



Gallring med vinkelkran - en jämförande tidsstudie av skördarkran med och utan horisontellt ledad vipparm

A comparative time study of thinning with and without a pivoting outer boom function



Foto: Mikael Olsson

Petter Johansson

**Arbetsrapport 188 2007
Examensarbete 30p D**

Handledare: Ola Lindroos

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 018-671000



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG--AR—188--SE

**Gallring med vinkelkran -
en jämförande tidsstudie av skördarkran med och utan
horisontellt ledad vipparm**

A comparative time study of thinning with and without a pivoting outer boom function

Petter Johansson

Examensarbete i Skogshushållning med inriktning mot teknologi

Uppdragsgivare: Cranab AB

Handledare SLU: Ola Lindroos

Examinator SLU: Tomas Nordfjell

Förord

Som avslutning på Jägmästarprogrammet har detta examensarbete skrivits inom ämnet skogshushållning med inriktning mot skogsteknologi och omfattar 20 poäng på D-nivå. Uppdragsgivare var Cranab AB i Vindeln, Västerbotten. Arbetet handlar om Cranabs nya skördarkranslösning Cranab Access, vilken jämförts med en konventionell kran i gallring.

Ett stort tack till alla som hjälpt till på ett eller annat sätt.

Speciellt tack till min handledare Ola Lindroos som funnits till hand och kommit med goda råd under arbetets gång.

Tack Tomas Nordfjell som styr in arbetet på intressanta vägar under studiens gång.

Tack Sören Holm för hjälp med statistiska analyser.

Tack Mikael Engman, Engmans maskin, som ägde maskinen.

Tack Niklas Svahn som körde skördaren under tidsstudien.

Tack Roger Larsson och Stefan Olofsson Norra skogsägarna, som hjälpte till med att hitta en lämplig försökslokal samt sponsrade med märkfärg och snitselband.

Tack Dag Fjeld för kontroll och redigering av den engelska texten i rapporten.

Tack Daniel Hägglund, Jägmästarstuderande, SLU, som redigerat bilderna i rapporten.

Tack till Hans Eliasson och Fredrik Jonsson, Cranab AB, som varit uppdragsgivare och kommit med intressanta synpunkter. Tack även för resan till Falun, Stora Enso.

Petter Johansson, oktober 2007, Umeå

Sammanfattning

En av skördarens viktigaste komponenter är kranen. De flesta skördarkranar är endast rörliga i horisontalled vid kranpelaren och därför har Cranab i Vindeln utvecklat en ny typ av skördarkran med horisontellt ledad vipparm, vilket troligtvis gör arbetet smidigare i gallring. Denna krantyp kallas här vinkelkran.

Syftet med studien var att analysera om användandet av vinkelkran gav en produktionsökning i gallring, samt om det fanns skillnader i tidsåtgång mellan arbetsmomenten för vinkelkran och konventionell kran. Skördaren som användes i studien var en *Valmet 911.3* utrustad med vinkelkran. För simulering av konventionell kran användes samma maskin, men utan att vinkelkransfunktionen nyttjades.

I ett talldominerat bestånd skapades 16 parceller, inom vilka stamantalet varierade från 1113 till 3100 träd per hektar. Föraren var vid gallringen styrd i stamvalet och fick endast avverka färgmarkerade träd.

Användningen av vinkelfunktionen pendlade i de flesta fallen mellan 28 % och 36 % av de avverkade träden. Antalet förflyttningar både framåt och bakåt minskade med vinkelkran jämfört med konventionell kran. Förflyttningarna bakåt var hela 70 % färre med vinkelkran jämfört med konventionell kran. Tack vare vinkelfunktionen och färre förflyttningar kunde 24,8 % fler träd per uppställningsplats avverkas.

Vinkelkranen visade sig vara snabbare 9 % i gallring än konventionell kran vid 0,045 m³fub medelstam. Vinkelkranens tidsåtgång per träd var i medeltal lägre för alla arbetsmoment, men skillnaderna var endast statistiskt signifikanta för arbetsmomenten kran in, backning och väntan. Den relativa tidsvinsten med vinkelkran minskade med ökad medelstam. Vid 0,024 m³fub var tidsvinsten 11,0 % och vid 0,075 medelstam var tidsvinsten 7,1 %.

Nyckelord: Skogsteknologi, maskinutveckling, produktivitet, förstagallring.

Summary

One of the most important components of a harvester is the crane. Most harvester cranes are only possible to pivot (or horizontally rotate) at the crane pillar. Cranab in Vindeln, Sweden, has developed a new type of harvester crane which has an extra pivot point on the outer boom. This makes it possible to reach around residual trees, easing thinning work in dense stands.

The aim of the study was to analyze if the use of a pivoting outer boom (POB) crane gave an increase in thinning production and if there were any differences in time consumption between the work elements for the POB crane and a conventional crane. A Valmet 911.3 equipped with a POB crane was used in the study. The use of a conventional crane was simulated with the same machine, but by not using the outer boom's pivoting function.

16 treatment units were created within a pine-dominated stand with a density ranging from 1113 to 3100 trees per hectares. The operator's stem choice was restricted to pre-marked trees.

For the POB crane, the pivoting function was used on between 28 and 36% of the cut trees. The number of machine movements in both forward and backward directions was lower for the POB crane compared to the conventional crane. The use of the POB crane reduced the number of backwards movements by 70%. Due to the POB function and fewer machine movements 24.8% more trees could be cut per machine position.

The POB function resulted in a 9% reduction in time consumption in thinning when compared to work with the conventional crane (given a mean stem volume of 0.045 m³). The POB crane's mean time consumption per harvested tree was lower for all work elements, but the differences were statistically significant only for crane in, reversing and waiting. The relative time savings decreased with increased mean stem volume. With mean stem volumes of 0.024 and 0.075 m³ the time savings were 11.0% and 7.1%, respectively.

Keywords: Forest technology, machine development, productivity, first thinning.

Innehållsförteckning

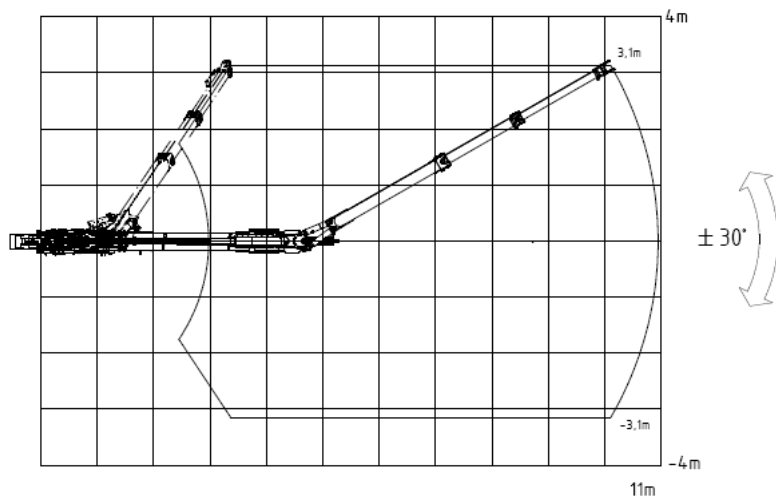
1 Inledning	6
1.1 Syfte	7
2 Material och metoder	8
2.1 Maskin	8
2.2 Förare	9
2.3 Försökslokal	9
2.4 Bearbetning av data	11
2.5 Parindelning av parceller	12
2.6 Tidsstudiens momentindelning	16
2.7 Genomförande	16
2.8 Statistiska analyser	19
3 Resultat	20
3.1 Vinkelfunktionen	20
3.2 Antalet förflyttningar	21
3.3 Avverkade träd per uppställningsplats	22
3.4 Antal virkeshögar	23
3.5 Skadade träd	24
3.6 Tidsåtgång utan hänsyn till avverkad medelstam	24
3.7 Tidsåtgång med hänsyn till avverkad medelstamsvolym	26
4 Diskussion	28
4.1 Vinkelfunktionen	28
4.2 Antal förflyttningar och antal avverkningsbara träd per uppställningsplats	29
4.3 Virkeshögar	30
4.4 Skador	30
4.5 Tidsåtgång	32
4.6 Maskin och förare	32
4.7 Parindelningen	33
4.8 Volymfunktioner	34
4.9 Statistiska test	34
4.10 Ekonomi	35
4.11 Behov av fortsatta studier	35
4.12 Slutsatser	36
Referenser	37
Litteraturkällor	37
Elektroniska källor	38
Muntliga referens	38
Bilaga 1. Tekniska data Valmet 911.3	39
Bilaga 2. Tekniska data Cranab Access	41
Bilaga 3. Tekniska data Valmet 350	43

1 Inledning

I drivningsarbete strävas efter allt högre prestation för att hålla nere kostnaderna och en årlig produktivitetsökning med 2-3 % är nödvändig för att klara den internationella konkurrensen (Thor, 2006).

Skogsmaskinerna har utvecklats från små bandtraktorer i slutet av 50-talet till dagens stora skördare och skotare. Engreppsskördaren fick sitt genombrott genom att slå ut den motormanuella avverkningen i gallring. I början av 90-talet hade engreppsskördaren övertagit den största delen av gallringarna i Sverige (Andersson, 2004), och senare även slutavverkningarna. Dagens maskinsystem har alltså funnits i drygt 20 år.

Engreppsskördaren har i princip fungerat på samma sätt sedan 80-talet, och en av dess viktigaste komponenter är kranen. I horisontell led är skördarkranar endast rörliga vid kranpelaren. Företaget Cranab i Vindeln har utvecklat en ny typ av skördarkran avsedd för gallring som är rörlig i horisontalled både vid kranpelare och vipparm. Kranen är alltså försedd med en vipparm som är horisontellt vridbar ± 30 grader vid vipparmens övre del (figur 1). Tanken var att man lättare skulle kunna nå alla gallringsträd när man kan vinkla kranarmen på mitten. Liknande teknik finns sedan tidigare på bla grävlastaren Huddig 1260 (Anon, 2007a), men har tidigare aldrig funnits på en skogsmaskin. Kranen från Cranab med horisontellt ledad vipparm kommer härnäst i rapporten att benämnas för ”vinkelkran”.



Figur 1. Vertikalvy över rörelseområdet vid en given kranpelarposition för en kran med horisontellt ledad (± 30 grader) vipparm. Kranpelaren är längst till vänster i figuren. En konventionell kran skulle bara kunna röra sig i en rät linje i bildens vänster-höger-led. (Bild: Mikael Olsson, 2007).

Figure 1. The top view of the moving area with a pivoting (± 30 degrees) outer boom for a given crane pillar position. The crane pillar is to the left in the picture. A conventional crane would only be able to move in a straight line in the picture's left-right dimension (Figure: Mikael Olsson, 2007).

Man har i en teoretisk simulering kommit fram till att man med vinkelkran kan höja produktiviteten upp till 8 % samtidigt som man ökar antalet avverkningsbara träd per uppställningsplats med 39-86 % (Bergström och Nordfjell, 2005). Övriga resultat var att antalet förflyttningar för skördaren med vinkelkranen förblir konstanta oavsett beståndstäthet och uttagsstyrka, till skillnad mot en skördare med konventionell kran. Med en vinkelkran får föraren troligtvis bättre möjligheter att undvika stamskador. Det förbättrade rörelseområdet med hjälp av vinkelfunktionen, borde enligt tillverkaren även ge föraren fördelar vid stamurval och vid sorteringsprocessen (Anon, 2007b). Cranabs vinkelkran, som fått namnet *Cranab Access*, provas sedan mitten av december 2005 ute i skogarna runt Vindelns i Västerbotten. Under sommaren 2006 har fler prover genomförts och som produkt planeras den nya kranen att vara tillgänglig i början av 2007 (Anon, 2007b).

1.1 Syfte

Syftet med studien var att fastställa om en vinkelkran på en skördare ger ökad produktion i gallring i jämförelse med en konventionell kran, och om det fanns skillnader i tidsåtgång för olika arbetsmoment mellan krantyperna.

De hypoteser som dessutom avsågs testas vara att vinkelkranen genom ökad kranrörlighet

1. kan avverka fler träd per uppställningsplats
2. ger lägre antal och tidsåtgång för maskinförflyttningar
3. ger lägre antal virkeshögar i beståndet
4. ger lägre antal stamskador i kvarvarande bestånd

2 Material och metoder

2.1 Maskin

Skördaren som användes i studien var en *Valmet 911.3* (bilaga 1). Kranen var en *Cranab Access*-prototyp (bilaga 2) med 11 meters räckvidd och utrustad med det enträdshanterande engreppsaggregatet *Valmet 350* (bilaga 3) (figur 2). Då en konventionell kran skulle studeras användes inte vipparmens horisontella vinklingsfunktion.



Figur 2. Den studerade engreppsskördaren *Valmet 911.3* med vinkelkranen *Cranab Access* i vänstervinklat läge.

Figure 2. The studied *Valmet 911.3* equipped with the *POB* crane *Cranab Access*, pivoted to the left.

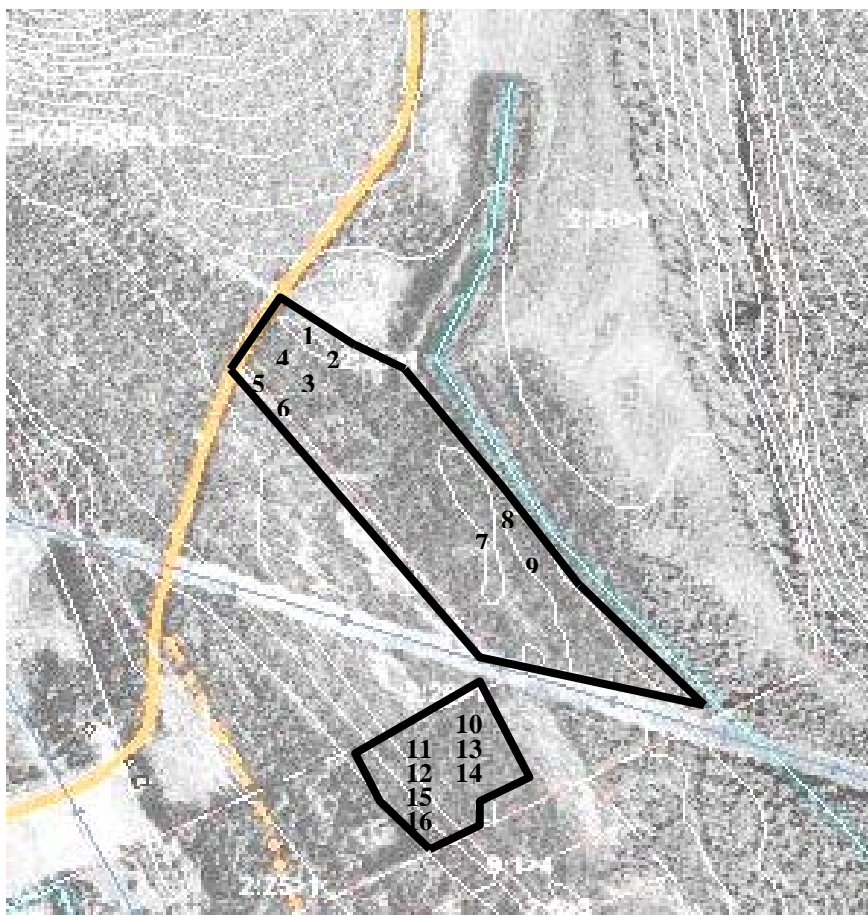
Foto/Photo: Petter Johansson

2.2 Förare

Skördarföraren var 26 år och hade 6 års erfarenhet som skogsmaskinförare varav 4 år som skördarförare. Han hade innan studien genomfördes drygt 7 månaders erfarenhet av den nya kranen. Föraren ansågs vara väl inkörd och ha god vana av vinkelkranen.

2.3 Försökslokal

Studien genomfördes i ett ca 3 hektar stort bestånd beläget i Ekorrsele, 37 km sydost om Lycksele i Västerbottens län. Beståndet bestod till 97 % av volymen av tall. Inom beståndet skapades 16 parceller (figur 3). 14 av parcellerna var 50x20 meter och två parceller (nr 5 och nr 6) var 40x20 meter. De sistnämnda var tvungna att göras mindre på grund av utrymmesskäl. Stamantalet i parcellerna varierade från 1113 till 3100 träd per hektar (tabell 1).



Figur 3. Parcellernas ungefärliga placering i beståndet (1-16).

Figure 3. The approximate location of the study units in the stand (1-16).

Bild/Picture: Roger Larsson

Inom varje parcell numrerades, diametermättes i brösthöjd och skaderegistrerades alla träd innan gallring. Gallringsträd samt träd i stickvägen färgmarkerades med orange

flouricerande sprayfärg. I urvalet av de träd som skulle avverkas togs hänsyn till deras placering, kvalitet och skador. Stickvägsavståndet var 20 meter och stickvägsbredden ca 4 meter vilket gav en stickvägsareal på 20 %.

Av de 16 parcellerna var fyra glesare än de övriga (tabell 1). Dessa var också gallrade sedan tidigare och deras stamantal varierade från 1113 till 1280 stammar per hektar. Nio parceller var belägna på plan mark, medan fyra parceller var belägna på åsar där skördaren måste avverka från åsryggen i lutningar från vardera sidan av stickvägen. Två parceller (nr 12 och nr 16) avverkades med 25 respektive 31 procentigt motlut i korrictningen och en parcell (nr 15) avverkades med 30 procentigt medlut i korrictningen.

Tabell 1. Parcellernas egenskaper före gallring
Table 1. The study units' characteristics before thinning

Parcell <i>Treatment unit</i>	Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Krantyp ¹ <i>Crane type¹</i>	Antal träd (n/ha) <i>Number of trees (n/ha)</i>	Medeldiameter (cm pb dbh) ² <i>Mean diameter (cm pb dbh)²</i>	Volym (m ³ fub/ha) ³ <i>Volyme (m³fub/ha)³</i>	Övrig information <i>Other information</i>
1	1	V	2190	10,4	108,5	Körning på åsrygg
2	1	K	2220	10,8	119,1	Körning på åsrygg
3	2	V	1350	12,8	108,6	Få stammar i stickväg
4	3	V	2360	10,4	117,5	Skråkörning 5 m
5	4	K	1138	14,3	116,6	2:a gallring
6	4	V	1113	14,7	122,2	2:a gallring
7	2	K	1860	12,3	137,0	Många träd i stickväg
8	5	K	1280	14,4	149,0	Körning på åsrygg , 2:a gallring
9	5	V	1230	14,7	156,8	Körning på åsrygg , 2:a gallring
10	6	K	2840	9,5	113,5	
11	7	K	3100	8,8	99,2	
12	3	K	2280	11,3	153,4	Körning i motlut 25 %
13	6	V	2600	9,3	96,4	
14	7	V	2930	9,6	118,7	Svåra stamval
15	8	V	2460	10,1	116,6	Körning i medlut 30 %
16	8	K	2130	10,5	115,1	Körning i motlut 31 %
Medelvärde <i>Mean value</i>			2068	11,5	121,8	

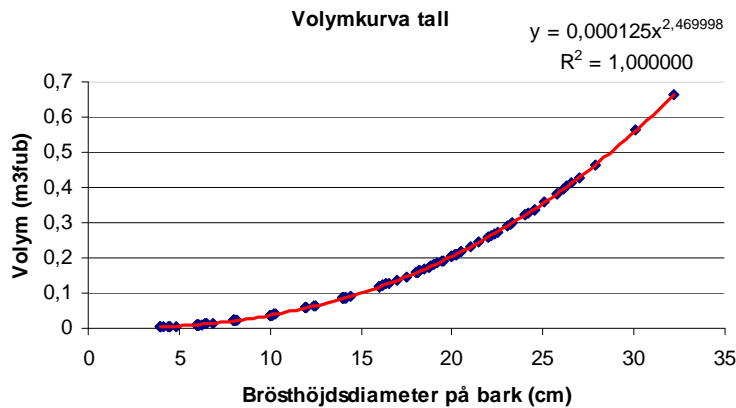
¹) V = vinkelkran, K = konventionell kran. ²) centimeter på bark i brösthöjd (=1,3 m). ³) fast kubikmeter under bark per hektar

¹) V = POB crane, K = conventional crane. ²) centimetre on bark at breast height (=1.3 m). ³) solid cubic metre under bark per hectare

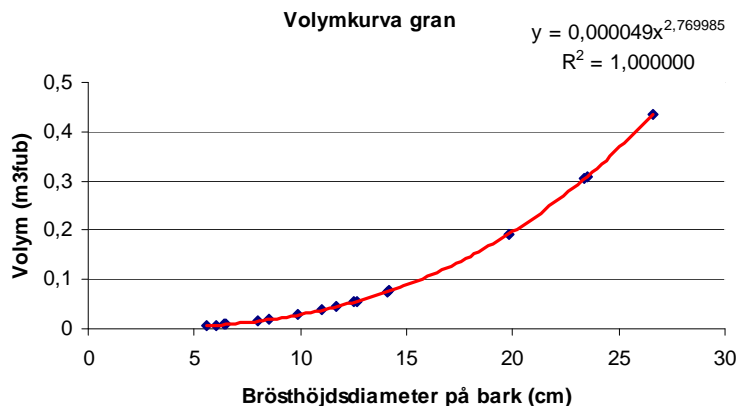
2.4 Bearbetning av data

Utöver att varje träd diametermättes och skaderegistrerades höjdmättes ett stickprov av träden. För att utse vilka träd inom varje parcell som skulle höjdmätas delades trädens brösthöjdsdiameter upp i två-centimeters klasser. I varje diameterklass valdes det träd som låg närmast den undre klassgränsen för att höjdmätas. Detta resulterade i ca tio höjdmätta träd per parcell. Dessa höjdmätta träd har sedan använts för att skapa sekundära volymfunktioner för tall, gran och björk (figur 4-6) med hjälp av Brandels mindre volymfunktioner med brösthöjdsdiameter och trädhöjd som oberoende variabler (Brandel, 1990). Med hjälp av de sekundära volymfunktionerna har volymerna för de avverkade träden beräknats. Volymerna för träden är beräknade i enheten fast kubikmeter under bark (m³fub), dvs exklusive grenar, stubbe och bark.

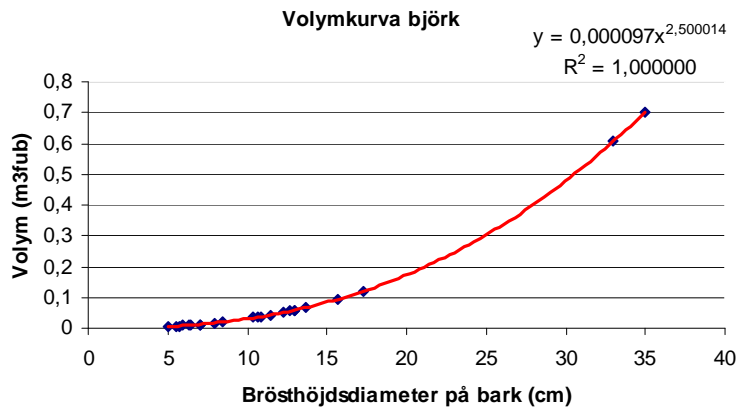
Parcelldata har räknats upp till hektar för att underlätta jämförelser.



Figur 4. Volymkurva för tall baserad på Brandels mindre volymfunktion och 152 provträd.
Figure 4. Volume curve for pine based on Brandel's smaller volume function and 152 sampled trees.



Figur 5. Volymkurva för gran baserad på Brandels mindre volymfunktion och 17 provträd.
Figure 5. Volume curve for Norway spruce based on Brandel's smaller volume function and 17 sampled trees.



Figur 6. Volymkurva för björk baserad på Brandel's mindre volymfunktion och 23 provträd.
Figure 6. Volume curve for birch based on Brandel's smaller volume function and 23 sampled trees.

2.5 Parindelning av parceller

För att under likvärdiga förhållanden kunna jämföra de olika krantyperna delades parcellerna in i par. Parindelningen baserades på likheter i trädantal före gallring, samt medeldiametern på avverkningsbara träd och dess antal (tabell 2). Dessa parameterar valdes på grund av att beståndet var förhållandevist klen och stamtätt. Stamtätheten bedömdes ha störst betydelse för maskinens sätt att arbeta och prioriterades högre än medeldiametern som i det här fallet var av mindre betydelse eftersom det i de flesta fall handlade om små träd och inte var något problem för maskinen. Antalet markerade träd som skulle avverkas fanns med som en kompletterande variabel till de övriga variablerna för hur tät, likartad och svåravverkad parcellen var i jämförelse med andra parceller. Inom varje parcellpar lottades respektive kransystem ut. Åtta parceller tilldelades följaktligen systemet med vinkelkran och resterande åtta tilldelades konventionell kran.

Tabell 2. Parcellernas parindelning innan gallring. V betecknar vinkelkran och K konventionell kran
Table 2. Treatment unit groupings before thinning. V and K signify POB crane and conventional crane, respectively

Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Antal träd (n/ha) <i>Number of trees (n/ha)</i>			Markerade träs medeldiameter (cm pb brh) <i>Marked trees mean diameter (cm pb brh)</i>			Markerade träd (n/ha) <i>Marked trees (n/ha)</i>		
	V	K	Diff	V	K	Diff	V	K	Diff
	1	2190	2220	-30	9,0	9,8	-0,8	840	870
2	1350	1860	-510	11,0	10,3	0,7	310	570	-260
3	2360	2280	80	9,2	10,7	-1,5	770	750	20
4	1113	1138	167	11,9	9,9	2	100	138	-38
5	1230	1280	-50	11,4	10,9	0,5	360	310	50
6	2600	2840	-240	8,1	8,5	-0,4	810	790	20
7	2930	3100	-170	8,7	7,9	0,8	880	860	20
8	2460	2130	330	9,5	10,6	-1,1	680	650	30
Medelvärde <i>Mean value</i>	2029	2106	-53	9,8	9,8	0,0	594	617	-23
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	697	682	259	1,4	1,1	0,3	294	267	28

På grund av att föraren var tvungen att avverka fler träd i stickvägen än de som var färgmärkta, förändrades antalet uttagna stammar och medeldiametern något. Tabell 3 visar det verkliga utfallet av avverkade träs medeldiameter och antal avverkade stammar i parindelningen mellan vinkelkran och konventionell kran.

Tabell 3. Skillnad i avverkade träs medeldiameter och antal inom parcellparen, samt avverkad volym och gallringsstyrka (% av beståndsvolymen). V betecknar vinkelkran och K konventionell kran

Table 3. Differences between pairs of treatment units in terms of mean diameter and density of harvested stems, and cut volume and thinning grade (% of stand volume). V and K signify POB crane and conventional crane, respectively

Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Avverkade träs medeldiam (cm pb brh) <i>Cut trees mean diameter (cm ob brh)</i>			Antal avverkade träd (n/ha) <i>Number of cut trees (n/ha)</i>			Avverkad volym (m ³ fub/ha) <i>Cut volume (m³fub/ha)</i>			Gallringsstyrka (%) <i>Thinning grade (%)</i>		
	V	K	Differens	V	K	Differens	V	K	Differens	V	K	Differens
			<i>Difference</i>			<i>Difference</i>			<i>Difference</i>			<i>Difference</i>
1	9,13	10,06	-0,93	940	950	-10	32	44	-12	30	37	-7
2	11,45	10,72	0,73	330	700	-370	21	39	-18	20	28	-8
3	9,35	10,98	-1,63	950	870	80	34	56	-22	29	36	-7
4	11,9	9,85	2,05	100	138	-38	6	4	2	7	4	3
5	11,42	11,79	-0,37	390	350	40	29	26	3	18	17	1
6	8,21	8,43	-0,22	930	910	20	26	27	-1	27	23	4
7	9,01	7,97	1,04	990	1000	-10	34	25	9	29	25	4
8	9,51	12,43	-2,92	800	750	50	33	42	-9	28	36	-8
Medelvärde <i>Mean value</i>	9,99	10,28	-0,28	679	708	-30	27	33	-6	24	26	-2
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	1,38	1,54	1,58	384	309	143	10	16	11	8	11	6

Efter gallringen kontrollerades parindelningen med parvisa t-test (tabell 4) för sex och åtta par. Testen visade att parcellerna inom paren inte skiljde sig åt med avseende på stamantal före gallring eller uttagna stammars medeldiameter och antal ($P > 0,05$). Trots att testerna visade att parindelningen var korrekt utförd fanns ändå stora olikheter i två parcellpar (2 och 4) och därmed anledning att utesluta dessa ur analyserna av antal maskinflyttningar, antal avverkade träd per uppställningsplats, antal virkeshögar och justerad tidsåtgång med hänsyn till beståndets medelstam. Det ena parcellparet (par 2) utelämnades på grund av stor differens i stamantal samt att den ena parcellen i detta par (parcell 7) hade stor andel stammar i stickvägen. Detta gav inte en likvärdig jämförelse mot den andra parcellen (parcell 3) som i stort sett saknade träd i stickvägen, eftersom tidsåtgången att avverka träd i stickvägen förkortas avsevärt jämfört med att avverka träd i mellanzonen. Det andra paret (par 4) utelämnades på grund av att för få träd hade avverkats och att behandlingen inte korrekt kunde kallas gallring, vilket gav ett osäkert resultat. För att visa hur mycket vinkelfunktionen användes togs alla vinkelparceller med eftersom ingen jämförelse krantyperna emellan gjordes. Alla åtta parcellpar fanns även med i analysen av den totala tidsåtgången per träd för att analysera om olikheterna mellan krantyperna kvarstod trots att de praktiska skillnaderna på parcellnivå var tydliga.

Tabell 4. Analys av parindelningen baserat på urvalsvariabler inmätta före och efter gallring samt effekten av utelämnandet av två avvikande parcellpar. Parcellerna inom parindelningen skiljer sig inte åt om $P > 0,05$

Table 4. An analysis of the paired treatment units based on the selected variables before and after thinning, and the effect of the two deviating units which were left out. The units within the pairs are not different if $P > 0.05$

Parcellpar (n) <i>Treatment unit pairs (n)</i>	Antal träd (n/ha) <i>Trees (n/ha)</i>		Uttagets medeldiam (cm pb brh) <i>Cut mean diameter (cm pb brh)</i>		Antal avverkade träd (n/ha) <i>Number of cut trees (n/ha)</i>	
	Medeldifferens ± standaravvikelse <i>Mean difference ± standard deviation</i>	P-värde <i>P-value</i>	Medeldifferens ± standaravvikelse <i>Mean difference ± standard deviation</i>	P-värde <i>P-value</i>	Medeldifferens ± standaravvikelse <i>Mean difference ± standard deviation</i>	P-värde <i>P-value</i>
8 st, före gallring <i>8 (n) before thinning</i>	-76,88 ± 244,6	0,403	0,02 ± 1,19	0,963	-23,44 ± 100,08	0,529
8 st, efter gallring <i>8 (n) after thinning</i>	-	-	-0,28 ± 1,58	0,63	-29,69 ± 142,6	0,227
6 st, före gallring <i>6 (n) before thinning</i>	-13,33 ± 202,1	0,878	-0,42 ± 0,91	0,306	18,33 ± 26,39	0,150
6 st, efter gallring <i>6 (n) after thinning</i>	-	-	-0,84 ± 1,35	0,188	28,33 ± 35,45	0,108

-) ej jämförd variable / *not compared variable*

2.6 Tidsstudiens momentindelning

Kontinuerliga tidsstudier genomfördes i fält med hjälp av en *Husky hunter* datasamlare med programvaran *Siwork 3*. Arbetsmomentindelningen (tabell 5) utgick från Christoffersson (1997). I de fall där de indelade momenten överlappade varandra registrerades det moment som hade högst prioritet, dvs lägst värde i tabell 5.

Tabell 5. Arbetsmomentindelning, beskrivning och prioritet
Table 5. Work elements, definition and priority

Arbetsmoment <i>Work element</i>	Beskrivning <i>Description</i>	Prioritet <i>Priority</i>
Upparbetning	Positionering, fällning och upparbetning. Började då skördaraggregatet greppade stammen, slutade då sista biten lämnade aggregatet	1
Framåtkörning	Började då hjulen rörde sig framåt och slutade då hjulen åter stod stilla.	2
Bakåtkörning	Började då hjulen rörde sig framåt och slutade då hjulen åter stod stilla.	2
Kran ut	Började då kranen fördes ut mot stammen och slutade då skördaraggregatet greppade stammen.	3
Kran in	Började då kranen fördes in utan gagnvirke i aggregatet och slutade då något annat moment började	3
Väntan	Tid då varken kran eller hjul rörde sig eller upparbetning skedde	3
Övrigt	Ej något av ovanstående, men ingående i det faktiska arbetet, t ex risrensning, omflyttning av virke, röjning eller kedjebyte.	3
Störning	Ej hänfört till arbetet, t ex telefonsamtal, kedjebrott, slangbrott. Räknades ej in i verktiden.	3

För varje arbetscykel registrerades numret på det avverkade trädet. Vinkling av kran registrerades uppdelat på vinklingsriktning (höger eller vänster). Tidmätningen för de tidsstuderade arbetsmomenten skedde i centiminuter (cmin), vilket är detsamma som en hundradels minut. För att omvandla cmin till sekunder divideras cmin med hundra och multipliceras sedan med sextio ($s = (cmin/100) \times 60$).

2.7 Genomförande

Tidsstudien genomfördes den 28:e och 31:a juli 2006. Den 28:e mellan klockan 06.00-13.00 avverkades parcell 1-9 och den 31:a mellan klockan 06.00-15.00 avverkades resterande parceller. Det var under tidsstudien runt +20°C, soligt, klart och vindstilla.



Figur 7. Bilden visar parcell 4 och hur den var uppmärkt. Träd som skall avverkas är markerade med svart prick. De vita lapparna är nummerlappar. Stickvägen (streckad linje), yttergränsen och parcellens slut var tydligt utmärkta med sprayfärg och snitselband.

Figure 7. The picture shows how treatment unit 4 was marked. Trees for harvesting are marked with black dots. The white notes are tree numbers. The strip road (broken line), outer borders and end were marked in colour.

Foto/Photo: Petter Johansson

Föraren fick i uppgift att avverka alla träd som var märkta (figur 7). Föraren tilläts dock att avverka träd som inte var märkta om de hindrade framkomligheten i stickvägen. I övrigt fick enbart märkta träd avverkas. Efter att varje parcell avverkats registrerades antalet virkeshögar. För att kunna räkna dessa användes följande definition av en virkeshög: om skotarföraren med en enda gripörelse kan gripa virket utan att skada andra träd eller behöva flytta om virket, trots att virket spretar åt olika håll, räknas virket som en virkeshög (figur 8). Analyser av hur många av virkeshögarna som var timmerhögar gjordes inte.



Figur 8. Tre virkeshögar som skotarföraren utan problem kan lyfta med en griprörelse vardera utan att skada andra träd eller behöva flytta om virket. Cirklarna markerar lämpliga grepppunkter.
Figure 8. Three piles which can be lifted by the forward operator with a single grip, without damaging other trees or having to rearrange the wood piles. The circles describe suitable gripping points.

Foto/Photo: Petter Johansson

Efter att tidsstudien avslutats inventerades kvarvarande träd med avseende på stamskador. En skada på ett träd registrerades om den uppnådde en total yta av 3×3 cm. Om flera små skador fanns registrerades dessa som en skada om de tillsammans utgjorde en total yta av 3×3 cm (figur 9).



Figur 9. Två stycken stamskador inringade som tillsammans överstiger 3×3 cm. Dessa två skador registreras som en skada. Den vita lappen är 3×3 cm.

Figure 9. The circles show two stem damages which together have an area of 3×3 cm. Those two damages will be registered as one single damage. The white note is 3×3 cm.

Foto/Photo: Petter Johansson

2.8 Statistiska analyser

Tidsåtgången för arbetsmomenten analyserades i form av genomsnittlig tidsåtgång per träd inom parcellen, vilket beräknades i form av att den totala tidsåtgången per parcell fördelades på det totala antalet avverkade träd inom parcellen. På samma sätt beräknades antalet avverkade träd per uppställningsplats genom att antalet avverkade träd per parcell dividerades med antalet förflyttningar per parcell. Andelen skadade träd beräknades som antalet skadade träd per parcell dividerat med det totala antalet kvarvarande träd per parcell.

Tidsstudiedatat har sammanställts i Excel och analyserats med parvisa t-test i *Minitab 14*. Parvisa t-test utfördes dessutom på antalet träd per uppställningsplats, antalet förflyttningar framåt och bakåt, antal virkeshögar samt andel skadade träd. Ett 95 % konfidensintervall togs fram för den totala tidsåtgången per träd. I *Minitab 14* har även variansanalys genom *General Linear Model* använts för beräkning av den totala tidsåtgången per träd med hänsyn till parcellernas medelstam. Som gräns för signifikanta skillnader har 5 % använts.

3 Resultat

3.1 Vinkelfunktionen

Användningen av vinkelfunktionen pendlade i de flesta fallen mellan 28 % och 36 % av de uttagna träden (tabell 6). I två parceller har användningen av vinklingen på kranen varit lägre än de övriga och det är parceller med ett lågt stamuttag (parcell 6) samt ett något större antal träd i stickvägen (parcell 1).

Tabell 6. Användning av vinkelfunktionen fördelat per parcell. V betecknar att kranen vinklades åt vänster och H betecknar att kranen vinklades åt höger

Table 6. Usage of the outer boom pivoting function per study unit. V and H signify that the POB crane pivots to the left and to the right, respectively

Parcellnr <i>Treatment unit pair</i>	Antal vinklingar per ha <i>Number of outer boom pivoting per ha</i>			Avverkade träd <i>Cut trees</i>	
	V	H	Totalt <i>Total</i>	Antal träd (n/ha) <i>Number of trees (n/ha)</i>	Andel med kranvinkling (%) <i>Share with OBP (%)</i>
1	70	60	130	940	14
3	70	50	120	330	36
4	40	230	270	950	28
6	0	12,5	12,5	100	13
9	60	70	130	390	33
13	120	180	300	930	32
14	170	120	290	990	29
15	120	120	240	800	30
Medelvärde <i>Mean value</i>	81	105	187	679	27
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	53	72	103	350	9

3.2 Antalet förflyttningar

Antalet förflyttningar både framåt och bakåt var lägre med vinkelkran än med konventionell kran (tabell 7). Enbart skillnaden i antalet förflyttningar bakåt var signifikant skilda vid analys av både sex och åtta parcellpar. Vid analys av åtta parcellpar var medelantalet förflyttningar framåt 189 per hektar för vinkelkran och 203 per hektar för den konventionella kranen. Motsvarande värden för förflyttning bakåt var 14 respektive 46 förflyttningar per hektar. Analysen av sex parcellpar och antalet förflyttningar framåt per hektar gav ett medeltal av 218 för vinkelkran och 223 för den konventionella kranen. Motsvarande värden för förflyttning bakåt var 18 respektive 62 förflyttningar per hektar. Förflyttningarna bakåt var sålunda 70 % färre vid gallring med vinkelkran jämfört med konventionell kran. Antalet förflyttningar bakåt var signifikant skilda ($P = 0,007$) mellan vinkelkran och konventionell kran.

Tabell 7. Antal förflyttningar framåt respektive bakåt för sex parcellpar. V betecknar vinkelkran och K konventionell kran

Table 7. Number of machine movements forward and backwards, respectively, for six pairs of treatment units. The number of machine movements backwards were significantly ($P = 0,007$) different between the OBP crane and conventional crane. V and K signify POB crane and conventional crane, respectively

Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Antal förflyttningar framåt (n/ha) <i>Movements forward (n/ha)</i>			Antal förflyttningar bakåt (n/ha) <i>Movements backward (n/ha)</i>		
	V	K	Differens <i>Difference</i>	V	K	Differens <i>Difference</i>
1	220	230	-10	10	90	-80
3	220	270	-50	40	80	-40
5	180	170	10	20	60	-40
6	230	230	0	0	10	-10
7	280	240	40	30	90	-60
8	180	200	-20	10	40	-30
Medelvärde <i>Mean value</i>	218	223	-5	18	62	-43
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	37	34	30	15	32	24

3.3 Avverkade träd per uppställningsplats

Med vinkelkranen avverkades signifikant ($P = 0,015$) fler träd (24,8 %) per uppställningsplats (tabell 8). Antalet träd per uppställningsplats beräknades på 6 parcellpar.

Tabell 8. Medelantal träd som avverkades per uppställningsplats. V betecknar vinkelkran och K konventionell kran

Table 8. Mean number of trees cut per machine position. V and K signify POB crane and conventional crane, respectively

Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Träd per uppställningsplats <i>Cut trees per machineposition</i>		Differens <i>Difference</i>
	V	K	
1	4,1	3,0	1,1
3	3,7	2,5	1,2
5	2,0	1,5	0,5
6	4,0	3,8	0,2
7	3,2	3,0	0,2
8	4,2	3,1	1,1
Medelvärde <i>Mean value</i>	3,5	2,8	0,7
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	0,9	0,8	0,5

3.4 Antal virkeshögar

Vid analys av sex parcellpar var det i genomsnitt 287 virkeshögar per hektar med vinkelkran jämfört med i genomsnitt 300 högar per hektar med den konventionella kranen (tabell 9). Antalet virkeshögar var dock inte signifikant skilda ($P = 0,286$) mellan krantyperna.

Tabell 9. Antalet virkeshögar per hektar efter gallring och dess medelvoly. V betecknar vinkelkran och K betecknar konventionell kran

Table 9. Number of wood piles per hectare after thinning and their mean volume. V and K signify POB crane and conventional crane, respectively

Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Antal virkeshögar (n/ha) <i>Number of wood piles (n/ha)</i>			Virkeshögens medelvoly <i>Mean volume of woodpiles</i>		
	V	K	Differens <i>Difference</i>	V	K	Differens <i>Difference</i>
1	250	310	-60	0,13	0,14	-0,01
3	320	340	-20	0,10	0,11	-0,01
5	290	310	-20	0,10	0,08	0,02
6	270	270	0	0,10	0,10	0,00
7	290	270	20	0,12	0,09	0,03
8	300	300	0	0,11	0,14	-0,03
Medelvärde <i>Mean value</i>	287	300	-13	0,11	0,11	0,00
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	24	27	27	0,01	0,03	0,02

3.5 Skadade träd

Andelen skadade träd var med båda krantyperna runt 7 % (tabell 10). Vid analysen på sex parcellpar var i genomsnitt 6,8 % av de kvarvarande träden skadade av vinkelkran och 7,9 % av den konventionella kranen. Antalet skador var inte signifikant skilda ($P = 0,392$) mellan krantyperna.

Tabell 10. Andel kvarvarande träd med stamskador från gallringen. V betecknar vinkelkran och K konventionell kran

Table 10. Proportion (%) of residual trees with stem damages from the thinning operation. V and K signify POB crane and conventional crane, respectively

Parcellpar <i>Treatment unit pair</i>	Andel skadade träd (%) <i>Share of damaged trees (%)</i>		
	V	K	Differens <i>Difference</i>
1	7,2	12,6	-5,4
3	8,5	7,8	0,7
5	4,8	7,5	-2,7
6	4,8	6,7	-1,9
7	8,2	6,7	1,5
8	7,2	5,8	1,4
Medelvärde <i>Mean value</i>	6,8	7,9	-1,1
Standardavv. <i>Standard deviation</i>	1,7	2,4	2,8

3.6 Tidsåtgång utan hänsyn till avverkad medelstam

Vid analys på parcellnivå av åtta parcellpar uppvisade vinkelkranen en total tidsvinst med 6,3 %, men totaltiderna per träd var inte signifikant skilda ($P = 0,410$) mellan krantyperna. Signifikanta tidsskillnader fanns enbart för momenten bakåtkörning ($P = 0,017$) och väntan ($P = 0,049$). Den totala tidsåtgången per träd var $36,4 \pm 5,4$ cmin (medelvärde \pm standardavvikelse) för vinkelkran och $38,8 \pm 6,3$ cmin för konventionell kran.

Vid analys av sex parcellpar tog alla arbetsmoment kortare tid med vinkelkranen. Tiden för momenten kran ut, bakåtkörning och väntan samt den totala tidsåtgången per träd var signifikant skilda från den konventionella kranen (tabell 11). Arbetet med vinkelkranen uppvisade därmed 14,7 % lägre tidsåtgång per träd jämfört med arbetet med den konventionella kranen.

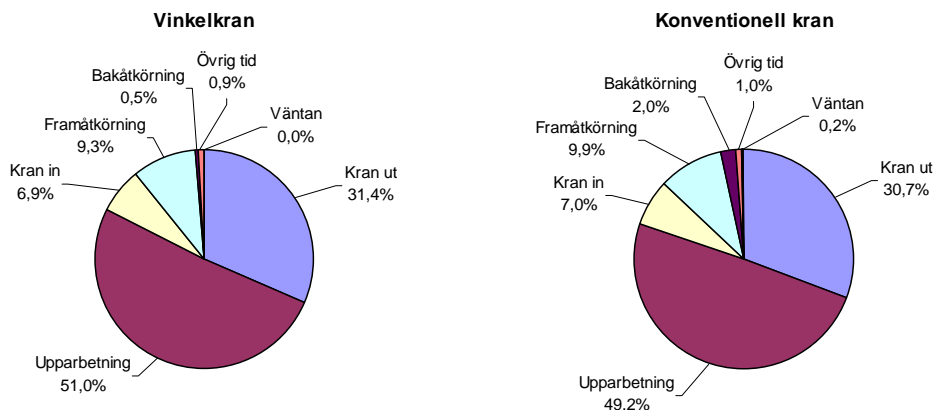
Tabell 11. Tidsåtgång per träd (medelvärde ± standardavvikelse) fördelat på arbetsmoment baserat på medelvärden från sex parcellpar. Signifikanta tidsskillnader mellan krantyperna är markerade med fet stil

Table 11. Time consumption per tree (mean value ± standard deviation) for the different work elements (based on mean values of six pairs of treatment units). Significant differences between crane types are marked with bold type

Arbetsmoment <i>Work elements</i>	Vinkelkran (cmin/träd) <i>POB crane</i> (cmin/tree)	Konventionell kran (cmin/träd) <i>Conventional crane</i> (cmin/tree)	Differens <i>Difference</i>	P-värde <i>P-value</i>
Framåtkörning	3,26 ± 0,70	4,04 ± 1,86	-0,78 ± 1,18	0,166
Kran ut	10,98 ± 1,53	12,58 ± 0,86	-1,60 ± 1,35	0,034
Upparbetning	17,80 ± 2,96	20,13 ± 2,94	-2,33 ± 2,87	0,103
Kran in	2,40 ± 1,05	2,88 ± 0,50	-0,48 ± 0,74	0,173
Bakåtkörning	0,16 ± 0,17	0,83 ± 0,52	-0,67 ± 0,39	0,009
Övrig tid	0,33 ± 0,42	0,42 ± 0,44	-0,09 ± 0,67	0,767
Väntan	0,00 ± 0,00	0,09 ± 0,08	-0,09 ± 0,08	0,042
Totaltid/träd Total time/tree	34,92 ± 5,35	40,95 ± 5,61	-6,03 ± 5,09	0,034

Med ett 95 % konfidensintervall för skillnaden i totaltiden per träd var vinkelkranen som mest 11,8 cmin snabbare och som minst 0,6 cmin snabbare.

Den procentuella fördelningen av de studerade arbetsmomenten med avseende på totaltiden per träd skiljer sig något åt mellan de två krantyperna (figur 10). Den största skillnaden finner man för arbetsmomentet upparbetning, vilket för vinkelkran upptog 1,8 procentenheter längre andel av arbetstiden än vid arbetet med konventionell kran. Momentet bakåtkörning upptog 1,5 procentenheter lägre tidsandel med vinkelkran jämfört med den konventionella kranen. Andelen kran ut-momentet var 0,7 procentenheter längre med vinkelkran. För övriga moment fanns endast små skillnader mellan krantyperna.



Figur 10. Arbetstidens fördelning på arbetsmoment för vinkelkran och konventionell kran.

Figure 10. The distribution of time consumption over work elements for POB crane (left) and conventional crane (right).

3.7 Tidsåtgång med hänsyn till avverkad medelstamsvolym

Tidsåtgången vid avverkning är beroende av trädvolymen, framförallt för arbetsmomentet upparbetning. Genom att ta hänsyn till effekten av parcellernas avverkade medelstamsvolym på tidsåtgången kunde jämförelsen mellan de två krantyperna göras säkrare (dvs med ett lägre medelfel). Medelstammens volym prövades som kovariat i Minitab (*Anova, General linear modell*) och visade sig ha stark påverkan ($P = 0,009$). Efter justering i Anova (GLM) av ovanstående medeltotaltid per träd var vinkelkranen signifikant ($P = 0,0264$) snabbare (9 %) i gallring vid samma medelstam ($0,04502 \pm 0,01781 \text{ m}^3\text{fub}$). Någon skillnad mellan effekterna av medelstammen för de två krantyperna kunde därmed inte påvisas. Tiden per träd blev då 36,2 cmin för vinkelkran och 39,7 cmin för den konventionella kranen. Med dessa tider per träd kan man avverka 166 träd per G_0 -h med vinkelkran och 151 träd per G_0 -h med den konventionella kranen. Vid aktuell medelstam blev då prestationen ca 7,47 $\text{m}^3\text{fub}/G_0\text{-h}$ med vinkelkran och 6,80 $\text{m}^3\text{fub}/G_0\text{-h}$ med konventionell kran.

Med ett 95 % konfidensintervall för skillnaden i totaltiden per träd med hänsyn till parcellernas medelstam var vinkelkranen som mest 6,4 cmin snabbare och som minst 0,7 cmin snabbare än den konventionella kranen.

Med en avverkad medelstamsvolym mellan 0,024 m^3fub och 0,075 m^3fub kunde följande tidsfunktioner nedan, utifrån *Anova, General linear model*, användas för att beskriva tidsåtgången med vinkelkranen respektive konventionell kran i det aktuella provbeståndet.

Tidsfunktioner:

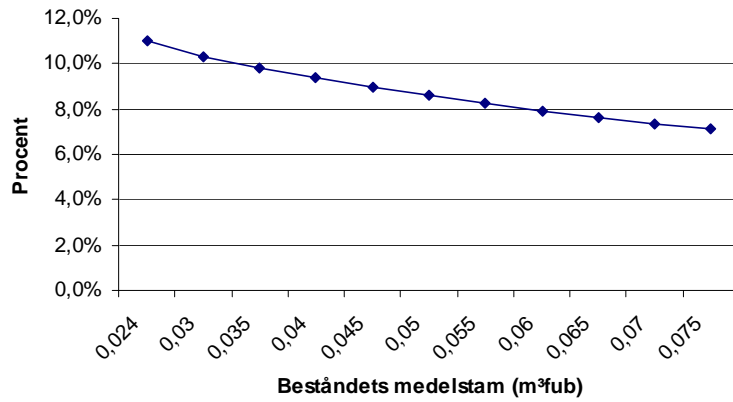
$$\text{Vinkelkran: } T = 20,42 + 349,46 \times V$$

$$\text{Konventionell kran: } T = 23,98 + 349,46 \times V$$

T = Total tidsåtgång per träd (cmin)

V = Medelstamsvolym (m^3fub)

Funktionerna ger att vinkelkranen är 3,56 cmin snabbare oavsett medelstam i det aktuella beståndet. De två funktionernas utseende gör också att den relativa tidsvinsten med vinkelkran minskar med ökad beståndsmedelstam. Vid en medelstam av 0,024 m^3fub var tidsvinsten 11,0 % och vid 0,075 m^3fub medelstam var tidsvinsten 7,1 % (figur 11). Vid 0,024 m^3fub medelstam kunde man avverka 208 träd per G_0 -h med vinkelkranen och 185 träd per G_0 -h med den konventionella kranen. Vid 0,075 m^3fub medelstam kunde man avverka 129 träd per G_0 -h med vinkelkranen och 120 träd per G_0 -h med den konventionella kranen.



Figur 11. Relativ tidsvinst per träd för vinkelkran jämfört med konventionell kran fördelat på beståndsmedelstam.

Figure 11. Relative time savings per tree for the POB crane compared to conventional crane as a function of the stand's mean stem volume.

4 Diskussion

Huvudproblemet vid jämförande studier är att åstadkomma likartade villkor. Det finns tre strategier för detta, nämligen konstanthållning, upprepning och mätning med normering (Bergstrand 1987). Konstanthållning innebär att man försöker hålla en eller flera faktorer konstanta, som till exempel att utnyttja likvärdiga bestånd eller samma förare.

Upprepning syftar till att t ex utjämna de avvikelser som finns inom bestånd eller uppstår genom till exempel tidsstudietagarens misstag. Att mäta och normera innebär att man tar med avvikelserna i analysen. Samtliga strategier nyttjades i denna studie och diskuteras vidare nedan.

4.1 Vinkelfunktionen

Användningen av vinkelfunktionen varierade i de flesta parceller mellan 28 % och 36 %. I två parceller var användningen av vinklingen på kranen lägre än i de övriga och det var i parceller som dels representerades av ett lägre stamuttag samt ett något större antal träd i stickvägen. Eftersom vinkelfunktionen endast noterades genom synintryck var små vinklingar svåra att registrera, så förmodligen användes den mer än vad resultaten visar. En impulsräknare hade varit användbar och gett en bättre bild av hur ofta funktionen användes. I genomsnitt tenderade vinkelfunktionen att användas mer åt höger. Detta är förvånande eftersom kranen finns monterad på höger sida om hytten, vilket medför att sikten är bättre när vipparmen vrids åt vänster. Vid kranarbete långt ut från maskinen skymmer lyftarmen sikten åt höger, vilket borde påverka användningen av vinkelfunktionen åt höger negativt. Så länge lyftarmen inte skymmer sikten bör dock inga skillnader förekomma i vinklingsriktning. Förmodligen har naturliga variationer spelat in tillsammans med att avståndet till stammarna där vinkelfunktionen används varit korta, vilket gjort att lyftarmen inte skymt sikten och att vipparmen använts mer åt höger istället för vänster. Huruvida den extra vinkelfunktionen påverkar maskinförarens psykiska arbetsbelastning var oklar men sannolikt bör arbetsplaneringen ha förenklats, vilket styrks av den lägre tidsåtgången för bakåtkörning och väntan.



Figur 12. Kranen i vänstervinklat läge och en typisk situation där vinkelfunktionen på kranen kommer till användning. Hydraulcylindrarna (inringade) som styr vipparmen i sidled syns på vipparmens början. Lyftarmen skymtas i bildens övre högra hörn. Vid arbete längre ut från maskinen skymts förarens sikt av lyftarmen om vinkelfunktionen används åt höger.

Figure 12. Outer boom pivoted to the left in order to reach around a residual tree. The hydraulic cylinders which control the pivoting are circled. The crane's lifting boom can be seen in the pictures upper right corner. The crane's lifting boom blocks the operator's view when the crane is fully extended.

Foto/Photo: Petter Johansson.

4.2 Antal förflyttningar och antal avverkningsbara träd per uppställningsplats

Vinkelfunktionen gjorde att antalet avverkningsbara träd per uppställningsplats ökade, vilket bekräftades av att antalet maskinförflyttningar också minskade. Antalet maskinförflyttningar framåt var i stort sett likvärdigt, men antalet förflyttningar bakåt var betydligt lägre vid användning av vinkelkran. Även en finsk studie (Ovaskainen et al., 2004) visar att produktionen ökar med färre maskinförflyttningar bakåt, vilket i kombination med vinkelfunktionen även var fallet i denna studie. I Bergströms och Nordfjell (2005) simulering förblev förflyttningarna för skördaren med vinkelkranen konstanta oavsett beståndets stamtäthet och uttagsstyrka. För den konventionella kranen varierade dock antalet förflyttningar beroende på stamtäthet och uttag, men vinkelkranen hade överlag längre förflyttningssträcka. Simuleringsresultaten styrks även i denna studie eftersom antalet förflyttningarna totalt reducerades med i genomsnitt 17 %, men hur stamtäthet och uttag inverkar har inte studerats.

I simuleringen kom man även fram till att man kunde öka antalet avverkade träd med 39-86 % per uppställningsplats med vinkelkranen (Bergström och Nordfjell, 2005). Riktigt

så högt visade inte den här jämförande studien, där antalet avverkade stammar i medeltal var 24,8 % fler med vinkelkranen än med konventionell kran. Skillnaden kan till viss del tillskrivas att simuleringen byggde på de träd som avverkades mellan stickvägarna medan denna studie även inkluderade träd som avverkades i stickvägen. Den utförda studien har därmed mer karaktär av att jämföra vinkelkranens arbetssätt i förstagallring och simuleringen arbetssättet i andragallring.

4.3 Virkeshögar

Antalet virkeshögar var inte signifikant skilda mellan vinkelkran och konventionell kran enligt de parvisa t-testerna, varför hypotesen om att antalet virkeshögar minskar med vinkelkran inte kunde styrkas. En brist i analysen av antalet virkeshögar var dock att sortimentsantalet inte blivit noterat, vilket kan ha påverkat resultatet. Det var dock inte stor andel timmer (<10 % av volymen) eller andra träslag än tall (<4 % av volymen) på de flesta utav parcellerna. I de parceller där timmer och/eller andra träslag än tall fanns med kan det dock ha bidragit till ett större antal virkeshögar eftersom varje sortiment läggs i en egen virkeshög längs stickvägen. Med hänsyn tagen till dessa faktorer är det möjligt att antalet virkeshögar skiljer sig mellan arbete med vinkelkran och konventionell kran.

4.4 Skador

I denna studie användes 9 cm² som nedre gräns för att skador skulle registreras vilket kan ha höjt skadeandelen i förhållande till andra studier, där en större skadeyta (≥15 cm²) har använts som gräns (t ex Joelsson (2004) och Härstedt (2000)). Skadorna var till största delen uppkomna av aggregatet, men en del skador uppkom även vid upparbetningen (figur 13). Att skadeandelen var förhållandevis hög beror troligtvis främst på att föraren dels var styrd vid valet av stammar och dels av att beståndet var förhållandevis stamtätt.



Figur 13. En typisk skada som orsakats av aggregatet när ett träd har avverkats mellan två kvarvarande stammar.

Figure 13. Typical stem damage caused by the harvester head when cutting between two trees.
Foto/Photo: Petter Johansson.

4.5 Tidsåtgång

Enligt Bergströms och Nordfjell (2005) simulering åstadkom skördaren med vinkelkran en produktionsökning med 8 % jämfört med skördaren med konventionell kran. Vinkelkranen var snabbare vid alla jämförelser i denna praktiska studie. Signifikanta tidsskillnader av totaltiden per träd fanns dock bara vid analysen av sex parcellpar, då vinkelkranen uppvisade en tidsvinst på 15 % jämfört med den konventionella kranen. Tog man med den avverkade beståndsmedelstammens påverkan på totaltiden per träd sjönk tidsvinsten till 9 % med vinkelkran.

Tidigare studier har visat att en prestation av 115 träd per G_0 -timme med en Valmet 901 är möjlig i förstagallring (Hellström, 1987), vilket är lågt jämfört med denna studie (166 träd per timme för vinkelkran respektive 151 träd per timme för konventionell kran). Hellströms bestånd hade dock fler stammar per hektar och kraftig underväxt. Dessutom var antalet uttagna stammar högre medan den avverkade medelstammen var likvärdig med det här studerade beståndet. Med tanke på den kraftiga underväxten och teknikutvecklingen som skett, borde nog produktionen i Hellströms (1987) studie ligga i nivå med den studerade maskinen med konventionell kran i den här studien.

Vid en jämförelse mot Brunbergs prestationsprognoser (1997) vid en medelstam av 0,045 m^3 ub ligger vinkelkranens produktion på samma produktion mot vad en skördare med en konventionell kran bör prestera. Prestationsprognosen visar att man i det aktuella provbeståndet bör ligga på en prestation av 167 träd per G_0 -timme med en konventionell kran. I denna studie låg skördaren med den konventionella kranen på 151 träd per G_0 -timme och vinkelkranen på 166 träd per G_0 -timme, det vill säga under respektive lika med prestationsprognosen. Skillnaden skulle kunna förklaras av att föraren i det här fallet varit styrd i stamvalet. Vid diskussioner med föraren efter studien uppgav han att han skulle ha velat avverka fler stammar än de som var markerade. Föraren upplevde även avverkningen som svår eftersom han i verkligheten inte alltid skulle ha avverkat samma träd som gjordes i studien. Beståndet var dessutom relativt tätt och eftersom valet av de stammar som skulle avverkas främst byggde på virkesproduktions- och inte drivningsparametrar var det förhållandevis svåravverkat. I verkligheten skulle med stor sannolikhet inte ett så noggrant stamval utföras. Resultatet indikerar dock att om man skall gallra för att göra virkesproduktionsmässigt optimala stamval, gör en skördare med vinkelkran det med större effektivitet än en skördare utrustad med konventionell kran. Man skulle alltså kunna öka kvalitén i dagens gallringsskogar med hjälp av vinkelkran och ändå behålla samma produktion som vid en normal och mindre kvalitetsinriktad gallring.

4.6 Maskin och förare

Eftersom föraren hade drygt 7 månaders erfarenhet av den nya kranen får föraren anses som väl inkörd. Föraren var lugn till sättet, positivt inställd till vinkelkranen och använde vinkelfunktionen till stor del i avverkningsarbetet. Föraren hade även stor erfarenhet av att gallra med en konventionell kran och att han var relativt ung gjorde det sannolikt lätt för honom att ta till sig den nya tekniken. Att samma maskin och förare användes vid alla

tidsstuderade parceller är positivt ur konstanthållningssynpunkt (Bergstrand, 1987). Hur förarens inställning till att enbart använda kranen utan vinklingsmöjligheter är oklart, men sannolikt hade föraren en negativ inställning till detta. Föraren upplevde också att det var svårt att avverka de färgmarkerade träden eftersom han upplevde sig styrd i sitt stamval. Detta sammantaget kan ha påverkat resultatet till fördel för vinkelkranen.

4.7 Parindelningen

Eftersom konstanthållning är viktigt vid jämförande studier (Bergstrand, 1987), delades parcellerna in i par. I de flesta fall låg paren intill eller efter varandra, vilket i de flesta fall bidrog till likheter i beståndets struktur och de avverkade trädens storlek. De parceller som avverkats från åsryggen (figur 14) låg även de efter varandra. Indelningen tog dessutom hänsyn till om det var första- eller andragallring som var aktuell i parcellerna. Även om parvisa t-test bekräftade att parindelningen var korrekt utförd var dock förutsättningarna olika i tre fall. Två parcellpar (parcellpar 2 och 4) uteslöts för vissa delar av resultaten på grund av parcellerna inte var lika varandra samt att behandlingen inte korrekt kunde kallas gallring. Det gick alltså inte att rättvist göra en korrekt jämförelse mellan krantyperna på parcellerna inom dessa parcellpar. I ett tredje fall (parcellpar 3) avverkades ena parcellen (parcell 12) i 25 % motlut medan den andra parcellen (parcell 4) avverkades mestadels på plan mark. I den sistnämnda var det dock en kort sträcka skråkörning, vilken bedömdes kunna motverka problemet med lutningen i första parcellen. Inom parcellparet fanns även skillnader i trädstorlek, där parcellen med 25 % motlut överlag hade större träd. Träden var störst i slutningens nedre del men högre upp i backen utjämnades trädens storlek mot den andra parcellen. Parcellerna var i övrigt relativt lika varandra i både stamantal och beståndsstruktur.

Den parcell som upplevdes svårast att avverka av föraren var parcell 14. Den ingick också i det enda parcellpar där totaltid per träd var högre med vinkelkranen än med den konventionella kranen. Skillnaden var dock inte stor (3,7 %). I denna parcell tvingades föraren även lämna två träd som inte kunde avverkas grund av stamtätheten (2930 träd per hektar, jämnt fördelade över ytan). I parcell 11, som också hade högst stamantal, (3100 träd per hektar) var stammarna mer ojämnt fördelade vilket underlättade kranarbetet för föraren.



Figur 14. Parcell 1 som gallrades från en åsrygg. Parceller med åsrygg parades ihop.

Figure 14. Treatment unit 1 which was thinned from a ridge. Units which were thinned from a ridge were paired.

Foto/Photo. Petter Johansson.

4.8 Volymfunktioner

Skördardatorns stamprofiler för avverkade träd kunde inte användas eftersom många utav träden var för små för att de skulle registreras. Volymen för enskilda träd beräknades därför med hjälp av sekundära volymfunktioner, där Brandels volymfunktioner anpassades till det lokala materialet. En nackdel med metoden var att skattningen genom volymfunktionerna inte helt stämde med trädens verkliga volym. Förutsättningarna var dock densamma för de båda krantyperna.

4.9 Statistiska test

Parvisa t-test valdes för beräkningen av tidsåtgången per träd eftersom det var enkelt och överskådligt. Regressioner kunde ha använts men var inte lämpligt på grund av att det fanns stora avvikelser mellan tidsåtgång och trädvolym, där trädens position och stamtäthet var av stor betydelse. Att positionera alla träd var för resurskrävande för denna studies omfattning. Eftersom avståndet till träden inte var känt valdes därför lösningen att räkna ut totaltiden per träd på varje arbetsmoment för respektive parcell och krantyp.

Eftersom beståndsmedelstammen var högre för den konventionella kranen fanns misstanke om att produktionsskillnaderna i realiteten var lägre. Genom normering kunde de olika krantyperna jämföras vid en gemensam medelstam, t ex tidsåtgång med hänsyn till den avverkade medelstammen. Därför gjordes en variansanalys med den avverkade

medelstammen som kovariat (Holm, 2007). Det visade sig att antagandet var riktigt och att tidsskillnaden var lägre (9 %) än de 14,7 % som det parvisa t-testet visade.

4.10 Ekonomi

För en ny Valmet-skördare utrustad med vinkelkran blir nypriset 85 000 kr dyrare med enkelt utskjut och tio meters räckvidd samt 90 000 kr dyrare med dubbelt utskjut och elva meters räckvidd jämfört med en Valmet-skördare utrustad med motsvarande konventionell kran (Eliasson, 2007). Om gallring av bestånd med en medelstam av 0,075 m³fub betalas med en arbetsersättning på 141,50 kr per m³fub skulle det följaktligen krävas 640 m³fub i extra produktion under kranens livslängd för att finansiera den extrakostnad som investeringen i en vinkelkran och dubbelt utskjut innebär. Vid 0,075 m³fub medelstam var vinkelkranen 7 % snabbare, vilket betyder att 1260 m³fub extra per år skulle kunna avverkas vid en normal gallringsproduktionsvolym av 18 000 m³fub per år. Merkostnaden för vinkelkranen skulle alltså kunna tas igen på ett halvår samtidigt som kvalitén ökas på utförda gallringar samt att maskinägarna bör få en bättre totalekonomi på längre sikt.

4.11 Behov av fortsatta studier

Eftersom studien är den första i sitt slag behövs fortsatta studier på vinkelkranen. Det är viktigt att poängtera att resultaten gäller för studiens maskin och förare samt det aktuella beståndet. Det skulle vara intressant att i eventuellt kommande produktionsstudier, studera hur resultatet blir om man inte styr föraren i stamvalet, och därefter kontrollera hur gallringen utförts. Man skulle då kunna kontrollera förarens stamval och skador och jämföra detta krantyperna emellan. Detta skulle ge en bättre bild av hur kranen kommer att nyttjas vid normalt användande, eftersom föraren då inte är styrd.

I samtal med de förare som kört Valmetskördare med vinkelkran har de flesta varit positivt inställd till den nya kranen. Dessa skördare har svängbar nivellerande hytt som gör att föraren alltid sitter plant och ser bra med aggregatet mitt framför sig, vilket borde vara en fördel vid vinkelkransanvändning i gallring jämfört med skördare som har kranen monterad framför hytten. Det vore därför intressant att även studera skördare med vinkelkranen monterad framför hytten.

Ytterligare en aspekt som borde undersökas är effekten av den extra krantyingden på 175 kilo för vinkelkranen, vilket teoretiskt påverkar lyftkapaciteten med ca 85 kg i kranspetsen. Detta skulle kunna begränsa nyttjandet av tyngre aggregat, samt att skördaren inte kan arbeta med fullt utsträckt utskjut på grund av effektbrist och instabilitet. I tidsstudien användes dock vinkelkranen med fullt utsträckt utskjut och ett aggregat som vägde 925 kilo utan problem. Eftersom vinkelkranen även användes som simulerad konventionell kran fångades dock inte effekten av krantypernas viktskillnad upp i denna studie, men borde tas i beaktande vid framtida undersökningar.

Hur skotarens produktion påverkas av en vinkelkransutrustad skördares sätt att arbeta bör också vara en intressant aspekt. Kanske kan skotaren med färre och större virkeshögar

också öka produktionen i gallring. Intressant vore även att testa den nya vinkelkranen på skotaren. Vinkelkranen, med sitt smidiga arbetssätt, kan mycket väl vara en god investering även på skotaren eftersom man bör kunna flytta maskinen mindre, men det får fortsatta studier visa.

Vinkelkranens potential i andra åtgärder än gallring bör också undersökas ytterligare. Kanske kommer vinkelkranen till användning i slutavverkning vid sorteringsprocessen eller är lämplig vid GROT-anpassade avverkningar på grund av sitt smidigare rörelsesätt. Fördelarna med en vinkelkran bör dock uppträda tydligast i de situationer då riktigt täta bestånd behandlas, där extremfallen är bioenergigallring i täta ungskogsbestånd. I dessa bestånd är det möjligt att utföra geometriska uttagsmönster med hjälp av kranen (kranspetskorridor) som ger kraftigt ökad produktivitet i arbetet, samtidigt som tillräckligt många huvudstammar lämnas kvar (Bergström et al., 2007). En vinkelkran borde öka möjligheten till viss selektivitet, även i geometriska skördeingrepp.

4.12 Slutsatser

Denna studie visar att man kan öka kvalitén med bibehållen effektivitet vid gallring genom införandet av relativt enkla teknologiska förändringar. I det aktuella beståndet gav vinkelkranen *Cranab Access* en högre produktivitet än en simulerad konventionell kran vid tvingande stamval. Fördelarna gäller troligtvis skördare i de flesta typer av gallring, medan de borde vara betydligt mindre vid slutavverkning och vid avverkning i mycket glesa bestånd. Eftersom många av skördarna i mellanstorlek (t ex Valmet 901 och 911) används mycket i gallring bör dessa maskiner utrustas med vinkelkran. Det finns inget i studien som tyder på att den nya vinkelkranen förde med sig något negativt i gallring, utan medförde högre produktivitet och bättre stamvalsmöjligheter samt att arbetet underlättades för föraren genom enklare planering.

Referenser

Litteraturkällor

- Andersson, S. 2004. Skogsteknik förr och nu. Skogshistoriska sällskapetets årsskrift. Sid 113.
- Bergstrand, K.G. 1987. Planering och analys av skogstekniska tidsstudier. Meddelande nr 17. Skogsarbeten, Kista. 58 s.
- Bergström, D., Bergsten, U., Nordfjell, T. och Lundmark, T. 2007. Simulation of thinning systems and their time requirements for young forests. *Silva Fennica* 41(1):137-147.
- Bergström D. och Nordfjell, T. 2005. Vridbar kranled-en prestationshöjande innovation för skördare i gallringsbestånd? Arbetsdokument. Avd. f. skogsteknologi, Inst. f. skoglig resurshushållning, Umeå. 11 s.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk. Rapport nr 26. Inst. f. skogsproduktion, SLU, Garpenberg. 183 s.
- Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Redogörelse nr 8. Skogforsk, Uppsala. 18 s.
- Christoffersson, P. 1997. Tidsåtgång för en engreppsskördare vid avverkning i granskärm. Studentuppsatser nr 8. Skogsteknologi, SLU, Umeå. 18 s.
- Hellström, C. 1987. Beståndsgående eller stickvägsgående engreppsskördare i förstagallring. Resultat nr 16. Skogsarbeten, Uppsala. 4 s.
- Härstedt, T. 2000. Engreppsskördare med lång kran i gallring. Studentuppsatser nr 42. Skogsteknologi, SLU, Umeå. 22 s.
- Joelsson, M. 2004. Långkran i gallring. Examensarbeten 2004:11. Skogsmästarskolan, SLU, Skinnskatteberg. 31 s
- Ovaskainen, H., Uusitalo, J., Väätäinen, K. 2004. Characteristics and significance of a harvester operators working technique in thinning. *International Journal of Forest Engineering* 15(2): 67-78.
- Strömngren, A. 1999. Drivare-Produktivitet och ekonomi i gallring och slutavverkning. Studentuppsatser nr 23. Skogsteknologi, SLU, Umeå. 26 s.
- Thor, M. 2006. Utvecklingskonferens 2006. Dokumentation. Skogforsk. Umeå, Folkets hus, 15-16 feb 2006.

Elektroniska källor

Anon, 2007a. Huddig 1260.

http://www.huddig.se/index.php?option=com_content&task=view&id=126&Itemid=281.
2007-05-28

Anon, 2007b. Cranab, 2006. (Information om Cranab Access på Cranabs hemsida)

<http://www.cranab.com/static/sv/52/>, 2007-03-30

Anon, 2007c. Komatsu forest, 2007. (Tekniska data om Valmet 911.3, PDF)

http://www.komatsuforest.com/Admin/Extra_material_files/Low_v911_3_b_se07_hpc%5B1%5D.pdf. 2007-03-05

Anon, 2007d. Komatsu forest. 2007. (Tekniska data om skördaraggregat Valmet 350, PDF)

http://www.komatsuforest.com/Admin/Extra_material_files/low_350_f_se05.pdf.
2007-03-05

Anon, 2007e. Cranab AB, 2006. (tekniska data om skördarkran HC 185, PDF)

<http://www.cranab.com/static/sv/36/images/HC185.pdf>. 2007-05-24

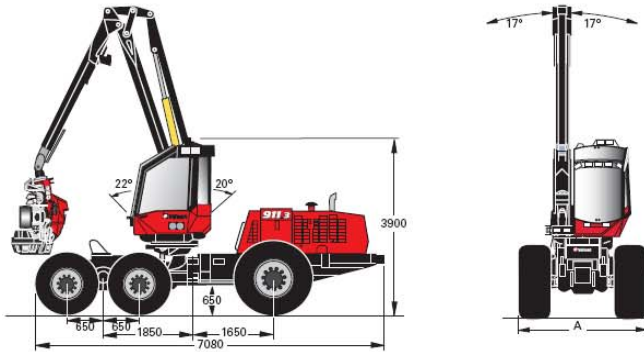
Muntliga referens

Holm, S. 2007. Inst. f. skoglig resurshushållning, SLU, SE-901 83 Umeå.

Eliasson, H. 2006. Cranab AB, SE-922 82, Vindeln

Berggren, A. 2007. Cranab AB, SE-922 82, Vindeln

Bilaga 1. Tekniska data Valmet 911.3



Hjulutrustningsalternativ och maskinbredd (A) vid olika däckval

	Däckval	Bredd (mm)
6WD (bak)	600/65x34	2 740
	700/55x34	2 900
	710/55x34	2 900

	Däckval	Bredd (mm)
6WD (fram)	600/55x26,5	2 720
	710/45x26,5	2 890

OBS! Måttangivelserna är nominella och kan variera beroende på tillverkningstoleranserna.

Vikt

Tjänstevikt¹⁾: från 16 300 kg

¹⁾ gäller för 700-hjul.

Motor

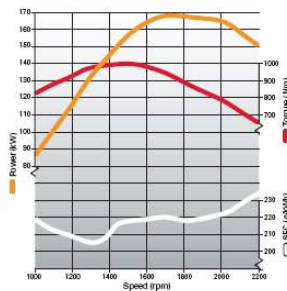
74 CTA. 6-cyl, turbo med Commonrail. Tier 3.

Slagvolym: 7,4 l

Effekt: 150 kW DIN (201 hk) vid 2 200 r/min
170 kW DIN (228 hk) vid 1 700 r/min

Vridmoment: 1 000 Nm vid 1 500 r/min

Bränsletank: ca 370 l



Kraftöverföring/transmission

Hydrostatisk-mekanisk, manövreras med MaxiHarvester. Fördelningslåda med 2 lägen. Urkopplingsbar framaxeldrift.

Diffspärrar: Mekanisk elhydraulisk manövrering

Körhastighet: 0-25 km/h

Dragkraft: 13 500 kp (133 kN)

Hydraulsystem

Enkrets lastkännande/hög-låg avlastat konstantryck, variabel kolvpump

Flöde: 0-313 l/min vid 1 650 r/min

Systemtryck: 255 bar

Arbetstryck, kran: CRH18 & CRH18 DT: 240 bar

Hydrauloljetank: ca 200 l

Övrigt: Tryckfilter för hydrostatkretsen. Returoljafilter för hydrostat och arbetshydraulik. Hydrauloljenivåarm.

Ram/axlar

Axel fram: Boggie. Differential med mekanisk differentialspärr.

Axel bak: Pendelaxel med navreduktion. Differential med mekanisk differentialspärr. Hydraulisk pendelaxellåsning med nivelevering.

Bromssystem

2-krets, helhydrauliska multidiskbromsar. Hydraulisk ackumulator laddventil.

Färdbroms/Arbetsbroms: Multidiskbromsar i oljebad. Automatisk inkoppling vid arbete.

Parkeringsbroms: Fjäderbroms med elhydraulisk manövrering. Katastrofbroms

Bromsprestanda: Uppfyller ISO/DIS 3450, ISO 11169 och VVFS 1993:17

Kran

Modell: CRH 18 CRH18DT

Räckvidd: 10 m 11 m

Lyftmoment, brutto: 186 kNm 186 kNm

Vridmoment, brutto: 40,8 kNm 40,8 kNm

Dragkraft teleskop, brutto: 40,1 kN 40,1 kN

Aggregat: 360.2 350

Styrning	Hydraulisk midjstyrning.
Spakstyrning:	Lastkännande (LS) proportionell styrning från kranreglage/vippa
Styrutslag:	+/- 40° Elektrisk ändlägesdämpning
Ex. på övrig utrustning:	Rattstyrning.
Elsystem	
Spänning:	24 V
Batterikapacitet:	2 x 140 Ah
Generator:	2 x 100 A
Startmotor:	4 kW
Belysning	
Arbetsbelysning:	Mer än 30 lux i arbetsområdet. Halogen.
Ex. på övrig utrustning:	Xenon på hytt och kran. 2 st backstrålkastare. Takmonterad arbetsbelysning. Halogen eller Xenon.
Ergonomi	
	Avlastande nivellering. Hytt sammankopplad med pendelaxeln. Kran och hytt på horisontell och roterbar plattform. Hydraulisk stabilisering vid förflyttning.
Horisontering:	Längs 20°/22° och tvärs 17°
Rotation:	315°
Ex. på övrig utrustning:	Autolev – helautomatisk autonivellering av hytt och kran. Krändämpning. Svängdämpning.
Hytt	
	Säkerhetstestad. Nivellerande. Värme- och ljudisolerad.
Säkerhet:	Uppfyller ROPS ISO 8082, FOPS ISO 8083 och OPS ISO 8084
Stol:	KAB 569. Luftfjädrad. Eluppvärmd. Justerbart svankstöd. Säkerhetsbälte.
Armstöd/Reglagehållare:	Individuellt ställbara
Rutor:	15 mm skyddsruta i främre sidorutor.
Värme/ventilation:	Helautomatisk värme och kylanläggning ACC. Filtreerad tilluft via allergifilter.
Ljudnivå:	Enligt ISO-standard
Vibrationer:	Enligt ISO-standard
Övrigt:	Manuell tilt. Säkerhetsspärr med flera lägen. El-sats för kom-radio och telefon (12 V). Vindrutetorkare och spolare på fram- och takruta.
Ex. på övrig utrustning:	Solskyddsgardiner. Svängbar stol. Elstyrd plattform under hytt. Radio med MP3-spelare. Luftventilerad BeGe-stol med nackstöd.

Aggregat	Valmet 360.2	Valmet 350.1
Vikt:	från 1 245 kg	från 950 kg
Fäll/kapdiameter:	650 mm	600 mm
Matningshastighet:	5 m/s	0-5 m/s
Matningskraft, brutto:	25,3 kN	16,5 - 25,3 kN
Öppning övre knivar, max:	640 mm	600 mm
Valsöppning, max:	550 mm	520 mm
Rotator:	Svängkrans med hydraulmotor	
Styr- och informationssystem:	MaxiHarvester	

Styr- och informationssystem

MaxiHarvester	Integrerat system för maskin- och aggregatstyrning. Förarberoende inställningsmöjligheter av aggregat-, kran och maskinfunktioner. Visning av apterings- och driftinformation. Produktionsregistrering. Administrativa verktyg.
---------------	---

PC	
Processor, kapacitet:	1 Ghz
Internminne:	256 Mb RAM
Hårddisk, kapacitet:	20 Gb
Färgskärm:	12", antireflexglas
DVD-spelare:	Standard
USB-portar:	4 st, varav en lättåtkomlig i sidan
Seriella portar:	4 st
Operativsystem:	Windows XP Pro
Tangentbord m. trackball:	Ingår
Ex. på övrig utrustning:	A4-skrivare. GPS-antenn. Diskettstation. Produktionsuppföljning. GPS MaxiGis.

Brandsläckningsutrustning

Sprinkleranläggning:	Halvautomatiskt, Safeguard Brandsläckning. Uppfyller RUS 127
Handbrandsläckare:	2 x 6 kg ABE-3. Pulversläckare

Dokumentation

	Kör- och startinstruktion i pappersformat.
	Instruktionsbok och reservdelsbok på CD.

Exempel på övrig utrustning

	Instruktionsbok i pappersformat (även elektronisk i Maxi)
	Reservdelsbok i pappersformat (även elektronisk i Maxi)
	Dieselvärmare 9,1 kW inkl. tidur
	Stubbehandlingsutrustning
	Miljöanpassad hydraulolja
	Takplattform
	Hydraulisk servicestege
	Verktyslåda med verktyg

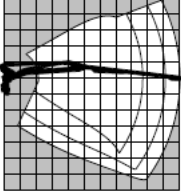

Anmärkningar

	Specifikationen beskriver möjliga utrustningar, inte vilka som är standard eller extra. Vikter är baserade på angiven utrustning i grundspecifikation. Vi förbehåller oss rätten att ändra specifikationer eller konstruktioner utan föregående meddelande.
--	---

Källa: Anon, 2007c.

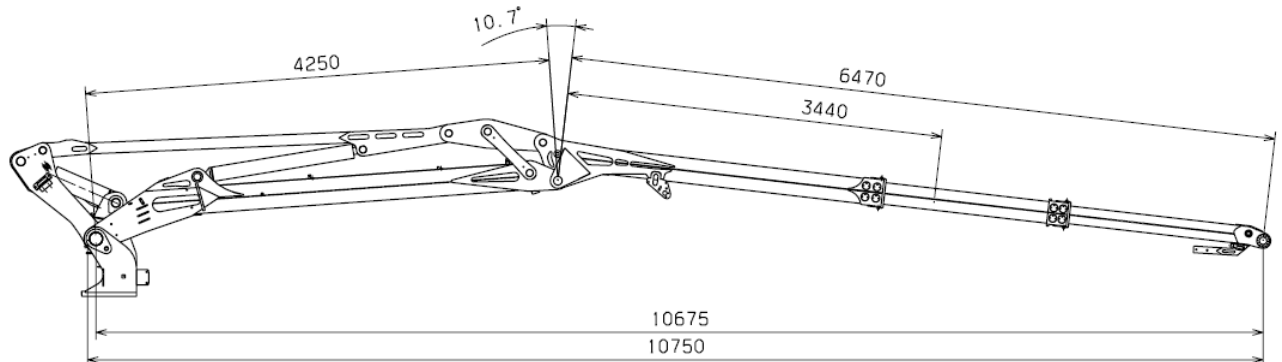
Bilaga 2. Tekniska data Cranab Access

Cranab Access utgår från Cranab AB:s skördarkran HC 185 som är till för skördare i slutavverkning. Bilderna nedan visar kranens tekniska data och måttangivelser.

Rörelseområde	Tekniska data: Räckvidd			8,6 m	10,1 m	11,1 m	
 <p>Vitt fält visar kranens rörelseområde.</p>	Max räckvidd	8,6 m	10,1 m	11,1 m			
	Lyftkraft i kranspets						
	vid räckvidd	6,3 m	24,1 kN	4,3 m	38,5 kN	4,3 m	37,7 kN
		7,8 m	18,1 kN	6,3 m	23,8 kN	6,3 m	22,6 kN
		8,6 m	15,8 kN	8,8 m	15,2 kN	9,3 m	12,9 kN
			10,1 m	12,6 kN	11,1 m	10,3 kN	
	Tillåten last						
	vid räckvidd	6,3 m	27,3 kN	4,3 m	43,2 kN	4,3 m	42,4 kN
		7,8 m	20,7 kN	6,3 m	27,0 kN	6,3 m	25,7 kN
		8,6 m	18,1 kN	8,8 m	17,4 kN	9,3 m	15,0 kN
				10,1 m	14,7 kN	11,1 m	12,3 kN
 <p>15-18 ton maskinvikt.</p>	Svängmoment brutto	46,0 kNm	46,0 kNm	46,0 kNm			
	Svängvinkel	195°/240°	195°/240°	195°/240°			
	Armförlängning	0,70 m	2,15 m	3,00 m			
	Arbetsstryck	24,0 MPa	24,0 MPa	24,0 MPa			
	Oljeflöde (min-opt)	200-280 l/min	200-280 l/min	200-280 l/min			
	Vikt med lägsta pelarhöjd	2 465 kg	2 565 kg	2 695 kg			

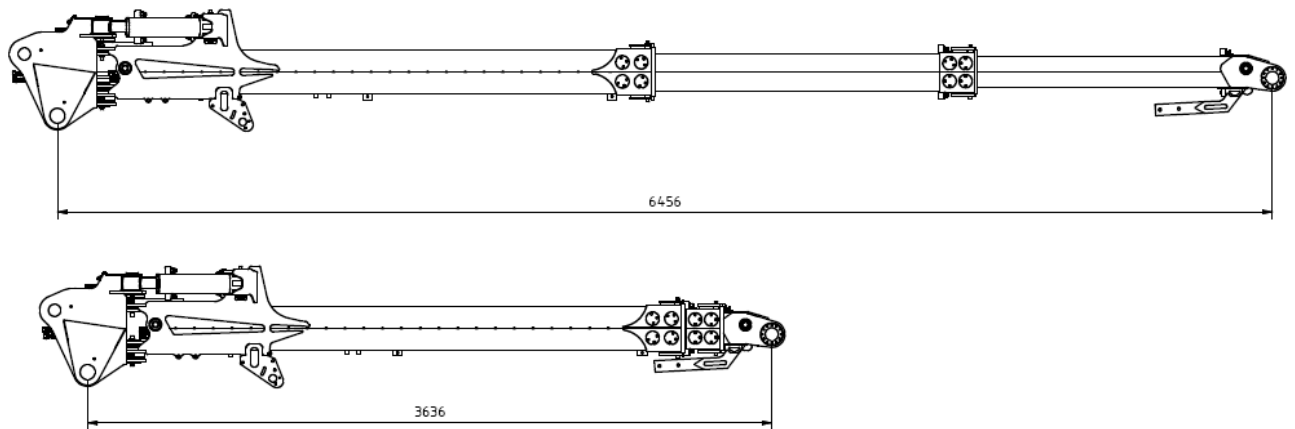
Figuren visar tekniska data över HC 185 (Anon, 2007e)

Notering: Vikten på HC185 för samtliga räckvidder är med gjuten vridmotor vilket inte sitter standard på Valmetskördare. Vikt HC185 utan Access är 2175kg (Berggren, 2007).



Figuren visar måttangivelser över HC 185.

Källa: Berggren, 2007.



Figuren visar måttangivelser över den vridbara vipparmen på Cranab Access.
Källa: Berggren, 2007.

Övriga uppgifter

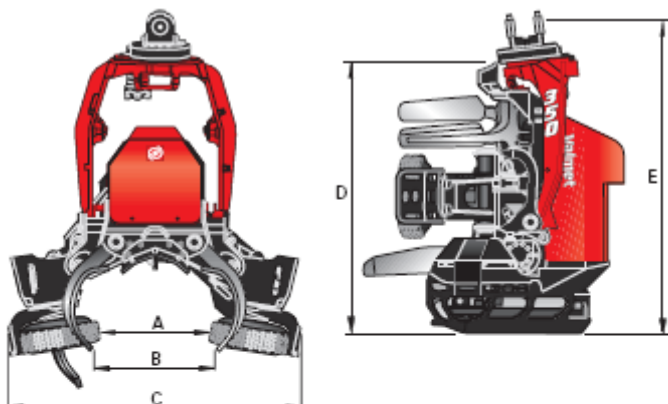
Vikt: 2350 kg

Notering: Kran med access vipparm är ca 175kg tyngre än en vanlig HC 185 (2175 kg).

Bredd: Bredden är densamma som för HC 185.

Källa: Berggren, 2007.

Bilaga 3. Tekniska data Valmet 350



A Valsöppning, max	520 mm
B Öppning övre knivar, max	600 mm
C Bredd, max	1400 mm
D Höjd till vertikalkniv	1 300 mm
E Höjd inklusive rotator	1 440 mm

Valmet 350	
Vikt	Från 925 kg
Matningshastighet	0-5 m/s
Matningskraft brutto (valsmotorberoende)	16,5-25,3 kN
Matarhjul, typ	Stålvalsar
Kvistknivar, antal	4
Kvistningsdiameter, spets mot spets	400 mm
Kapsvärd	67 el 75 cm
Kapmotor	19 cm ³ /varv
Fäll/kapdiameter, teor. max	600 mm
Erforderligt max hydraulflöde (valsmotorberoende)	200-300 l/min
Erforderligt max hydraultryck	250 Bar

Källa: Anon, 2007d.