ARBETSRAPPORT 994-2018

Sortimentshanterande grip

Assortment – handling grapple

FOTO: ERIK VIKLUND/MELLANSKOG

skogforsk

Martin Englund
Simon Berg
Anders Mörk
Jussi Manner

Summary

Using a machine simulator, we studied a virtual prototype of an *assortment-handling grapple*. This is an adaptation of the commercially available product, *Sortimentsgripen*. In addition to the conventional claws, the assortment-handling grapple has an extra pair of claws for the *assortment-handling function*. This enables the operator to handle two piles of different assortments in each crane cycle. When the conventional claws have picked up one pile, the extra claws close around the bundle and hold it, after which the conventional claws can be opened again to pick up another pile. The two pair of claws can then be opened individually to place the piles in the right sections in the load-space with only minor additional work.

The objective was to investigate potential time savings in using the assortment-handling function in different work situations and then propose a recommended work method for the assortment-handling grapple.

In work situations without any obstacles (remaining trees) between the piles, the assortment-handling function saved between 9.6 and 16.2 percent in terms of time compared to the conventional grapple for the operators as a group. However, in the other work situations studied, with some degree of obstacle, there were no statistically significant time savings or losses. There were large differences between the operators, where the results in the situations without obstacles the results varied from “no time saved or lost” up to the largest time saving of 27.3 percent.

The assortment-handling function is used during the loading crane cycles. Loading crane cycles constitute roughly 35 percent of the forwarder’s productive machine time in thinning operations. In previous field studies, only 35 % of the piles were handled in pairs using the Assortment-handling function. If a larger proportion of the piles can be placed in a favourable way through further adaptation of the harvester’s work method, this would increase the potential for savings. If the assortment-handling function saves 10 percent of crane cycle time for 35-70 percent of the piles, it would mean a saving of 1.2-2.4 percent of the forwarder’s productive machine time.

The forwarder operator is recommended to only use the assortment-handling function in situations where the grapple can be moved from one pile to the other without hindrance. The harvester operator is therefore advised to, as far as possible, place the respective piles in the same space so that no obstacles hamper the movement of the grapple between them.

skogforsk

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2018
ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport beskriver en studie beskriver en studie av en sortimentshanterande grip där datainsamlingen helt och hållet genomfördes i Skogforsks maskinsimulator, Troëdsson Forest Technology Lab.

Vi vill tacka Önnesjöstiftelsen som finansierade studien, förarna för sitt engagerade deltagande samt SCA, Mellanskog och Billerud Korsnäs som finansierade förarnas deltagande.

Uppsala i oktober 2018

Martin Englund, Anders Mörk och Jussi Manner, Skogforsk
Simon Berg, SLU

Innehåll

Summary....2

Förord....3

Sammanfattning....5

Introduktion....6
- Sortimentsgripen och sortimentshanterande grip....6
- Tidigare studier....7

Syfte....8

Material och metod....8
- Utveckling i simulator....9
- Studieupplägg....9
- Tidsstudie....10
- Statistiska analyser....11

Resultat....12
- Underlag till arbetsmetodik....12
- Skillnader mellan förarna....12
- Tidsåtgång per arbetsmoment....12

Diskussion....20
- Potential för tidsbesparing....20
- Påverkan av kvarstående träd i verkligt skotningsarbete....20
- I förhållande till tidigare studier....21
- Begränsningar i studieupplägget....22
- Underlag för arbetsmetod....22

Referenser....23

Bilaga 1....24

Bilaga 2....25

Sammanfattning

Vi studerade i maskinsimulator en virtuell prototyp av en *sortimenthanterande grip*. Den är en variant av den kommersiellt tillgängliga produkten *Sortimentsgripen*. Utöver gripskänklarna som en konventionell grip har, finns på den sortimenthanterande gripen två extra griparmar. Detta möjliggör hantering av två virkeshögar av olika sortiment under en och samma krancykel. När de konventionella gripskänklarna har greppat en hög, sluts de extra griparmarna om virket och håller fast det, därefter kan de konventionella gripskänklarna öppnas igen och greppa ytterligare en hög. Gripskänklarna och extraarmarna kan sedan öppnas var för sig för att placera högarna, utan extra tillrättaläggning, på respektive sektion i lastutrymmet.

Syftet var att undersöka potentialen till tidsbesparing i användningen av den sortimentshanterande gripen i olika arbetssituationer, och därefter ange underlag till rekommenderad arbetsmetodik för sortimentshanterande grip.

I de arbetssituationer där det inte fanns något kvarstående träd som hindrade rörelsen mellan högarna innebar den sortimentshanterande gripen en tidsbesparing på mellan 9,6 och 16,2 procent jämfört med den konventionella gripen för förarna som grupp. I de övriga arbetssituationerna, där det fanns hinder i någon grad, fanns det varken statistiskt säkerställa tidsbesparingar eller -förluster. Det fanns stora skillnader mellan förarna, där resultaten i situationerna utan hinder varierade från att inte spara någon tid, till en största besparing på 27,3 procent.

Den sortimentshanterande funktionen kan komma till användning under kranarbetet i lastning. Momentet utgör cirka 35 procent av skotarens G_0-tid i gallring. I tidigare fältstudier hanterades endast 35 procent av högarna i par med sortimentsgripen. Om en högre andel av högarna kan placeras på ett gynnsamt sätt genom ytterligare anpassning av skördarens arbetsmetod skulle det innebära större potential för tidsbesparing. Om den sortimentshanterande funktionen sparar 10 procent av krancykeltiden vid 35-70 procent av högarna, skulle det innebära en besparing av 1,23-2,45 procent av skotarens totala G_0-tid.

Skotarförare rekommenderas att endast använda den sortimentshanterande funktionen då det är möjligt att obehindrat förflytta gripen från ena högen till den andra. Likaså ska skördarföraren rådas att så långt som möjligt placera högarna i samma lucka, så att det inte finns något hinder för att flytta gripen mellan dem.

Introduktion

Under de senaste årtiondena har det mekaniserade avverkningarbetet gått igenom flera revolutionerande förändringar, vad gäller både teknik och arbetsmetodik. Man har gått från avverkningssystem bestående av fällare-läggare och processor via tvågreppsskördare och vidare till engreppsskördare. Denna tekniska utveckling möjliggjorde en snabb produktivitetsutveckling under föregående decennier, men därefter har utvecklingen stagnerat (Maskinepoken 2015, Björheden 2016).

För skogstransporterna däremot har den enda revolutionen inom teknik och arbetsmetodik varit ersättning av hästar med skogsutrustade lantbrukstraktorer och skotare. Detta skedde för mer än ett halvt sekel sedan och därefter har maskinerna använts på samma sätt med likadan funktion (Maskinepoken 2015). Inom ramen för Skogforsks strategiska satsning på ökad produktivitet de senaste åren utvecklades ”sortimentsgripen”, som förändrar lastningsmomentet vid skotning.

SORTIMENTSGRIPEN OCH SORTIMENTSHANTERANDE GRIP

”Sortimentsgripen” är en produkt som har utvecklats av Helsinge Skog Innovation AB. Den fästs på ena sidan av en befintlig skotargrip och har två mindre griparmar (Figur 1). Funktionen som sortimentsgripen utför är att efter att de konventionella gripskänklarna har greppat en hög, sluts extraarmar om knippet och håller fast det. De konventionella gripskänklarna kan då öppnas och greppa ytterligare en hög, vilket möjliggör för föraren att plocka med två virkeshögar av olika sortiment i samma krancykel utan att blanda ihop dem. På så sätt kan högarna placeras på respektive plats på lastutrymmet utan extra arbete för tillrättaläggning.

Figur 1. Sortimentsgripens extra griparmar (röda) håller kvar stockarna. Foto: Erik Viklund, Mellanskog.

I denna studie har vi inte studerat den kommersiellt tillgängliga produkten ”Sortimentsgripen”, utan en virtuell variant av samma koncept. Därför kommer vi i rapporten istället att använda det generella begreppet ”Sortimentshanterande grip”. Det finns mindre skillnader i gripens utformning gentemot sortimentsgripen, som till exempel formen på extraarmarna och hur de styrs.

Syftet med en sortimentshanterande grip är främst att öka produktiviteten i lastningsmomentet genom att i högre grad lasta två virkeshögar i samma krancykel, men också att bevara virkesvärdet genom att undvika sammanblandning av olika sortiment. Hantering av flera sortiment är möjligt även utan en sortimentshanterande grip, men innebär då att föraren måste lägga stockarna till rätta efter att de släppts på lasset. Det uppstår därmed en risk för sammanblandning av sortimenten. Det normala är att föraren bara hanterar ett sortiment åt gången. Om virkeshögarna är små innebär detta att bara en mindre del av gripens kapacitet utnyttjas.

TIDIGARE STUDIER

Skogforsk har genomfört två tidigare studier av sortimentsgripen. I den första utfördes tidsstudier av verkligt arbete i fält och i den andra tidsstuderades arbete i en verklighetsnära situation i simulator (Brunberg & Lundström 2016, Mörk m.fl. 2017). Båda studierna gav snarlika resultat, där sortimentsgripen inte verkade ha någon påverkan på skotningsprestationen som helhet. I den senare studien observerades att när två högar ligger på ett fördelaktigt sätt går det att spara tid jämfört med en konventionell grip. Men finns det till exempel ett kvarstående träd mellan högarna som försvårar rörelsen från den första till den andra högen tar det ofta längre tid (Figur 2). Intervjuer med testförarna visade på flera faktorer som orsakade tidsförluster, vilka tar ut de vinster som görs.

Figur 2. Bilder från Skogforsks maskinsimulator. Situation där rörelsen mellan högarna är hindrad (vänster) respektive utan hinder (höger).

Den enkla utformningen av sortimentsgripens styrning ledde till dels svårigheter i användandet och dels brister i arbetsmetodiken. Styrningen har varit utformad så att den inneburit att föraren bör planera användning inför varje krancykel, vilket komplicerar arbetet. Om det inte skett leder det ofta till att förarna tvekar och stannar upp i krankörningen. Utveckling av styrningen skulle kunna minimera dessa problem.

Idag finns inte tillräckligt underlag för att formulera en tydlig rekommendation till arbetsmetod, vilket gjort det svårt för förarna att bedöma i vilka situationer som användning av extraarmarna kan spara tid och när de istället innebär en tidsförlust. Detta försvårar ytterligare planeringen av hur en sortimentshanterande grip ska användas.

Både tidsvinster och förluster har alltså identifierats i användningen av sortimentsgripen. För att utveckla arbetsmetodiken och undersöka potentialen i konceptet är det därför av intresse att undersöka hur en sortimentshanterande grip, som inte hindras av begränsningar i styrningen, presterar i olika situationer.

Syfte

Syftet är att undersöka vilken potential för tidsvinster som finns i användningen av sortimentshanterande grip i olika arbetssituationer och att ge underlag till utveckling av arbetsmetodik för användande av sortimentshanterande grip.

Material och metod

Studien genomfördes i Skogforsks maskinsimulator, Troëdsson Forest Technology Lab. Där fanns sortimentsgripen redan implementerad sedan den tidigare studien. Förarna upplevde simulatorn i Virtual Reality med VR-glasögon (Figur 3). Det gav god djupkänsla, vilket är viktigt vid krankörning.

Figur 3. VR-glasögonen som användes i studien var av märket Oculus Rift.

UTVECKLING I SIMULATOR

Inför detta projekt genomfördes en anpassning av simulatorn. Bland annat utvecklades styrningen av den sortimentshanterande gripen för att undvika de tidstjuvar som identifierades i förra projektet. ”Sortimentsgripen” kräver att gripskänklarna öppnas helt och når sitt ändläge för att extraarmarna ska öppnas. I denna studie kunde extraarmarna istället öppnas genom att föraren gjorde ett hårt tryck på vippan för ”grip öppna”.

En testbana skapades med olika situationer där högar (virkeslängd 4,5 m) placerades vid sidan av skotaren på olika sätt (Figur 4). Fyra olika faktorer som kan vara av betydelse för tidsåtgången under olika moment av en krancykel varierades.

STUDIEUPPLÄGG

Uppgiften gick ut på att lasta högar av två olika sortiment på skotaren. När båda högarna på ena sidan lastats gick föraren över till att lasta högarna på andra sidan. Ett par av högarna på maskinens ena sida utgjorde en observationsenhet. Förarna fick detaljerade instruktioner om hur arbetet skulle utföras. Förarinstruktionen finns i bilaga 1.

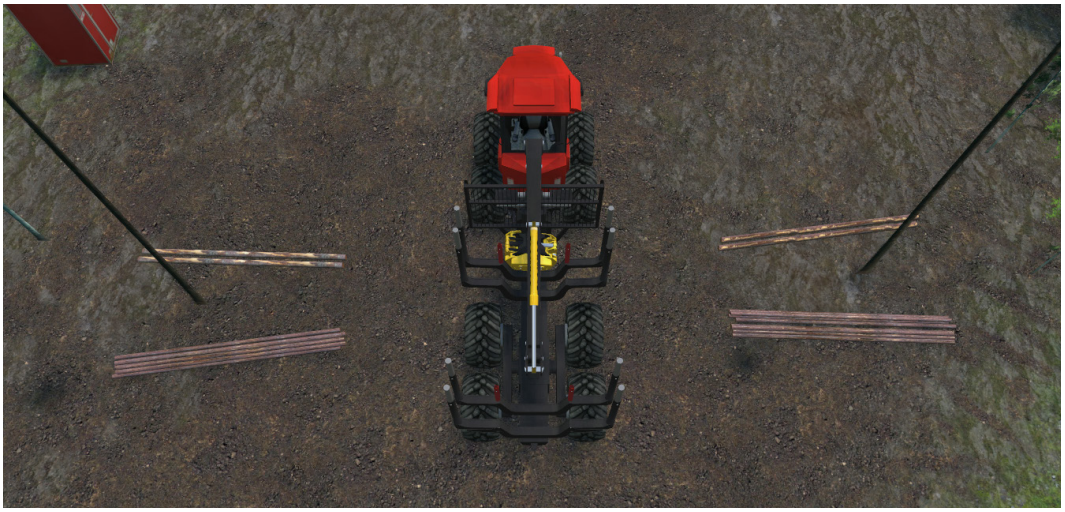
Banan var konstruerad så att tidigare lastade högar ersattes när föraren lastade högarna på andra sidan maskinen. Även lasset återställdes mellan varannan repetition till en av tre lasshöjder när föraren inte stördes av det. Lasset var antingen tomt eller fyllt till 30 procent alternativt 70 procent av stöttornas höjd. Följaktligen fick föraren hantera fyra högar i rad mellan justeringar av lasshöjd. På så sätt var det möjligt att genomföra många repetitioner i serie utan avbrott.

Studiens huvudsakliga syfte var att analysera effekter av typen av grip (*faktor nr 1*) i olika arbetssituationer (*faktorer nr 2 och 3*, se nedan) med fyra förare (*faktor nr 4*, se nedan). Typen av grip hade två nivåer; konventionell och sortimentshanterande grip.

Avståndet från kranpelaren till grippunkten (mitten) på högarna (*faktor nr 2*) hade tre nivåer; 5,25 m, 6,25 m eller 7,25 m. Avståndet till högarna påverkar sträckan som kranspetsen måste förflyttas. Krandelarna hamnar också i olika lägen beroende på avståndet, vilket påverkar svårigheten att styra runt ett hinder (Figur 4).

Stammar placerades mellan högarna som ett hinder (*faktor nr 3*). De placerades på tre olika avstånd från högarnas bortre ände i riktning mot maskinen. Följaktligen hade också denna faktor tre nivåer; 3,0 m (mycket hinder), 1,5 m (lite hinder) eller bortanför högarna (inget hinder). Ett hinder mellan högarna i form av en kvarstående stam påverkar främst rörelsen mellan högarna med sortimentshanterande grip (Figur 4).

Den virtuella skotaren kördes av fyra förare (*faktor nr 4*), vilket ledde till totalt 72 behandlingar ($2 \times 3 \times 3 \times 4 = 72$), det vill säga antal olika kombinationer av faktornivåer.



Figur 4. Översikt av testbanan som användes i studien. Här är högarna placerade på mellanavstånd (6,25 m kranlängd till högarnas mitt) och de kvarstående stammarna utgör "lite" hinder (1,5 m in från bortre ändan).

Datainsamlingen genomfördes med en förare om dagen. För att minimera inlärningseffekter övade de först på att genomföra uppgiften med både sortimentshanterande och konventionell grip tills de inte längre lyckas minska sin tidsåtgång. För datainsamlingen genomförde de sedan minst 18 repetitioner av varje arbetssituation.

TIDSSTUDIE

Tidsstudien gjordes genom analys av automatiskt insamlade maskindata. Under hela utförandet av uppgiften samlades data in från simulatorn som beskrev kranspetsens position och vinkeln för gripskänklarna och extraarmarna på den sortimentshanterande gripen. Utifrån dessa tre variabler definierades gränserna för de olika arbetsmomenten.

Eftersom uppgiften utförs på ett annat sätt med sortimentshanterande grip jämfört med konventionell grip blir en del moment unika för respektive griptyp. Arbetsmomenten för konventionell grip beskrivs i Tabell 1 och för sortimentshanterande grip i Tabell 2. I de statistiska analyserna jämförs därför endast de moment som har samma kriterier för start och slut.

Analysen av maskindata gjordes i ett MATLAB-script som identifierade momentgränserna. I ett fåtal fall då scriptet inte identifierade momentgränserna korrekt gjordes en manuell analys av data i kombination med videoinspelningar av utförandet.

Tabell 1 Momentbeskrivning för konventionell grip.

Arbetsmoment	Start	Slut
Kran ut och gripa timmer	Kranspetsen passerar stöttorna från lasset	Gripen är stängd runt timmerhögen
Kran in från timmerhög	Föregående moments slut	Kranspetsen passerar stöttorna till lasset
Släppa timmer på lasset	Föregående moments slut	Gripen är öppen
Kran ut och gripa massa	Föregående moments slut	Gripen är stängd runt massaveden
Kran in från massahög	Föregående moments slut	Kranspetsen passerar stöttorna till lasset
Släppa massa på lasset	Föregående moments slut	Gripen är öppen

Tabell 2. Momentbeskrivning för sortimenthanterande grip.

Arbetsmoment	Start	Slut
Kran ut och gripa timmer	Kranspetsen passerar stöttorna från lasset	Gripen är stängd runt timmerhögen
Kranrörelse mellan högarna och gripning av massa	Föregående moments slut	Gripen är stängd runt massaveden
Kran in från massahög	Föregående moments slut	kranspetsen passerar stöttorna till lasset
Släppa massa på lasset	Föregående moments slut	Gripen är öppen
Kranrörelse mellan facken och släppa timret	Föregående moments slut	Extraarmarna är öppna

STATISTISKA ANALYSER

För att jämföra effekterna från de fyra faktorerna användes variansanalys (ANOVA) (se avsnittet *Studieupplägg*). Vid vissa analyser förenklades den ursprungliga 4-vägsdesignen och onödiga faktorer lämnades utanför; exempelvis då förarna analyserades separat. Vardera ANOVA-analys inkluderade samtliga samspelseffekter. I resultatavsnittet redovisas dock inte kompletta ANOVA-resultat, utan enbart de viktigaste i förhållande till studiens syfte. Lasshöjden betraktades som en kvantitativ variabel (”en extra faktor”) och inkluderades enbart i modellerna om den visade statistiskt säkerställd effekt.

Vid behov transformerades data för att uppfylla ANOVA-villkoren. I resultatavsnittet visas enbart tillbaka-transformerade värden. Alla medelvärden som redovisas i resultatavsnittet är modellerade funktionsvärden (*Estimated Marginal Means*). Härefter i rapporten används dock konsekvent ordet medelvärde.

ANOVA-modellerna analyserades genom en generell linjär modell och skillnader mellan olika behandlingar analyserades med hjälp av Tukey-test. Som gräns för signifikanta skillnader har 5 procent använts ($p \leq 0{,}05$). Alla statistiska analyser genomfördes i programmet Enterprise guide 7.1 (SAS Institute Inc.).

Resultat

UNDERLAG TILL ARBETSMETODIK

Som grupp sparade förarna tid med sortimenthanterande grip enbart då inget hinder fanns (Figur 5). Den relativa tidsbesparingen ökade med ökande avstånd och varierande från 9,6 till 16,2 procent. För hindernivåer ”Lite” eller ”Mycket” fanns det inte några statistiskt säkerställda skillnader mellan griptyperna – varken tidsbesparingar eller förluster. Lasshöjden hade inte statistiskt säkerställd inverkan på den beroende variabeln (tid) och följaktligen utgick det från analyserna.

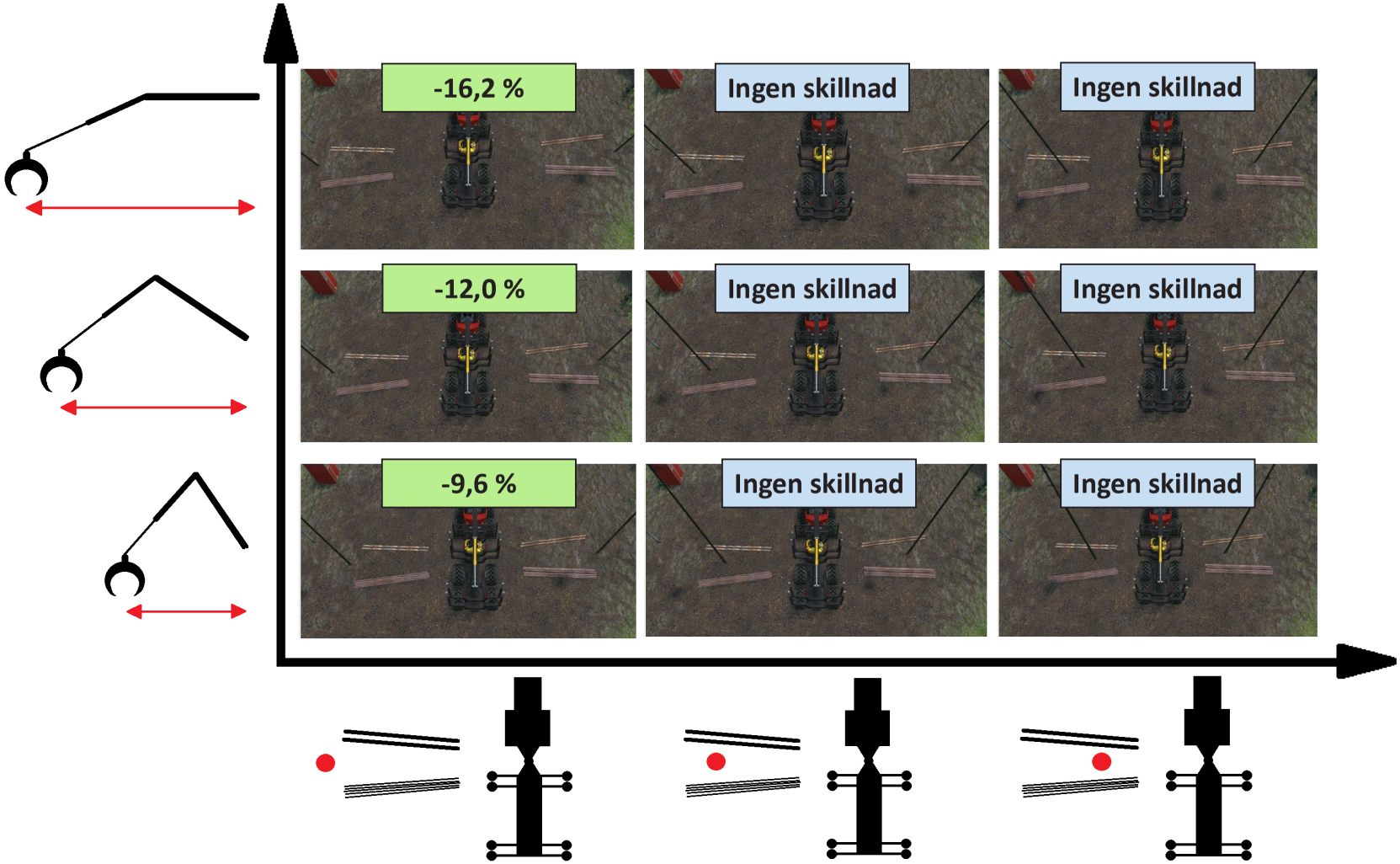
SKILLNADER MELLAN FÖRARNA

Varje förare analyserades också var för sig (Tabell 3 till 6). Resultaten skiljer sig avsevärt åt mellan förarna.

Förare 1 sparade inte tid med sortimenthanterande grip i någon situation, men förlorade däremot tid i två av situationerna (Tabell 3). Förare 3 sparade tid med sortimentshanterande grip i två situationer och förlorade tid i en situation (Tabell 5). Förare 2 sparade tid med sortimenthanterande grip i sex av nio situationer, medan förare 4 sparade tid i fem av nio. Tidsbesparingarna med sortimenthanterande grip för förare 2 och 4 var också större än de andra förarnas (Tabell 4 och 6).

TIDSÅTGÅNG PER ARBETSMOMENT

Eftersom det endast fanns statistiskt säkerställda skillnader i den totala tiden mellan griptyperna i situationerna utan hinder, redovisas bara de resultaten (Figur 5). Med sortimentshanterande grip tog momenten ”Kran in från massahög” och ”Släppa massa på lasset” längre tid än med konventionell grip (Tabell 7 och 8). Tidsvinsten som görs med den sortimentshanterande gripen kommer från att den helt slipper momenten ”kran ut till massahög” och ”kran in från timmerhög”, och att summan av tidsförlusterna och de moment som tillkommer är kortare.



Figur 5. Statistiskt säkerställd differens i tidsåtgång mellan konventionell grip och sortimentshanterande grip. Negativ differens innebär att tid sparats med sortiments-hanterande grip. Differensen är statistiskt säkerställd ($p \leq 0{,}05$). Mer detaljerade resultat finns i Tabell 9 (Bilaga 2)

Tabell 3. Differens i tidsåtgång mellan konventionell skotargrip (Konv) och sortimentshanterande grip (Sort) för förare 1. Negativ differens innebär sparad tid med sortimentshanterande grip, medan positiv differens innebär förlorad tid med sortimentshanterande grip.

Avstånd	Hinder	Grip	Tid (s)	Differens (%)	Säkerställd[a]
Kort	Mycket	Konv	16,6		
		Sort	17,5	5,4	Nej
	Lite	Konv	14,6		
		Sort	15,5	6,1	Nej
	Inget	Konv	12,9		
		Sort	13,7	6,3	Nej
Mellan	Mycket	Konv	16,2		
		Sort	16,7	2,9	Nej
	Lite	Konv	14,8		
		Sort	16,8	**13,7**	Ja
	Inget	Konv	15,0		
		Sort	14,2	-5,6	Nej
Långt	Mycket	Konv	18,2		
		Sort	18,4	1,1	Nej
	Lite	Konv	16,0		
		Sort	18,0	**12,4**	Ja
	Inget	Konv	15,6		
		Sort	15,9	2,2	Nej

[a)]Differensen är säkerställd om $p \leq 0,05$.

Tabell 4. Differens i tidsåtgång mellan konventionell skotargrip (Konv) och sortimentshanterande grip (Sort) för förare 2. Negativ differens innebär sparad tid med sortimentshanterande grip, medan positiv differens innebär förlorad tid med sortimentshanterande grip.

Avstånd	Hinder	Grip	Tid (s)	Differens (%)	Säkerställd[a]
Kort	Mycket	Konv	15,6		
		Sort	14,9	-4,1	Nej
	Lite	Konv	14,3		
		Sort	13,1	**-8,1**	Ja
	Inget	Konv	14,6		
		Sort	11,3	**-22,7**	Ja
Mellan	Mycket	Konv	14,9		
		Sort	15,5	4,4	Nej
	Lite	Konv	14,9		
		Sort	13,7	**-8,0**	Ja
	Inget	Konv	15,0		
		Sort	12,8	**-14,3**	Ja
Långt	Mycket	Konv	18,1		
		Sort	16,0	**-11,7**	Ja
	Lite	Konv	16,2		
		Sort	15,7	-3,2	Nej
	Inget	Konv	17,1		
		Sort	12,9	**-24,9**	Ja

[a)] Differensen är säkerställd om $p \leq 0,05$.

Tabell 5. Differens i tidsåtgång mellan konventionell skotargrip (Konv) och sortimentshanterande grip (Sort) för förare 3. Negativ differens innebär sparad tid med sortimentshanterande grip, medan positiv differens innebär förlorad tid med sortimentshanterande grip.

Avstånd	Hinder	Grip	Tid (s)	Differens (%)	Säkerställd[a]
Kort	Mycket	Konv	14,5		
		Sort	16,4	**13,3**	Ja
	Lite	Konv	13,9		
		Sort	15,3	10,5	Nej (p=0,052)
	Inget	Konv	14,0		
		Sort	13,8	-1,9	Nej
Mellan	Mycket	Konv	15,3		
		Sort	16,9	10,4	Nej
	Lite	Konv	14,3		
		Sort	13,9	-2,8	Nej
	Inget	Konv	14,7		
		Sort	13,0	**-11,6**	Ja
Långt	Mycket	Konv	16,9		
		Sort	18,0	6,6	Nej
	Lite	Konv	17,0		
		Sort	16,7	-1,6	Nej
	Inget	Konv	16,4		
		Sort	14,5	**-11,5**	Ja

[a] Differensen är säkerställd om p≤0,05.

Tabell 6. Differens i tidsåtgång mellan konventionell skotargrip (Konv) och sortimentshanterande grip (Sort) för förare 4. Negativ differens innebär sparad tid med sortimentshanterande grip, medan positiv differens innebär förlorad tid med sortimentshanterande grip.

Avstånd	Hinder	Grip	Tid	Differens (%)	Säkerställd[a]
Kort	Mycket	Konv	15,1		
		Sort	14,8	-2,0	Nej
	Lite	Konv	14,5		
		Sort	13,0	**-11,0**	Ja
	Inget	Konv	14,6		
		Sort	12,2	**-16,9**	Ja
Mellan	Mycket	Konv	17,0		
		Sort	15,6	-8,1	Nej
	Lite	Konv	15,6		
		Sort	14,4	-7,6	Nej
	Inget	Konv	14,7		
		Sort	12,3	**-16,4**	Ja
Långt	Mycket	Konv	17,4		
		Sort	17,3	-0,7	Nej
	Lite	Konv	18,1		
		Sort	15,6	**-13,7**	Ja
	Inget	Konv	18,0		
		Sort	13,1	**-27,3**	Ja

[a)] Differensen är säkerställd om $p \leq 0,05$.

Tabell 7. Tidsåtgång för konventionell grip uppdelat i arbetsmoment i kronologisk ordning (från uppgiftens första till sista arbetsmoment). Alla fyra förare är inkluderade i analysen men endast den lägsta nivån av hinder (inget hinder), som var den enda nivå där det fanns signifikanta skillnader.

Arbetsmoment	**Avstånd**	**Tid (s)**
Kran ut och gripa timmer	Kort	2,66
	Mellan	2,92
	Långt	3,18
Kran in från timmerhög	Kort	2,78
	Mellan	2,92
	Lång	3,27
Släppa timmer på lasset	Kort	1,39
	Mellan	1,42
	Långt	1,40
Kran ut och gripa massa	Kort	3,01
	Mellan	3,17
	Långt	3,97
Kran in från massahög	Kort	2,47
	Mellan	2,67
	Långt	3,06
Släppa massa på lasset	Kort	1,56
	Mellan	1,62
	Långt	1,73
Total tid	Kort	14,0
	Mellan	14,8
	Långt	16,8

Tabell 8. Tidsåtgång för sortimentshanterande grip uppdelat i arbetsmoment i kronologisk ordning (från uppgiftens första till sista arbetsmoment) och differens gentemot konventionell grip för de moment som är jämförbara. Alla fyra förare är inkluderade i analysen men endast den lägsta nivån av hinder (inget hinder), som var den enda nivå där det fanns signifikanta skillnader. Negativ differens innebär sparad tid med sortimentshanterande grip, medan positiv differens innebär förlorad tid.

Arbetsmoment	**Avstånd**	**Tid (s)**	**Differens (%)**	**Säkerställd**[a]
Kran ut och gripa timmer	Kort	2,73	2,7	Nej
	Mellan	2,87	-1,6	Nej
	Långt	3,12	-1,7	Nej
Kranrörelse mellan högarna och gripning av massa	Kort	3,15	–	–
	Mellan	3,19	–	–
	Lång	3,24	–	–
Kran in från massahög	Kort	2,79	12,8	Ja
	Mellan	2,99	11,9	Ja
	Långt	3,27	6,9	Ja
Släppa massa på lasset	Kort	2,10	34,2	Ja
	Mellan	2,23	37,7	Ja
	Långt	2,26	30,5	Ja
Kranrörelse mellan facken och släppa timret	Kort	1,81	–	–
	Mellan	1,70	–	–
	Långt	2,05	–	–
Total tid. Jämför med tabell 7.	Kort	12,7	-9,6	Ja
	Mellan	13,1	-12	Ja
	Långt	14,0	-16,2	Ja

[a] Differensen är säkerställd om $p \leq 0,05$.

Diskussion

POTENTIAL FÖR TIDSBESPARING

För att få en uppfattning om vilken potential till tidsbesparing i verkligt skotningsarbete som resultaten indikerar, kan det studerade arbetet sättas i relation till skotningsarbetet som helhet. Tre faktorer är av betydelse för att beräkna potentialen; andelen av skotarens G_0-tid som utgörs av krancykler i lastning, andelen av högarna som lastas med hjälp av den sortimentshanterande funktionen och tidsbesparingen som funktionen innebär per hög där den används. I verklig gallring finns, till skillnad från i studien, kvarstående träd runtom högarna. Hur det kan påverka beräkningen diskuteras under en egen rubrik nedan.

Den sortimenthanterande gripens extraarmar används enbart under lastningsarbetet. Krancyklerna i lastning utgör cirka 35 procent av skotarens totala G_0-tid i gallringar (Brunberg & Lundström 2016). Andelen varierar dock, bland annat beroende på terrängtransportavstånd.

I tidigare fältstudier hanterades endast 35 procent av högarna i par med sortimentsgripen (Brunberg & Lundström 2016). Det är möjligt att en betydligt högre andel av högarna kan placeras på ett gynnsamt sätt genom ytterligare anpassning av skördarens arbetsmetod. Det är tydligt att en hög grad av gynnsam placering av högarna är av avgörande betydelse för att dra nytta av potentialen till tidsbesparing med sortimentshanterande grip.

För situationerna utan hinder, där det fanns signifikanta skillnader mellan griptyperna på gruppnivå, fanns också en tydlig trend av att den sortimentshanterande gripen innebar en större tidsbesparing vid längre avstånd till högarna. Tidsbesparingen för förarna som grupp var mellan 9,6 och 16,2 procent beroende på avståndet. I verkligt skotningsarbete förekommer det längsta avståndet sällan. Virkeshögar läggs endast på ett så långt avstånd från vägen om det finns något hinder för att lägga det närmare eller vid gallring med beståndsgående skördare. Det fanns stora skillnader mellan förarna, där en inte sparade tid med sortimentsgripen i någon situation (Tabell 3) och två av förarna förlorade tid i några av situationerna med hinder mellan högarna (Tabell 3 och 5). Det finns också exempel på betydligt större tidsvinster från två av förarna. De sparade 24,9 respektive 27,3 procent i situationen utan hinder och långt avstånd till högarna.

Baserat på ovanstående beskrivning av de tre faktorerna gör vi ett räkneexempel. Om krancyklerna i lastningen utgör 35 procent av skotarens totala G_0-tid, och den sortimentshanterande funktionen sparar 10 procent av krancykeltiden vid 35 procent av högarna, skulle det innebära en besparing av 1,23 procent av skotarens totala G_0-tid. Om samma 10 procent skulle kunna sparas vid 70 procent (i stället för 35 procent) av högarna skulle besparingen följaktligen fördubblas från 1,23 till 2,45 procent. Besparingen kan tyckas vara liten men om den sätts i ett större sammanhang och jämförs mot vinstmarginaler hos skogsmaskinentreprenörer är den betydlig (Berg 2009).

PÅVERKAN AV KVARSTÅENDE TRÄD I VERKLIGT SKOTNINGSARBETE

I praktiken finns i gallring kvarstående träd som kan vara hindrande under flera moment i lastningen av högarna. De kan både hindra rörelsen mellan högarna med den sortimentshanterande gripen samt rörelserna ut till en hög och tillbaka till lastbäraren för båda griptyperna.

I studien fanns inga stammar runtom vilket innebar att förutsättningarna för att runda hindret var idealiska. Det är därför rimligt att anta att det i praktiken, med kvarstående träd runtom, kommer hinder mellan högarna inverka ännu mer negativt på användandet av sortimentshanterande grip än i denna studie. Kvarstående träd runtom bör dock inte i någon större utsträckning påverka rörelsen mellan högarna när de ligger i samma lucka, utan hinder.

Likaså var förhållandena i studien idealiska för att utföra rörelserna ut till högarna och in till lasset. I praktiken kommer kvarstående träd att hindra de rörelserna för båda griptyperna, framför allt tillbaka till lasset då virket i gripen kräver mycket utrymme. Eftersom det är de rörelserna som den sortimentshanterande gripen halverar till antalet borde detta innebära att potentialen till tidsbesparingar är större i praktiken än vad som visats i studien.

I FÖRHÅLLANDE TILL TIDIGARE STUDIER

De tidigare studier som utförts av Skogforsk visade på mellan noll och två procents högre tidsåtgång för skotningsarbetet som helhet (Brunberg & Lundström 2016, Mörk m.fl. 2017).

Ur materialet från fältstudien av Brunberg och Lundström (2016) går det att beräkna att krantiden per hög då den sortimentshanterande funktionen används är 11,8 procent lägre jämfört med vanlig grip. Då funktionen inte används är krantiden per hög för sortimentsgripen istället 4,9 procent högre. Tyvärr finns ingen förklaring till varför den sistnämnda skillnaden uppkommer. Det beror inte på att enheten med extraarmarna var monterad på gripen, eftersom den var monterad även i studieleden med konventionell grip. Det var helt enkelt bara förbjudet att använda den sortimentshanterande funktionen. En momentvis jämförelse visar att de flesta moment har en något högre tidsåtgång jämfört med den konventionella gripen. I fältstudien finns också betydelsefulla skillnader mellan olika förare, där den som gynnades mest av sortimentsgripen sparade 5 procent och den som missgynnades mest förlorade 8 procent. Utöver de orsaker till skillnader som fanns i vår studie kan det i fältstudien också ha funnits skillnader i arbetsmetoden och hur väl högarnas placering på marken passade för hantering med den sortimentshanterande funktionen. Förarna kan ha förlorat tid till exempel genom brister i planeringen av användningen av sortimentsgripen och genom att den använts i fel situationer.

I den tidigare simulatorstudien av sortimentshanterande grip gjordes också en analys av hur krancykeltiderna berodde på hinder mellan högarna (Mörk m.fl. 2017). För situationerna utan hinder sparade sortimentshanterande funktionen 7,2 procent av krancykeltiden medan den innebar 4,6 procent längre tid då föraren var tvungen att hantera ett hinder. Här observerades också att hantering av endast en hög med sortimentsgripen innebar en längre krantid (+18 procent) per hög än konventionell grip. En stor del av den extra krantiden som sortimentsgripen innebar för enkla högar uppkom i momentet ”kran ut” som tog 49 procent längre tid jämfört med konventionell grip. Förarna försökte genom extra åtgärder se till att extraarmarna är i rätt läge, dvs. stängda, för att inte i onödan sluta dem kring en enstaka hög. Det innebar att de var tvungna att stänga gripen helt och sedan öppna den igen.

Upplägget i vår studie innebar att under repetitionerna använde förarna antingen den sortimentshanterande funktionen vid varje par högar eller inte alls. Det fanns ingen skillnad i tidsåtgång mellan griptyperna för momentet ”Kran ut och gripa timmer” (Tabell 8). Momenten ”Kran in från massahög” och ”Släppa massa på lasset” tog längre tid med

sortimentshanterande grip. Detta beror mest sannolikt på att förarna då hanterade mer virke jämfört med den konventionella gripen. Den ökade mängden virke innebär en ökad risk för att virket som greppas i den andra högen spretar mer eftersom det läggs an mot extraarmarna och virket som redan hålls i gripen. Det tvingar förarna att vara mer försiktiga i krankörningen för att undvika en massavedsbit hamnar på fel sida om en stötta.

Sammanfattningsvis pekar resultaten från alla tre studierna att det finns en potential att spara tid i lastningen med hjälp av en sortimentshanterande grip. I både vår studie och studien av Mörk m.fl. (2017) framkom att det är av stor vikt att rörelsen mellan högarna ska kunna ske utan hinder för att användningen av den sortimentshanterande funktionen ska innebära en tidsbesparing. I de båda tidigare studierna har sortimentsgripen inneburit längre krantid för de högar som hanterats ensamt. I Mörk m.fl. (2017) framkom att åtminstone en förklaring kan vara brister i förarnas planering av användningen av extraarmarna i samverkan med hur de kontrolleras.

BEGRÄNSNINGAR I STUDIEUPPLÄGGET

I studien var förarna från början inte vana vid arbete med sortimentshanterande grip. De hade en begränsad tid för att öva på hanteringen men alla förare bedömdes dock kunna hantera den på ett tillfredsställande sätt innan datainsamlingen genomfördes. Ytterligare erfarenhet skulle eventuellt kunna ha gynnat användningen av den sortimentshanterande gripen något.

UNDERLAG FÖR ARBETSMETOD

Slutsatserna från vår studie tillsammans med den tidigare simulatorstudien av Mörk m.fl. (2017) kan formuleras som ett praktiskt råd om arbetsmetod vid användande av sortimentshanterande grip. Resultaten från båda studierna visar att vid användande av sortimentshanterande grip är det av mycket stor vikt att rörelsen mellan högarna kan ske utan hinder. Rörelsen för att flytta kranen runt hindret äter annars upp tidsbesparingen från att kranen bara behöver föras ut och in en gång. Skotarföraren bör därför rådas att endast använda den sortimentshanterande funktionen då det är möjligt att obehindrat förflytta gripen från ena högen till den andra. Rådet till skördarföraren är att så långt som möjligt placera högarna i samma lucka, så att det inte finns något hinder för att flytta gripen mellan dem. De stora skillnaderna mellan förarna visar dock att förarens kranhantering i hög grad påverkar om sortimentshanterande grip innebär en tidsbesparing eller inte.

Referenser

Berg S. 2009. Skogsentreprenadföretagens lönsamhet. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.

Björheden R. 2016. Det går kärvt – skogsbruket allt mindre effektivt. Skogforsk Vision nr. 3 2016.

Brunberg T., Lundström H. 2016. Tidsåtgång och bränsleåtgång vid användning av sortimentsgripen 2014. Skogforsk Arbetsrapport 909.

Maskinepoken 2015. Skogsmuseet i Lycksele AB.

Mörk A., Englund M., Brunberg T. 2017. Utvärdering av sortimentsgripen i simulator. Skogforsk Arbetsrapport 924.

Bilaga 1.

Förarinstruktion – simulatorstudie av sortimentsgrip

Uppgiften går ut på att lasta virket så snabbt som möjligt, både med och utan sortimentsgrip.

Massaveden placeras alltid i mitten av lasset. Klentimret placeras i facket till vänster när virket tagits från vänster sida och i facket på höger sida när det tagits från höger sida.

Sortimentsgrip
När sortimentsgripen används tas först klentimret och sist massaveden från marken.

Med sortimentsgripen finns det olika metoder för att röra sig från ena högen till den andra när det står ett träd i vägen. Du kan antingen rotera klentimret ett halvt varv runt stammen vid förflyttning till massaveden eller komma runt hindret utan att rotera. Kanske beror det på förutsättningarna vilken metod som är snabbast? Öva på olika arbetssätt för att hitta den metod du tycker är snabbast så att du vet vad du ska använda under studien.

Tänk på att klentimret bör greppas jämndraget med massan eller något inskjutet på massavedshögen, så att massan kan få stöd mot grinden.

Vanlig grip
När den vanliga gripen används får du ta högarna i vilken ordning du vill, men bestäm dig för ett sätt medan du övar, som du sedan använder under studien. Virket ska placeras på samma ställe som med sortimentsgripen.

Bilaga 2.

Tabell 9. Differens i tidsåtgång mellan konventionell skotargrip (Konv) och sortimentshanterande grip (Sort) med alla fyra förare inkluderade i analysen. Negativ differens innebär sparad tid med sortimentshanterande grip medan positiv differens innebär förlorad tid med sortimentshanterande grip.

Avstånd	Hinder	Grip	Tid (s)	Differens (%)	Säkerställd[a]
Kort	Mycket	Konv	15,4		
		Sort	15,9	2,9	Nej
	Lite	Konv	14,3		
		Sort	14,2	-1,0	Nej
	Inget	Konv	14,0		
		Sort	12,7	**-9,6**	Ja
Mellan	Mycket	Konv	15,8		
		Sort	16,2	2,2	Nej
	Lite	Konv	14,9		
		Sort	14,7	-1,5	Nej
	Inget	Konv	14,8		
		Sort	13,1	**-12,0**	Ja
Långt	Mycket	Konv	17,7		
		Sort	17,4	-1,4	Nej
	Lite	Konv	16,8		
		Sort	16,4	-1,9	Nej
	Inget	Konv	16,8		
		Sort	14,0	**-16,2**	Ja

[a)]Differensen är statistiskt säkerställd om $p \leq 0,05$.