesta frön hamnar i närheten av moderträdet.

I samband med att markberedning görs innan plantering av gran får björkfröet en ypperlig möjlighet att gro i de markberedda spåren (Rytter, Karlsson, Karlsson, & Stener, 2008).

2.3 Stubbskottstillväxt

På marker som är friska till fuktiga kommer ofta ett stort uppslag av främst björk efter en avverkning. Vid en lövröjning av beståndet bildas på de avverkade stubbarna rikligt med stubbskott som ofta växer ifatt den planterade/självföryngrade granen eller tallen. Faktorer som påverkar stubbskottstillväxten hos björk är stubbens diameter (grövre stubbe främjar tillväxten) nordlig breddgrad, bonitet (högre bonitet ökar uppslaget av stubbskott) samt tiden på året där torrperioden juni-juli hämmar stubbskotten som mest (Andersson & Björkdahl, 1984; Elfving & Nyström, 1984).

Barrplantors höjd och diametertillväxt hämmas kraftigt av lövsly. Redan vid ett uppslag av löv där lövet har en grundyta av 10 m²/ha är den relativa diametertillväxten för tall endast 65 procent jämfört med tillväxten för den tall som inte har konkurrens av lövsly. Granens diametertillväxt hämmas inte lika påfallande men är ändå märkbar. Här är den relativa diametertillväxten ca 80 procent av den ideala (Andersson, 1984).

Den snabbaste höjdtillväxten av stubbskott infaller de två första åren efter röjning för att sedan plana ut något. För det mesta ligger tillväxten efter två år någonstans mellan 30 - 80 cm, beroende på faktorer som påverkar tillväxten (Elfving & Nyström, 1984).

Försök har gjorts med att mäta höjdtillväxten av stubbskott och skillnaderna är märkbara i avseende hur höjdtillväxten hos björken påverkas av hur stark boniteten är. På exempelvis mark med bonitet T24 där röjningen satts in vid en meters höjd på huvudplantan växer stubbskotten ifatt huvudplantan inom fyra år. På de höga boniteterna över 30, som oftast består av granmark, har stubbskottet växt ifatt huvudplantan redan ett år efter röjningsinsatsen (Andersson & Björkdahl, 1984). Förutsättningen till höjdtillväxten av stubbskott är att inte skotten betas av exv. älg som annars håller nere höjdtillväxten något (Elfving & Nyström, 1984).

2.4 Stubbhöjdens inverkan på stubbskottstillväxt

I samband med att granplantan planterats och björkfröet gror uppstår genast en konkurrens om växtplatsen där allt som oftast björken vinner i höjdtillväxt och går illa åt granen.

Stubbhöjden vid kapning har visat sig kunna påverka stubbskottsuppslagen i röjningsbestånd. Valet av röjningshöjden på de kapade stammarna påverkar tillväxten av stubbskotten. Studier på kapningar i olika höjdnivåer har gjorts och dessa påvisar att lägre stubbar har en sämre stubbskottstillväxt.

Troligtvis beror det på den s.k. apikala dominansen vilket innebär att toppen på ett träd utsöndrar hormoner som hämmar tillväxten av andra grenar. Vid kapning av toppen förloras denna hämmande effekt och stubbskottstillväxten ökar för att bilda en ny topp (Karlsson & Albrektsson, 2000).

En anledning till att de lägre kapade stammarna inte har en sådan stor stubbskottstillväxt kan vara att en större biomassa har tagits bort från trädet och att detta hämmar ny tillväxt av stubbskott, samtidigt som de lägre stubbarna beskuggas mer än de högre kapade stubbarna (Karlsson & Albrektsson, 2000 a; Karlsson & Albrektsson, 2000 b).

Trots det ökade stubbskottsuppslaget på högre stubbar finns det ändå ett flertal fördelar med att ”toppkapa”. Risken för stensågning minskar. Kvalitetsdaning på de kvarvarande huvudstammarna förbättras. Nya stubbskott ger viltfoder och kan på så sätt spara huvudstammarna. Ur naturvårdssynpunkt finns det en aspekt genom att denna metod mer liknar en självgallring i ett bestånd (Karlsson & Albrektsson, 2000 b).

2.5 Röjningsmetoder

I detta avsnitt beskrivs de vanligaste metoderna för att eliminera stubbskottstillväxten av löv i barrplanteringar

2.5.1 Totalröjning

Totalröjning är en vanlig röjningsmetod som praktiseras idag dvs. allt lövsly röjs bort från objektet. Den första röjningen sker generellt när barrplantan har nått en höjd av två till tre meter, just för att minska stubbuppslaget. Men tidpunkten är ändå varierande. Första röjningsingreppet i beståndet bestäms av hur svårt lövbeståndet konkurrerar med barrträdet som är huvudträdslaget i beståndet (Pettersson, Fahlvik, & Karlsson, 2007). Återbesök i beståndet kan ske en till två gånger, beroende på hur tätt förslutet beståndet är efter det första röjningstillfället.

2.5.2 Kronobergsmetoden

Kronobergsmetoden består av tre steg och passar bäst i granföryngringar då granen klarar beskuggning bättre än vad tallen gör. Skärmen har en lindrande effekt mot granskottets känslighet mot frost. Granens tillväxt hämmas något beroende på hur tät skärmen är, men kvalitetsmässigt blir den bättre då en mindre andel juvenilverd (ungdomsved) bildas samt att kvistrensning förekommer naturligt på granstammen pga. skärmen. Björk inblandat i granbeståndet höjer den totala produktionen och ett större netto kan utvinnas tidigare när björkskärmen avvecklas (Bäcke & Liedholm, 2006; Pettersson, Fahlvik & Karlsson, 2007; Skogsstyrelsen, Länk E). De tre stegen är följande:

1. Lövträden röjs till ca 3 000 - 4 000 stammar/ha vid en höjd av tre till fyra meter. Samtidigt sker en liten utglesning av de barrträd som har en höjd av en halvmeter till en meter om de står för tätt.
2. Tre till fem år efter första ingreppet, då björken har en höjd på sex till nio meter, röjs björken ner till 1 000 - 1 500 stammar/ha. Barrträden har då en höjd på ca två meter och de röjs då till produktionsförband anpassat till ståndorten.
3. När skärmen når åtta till tolv meters höjd och då granen har en höjd av tre till fyra meter behövs inte björkskärmen längre för frostskydd. Björken avverkas och tas tillvara som ved, bioenergi eller massaved.

Vid en skärmställning är det viktigt hur många stammar/ha man ställer ut. En skärm på ca 500 stammar/ha som ställs direkt i steg ett har ingen större påverkan på volymproduktionen hos gran, men skärmen har föga effekt som skydd mot frost och stubbuppslag. För att säkerställa ett godkänt frostskydd på frostlänt mark bör skärmen bestå av minst 2 000 stammar/ha. Men björkens kronstorlek är avgörande på hur många stammar man skall ställa kvar vid skärmställningen. Små kronor innebär att ett tätare stamantal behövs för att minimera frostsador hos granplantan (Andersson, 1984; Pettersson, Fahlvik & Karlsson, 2007).

2.5.3 Brunnsröjning

Brunnsröjningen är en nygamal metod som mer och mer kommer att bli intressant i samband med den stora röjningsareal som måste åtgärdas inom något år på hyggena orsakade av stormarna Gudrun och Per.

Vid fuktiga, friska marker och bra bonitet är ofta lövuppslaget så kraftigt att barrträden lider av beskuggning redan tidigt. Röjningsåtgärder måste då sättas in i ett tidigare stadium än normalt (som är vid ca två till tre meters höjd på granen) för att granen skall hinna sluta sig. Alternativet brunnsröjning kan då vara en bra metod.

Brunnsröjning är passande på marker med låglänt terräng med frostrisk. Kvarvarande stammar efter brunnsröjning kan ses som ett motmedel till minskad stubbskottsbildning, frotskärm och ökad totalproduktion.

Ordet brunnsröjning innebär endast röjning intill huvudstammar som hämmas inom ett begränsat område av lövuppslag (Andersson, 1984). Brunnsröjning rekommenderas att man sätter in på ett tidigt stadium, generellt praktiskt i bestånd där lövträden är i jämnhöjd med barrträden. Detta för att minska piskningsskadorna på barrträdets toppskott (Fahlvik, 2010, Länk B). Men oftast görs röjningen när huvudplantan är ca en meter och lövet är två till tre meter. Radien på själva brunnen är generell 0,5 - 1 meter runt barrplantan. Vid en eventuell andra brunnsröjning kan man behöva utöka radien något (Pettersson, Fahlvik, & Karlsson, 2007).

Fördelarna med brunnsröjning är:

- Billigare än konventionell röjning.
- Hämmar stubbskottsutveckling och ger ett frostskydd för barrträden som fortfarande består efter röjningen.
- Kvalitetsdanar granplantan på ett positivt sätt (Pettersson, Fahlvik, & Karlsson, 2007).

Vid brunnsröjning måste man vara uppmärksam när nästa röjningstillfälle ska sättas in för att inte huvudstammen ska få för hård konkurrens av lövträdet och hämmas i tillväxten. Skärmen som finns kvar efter brunnsröjningen får dock inte vara så tät att värdeproduktionen hos granen minskas allt för mycket även om man höjer totalproduktionen.

2.6 Tidigare försök vid brunnsröjning

År 1980 lades ett försök ut i Dalarna på en fuktig ståndort. Granens höjd var fem till sju dm och björken 18 dm. 50 000 björk/ha noterades. I ruta ett med brunnsröjning röjdes 2 000 huvudplantor fram med en meters radie som brunn runt plantan. Vid ruta två som var konventionell röjning, röjdes allt löv bort och granen lämnades med 2 000 plantor. På ruta tre röjdes total 2 000 stam fram men 1 500 var granplantor och 500 björkplantor (Andersson, 1984).

Vid ett examensarbete 1983 gjordes mätningar i rutorna. I ruta ett var höjdtillväxten 24 cm hos granen med brunnsröjning och 14 respektive 15 cm i ruta två och tre hos granen. Antalet stubbskott var stort på alla provrutorna men i ruta ett fanns ett betydande mindre antal stubbuppslag än i de andra försöksrutorna. En notering var att provrutorna ansågs vara lite för små beroende på beståndsstorleken men skillnaden kan vara värd att notera (Andersson, 1984; Egardt, 1983).

Tanken med brunnsröjningen är att försöka uppnå så litet uppslag av stubbskott som möjligt för att undgå att göra ännu ett dyrt röjningsingrepp inom några år i beståndet.

2.7 Vertikalröjning

Med vertikalröjning vid brunnsröjning menas att man med kedjeröjsågen kvistar de konkurrerande grenarna som hänger över granplantan (Figur 2.2 – 2.4.). Detta görs för att de inte ska piska toppen på barrplantan och ge barrplantan möjlighet att utvecklas optimalt men ändå behålla kvalitén i vedstrukturen (juvenilved).

En annan fördel med en vertikalröjning är att under tiden man gör slutröjning i ett granbestånd kan man ta bort eventuella dubbelskott/stammar som uppkommit och på så sätt öka kvalitén på rotstocken från en massavedsbit som normalt den första biten skulle blivit till en timmerstock som ger ett bättre ekonomiskt utbyte. Att göra en liknande kvalitetsförbättring med en vanlig klingröjsåg är betydligt svårare och det är en större risk att skada huvudträdslaget jämfört med kedjeröjsågen som har en bättre precision i detta fall (Alriksson, 2010; Elmia Wood 2009, Länk A)



Figur 2.2. Vertikalröjning av konkurrerande grenar (foto, eget arkiv).



Figur 2.3. Gran innan en vertikalröjning utförts (foto, eget arkiv).



Figur 2.4. Gran efter att en vertikalröjning utförts (foto, eget arkiv).

2.8 Røjningens ekonomi

Trakthyggesbruk går generellt ut på att skörda stamved i egenskap av massaved och timmer. Det är viktigt att planera och hitta en strategi för røjningsåtgärder som minimerar upprepningar av røjningsingrepp. Detta för att massaved och timmerandelen ska bli högre och goda förutsättningar för att behålla kvalitet i virket ska skapas (Hallsby G. m., 2008).

Røjning av ungskogsbestånd är ett kostsamt ingrepp för markägaren. Normalt sett får inte markägaren någon nettointäkt på røjningen om inte biobrånsl tas ut. Diameter, terräng, trädslagsblandning, stamantal är faktorer som påverkar røjningskostnaden (Pettersson, Fahlvik & Karlsson, 2007). Beroende på dessa faktorer røj en yrkesman ca ett till tre ha/dag och den genomsnittliga kostnaden för røjning i södra Sverige är ca 2 370 kr/ha (Skogforsk, 2008, Länk D).

Røjningen ger en ökad diametertillväxt hos huvudträdslaget och gör eventuellt att man kan tidigarelägga tiden för förstagallring. Redan vid denna förstagallring av barrbeståndet kan røjningen betala sig genom en högre nettovinst jämfört med om man inte hade røjat beståndet i ungskogsfasen. Den ökade diametertillväxten ger även en lägre avverkningskostnad (Hallsby G , 2008). Nedan beskrivs möjliga scenarion för uttag och ekonomiskt netto vid røjning i blandskog på en ståndort med G28 (tabell 2.1).

Tabell 2.1. Ett exempel på ekonomiskt utfall vid røjning och icke røjning. Gran – Björk, ståndortsindex G28 (Bäcke & Liedholm, 2006).

Åtgärd	Tid, år		Uttag, m ³ sk/ha		Netto, kr/ha	
	Røjt	Orøjt	Røjt	Orøjt	Røjt	Orøjt
Røjning	10				- 2000	
Gallr 1	41	31	66	40	6464	- 2 742
Gallr 2	56	41	100	45	21 003	2 048
Gallr 3	71	56	56	54	22 148	6 859
Gallr 4		71		80		11 809
Slutavv	96	96	490	462	139 675	120 011
Summa			742	681	187 290	137 985

2.9 Ny teknik i røjningsskogen

Röjsågen har nästan sett likadan ut sedan den introducerades på 50-talet. Det som hänt på klingröjsågen är att vikten har reducerats och att ergonomin med bärsele och problem med vibrationer har förbättrats. Ligné (2004) gjorde en studie där han jämförde klingröjsågen med en prototyp till kedjeröjsågen. Utgångspunkten var ett objekt med ca 11 000 stammar/ha och medelhöjd ca 3,7 m. Beståndet skulle röjas till 2 200 stammar/ha. Med klingröjsågen tog arbetet 5,24 h/ha och med prototypen 6,19 h/ha. Efter røjning hade området med klingröjsågen 2 805 stammar/ha och

prototypsågen 2 475 stammar/ha. Detta kan vara en orsak till den längre prestationstiden för prototypen enligt Ligné.

Studien visar att skadorna efter klingröjsågen var 2,1 procent på kvarvarande stammar medan den var betydligt lägre, 1,3 procent för prototypen. Skadorna kan bero på ny teknikutveckling, bättre flexibilitet med prototypen än med klingröjsågen (Ligné, 2004). Ligné tror även att en ökad diameter och höjd gör att prototypen blir mer fördelaktig på bestånd som är eftersatta och att den lämpar sig i terräng som är svårframkomlig vilket kan korta ner röjningstiden på objektet jämfört med klingröjsågen.

Husqvarna AB har vidareutvecklat kedjeröjsågen. Motorn sitter fast på en bärmes på ryggen. Klingan på en vanlig röjsåg har ersatts med ett sågsvärd med kedja. Kraftöverföringen från motorn till kedjan sker via en böjlig fjäderaxel (figur 2.5) (Elmia wood, 2009, Länk A). Södra har provat kedjeröjsågen på egna marker som visat konkurrenskraftiga resultat (Södra 2010, Länk F).



Figur 2.5. Kedjeröjsåg modell 535 FBx (foto, eget arkiv)

3 MATERIAL OCH METODER

3.1 Material

För att finna teorier för inläsning på ämnet har litteraturen hämtats från SLU:s databas LUKAS samt från internet. Referenslistor från andra böcker och rapporter har använts som hjälp under sökningen av litteratur.

Under fältmätningar inför röjning har följande material använts för provytornas utläggning:

- Måttband.
- Snitselband.
- Metspö med längden 2,82 vilket ger en cirkelprovyta med arean 25 m².
- Noteringshäfte.
- Miniräknare.
- Sprayfärg.
- GPS navigatör för arealmätning av varje parcell.

Under själva röjningen har två sågar använts av typen:

- Husqvarna kedjeröjsåg modell 535 FBx med 15” och 13” tums svärd (figur 2.5).
- Husqvarna klingröjsåg modell 345 FXT med 225 mm röjklinga.
- Biträknare för frekvensstudie av antalet röjda brunnar per minut och timme.
- Tidtagarur för tidsmätning. Mätningen innefattar röjning, gångtid mellan stammar och nedläggning av kapade stammar. Tankning, filning, längre reparation, gångtid till och från väg eller rastplats har inte räknats in.

I prestationsundersökningarna deltog Bengt-Åke Alriksson som röjningsföretagare. Alriksson är en aktiv och erfaren röjare i skogen med en mycket god kondition. Bengt-Åke har hjälpt till att utveckla kedjeröjsågen och har mycket stor praktisk erfarenhet av hur man hanterar både kedjeröjsåg och klingröjsåg.

Studien har utförts på Södras egen skogsfastighet, Toftaholm i Kronobergs län, Ljungby kommun. Markförhållanden är i huvudsak bördig, grandominerad mark i flack terräng, rikligt med sten och hög frostrisk. Objekten består av kontinuerlig markberedning (harvning) med planterad gran och ett rikligt uppslag av frösådd björk.

3.2 Metod

Varje parcell i försöken har mätts upp med måttband om ca 0,1 ha och därefter arealbestämts med GPS navigatör. Varje uppmätt parcell har sammanställts med prestationstiden i parcellen och räknats fram i h/ha (se bilaga 8.1).

På varje utlagd parcell har två stycken cirkelprovytor lagts ut diagonalt mot varandra där data har samlats in. Datainsamlingen har bestått av medelhöjd för barr och löv, stamantal för barr och löv. Insamlingen av antalet stammar på cirkelprovytor utfördes med mätspö om 2,82 m. Antalet stammar multiplicerades upp med 400 för att få stammar/ha. Höjdmätningen av stammar utfördes okulärt med hjälp av samma mätspö. Alla typer av röjningsmomenten i studien har mätts på samma sätt (se bilaga 8.1).

Brunnsröjningsstudien delas upp i fyra block där varje block innehåller sex kvadratiska eller rektangulära parceller. Röjningsmetoderna har lottats ut för att inte subjektivt påverka resultatet på röjningen. Två block röjs i avlövat tillstånd och två i lövat tillstånd i olika brunnsstorlekar med och utan vertikalröjning. Ytorna med totalröjning röjs med klingröjsåg, de andra ytorna röjs med kedjeröjsåg (tabell 3.1) Röjaren tar sig fram mellan två plantrader och gör instick för att ta bort löv runt själva barrplantan.

Skärnröjningsstudien gjordes upp i fyra block där varje block innehåller två försöksytor. Två block röjs i avlövat tillstånd och två i lövat tillstånd med kedjeröjsåg och klingröjsåg (tabell 3.1). Objektet består av ett rikligt uppslag av björk över planterad gran. Skärmen röjs ner till 4 – 5 000 stammar/ha. Valet av svärslängd har gjorts när röjaren gått in i beståndet och bedömt vilket svärd han skall använda sig av för bästa effektivitet. Datainsamlingen före röjning finns att läsa i bilaga 8.1.4

Slutröjningsstudien gjordes upp i två block där varje block innehöll tre parceller. I parcellerna skulle följande röjningsförfarande göras:

- Slutröjning med kedjeröjsåg inklusive ”tillreda stammar”.
- Slutröjning med kedjeröjsåg.
- Slutröjning med klingröjsåg

I slutröjningsytorna med kedjeröjsåg inkl ”tillreda stammar” bereddes dessa stammar om röjaren såg felet. Missar kan ha gjorts beroende på från vilket håll han kommer fram till trädet. Allt för att göra det så skogsmannamässigt som möjligt. Datainsamlingen före röjning finns att läsa i bilaga 8.1.6

Tabell 3.1. Schema över de olika röjningsmetoderna. Här kan utläsas vilka röjningsmetoder som använts vid röjningsförsöken i avlövat och lövat tillstånd.

	Totalröjning	Brunnsröjning		Skärnröjning		Slutröjning	
		0,5m	0,75m				
Avlövat		Vertikal	Vertikal				
		Ej	Ej				
Lövat		Vertikal	Vertikal			”tillreda” stammar	Ej
		Ej	Ej				Ej

Kedjeröjsåg

Klingröjsåg

3.3 Förtydligande av röjningsmetoder i brunnsröjningsförsöken

Nedan kommer de olika brunnsröjningsmetoderna att förkortas och förtydligas. Dessa kommer att användas i resultatkapitlet framöver.

Totalröjning = *Totalröjning*

Brunnsröjning 0,50 m = *brunn 0,5*

Brunnsröjning 0,50 m + vertikal = *0,5 + vertikal*

Brunnsröjning 0,75 m = *brunn 0,75*

Brunnsröjning 0,75 m + vertikal = *0,75 + vertikal*

4 RESULTAT

4.1 Brunnsröjningsförsöken

Nedan i tabell 4.1 och figur 4.1 visas prestationen i de olika röjningsleden. I stort sett minskar prestationen i h/ha med ökad röjningsinsats (diameter och vertikalkomplettering), men anmärkningsvärt är den höga prestationen i röjning av *brunn 0,75* jämfört med övriga i den avlödade röjningen (figur 4.1).

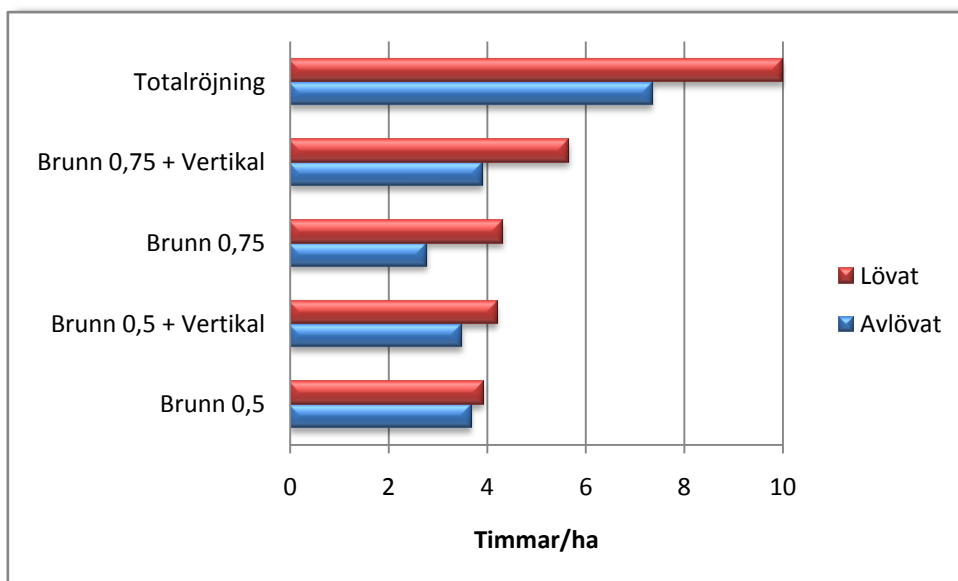
Det finns en stor skillnad i prestation mellan *totalröjning* och alla typer av brunnsröjning (tabell 4.1, figur 4.1). Som en jämförelse kan vi använda oss av den röjningsmetod som tar längst tid med brunnsröjning dvs. *0,75 + vertikal* och *totalröjning*. Prestationen är 3,89 h/ha (ca 81 %) längre för *totalröjningen*, räknat på de genomsnittliga värdena för lövad och avlövad röjning (tabell 4.1).

Skillnaderna mellan de olika brunnsröjningsleden är inte särskilt stora i den avlödade röjningen (tabell 4.1). Anmärkningsvärt är dock som tidigare nämnts att det går snabbare att röja *brunn 0,75* än de övriga tre. I de lövade röjningarna följer prestationen en ganska förväntad kurva med de olika röjningsingreppen (figur 4.1). Däremot sjunker prestationen mer hos *0,75 + vertikal* röjningen mer än hos de andra lövade brunnsröjningsmomenten.

Vid en jämförelse mellan de olika röjningsmomenten i lövat och icke lövat tillstånd är det märkbart svårare att röja i lövat tillstånd. Ett större arbete läggs ner på att söka efter huvudplantan som försvinner i lövmassan. Tidsåtgången ökade i alla röjningsmoment med den största ökningen i *0,75 + vertikal* och *totalröjningen*. För *totalröjning* är prestationen 2,64 h/ha (ca 36 %) lägre i den lövade röjningen jämfört med den avlödade röjningen (tabell 4.1). Tänkbara anledningar till dessa skillnader kan läsas i avsnitt 4.6 röjarens upplevelser under studietiden.

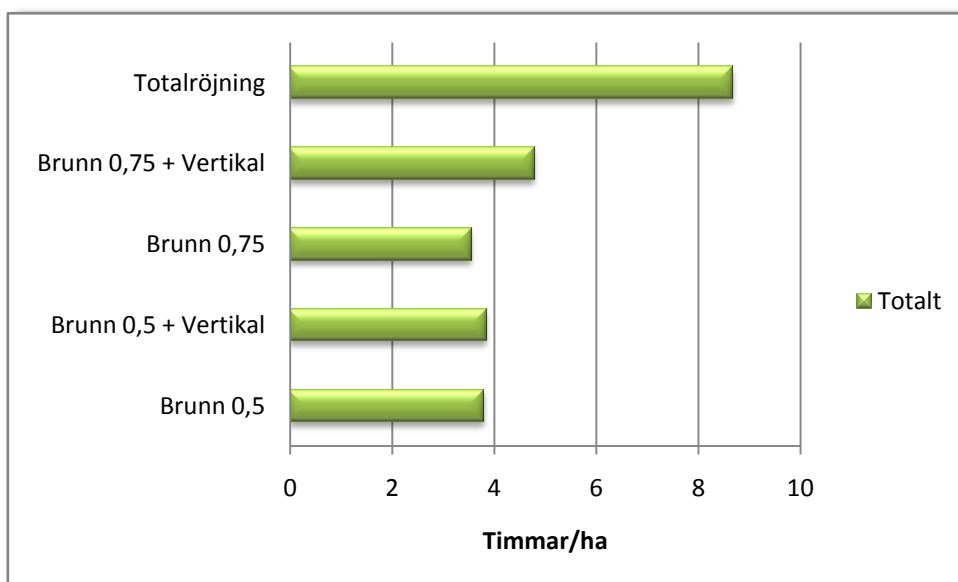
Tabell 4.1. Brunnsröjningsförsök. Prestation vid olika röjningsingrepp. Med genomsnittlig prestation avses ett aritmetiskt medelvärde av samtliga värden för respektive behandling. Timmar/ha.

	Brunn 0,5	Brunn 0,5 + vertikal	Brunn 0,75	Brunn 0,75 + vertikal	Totalröjning
Lövat	3,92	4,19	4,31	5,65	9,99
Avlövat	3,67	3,48	2,78	3,90	7,35
Genomsnittlig prestation	3,80	3,84	3,54	4,78	8,67



Figur 4.1. Brunnsröjning. Jämförelse i genomsnittlig prestation, timmar/ha i lövat och avlövat tillstånd

Genomsnittlig prestation i försöksleden *brunn 0,5*, *0,5 + vertikal* och *brunn 0,75* är i stort sett jämförbara. När man kommer upp i *0,75 + vertikal* och *totalröjning* minskar prestationen påtagligt (figur 4.2).



Figur 4.2. Brunnsröjningsförsök, aritmetiskt medelvärde av prestation, avlövat och lövat tillstånd sammanräknat. Timmar/ha

4.2 Antalet brunnar per tidsenhet

Antalet brunnar/tidsenhet varierar ganska mycket mellan avlövad och lövad tillstånd.

Skillnaden mellan antalet röjda brunnar/minut i icke lövad och i lövad tillstånd är ca 2 brunnars (ca 30 %) ökning/minut till det avlövades fördel (tabell 4.2). Omräknat till antalet brunnar/h blir skillnaden mycket tydlig med 505 brunnar/h i den avlövade röjningen och 363 brunnar/h i den lövade röjningen (tabell 4.2). Tänkbara anledningar till detta resultat kan läsas i avsnitt 4.6 röjarens upplevelser under studietiden. I nedanstående tabeller 4.3 till 4.4 kan utläsas de skillnader i antalet röjda brunnar som uppstod mellan avlövad brunnsröjning och lövad brunnsröjning.

Tabell 4.3 nedan visar att antalet brunnar/min i den avlövade röjningen är högst för brunn 0,5 + vertikal och brunn 0,75. Tabell 4.4, den lövade röjningen är antalet brunnar/min högst i brunn 0,5 och brunn 0,5 + vertikal. Det mest förväntade känns som att det skulle vara brunn 0,5 och brunn 0,75 som skulle ha de högsta värdena eftersom det innebär mindre antal röjningsmoment runt huvudplantan.

Tabell 4.2. Sammanräknat antalet röjda brunnar/ minut och antalet röjda brunnar/timme

	Brunnar/min	Brunnar/h
Lövat	6,50	363
Avlövad	8,43	505

Tabell 4.3 Antalet röjda brunnar/ minut och timme. Avlövad

	Antal brunnar/minut	Antal brunnar/timme
Brunn 0,5	8,35	504
Brunn 0,5 + vertikal	9,65	579
Brunn 0,75	9,00	537
Brunn 0,75 + vertikal	6,70	402

Tabell 4.4 Antalet röjda brunnar/minut och timme. Lövat

	Antal brunnar/minut	Antal brunnar/timme
Brunn 0,5	6,40	384
Brunn 0,5 + vertikal	6,60	396
Brunn 0,75	5,65	340
Brunn 0,75 + vertikal	5,50	333

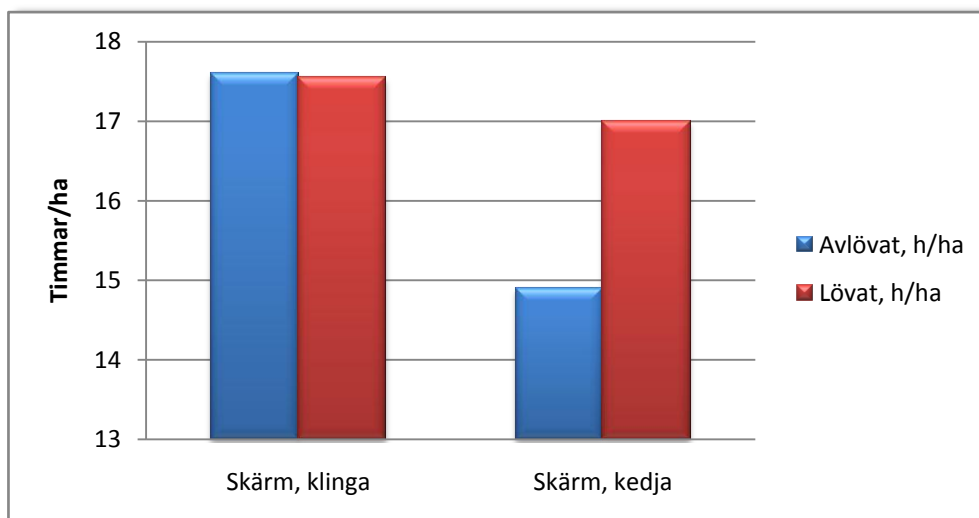
4.3 Skärnröjning

I skärnröjningsytorna valdes 13” eller 15” svärd beroende på grovlek av stammar efter besiktning i beståndet. I skärnröjning är skillnaderna mindre mellan klingröjsåg och kedjeröjsåg. Prestationen är sammantaget något bättre med kedjeröjsåg, 1,63 h/ha (ca 10 %) gentemot klingröjsåg. Eftersom lövet sitter så pass högt upp på björken borde inte det påverka resultatet på något nämnvärt vis. Ändå finns det en skillnad i prestation på den avlövide röjningen. I den lövide röjningen är skillnaden mycket liten.

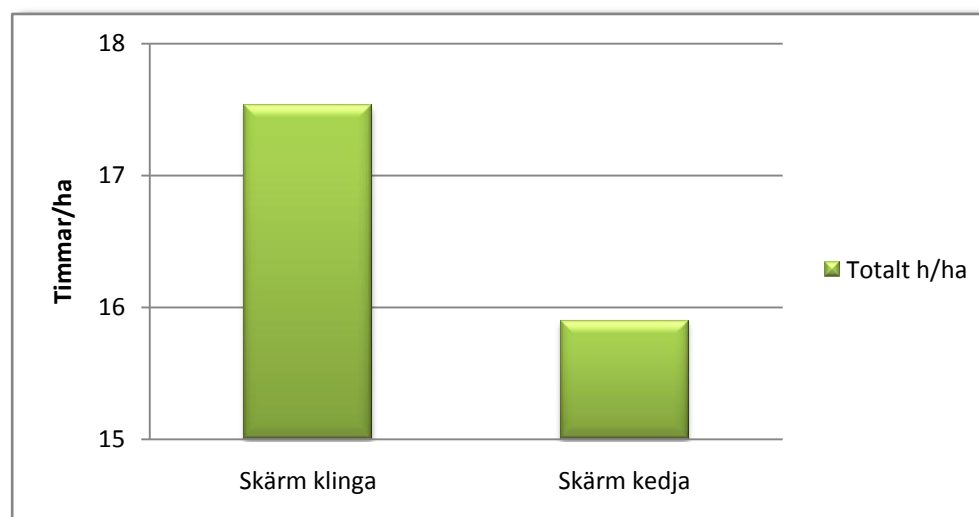
I tabell 4.5 och diagrammen 4.3 och 4.4 visas prestationen på de olika röjningsförsöken.

Tabell 4.5. Skärnröjning. Genomsnittlig prestation, timmar/ha

Skärnröjning	Skärm, klinga	Skärm, kedja
Avlövat	17,60	14,90
Lövat	17,55	17,00
Genomsnittlig röjtid	17,57	15,90



Figur 4.3. Skärnröjning. Jämförelse med lövat och avlövat tillstånd. Genomsnittlig prestation, timmar/ha.



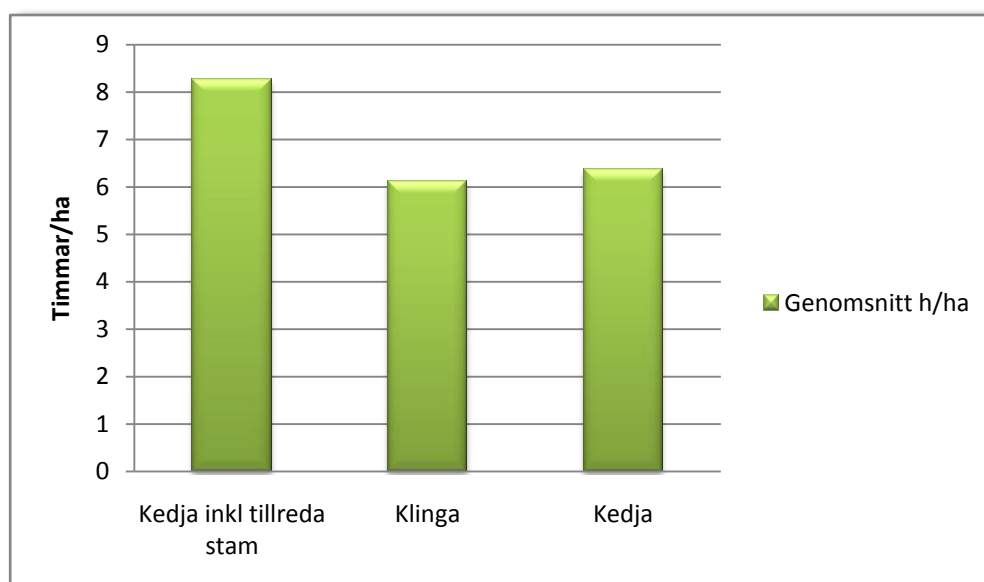
Figur 4.4. Skärnröjning. Genomsnittlig prestation, sammantaget för både avlövat och lövat tillstånd. Timmar/ha.

4.4 Slutröjning

Klingröjning och kedjeröjning skiljer sig mycket lite till skillnad från ”tillreda stammar” (kapning av sprötkvist, dubbelstam m.m.) upptill på huvudträdslaget som ökar arbetstiden (prestationssänkning) från ca 6 h/ha där man inte tillreder stammarna till 8 h/ha för ”tillreda stammar”. Nedan i tabell 4.6 och figur 4.5 visas prestationen i röjningsförsöken.

Tabell 4.6. Slutröjning. Genomsnittlig prestation i slutröjning, timmar/ha.

	Kedja inkl tillreda stam	Klinga	Kedja
Genomsnitt h/ha	8,27	6,11	6,37



Figur 4.5. Slutröjning. Genomsnittlig prestation i slutröjning, timmar/ha

4.5 Statistisk säkerhet i röjningsförsöken

Den statistiska säkerheten är beräknad med ett konfidensintervall om 90 % säkerhet i röjningsförsöken. Det innebär att med 90 % säkerhet ligger prestationen för respektive röjningsförfarande i medeltal inom de tidsintervall som anges i (tabell 4.7). Siffrorna är aritmetiska medelvärden för alla ingående behandlingar i såväl avlövat som lövat tillstånd. Ingen hänsyn har således tagits till röjningstidpunkt.

Tabell 4.7. Prestation för alla ingående behandlingar för respektive röjningsförfarande oavsett röjningstidpunkt med 90 % konfidensintervall, aritmetiska medelvärden i h/ha.

Röjningsförfarande	h/ha
Brunnsröjning	[3,78 ; 6,06]
Skärnröjning	[15,67 ; 17,77]
Slutröjning	[5,47 ; 8,37]
Totalröjning	[6,89 ; 10,45]

4.6 Røjarens upplevelser under tidsstudien

I røjarens upplevelser under røjningsförsöken finns tänkbara orsaker till de olika røjningsresultaten.

I brunnsrøjningarna användes 15” svärd vilket ansågs öka prestationen främst i vertikalrøjningsförsöken där ett 15” svärd innebar färre moment vid själva vertikalrøjningen av björkens sidogrenar.

I skärmrøjningsförsöken valde Bengt-Åke att använda sig av 15” svärd vilket han upplevde som mer effektivt än med 13” svärd. Dock gjordes valet av svärdslängd efter besiktning av beståndet och då i första hand beroende av røjstammarnas medeldiameter. I grövre bestånd valdes således 13” svärd.

Solens läge på himlen uppfattades som mer besvärande under de lövade røjningsförsöken jämfört med de avlövade røjningsförsöken. Bladmassan reflekterade solljuset vilket försvårade røjningen vid lågt stående morgonsol och røjning i motljus. Granen och björkens gröna färger smälte då ihop mer.

I de lövade røjningsförsöken missades ett större antal plantor jämfört med røjning under avlövade förhållanden. Orsaken till det större antalet missade granplantor när björken slagit ut helt, var att björkstammarna i denna tidiga røjningsfas har gröna blad ända ner till marken. Ett förhållande som effektivt ”gömmer” granplantorna i den mix av lövverk som ett tätt lövuppslag kan liknas vid i fullt lövat skick.

Detta innebar att när tydliga rader av plantor saknades (beroende på hur markberedningen utförts eller plantor som fallit ifrån), gick mycket verktid åt för att leta plantor. Men det var emellertid ännu svårare att snabbt lokalisera granplantorna på de ytor där en större andel av granplantorna understeg en meters höjd. Plantskog i bröst höjd eller däröver innebar en helt annan rytm i røjningsarbetet, eftersom røjaren kunde ligga några moment framför och på så vis göra varje förflyttning betydligt mer effektiv och tidsbesparande. (Alriksson, 2010)

5 DISKUSSION

5.1 Jämförelse mellan sågarna

Syftet med examensarbetet är att jämföra kedjeröjsågen med den konventionella klingröjsågen i olika röjningsförfaranden utifrån prestation och ergonomi. Kedjeröjsågen är en konkurrenskraftig såg i vissa hänseenden som ofta kan användas på ett enklare sätt i något eller några moment än vad klingröjsågen används till.

Bengt-Åke som har utfört den praktiska röjningen i försöken har en mycket god fysik, erfarenhet och kompetens att hantera både kedjeröjsåg och klingröjsåg. Resultaten anser jag därför relevanta i studien.

I skärmröjningsförsöken är kedjeröjsågen en aning mer fördelaktig tidsmässigt. Men här kanske den börjar tappa sin riktigt konkurrenskraftiga fördel mot klingröjsågen i prestation.

I slutröjningsförsöken finns inga skillnader mellan klingröjsåg och kedjeröjsåg. Här har kedjeröjsågen enligt min uppfattning spelat ut sin roll som en mer fördelaktig prestationsapparat än klingröjsågen. Det som var mer intressant var tidsskillnaden med kedjeröjsågen i försöken *"tillreda stammar"* och utan att *"tillreda stammar"*. Här tog *"tillreda stammar"*-försöken i genomsnitt 2 h/ha längre tid än försöken utan *"tillreda stammar"*. Frågan är om det lönar sig ekonomiskt för en markägare att *"tillreda stammar"*? Det jag menar är att, lönar det sig med att bearbeta en från början garanterad massavedsbit med kvalitetsnedklassande skada (sprötkvist, dubbelstam m.m.) i första biten till en kanske blivande lägst betald timmerstock med tanke på den tidsökningen försöken visar genom att *"tillreda stammar"*? Personligen ifrågasätter jag det.

Även om kedjeröjsågen tappar i konkurrens när det blir tal om skärmröjning och slutröjning finns det andra aspekter som sannolikt spelar in till kedjeröjsågens fördel. Jag tänker då främst på den ergonomiska biten med att ha själva motorenheten upphängd i en bärmes, precis som en vandringsryggsäck. Det gör att du får en jämnare belastning (figur 5.1) över axlarna jämfört med klingröjsågen som snedbelastar axlar och rygg vilket förmodligen gör den mera tungarbetad.



Figur 5.1. Kedjeröjsågens motorenhet upphängd som en ryggsäck. (foto, eget arkiv)

5.2 Jämförelse mellan röjningsmetoderna i brunnsröjning

Brunnsröjningsförsöken har i stort gett de förväntade resultaten. Slutsatser som kan dras är att det med all sannolikhet är så att alla brunnsröjningsmetoderna är mer gynnsamma prestationsmässigt jämfört med totalröjning. Vid det enskilda röjningstillfället är det alltså mer ekonomiskt fördelaktigt att göra en någon form av brunnsröjning jämfört med en totalröjning. Oavsett behandling måste man dock se hela kedjan av åtgärder som krävs fram till första gallring. Det är det totala resultatet, såväl biologiskt som ekonomiskt som räknas.

Den totala kostnaden i sin helhet för röjningen fram till första gallring är en intressant aspekt. Om en misslyckad brunnsröjning görs vid första tillfället innebär det ett eventuellt återkommande röjningstillfälle, kanske två i beståndet med försvårad röjning. Målet framöver är att hålla nere antalet röjningsingrepp med brunnsröjning och på så sätt generera en större avkastning till markägaren den dagen gallring sker. Med en totalröjning som oftast utförs idag blir sannolikt resultatet ett minst lika stort stubbskottsuppslag om inte större, något som i värsta fall kan växa in i själva huvudplantan och försvåra nästa röjningsingrepp som då blir dyrare.

För att få en ännu effektivare röjning i brunnsröjning är det av vikt att se hur plantrader och plantförband ligger i terrängen för att inte produktionen ska hämmas alltför mycket. På någon försöksyta påträffades detta scenario och upplevelsen var en produktionssänkning mätt i antalet brunnar per tidsenhet.

Den avlödade röjningen i brunnsröjning har bevisligen gått snabbast och på objekten där huvudplantan har varit högre (minst en meter) har prestationen ökat och inneburit en enklare planering för röjaren några meter framåt i beståndet.

Problem eller funderingar som har uppstått i brunnsröjningsförsöken är att brunnsröjning 0,75 i avlövat tillstånd utfördes snabbast. Detta har gjort mig en aning konfunderad. Har en brist funnits i själva inmätningen? Vid en granskning av material och rannsaking av mig själv hittar jag ingen direkt orsak varför detta resultat framkommit. Möjligtvis kan det vara tillfällighet från utlottningen av försöksytorna, antalet huvudplantor i försöksytorna, stor variation på lövuppslaget.

Brunnsröjningsobjekten har varit något heterogena och gjort det svårt att få fram jämna provytor. Spannet med lövuppslag varierade mellan 20 000 – 42 000 stammar/ha mellan provytorna. Möjligen tyder utfallet på att det lagts ut för få provytor i försöket. Fler upprepningar och därmed ett större material skulle kunna ha bidragit till säkrare slutsatser.

5.3 Antalet röjda brunnar/tidsenhet

I det lövade tillståndet upplevdes det svårare att hitta huvudplantan (granplantan) vilket innebar ett antal missade. Här kan det finnas ett mörkertal i antalet röjda brunnar. Tidsstudiemannen var nödgad att hjälpa röjningsförrättaren att söka efter avgränsningarna på försöksytorna då det var svårt att hitta snitselbanden i lövverket. Detta kan innebära att tidsstudiemannen kan ha missat några huvudplantor med biträknaren som röjningsförrättaren har röjt.

5.4 Rådgivning vid röjning

Mina rekommendationer är enbart baserade på prestation i tidsåtgång per arealenhet. För att ge en än mer korrekt vägledning i valet av röjningsmetod görs pågående mätningar av dessa brunnsröjningsytor utifrån biologiska syften i ett annat examensarbete. Resultatet kan förhoppningsvis komplettera och ge en korrekt vägledning i röjningsfrågan.

Rådgivningsmässigt skulle jag ur prestationssynpunkt rekommendera att brunnsröjning utförs i ungskog innan lövet har slagit ut och att vänta tills huvudplantan har nått en höjd av minst en meter. Varför man bör göra detta är att det är otvivelaktigt lättare att planera röjningen några meter fram och att se både huvudplantan och markberedningsspåren vilket ökar

prestationen. Brunnsstorlekarna, *brunn 0,5 m; 0,5 + vertikal* och *brunn 0,75* är de som går snabbast och dessa är också ganska jämförbara i prestation. Sammanfattning av rådgivning följer nedan i punktform.

- Røjning i avlövad tillstånd ger bättre planering och ökad prestation.
- Medelhöjd för huvudplantor bör vara minst en meter.
- Røj i brunnsstorlekarna, *brunn 0,5 m; 0,5 + vertikal* och *brunn 0,75*.
- Viktigt att uppfatta hur plantrader och förband ligger i terrängen för att öka prestationen.
- De olika röjsågarna har olika fördelar och såg bör därför väljas efter objekt och röjningsform för att uppnå maximal prestation.

I skärnrøjning rekommenderas kedjeröjsågen i både avlövad och i lövad tillstånd. Bland annat är det lättare att styra röjstammen åt vilket håll den ska falla. Man bör välja längden på svärdet efter en besiktning av beståndet. Det kan påverka prestationen i røjningen. Sammanfattning av rådgivning i punktform nedan.

- Välj svärdslängd (13" eller 15") beroende på grovlek av stammar.
- Ju grövre stammar desto kortare svärd används.

I slutrøjningen har jag ingen direkt rådgivning att ge. Här har kedjeröjsågen ingen prestationsmässig fördel jämfört med klingröjsågen. Tänkbara andra anledningar till att använda kedjeröjsågen istället för klingröjsågen är:

- Bättre arbetsställning och jämnare belastning på axlar.
- Lättare att styra röjstammen åt vilket håll den ska falla.
- Enklare att stamkvista med kedjeröjsågen.

5.5 Funderingar och frågeställningar runt røjningsförsöken

Frågor om røjningsförsöken har dykt upp under själva examensarbetet varav jag nämner några nedanför i följande stycken.

En ren brunnsrøjningsstudie där samtliga røjningsmoment utförs mellan kedjeröjsågen och klingröjsågen samt antalet brunnar/tidsenhet och kapade huvudstammar av misstag jämförs. Detta skulle kunna ge ett svar på hur stor prestationsskillnaden mellan sågarna är i samma røjningsutförande i brunnsrøjning.

Realismen i ett rent brunnsrøjningsförsök mellan kedjeröjsågen och klingröjsågen kanske inte ger något revolutionerande svar på prestation då

förmodligen inte klingröjsågen är lämpad för brunnsröjning. En gammal metod har återigen fått chansen att tas upp på nytt med hjälp av kedjeröjsågen, som nästan försvunnit med klingröjsågens svaga och något ”klumpiga” handhavande i den typen av röjning.

Idag levereras kedjeröjsågen i handeln med 13” svärd. Bengt-Åke har valt i en del fall av att använda sig av 15” svärd för att upplevelsen är att detta ger en prestationsökning i brunnsröjningsförsöken. Finns det någon större tidsvinst mellan 13” och 15” svärd? Gjorde vi rätt som valde 15” svärd eller skulle vi använt oss av 13” svärd som levereras i handeln? Detta är något som skulle behöva utredas mer.

Vid en totalröjning är tätheten avgörande för hur många och breda slag en röjare behöver gå och det skulle innebära att röjaren får ta ett större antal steg vilket borde påverka prestationen under ett dagsverke. Skulle det inte vara idé att genomföra en studie på detta? Det borde vara genomförbart med tanke på dagens stegräknare.

Finns det som jag nämnde ovanför i tidigare stycke någon ekonomisk fördel på röjningsmomentet ”*tillreda stammar*” med tanke på den mer utdragnare prestationstid det tar att tillreda dessa?

5.6 Avslutande ord

I mina ögon ser jag kedjeröjsågen som ett komplement till klingröjsågen. Det finns i vissa fall inte så stora och avgörande tidsskillnader (frånsett jämförelsen totalröjning kontra brunnsröjning) mellan sågarna men kedjeröjsågen kan användas på fler områden (fixa stammar, brunnsröjning, stamkvistning m.m.) som blir svårare anser jag med klingröjsågen. Att ha dessa två sågar som kompletterar varandra ökar den totala prestationen i h/ha i lämpliga bestånd för respektive såg sammantaget. Dessutom blir ergonomin sannolikt bättre, vilket är nog så viktigt.

6 SAMMANFATTNING

Sedan skogsvårdslagens ändring 1994, där tvingande regler för markägaren att utföra röjning togs bort, har det så kallade ”röjningsberget” växt sig allt större. Bara i Götaland finns det ett röjningsbehov på ca 307 000 ha enligt Riksskogstaxeringens undersökning (Riksskogstaxeringen 2009, Länk C). Efter de senaste stormarna Gudrun och Per har det nu gått några år och de stora hyggesarealerna som planterats med i första hand gran, men även andra trädslag, börja nu växa igen med främst frösådd björk i markberedningsspåren. Därför ligger det just nu rätt i tiden med en utveckling av ny teknik för att göra röjningsarbetet mer attraktivt och effektivt.

Syftet med detta arbete, som genomförts under våren 2010, är att för olika röjningsmoment jämföra prestationen mellan den traditionella klingröjsågen och den nyutkomna kedjeröjsågen. Som uppdragsgivare har Södra Skogsägarna stått. Det som skall belysas är brunnsröjning i olika storlekar samt skärnröjning och slutröjning. De olika röjningarna har gjorts i avlövad och lövad tillstånd för att även undersöka om det finns någon skillnad i prestation mellan tillstånden.

Resultatet av studien visar att vid brunnsröjning tar arbetet längre tid i det lövade än i det avlövade tillståndet. Det största problemet vid den lövade röjningen är att huvudplantan försvinner i den gröna lövmassan och mycket tid går åt att hitta huvudplantan. Vidare visar studien att alla brunnsröjningsmetoder är prestationsmässigt mer fördelaktiga jämfört med totalröjning med klingröjsåg som är den idag vanligast förekommande metoden som används i skogsbruket.

I en jämförelse mellan sågarna i skärnröjning är prestationen ca 1,5 h/ha bättre för kedjeröjsågen än för den traditionella klingröjsågen, mätt sammantaget i alla röjningsförsöken. I slutröjning är skillnaden mindre och här har kedjeröjsågen i princip tappat sin prestationsmässiga konkurrensfördel mot klingröjsågen.

Kedjeröjsågen och klingröjsågen fungerar bra som komplement till varandra. Tidsskillnaderna är kanske inte så stora fränsett brunnsröjningsobjekten kontra totalröjningen, men kedjeröjsågen kan användas på fler områden som ”fixa stammar”, brunnsröjning och stamkvistning m.m. vilket blir betydligt svårare med klingröjsåg. Tillsammans ökar sannolikt den totala produktionen med rätt såg på lämpliga röjningsobjekt och ergonomi blir sannolikt också bättre.

7 LITTERATURFÖRTECKNING

7.1 Publikationer

Andersson, S.-O. (1984). *Om lövröjning i plant och ungskogar*. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4 , ss. 69-94.

Andersson, S.-O., & Björkdahl, G. (1984). *Om björkstubbkottens hökdtutveckling i ungdomsskedet*. Sveriges skogsvård förbunds Tidskrift 3-4 , ss. 61-67.

Bäcke, J.-O., & Liedholm, H. (2006). *Röjning* (Sjätte uppl.). Jönköping: Skogsstyrelsen.

Egardt, P. (1983). *Revision av röjningsförsök*. Skinnskatteberg: Skogsmästarskolan.

Elfving, B., & Nyström, K. (1984). *Björkens stubbskottsbildning och hökdtutveckling i ungdomsskedet*. Sveriges skogsvårdsförbunds, tidskrift 3-4 , ss. 51-60.

Hallsby, G. m. (2008). *Nya tiders skog, skogsskötsel för ökad tillväxt*. LRF Skogsägarna. ISBN 91 7446 060 9

Johansson, T. (2001). *Blandskog av björk och gran*. Fakta skog .

Karlsson, A., & Albrektsson, A. (2000 b). *Røj på en högre nivå*. Fakta skog.

Karlsson, A., & Albrektsson, A. (2000 a). *Height Development of Betula and salix Species Following Precommercial Thinning at Various Stump Heights: 3- Year Results*. Scandinavian Journal of Forest Research 15:3.

Ligne, D. (2004). *New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning*. Doctorial thesis, Umeå.

Pettersson, N., Fahlvik, N., & Karlsson, A. (2007). *Skogsskötselserien, Röjning nr 6*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.

Rytter, L., Karlsson, A., Karlsson, M., & Stener, L.-G. (2008). *Skötsel av björk, al och asp*. Skogsstyrelsens förlag.

Södra. (2007). *Skogsskötselhandbok, Södra*. Södra Partner.

7.2 Internetdokument

Länk A:

Elmia wood. (2009). Hämtat från

[http://www.elmia.se/sv/wood/For-press/Utstallarreleaser/Effektivare-rojningsmetod-med-ny-topprojsag-ger-mer-viltfoder-och-battre-virkeskvalitet-/](http://www.elmia.se/sv/wood/For-press/Utstallarreleaser/Effektivare-rojningsmetod-med-ny-topprojsag-ger-mer-viltfoder-och-battre-virkeskvalitet/)

Länk B:

Fahlvik, N. (2010). *Webboken om gran*. Hämtat från <http://www-gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/Rojning.pdf>

Länk C:

Riksskogstaxeringen. (2009). *Skogsstyrelsen*. Hämtat från <http://www.skogsstyrelsen.se/epi-server4/templates/SFileListing.aspx?id=15285>

Länk D:

Skogforsk. (2008). *Kunskap Direkt*. Hämtat från Røjning: <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Roja/11548/Kostnader-och-prestationer/>

Länk E:

Skogsstyrelsen. (u.d.). Hämtat från <http://www.svo.se/epi-server4/dokument/fg/Vaxjo/Kronobergsmetoden.pdf> 2010

Länk F:

Södra. (2010). Hämtat från <http://www.sodra.com/sv/Forskning/Forskning-Skog/Ny-teknik-for-rojning/>

7.3 Personliga kontakter

Alriksson, B.-Å. (2010).

Frisk, J. (2010). Skötsel- och jaktansvarig egen skog, Södra Skog.

8 BILAGOR

8.1 Sammanräknat datamaterial för prestationsstudie

8.1.1 Brunnsröjning

Avd 25. Avlövat

Yta	Försöksled	Areal, ha	Arbetsminuter	Timmar/ha	Brunnar/min	Brunnar/h
1.2 A	Brunn 0,5 + Vertikal	0,11	24 min	3,63	9,7	582
1.2 B	Brunn 0,5	0,10	24 min	4,00	9,0	546
1.2 C	Brunn 0,75	0,15	20 min	2,22	11	654
1.2 D	Brunn 0,75 + vertikal	0,12	31 min	4,31	6,6	396
1.2 E	Kontrolllyta					
1.2 F	Totalröjning	0,11	41 min	6,21	0	0

Avd 35. Avlövat

Yta	Försöksled	Areal, ha	Arbetsminuter	Timmar/ha	Brunnar/min	Brunnar/h
1.3 A	Brunn 0,75 + vertikal	0,10	21 min	3,50	6,8	408
1.3 B	Brunn 0,5 + vertikal	0,11	22 min	3,33	9,6	576
1.3 C	Totalröjning, klinga	0,11	56 min	8,48	0	0
1.3 D	Brunn 0,75	0,22	44 min	3,33	7	420
1.3 E	Kontrolllyta					
1.3 F	Brunn 0,5	0,08	16 min	3,33	7,7	462

Avd 21. Lövat

Yta nr	Försöksled	Areal, ha	Arbetsminuter	Timmar/ha	Brunnar/min	Brunnar/h
1,1 A	Brunn 0,75 + vertikal	0,10	36 min	6,00	5,7	342
1,1 B	Brunn 0,5	0,09	19 min	3,52	6,8	408
1,1 C	Brunn 0,5 + vertikal	0,12	28 min	3,89	6,8	408
1,1 D	Total klinga	0,12	61 min	8,47	0	0
1,1 E	Brunn 0,75	0,13	38 min	4,90	4,5	272

Avd 35. Lövat (Torn 76)

Yta nr	Försöksled	Areal, ha	Arbetsminuter	Timmar/ha	Brunnar/min	Brunnar/h
1,4 A	Brunn 0,75 + vertikal	0,11	35 min	5,30	5,4	324
1,4 B	Brunn 0,5	0,12	31 min	4,31	6,0	360
1,4 C	Total klinga	0,10	69 min	11,50	0	0
1,4 D	Brunn 0,75	0,13	29 min	3,72	6,8	408
1,4 E	Brunn 0,5 + vertikal	0,13	35 min	4,49	6,4	384

8.1.2 Sammanställd ingångsdata för brunnsröjning

Yta	Stammantal löv	Stammantal barr	Medelhöjd barr, m	Medelhöjd löv, m	Medeldiameter löv, cm
1.1A	38 000	1 800	1	2,7	1,7
1.1B	32 300	1 000	1,2	2,7	1,5
1.1C	20 000	1 000	1,8	2,8	1,5
1.1D	28 000	2 800	2	2,6	1,6
1.1E	38 000	1 000	1,6	2,8	1,5
1.2A	36 000	2 600	1,8	2,7	1,4
1.2B	42 000	2 600	1,9	2,6	1,5
1.2C	32 000	1 600	1,3	1,8	1
1.2D	22 000	2 800	0,5	2,5	1,3
1.2E	27 500	1 400	1	2,5	1,4
1.2F	35 000	2 000	1	2,5	1,5
1.3A	26 000	3 000	1	2,6	2
1.3B	25 000	2 600	1,5	2,2	1,3
1.3C	25 000	1 600	1,5	2,8	2
1.3D	40 000	1 600	1,3	3	1,5
1.3E	20 000	2 000	1,5	2	1,5
1.3F	20 000	2 100	1	2	1
1.4A	30 000	2 800	1	2	1,8
1.4B	31 000	2 000	1,3	1,9	1,5
1.4C	26 000	2 600	1,8	2	1,1
1.4D	29 000	2 200	1,5	2	2
1.4E	32 000	1 400	1,4	1,8	1,1
Medel	29 764	2 023	1,36	2,39	1,49

8.1.3 Skärnröjning

Avd. Erlandsbo. Avlövat.

Yta	Försöksled	Arbetstimmar	Areal, ha	Timmar/ha	Stam före röjning, löv	Stam efter röjning, löv
2.2 A	Skärm klinga	103 min	0,11	15,60	29 000	5 000
2.2 B	Skärm kedja	97 min	0,10	16,20	35 000	4 000

Avd. Erlandsbo. Avlövat

Yta	Försöksled	Arbetstimmar	Areal, ha	Timmar/ha	Stam före röjning, löv	Stam efter röjning, löv
2.3 A	Skärm, kedja	113 min	0,14	13,45	33 000	4 000
2.3 B	Skärm, klinga	117 min	0,10	19,50	34 000	6 200

Avd. Erlandsbo. Lövat

Yta	Försöksled	Arbetstimmar	Areal, ha	Timmar/ha	Stam före röjning, löv	Stam efter röjning, löv
2,4 A	Skärm klinga	60 min	0,06	16,67	40 000	4 000
2,4 B	Skärm kedja	104 min	0,10	17,33	38 000	4 000

Avd 66. Norra strömäng. Lövat

Yta	Försöksled	Arbetstimmar	Areal, ha	Timmar/ha	Stam före röjning, löv	Stam efter röjning, löv
2,1 A	Skärm klinga	121 min	0,11	18,33	36 500	5 000
2,1 B	Skärm Kedja	70 min	0,07	16,67	32 000	4 000

8.1.4 Sammanställd ingångsdata för skärmröjning

Yta	Stammantal löv	Stammantal gran	Medelhöjd barr, m	Medelhöjd löv, m	Medeldiameter löv, cm
2.1A	36 500	2 600	1	5,5	3,5
2.1B	32 000	2 400	0,5	5,5	3
2.2A	29 000	2 000	3,3	6	4
2.2B	35 000	3 000	3,3	7	4
2.3A	33 000	2 350	3,3	6	3
2.3B	34 000	2 400	2,4	7	4
2.4A	40 000	2 200	1,5	5	3,5
2.4B	38 000	2 400	3,8	5,5	3
Medel	34 688	2 419	2,39	5,94	3,5

8.1.5 Slutröjning

Avd. Stretelid. Lövat

Yta	Försöksled	Arbetstimmar	Areal, ha	Timmar/ha	Stam före röjning, löv
3,1 A	Kedja inkl bereda stammar	59 min	0,12	8,20	6 500
3,1 B	Klingröjning	41 min	0,09	7,60	8 000
3,1 C	Kedja	43 min	0,08	8,96	5 000

Avd. Stretelid. Lövat

Yta	Försöksled	Arbetstimmar	Areal, ha	Timma/ha	Stam före röjning, löv
3,2 A	Kedja inkl bereda stammar	45 min	0,09	8,33	2 000
3,2 B	Klingröjsåg	36 min	0,13	4,62	3 400
3,2 C	Kedja	25 min	0,11	3,79	1 600

8.1.6 Sammanställd ingångsdata för slutröjning

Yta	Stammantal Löv	Stammantal Gran	Medelhöjd barr, m	Medelhöjd löv, m	Medeldiameter löv, cm
3.1A	6 500	3 300	5	6,5	6
3.1B	8 000	3 200	4	4	7
3.1C	5 000	2 200	4	5	5
3.2A	1 600	2 000	5	5	6
3.2B	3 400	2 200	4	6	6
3.2C	2 000	4 000	4,5	5	5
Medel	4 417	2 817	4,4	5,25	5,8

8.1.7 Frekvensstudie, antal röjda brunnar per tidsenhet

Brunnar per minut och timme. Lövat.

	Antal brunnar/minut	Antal brunnar/timme
Brunn 0,5	6,40	384
Brunn 0,5 + vertikal	6,60	396
Brunn 0,75	5,65	340
Brunn 0,75 + vertikal	5,50	333

Brunnar per minut och timme. Avlövat.

	Antal brunnar/minut	Antal brunnar/timme
Brunn 0,5	8,35	504
Brunn 0,5 + vertikal	9,65	579
Brunn 0,75	9,00	537
Brunn 0,75 + vertikal	6,70	402