



Jämförelse av produktivitet och kostnader för drivningsarbetet vid två olika förröjningsnivåer i första gallring av konfliktbestånd

Comparison of productivity and costs for harvesting and forwarding at two different preclearance levels in first thinning of conflict stands

Rickard Hjelmqvist

**Arbetsrapport 17 2016
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Dan Bergström**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi
S-901 83 UMEÅ

www.slu.se/sbt

Tfn: 090-786 81 00

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Jämförelse av produktivitet och kostnader för drivningsarbetet vid två olika förröjningsnivåer i första gallring av konfliktbestånd

Comparison of productivity and costs for harvesting and forwarding at two different preclearance levels in first thinning of conflict stands

Rickard Hjelmqvist

Nyckelord: Skördare, granunderväxt, arbetsmoment, tidsstudie, fältförsök

Arbetsrapport 17 2016

Master thesis in Forest Management at the Department of Forest Biomaterials and Technology, 30 hp
EX0772, A2E, Jägmästarprogrammet

Handledare: Dan Bergström SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Examinator: Ola Lindroos, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2016

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Förord

Denna studie har genomförts som ett examensarbete omfattande 30 högskolepoäng på avancerad nivå, vilket motsvarar 20 veckors heltidsstudier. Arbetet har utförts inom ämnet skogshushållning på Institutionen för skogens biomaterial och teknologi vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Arbetet genomfördes under sommaren, hösten och vintern 2015/2016.

Jag vill tacka mina handledare Dan Bergström (SLU) och Henrik Holmberg (Södra skog) för all hjälp med uppstart av studien och svar på frågor under arbetets gång. Jag vill även tacka Jon Montan skogsinspektör på Södra skog för området där studien utfördes.

Jag vill också rikta ett stort tack till skördarförare Dan Christensson, röjningsentreprenörerna Mats Lindblom och Glen Nilsson samt markägare Ingemar Johansson som har varit väldigt tålmodiga och behjälpliga under försökets utförande.

Umeå i april

Rickard Hjelmqvist

Sammanfattning

I Sverige finns ca 65 200 ha skogsmark som är i behov av förstagallring och i dessa bestånd är drivningskostnaden hög och virkesintäkten liten jämfört med en slutavverkning. Faktorer som styr förstagallringens ekonomi är medelstammen för beståndet, skördad volym och antalet stammar/ha av produktionshämmande underväxt samt vilken trädslagsfördelning underväxten har. Förröjningstypen innan gallring kan påverka dessa karaktärer i beståndet och därmed också ekonomin för gallringen.

Syftet med denna studie var att jämföra totalkostnaden för förröjning- och drivningsarbete vid två olika förröjningsnivåer samt hur det påverkar drivningsarbetet vad gäller ekonomi, effektivitet samt produktivitet. Förröjningsnivåerna var förröjning till 8 cm och till 6 cm i dbh (brösthöjdsdiameter). Studien utfördes genom ett fältförsök i ett grandominerat bestånd med ståndortsindex G 26 beläget i Halland. Beståndet innehöll i medeltal 4500 stammar/ha varav 2900 stammar/ha utgjorde underväxt (dbh < 8 cm). Beståndet hade också ett betydande lövinslag på ca 30 %.

I studien tidsstuderades skördarens och röjarens arbete. Gallringskvalitet studerades ifråga om skördad volym, skador, stickvägsbredd och stickvägsavstånd efter utförd gallring.

Resultaten visade inga signifikanta skillnader mellan förröjningsnivåerna vad gäller gallringskvalitet, arbetsmomentfördelning, effektivitet eller produktivitet. Däremot hade andelen granunderväxt (stammar/ha) samt skördad medelstam en signifikant påverkan av effektiviteten för skördaren. I medeltal gav förröjningsnivå 6 cm en lägre kostnad för förröjningen men efter att drivningskostnaderna var inräknade blev totalkostnaden 2695 kr/ha högre för förröjningsnivå 6 cm.

Slutsatsen var att vid beståndsegenskaper likt de i studieområdet är det mer lönsamt med förröjning till 8 cm dbh jämfört 6 cm dbh.

Nyckelord: Skördare, granunderväxt, arbetsmoment, tidsstudie, fältförsök

Summary

In Sweden there are about 65 200 ha of forests which are in need of first thinning and in these stands the harvesting costs are high and the timber revenue are small compared to a final felling. Factors that influence the first thinning economy is mean stem volume of the stand, harvested volume and number of stems/ha of production inhibiting undergrowth and the tree species distribution of this undergrowth. Preclearance before thinning can affect these characters for the stand and hence the economy of thinning.

The purpose of this study was to compare the total cost of preclearance and harvesting work at two different preclearance levels and how these preclearance levels affect future efforts in terms of economy, efficiency and productivity. Preclearance levels were clearing to 8 cm and to 6 cm in dbh (diameter at breast height). The study was conducted by a field study in a spruce dominated stand with a site index G 26 located in Halland. The stand contained in mean 4500 stems/ha of which 2900 stems/ha were classified as undergrowth (dbh < 8 cm).

A time study was conducted for the harvester and the preclearance work. Thinning quality were studied in terms of harvested volume, damage, strip road width and strip road distance after performed thinning.

The results showed no significant differences between clearing levels in terms of thinning quality, working element distribution, efficiency or productivity. The proportion of spruce undergrowth in terms of stems/ha and the harvested mean stem volume had however a significant impact on the effectiveness of the harvester. On average gave clearance level 6 cm a lower cost for preclearance but when harvesting work costs were included the total cost were 2695 SEK/ha higher for clearance level 6 cm.

The conclusion for this study as that for the given stand characteristics, preclearance levels to 8 cm dbh give on average higher net revenue and lower total cost for the operation compared to preclearance to 6 cm dbh.

Keywords: Harvester, spruce undergrowth, work element, time study, field study

Innehållsförteckning

Introduktion.....	7
Gallringsarealer och lönsamhet	7
Förröjningens påverkan på lönsamhet.....	7
Konfliktbestånd	8
Gallring.....	8
Tidigare studier av gallring och förröjning.....	9
Motivering av studien.....	11
Syfte och mål med studien	11
Material och metod.....	12
Försöksdesign	12
Studie området.....	12
Behandlingar.....	13
Inventering av parcellerna	13
Databearbetning.....	14
Genomförande	15
Kostnader och intäkter.....	17
Produktivitet skotare.....	18
Beräkningar för produktivitet och ekonomi	19
Statistiska analyser	20
Resultat.....	21
Gallringskvalitet för studieområdet	21
Gallrade volymer	22
Stickvägsbredd och stickvägsavstånd.....	22
Skador	22
Effektivitet	22
Effektivitet vid röjning.....	22
Effektivitet vid gallring.....	23
Produktivitet och kostnader vid röjning.....	24
Produktivitet och kostnader vid gallring.....	24
Produktivitet och kostnader vid skotning	24
Totalkostnader och intäkter/netto	25
Intäkter	25
Jämförelse totalkostnader och intäkter	25
Diskussion	27

Val av bestånd	27
Tolkning av resultat	27
Gallringskvalitet.....	27
Effektivitet röjning.....	27
Effektivitet gallring.....	28
Produktivitet och kostnader	28
Produktivitet och kostnader för röjning	28
Produktivitet och kostnader för gallring och skotning.....	29
Jämförelser kostnader och intäkter	29
Känslighetsanalys	30
Scenario 1	30
Styrkor och svagheter med studien.....	31
Behov av vidare forskning.....	31
Slutsats.....	32
Referenser.....	33
Personlig kommunikation.....	34
Bilaga 1 Mätning av stickvägsbredd och stickvägsavstånd enligt Södra skogs fältinstruktion .	35
Bilaga 2 Generell Naturhänsyn enligt Södras röjnings standard 2:a upplagan	37

Introduktion

Gallringsarealer och lönsamhet

En ansenlig areal av Sveriges skogar är i behov av gallring. Total areal gallringskog i Sverige uppgår till 8 841 000 ha och andelen av dessa som är belägna i Östergötland är 1 852 000 (Skogsstyrelsen 2014). Under avverkningsåsongerna 2008/2009-2012/2013 gallrades i medeltal ca 68 000 ha/år varav 23 000 ha i Östergötland. Av den totala gallringsarealen är det totalt ca 65 200 ha som inte blivit gallrade än varav 17 500 ha är belägna i Östergötland. Förevarande arealer kallas förstagallringar och det finns många faktorer som styr lönsamheten i en förstagallring men en av de främsta är den skördade medelstammen för beståndet (Sirén 2003). En högre skördad medelstamsvolym i beståndet ökar produktiviteten både för skördaren och skotaren förutsatt att det skördade stammantalet/ha är tillräckligt stort. Hur stor volym som skördas vid gallringen påverkar också till stor del lönsamheten i första gallringen. Detta beror främst på att intäkten i kr per m³fub vid förstagallring inte är lika hög som för slutavverkning, då de skördade sortimenten i förstagallring främst är massaved eller energisortiment vilka inte betingar ett lika högt pris som timmer sortimenten. Kostnaden för drivningsarbete per skördad kubikmeter är också hög jämfört med en andragallring eller en slutavverkning (Huuskonen m.fl. 2006). Drivningskostnaden tillsammans med en eventuell förröjningskostnad skall förhoppningsvis betalas av virkesintäkterna från virket som skördas. Därför är det viktigt att utföra förröjning och drivning på ett kostnadseffektivt sätt.

Förröjningens påverkan på lönsamhet

Underväxten i förstagallring definieras enl. Gunnarsson m.fl. (1992) som ”ett undre skikt i beståndet av träd som inte ger gagnvirke, diametergränsen sätts ofta till mindre än 7 cm i brösthöjd”. Förröjningen i förstagallring har som syfte att röja bort underväxt som hindrar sikten eller arbetet för främst skördaren men också för skotaren. En förröjning ökar också medelstamsvolymen för beståndet samt ger bättre sikt och arbetsförhållanden för gallringsmaskinerna vilket bidrar till att öka produktiviteten och sänka drivningskostnaderna. Dock är det inte alltid ekonomiskt lämpligt. Avgörande beståndsfaktorer är hur många stammar/ha av underväxt som finns, vilken höjd underväxten har, hur beståndet ser ut i fråga om tänkt virkesuttag samt medelstamsvolym för beståndet. En studie av Kärhä (2006) visade att med en täthet på 10 000 stammar/ha av granunderväxt med en medelhöjd på 2 m sänktes produktiviteten för skördaren med 30-34 % jämfört med om en förröjning utförts där all underväxt under 7 cm i dbh röjts ner. När antalet underväxtstammar var enbart 2000 stammar/ha sänktes produktiviteten med 12-14 % jämfört med utan någon underväxt. Vid samma förhållanden för skotaren var påverkan på produktiviteten inte lika stor; den högre stamtätheten gav en produktivetsminskning på 5-7 % och den lägre stamtätheten en minskning på 1-2%. Samma studie visade att desto lägre medelstamsvolym, högre virkesuttag och högre medelhöjd av underväxt ett bestånd innehöll, desto lönsammare blev det att förröja vid lägre antal stammar av underväxt per hektar.

Konfliktbestånd

God skötsel av ungskogar där tänkta huvudstammar samt stammantal röjs fram i tid är viktigt för att ge beståndet möjlighet att nå en högre medelstam och slippa dyra förröjningar vid förstagallringen. Men utvecklingen av andelen ungskog med akut röjningsbehov har stigit från och med att den allmänna röjningsplikten avskaffades år 1994 fram till år 2009 och därefter har den stagnerat. Ser man till klassen B3, vilken är ungskog med en medelhöjd över 3 m och där mer än hälften av de härskande och medhärskande träden är klenare än 10 cm i dbh, ökar arealen fortfarande om man ser till 3 årsmedeltalen för landet (Skogsstyrelsen 2014). Den totala arealen med akut röjningsbehov har mer än fördubblats från 607 000 ha till 1 361 000 ha under perioden 1994-2013. Avskaffningen av röjningsplikten behöver inte vara enda anledningen till ökningen av det akuta röjningsbehovet, det kan också bero på den positiva synen till lövinblandning ur ekonomisk och miljövårdssynpunkt (Skogsstyrelsen 2005). Att kostnaden för röjning har ökat mer relativt sett andra åtgärder som mekaniserad gallring och slutavverkning har också haft påverkan på att markägare väntat eller inte utfört någon ungskogsröjning (Pettersson m.fl. 2012). Den relativt höga kostnadsökningen beror på att den motormanuella röjningen inte utvecklats lika mycket tekniskt sett som maskinparken gjort under de senaste decennierna. Utvecklingen som pågått har gett en typ av bestånd som benämns konfliktbestånd. Ett konfliktbestånd kan beskrivas enligt en intervjustudie av Olsson (2004) där de tillfrågade ansåg att ett konfliktbestånd skulle ha en medelhöjd högre än 6 m, nästa åtgärd ska vara svårbestämd och innehålla minst 4000-5000 stammar. Bestånd med konfliktegenskaper gör en eventuell motormanuell röjning tidsödande och dyr (Ligne 2004). Särskilt skogsägarföreningar och rådgivande organ ansåg att de hade problem med konfliktbestånd med onödigt dyra röjnings och gallringskostnader som följd. De tillade också att det främst var mindre markägare och utbor som uppvisade utebliven eller otillräckliga röjning i sina ungskogar (Olsson 2004).

Gallring

Enligt Agestam (2009) definierades gallring som en ”beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke”. Men den möjliga gränsen för att kunna ta tillvara på virke börjar bli väldigt låg då allt klenare diametrar går att ta till vara på som energived i form av delkvistat material eller som helträdsuttag.

Vid gallring väljs de träd som ska stå kvar ut och de som inte är lämpade att ingå i ett framtida bestånd skördas. Förevarande åtgärd ger de kvarvarande träden mer utrymme att växa och konkurrensen om näring inte blir lika stor.

Gallringsformen beskrivs i Agestam (2009) som ett sätt att välja vilka träd som ska skördas och några exempel på det är låggallring, högallring och krongallring. Man beskriver även gallringskvot som ett sätt att se hur diametern på de skördade träden ser ut jämfört med vad som står kvar. Gallringskvoten kan räknas ut genom att medeldiametern på de skördade träden divideras med medeldiametern på de träd som står kvar. Hamnar kvoten över ett blir det en höggallring, det vill säga att medeldiametern på de träd som skördats var högre än de som står kvar och sker det omvända blir det en låggallring.

Gallringen kan minska skador som snöbrott och stormfällning då beståndet stabiliseras i form av ökad diameter och rottillväxt i ett tidigt skede. En utglesning av skogen kan gynna olika

biologiska och kulturella värden. Gallringen kan också ge en ekonomisk intäkt där markägaren kan få ut en vinst från gallringen om den utförs i rätt tid och med rätt metod (Agestam 2009). Gallring med uttag av skogsbränsle i täta ungskogsbestånd har visat sig vara klart lönsammare än konventionell massaved- och klen timmerskörd under vissa förhållanden. Detta påvisades av en studie gjord av Bergström m.fl. (2010) där man studerade en klen gallring med en medelstam på 9 cm dbh och en normal gallring med en medelstam på 14 cm dbh. I fallet med den klena gallringen utgjorde skogsbränsleuttaget en 3-5 gånger så hög avverkningsvolym och en ca 3 gånger så hög bruttointäkt jämfört med massavedsuttag. Resultaten uppnåddes när skogsbränslesortimentet gav 65 % av priset för vad massaveden gjorde. Vid samma prisrelation gav skogsbränsleuttaget i den normala gallringen ett dubbelt så stort volymsuttag och en 13 % högre bruttointäkt. Såg man till nettointäkten var den klena gallringen inte lönsam i något av fallen medan den normala gallringen gav en intäkt på 6900 kr/ha för skogsbränsleskörden och en intäkt på 4700 kr/ha för massavedsuttaget.

Dock så påvisar tidigare studier av helträdsuttag att näringsförluster kan ske och enligt en studie av Zetterberg (2008) var det främst förluster av kalcium och magnesium från barr och grenar som skedde vid helträdsuttag. I en annan studie av Mattsson (1999) fanns indikationer att uttag av skogsbränsle kunde förlänga omloppstiden om uttaget gjordes vid förstagallringen.

Tidigare studier av gallring och förröjning

Kärhä (2006) studerade hur stamtäthet och höjd av underväxt från gran påverkade produktivitet för skördare och skotare i gallring. Skördarna som användes för gallringen var inom spannet 13-15 ton och bestånden som studerades var unga tallbestånd. Studien visade att stamtätheten/ha av granunderväxt var av störst betydelse men att höjden på underväxten också hade påverkan på produktiviteten, främst för skördaren. När man sedan studerade hur uttagsvolymen påverkade ekonomin för både röjningen och drivningen visade det sig att vid skördade volymer så låga som 20-30 m³/ha och en medelhöjd av granunderväxt på 2 m så var det inte ekonomiskt att utföra förröjning vid någon stamtäthet eller höjd. Var däremot höjden på granunderväxten över 3 m var det ekonomiskt att utföra förröjning vid låga skördade volymer (mellan 20-50 m³/ha) och vid relativt låga stamtätheter/ha av granunderväxt. I denna studie av tallbestånd kunde man inte se någon skillnad i produktivitet mellan att utföra åtgärden under vinter eller sommar. Lövunderväxten hade ingen påverkan på produktiviteten för skördaren eller skotaren.

Samma år utfördes en annan studie av Frank (2006) där fyra olika förröjningsnivåer studerades:

1. Ingen förröjning
2. Röjning av samtliga stammar med dbh < 5 cm
3. Röjning av samtliga stammar med dbh < 7 cm
4. Röjning av samtliga stammar med dbh < 9 cm

Där resultatet gav följande nettointäkt per m³fub:

alternativ 1: 84 kr, alternativ 2: 75 kr, alternativ 3: 96 kr och alternativ 4: 97 kr. I studien framgick inte om flerträds hantering användes eller vilka sortiment som skördades.

Två år senare utförde Thunell (2008) en studie i ett normalskött förstagallringsbestånd av gran som var 32 år gammalt och beläget i Örebro län. I beståndet undersökte hon dels två olika

gallringsformer och dels två olika förröjningsnivåer. Röjningsnivåerna utformades enligt följande: vid röjning i diameterspannet 0-6 cm dbh (R1) röjdes all hindrande vegetation klenare än 6 cm dbh bort men följaktligen fanns det klena stammarna kvar efter att röjningen var utförd. Vid röjning i diameterspannet 0-9 cm dbh (R2), röjdes all hindrande vegetation mellan 0-9 cm högre än beståndets halva övre höjd bort. Vid denna röjningstyp eliminerades majoriteten av klenstammarna inför gallringsingreppet. Ekonomin var positiv för samtliga former av röjning i samtliga gallringstyper om inte förlusten av intäkten för det bortröjda virket togs i beaktning. Togs hänsyn till detta blev nettot negativt för alla typerna av röjning samt gallringstyper.

Nästa studie utfördes av Dehlen (2010) i maj månad i Halland. Beståndet var ett stamtätt granbestånd där två olika typer av röjningsstyrka samt två olika kombinationer av skördade sortiment användes: parcell <5 M+E (massaved+energived) och <5 M (massaved) där allt under 5 cm i dbh röjdes bort, <8 M+E (massaved+energived) och <8 M (massaved) där allt under åtta cm i brösthöjd röjdes bort, dock lämnades all underväxt lägre än 1 m i båda fallen. Gallringen utfördes som en låggallring och aggregatet som användes var ett flertådshanterande aggregat. Två olika kombinationer av skördade sortiment användes för respektive röjningsform. I det ena fallet skördades både massaved och delkvistad energived, och i det andra endast massaved. Resultatet gav för alternativ <5 M+E ett netto på 169 kr/m³fub, alternativ <5 M 144 kr/m³fub, alternativ <8 M+E 156 kr/m³fub och alternativ <8 M 157 kr/m³fub.

Nästa studie gjordes av Pålsson (2013) under månaderna september till november i ett granbestånd planterat 1984 med lövinslag och bedömt som ett konfliktbestånd. Här utfördes två olika typer av förröjning. En där röjning utfördes upp till 5 cm i dbh och en där röjning utfördes upp till 8 cm i dbh samt ett område där ingen röjning utfördes. Därefter utfördes en höggallring där de skördade sortimenten var massaved, timmer, kubb samt energived. Resultatet för områdena där ingen röjning utfördes och för områdena där det röjdes upp till 5 cm uppgick nettot till 72,1 kr/m³fub. För området där röjningen sträckte sig upp till 8 cm blev nettot endast 48,7 kr/m³fub.

Året efter under månaderna april-maj utfördes en studie i Kalmar kommun av Gunnarsson (2014) där fyra olika nivåer av förröjning studerades och hur det påverkade nettot vid första gallring i blandbestånd med stor diameterspridning. De fyra olika nivåerna var öröjt, siktröjt, röjt upp till 5 cm dbh och röjt upp till 7 cm dbh. I studien användes flerträdshanterande aggregat och sortimenten som skördades var fallande barrmassaved med en min diameter 7 cm i toppändan, fallande björkmassaved med en min diameter 7 cm i toppändan samt delkvistad energived och toppar. Resultatet visade att det öröjda beståndet gav det högsta nettot och det lägsta nettot gav röjningen upp till 5 cm dbh. Den högsta röjningskostnaden hade röjningen upp till 7 cm dbh och den lägsta hade siktröjningen. Lägst drivningskostnad hade de områden som var röjda upp till 7 cm dbh och de högsta hade de öröjda bestånden. Högst produktivitet för skördaren erhöles i det öröjda beståndet och lägst i beståndet som var röjt upp till 5 cm dbh. Högst produktivitet för skotaren erhöles i det siktröjda beståndet och sämst i det som var röjt upp till 5 cm dbh.

Samma år på hösten gjordes en studie av Jonsson (2015) där han jämförde hur avlövad underväxt påverkade produktivitet och kostnad för skotare och skördare. Två olika

behandlings jämfördes där en av behandlingarna var förröjning av underväxt upp till 8 cm i dbh och den andra var att lämna beståndet oröjt. Beståndet var beläget 3 mil norr om Skellefteå och bestod av två förstagallringsbestånd av tall med underväxt som var lövdominerad där stammantalet uppgick till över 5000 stammar/ha men med två olika medelstamsvolym. Ett av bestånden hade en medelstamsvolym på 0,1 m³fub och det andra 0,06 m³fub. Resultatet visade på att avlövad underväxt hade en signifikant påverkan på produktiviteten för skördaren, men att förröjning av avlövad underväxt inte var någon kostnadsminskande åtgärd inför gallring av tallbestånd med lövunderväxt. Däremot ökade produktiviteten i de röjda bestånden för både skotare och skördare samtidigt som kostnaderna minskade för både skotaren och skördaren. De största skillnaderna i produktivitet och kostnader fanns hos skördaren. En kostnadssänkning vid förröjning kunde dock uppvisas när en känslighetsanalys utfördes, där beståndet simulerades att innehålla 10 000 underväxtstammar/ha av gran och en skördad volym om minst 40 m³fub/ha och vid en medelstamsvolym på 0,1 m³fub. Vid en medelstamsvolym på 0,06 m³fub krävdes ett uttag på 50 m³fub/ha om en förröjning skulle vara kostnadssänkande. Inga signifikanta skillnader mellan de förröjda eller oröjda bestånden kunde konstateras vad gäller skador efter utförd gallring.

Motivering av studien

Som tidigare studier visat så kan nivån av förröjning påverka totalkostnaden för en stamtät förstagallring. Även lövinslag och skogstyp för beståndet, vilken typ av gallring som utförs och vilka sortiment som skördas påverkar totalkostnaden. Därför vill Södra skogsägarna få frågan undersökt just för deras typ av gallringsförhållanden ifråga om skördade sortiment och gallringsform. Beståndet ska uppvisa ett betydande lövinslag och vara relativt stamtätt. Sortiment som skördas är klenstämme och/eller kubb med min diameter 12 cm i topp och massaved i fallande längder med min diameter 5 cm i topp. Gallringsformen ska eftersträva att vara en låggallring men med uttag av dåliga och ej kvalitetsdugliga träd.

Syfte och mål med studien

Syftet med studien var att: 1) tidsstudera röjnings- och gallringsarbetet vid två olika nivåer av förröjning och 2) beräkna totalkostnaden för röjnings- och drivningsarbetet och 3) mäta kvaliteten samt eventuella skador på kvarvarande bestånd efter utförd åtgärd. Ett annat delsyfte är att jämföra nettot av gallringen för de två nivåerna av förröjning när virkesintäkterna inräknats. Målet med arbetet var att undersöka vilken nivå av förröjning som lämpar sig bäst vid första gallring av stamtäta bestånd av gran med avseende på kvalitet, totalkostnad och netto för åtgärden.

Följande hypoteser prövades:

- En svag röjning ger en lägre kostnad än en hård, men totalkostnaden för hela åtgärden är högre för den svaga röjningen efter att drivningskostnaden är inräknad.
- Svag röjning ger lägre gallringsnetto än när en hård röjning utförts.
- Svag röjning ger högre skadenivå efter utförd gallring.
- Svag röjning ger en högre skördad volym per hektar.

Material och metod

Försöksdesign

Studien utfördes i följande steg, angivet i kronologisk ordning:

- Ett lämpligt bestånd identifierades i Södra Skogsägarnas beståndsregister samt genom fältbesök med stödmätningar.
- I beståndet markerades sex parceller med måtten 20×50 m vardera.
- Därefter inventerades parcellerna genom bältesinventering.
- Lottning utan återläggning utfördes för parcellerna så att varje behandling tilldelades 3 parceller vardera.
- Röjning av parcellerna utfördes och effektiv tidsåtgång studerades.
- En återinventering av parcellerna utfördes.
- Gallring av parcellerna utfördes och effektiv tidsåtgång (utan avbrott) studerades, även arbetsmomentfördelning studerades genom en frekvensstudie.
- Slutinventering av bestånd utfördes där även skador på kvarvarande bestånd samt stickvägsbredd och stickvägsavstånd inventerades.

Studieområdet

Studieområdet var beläget i Halland, i orten Skipalt som ligger ca 2 mil utanför Södra Unnaryd och var 6 ha stort. Området var underväxttätt bitvis och ofta stod träden i grupper med stort inslag av lövträd i buketter. Punktinsatser i vissa delar av beståndet var gjorda av markägaren i form av klen förröjning. Beståndet var ca 30 år gammalt. Det fanns en hel del luckor i beståndet där föryngring inte tagit sig. GYL-förhållandena bedömdes subjektivt till 2:2:2 i alla parcellerna enligt Berg (1982) terrängtypschema där G står för grundförhållanden, Y står för ytstruktur och L står för lutning. Området inventerades noga för att hitta de delar av området som var underväxttätast. Sex parceller som var 20 m breda och 50 m långa markerades in med snitslar där drivningsförhållanden och underväxttäthet var så lika varandra som möjligt. Parcellens alla sidor mättes in med hjälp av en Walktax. Detta är ett räkneverk innehållandes bomullstråd vilken fäst vid startpunkten och därefter rullas ut till önskad slutpunkt och räkneverket mäter hur många meter tråd som har rullats ut. Bomullstråden hängde kvar efter den inmätta sträckan vilket sedan underlättade snittslingen av området. Stickvägen som drogs i centrum av parcellen snitslades med gula snitselband medans parcellens kortsidor snitslades med gröna snitselband. Långsidorna av parcellen markerades in med hjälp av ett heldraget gult snitselband som drogs från ena kortsidans hörn till andra kortsidans hörn med ett konstant avstånd på 10 m från stickvägen där alla träd inom snitselbandet ingick i provytan. Om det fanns tveksamheter om ett träd var inom parcellen eller inte kontrollmättes dessa. Var växtcentrum för trädet inom 10 m från stickvägscentrum ingick trädet i provytan.

Behandlingar

De två olika förröjningstyperna som studerades var en svagare röjning och en hårdare röjning. Instruktionen till röjaren för den svagare röjningen var att röja allt från 6 cm i dbh och neråt samt lämna all generell naturhänsyn (bilaga 2). För den hårdare förröjningen var instruktionen att röja allt från 8 cm i dbh och neråt samt lämna all generell naturhänsyn, enl. Linden m.fl. (2013) (se Bilaga 2 för beskrivning). Södra skogsägarna använde vid studietillfället den hårdare röjningen. Viktigt för båda röjningstyperna var att träden som fällts skulle tryckas ner till marken.

Inventering av parcellerna

Varje parcell inventerades med hjälp av bältesinventering. Bältena placerades ut med slumpmässig start inom 2-10 m från ena kortsidan för att därefter läggas ut med jämna 20 m mellanrum. Bältet placerades vinkelrät mot stickvägen med start från ena långsidan till andra långsidan. Bältet var 2 m brett och 20 m långt där bältets bredd sträckte sig från den punkt som angivits och 2 m mot den kortsida av parcellen som angivits som start. För att hålla en vinkelrät linje för bältet mellan de båda långsidorna på parcellen drogs ett rep från långsida till långsida för parcellen. Inom bältet räknades alla träd med en höjd över 30 cm in. För alla träd över 1,3 m i höjd klavades dbh och trädslag noterades. Vart tionde träd togs ut till provträd och höjd mättes. För träd med dubbelstam där klykan var under brösthöjd (<1,3 m) och med en diameter över 8 cm räknades varje enskild stam som ett eget träd. En stolpe som kapats till exakt 2 m läng användes som kontroll för att se om träden var inom bältet. För att inte dubbelinventera eller missa något träd samt underlätta för återinventering sprayades varje inventerat träd i brösthöjd från en och samma sida. Provträden sprayades med blå märkfärg och övriga med röd färg. Bältets centrum markerades ut på båda långsidorna med stängselstolpar, även detta för att underlätta återinventering. För inventeringen av bestånden användes en Digitech Professional dataklave från Haglöf för att mäta diameter och en digital höjdmätare för att mäta höjd.

Under slutinventeringen mättes skador in enligt samma grundmetod som Larsson (2003) men med några modifieringar så som att inventeringen endast skedde inom de fasta ytorna och skador mättes på alla stammar över 8 cm dbh. Skador mättes in om den var >15 cm² och belägen ovan tänkt stubbskär. Skadorna delades in enligt Fröding (1992) i två grupper 1) barkfläkning; skada som enbart berör barken och 2) vedskada; skada som når in i veden så att fiberbrott kan urskiljas. Skador på rötter registrerades inom alla provytor. För att en rotskada skulle registreras skulle den vara belägen under tänkt stubbskär och inom 70 cm från stammens mantelyta. Rotens diameter vid skadan skulle överstiga 2 cm (Fröding 1992). Endast skador ovan mark registrerades. Mätning av stickvägsbredd och stickvägsavstånd utfördes, enl. Linden (2010) (se Bilaga 1 för beskrivning). Slutinventeringen skedde två dagar efter att gallringen var utförd.

Databearbetning

Data för diametrar och höjd på provträden registrerades i dataklaven och överfördes sedan till en PC för bearbetning i Excel. Vid första inventeringen mättes dbh på 325 träd och 35 träd togs ut som provträd. Detta kompletterades dock med 5 träd till per parcell och dessa träd togs från de grövre diametrarna då de klena diametrarna ansågs blivit överrepresenterade i det första urvalet. Trädslagsfördelningen på provträden var 50 granar 14 björkar och en tall vilket gav totalt 65 provträd. Provträdens höjd och dbh användes sedan som ingångsvariabler i Brandels mindre volymfunktion 300 för södra Sverige både för gran och björk. Tall fick samma funktion som gran då det fanns för få träd av detta trädslag för att ge en tillräcklig diameterspridning för regressionsanalys. Därefter skapades sekundära volymfunktioner i Minitab 17 utifrån provträden. Detta skedde genom regressionsanalys där stamvolymen under bark skattades för alla träd med hjälp av volymen från provträden som responsvariabel och dbh som förklarande variabel. Även höjden skattades med hjälp av regressionsanalys i Minitab 17 men här användes provträdens höjd som responsvariabel och dbh som förklarande variabel.

Parcellernas utgångstillstånd innan röjning, uppvisade en stor skillnad mellan aritmetisk medeldiameter och grundtyevägd medeldiameter likaså för aritmetisk medelhöjd och grundtyevägd medelhöjd (Tabell 1). Detta berodde på att ett stort antal klena stammar med låg höjd drog ner medeldiametern och medelhöjden för beståndet.

Tabell 1. Skogstillstånd för parcellerna innan röjning
Table 1. Forest condition before cleaning in the study areas

Par	Parcell	Röjningsnivå	Stamantal totalt/ha	Stammar <=6cm dbh/ha	Stammar 6<=8 cm dbh/ha	Stammar >8cm dbh/ha	Medeldiameter cm	Medelhöjd dm	DGV (cm)*	HGV (cm)**	Beståndsvolym (m ³ fub/ha)	Medelstamsvolym m ³ fub	Granandel stammar/ha %	Lövandel stammar/ha %
1	5	6 cm	5750	3000	1083	1583	6,4	75,7	11,2	115,7	138	0,024	59	41
	1	8 cm	5583	2500	1583	1500	6,3	78,8	9,7	109,4	123	0,022	61	39
2	3	6 cm	4167	1500	1083	1583	7,3	84,4	10,8	114,6	120	0,029	67	33
	4	8 cm	4333	2583	500	1250	6,3	68,2	17,9	138,4	156	0,036	69	31
3	2	6 cm	3417	1083	667	1667	8,6	90,2	12,9	128,8	160	0,047	85	15
	6	8 cm	3917	1250	750	1917	8,6	92,3	13,8	130,1	177	0,045	65	35

*DGV=Grundtyevägd medeldiameter. **HGV=Grundtyevägd medeldiameter.

Genomförande

Onsdagen den 16 september kom två röjningsentreprenörer till studieområdet. För att bestämma vem av röjarna som skulle utföra röjningen och för att kalibrera sig startades dagen med en kalibreringsövning. Under kalibreringsövningen fick de båda röjarna gå igenom ett antal av parcellerna med en röjningsmall. Röjningsmallen hade urtag i form av två halvcirklar som var 8 cm längst ut och 6 cm längst in för att snabbt kunna tolka vilken röjningsnivå stammen tillhörde. När de hade kalibrerat sig någon timme så fick de bestämma diametern på ett antal utpekade träd och svara på om trädet gick in under 6 cm gränsen eller under 8 cm gränsen. Under testet visade en av entreprenörerna att han hade ett gott öga för att bestämma diameterspannen och därför fick han utföra all röjning av parcellerna. Utrustningen för förröjningen var ett Husqvarna 550 XPG motorsåg och ett 13 tums Oregonsvärd. Sågen var omdrevad till 8 kuggars drivkrans istället för 7 för att få extra hastighet på kedjan vilket underlättar nedkapning av högre träd i förröjning, då det ger en extra skjuvning åt sidan och trädet faller till marken lättare (enligt entreprenören själv).

Parceller med så lika förutsättningar som möjligt ifråga om medelstam och stamantal parades ihop (Tabell 1). Detta gjordes för att inte riskera att slumpen gjorde så att ett skogstillstånd tilldelades endast en behandlingstyp. Hade ett större antal parceller använts kunde detta slopat. Startordningen och behandlingstyp lottades fram. Först lottades vilket par som skulle börja röjas och därefter vilken behandling som respektive parcell skulle få inom paret. När röjningen var utförd gjordes en återinventering av de fasta bältena (Tabell 2) och snitselband sattes ut där de försvunnit av påfällda träd mm.

I de parceller där röjningen varit till 8 cm i dbh hade en viss röjning skett över 8 cm i dbh (Tabell 2). För röjningen till 6 cm i dbh hade en viss röjning skett i diameter klassen 6<=8 cm i dbh för alla parceller.

Tabell 2. Skogstillstånd för parcellerna efter röjning
Table 2. Forest condition for study areas after cleaning

Par	Parcell	Röjningsnivå	Stammar totalt/ha	Stammar/ha <=6cm dbh	Röjt antal stammar/ha <=6cm dbh	Stammar/ha 6<=8cm dbh	Röjt antal stammar/ha 6<=8 cm dbh	Stammar/ha >8cm dbh	Röjt antal stammar/ha >8cm dbh	Medeldiameter cm	Medelhöjd dm	Beståndsvolym (m ³ fub/ha)	Medelstams volym m ³ fub	Granandel stammar/ha %	Granandel stammar/ha underväxt %
1	5	6 cm	2749	250	2750	833	250	1583	0	9,6	105,9	125	0,046	76	69,2
	1	8 cm	1333	0	2500	83	1500	1250	250	10,9	120,1	73	0,055	63	0
2	3	6 cm	3167	584	916	1000	83	1583	0	8,4	94,6	113	0,036	74	57,9
	4	8 cm	1667	167	2416	500	0	1000	250	10	104,3	91	0,054	85	87,5
3	2	6 cm	2500	250	833	583	84	1667	0	10,5	109,2	153	0,061	87	70
	6	8 cm	1833	83	1167	83	667	1667	250	11,3	117,6	116	0,063	91	100

Gallringen utfördes av en maskinförare med mångårig skördarerfarenhet. Maskinen han körde med var en 6 hjulig Komatsu 901TX med ett Komatsu 350 aggregat utrustad med flerträdshantering. Maskinen var även utrustad med bogieband under försöket. Den 29 september började jag och skördarföraren dagen med att gå igenom parcellerna för att det inte skulle bli några tveksamheter under körningen om vart parcellen startade och slutade. Tidsstudien genomfördes som en frekvensstudie där författaren var placerad i hytten under gallringen av parcellerna. Detta p.g.a att det var mycket svårt att kunna avgöra vilket arbetsmoment skördaren utförde från en position utanför skördaren och samtidigt hålla ett säkerhetsavstånd i ett stamtätt bestånd som detta. Vilket arbetsmoment som utfördes noterades med ett intervall på 7 sek. De arbetsmoment som studerades var exakt som i studien av (Jonsson2015). En metronom användes vid frekvensstudien vilken gav en signal var 7 sek. Fördelningen av arbetsmomenten sammanställdes i Excel där andel av totaltid räknades ut för respektive moment. Totaltiden mättes med ett tidtagarur där tiden startades när skördaraggregatet passerade parcellernas kortsida och stoppades när föraren sa att han var klar med parcellen. Gallringsinstruktionen för försöket var att utföra en låggallring med uttag av de klenare träden samt ett uttag av skadade och ej kvalitetsdugliga träd. Sortimenten var massaved i fallande längder med minst 5 cm i toppdiameter, samt kubb och klentimmer ner till 12 cm i toppdiameter.

Både Excel-fil och Prd-fil där information om volym per trädslag och sortiment från skördardatorn överfördes direkt på en USB sticka efter att varje parcell var gallrad. Data från USB stickan fördes sedan över till dator för bearbetning.

Kostnader och intäkter

G_0 -tid och G_{15} -tid användes i denna studie där G_0 -tid står för effektiv tid helt utan avbrott och G_{15} -tid står för arbetstid inklusive eventuella avbrott kortare än 15 min (Brunberg 1997). Tidsstudierna utfördes i G_0 -tid och för alla statistiska analyser gällande produktivitet användes G_0 -tid. Kostnaderna däremot baserades på en omräkning från G_0 -tid till G_{15} -tid för att lättare kunna jämföra med andra studier. Omräkningstalen var följande: för skördaren 0,92 G_0 -timmar/ G_{15} -timmar, för skotaren 0,94 G_0 -timmar/ G_{15} -timmar och för röjningen 0,80 G_0 -timmar/ G_{15} -timmar (Brunberg, 2016, pers. komm.).

De kostnader som användes för studien var de aktuella kostnaderna för Södra under 2015. Kostnaden per G_{15} -timma för skördaren var 1140 kr och för skotaren var den 720 kr. Röjningskostnaden var 335 kr/ G_{15} -timma. Intäkterna för de olika sortimenten gick efter Södras prislista från aktuell period:

Björkmassaved 320 kr/m³fub;

Barmassaved 280 kr/m³fub;

Kinnaredskubb (gran) 425 kr/m³fub;

Värötall 440 kr/m³fub för toppdiameter 16-21,9 cm

Värötall 480 kr/m³fub för toppdiameter >21,9 cm.

Produktivitet skotare

Skotaren som utförde arbetet i studieområdet var en 8 hjulig Komatsu 840 TX med en nettolastvikt på 12 ton. Då inte skotaren tidsstuderades modellerades tidsåtgång och produktivitet för denna. Den modell som användes för modellering av skotarens tidsåtgång utgick från Andersson (2015) där en sammanställning av ett antal olika typer av modeller för skattning av tidsåtgång gjorts. De parametrar som gick att variera återfinns i Tabell 3.

Tabell 3. Olika parametrar som gick att variera i modellen (se Andersson 2015)

Table 3. Different parameters that could vary in the model (see Andersson 2015)

Parametrar	Inställning
Avverkningsform	Slutavverkning/Gallring
Virkeslängd	Enligt svensk apteringsstandard (3-5,5 m)
Högstorlek	0,1-10
Virkets rådensitet (kg/m ³ fpb)*	800-975
Antal m ³ av ett sortiment per 100 m stickvägslängd (m ³)	1-50
Körhastighet under lastning (m/G0-min)	0-40
Körhastighet under stickvägstransport (m/G0-min)	6,7-60,6 100-1000
Skotningsavstånd (m)	1/1-5/5
Ytstruktur/Lutning**	1-10
Antal sortiment (st)	

*Rådensitet som anges i tabellen är minimi värdet för gran och maxvärdet för tall. **Hastighet är beroende av rådande förhållanden vid ytstruktur och lutning.

Andersson (2015) studerade ett antal modeller av Komatsu skotare vilket gjorde studien extra intressant. För rådande studie valdes de värden som var uppsatta som standardvärden för skotarmodellen Komatsu 845 med en G 28 kran i studien av Andersson (2015). Detta gjordes på grund av att lastvikten för skotarmodellen 840 TX och denna maskin stämde överens. Samma standardinställningar som i studien av Andersson (2015) användes i rådande modell där specifikationer av maximal griparea och lastvolym användes. Även samma antaganden som i Andersson (2015) vad gäller fastvolymande av last på 65 % m³fpb, högstorlek (m³), virkets rådensitet (kg/m³fpb) samt stickvägslängden på 500 m/ha för gallring användes. För parametern ”antal m³ av ett sortiment per 100 m stickvägslängd” användes skördad volym i m³fpb från skördaren från respektive behandling och parcell som ingick i rådande studie vilka multiplicerades med 2 då parcellernas längd var 50 m i rådande studie. Körhastighet vid lastning bestämdes till 27 m/min i (Tabell 4) enligt en studie av Nurminen m.fl. (2006). Vid en ytstruktur klass 2 och en lutning klass 2 blir körhastigheten under stickvägs transport 49 m/min (Brunberg 2004) vilket användes som ingångsvärde (Tabell 4). Virkeslängden bestämdes till 4,2 m (Tabell 4) vilket är medellängden för massaved enligt södras prislista. Ytstrukturen som användes (Tabell 4) var enligt den subjektiva bedömning som gjorts för de studerade parcellerna. Terrängtransportavståndet på 300 m (Tabell 4) var en subjektiv bedömning av författaren på det studerade beståndet. Antalet sortiment bestämdes efter hur många sortiment som skördades i aktuellt studieområde (Tabell 4).

Tabell 4. Valda inställningar för modellering av tidsåtgång för skotare
Table 4. Selected settings for modelling of time required for forwarders

Parametrar	Inställning
Avverkningsform	Gallring
Virkeslängd (min medellängd (m) för massaved enligt södras prislista)	4,2
Högstorlek (m ³)	1
Virkets rådensitet (kg/m ³ fpb)	845
Antal m ³ av ett sortiment per 100 m stickväglängd.	7,67 för behandling 6 cm 6,67 för behandling 8 cm
Körhastighet under lastning (m/G0-min)	27
Körhastighet (m/G0-min)	49,1
Skotningsavstånd (m)	300
Ytstruktur/Lutning	2/2
Antal sortiment (st)	4

Beräkningar för produktivitet och ekonomi

Produktivitet för röjningen räknades ut genom att totaltiden i G₁₅-timmar för respektive parcell multiplicerades med 10 då en parcell motsvarade en area av 0,1 ha. Kostnaden att röja 1 ha räknades fram genom att multiplicera tidsåtgången i G₁₅-timmar för att röja 1 ha med kostnaden i kr/ G₁₅-timme. Den skördade volymen i m³fub/ha från gallringen dividerades sedan med denna kostnad vilket gav röjningskostnaden i kr/m³fub.

Produktiviteten i m³fub/G₁₅-timme för gallringen räknades ut genom att den skördade volymen för parcellen dividerades med tidsåtgången i G₁₅-timmar för gallringen av parcellen. Kostanden per avverkad m³fub räknades ut genom att dividera produktiviteten med timkostnaden för skördaren. Kostnaden per hektar räknades ut genom att multiplicera den totala tidsåtgången i G₁₅-timmar för respektive parcell med 10 för att räkna ut tidsåtgången per hektar. Därefter multiplicerades detta med timkostnaden för skördaren.

Produktiviteten i m³fub/ G₀-timme för skotningen räknades ut genom att först omvandla resultatet från modellen som var i G₀-min/m³fpb till m³fpb/G₀-min och en omräkning gjordes sedan från m³fpb till m³fub genom att multiplicera med omräkningstalet 0,88 och slutligen dividerades detta med 60 för att få det i timmar. Den totala tidsåtgången räknades ut genom att multiplicera det totala uttaget i m³fpb vid 100 m stickväg med m³fpb/ G₀-min. Denna tidsåtgång multiplicerades med 5 för att få ut tidsåtgången/ha då hundra meter stickväg motsvarar två parceller där den sammanlagda arealen är 0,2 ha. En omräkning gjordes av tidsåtgången till G₁₅-timmar varefter detta multiplicerades med kostanden för skotaren för att få fram totala kostnaden i G₁₅-timmar/ha. Kostnaden per skotad m³fub räknades ut genom att räkna om m³fub/ G₀-timme till m³fub/ G₁₅-timma och dividera detta med timkostnaden för skotaren. En total medelkostnad per hektar gjordes för röjning, gallring och skotning där kostnaderna för respektive behandlingsparceller adderades och därefter dividerades med 3.

Intäkterna för respektive parcell räknades ut och samma procedur som för medelkostnaden utfördes för att få fram en intäkt i kr/ha för respektive behandling. Dessa intäkter ställdes därefter mot totalkostnaderna för respektive behandling.

Statistiska analyser

I samtliga analyser är det de två olika röjningsnivåerna som jämförs.

Den responsvariabel som analyserades för röjningen var effektiviteten i G_0 -timme/ha. De responsvariabler som analyserades för skördaren var effektiviteten i G_0 -min/m³fub (alt. sek/m³fub). De responsvariabler som användes för att analysera beståndet var antal skador/ha, stickvägsbredd, stickvägsavstånd och skördad volym i m³fub/ha.

Analyserna gjordes i Minitab 17 och de analyser som utfördes var t-tester för beståndet och för skördarens arbetsmomentfördelning. Variansanalys utfördes genom en generell linjär modell för skördarens effektivitet samt för effektiviteten under röjningen. Alla analyser utfördes med en 5 % signifikansnivå. Vid den generella linjära modellen för skördaren användes skördad medelstam och andel stammar/ha av gran underväxt (≤ 8 cm dbh) som kovariater. Behandling sattes som fix faktor. Vid den generella linjära modellen för röjningen användes stamantal/ha som kovariat och även här angavs behandling som ”fix faktor”.

Resultat

Gallringskvalitet för studieområdet

En ökning av medelstamsvolymen för beståndet efter gallringen inträffade i alla fall utom i parcell 3 och 6 (fetmarkerade i Tabell 5). Skördat antal stammar var högre för röjningsnivå 6 cm i alla par utom par 1.

Tabell 5. Skogstillstånd för parcellerna efter gallring och skördat antal stammar/ha, m³fub/ha samt skördad medelstamsvolym (m³fub)

Table 5. Forest condition for the study areas after thinning and harvested stems/ha, m³fub/ha and also harvested mean stem volume (m³fub)

Par	Parcell	Röjningsnivå	Stamantal totalt/ha	Medeldiameter cm	Medelhöjd dm	S* m ³ fub/ha	S* Medelstamsvolym m ³ fub	Skördat antal stammar/ha enligt skördardator	Antal flerträdshanterade stammar/ha	Beståndsvolym m ³ fub/ha	Medelstams volym m ³ fub	Granandel %	Lövandel %
1	5	6 cm	1333	10,1	108,6	26,6	0,049	790	230	69	0,052	81	19
	1	8 cm	750	11,3	122,3	36,6	0,045	980	120	45	0,060	67	33
2	3	6 cm	1667	7,9	85,9	39,1	0,059	1020	290	49	0,029	95	5
	4	8 cm	1083	10,8	109,2	20,4	0,055	650	230	74	0,068	85	15
3	2	6 cm	1417	11,6	118,3	30,3	0,044	1260	530	104	0,073	88	12
	6	8 cm	1417	10,3	108,4	26,3	0,069	700	310	77	0,054	88	12

*S=Skördad volym enligt skördardator.

Gallrade volymer

Den skördade volymen var i medeltal 4,2 m³fub/ha högre för röjningsnivån till 6 cm än för röjningsnivån till 8 cm men skillnaden var inte signifikant (Tabell 6).

Tabell 6. Jämförelse av skördad m³fub/ha mellan de två olika röjningsnivåerna

Table 6. Comparison of harvested m³fub/ha between the two pre-clearance levels

	Röjningsnivå 8 cm		Röjningsnivå 6 cm		p-värde
	Medelvärde (n=3)	σ *	Medelvärde (n=3)	σ *	
Skördad m ³ fub/ha	27,77	8,20	32,00	6,40	0,53

*Standardavvikelse.

Stickvägsbredd och stickvägsavstånd

Inga signifikanta skillnader kunde uppvisas vad gäller stickvägsbredd eller stickvägsavstånd mellan röjningsnivåerna (Tabell 7).

Tabell 7. Jämförelse av avstånd i meter för de två olika förröjningsnivåerna för stickvägsbredd och stickvägsavstånd

Table 7. Comparison of distance for the two different cleaning levels for strip road width and strip road distance

	Röjningsnivå 8 cm		Röjningsnivå 6 cm		p-värde
	Medelvärde (n=3)	σ *	Medelvärde (n=3)	σ *	
Stickvägsbredd (m)	4,73	0,15	4,67	0,32	0,78
Stickvägsavstånd (m)	22,67	3,79	18,40	3,59	0,53

*Standardavvikelse.

Skador

Skador hittades inte i någon parcell, oavsett röjningsnivå.

Effektivitet

Effektivitet vid röjning

Tabell 8 visar att tidsåtgången var i medeltal 1,34 G₀-timmar högre för röjningsnivån 8 cm än för 6 cm, men skillnaden var inte signifikant.

Tabell 8. Jämförelse av tidsåtgång G₀-timmar/hektar vid de två olika röjningsnivåerna

Table 8. Comparison of time consumption in G₀-hours/hectar between the two pre-clearance levels

	Röjningsnivå 8 cm		Röjningsnivå 6 cm		p-värde
	Medelvärde (n=3)	σ *	Medelvärde (n=3)	σ *	
Tidsåtgång G ₀ -h/ha	3,75	1,30	2,41	1,13	0,27

*Standardavvikelse

Variansanalysen av effektiviteten vid förröjningen (timmar/ha) visade inte på någon signifikant påverkan av varken vilken typ av röjningsnivå som användes eller antalet stammar/ha totalt innan röjning. P-värdet för typ av röjningsnivå var 0,155 där det för nivån 6 cm fanns en indikation av en något minskande effekt på tidsåtgången. P-värdet för stamantal/ha hade ett p-värde på 0,074, vilket gav en indikation av en ökande effekt på tidsåtgången. Den justerade förklaringsgraden (R-sq adjusted) för analysen var 66,61%.

Effektivitet vid gallring

Inga signifikanta skillnader i tidsåtgång mellan arbetsmomenten kunde konstateras för de två olika röjningsnivåerna (Tabell 9). Inga signifikanta skillnader kunde uppvisas vid jämförelse av den totala tidsåtgången för skördaren i G_o -min/m³fub för de två olika röjningsnivåerna (Tabell 10).

Tabell 9. Jämförelse av tidsåtgång per arbetsmoment G_o -sek/m³fub vid de två olika röjningsnivåerna
Table 9. Comparison of time consumption per work element G_o -sec/m³fub at the two different pre-clearance levels

Arbetsmoment	Röjningsnivå 8 cm		Röjningsnivå 6 cm		p-värde	% av totaltid	
	Medelvärde (n=3)	σ *	Medelvärde (n=3)	σ *		8 cm	6 cm
Uppbearbetning	543,20	42,50	621,80	81,40	0,38	61,52	61,64
Förflyttning	113,20	19,80	103,60	18,20	0,58	12,82	10,28
Kran ut	132,20	14,00	173,60	41,40	0,24	14,97	17,21
Kran in	79,60	12,30	84,90	43,1	0,86	9,02	8,42
Risrensning	4,26	3,75	10,22	7,70	0,35	0,48	1,01
Väntan	7,75	3,33	12,12	7,98	0,47	0,88	1,20
Övrigt	2,84	0,81	2,39	0,45	0,46	0,32	0,24
Totaltid	882,98		1008,67			100	100

*Standardavvikelse.

Tabell 10. Jämförelse av total tidsåtgång G_o -min/m³fub för skördaren mellan de två olika röjningsnivåerna

Table 10. Comparison of time consumption in G_o -min/m³fub for the harvester between the two pre-clearance levels

	Röjningsnivå 8 cm		Röjningsnivå 6 cm		p-värde
	Medelvärde	σ *	Medelvärde	σ *	
Tidsåtgång G_o -min/m ³ fub	14,72	0,884	16,81	3,15	0,38

*Standardavvikelse

Variansanalysen av effektiviteten mätt i G_o -min/m³fub visade på signifikant påverkan av skördad medelstam (m³fub) med ett p-värde på 0,022. Effektiviteten var även signifikant påverkad av andel stammar/ha av granunderväxt som fanns i studieområdet inför gallringen (p-värde=0,040). P-värdet för typ av röjningsnivå var 0,13 och hade därmed ingen signifikant påverkan av effektiviteten. Ett ökande värde av skördad medelstamvolym gav ett signifikant minskande värde för tidsåtgången medan ett ökande värde av andel granunderväxt gav ett signifikant ökande värde av tidsåtgången. För röjningsnivå 6 cm fanns en indikation av högre tidsåtgång än nivån 8 cm. Det högsta F-värdet hade skördad medelstam och den justerade förklaringsgraden för analysen var 94,15%.

Produktivitet och kostnader

Produktivitet och kostnader vid röjning

Produktiviteten mätt i ha/ G₁₅-timme var i medeltal högre för röjningsnivå 6 cm i alla par utom för par 2 (Tabell 11). Kostnaden per hektar var i medeltal lägre för röjningsnivå 6 cm i alla fall utom för par 2. Ser man till kostnaden per/m³fub så var den i medeltal lägre för nivå 6 cm för alla par utom par 1 detta trots en högre produktivitet för nivå 6 cm i detta fall.

Tabell 11. Beskrivning av förröjningens produktivitet och kostnader

Table 11. Description of pre-clearance productivity and costs

Par	Parcell	Röjningsnivå	Produktivitet (ha/ G ₁₅ -timme)	Kostnad (kr/ha)	Kostnad (kr/m ³ fub)
1	5	6 cm	0,23	1408	56
	1	8 cm	0,16	2037	53
2	3	6 cm	0,32	995	25
	4	8 cm	0,32	994	49
3	2	6 cm	0,64	503	17
	6	8 cm	0,22	1491	57

Produktivitet och kostnader vid gallring

Produktiviteten var i medeltal högre för röjningsnivå 8 cm i alla par utom för par 2 (Tabell 12). Kostnaden per hektar var i medeltal högre för nivå 6 cm i alla par utom för par 1. Kostanden per m³fub var i medeltal högre för nivå 6 cm i alla par utom för par 2.

Tabell 12. Beskrivning av produktivitet och kostnader för gallringen

Table 12. Description of productivity and costs for the thinning operations

Par	Parcell	Röjningsnivå	Produktivitet (m ³ fub/ G ₁₅ - timme)	Kostnad (kr/ha)	Kostnad (kr/m ³ fub)
1	5	6 cm	3,11	9689	364
	1	8 cm	3,75	11047	302
2	3	6 cm	3,70	11956	306
	4	8 cm	3,51	6580	323
3	2	6 cm	2,83	12141	401
	6	8 cm	4,00	7442	283

Produktivitet och kostnader vid skotning

Med inställningar enligt Tabell 4 blev resultatet av modelleringen av skotarens produktivitet och kostnad enligt Tabell 13. Produktiviteten var i medeltal högre för röjningsnivå 6 cm i alla par utom par 1. Kostnaden per hektar var i medeltal högre för nivå 6 cm i alla par utom par 1. Kostnaden i kr/m³fub var i medeltal högre för nivå 8 cm i alla par utom i par 1.

Tabell 13. Beskrivning av produktivitet och kostnader för modellering av skotning
Table 13. Description of productivity and costs for the modelling of forwarder work

Par	Parcell	Röjningsnivå	Produktivitet (m ³ fub/ G ₁₅ -h)	Kostnad (kr/ha)	Kostnad (kr/m ³ fub)
1	5	6 cm	9,10	2152	84,7
	1	8 cm	9,24	2985	83,3
2	3	6 cm	9,27	3260	83,0
	4	8 cm	9,00	1824	85,5
3	2	6 cm	9,17	2493	84,0
	6	8 cm	9,09	2112	84,7

Totalkostnader och intäkter/netto

Intäkter

Ett i medeltal högre uttag av främst massaved för röjningsnivå 6 cm gav en 1135 kr högre virkesintäkt per ha jämfört med nivå 8 cm (Tabell 14). Tillsammans med den i medeltal högre intäkten för massaved och ett något högre uttag av kubb för nivå 6 cm gav det en 1508 kr högre intäkt i medeltal per ha för nivå 6 cm.

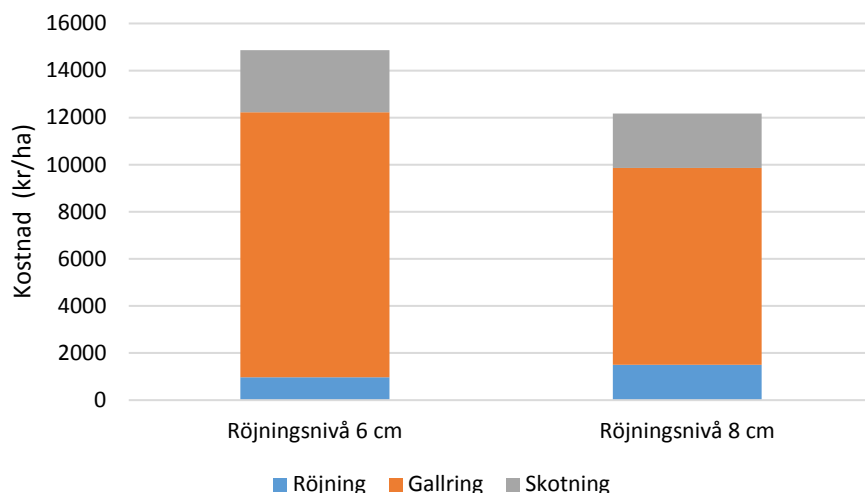
Tabell 14. Beskrivning av intäkter per hektar för de två behandlingarna
Table 14. Description of income per hectare for the two treatments

	Röjningsnivå 8 cm	Röjningsnivå 6 cm	Differens*
Intäkt massaved (kr/ha)	7034	8169	-1135
Intäkt totalt (kr/ha)	8123	9631	-1508

*8cm – 6cm.

Jämförelse totalkostnader och intäkter

Skördarkostnaden stod för största andelen av totalkostnaden och det är också störst skillnad mellan röjningsnivåerna för denna åtgärd (Figur 1).



Figur 1. Kostnad för de olika åtgärderna för de två förröjningsnivåerna
Figure 1. Costs for the different actions for the two pre-clearance levels

När kostnaderna ställdes mot intäkterna för de parceller som behandlats blev det ett negativt resultat för samtliga röjningsnivåer. Även efter att de högre intäkterna för nivå 6 cm räknats med så blev nivå 8 cm fortfarande ett bättre ekonomiskt alternativ för att utföra åtgärden på (Tabell 15). Slutresultatet blev en differens på 1187 kr/ha där röjningsnivå 8 cm hade den minsta förlusten.

Tabell 15. Jämförelse av medelvärdena för totala intäkten/ha och totala kostnaden/ha

Table 15. Comparison of mean values for total revenue/ha and the total costs/ha

	Röjningsnivå 8 cm	Röjningsnivå 6 cm	Differens*
	Medelvärde kr/ha	Medelvärde kr/ha	
Intäkt (kr/ha)	8123	9631	
Total (kr/ha)	12171	14866	
Netto (kr/ha)	-4047	-5234	-1187

*8cm – 6cm.

Diskussion

Val av bestånd

Grundtanken i val av område var att hitta två områden, ett med lite grövre medelstam och ett med lite klenare för att genomföra jämförande studier i. Dessa områden skulle också vara av god bonitet och med jämna drivningsförhållanden. Men på grund av svårigheter att hitta områden och på grund av brist på tid fick ett område sökas ut med hjälp av personlig kontakt. Detta område uppvisade inte precis de karaktärer som var tänkt från början. Det fanns endast möjlighet att studera en medelstamsvolym och området uppvisade ett ståndortsindex på G26, vilket är ett relativt lågt ståndortsindex för den del av Halland som studien utfördes i. Studieområdet hade inte heller så många underväxtstammar/ha vilket hade stor inverkan på produktivitetstapen för skördaren i tidigare studie av Kärhä (2006). Det lägre stammantalet av underväxt/ha för studieområdet gav ett lägre antal stammar/ha i diameterspannet 6-8 cm, vilket troligtvis gav en mindre skillnad mellan röjningsnivåerna. Inga jämförelser för de två röjningsnivåerna kunde göras för en grövre medelstamsvolym (kring 0,1 m³fub) och därmed blir studien begränsad att gälla för enbart medelstammar kring 0,05 m³fub.

Tolkning av resultat

Gallringskvalitet

En låggallring utfördes i alla parceller utom 3 och 6 (se Tabell 2 och 5) vilket medförde att medelstammen sjönk för dessa parceller. Detta berodde troligtvis på att det i stickvägen skördades ett antal grövre träd vilka var inom inventeringsbältena för parcellerna och fick därmed ett stort utslag på medelstammen efter gallring. Inga signifikanta skillnader i skördad volym/ha kunde konstateras mellan röjningsnivåerna, men medelvärdena för skördad volym/ha var 4,2 m³fub/ha högre för röjningsnivå 6 cm (Tabell 6). Varför det inte blev någon signifikant skillnad berodde troligtvis på de höga standardavvikelserna samt de få observationerna. Inga signifikanta skillnader i varken stickvägsbredd eller stickvägsavstånd kunde konstateras (Tabell 7) vilket ligger i linje med tidigare studier av Kärhä (2006) och Johnsson (2015). Inga skillnader i skador/ha kunde konstateras då inga skador fanns att hitta i parcellerna, vilket kan bero på en extra försiktighet hos maskinföraren p.g.a. av att någon studerade arbetet.

Effektivitet röjning

Inga signifikanta skillnader i effektivitet för röjningen i G₀-timme/ha kunde konstateras mellan röjningsnivåerna vilket även här troligtvis kan förklaras med den stora standardavvikelsen och de få observationerna (Tabell 8). En annan orsak kan vara att beståndet inte uppvisade ett tillräckligt högt stammantal/ha av underväxt och därmed kan den inbördes naturliga skillnaden av stammantalet/ha av underväxt innan röjning fått större utslag än vad röjningsnivån fick. En ytterligare bidragande faktor till att det inte blev någon signifikant skillnad i effektiviteten mellan röjningsnivåerna kan bero på att man vid röjningen till 6 cm var inne och röjde i diameterspannet 6-8 cm dbh. En viss skillnad i effektivitet fanns dock mellan röjningsnivåerna där det i medeltal åtgick 1,34 G₀-timmar/ha mindre för röjningsnivå 6 cm än för nivå 8 cm. Variansanalysen visade ingen signifikant påverkan när G₀-timmar/ha analyserades mot

röjningsnivå och stammantal, dock fanns en indikation att stammantal/ha av underväxt gav en ökande påverkan av tidsåtgången (p-värde på 0,074).

Effektivitet gallring

Inga signifikanta skillnader mellan röjningsnivåerna kunde konstateras när skördarens arbetsmomentfördelning studerades med avseende på tidsåtgången i G_o -min/m³fub för de olika arbetsmomenten (Tabell 9). Inte heller för den totala tidsåtgången i G_o -m³fub kunde några signifikanta skillnader konstateras (Tabell 10). I medeltal var tidsåtgången högre för arbetsmomenten för röjningsnivå 6 cm, men troligtvis var standardavvikelseerna för stora för att några signifikanta skillnader skulle uppkomma (Tabell 9). Resultaten ligger i linje med tidigare studier av Johnsson (2015), dock inte för momentet risrensning men det kan troligtvis förklaras genom att det i Johnsson (2015) handlade om röjt till 8 cm i dbh och helt oröjt. I denna studie är den klenaste röjningen istället till 6 cm i dbh där dessa stammar troligtvis upparbetas till en massavedsbit och därmed inte faller in i arbetsmomentet risrensning. Vid variansanalysen av effektivitet mätt i G_o -min/m³fub kunde en signifikant påverkan konstateras för skördad medelstam med ett p-värde på 0,02. En ökad skördad medelstam gav en lägre tidsåtgång per m³fub. Även andelen granunderväxt i andel av antal stammar/ha hade en signifikant påverkan av effektiviteten med ett p-värde på 0,04. En ökad andel granunderväxt gav en signifikant högre tidsåtgång per m³fub. Detta ligger i linje med tidigare studier av Kärhä (2006) och Johnsson (2015). Röjningsnivån hade dock ingen signifikant påverkan på effektiviteten (p-värde på 0,13). Varför det inte blev någon skillnad mellan behandlingarna kan bero på de få observationerna i denna studie. Mededeltalen indikerade dock en viss skillnad. Dock fick med stor sannolikhet enskilda observationer i denna studie stort utslag på signifikansnivån på grund av de få observationerna.

Produktivitet och kostnader

Produktivitet och kostnader för röjning

Produktiviteten (mätt i ha/ G_o -timme) var i medeltal högre för röjningsnivå 6 cm i alla par utom par 2 där de var i stort sett lika (Tabell 11). Att produktiviteten var lika för detta par berodde troligtvis på att parcell 3 som röjdes till 6 cm uppvisade en något större andel högre lövträd än parcell 4. Lövträden i parcell 3 var tidsödande att stumpa ner för att få till marken enligt den röjningsentreprenör som utförde röjningen, och därav tog denna parcell längre tid än brukligt. Kostnader per m³fub var högre för nivå 8 cm i alla par utom par 1, vilket till stor del beror på en högre skördad volym i gallringen för parcell 1 jämfört med parcell 5 (Tabell 5). Mer relevant är att jämföra kostnader/ha där det blir tydligare med skillnaderna just för röjningen. Kostnaderna per ha följer produktiviteten och därmed blev kostnaden i medeltal lägre för röjningsnivå 6 cm för alla par utom par 2. Resultaten ligger stort sett i linje med tidigare studie av Frank (2006) i fråga om kostnader/ha, dock med undantag för par 2.

Produktivitet och kostnader för gallring och skotning

Produktiviteten för gallringen var högre för röjningsnivå 8 cm i alla par utom par 2 (Tabell 12). Detta kan härledas till att den skördade medelstamsvolymen var högre för parcell 3 än parcell 4 och en sänkning av den kvarvarande medelstamsvolymen ägde rum för parcell 3 (Tabell 5). Detta berodde på att det i stickvägen förekom ett antal grova träd som därmed skördades och fick stort utslag på den skördade medelstammen och därmed också produktiviteten $\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}\text{-timme}$. Kostnaden/ha var högre för gallringen där röjningsnivå 6 cm utförts för alla par utom par 1 vilket kan bero på att en större volym/ha och ett större antal stammar/ha skördades i gallringen för parcell 1 jämfört med parcell 5 (Tabell 5). Kostnaden $\text{kr}/\text{m}^3\text{fub}$ var högre för nivå 6 cm i alla par utom för par 2 (Tabell 12) vilket kan härledas till att produktiviteten och den skördade medelstamsvolymen för skördaren var högre för parcell 3. För skotningen blev effekten att desto högre volym som fanns att skota desto högre produktivitet $\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}\text{-timmer}$ och kostnad/ha (se Tabell 5 och 13). I medeltal var kostnaden för drivningen högre för nivå 6 cm jämfört med nivå 8 cm vilket ligger i linje med tidigare studie av Gunnarsson (2014) där de klenare röjningsnivåerna gav de högsta drivningskostnaderna.

Jämförelser kostnader och intäkter

Vid jämförelserna av kostnader/ha för de två olika röjningsnivåerna så hade röjningsnivå 6 cm lägre kostnad än röjningsnivå 8 cm men detta hjälpte inte då drivningskostnaden i medeltal blev betydligt högre för nivå 6 cm (Figur 1). Det var främst skördarkostnaden som skildes åt vilket är i linje med tidigare studier av Kärhä (2006) och Dehlen (2010). Varför denna kostnadsskillnad uppkom var troligtvis på grund av att ett större antal stammar/ha och då främst klena stammar upparbetades i de parceller där röjningsnivån var 6 cm vilket blev tidsödande. Dock medförde det högre antalet skördade stammar/ha ett större volymsuttag, dock ej signifikant, men det medförde ändå en högre virkesintäkt/ha för röjningsnivå 6 cm (Tabell 14). Men då det främst var massaved som bidrog till det högre uttaget, vilket inte är ett sortiment som inbringar några större intäkter, så kunde inte denna högre intäkt kompensera för den högre drivningskostnaden för röjningsnivån 6 cm. Därmed blev röjningsnivån till 8 cm i dbh det ekonomiskt bästa alternativet både vad gäller totala kostnader och nettointäkt för studieområdet (Tabell 15). Det ekonomiska slutresultatet ligger i linje med tidigare studie av Frank (2006) där den högre röjningsnivån gav ett högre netto. Virkesintäkten för denna studie ligger i linje med en studie av Dehlen (2010) där den svagare röjningen gav ett högre volymsuttag och därmed en högre virkesintäkt. Att det blir ett större volymsuttag i gallringen för den lägre röjningsnivån torde vara ganska logiskt om gallringen ska uppnå samma antal stammar/ha i slutresultat som för den högre röjningsnivån. Men denna volym kommer från stammar som är klena och tidsödande om inte stammarna effektivt kan hanteras genom flerträdshantering, och i denna studie var inte flerträdshanteringen tillräckligt effektiv för att kunna göra dessa klena stammar lönsamma att hantera. Det finns en indikation på att de istället blev ett hinder för skördaren och påverkade effektiviteten negativt, vilket indikeras av den signifikant ökande påverkan av tidsåtgången som andelen granunderväxt inför gallring hade i variansanalysen för skördarens effektivitet i denna studie. Hade beståndet sett annorlunda ut och möjliggjort en effektivare flerträdshantering där fler stammar kunnat hanteras samtidigt så kanske resultatet blivit annorlunda.

Känslighetsanalys

Scenario 1

En skillnad mellan de båda nivåerna av förröjning antas finnas då medelvärdena skiljer sig åt markant, men på grund av få observationer och utstickande värden från båda röjningsnivåerna kunde inga signifikanta skillnader uppvisas vad gäller tidsåtgång, produktivitet eller skördad volym. Utifrån medelvärdena ger röjningsnivån 8 cm en lägre totalkostnad och ett högre netto efter att kostnaderna dragits av jämfört med röjningsnivån 6 cm. Detta beror främst på grund av en lägre medelkostnad för gallringen som var röjd till 8 cm jämfört med den som var röjd till 6 cm. Dock hade röjningsnivån 6 cm en lägre medelkostnad för röjningen och ett högre medelvärde av skördad massavedsvolym än röjningen till 8 cm. För att se hur mycket som krävs för att röjningen till 6 cm ska bli mer lönsam än röjningen till 8 cm för det aktuella studieområdet har författaren gjort olika antaganden. Antaganden i scenario 1 är följande; en kostnadsminskning på skördaren med 30 %/ G₁₅-timme; en kostnadsökning av röjningen med 30 %/ G₁₅-timme; en ökning av priset för barmassaved med 30 % samt en ökning för priset av lövmassaveden med 20 %. Alla andra parametrar behölls enligt ingångsvärdena för den aktuella studien.

Tabell 16 visar vad dessa antagande innebär för kostnaderna för skördare och röjare samt vad det innebär för priserna för barmassaved och lövmassaved. Tabell 16 visar även utfallet i netto/ha för de olika röjningsnivåerna.

Tabell 16. Parametrar och antagande för känslighetsanalys
Table 16. Parameters and supposition for the sensitivity analysis

Parametrar	Antagande
Kostnad skördare (kr/G ₁₅ -timme)	798,0
Kostnad röjare (kr/G ₁₅ -timme)	435,5
Pris barmassaved (kr/m ³ fub)	364,0
Pris lövmassaved (kr/m ³ fub)	384,0
Utfall netto per/ha	
Röjningsnivå 6 cm dbh (kr/ha)	-566,0
Röjningsnivå 8 cm dbh (kr/ha)	-640,0

Scenario 2

Vid Scenario 2 var antagandena följande; en ökning av röjningskostnaden på 90 % samt en produktivitetsökning på 60 % för röjningen till 6 cm. Alla andra parametrar behölls enligt ingångsvärden för aktuell studie.

Tabell 17 visar vad dessa antaganden innebär för kostnaden för röjningen i kr/G₁₅-timme samt vad det innebär för röjningskostnaden/ha för röjningsnivå 6 cm respektive 8 cm. Tabell 17 visar även utfallet i netto per/ha för de olika röjningsnivåerna vid de aktuella ingångsvärden och antagandena.

Tabell 17. Parametrar och antagande för känslighetsanalys

Table 17. Parameters and supposition for the sensitivity analysis

Parametrar	Antagande
Kostnad röjning (kr/G ₁₅ -timme)	636,5
Kostnad kr/ha röjningsnivå 6 cm dbh (kr/ha)	642
Kostnad kr/ha röjningsnivå 8 cm (kr/ha)	2728
Utfall netto per/ha	
Röjningsnivå 6 cm dbh (kr/ha)	-5909
Röjningsnivå 8 cm dbh (kr/ha)	-6010

Praktisk tillämpning av resultaten

Det är vanskligt att svara på om huruvida resultaten från studien står sig i praktiken då studien innefattar så få observationer samt att skotaren inte tidsstuderades på plats utan efterkonstruerades genom modellering. Men många av resultaten ligger i linje med tidigare studier vilket stärker relevansen. Det är även en begränsad studie då den endast kan appliceras på bestånd med liknande egenskaper som studieområdet. Men för bestånd med liknande egenskaper kan denna studie ge en hänvisning vilken röjningsnivå som ska användas för att uppnå det bästa ekonomiska resultatet.

Styrkor och svagheter med studien

Styrkor med denna studie är att större delen av försöksupplägget är beprövat i tidigare studier och därmed har vissa svagheter kunnat elimineras som t.ex. vid tidsstudien av skördaren där undertecknad satt i hytten för att bättre kunna avgöra vilket arbetsmoment som utfördes. Detta gjordes på grund av att det i Johnssons (2015) studie ansågs vara svårt att kunna avgöra vilket arbetsmoment som utfördes från en position på marken vid gallring av en stamtät förstagallring och samtidigt hålla ett säkerhetsavstånd till skördaren. En annan styrka är att resultaten kan styrkas och jämföras med liknande studier då detta finns att tillgå. Svagheter med studien är att studien innefattar ett fåtal observationer där den enskilda observationen får stort utslag på resultaten. En annan svaghet är att vissa antagande har fått göras vad gäller omräkningstal från G₀-tid till G₁₅-tid från erfarenhetstal vilka är svåra att validera. Den mänskliga faktorn är också en möjlig svaghet där felräkningar och inventeringsfel kan inträffa. Även tidsstudierna och skadefrekvenserna kan vara missvisande, då entreprenörerna kan blivit påverkade av att vara studerade vilket kan medfört en högre arbetstakt eller högre försiktighet vid utförande av uppgiften än normalt.

Behov av vidare forskning

Ytterligare studier av hur mängden underväxt påverkar kostnader och produktivitet vid drivning behövs för att kunna styrka denna studie. Men även studier på hur olika yttre förhållanden som dåligt ljus eller vid olika snöförhållande påverkar gallring med underväxt behövs. Detta borde göras för att de yttre förhållandena ständigt varierar i skogen och sikten torde påverkas mer av ytterligare underväxt vid sämre ljusförhållanden eller snötäckt granunderväxt än vad underväxten i denna studie gjorde.

Slutsats

- Den svagare förröjningen (upp till 6 cm i dbh) gav en lägre kostnad på förröjning men ökningen av drivningskostnaderna för denna röjningsnivå var i medeltal högre och därmed blev totalkostnaderna högre än för röjning upp till 8 cm. Detta stämmer överens med den hypotes som var uppställd utifrån tidigare studier.
- Ingen skillnad i kvalitet på utförandet av gallringen vad gäller stickvägsavstånd, stickvägsbredd eller skadenivå kunde urskiljas mellan de två olika förröjningsnivåerna efter att drivningen var utförd, därmed kan hypotesen om att det skulle vara en högre skadenivå för den lägre nivån av förröjning förkastas.
- En indikation av att det i medeltal kunde skördas en högre volym vid en förröjningsnivå till 6 cm fanns, men den var ej signifikant.
- Det totala nettot blev i medeltal lägre för förröjningsnivån 6 cm jämfört med förröjningsnivån upp till 8 cm efter att virkesintäkterna var inräknade, vilket stämmer överens med den hypotes som var ställd utifrån tidigare studier.

Det krävdes ganska stora förändringar i timkostnad för skördare och röjare samt virkespris för att få röjningsnivån 6 cm att bli mer lönsam än röjningsnivån 8 cm (Tabell 16 och 17). Därför kan man dra slutsatsen att vid beståndsförhållanden likt de för aktuellt studieområde så ger den hårdare röjningen en lägre totalkostnad samt ett högre netto än den svagare röjningen. Detta gäller även vid ganska stora fluktuationer i virkespris, produktivitet och kostnader per G₁₅-timme för röjare samt skördare.

Referenser

Andersson, A. 2015 En analysmodell för tidsåtgång vid skotning med Komatsuskotare. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi. Arbetsrapport nr 27.

Agestam, E. 2009. Gallring, Skogsskötselserien, nr. 7. Skogforsk, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.

Bergström, D. Ulvcrona, T. Nordfjell, T. Egnell, G. & Lundmark, T. 2010. Skörd av skogsbränsle i förstagallringar, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning. Arbetsrapport 281.

Brunberg, T. 2004. Underlag för prestationsmål för skotning. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Redogörelse nr 3.

Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Skogforsk. Redogörelse nr 8.

Berg, S. 1982. Terrängtypschema för skogsarbeten. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Kista, 28 pp. ISBN: 91-7614-035-0

Dehlén, J. 2010. Mindre studie av en ny gallringsmetod i stamtät förstagallring av gran i södra Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet-Skogsmästarskolan. Examensarbete nr 12.

Frank, N. 2006. Undererröjning i förstagallring. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogens Produkter och Marknader. Examensarbeten nr 64.

Fröding, A. 1992. Beståndsskador vid gallring. Diss. Garpenberg: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Gunnarsson, B. 2014. Underröjningsgradens påverkan på förstagallringsnetto med flerträdsaggregat. Linneuniversitetet Växjö, Institutionen för skog och träteknik, Kandidatarbete.

Gunnarsson, P. Hellström, C & Scherman, S. 1992. Gallring i bestånd med underväxt. Skogforsk.Handledning ISBN 91-7614-080-6.

Johnsson, F. 2015. Hur påverkar avlövad underväxt kvaliteten och drivningskostnaden i gallring? Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi. Arbetsrapport nr 8.

Kärhä, K. 2006. Effect of undergrowth on the harvesting of first-thinning wood – Forestry Studies. Metsanduslikud Uurimused no 45. 101-117. ISSN 1406-9954

Larsson, K. 2003. Körskador i gallring - en studie av 21 drabbade objekt i södra Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap Alnarp. Examensarbete nr 40.

Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. Swedish University of Agriculture Sciences. Doctoral thesis. ISSN 1401-6230, ISBN 91-576-6715-2.

Linden, M. 2010. Fältinstruktion Gallring. Södra [Brochyr]

Linden, M. Petersson, M. 2013. Røjningsstandard 2:a upplagan. Södra [Brochyr]

Mattsson, S. 1999. Tillväxtförluster ger dolda kostnader vid uttag av skogsbränsle – framförallt i gallring. SkogForsk, Uppsala. Resultat nr 14.

Nurminen, T. Korpunen, H & Uusitalo, J. 2006. Time consumption analysis of the Mechanised Cut-to-length Harvesting System. *Silva Fennica*, 40(2):335-363.

Olsson, S. 2004 Behandling av konfliktbestånd – problem och möjligheter. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap Alnarp. Examensarbete nr 60.

Pettersson, N. Fahlvik, N & Karlsson, A. 2012. Røjning, Skogsskötselserien, nr. 6. Skogsindustrierna, LRF Skogsägarna, Skogsstyrelsen.

Pålsson, M. 2013. Behovsgrad av förrøjning i förstagallring av konfliktbestånd, avverkad med flerträdshantering. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap Alnarp. Examensarbete nr 206.

Skogsstyrelsen. 2014. Skogsstatistisk årsbok 2014. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.

Skogsstyrelsen. 2005. Skogliga sektorsmål-förutsättningar och bakgrundsmaterial. Rapport nr 11, Jönköping: Skogstyrelsens förlag.

Sirén, M. & Aalto, H. 2003. Productivity and Costs of thinning Harvesters and HarvesterForwarders. *International Journal of Forest Engineering* 14(1):39-48.

Thunell, A. 2008. Kvalitet och ekonomi i utförandet av förstagallring baserat på olika gallrings- och underväxtrøjningsprogram. Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för Skoglig Resurshushållning. Arbetsrapport nr 218.

Zetterberg, T. Kronnäs, V & Hellsten, S. 2008. Helträdsuttag i samband med gallring/røjning och föryngringsavverkning – påverkan på markvattnet och modellerad försurningsutveckling. IVL Rapport B1772.

Personlig kommunikation

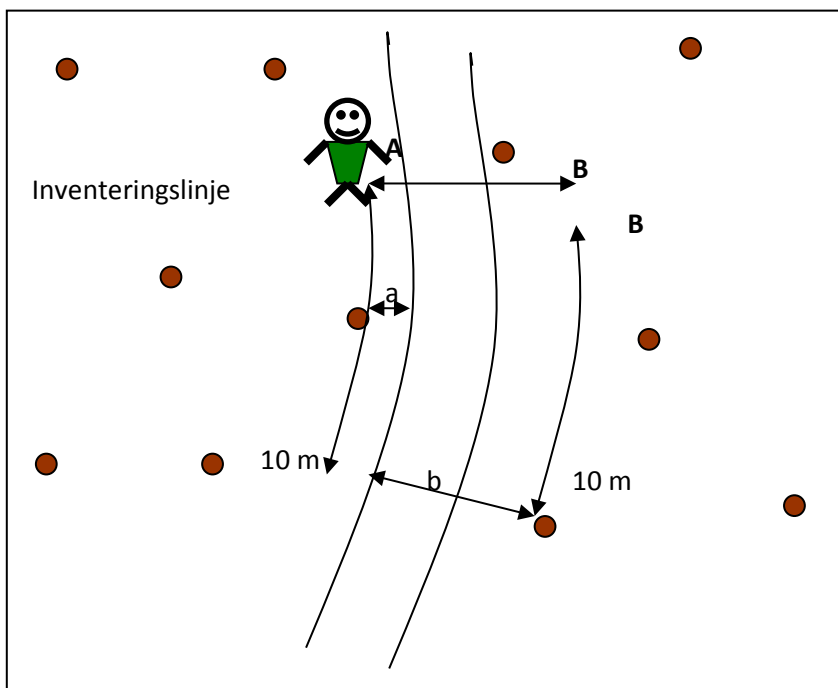
Brunberg, Torbjörn. Forskare, Skogforsk. 2016-02-25

Bilaga 1 Mätning av stickvägsbredd och stickvägsavstånd enligt Södra skogs fältinstruktion

Mät stickvägsbredden enl. Linden (2010) (figur 2):

1. Sök upp närmaste stickväg.
2. Bestäm stickvägskanternas läge genom att titta till höger och tio meter bort på ömse sidor om stickvägen. Sikta ut de två träd som står närmast stickvägen på denna sträcka (ett träd på hitsidan och ett på andra sidan stickvägen).
3. Mät avståndet mellan trädet närmast stickvägen på hitsidan och närmaste hjulspårskant.
4. Mät avståndet mellan samma hjulspårskant och trädet närmast stickvägen på andra sidan.
5. Lägg ihop avstånden = stickvägsbredden

Skulle stort block, stormlucka, vägdelning eller dylikt finnas på någon sida av vägen mäts den tänkta väglinjen.

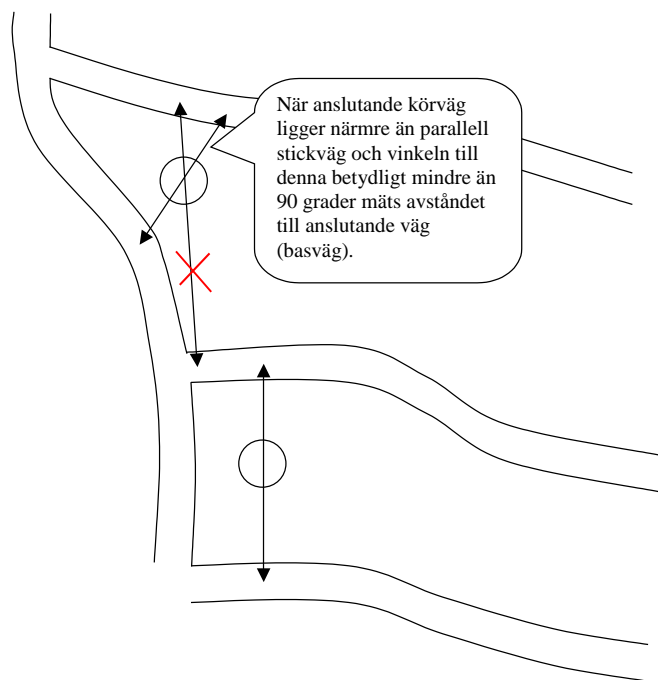


Figur 2. Beskrivning av tillvägagångssätt för bestämning av stickvägsbredd

Figure 2. Description of the procedure for the determination of the strip road width

Mät stickvägsavståndet enligt (figur 3):

1. Fäst mätlinan mitt i den första stickvägen. (Mät läget för vägmitt med hjälp av stickvägsbredden.)
2. Gå tillbaka in mot provytan och vidare till nästa stickväg. Välj alltid kortast väg till nästa stickväg. Bestäm vägmitt på samma sätt som för den första stickvägen.
3. Läs av och notera avståndet.



Figur 3. Beskrivning av tillvägagångssätt för att mäta stickvägsavstånd
Figure 3. Description of methods for measuring the strip road distances

Bilaga 2 Generell Naturhänsyn enligt Södras röjnings standard 2:a upplagan

1. Hänsynsytor Röjning i hänsynsytor får endast ske i syfte att förstärka naturvärdena Linden m.fl. (2013). Det kan t.ex. vara att röja bort barrträd för att gynna lövträd.

2. Detaljhänsyn - naturvärdesträd och utvecklings träd.

Naturvärdesträd (bl.a. avvikande grova eller senvuxna träd och träd grövre än 7 cm i brösthöjd av arterna sälg, rönn, oxel, lönn, lind, hägg, fågelbär, alm och hagtorn) friställs vid röjning så att de gynnas fram till nästa åtgärd.

Utvecklings träd (samma arter som naturvärdesträd ovan, men klenare än 7 cm i brösthöjd) är det tillåtet att röja bland och träden bör i första hand lämnas kvar i eller i direkt anslutning till annan hänsyn (hänsynsytor, kantzoner, skyddszoner, trädgrupper).

På fornminnen och kulturminnen röjs träd och buskar bort.

Alla träd och buskarter som fanns i beståndet före röjning ska finnas kvar efter åtgärd.

3. Röjning intill vatten

I anslutning till småvatten och vattendrag ska röjningen syfta till att förstärka lövinslaget. Buskar bör inte röjas bort om det inte är särskilt motiverat.

Röjningsstammar i vattendrag får inte hindra vattenflödet på ett avgörande sätt.

4. Skapa bryn gynna buskskikt av löv i varierande höjd för att skapa värdefulla bryn mot andra bestånd och ägoslag.

5. Fornlämningar och kulturmiljöer En generell regel är att hålla husgrunder och fornlämningar fria från träd och buskar. Røj även bort träd och buskar på äldre vägar och stigar.