

Griptiltens effekt på skotarens produktivitet

Effects of grapple-tilt on forwarder productivity



Foto: Göran Nilsson

Göran Nilsson

Arbetsrapport 402 2013
Examensarbete 30hp A1E
Jägmästarprogrammet

Handledare:
Dan Bergström

Griptiltens effekt på skotarens produktivitet

Effects of grapple-tilt on forwarder productivity

Göran Nilsson

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp
Jägmästarprogrammet

EX0707

Handledare: Dan Bergström, SLU, Institutionen för skogliga biomaterial och teknologi

Extern handledare: Niklas Fogdestam, Skogforsk

Examinator: Ola Lindroos SLU, Institutionen för skogliga biomaterial och teknologi

Griptiltens effekt på skotarens produktivitet

Effects of grapple-tilt on forwarder productivity

Göran Nilsson



Foto: Göran Nilsson

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp
Jägmästarprogrammet

EX0707

Handledare: Dan Bergström, SLU, institutionen för skogliga biomaterial och teknologi

Examinator: Ola Lindroos, SLU, institutionen för skogliga biomaterial och teknologi

Extern handledare: Niklas Fogdestam, Skogforsk

Förord

Denna studie är ett resultat av en obligatorisk kurs under Jägmästarprogrammet, ett examensarbete som omfattar 30 högskolepoäng på D-nivå, vilket motsvarar 20 veckors heltidsstudier. Ansvarig institution är Skoglig resurshushållning och inriktningen är Skogshushållning. Skogforsk har varit värdorganisation under denna studie.

Tack till

Min handledare på SLU, Dan Bergström, för bistånd med all hjälp jag behövt under arbetets gång.

Min handledare på Skogforsk, Niklas Fogdestam, som gjorde det här arbetet möjligt och bistod med mycket engagemang.

Föraren Anders Mörk, Skogforsk, som bistod med mycket engagemang och avvarade drygt en hel arbetsvecka till att köra maskinen under denna studie.

Anton Grafström på SLU som hjälpte mig med mina analyser.

Sit Right, som lånade ut sin skotare till fältstudierna för detta arbete.

De klasskamrater som jämt suttit i datasalen på skolan och förgyllt tillvaron. Dessutom utan att missa en enda fikarast tillsammans.

Peter Lindgren & Thomas Bergqvist som lät mig komma på fältbesök samt provköra skotaren.

Göran Nilsson
Umeå, mars 2013

Sammanfattning

I Sverige gallras årligen ca 360 000 ha skogsmark. Skogsbolagen efterfrågar effektivare skogsmaskiner för att minimera kostnaderna i skogsbruket. Två finska och en svensk studie pekar på produktivitetsökningar i storlekar upp till tio procent vid användandet av griptilt. Griptilt är en tilläggsmodul som monteras mellan gripben och rotatorn på en skotarkran och möjliggör upprensning av virkesknippen till vertikal position.

Syftet med studien var att mäta om det blev någon effektivitetsskillnad för krankörningsarbetet under lastning av en skotare, med och utan griptilt i gallringsbestånd med tre olika beståndstätheter: 1000, 1500 och 2000 stammar/ha. Studerade faktorer i bestånden var ackumulering och jämn dragning mot mark. Arbetet syftade även till att studera om griptilt påverkar bränsleförbrukningen samt mängden förarvibrationer.

I beståndet med 1000 stammar/ha var skotaren med griptilt 6,6 % effektivare. Med möjlighet att ackumulera flera virkeshögar per krancykel minskade tidsåtgången med 6,44 cmin/hög. Jämn dragning mot mark medförde att tidsåtgången ökade med 8,58 cmin/hög.

I beståndet med 1500 stammar/ha hade skotaren utan griptilt ca 1 % högre effektivitet, men kunde då varken ackumulera eller jämndra virket pga. att det var för trångt mellan de kvarvarande stammarna i beståndet. Med griptilt var dessa moment genomförbara, men med en effektivitetsförlust på 4,4 cmin/hög, jämfört med högarna som griptilt inte ackumulerade.

I det tätaste beståndet (2000 stammar/ha) var skotaren utan griptilt ca 13,8 % effektivare, på bekostnad av andelen krancykler som ledde till en skada. Andelen skador ökade från griptiltens 7,5 % till 25 % skador utan griptilt. Ingen av maskinkonfigurationerna klarade av att ackumulera virke i beståndet med 2000 stammar/ha.

Vibrationsvärdena var relativt låga (under $0,2 \text{ m/s}^2$) och ingen skillnad kunde uppmätas mellan maskinkonfigurationerna för alla beståndstyper. Skillnaden i bränsleförbrukning för de olika bestånden och maskinkonfigurationerna var som störst i beståndet med 2000 stammar/ha där skotaren med griptilt i genomsnitt hade 1,1 l/t lägre förbrukning än skotaren utan griptilt. I de övriga bestånden hade griptilt mellan 0,2-0,5 l/t högre förbrukning. Av studien kan följande slutsatser dras:

- Griptilt har potential att höja produktiviteten med minst 6 % i bestånd med täthet av ca 1000 kvarvarande stammar/ha
- Griptilt kan minska antalet skador på kvarvarande bestånd med upp till ca 17 %
- Griptilt möjliggör ackumulering av virke i beståndstätheter upp till 1500 kvarvarande stammar/ha
- Griptilt underlättar och effektiviserar jämn dragning av virke mot marken (ca 15 % högre effektivitet)
- Användning av griptilt ger inte mer vibrationer eller ökad bränsleförbrukning.

Nyckelord: Biotassu, gallring, tidsstudie, förstagallring, klengallring, skotning

Summary

In Sweden is about 360 000 ha of forest land thinned every year. Forest companies demand more efficient forest machines to minimize supply cost. Two Finnish and one Swedish study indicate a 10% increase of productivity when using a grapple-tilt compared to using a standard grapple. The grapple-tilt is a module that can be mounted between the grapple and rotator on a forwarders crane, and render the possibility to rise the timber heaps to a vertical position. This will in turn improve the possibilities to evening the log-ends in a heap to the ground and move them between the remaining trees in the thinning stands in a “easier” way.

The purpose of this work was to study if there was any difference between the productivity of the loading work on a forwarder with and without grapple-tilt in thinning stands with three different stand densities: 1000, 1500 and 2000 stems/ha.

Accumulation and evening log-ends to the ground was the studied factors in the stands.

Another purpose of the work was to compare the fuel consumption and vibrations exposed to the machine operator.

In the stand with a density of 1000 stems/ha, the forwarder with grapple-tilt was about 6.6 % more effective. With the possibility to accumulate heaps, time consumption decreased with 6.44 cmin/heap. Evening log-ends to the ground resulted in an increase of time consumption with about 8.58 cmin/heap.

In the 1500 stems/ha stand, the forwarder without grapple-tilt was about 1 % more effective but could neither accumulate nor evening logs to the ground.

With the grapple-tilt these operations were possible to do, but with an efficiency loss of about 4.4 cmin/heap, compared to the heaps which the grapple-tilt didn't accumulate.

In the densest stand (2000 stems/ha), the forwarder without grapple-tilt was about 13.8 % more effective, at the expense of the number of damages to the trees in the stand. The number of crane cycles that resulted in damage to the threes was 25 %, compared to 7.5 % which was the percentual damage for the grapple-tilt. None of the machine configurations managed to accumulate heaps in that stand.

The vibration values were relatively low (below 0.2 m/s^2) and no great difference could be measured between the different stands and machine configuration.

The difference in fuel consumption between the different stands and machine configurations was largest in the stand with 2000 stems/ha, where the mean consumption of the forwarder with grapple-tilt was about 1.1 l/h lower. In the other stands the fuel consumption was between 0.2-0.5 l/h higher for the forwarder with grapple-tilt. For the study, following conclusions can be made:

- Grapple-tilt has potential to increase the productivity with at least 6 % in stands with about 1000 stems/ha
- Grapple-tilt can decrease the number of damages to the stand with up to 17 %
- Grapple-tilt makes accumulation of heaps easier
- Grapple-tilt makes evening log-ends to the ground easier and does it in a more effective way (about 15 % more effective)
- No differences in vibrations or fuel consumption could be measured

Keywords: Tilt, Biotassu, Thinning, energy thinning, time study, forwarding

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	6
1.1	Gallring	6
1.2	Griptilten	6
1.3	Bränsleförbrukning	7
1.4	Vibrationer	7
1.5	Tidsstudie	8
1.6	Hypoteser	8
1.7	Syfte	8
2	Material och metoder	10
2.1	Försöksdesign	10
2.1.1	Försöksområde och de olika bestånden	10
2.1.2	Maskin, aggregat samt förare	11
2.1.3	Arbetsmetoder	11
2.1.4	Tidsstudiemetodik	14
2.1.5	Övriga observationer/mätningar	15
2.1.6	Bränslemätning	15
2.1.7	Vibrationsmätning	16
2.2	Genomförande av försök	16
2.3	Studieled	16
2.4	Huvudstudie	17
2.5	Delstudie	17
2.6	Analys och statistik	18
3	Resultat	19
3.1	Huvudstudie	19
	Tidsstudier	19
	Jämförelse mellan hela studieled	24
3.2	Delstudie	25
	Lastning vid slingerstråk	25
	Jämndragning mot mark	26
4	Diskussion	27
4.1	Material & metoder	27
4.2	Resultat	28
4.3	Kommentarer från föraren	30
4.4	Slutsatser	30
4	Referenser	32

1 Bakgrund

1.1 Gallring

I Sverige gallras årligen ca 360 000 ha skogsmark, vilket motsvarar en virkesvolym av ca 15-25 miljoner skogskubikmeter (m^3sk) (Agestam, 2009). Maskinella gallringar utförs i stora drag med två olika metoder; gallring från stickväg (ger ca 18 - 22 m mellan stickvägar) och gallring från stickväg samt med ett eller två slingerstråk mellan stickvägarna (ger ca 25 - 35 m mellan stickvägar). Gemensamt för metoderna är att skotning sker i stickvägarna. Vid stickvägsgående gallring lägger skördaren det skördade virket nära stickvägskanten. Då beståndsgående gallring utförs lägger skördaren virket ut mot stickvägarna, vilket innebär att virke då kommer att ligga dels nära stickvägen men även en bit ifrån (Dahlin, 2008). Beroende på stamtäthet före gallring och uttagsvolymen kommer virket ligga olika tätt och i olika stora virkeshögar. Hög virkeskoncentration ger en högre produktivitet på skotningsarbetet; man kan lasta mer per uppställningsplats samt få med sig en större volym per krancykel. Även medelstamsvolym, virkeslängd och sortimentblandning har betydelse för produktiviteten. Ett klen och krokigt sortiment ger en lägre produktion jämfört med ett grovt och rakt sortiment, eftersom virkeshögarna/lassen blir mer skrymmande och besvärligare att hantera ju krokigare och klenare de är (Lindgren pers. komm, 2012). Skotningsarbetet indelas i olika moment som tomkörning (från avlägg till avverkningsplatsen), lastning (stillastående eller samtidigt som körning sker), förflyttning mellan lastningsplatserna (virkeshögarna i skogen), körning lastad, avlastning, sortering (vid skotning av flera sortiment på samma gång), städning (plockar bort grenar och dylikt från avlägget med skotaren), omförflyttning (förflyttning mellan olika stickvägar under lastning) och störningar (mekaniska eller personliga saker som stör arbetet) (Kellog & Bettinger, 1994). Produktiviteten för en skotare minskar med ökat skotningsavstånd (Tabell 1) (Brunberg, 2004). Enligt en studie av Kellog och Bettinger (1994) utgör lastningsarbetet ca 54 % av det totala arbetet vid skotning av massaved och ett skotningsavstånd på ca 300 m. Själva kranarbetet vid lastning uppgår till ca 46 % och inräknat lossningen blir totala andelen kranarbete ca 57 % (Kellog & Bettinger, 1994).

Tabell 1. Exempel på produktivitet för en medelstor skotare vid olika skotningsavstånd. m^3fub =fastkubikmeter under bark. G_{15} -timme=effektiv arbetstid inkl. avbrott ≤ 15 min (Brunberg, 2004)

Table 1. Productivity for a medium sized forwarder and different forwarding/ transport distances. m^3fub =cubic meter solid under bark. G_{15} hour=effective time including delays ≤ 15 min (Brunberg, 2004)

Enkelt skotningsavstånd (m)	100	300	500	700
Produktivitet (m^3fub/G_{15} -tim)	14,8	12,6	11,0	9,7

1.2 Griptilten

Griptilt är en tilläggsmodul, patenterad av Biotassu i Finland, som monteras mellan rotatorn och gripen på en skotarkran och drivs av skotarens hydraulsystem. Griptilten möjliggör att hela virkesknippen kan resas upp vertikalt, vilket gör det lättare att jämndra ändarna på virkesknippet (Anon, 2012). Då virket är upprest vertikalt är det mindre skrymmande att flytta mellan vertikala hinder, såsom träd i en gallringsskog (Anon. 2012b). Enligt en finsk studie tar lastningstiden 7,8 % kortare tid för en skotare utrustad

med griptilt jämfört med en skotare utan. Lossningstiden minskade med 2,1 % för skotare med griptilt och tillsammans blir det en produktivitetsökning på nästan 10 % om man inte medräknar transportarbetet (Poikela, 2004). Även uppföljningsdelen i Poikelas studie visade på en produktivitetsökning. Lastningstiden tog 8,7 % kortare tid med griptilt jämfört med vanlig grip. Enligt Poikela och Rieppo (2005) utgör lastningsarbetet ca 60 % av tidsåtgången för skotningen. Med den siffran uträknades en produktivitetsökning med tilten på 11 % vid massavedslastning. Även lossningstiden påverkades med ett positivt resultat på 7,6 % för skotare med griptilt och massavedslass (Poikela & Rieppo, 2005). En svensk studie indikerar även den en produktivitetsökning med 10 % vid användning av griptilt kontra att inte ha griptilt vid skotning i gallringsbestånd med 300 m skotningsavstånd (Fogdestam, 2010). Detta motsvarar en produktivitetsökning på 1,26 m³fub/G₁₅-timme, enligt Brunbergs produktivitetstabell (Tabell 1).

1.3 Bränsleförbrukning

Nordfjell m.fl. (2003) har i en studie på flera olika skotare kunnat konstatera en bränsleförbrukning på mellan 9,6 och 12,5 liter/timme i gallring.

Griptilten har två hydraulcylindrar som kräver ett hydrauloljeflöde vid användning. Den extra olja som måste pumpas resulterar i att en större mängd bränsle sannolikt åtgår jämfört med om griptilten inte används. Griptiltmodulen har även en egenvikt som ger en konstant extravikt. Det som verkar för att en skotare utrustad med griptilt skulle kräva mindre bränsle är att effektivitetsökningen är tillräckligt hög för att kompensera den extra bränslemängd som åtgår vid användandet av tilten (Lindgren, pers. komm. 2012).

1.4 Vibrationer

Då en människa befinner sig på ett vibrerande underlag (t.ex. sittandes i en skogsmaskin) uppstår helkroppsvibrationer. Mängden vibrationer påverkas av många faktorer, t.ex. arbetsteknik och terrängförhållanden. Ett lugnt körsätt bidrar till mindre vibrationer (André, 2010). Jämndragning av virke mot lasset eller grinden vid skotning bidrar till vibrationer på föraren. Vibrationerna kan sannolikt minskas genom användning av griptilt då jämndragning kan ske mot marken istället för att jämndra mot lastgrinden vid lastning (Lindgren, pers.komm. 2012). Beroende på vibrationernas frekvenser och exponeringstid påverkas människan med symptom som t.ex. nedsatt prestationsförmåga och trötthet, som är två exempel på övergående besvär, medan bestående besvär kan vara problem i rygg, nacke och skuldror (Anon. 2012a). Vid utsättning för helkroppsvibrationer dubblas risken för att få ländryggsmärta och risken för nack-skuldersmärta ökar. Vid lågfrekventa helkroppsvibrationer kan även övergående åksjuka/rörelsesjuka uppstå (Burström, m.fl. 2011). Helkroppsvibrationer bidrar till en ökad trötthet, vilket kan leda till sämre prestationsförmåga (Landström & Lundström, 1987). I Sverige används en standard, SS-ISO 2631-1, för tillåten mängd vibrationer i arbetet. Där beskrivs två exponeringsvärden som gäller för daglig exponering, dels ett gränsvärde och dels ett insatsvärde. Värdena mäts i x- y- och z-led och sammanvägs i ett resultatvärde med enheten m/s². För insatsvärdet gäller en gräns om 0,5 m/s² och för gränsvärdet är gränsen 1,1 m/s² för en exponeringstid på 8 timmar. Om insatsvärdet överskrids är arbetsgivaren skyldig att bl.a. erbjuda medicinska kontroller och minska riskerna med vibrationsexponeringen. Gränsvärdet 1,1 m/s² får inte överskridas. Arbetsgivaren är skyldig att vidta omedelbara åtgärder för att minska vibrationsexponeringen och genomföra förändringar så att gränsvärdena inte överskrids igen (Burström m.fl., 2011). Vid en studie av Rehn m.fl. (2005) uppmättes ett vibrationsmedelvärde vid lastningsarbete för skotare på 0,55 m/s² och ett maxvärde på 0,89 m/s² vilket ligger under gränsen på 1,1 m/s².

1.5 Tidsstudie

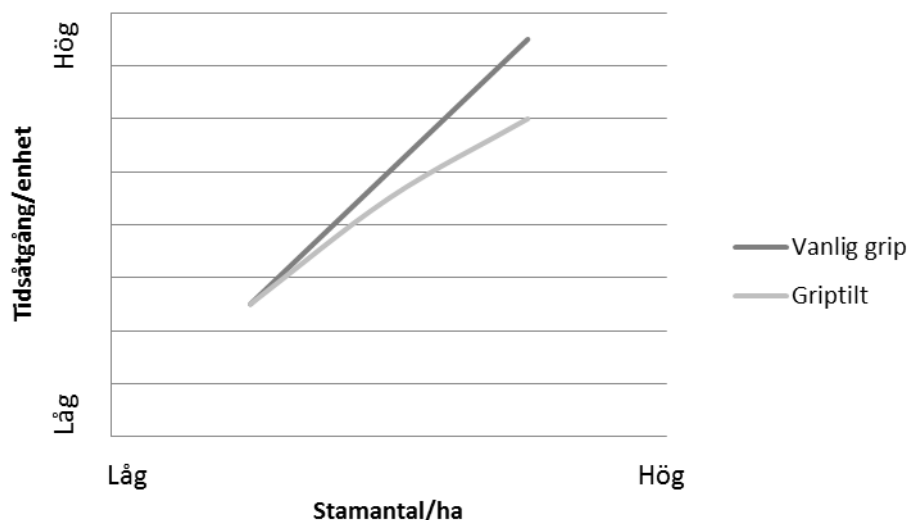
Jämförande studier syftar till att under likartade förhållanden jämföra prestationen på två (eller flera) olika utrustningar eller metoder. Prestationen fås fram genom att producerad mängd och tidsåtgång, t.ex. m^3 och timmar mäts och uttrycks i mängd per tidsenhet (exempelvis m^3 /timme). Ett problem med tidsstudier är att hålla icke studerade men påverkande faktorer konstanta som t.ex. ett bestånds karaktäristik, väderpåverkande faktorer, medelstamsvolym, underväxt och förarprestation. (Bergstrand, 1987). Detta problem minskas genom att uppnå så ”laboratorieartade miljöer” som möjligt, vilket medger möjlighet till upprepning av försök med jämförbara resultat.

1.6 Hypoteser

En entreprenör i Västerbotten som kör en Ponsse ELK, utrustad med Biotassu griptilt, anser att griptilten gör som mest nytta ju tätare bestånden är (tidiga förstagallringar), och främst i kombination med att virket ligger långt från stickvägen (då beståndsgående skördare/slingerstråk används mellan stickvägarna). I glesare bestånd anser entreprenören att nyttan av griptilt inte är lika stor. Entreprenören upplever även att vibrationerna i maskinen minskar vid användandet av griptilt (Lindgren, pers. komm. 2012).

En hypotes som grundar sig på Lindgrens uttalande är att griptilt lämpar sig bättre ju tätare stamförbandet är. Virket upptar en större area vid horisontalläge och många stammar utgör ett större hinder än få stammar, därför kan det i tätare bestånd antas vara svårare att lyfta upp virke på skotaren utan att stöta i stammar från det kvarvarande beståndet.

Griptilt kan därmed ha en fördel i tätare bestånd eftersom virket i upprest tillstånd kräver mindre utrymme mellan stammarna. Ett resultat som kan förväntas uppstå illustreras i Figur 1.



Figur 1. Förväntat resultat för skotning i bestånd med olika stamantal, med och utan griptilt.
Figure 1. Expected result of the study with different number of stems/ha and with/without use of grapple tilt.

1.7 Syfte

Huvudsyftet med detta examensarbete var att jämföra tidsåtgången för lastningsarbetet vid skotning av rundvirke med eller utan griptilt i tre bestånd med olika stamtäthet. Studien

syftar även till att undersöka om det blir någon skillnad i bränsleförbrukning samt vibrationer på föraren vid användandet av griptilt eller vanlig grip.

2 Material och metoder

2.1 Försöksdesign

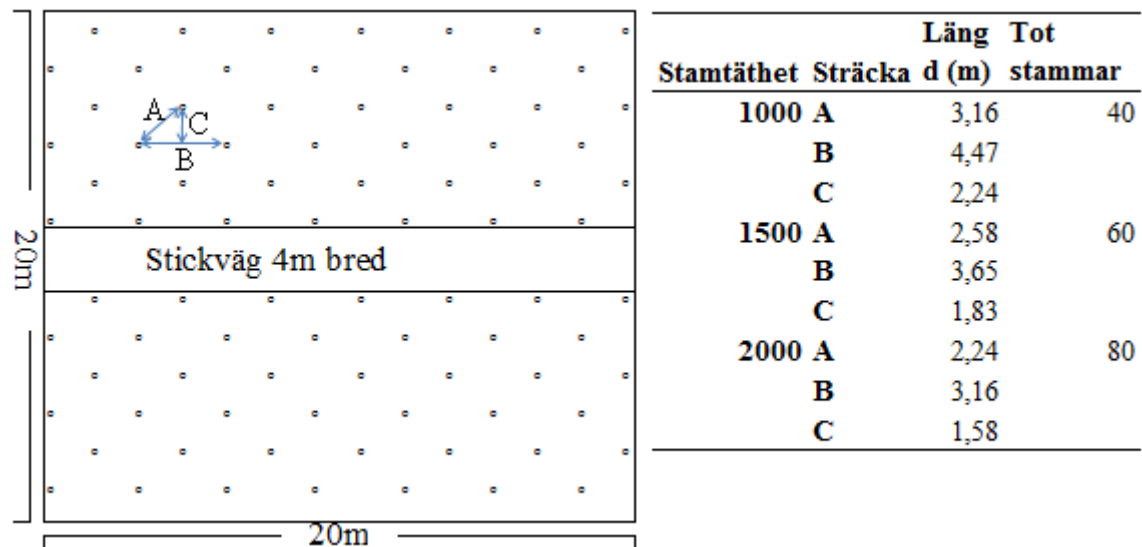
2.1.1 Försöksområde och de olika bestånden

Tidsstudien utfördes på en grusplan vid Jällaskolan utanför Uppsala. Hinder i form av plankor med stöd nertill, så att de stod vertikalt (på högkant), användes under studien för att simulera träd (hädanefter benämns ”hinder” som träd) (se Figur 2). Stödet nertill stack ut ca 40 cm från den vertikala plankan. Träden i bestånden var mellan 4,2 – 5,5 m höga.



Figur 2. Exempel på ett bestånd under studien.
Figure 2. Example of a stand during the study.

Träden ställdes i tre olika förband för att simulera tre olika gallringsbestånd (se Figur 3). Testbanan/beståndet var ca 20 m x 20 m (400 m²) och utgjordes av 40-80 träd beroende på vilken typ av bestånd som simulerades. På försöksytan uppmärktes var träden skulle stå beroende på vilken stamtäthet som simulerades. Figur 3 visar olika avstånd mellan träden med avseende på stamtäthet och de olika sträckorna A, B och C.



Figur 3. Principiell skiss av ett bestånd där varje "o" motsvarar ett träd. Linjerna; A, B & C samt antalet stammar per bestånd förklaras i texten till höger i figuren.

Figure 3. Principal sketch of a stand, every "o" corresponds to a tree. The lines; A, B, C and number of stems used in the different studies is explained in the text to the right in the figure.

2.1.2 Maskin, aggregat samt förare

Skotaren som användes under studien var en Valmet 840.2, årsmodell 2003, med en vikt på 14,8 ton och en lastkapacitet på 12 ton. Skotaren var utrustad med en Biotassu griptilt och en Cranab 28 grip eller enbart med en Cranab 28 grip. Griptiltens styrs med hjälp av två knappor som sitter fastmonterade på vänstra styrspekens ytersida. Tiltfunktionen går inte att "smygköra" utan den tiltar i högsta hastighet så länge en av knapparna är intryckta. Tilt- och rotatorfunktionen går inte att köra simultant eftersom båda funktionerna använder sig av samma hydraulflöde. (Johansson. pers. komm. 2012). Skotaren var i övrigt basutrustad. Motorvarvtalet var inställt på 1250 rpm och hastigheterna på de olika kranfunktionerna ställde föraren in efter eget tycke. Föraren under studien var Anders Mörk som är en mycket erfaren skotarförare och även instruktör inom RECO, Rational Efficient Cost Optimization, som är en utbildning för skördar- och skotarförare i bränslesnål, ekonomisk och produktiv avverkning (Anon. 2013).

Anders hade ingen tidigare erfarenhet av skotare utrustad med griptilt.

Samma skotare användes för studierna med och utan griptilt. Maskinkonfigurationen benämns för studierna utan griptilt/vanlig grip som VG och med griptilt som GT.

Att ha griptilt monterad resulterade i att gripen hängde ca 20 cm längre ned, vilket påverkade lyfthöjden negativt. Då kranen fördes in över lastutrymmets främre stolpar med ett virkesknippe i gripen var mariginalen mellan gripen och stolparna på skotaren som användes under studien väldigt liten. Lyfthöjden varierar dock mellan olika skotare och kranutföranden, vilket betyder att minskningen av lyfthöjden inte nämnvärt behöver påverka en skotare med högre lyfthöjd.

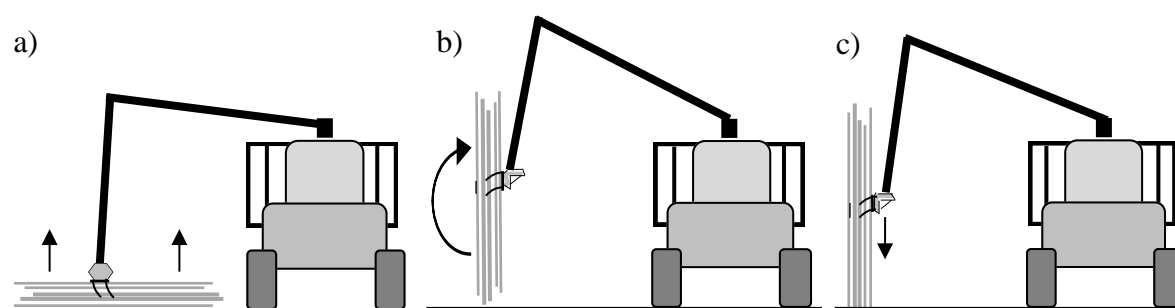
2.1.3 Arbetsmetoder

Maskinen körde längs en stickväg i beståndet och plockade upp antingen en eller två virkeshögar/krancykel beroende på om ackumulering av virke var tillåtet eller inte (Tabell

5). På skotarens vänstra sida låg virkeshögarna med ändarna jämndragna mot stickvägen och på skotarens högra sida låg virkeshögarna med ”dålig” jämndragning, vilket innebar att jämndragning inte var nödvändigt på skotarens vänstra sida. Skotarföraren fick ej lyfta virket eller kranarmen ovanför träden, utan var tvungen att köra kranen som om träden varit högre.

Jämndragning mot marken med griptilt

Jämndragning mot marken med griptilt (Figur 4) innebar att gripen med virke i lyfts upp (Figur 4, a) ca 2-3 m över marken, sedan tiltades gripen ca 90 grader (Figur 4, b) så att virkesknippet befann sig vertikalt. Genom att öppna gripen något och samtidigt föra kranen lite nedåt så kunde virkesändarna jämndras mot marken (Figur 4, c), varefter gripen åter stängdes. I denna position kunde sedan virket förflyttas, d.v.s., antingen i vertikal eller i horisontell position, för ackumulering eller avlastning.

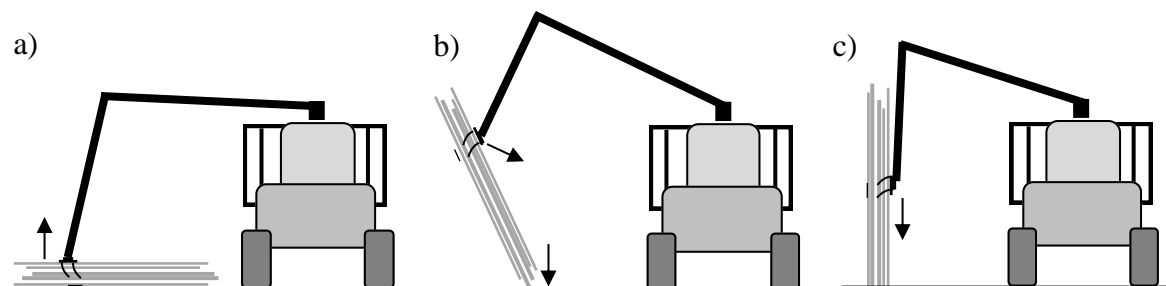


Figur 4. Illustration av momentet ”jämndragning mot mark” med griptilt.

Figure 4. Sketch of the work element “evening log-ends to the ground” when using the grapple-tilt.

Jämndragning mot marken utan griptilt

Momentet utfördes genom att gripen höll ett ej centrerat tag om en virkeshög (Figur 5, a) (så att ena änden hängde/sluttade nedåt sett från ett horisontellt plan). Därefter sänktes kranen så att virkesknippets ena ände tog i marken. Gripen öppnades sedan något samtidigt som kranen rörde så att virkesknippet restes till vertikal position (Figur 5, b). Gripen förflyttades även lite nedåt tills den var nära virkesknippets centrum (Figur 5, c). Därefter stängdes gripen, kranen lyftes uppåt och krancykeln fortsatte. Jämndragning mot marken tillämpades dock sällan vid skotning utan griptilt, utan de flesta jämndragningar skedde mot grinden på skotaren.



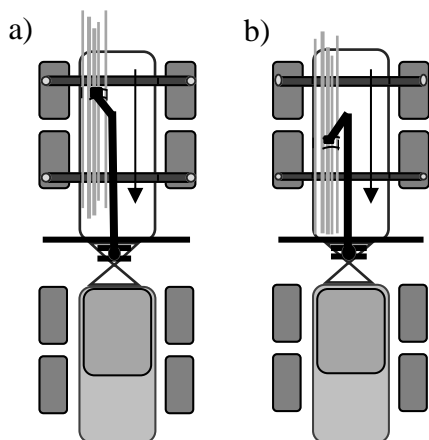
Figur 5. Illustration av momentet ”jämndragning mot mark” utan griptilt.

Figure 5. Sketch of the work element “evening log-ends to the ground” without grapple-tilt.

Jämndragning mot grind

Jämndragningen mot grinden (Figur 6) skedde på samma sätt för båda maskinkonfigurationerna, genom att ett virkesknippe lyftes upp ovanför lastytan, greppat så att det hängde med en aning ojämn viktfordelning (Figur 6, a) och den ”tyngre” delen av knippet hängde mot skotarens grind. En rörelse mot grinden påbörjades samtidigt som

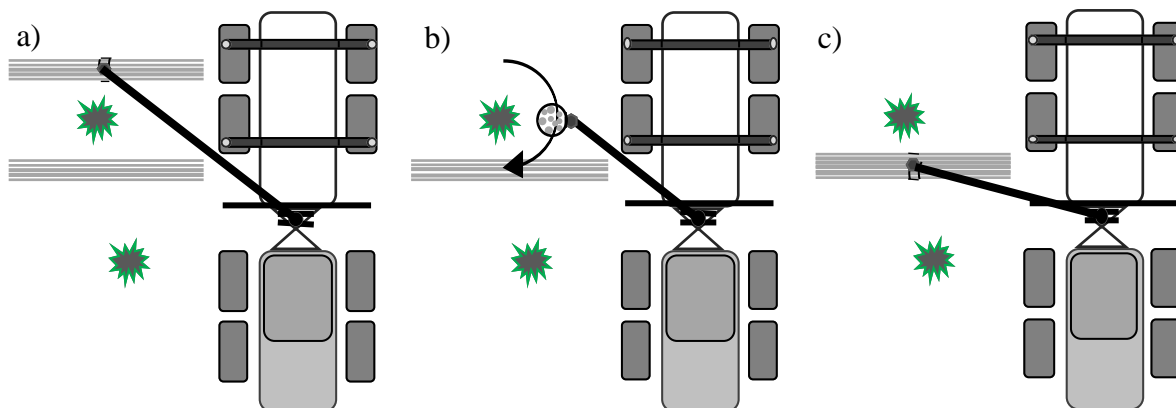
gripen öppnades något, rörelsen fortsatte tills de flesta virkesändarna i knippet vidrörde grinden (Figur 6, b), varpå gripen öppnades helt och krancykeln avslutades, d.v.s. virket föll ner på lastutrymmet



Figur 6. Illustration av momentet ”jämndragning av virke mot skotarens grind”.
Figure 6. Sketch of the work element “evening log-ends against the forwarders headboard”.

Akkumulering av virke med griptilt

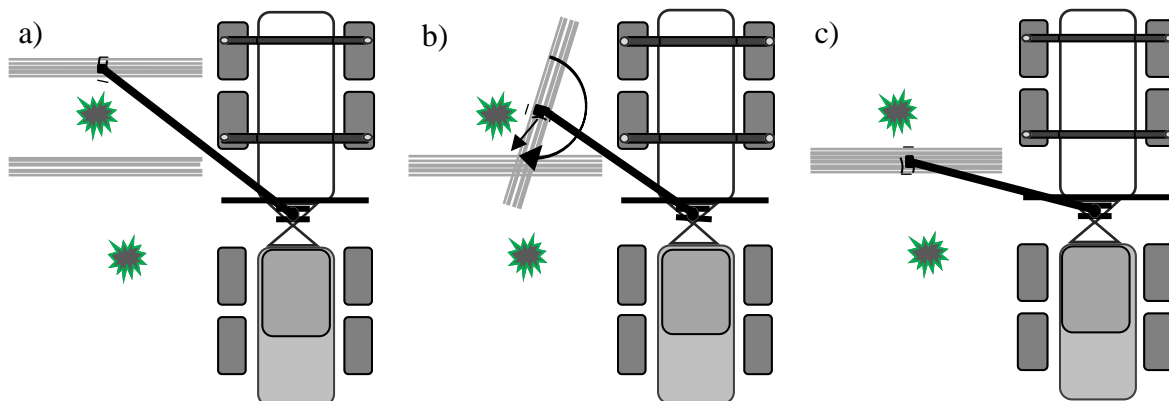
Med griptilt skedde ackumulering genom att ett virkesknippe lyftes upp med gripen ca 2-3 m (Figur 7, a) varpå hela knippet tiltades ca 90 grader (Figur 7, b) och virket hamnade i vertikalt läge. Virkesknippet förflyttades därefter vertikalt hängandes så att det hamnade ovanför nästa virkeshög, sedan tiltades knippet tillbaka till horisontellt läge och släpptes ned på virkesknippet under (Figur 7, c). Sedan greps ett nytt tag om båda virkeshögar och krancykeln fortsatte antingen med virkesknippet hängandes i horisontellt läge, eller tiltat upp i vertikalt läge.



Figur 7. Illustration av momentet ”akkumulering av virkeshögar” med griptilt.
Figure 7. Sketch of the work element “accumulation of heaps” when using the grapple-tilt.

Akkumulering av virke utan griptilt

Utan griptilt skedde ackumulering genom att en virkeshög lyftes upp (Figur 8, a) och förflyttades (horisontellt hängandes) till nästa virkeshög genom en 180 grader roterande rörelse av virket runt det träd som stod mellan de båda högarna (Figur 8, b). Virket släpptes sedan ned på virkeshögen under, därefter greppades ett nytt tag om båda högarna (Figur 8, c) och krancykeln fortsatte mot lasset med eller utan jämndragning mot marken.



Figur 8. Illustration av momentet ”ackumulering av virkeshögar” utan griptilt.
Figure 8. Sketch of the work element ”accumulation of heaps” without grapple-tilt.

2.1.4 Tidsstudiemetodik

Detta arbete byggde vidare på Fogdestams (2010) studie. Därför användes samma momentindelning på tidsstudien med endast ett undantag: momentet ”lossning” byttes ut mot momentet ”jämndragning” (Tabell 2). De olika momenten tilldelades även en prioritetsordning för att särskilja överlappande moment, dvs. om framflyttning sker samtidigt som exempelvis krankörning så är krankörningen överordnad. Skotarens arbete filmades och tidsstudien utfördes i efterhand för att minimera risken för felkällor genom felregistrering av moment. Skotarens olika arbetsmoment registrerades med hjälp av en tidsstudiedator, Allegro CX.

Tabell 2. Skotarens arbetsmoment, momentgränser och prioritetsordning vid tidsregistrering under studien

Table 2. Definition of the forwarder's work, its limits and hierarchy during the study

Moment	Momentbeskrivning	Prioritetsordning
Kran ut	Startar när kranen börjar röra sig ut mot virkeshög. Avslutas när gripen sätts an mot (första) högen.	1
Gripa	Börjar när gripen sätts an mot virkeshögen och avslutas när gripen har gripit stockarna och börjar röra sig mot vagnen.	1
Kran in	Börjar när gripen är laddad och börjar sin rörelse mot vagnen. Momentet avslutas när gripen är innanför stöttorna.	1
Släpp	Börjar när gripen är innanför stöttorna och avslutas när alla stockar har lämnat kontakten med gripen.	1
Packa	Den tid som föraren eventuellt lägger på att packa om lasset på vagnen.	1
Framflyttning	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat. Kranarbetet är överordnat, så om kranen utför t.ex. kran in eller kran ut samtidigt som skotaren förflyttas noteras tiden som krantid.	2
Jämndragning	Tid som går åt från att momentet ”gripa” slutförts tills det att jämndragning skett och gripen åter rör sig mot vagnen.	1
Övrig verktid	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment, t.ex. tiden som åtgick från start av skotaren och fram till första krankörningsmomentet.	2
Störning	Tid som inte ingår i avverkningsarbetet, t.ex. att ett träd välter omkull så att det hindrar en fortsättning av studien.	2

Tidsstudierna mättes i decimaltid, vilket innebär att varje minut är indelad i 100 enheter, centiminut (cmin) (1 cmin = 1/100 minut), vilket underlättar för t.ex. uträkning av procentdelar av minuter. (formeln; $S = \frac{cmin}{100} * 60$ används om man omvandlar från cmin till sekunder).

2.1.5 Övriga observationer/mätningar

Varje gång skotaren nuddade ett träd under kranarbetet registrerades det som en skada, samma sak gällde då virke, eller kran, rörde sig ovanför ett träd. Övriga avvikelser såsom om en stock föll/gled ur gripen registrerades också.

2.1.6 Bränslemätning

Bränsleförbrukningen mättes enligt den så kallade ”Brännvinsmetoden”, vilket innebar att en dunk med bränsle (där densiteten var känd) kopplades in i stället för maskinens egen bränsletank och vägdes före och efter varje testkörning, samt att tiden för körningen registreras, varefter förbrukningen (kg/timme) kunde beräknas och sedan omvandlas till liter/timme (Jönsson m.fl., 2007). Bränsleförbrukningen registrerades efter avslutat studieled av skotarföraren och tidsstudiemannen. Vid uträkning av bränsleförbrukning medtogs hela maskintiden från det att motorn på skotaren startades fram tills motorn

stängdes av. Vågen som användes hade en noggrannhet på 1 gram. Bränslet vägde 0,8 kg/l vilket medför formeln nedan för att få fram förbrukningen i liter:

$$\text{Förbrukning (l)} = \text{Förbrukning (kg)} / 0,8 \text{ (kg/l)}$$

2.1.7 Vibrationsmätning

Under huvudstudierna mättes helkroppsvibrationerna med en vibrationsmätare, HealthVib, som placerades på förarstolens undersida. HealthVib mäter rörelser i tre riktningar (X-, Y- och Z-led) och ger ett medelvärde (m/s^2) på vibrationerna för en bestämd tid, i detta fall per körning. Registreringen av vibrationerna utfördes av skotarföraren och påbörjades kort innan motorn startades och avslutades kort efter att motorn stängts av.

2.2 Genomförande av försök

2 m före och 8 m efter beståndet markerades start- respektive stoppositioner som användes vid alla körningar. Innan ett försök startade stängdes skotaren av, bränsledunken vägdes, vibrationsmätaren nollställdes och kranen var placerad med stängd grip mitt mellan skotarens två bakre lastbankar. Studierna startade med att vibrationsmätaren startades och inom några sekunder även skotaren. Tiden som åtgick fram tills att första kranrörelsen påbörjats registrerades som "Övrig verktid". Då den sista virkeshögen i varje försök var skotad, fortsatte skotaren fram till stoppmarkeringen varpå maskinen stängdes av och tidtagningen samt vibrationsmätningen stoppades. Samma procedur utfördes för alla försöksled.

Virket som användes under studien kom från en gallring som Korsnäs utfört i Uppsalatrakten. Virket var 4-5 m långt och höll massavedsdimensioner (mellan 5-9 cm i toppen och 10-14 cm i rotändan). Virket lades ut med hjälp av skotare, i beståndet mellan träden enligt beskrivning i Tabell 3. Eventuell finjustering av högarnas placering och jämndragning gjordes manuellt av tidsstudiemannen. Alla virkeshögars närmaste ände låg mellan 0-15 cm från stickvägskanten (undantaget virkeshögarna som låg "långt in") och vinkelrätt från stickvägen. Platserna som virkeshögarna lades ut på märktes upp för att underlätta återläggningen av dem. Då en massavedsbit gick av, ersattes den med en likvärdig massavedsbit.

Tabell 3. Beskrivning av virkets olika uppläggningar under studierna
Table 3. Definitions of how the logs were placed on ground during the studies

Benämning	Beskrivning
Jämndraget (Nära)	Virket lades så att ena sidans virkesändar låg inom 10 cm från varandra i virkets längdriktning
Dålig jämndragning	Virket lades så att ena sidans virkesändar låg upp till 70 cm från varandra i virkets längdriktning
Långt in	Virket lades jämndraget i änden längst bort från stickvägen. Änden närmast stickvägen låg 5,5-6 m från stickvägskanten

2.3 Studieled

Först utfördes försöken med de tre simulerade bestånden, från glesaste till tätaste beståndet. Försöksleden med griptilt monterad utfördes först, därefter utan griptilt. Detta studieled benämns som huvudstudien. Totalt utfördes skotning i 21 "bestånd" och i varje bestånd lastades tjugo virkeshögar, vilket resulterade i totalt 354 krancykler. Därefter

genomfördes kompletterande studier med och utan griptilt monterad. Totalt studerades 2 olika arbetsmoment där tre virkeshögar per studerat moment upprepades.

2.4 Huvudstudie

I varje bestånd studerades tre olika studieled (Tabell 4). Tjugo stycken virkesknippen av varierande stamantal (2-10 stammar) lottades ut på de i förväg markerade virkespositionerna. I beståndet med 2000 stammar/ha halverades antalet stammar/hög eftersom den uttagna virkesvolymen antogs vara lägre än i de övriga bestånden.

Tabell 4. De olika studieleden som tidsstuderades
Table 4. The different treatments in the time study trials

Studieled	Beskrivning/begränsning	Omfattning
1	Ackumulera så mycket som möjligt	10-20 krancykler
2	Ackumulera endast sidan med dålig jämndragning	15-20 krancykler
3	Ackumulera inget	20 krancykler

I de tätare bestånden kunde inte ackumulering ske, då genomfördes endast studieled tre (Tabell 5).

Tabell 5. Redovisning av genomförda studieled för de två maskinkonfigurationerna, GT = med griptilt, VG = vanlig grip. Se Tabell 4 för definitioner av Studieled
Table 5. Presentation of completed treatments for both machine configurations, GT = grapple tilt, VG = without grapple tilt. See Table 4 for definitions of study trial

Träd/ha	Studieled 1		Studieled 2		Studieled 3	
1000	GT	VG	GT	VG	GT	VG
1500	GT	-	GT	-	GT	VG
2000	-	-	-	-	GT	VG

Resultaten är uppdelade enligt momenten nedan.

- Ackumulering och jämndragning mot mark (ack & jämndr)
- Ackumulering men utan jämndragning mot mark (ack, ej jämndr)
- Ej ackumulering men jämndragning mot mark (jämndr, ej ack)
- Ej ackumulering ej jämndragning mot mark (ej jämndr, ej ack)

2.5 Delstudie

Simulering av gallring med beståndsstråk

Simuleringen av gallring med beståndsstråk gjordes endast i beståndet med 1500 stammar/ha. Tre olika mönster för utläggning av högarna användes och virkeshögarna bestod av 4 stammar vardera. Utläggningen varierade mellan att högarna låg ”nära” stickvägen, ”långt in” (Tabell 3) från stickvägen samt ”nära & långt in” från stickvägen (högarna i en linje efter varandra i virkets längdriktning). Varje försök byggde på att det skulle vara tre uppställningsplatser för att skota virket. De högar som låg ”nära” stickvägen var jämndragna mot stickvägen och de som låg ”långt in” var jämndragna i borte ändan av virkeshögen. Högar som låg ”nära & långt in” ackumulerades till en hög innan pålastning.

Jämndragning mot marken

Detta försök utfördes bara i beståndet med 1000 stammar/ha, då studerades tidsåtgången för momentet ”jämndragning mot marken”, mellan båda maskinkonfigurationerna. Totalt tidsstuderades tolv stycken virkeshögar per maskinkonfiguration med sex stycken massavedsbitar/hög. Högarna ackumulerades så att det blev tolv stycken massavedsbitar i varje hög innan de jämn drogs mot marken, totalt sex observationer/maskinkonfiguration. Virket låg med dålig jämndragning.

2.6 Analyser och statistik

Tidsstudiedata sammanställdes i Excel. Statistiska analyser utfördes med MiniTab. Skotarens effektivitet beräknades som tid/hög. Responsvariabel vid statistiska analyser var *cmin/hög*. Förklarande variabler var: *maskinkonfiguration*, *ackumulering*, *jämndragning mot mark*. Analyser utfördes med följande regressionsmodell:

$$Y(\beta) = \mu + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$$

β_1 är vilken maskinkonfiguration som använts. β_2 om ackumulering skett eller inte. β_3 om jämndragning skett eller inte. Samspelsfaktorerna *maskinkonfiguration * jämndragning mot mark*, *maskinkonfiguration * ackumulering* samt *ackumulering * jämndragning mot mark* togs bort ur modellen eftersom de inte var signifikant skilda från noll. Resultaten ansågs signifikanta vid ett P-värde $\leq 0,05$. Regressioner utfördes endast på beståndet med 1000 stammar/ha eftersom resultaten i de andra studierna inte kunde anses vara normalfördelade pga. för få värden eller pga. skillnader mellan maskinkonfigurationernas utförda moment. För delstudiernas data utfördes parade T-test. All tidsdata är angett i G₁₅-format.

Vid jämförelsen av data användes både uttrycket ”tid/krancykel” och uttrycket ”tid/hög”. I de fall ingen ackumulering skedde gäller följande uttryck:

$$Tid/krancykel = Tid/hög$$

Tid/krancykel är tidsåtgången som åtgick för att utföra en krancykel och *Tid/hög*, är tidsåtgången som åtgick för att skota en hög.

I de fall ackumulering skedde gäller uttrycket:

$$Tid/hög = Tid(ack)/krancykel * 0,5$$

Tid/hög är tidsåtgången som åtgick för att skota en hög. *Tid (ack)/krancykel* är tidsåtgången som åtgick för att utföra en krancykel då ackumulering skedde (tidsåtgång för att skota två högar). Koefficienten 0,5 korrigerar för att två högar skotats ihop under en krancykel.

Tidsstudiedata för hela studieleden räknades om till produktivitet (m^3 fub/G₁₅-tim) genom att beräkna högarnas virkesvolym med formeln för ”stympad kon”:

$$m^3 fub = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

h är massavedsbitens längd i meter. *R* är massavedsbitens rotändaradie i meter. *r* är massavedsbitens toppändaradie i meter.

3 Resultat

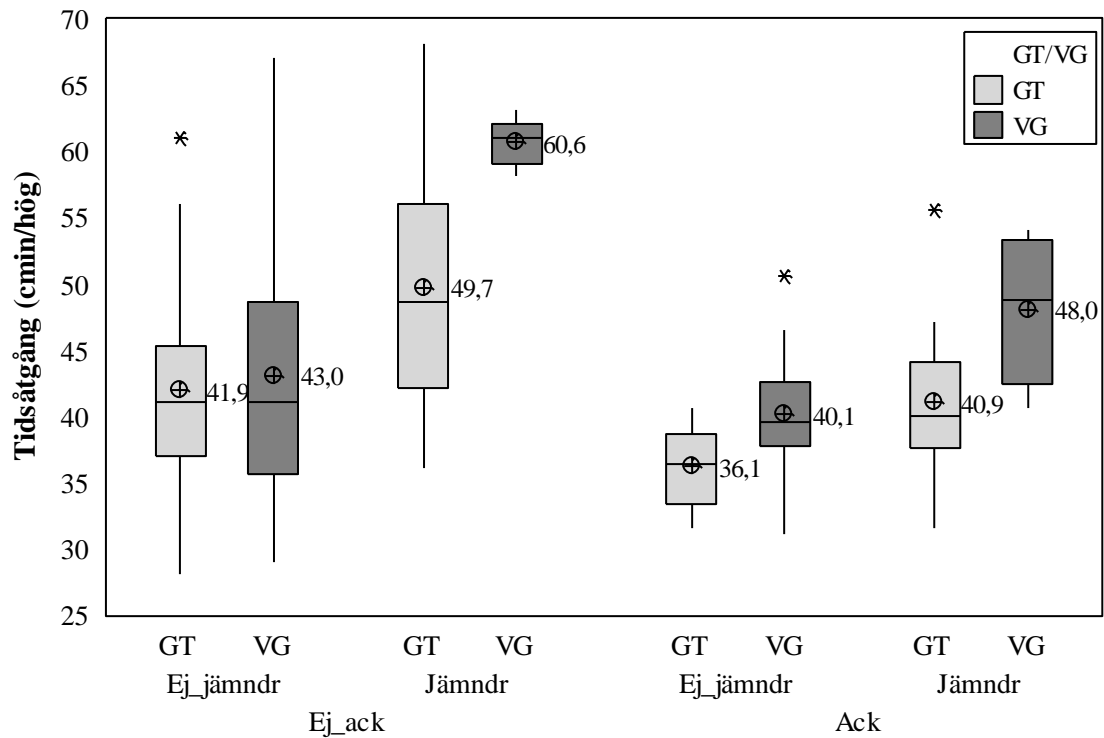
3.1 Huvudstudie

Tidsstudier

Resultaten är krancykelvisa data som är presenterade som tidsåtgång i cmin per hög och uppdelade på maskinkonfiguration, bestånd samt om ackumulering respektive jämndragning skedde.

1000 träd/ha

Skotning med griptilt var i medeltal alltid effektivare jämfört med skotning utan griptilt (Figur 9). Största skillnaden uppmättes då jämndragning mot mark skedde, med en tidsåtgång på 49,7 respektive 60,6 cmin/hög för skotning med respektive utan griptilt. Minst skillnad var det då varken ackumulering eller jämndragning skedde (1,1 cmin/hög skillnad). I medeltal åtgick 42,2 cmin/hög för skotning med griptilt och 47,9 cmin/hög för skotning med vanlig grip, dvs. att skotning med griptilt var ca 11,9 % effektivare i beståndet med 1000 stammar/ha. Största variationen i tidsåtgång var vid skotning utan griptilt då varken ackumulering eller jämndragning av virket skedde, tidsåtgången varierade mellan 29-67 cmin/hög. Vid skotning med griptilt låg variationen för samma moment mellan 28-56 cmin/hög. Största variationen i tidsåtgång för skotning med griptilt var för momentet jämndragning utan ackumulering (variation mellan 36-68 cmin/hög).



Figur 9. Boxplotdiagram för beståndet med 1000 stammar/ha. Tidsåtgång per hög (Y-axeln), uppdelat på; maskinkonfiguration, jämndragning mot mark och ackumulering (X-axeln). Ur figuren går det att utläsa: Medelvärde (siffror samt cirklarna), medianen (streck i varje box), övre och undre kvartilen (övre och nedre kant av boxarna), Whiskers (sträcken utanför boxarna markerar 10 och 90:e percentilen) samt uteliggare (*). GT= med griptilt, VG= Utan griptilt.

Figure 9. Boxplot diagram for stand with 1000 stems/ha. Time consumption/heap (Y-axis), divided in; machine configuration, evening log-ends to the ground and accumulation (X-axis). Data presented: Average values (numbers and circles), median (line inside boxes), upper and lower quartile (top and bottom of boxes), Whiskers (lines above and under boxes shows 10th and 90th percentile) and outliers (*). GT= with grapple-tilt, VG= without grapple-tilt.

Enligt regressionsanalysen för beståndet med 1000 stammar/ha bidrog alla variabler signifikant till modellen ($P \leq 0,007$) (Tabell 6). Tidsåtgången minskade i medeltal med 3,62 cmin då griptilt användes och 6,44 cmin då ackumulering skedde. Vid jämndragning mot mark ökade tidsåtgången i medeltal med 8,58 cmin.

Tabell 6. Resultatet av regressionsanalysen för beståndet med 1000 stammar/ha
Table 6. Result of the regression analysis for the stand with stem density of 1000 stems/ha

Regression Analysis: Y (Tid/hög) versus Maskinkonfiguration; Ackumulering; Jämndragning

The regression equation is

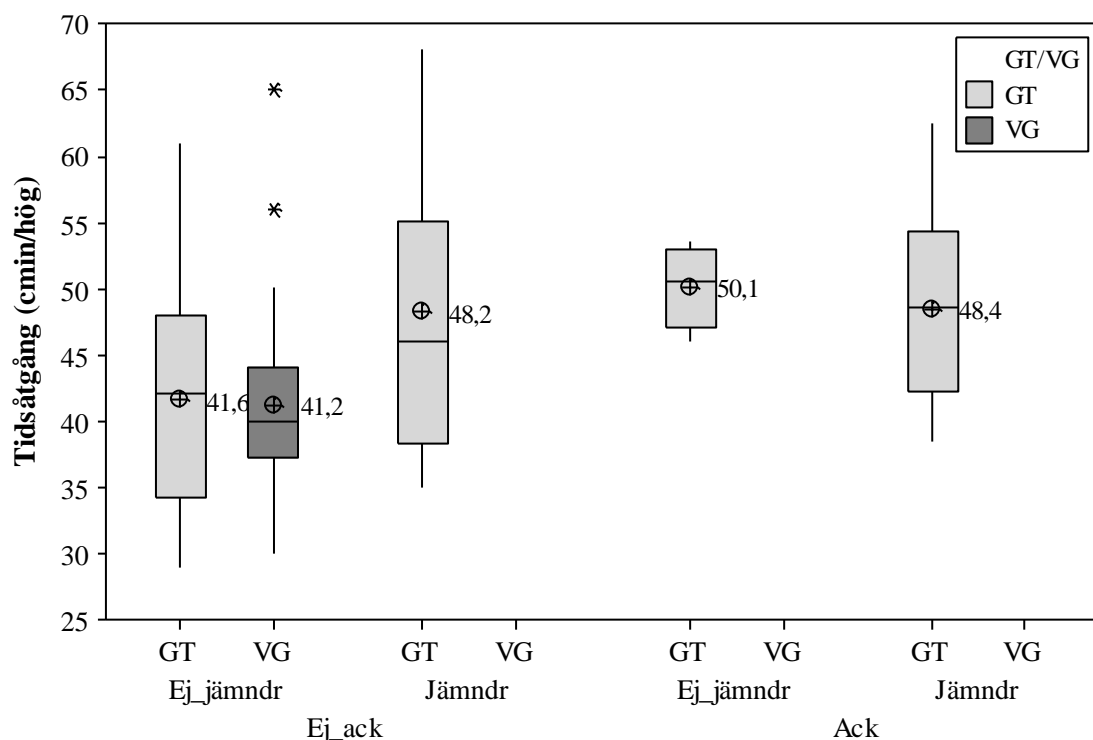
$$Y (\text{Tid/hög}) = 44,8 - 3,62 \text{ Maskinkonfiguration} - 6,44 \text{ Ackumulering} + 8,58 \text{ Jämndragning}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	44,795	1,074	41,69	0,000
Maskinkonfiguration, VG 0; GT 1	-3,616	1,322	- 2,73	0,007
Ackumulering, Ej ack 0; Ack 1	-6,440	1,401	-4,60	0,000
Jämndragning, Ej jämndr 0; Jämndr 1	8,577	1,375	6,24	0,000

S = 7,63129 R-Sq = 24,6% R-Sq(adj) = 23,1%

1500 stammar/ha

I beståndet med 1500 stammar/ha var det för trångt för att ackumulera virke med skotaren utan griptilt, så föraren körde därför enbart studieled 3. Jämförbara data mellan maskinkonfigurationerna finns således enbart för momenten som varken jämndragits mot marken eller ackumulerats. Vid skotning med griptilt klarade föraren av att ackumulera virke men med ca 7,6 cmin/hög i effektivitetsförlust jämfört med att varken jämndra mot marken eller ackumulera. Vid skotning med griptilt åtgick det i medeltal 49,3 cmin/hög vid ackumulering och 44,9 cmin/hög då ackumulering ej skedde, dvs. ca 4,4 cmin/hög längre tidsåtgång vid ackumulering. Jämndragning mot marken verkade även det negativt på tidsåtgången/hög; i medeltal tog det ca 6,6 centiminuter längre tid att jämndra virket mot marken jämfört med att direkt lyfta upp det på skotarlasset utan någon jämndragning. Vid skotningen utan griptilt jämndrogs ingen hög mot marken i beståndet med 1500 stammar/ha. De enda tiderna för skotning utan griptilt blev således för krancyklerna utan ackumulering och utan jämndragning mot marken. Vid en jämförelse mellan båda maskinkonfigurationerna för momentet, Ej_jämndr, Ej_ack, var skillnaden i stort sett obefintlig (0,4 cmin/hög) (Figur 10). Spridningen i tidsåtgången för momentet var dock större vid skotning med griptilt, som hade tider mellan 29-61 cmin/hög jämfört med 30-50 cmin/hög vid skotning utan griptilt. Bland de övriga momenten vid skotning med griptilt var spridningen störst då jämndragning men ingen ackumulering skedde (35-68 cmin/hög).

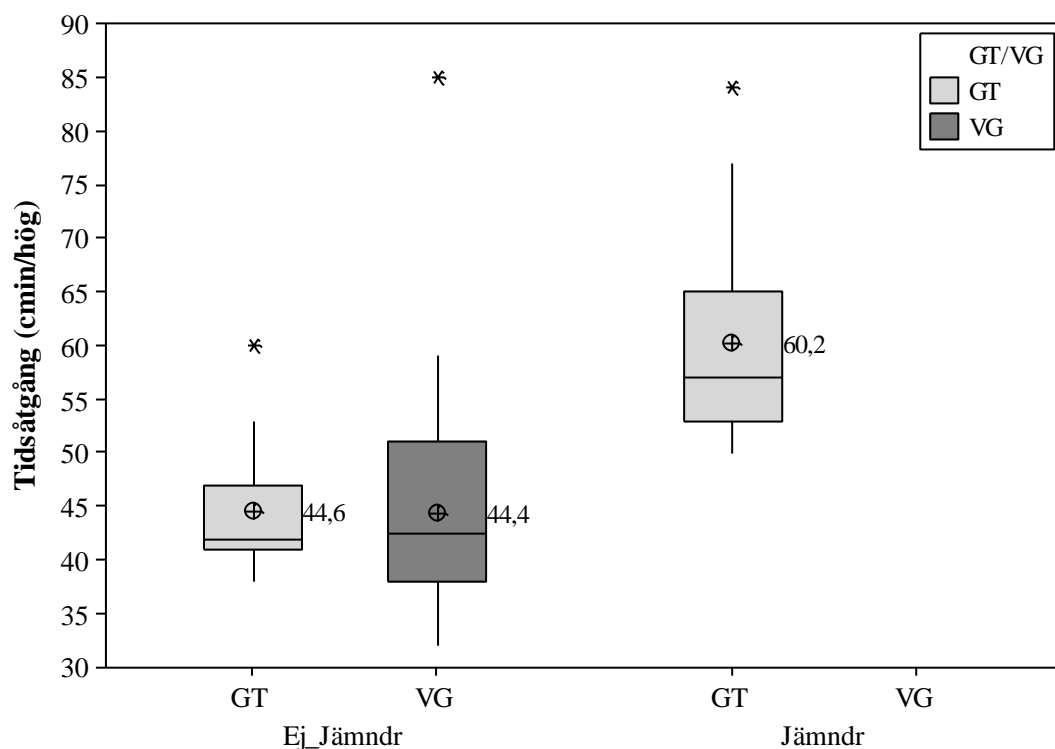


Figur 10. Boxplotdiagram för beståndet med 1500 stammar/ha. Tidsåtgång per hög (Y-axeln), uppdelat på; maskinkonfiguration, jämndragning mot mark och ackumulering (X-axeln). Ur figuren går det att utläsa: Medelvärde (siffror samt cirklarna), Medianen (streck i varje box), Övre och undre kvartilen (övre och nedre kant av boxarna), Whiskers (sträcken utanför boxarna markerar 10 och 90:e percentilen) samt uteliggare (*). GT= med griptilt, VG= Utan griptilt.

Figure 10. Boxplot diagram for stand with 1500 stems/ha. Time consumption/heap (Y-axis), divided in; machine configuration, evening log-ends to the ground and accumulation (X-axis). Data presented: Average values (numbers and circles), median (line inside boxes), upper and lower quartile (top and bottom of boxes), Whiskers (lines above and under boxes shows 10th and 90th percentile) and outliers (*). GT= with grapple-tilt, VG= without grapple-tilt.

2000 stammar/ha

I bestånden med 2000 stammar/ha var det inte möjligt att ackumulera virke med någon av maskinkonfigurationerna pga. att det var för trångt. Jämförbara data för maskinkonfigurationerna finns således enbart för momenten som inte jämndragits mot marken. Vid skotning med griptilt var det möjligt att jämndra virkeshögar mot marken men med tidsförlust på ca 15,6 cmin/hög. Tidsskillnaden mellan virkeshögarna som inte jämndrogs mot marken, var mellan båda maskinkonfigurationerna i stort sett obefintlig (0,2 cmin/hög) (Figur 11). Spridningen för tidsåtgången var större vid skotning utan griptilt då ingen jämndragning skedde (32-59 respektive 38-53 cmin/hög för skotning utan respektive med griptilt).



Figur 11. Boxplotdiagram för beståndet med 2000 stammar/ha. Tidsåtgång per hög (Y-axeln), uppdelat på; maskinkonfiguration och jämndragning mot mark (X-axeln). Ur figuren går det att utläsa: Medelvärdet (siffror samt cirklarna), Medianen (streck i varje box), Övre och undre kvartilen (övre och nedre kant av boxarna), Whiskers (sträcken utanför boxarna markerar 10 och 90:e percentilen) samt uteliggare (*). GT= med griptilt, VG= Utan griptilt.

Figure 11. Boxplot diagram for stand with 2000 stems/ha. Time consumption/heap (Y-axis), divided in; machine configuration and evening log-ends to the ground (X-axis). Data presented: Average values (numbers and circles), median (line inside boxes), upper and lower quartile (top and bottom of boxes), Whiskers (lines above and under boxes shows 10th and 90th percentile) and outliers (). GT= with grapple-tilt, VG= without grapple-tilt.*

Jämförelse mellan hela studieled

Resultatet presenteras i form av värden för hela studieleden (se Tabell 4), uppdelat på maskinkonfiguration, bestånd och studieled (Tabell 7).

Tabell 7. Resultat för studierna i tidsåtgång, bränsleförbrukning, vibration och antal skador på träden. Uppdelat på maskinkonfiguration, bestånd och studieled

Table 7. Result for the study trials presented as time consumption, fuel consumption, vibration exposure and number of damages to the trees, divided in machine configuration, stand and study trial

Stamantal (stammar/ha)	Studie -led	Tidsåtgång (cmin/studieled)		Produktivitet (m ³ fub/G ₁₅ - tim)		Bränsle- förbrukning (l/G ₁₅ -tim)		Vibrationer (m/s ²)		Skador/ studieled	
		GT	VG	GT	VG	GT	VG	GT	VG	GT	VG
1000	1	749	931	11,74	9,44	13,38	12,50	0,12	0,14	1	4
1000	1	777	860	11,31	10,22	12,80	12,69	0,14	0,14	2	3
1000	2	839	900	10,48	9,77	13,07	12,54	0,13	0,14	0	1
1000	2	829	-	10,60	-	12,46	-	0,19	-	2	-
1000	3	852	790	10,32	11,13	12,60	12,49	0,18	0,15	0	2
1000	3	844	-	10,41	-	12,97	-	0,19	-	1	-
1500	1	1048	-	8,39	-	12,81	-	0,14	-	2	-
1500	1	922	-	9,53	-	13,82	-	0,16	-	3	-
1500	2	1029	-	8,54	-	12,70	-	0,15	-	1	-
1500	3	836	833	10,52	10,55	14,06	13,43	0,18	0,15	2	3
1500	3	827	814	10,63	10,80	13,63	13,18	0,15	0,21	2	2
2000	3	1016	946	4,54	4,87	11,96	12,26	0,15	0,14	0	6
2000	3	1032	828	4,47	5,57	10,89	13,24	0,17	0,16	3	4

I beståndet med 1000 stammar/ha, studieled 1 och 2, var skotning med griptilt effektivast. I övriga bestånd var skotning utan griptilt effektivast. Ackumulering inverkar negativt på tidsåtgången vid skotning med griptilt i beståndet med 1500 stammar/ha, för studieled 1 och 2 åtgick i medeltal 168 cmin/studieled längre tid jämfört med studieled 3.

Vid en beståndsvis jämförelse av resultaten i tabell 7 (endast studieled 3 för beståndet med 1500 och 2000 stammar/ha) visade resultaten en produktivitetsökning på ca 6,6 % vid användande av griptilt i beståndet med 1000 stammar/ha, en produktivitetsminskning på ca 1,0 % för beståndet med 1500 stammar/ha respektive ca 13,8 % minskning för beståndet med 2000 stammar/ha. I studieled 3 för alla tre bestånden gav skotning utan griptilt en högre produktivitet.

Största uppmätta skillnaden i bränsleförbrukning mellan maskinkonfigurationerna var 2,35 l/G₁₅-timme (2000 stammar/ha), medan skillnaderna varierade i övrigt mellan 0,03 – 0,881 l/G₁₅-timme. Bränsleförbrukningen vid skotning med griptilt var högre i sex av åtta studieleds- och beståndsvis jämförbara försök. Endast i beståndet med 2000 stammar/ha (studieled 3) var bränsleförbrukningen lägre vid skotning med griptilt (i medeltal, 1,33 l/G₁₅-timme lägre). Analyserna visade dock att dessa skillnader inte var signifikanta (P = 0,983).

Inget vibrationsvärde var högre än 0,19 m/s² vilket är lägre än gränsen för max tillåtna insatsvärde (0,50 m/s²). Vibrationsvärdena skilde sig inte åt mer än 0,06 m/s² som mest mellan maskinkonfigurationerna, men ingen signifikant skillnad kunde konstateras (P = 0,908).

Antalet skador på beståndet var högst vid skotning utan griptilt i det tätaste beståndet (2000 stammar/ha). Det var även i det beståndet som den största skillnaden mellan maskinkonfigurationerna uppmättes, 1,5 respektive 5 skador registrerades (i medeltal), där skotning utan griptilt gav högst antal skador. Båda maskinkonfigurationerna hade i medeltal lika många skador i beståndet med 1000 stammar/ha, studieled 2. I de övriga försöken gav skotning med griptilt färre antal skador. Resultaten av analyserna visade inte på någon signifikant skillnad (P > 0,05) mellan maskinkonfigurationerna för annat än antalet skador/studieled (P = 0,026).

3.2 Delstudie

Lastning vid slingerstråk

Resultatet från studiedelen presenteras som faktiska värden för tidsåtgången per hög (cmin/hög) uppdelat på maskinkonfiguration och vilket avstånd från stickvägen virket låg på (Tabell 8).

Tabell 8. Medeltidsåtgången (cmin per hög) uppdelat på maskinkonfiguration och virkets avstånd från stickvägen. Standardavvikelser inom parentes (n = 3). Olika och upphöjda bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingar

Table 8. Average time consumption values (cmin per heap) divided in machine configuration and harvested trees distances from the strip road. Standard deviation values in parenthesis (n = 3). Different and superscript letters indicates significant differences between treatments

Med griptilt			Utan griptilt		
Nära	Långt bort	Nära & Långt bort	Nära	Långt bort	Nära & Långt bort
37,3 (1,2) ^a	47,7 (2,1) ^b	32,0 (3,3) ^a	38,0 (1,0) ^a	46,7 (3,8) ^{bc}	33,8 (4,5) ^{ac}

Skotning med griptilt gav i medeltal kortare tidsåtgång per hög för högarna som låg ”nära” och högar som låg ”nära & långt bort” (0,7 respektive 1,8 cmin kortare tidsåtgång) jämfört med skotning utan griptilt. Vid skotning utan griptilt åtgick 1,0 cmin mindre tid att skota virket som låg ”långt bort”. För virket som ackumulerades (det som låg ”nära & långt bort”) åtgick kortast tid per hög. Standardavvikelserna varierade mellan 1,0 – 4,5 och var störst vid skotning utan griptilt vid alla avstånd utom då virket låg ”nära”.

Jämndragning mot mark

Resultatet presenteras i form av tid per krancykel och tid för jämndragningsmomentet samt medelvärden av dessa (tabell 9).

Tabell 9. Medeltidsåtgång (cmin) för momentet ”jämndragning mot mark” för båda maskinkonfigurationerna, presenteras som tidsåtgång (cmin) för hela krancykeln och tidsåtgången för själva jämndragningsmomentet. Siffrorna inom parentes visar standardavvikelsen (n = 6). Olika upphöjda bokstäver kolumnvis indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingar
Table 9. Average time consumption (cmin) used for the moment “even log-ends to the ground” for both machine configurations, presented as time consumption (cmin) per crane cycle and time consumption (cmin) used to evening the log-ends shown. The values with parenthesis are standard deviations (n = 6). Different superscript letters (column wise), indicates significant differences between treatments

Maskinkonfiguration	Hel krancykel	Jämndragningsmomentet
Med Griptilt	81,2 (7,8) ^a	9,2 (1,7) ^a
Utan Griptilt	96,0 (9,8) ^b	17,7 (4,6) ^b

För krancyklar med momentet ”jämndragning mot mark” åtgick i medeltal 14,8 centiminuter kortare tid per krancykel vid skotning med griptilt. Själva jämndragningsmomentet tog i medeltal 8,5 centiminuter kortare tid att genomföra. Arbetsmomentet ”jämndragning mot mark” och hela jämndragningsmomentet (hel krancykel) med griptilt var 15,4 respektive 48,0 % effektivare än motsvarande arbete utan griptilt. Standardavvikelsen var lägre vid skotning med griptilt och alla resultat var signifikanta.

4 Diskussion

4.1 Material & metoder

Under studien användes brädor som var ca 4,2 - 5,5 m höga istället för riktiga träd. Brädorna skymmer inte sikten lika mycket som riktiga träd gör under liknande förhållanden och de var heller inte lika höga som träden i ett liknande bestånd hade varit. Trädhöjden kan ha lett till en högre tidsåtgång då skotarföraren fick tänka sig en förlängning av brädorna och inte föra kranen eller virket ovanför dem. Riktiga träd hade i viss mån haft kvistar närmast stammen som till viss del hade kunnat skydda dem från stamskador samt påverkat sikten i beståndet. Det faktum att sikten i bestånden var väldigt god kan ha påverkat resultatet positivt medan andelen skador i beståndet kan ha påverkats negativt. Det viktiga i denna studie var dock att båda maskinkonfigurationerna hade lika förutsättningar.

Föraren som körde skotaren under studien hade aldrig förut kört en skotare med griptilt och han hade heller inte kört skotaren som användes under studien. Tidsåtgången hade kanske varit lägre om längre inläringstid hade getts innan studiens genomförande. Anledningen till att tidsstudierna på skotning med griptilt utfördes först var att de tidigare studierna visar på en prestationsökning med att ha griptilt. Genom att ha en förare som aldrig tidigare kört griptilt och ej heller var van med just den maskinen som användes i studien fick griptilt inga fördelar i studien. Dock kan det varit en fördel om föraren varit van med maskinen som användes under studien för att minimera inläringseffekten, som i denna studie fanns på både skotaren och griptilt. För att bättre kunna säkerställa resultatet skulle studien ha utförts två (eller fler) gånger med olika förare så att individrelaterade resultat kan elimineras. T.ex. skulle en av förarna kunnat vara van att köra med griptilt vid studiens start. Med flera förare kan förarberoende resultat minimeras, t.ex. att en förare har en fallenhet att köra med griptilt medan en annan förare kanske behöver lång tid på sig för att behärska den.

Studierna delades (förutom i maskinkonfiguration och bestånd) upp i tre olika studieled. I studieled 2 (ackumulering endast tillåten på skotarens högra sida) var föraren tvungen att hålla reda på hur han fick skota virket på respektive sida av skotaren, vilket kan ha lett till en sämre prestation. Det hade därför troligtvis varit tillräckligt med endast studieled 1 och 3, det vill säga ett studieled där ackumulering var tillåtet och ett där ackumulering inte var tillåtet.

Antalet observationer där virkeshögar jämndragits mot marken och/eller ackumulering skett var betydligt färre för skotaren utan griptilt, vilket leder till att resultaten i figurerna 9-11 bygger på olika antal observationer mellan "griptilt" och "vanlig grip". Resultatet från regressionsanalysen (Tabell 6) hade en hög signifikans (lågt P-värde) men en låg förklarandegrad ($R\text{-Sq}(\text{adj}) = 23,1\%$). Den låga förklaringsgraden tyder på att det finns fler okända faktorer som påverkar resultatet (t.ex. dagsformen på föraren, vädret, etc.).

Under studierna på skotning med griptilt lyftes virkeshögarna ofta i vertikal position. Vid 5 olika tillfällen gled en av stockarna i gripen ned mot marken så att skotarföraren fick göra om momentet "jämndragning mot marken" en till två gånger extra innan ett tillräckligt bra grepp tagits om stockarna så att de stannade kvar i gripen. Detta resulterade i att de krancyklerna tog längre tid, vilket troligtvis lett till en ökad tidsåtgång för skotning med griptilt.

Vid 3 tillfällen glömde skotarföraren bort att dra in utskjutet mer än halvvägs, vilket ledde till försvarningar att lasta skotaren då det blev problem att lyfta virkesknippet över stolparna på skotaren. Detta skedde troligtvis pga. att föraren hade ett extra moment att hålla reda på i och med griptilten. De krancyklerna hade troligtvis utförts snabbare om utskjutet dragits in helt.

Under skotningen utan griptilt missades en stock att tas med för ett griptag vid ett tillfälle, vilket ledde till att en omtagning av högen fick utföras vilket ledde till en längre tidsåtgång för den krancykeln.

Vibrationsmätaren var under studierna fastsatt på förarstolen på ett sådant sätt att skotarföraren var tvungen att starta mätningen innan han satte sig ned. Då han satt sig på stolen justerade han den till krankörningsposition (snurrade runt stolen). Störningsfaktorer på vibrationsmätningen kan ha uppkommit om stolen t.ex. snurrades ända mot ändläget då den snurrades runt, så att extra vibrationer uppkommit.

4.2 Resultat

Resultaten i tidigare studier tyder på ca 10 % ökning av produktiviteten vid skotning med griptilt jämfört med skotning utan griptilt i gallringsbestånd (Poikela, 2004, Poikela & Rieppo, 2005, Fogdestam, 2010). Denna studie tyder inte på en lika stor ökning i något av de studerade bestånden. I beståndet med 1000 stammar/ha hade griptilten en produktivitetsökning på ca 6,6 %, och i de två tätare bestånden produktivetsförluster på ca -1,0 % och -13,8 %. Det finns dock flera saker som skiljer i denna studie jämfört med andra studier; De andra studierna har körts i riktiga bestånd där tidsåtgången för körningen har medräknats och förarna har varit vana att köra med både griptilt och maskinen som studerats. Denna studie har däremot haft väldigt jämförbara bestånd att utföra studierna i, med få icke påverkande faktorer att beakta.

Skotarna i denna studie hade en lägre produktivitet jämfört med Brunbergs (2004) studie (Tabell 1) vilket kan förklaras om Brunbergs siffror t.ex. bygger på data från bestånd med något lägre stamtäthet, högre medelstamsvolym m.m. Vid analys av regressionsmodellen (Tabell 6) för beståndet med 1000 stammar/ha är jämndragning den faktor som påverkar tidsåtgången mest, sedan ackumulering och minst betydelse har maskinkonfigurationen (alla värden är dock signifikanta).

I de tidigare studierna (Poikela, 2004, Poikela & Rieppo, 2005, Fogdestam, 2010) finns inget data på vibrationer för skotare med griptilt. Resultaten för vibrationerna i denna studie är dock lägre för båda maskinkonfigurationerna, jämfört med resultaten i tidigare studier (Burström m.fl., 2011, Jönsson m.fl., 2007). Anledningen till att vibrationsvärdena blev låga kan vara pga. att studien utfördes på en jämn grusplan så att i stort sett endast krankörningen bidrog till utslag på vibrationsmätningen. Om studierna hade utförts på ojämn terräng hade vibrationsvärdena med stor sannolikhet varit högre, liknande värdena i Rehn m.fl. (2005) studie. Huruvida skillnaderna i vibrationer mellan maskinkonfigurationerna hade förändrats i ett mer kuperat bestånd är dock oklart. Vibrationsvärdena i denna studie (Tabell 7) var väldigt lika mellan båda maskinkonfigurationerna. Däremot uppmättes de högsta vibrationsvärdena då ingen ackumulering skedde (fler antal krancykler per försöksled).

Fogdestam (2010) visade på en minskning av bränsleförbrukningen vid skotning med griptilt. Denna studie visade inte på någon minskning av bränsleförbrukningen vid användandet av griptilt. I beståndet med 1500 stammar/ha var bränsleförbrukningen dock

lika stor vid skotning med respektive utan griptilt i studieled 1 och en lägre förbrukning i studieled 2. Det mest förvånande var att skotning med griptilt gav en lägre bränsleförbrukning i beståndet med 2000 stammar/ha eftersom tidsskillnaden mellan maskinkonfigurationerna var som störst då. Det var även i det beståndet som den största skillnaden i bränsleförbrukning mellan maskinkonfigurationerna noterades. Anledningen till utfallet kan vara pga. att föraren hade ett lugnare körsätt i det tätaste beståndet vid skotning med griptilt, vilket resulterade i en längre tidsåtgång men lägre bränsleförbrukning per timme (Tabell 7).

Skotning med griptilt gav färre antal skador vid alla försök förutom i studieled 2 med 1000 stammar/ha där antalet skador i ena försöket var högre. Flest skador uppkom vid skotning utan griptilt i beståndet med 2000 stammar/ha och i medeltal gav skotning utan griptilt 3,5 fler skador/studieled i det beståndet. Anledningen till att skotning med griptilt gav färre skador kan bero på det lugnare körsättet som ledde till en högre tidsåtgång samt att virkeshögarna kunde tiltas upp till vertikalt läge (Tabell 7).

Vid försöken med slingerstråk (Tabell 8) ökade tidsåtgången med ökat avstånd från stickvägen, vilket inte var särskilt förvånande med tanke på att virket lyfts en längre sträcka ju längre bort det ligger. I medeltal åtgick mindre tid för ackumulering av virke vid simuleringen av bestånd med slingerstråk jämfört med ackumulering av virke i beståndet med 1500 stammar/ha (med griptilt). Även momentet att skota virkeshögen som låg nära gick snabbare för båda maskinkonfigurationerna vid simuleringen av slingerstråk jämfört med att skota i beståndet med 1500 stammar/ha. Anledningen till att ”samma” moment tog olika lång tid att genomföra mellan de olika försöken (försöket med slingerstråk och momentet ”nära” jämfört med beståndet med 1500 stammar/ha, ”Ej_jämndr, Ej_ack”) kan bero på att föraren vid skotning i försöket med slingerstråk kunde hålla en högre koncentration då försöket bestod av färre antal högar.

Vid delstudien jämndragning mot mark (Tabell 9) var skotningen med griptilt alltid snabbare än skotning utan griptilt. Resultaten var inte särskilt förvånande eftersom en av griptiltens egenskaper är just att underlätta momentet jämndragning mot marken.

Vid en jämförelse mellan tidsåtgången per krancykel mot tidsåtgången per studieled, var skotningen med griptilt vid beståndet med 1000 stammar/ha alltid snabbare per krancykel men inte per studieled (Tabell 7 och Figur 9). Anledningen till skillnaderna är att i figur 9 (tidsåtgång/krancykel) är data från alla tre studieleden samlade och uppdelade på fyra olika ”krancykeltyper” som förekommer under studierna och tabell 7 (Tidsåtgång/studieled) innehåller bara tidsdata från hela studieled. Tidsåtgången/krancykel bygger på olika antal observationer mellan maskinkonfigurationerna. Detsamma gäller vid jämförelse mellan tabell 7, 1500 stammar/ha och figur 10 samt mellan tabell 7, 2000 stammar/ha och figur 11. Anledningen till att resultaten är sorterade som i figur 9, 10 & 11 är för att åskådliggöra hur olika tekniker påverkar effektiviteten.

Skotning med griptilt gav en högre effektivitet i beståndet med 1000 stammar/ha, men lägre i de tätare bestånden. Man kan tänka sig att resultatet hade sett annorlunda ut om föraren i de tätare bestånden inte hade ”tiltat upp” lika många högar, utan istället lyft upp vissa högar i horisontellt läge och på så sätt inte behövt tänka på tilten. Resultatet av en sådan ändring på körstilen hade kanske minskat tidsåtgången, men samtidigt hade antalet skador kanske ökat. Faktorerna att griptiltens funktioner inte gick att ”smygköra”, i kombination med att rotatorn inte kunde köras simultant med griptilten, kan ha medfört att tiltmomentet blev svårare att genomföra i de tätare bestånden. Detta pga. att det är

viktigare ju tätare bestånden är, att virkeshögen hålls i rätt position då den tiltas upp för att inte skada träden runtomkring.

Förslag till fortsatta studier

Det som skulle ha kompletterat denna tidsstudie är om samma försök hade upprepats men med minst två olika förare, varav en som var van att köra med griptilt. Då skulle det gå att analysera skillnaderna i prestationen mellan en van och en ovan förare samt kunna räkna ut hur stor påverkan det har haft att förarna i de tidigare studierna har varit inkörda på griptilt.

För att på ett bättre sätt kunnat göra jämförande analyser skulle studieled 2 (ackumulera endast ena sidan) tas bort så att endast studieled 1 och 3 utförts (och med fler upprepningar). Dessutom skulle virket inte ha lagts ut med ena sidan jämn dragen och andra ojämn, utan istället lika på båda sidor och delat upp utläggningarna mellan första och andra halvan av beståndet, alternativt olika för olika bestånd.

Om ett studieled där skotning med griptilt men utan att använda tilten hade lagts till (istället för studieled 2), hade det gått att skatta om griptilten påverkar produktiviteten då tiltfunktionen inte utnyttjas. Om det inte har någon negativ påverkan på produktiviteten så betyder det att det skulle vara positivt att ha griptilt monterad även i bestånd där man endast har nytta av tilten vid ett fåtal tillfällen.

Detta sätt att utföra studien på (med en uppbyggd ”skog”) är annorlunda jämfört med att utföra fältstudier i riktiga bestånd. Enligt räkneexemplet skiljer sig resultaten något mellan andra studier utförda i riktiga bestånd, anledningarna kan vara flera bl.a. varierar stamtätheter och uttagsvolymen mellan olika studier. Fördelen med denna typ av studie är att mängden faktorer som ej hör till studien minimeras vilket leder till en väldigt rättvis jämförelse mellan de studerade maskinerna.

4.3 Kommentarer från föraren

Föraren upplevde att de uppbyggda bestånden var mer ”svårkörda” jämfört med de bestånd han tidigare kört i. Detta berodde på att skördaren normalt hugger upp ”kranzoner” (öppna ytor närmast stickvägen att manövrera kranen i) närmast stickvägen. I bestånden under studien stod det ett träd i mitten av det som skulle ha varit ”kranzon” i verkligheten.

Griptilten gick inte att ”smygköra” (köra långsamt) utan rörde sig alltid med högsta hastighet, vilket bidrog till ryckigare gång. Föraren upplevde detta som störande och hade även önskat att griptilten skulle haft ett ”flytläge” så att tilten efter en knapptryckning rördes fritt. Föraren tyckte att knapparna för griptilten borde ha suttit på högra krankörningsspaken samt att istället för att rotatorn inte gick att köras simultant med griptilten borde det istället ha varit öppning/ stängning av gripens som inte gick att köras simultant med griptilten.

4.4 Slutsatser

- Griptilten har potential att höja produktiviteten med minst 6 % i bestånd med täthet av ca 1000 kvarvarande stammar/ha
- Griptilten kan minska antalet skador på kvarvarande bestånd med upp till ca 17 %
- Griptilten möjliggör ackumulering av virke i beståndstätheter upp till 1500 kvarvarande stammar/ha
- Griptilten underlättar och effektiviserar jämn dragning av virke mot marken (ca 15 % högre effektivitet)

- Ju stamtätare ett bestånd är desto mindre lönsamt är det att ackumulera virke
- Griptilten gav inte upphov till mer vibrationer eller ökad bränsleförbrukning

4 Referenser

- Agestam, E., 2009. *Gallring*. Skogsstyrelsen, Skogsskötselserien nr 7.
- André M., Larsson A., Sortti L. & Örning C. 2010. *Utveckling av en ny hytt till skotaren SSF 2009*. Teknisk rapport. Skolan för industriell teknik och management, KTH
- Anon. 2012. CG Nord AB, 2012. Hemsida. Griptilt. [online] (2012-12-07) Tillgänglig: <http://www.cgnord.se/sida569.html>
- Anon. 2012a. Prevent. Hemsida. Vibrationer i arbetsmiljön. [online] (2012-08-20) Tillgänglig: <http://www.prevent.se/sv/Amnesomrade/Fysiska-risker/Vibrationer/>
- Anon. 2012b. Sit-right.se, 2012. Hemsida. Biotassu/Griptilt. [online] (2012-07-29) Tillgänglig: <http://www.sit-right.se/griptilt>
- Anon. 2013. Skogforsk. Hemsida. RECO. [online] (2013-01-11) Tillgänglig: <http://www.Skogforsk.se/sv/Utbildning--event/RECO/>
- Bergstrand, K.-G. 1987. *Planering och analys av skogstekniska tidsstudier*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Meddelande nr 17.
- Brunberg, T. 2004. *Underlag till produktionsnormer för skotare*. Redogörelse nr 3. Skogforsk, Uppsala.
- Burström, L., Nilsson, T. & Wahlström, J. 2011. *Arbete och helkroppsvibrationer – hälsorisker*. Umeå universitet, Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin. Arbetsmiljöverket. Rapport 2011:8. ISSN 1650-3171.
- Dahlin, A. 2008. *Produktivitet och kvalitet vid stickvägs- respektive beståndsgående förstagallring*. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning. Arbetsrapport 216 2008. ISSN 1401-1204.
- Fogdestam, N. 2010. *Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring*. Skogforsk, Uppsala. Arbetsrapport Nr 720.
- Jönsson P., Löfroth, C., Bergkvist, I. 2007. *Bränslebesparande och vibrationsdämpande skotning*. Skogforsk, Uppsala. Arbetsrapport Nr 644.
- Kellog, L. D. & Bettinger, P. 1994. *Thinning productivity and cost for a Mechanized Cut-to-Lenght System in the Northwest Pacific Coast Region of the USA*. Journal of Forest Engineering, 5 (2): 43-54.
- Landström, U. & Lundström, R. 1987. *Helkroppsvibrationer – förekomst samt effekter på människan*. Arbetarskyddsstyrelsens Forskningsavdelning, Tekniska enheten, Umeå. Arbetsmiljöfondens sammanfattningar 1027. Pnr 78-1550 Vibrationer (33).
- Nordfjell, T., Athanassiadis, D. & Talbot, B. 2003. *Fuel Consumption In Forwarders*. International Journal of Forest Engineering, 14 (2): 11- 20.
- Poikela, A., 2004. *BIOTASSU –tillägsutrustning för skotare*. Metsäteho Oy, Finland.

Poikela, A. & Rieppo, K. 2005. *BIOTASSU-tilläggsutrustning för skotare: uppföljningstest 3.-5.11.2004*. Metsäteho Oy, Finland.

Rehn, B., Lundström, A., Nilsson, L., Liljelind, I. & Järvholm, B. 2005. *Variation in exposure to whole-body vibration for operators of forwarder vehicles-aspects on measurement strategies and prevention*. International Journal of Industrial Ergonomics, 35 (9): 831- 842.

Personlig kommunikation:

Johansson, Roland. VD Sit-Right, Uppsala. Intervju 25 augusti 2012.

Lindgren, Peter. Skogsentreprenör, Västerbotten. Intervju 22 augusti 2012.