

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 685 2009



Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran

– STUDIER AV PRESTATION OCH KVALITET I FÖRSTAGALLRING

Isabelle Bergkvist

Ämnesord: Gallring, maskinstorlek, stickvägsmetod, stråkmetod.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftens gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Bakgrund	2
Genomförande	2
Syfte.....	3
Bestånd och gallringsresultat.....	3
Studieupplägg	4
Resultat	5
Granstudien	5
Tallstudien.....	7
Flerträdshantering.....	11
Skotningsstudie	12
Analys och diskussion.....	14
Ekonomisk analys	14
Tallstudien	14
Granstudien.....	18
Analys av gallringsresultatet	19
Slutsatser	22
Referenser.....	23
Litteratur.....	23

Bakgrund

Förstagallring i bestånd med klen medelstamvolym och högt stamantal blir en allt vanligare åtgärd i svenskt skogsbruk. Lönsamheten i dessa bestånd är ofta liten, vilket innebär att teknik och metoder måste anpassas för att ändå maximera resultatet. Flerträdshantering är ett exempel på teknik som ökar effektiviteten i gallring och ett annat exempel är lång kran. Det finns även möjlighet att använda olika typer av maskiner och olika gallringsmetoder. De två vanligaste metoderna är gallring enbart från stickväg respektive gallring från stickväg plus ett slingerstråk mellan stickvägarna. Vid stickvägsgallring används en större gallringsskördare som enbart gallrar från stickvägarna, avståndet mellan vägarna avgörs av maskinens räckvidd. Stickväg plus stråkgallring innebär att gallringsskördaren, som oftast är av en mindre modell, kör i ett eller två slingerstråk mellan vägarna och därifrån arbetar upp virket till stickvägskanten. Argumenten för större maskiner i en stickvägs metod är att detta i och med starkare och stabilare skördare möjliggör flerträdshantering samt att samma metod kan användas i både första och andragallring. I stråkmetoden har man i stället möjlighet att öka stickvägsavståndet med syftet att minska stickvägsandelen och därigenom öka virkeskoncentrationen i stickvägarna. En högre virkeskoncentration ger i regel effektivare skotning. Små gallringsskördare kör alltid i slingerstråk ofta utan att öka stickvägsavståndet jämfört med stickvägsmetoden. Argumentet för de små skördarna är att det är en relativt billig maskin samt att maskintypen uppskattas av privata markägare och därigenom kan ge en fördel vid virkesköp. Åsikterna kring dessa metoder är många och det gjordes även en del studier av ämnet under 1990-talet (Frohm m.fl., 1993 och 1997; Thor, 1996.) Teknik och metoder har dock utvecklats en hel del sedan studierna gjordes och det finns därför anledning att åter studera teknik och metodval i gallring. I ett samarbetsprojekt mellan Holmen Skog och Skogforsk har därför gallring enbart i stickvägar med en stor gallringsskördare testats och jämförts med olika stråkmetoder där mellanstor och liten skördare användes. Studierna genomfördes under hösten 2008 i ett granbestånd på Region Norrköping (Finspång) och ett tallbestånd på Region Iggesund (Ljusdal).

Genomförande

Granstudien omfattade två studieled (i och ii nedan). Tallstudien innehöll utöver detta ytterligare två studieled i gallringen (iii och iv), vilka innebar ökade stickvägsavstånd och därigenom anledning att även studera skotningen.

Studieled:

- i. Gallring enbart från stickvägen med stickvägsavstånd ca 22 m. Gallringen utfördes med en John Deere 1270D med flerträdsaggregat (JD 745) och lång kran (11,5 m). I tallbeståndet användes flerträdshantering men inte i granbeståndet.
- ii. Beståndsgående gallringsskördare (Rottne H8/402, kranlängd 7,5 m och 4 hjul på basmaskinen) som körde ett slingerstråk i zonen mellan stickvägarna. Avståndet mellan vägarna var detsamma som för den stickvägsående metoden, ca 22 m.
- iii. Beståndsgående gallringsskördare (Rottne H8/402, kranlängd 7,5 m och 4 hjul på basmaskinen) som körde ett slingerstråk i zonen mellan stickvägarna. Metoden kördes med maximalt avstånd mellan vägarna

(ca 26 m) för att kunna utvärdera potentialen både vad avser gallringsresultat och ökning av skotningseffektiviteten då virkeskoncentrationen ökar i stickvägarna.

- iv. Stråkmotod med mellanstor skördare (John Deere 1070 D/742 kranlängd ca 10 m och 6 hjul på basmaskinen), vilket möjliggör 30 m stickvägsavstånd och ett slingerstråk.

Dessutom studerades skotningen efter metoderna med utökade stickvägsavstånd. Vid skotningen användes en JD 1110D.

Olika förare användes i de olika gallringsskördarna, vilket försvårar möjligheten till en rak jämförelse av metoderna. I syfte att öka datamängden från respektive studieled och därigenom minimera påverkan av den enskilde förarens prestationsnivå testades respektive metod i tallstudien med två olika förare. Dessutom delades studieytorna i mindre delar i syfte att fördela naturlig variation i beståndet mellan olika maskiner och förare. Detta medför att man ändå kan få en god inblick i eventuella skillnader i prestation/kostnad mellan olika metoder och maskinstorlekar.

Skotningen och grangallringen genomfördes med en förare per maskintyp oavsett metod.

Syfte

Syftet med studien var att:

- Tidsstudera de olika gallringsmetoderna för att möjliggöra uppskattning och beräkning av prestationer och kostnader.
- Tidsstudera skotningen (i tallbeståndet) och jämföra tidsåtgången med stickvägsavståndet.
- Jämföra gallringsresultatet efter metoderna med avseende på gallringens kvalitet (urval, gallringsuttag, fördelning av uttagna stammar, skador m.m.).
- Mäta hur uttaget i förhållande till avståndet till stickvägen varierar mellan de olika metoderna.

BESTÅND OCH GALLRINGSRESULTAT

Studien genomfördes i ett granbestånd samt ett tallbestånd, där den större stickvägsgående maskinen kunde utnyttja flerträdshantering. Bestånden var normala förstagallringsbestånd med relativt höga stamantal i tallbeståndet för att flerträdshanteringen skulle ge effekt (tabell 1). Bestånden var homogena med goda terrängförhållanden. I varje studieled avverkades ca 1 000 stammar med två olika förare per maskin. För skotningsstudien krävdes ytterligare volym utöver detta (minst 6 lass per studieled) och skotningsstudien utökades därför utöver de inmätta avverkningsytorna.

Tabell 1.
Beståndsförutsättningar och uttag per metod i tallgallringen.

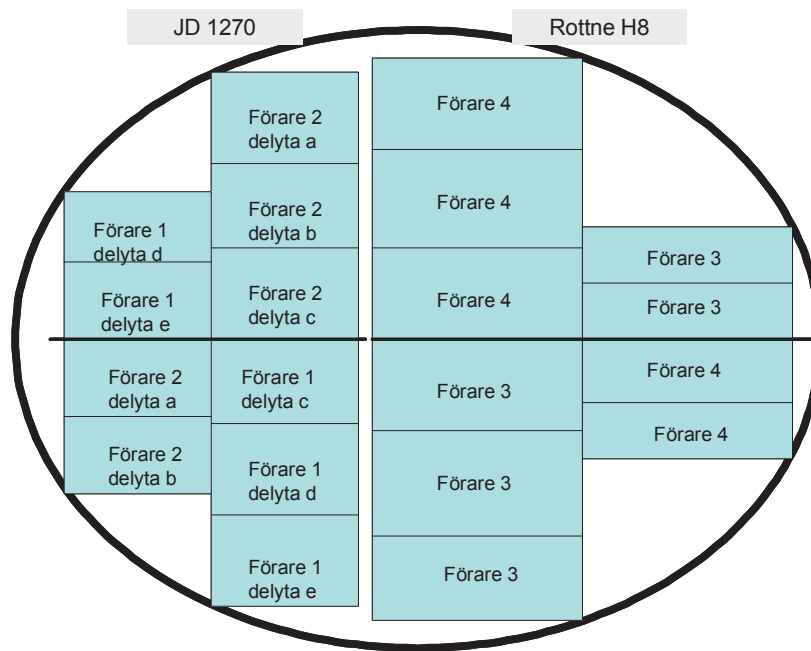
Maskin/Metod (stickvägsavstånd)	R H8 22 m	JD 1270 22 m	R H8 26 m	JD 1070 30 m
Stamantal innan avverkning, st/ha	2 153	2 321	2 335	2 175
Volym innan avverkning, m ³ fub/ha	141	141	142	139
Medelstamvolym innan avverkning, m ³ fub/st	0,066	0,061	0,061	0,064
Avverkade stammar, st	1 007	1 206	1 092	1 031
Avverkad volym, m ³ fub	55	59	55	46
Medelstamvolym i uttaget, m ³ fub/st	0,053	0,059	0,051	0,054
Uttagsprocent, antal %	47 %	52 %	47 %	47 %
Gallringsprocent, volym %	39	42	39	33
Gallringskvot	0,74	0,66	0,73	0,55
Kvarstående stammar, st	1 146	1 115	1 243	1 144

Tabell 2.
Beståndsförutsättningar och gallringsresultat i grangallringen.

Maskin/Metod (stickvägsavstånd)	R H8 22 m	JD 1270 22 m
Trädslagsblandning TGL, %	10 85 05	06 78 16
Stamantal innan avverkning, st/ha	1 934	1 935
Volym innan avverkning, m ³ fub/ha	142	158
Medelstamvolym innan avverkning, m ³ fub/st	0,073	0,082
Avverkade stammar, st	871	1 011
Avverkad volym, m ³ fub	50	71
Medelstamvolym i uttaget, m ³ fub/st	0,057	0,070
Uttagsprocent, antal %	45	53
Gallringsprocent, volym %	35	45
Gallringskvot	0,67	0,73
Kvarstående stammar, st	1 063	914

STUDIEUPPLÄGG

Studiebeståndet för tallavverkningen delades i 4 delar och granavverkningen delades i 2 delar med en metod per del (se figur 1). Inom varje del avgränsades sedan ytor för respektive förare. För maskintyperna JD1270D och Rottne H8 avverkade varje förare två slumpmässigt utlagda ytor med vardera två stickvägar och två stråk. Syftet med detta var att utjämna skillnader i beståndsförutsättningar. Även förarna i JD1070 avverkade två ytor men i och med att stickvägsavståndet var så långt som 30 m krävdes endast en stickväg och ett stråk inom respektive yta för att få tillräckligt med avverkade stammar i tidsstudien. Försöksområdet för respektive maskin och förare delades in i ytterligare delytor, vars storlek innebar ett uttag mellan 100 och 150 träd. Gränser och arealer för varje delyta dokumenterades noggrant på skiss och i terrängen liksom stickvägarna i respektive delyta. I samband med utläggningen klavades samtliga stammar inom studieområdet och markerades med ett löpnummer som även angav vilken delyta och metod som trädet tillhörde. Cirka 10 stammar höjdmättes i syfte att tillverka en höjdkurva för respektive delyta. Den noggranna inmätningen kunde sedan ligga till grund både för en bedömning av gallringsförutsättningarna, samt av urvalsmöjligheterna vid de olika gallringsmetoderna. Gallring och skotning tidsstuderades i cminstudier. Efter gallringen räknades stubbarna i en kvadratisk provyta per delyta och metod. Provytan sträckte sig över hela delytans bredd. Längden på provytan varierade i syfte att alltid resultera i arealen 1 760 m². Hela delytan hade i samtliga fall arealen 0,44 ha. Utifrån data som samlades från provytorna bedömdes det kvalitativa resultatet av gallringen i respektive metod.



Figur 1. Schematiskt upplägg för gallringsstudien, utöver detta tillkom motsvarande ytor för Rottne H8 med 26 m stickvägsavstånd samt ytor för JD1070 med 30 m stickvägsavstånd.

Resultat

GRANSTUDIEN

Tidsstudieresultatet från granstudien redovisas i tabell 3 och 4. Tabell 3 beskriver grundtider från studien och i tabell 4 har tiderna normerats till samma medelstam, $0,06 \text{ m}^3\text{fub}/\text{st}$. Normeringen gjordes genom en regressionsanalys där sambandet mellan kvistning/ kapning och medelstamvolym söktes (bilaga 2). I studien hade den stickväsgående metoden med John Deere 1270D ca 30 % högre prestation än stråkmotoden med Rottne H8. Stickvägsavståndet var 22 m i båda studieleden.

Tabell 3. Grundtider från grangallringen.

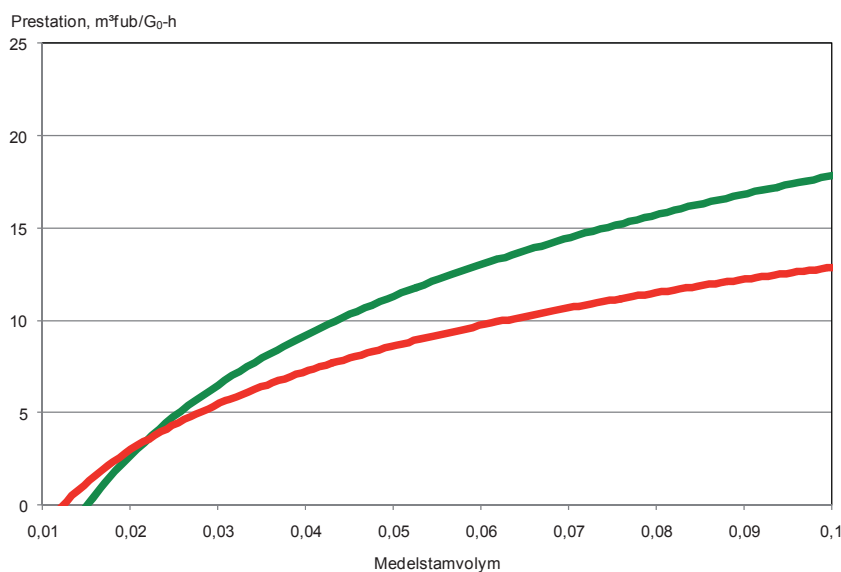
Stickvägsavstånd: Maskintyp: Metod:	22 m JD 1270 Stickväg		22 m Rottne H8 Stråk	
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Kran ut	6,5	91,9	6,9	120,4
Kran ut 2	0,1	1,1	0,0	0,0
Positionering/fällning	4,1	57,8	6,5	112,8
Intagning	6,7	95,4	8,7	150,6
Kvistning/kapning	10,0	141,8	10,8	187,9
Kran in	1,6	22,3	0,8	13,8
Topp	1,4	20,3	3,0	51,6
Förflyttning mellan upps.	4,4	62,2	8,0	138,7
TOTALT (h/m³fub)	0,006	0,082	0,007	0,129
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,071		0,058	
Avverkad volym (m ³ fub)	45,210		31,960	
Antal avverkade träd (st)	640		556	
Prestation m ³ fub/(G ₀ -h)		12,18		7,73

Tabell 4.

Tiderna från grangallringen normerade till samma medelstamvolym (0,06 m³fub/st).

Stickvägsavstånd: Maskintyp: Metod:	22 m JD 1270 Stickväg		22 m Rottne H8 Stråk	
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Kran ut	6,5	108,2	6,9	115,3
Kran ut 2	0,1	1,7	0,0	0,0
Positionering/fällning	4,1	68,0	6,5	108,1
Intagning	6,7	112,3	8,7	144,2
Kvistning/kapning	9,6	160,2	11,0	183,6
Kran in	1,6	26,2	0,8	13,2
Topp	1,4	23,9	3,0	49,4
Förflyttning mellan upps.	4,4	73,3	8,0	132,9
TOTALT (h/m³fub)	0,006	0,096	0,007	0,124
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,060		0,060	
Avverkad volym (m ³ fub)	45,210		31,960	
Antal avverkade träd (st)	640		556	
Prestation m ³ fub/(G ₀ -h)		10,46		8,03

I figur 2 har samtliga tidsobservationer för samtliga träd i studien räknats om till prestationskurvor för respektive maskintyp. Kurvorna stämmer väl överens med den allmänna uppfattningen kring dessa maskintyper och gallringsmetoder, den mindre Rottne H8 har en fördel i riktigt klenta bestånd (<0,02 m³fub/st i medelstamvolym) där den till och med uppvisar en något högre prestation än John Deere 1270 D. (figur 2). I gallringar med högre medelstamvolym har i stället John Deere maskinen en klar fördel av längre kran och kraftigare aggregat, figur 2.

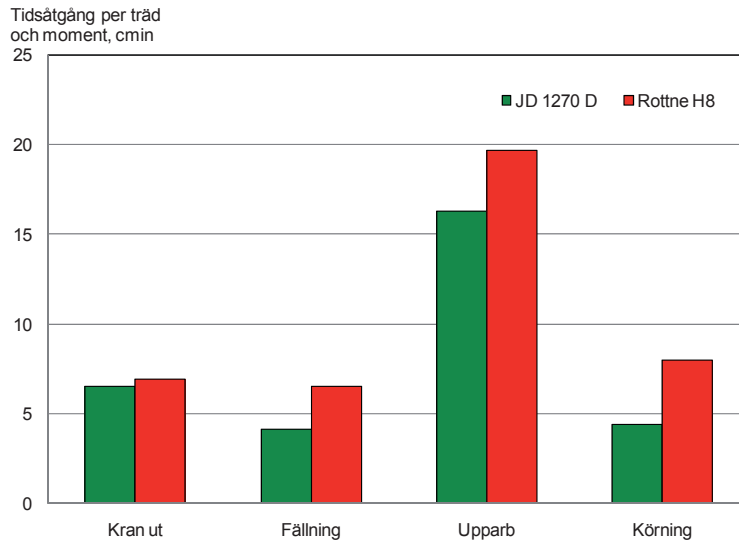


Figur 2.

Trendlinjer för tidsåtgången för samtliga stammar i granstudien omräknat till prestation, m³fub/G₀-h.

Antagandet att större aggregat och längre kran ger högre prestation i lite grövre gallringar bekräftar av analysen i figur 3 där tidsåtgången per träd vid den normerade medelstamvolymen 0,06 m³fub/st för John Deere 1270D respektive Rottne H8 är uppdelad på olika avverkningsmoment. Fällnings- och uppberedningsmomentet, d.v.s. aggregatarbete är klart mer tidskrävande för Rottne H8 än för John Deere 1270D. Den kortare kranen medför dessutom fler start och

stopp, vilket bör ge längre körningstid. Den största anledningen till att körtiden är nästan dubbelt så lång per träd för Rottne H8 är stråkkörningen, vilket även dubblar körsträckan i beståndet eftersom stickvägsavståndet är detsamma för båda metoderna (22 m).



Figur 3. Tidsåtgång per träd i granstudien för John Deere 1270 D respektive Rottne H8 uppdelat på olika avverkningsmoment. Medelstamvolym 0,06 m³fub/st.

TALLSTUDIEN

Resultatet i tidsstudien redovisas i tabell 5–8 nedan. Tabellerna innehåller medelvärden av samtliga studieytor och för båda förarna på respektive maskin. Både prestationen och medelstammen skiljde sig mellan förarna, vilket omöjliggjorde såväl nivåläggning av förarna samt normering av resultatet. Anledningen är dels att det är svårt att bedöma vad som orsakar en lägre prestation för en förare (medelstamvolym, bättre gallringsresultat, skonsammare körning etc.), dels r^2 -värdet i en regressionsanalys som blir för litet, (det finns inget samband mellan t.ex. medelstamvolym och tidsåtgång för olika moment). Samtliga resultat från tidsstudien presenteras i stället i figur 4 där prestationen för respektive delyta och förare plottats i ett diagram. I figur 4 har även trendlinjer infogats för respektive maskintyp. Resultatet per delyta presenteras även i tabellform i bilaga 1.

Tabell 5.
Studieresultat av stickvägsmetod i tallgallring med John Deere 1270 D.

Stickvägsavstånd:	22 m	
Maskintyp:	JD 1270	
Yta:	TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m³fub
Kran ut	6,1	112,2
Kran ut 2	1,6	30,8
Kran ut 3	0,2	4,1
Positionering/fällning	4,3	81,1
Intagning	6,9	129,7
Kvistning/kapning	8,1	150,4
Kran in	1,8	34,5
Topp	0,8	15,0
Förflyttning mellan upps.	5,0	94,4
TOTALT (h/träd) (h/m³fub)	0,006	0,109
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,054	
Avverkad volym (m ³ fub)	58,3	
Antal avverkade träd (st)	1 061	
Antal avverkade träd × 2 (st)	294	
Antal avverkade träd × 3 (st)	45	
Andel flerträdsavverkade träd, %	32	
Prestation m ³ fub resp. m ³ fub/G ₀ -h	172	9,20

Tabell 6.
Studieresultat av stråketmetod i tallgallring med John Deere 1070 D.

Stickvägsavstånd:	30 m	
Maskintyp:	JD 1070	
Yta:	TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m³fub
Kran ut	4,9	97,2
Kran ut 2	1,0	20,0
Positionering/fällning	3,2	63,5
Intagning	6,3	127,1
Kvistning/kapning	6,3	125,7
Kran in	2,6	51,3
Topp	0,1	2,0
Förflyttning mellan upps.	4,4	87,5
TOTALT (h/träd) (h/m³fub)	0,005	0,096
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,050	
Avverkad volym (m ³ fub)	45,20	
Antal avverkade träd (st)	790	
Antal avverkade träd × 2 (st)	114	
Andel flerträdsavverkade träd, %	14	
Prestation träd/G ₀ -h resp. m ³ fub/G ₀ -h	209	10,45

Tabell 7.

Studieresultat av stråkmotod i tallgallring med Rottne H8 normalt stickvägsavstånd (22 m).

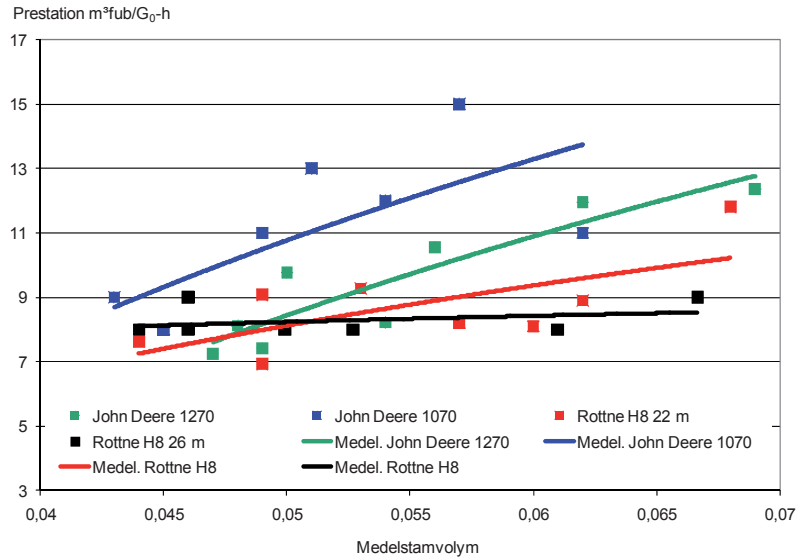
Stickvägsavstånd:	22 m	
Maskintyp:	R H8	
Yta:	TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m³fub
Kran ut	6,9	123,8
Positionering/fällning	5,1	91,6
Intagning	7,0	126,1
Kvistning/kapning	8,7	157,8
Kran in	0,7	12,7
Topp	2,2	40,6
Förflyttning mellan upps.	7,7	138,9
TOTALT (h/träd) (h/m³fub)	0,006	0,115
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,055	
Avverkad volym (m ³ fub)	48,58	
Antal avverkade träd (st)	886	
Prestation träd/G ₀ h resp. m ³ fub/G ₀ h	157	8,68

Tabell 8.

Studieresultat av stråkmotod i tallgallring med Rottne H8 förlängt stickvägsavstånd (26 m).

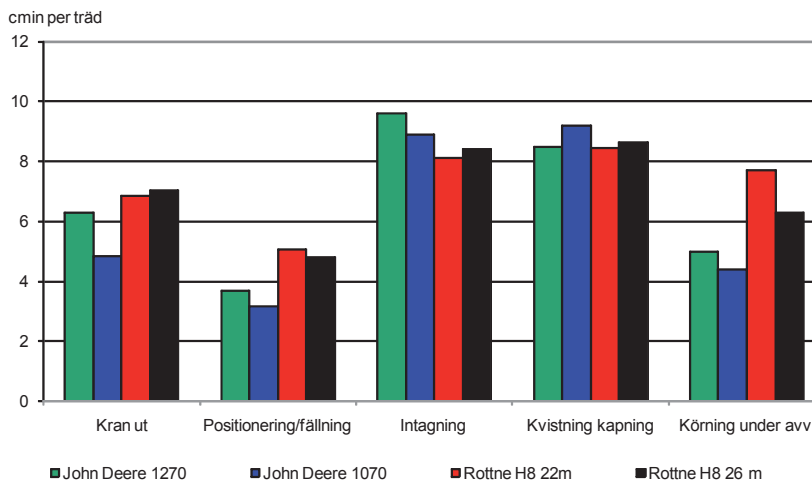
Stickvägsavstånd:	26 m	
Maskintyp:	R H8	
Yta:	TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m³fub
Kran ut	7,1	139,5
Kran ut 2	0,1	1,9
Positionering/fällning	4,8	94,8
Intagning	7,2	142,1
Kvistning/kapning	8,5	168,6
Kran in	1,2	23,2
Topp	1,7	33,8
Förflyttning mellan upps.	6,3	126,3
TOTALT (h/träd) (h/m³fub)	0,006	0,122
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,050	
Avverkad volym (m ³ fub)	48,87	
Antal avverkade träd (st)	970	
Antal avverkade träd × 2 (st)	18	
Antal avverkade träd × 3 (st)		
Prestation träd/G ₀ h resp. m ³ fub/G ₀ h	163	8,22

Prestationsmässigt var stråkmotoden med John Deere 1070D med 30 m stickvägsavstånd den mest högpresterande. Medelstamvolymen i de ytor där John Deere 1270D med stickvägsmetod testades var dock mycket klen för den ena föraren (<0,05 m³fub/st), och det finns en risk att detta påverkade det sammanvägda prestationen för den maskintypen negativt. Prestationen för Rottne H8 var generellt lägre än för de andra maskintyperna och lägst vid 26 m stickvägsavstånd (figur 4).



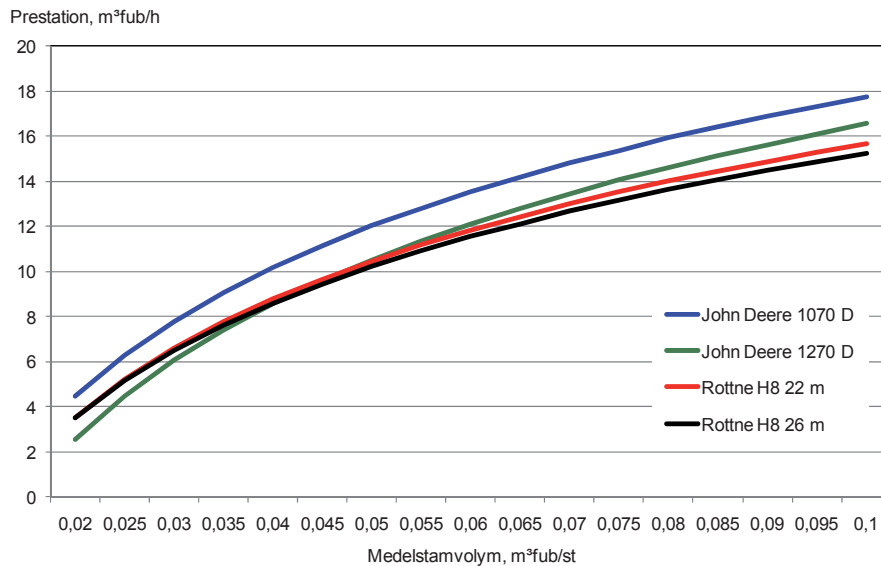
Figur 4. Prestation i tallstudien för samtliga delytor och förare för respektive maskintyp och metod, samt trendlinjer för respektive metod.

Tidsåtgången per moment i avverkningen visar att Rottne H8 använde mer tid på kranarbete och körning mellan uppberedningsplatser än de båda John Deere maskinerna gjorde, figur 5. Anledningen till detta är förmodligen att metoden med långa stickvägsavstånd och stråkkörning med en maskin med relativt lång kran innebär lite arbete på full kranlängd. Även stråkmotoden med Rottne H8 med 22 m stickvägsavstånd innebär lite arbete på full kranlängd men de längre momenttiderna för den metoden kan i stället förklaras av en mindre maskin och långsammare/svagare kran, figur 5. Den längre körningstiden för Rottne H8 kan förklaras av en kortare kran och därigenom kortare räckvidd, samt framför allt i att korta stickvägsavstånd plus stråkkörning ger betydligt längre körsträcka i beståndet än vid en metod med långt stickvägsavstånd respektive stickvägsående metod.



Figur 5. Tidsåtgång per träd och moment vid de olika metoderna i tallstudien.

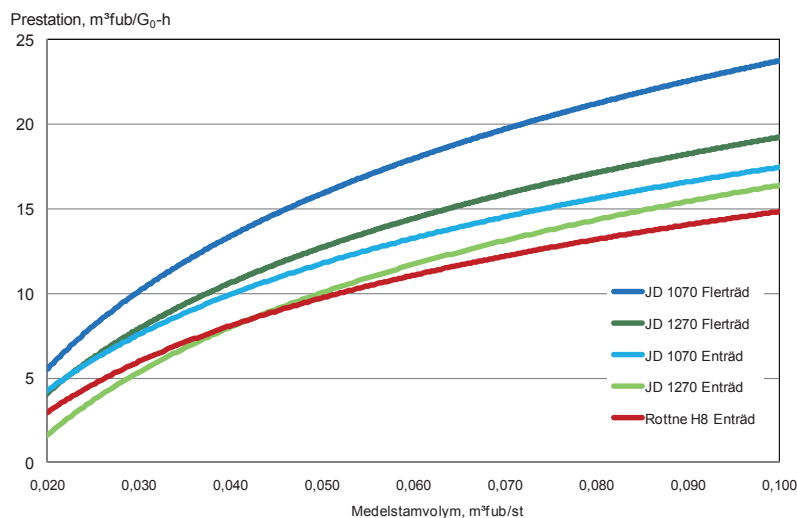
De sammanvägda prestationskurvorna vid tallstudien redovisas i figur 6. Precis som i granstudien har den mindre Rottnemaskinen en högre prestation i riktigt klen skog jämfört med John Deere 1270D, trots flerträdshantering. John Deere 1070D hade klart högst prestation oavsett medelstamvolym, det är dock osäkert hur mycket av det som berodde på metoden och hur mycket som var förarberoende, figur 6.



Figur 6. Prestationskurvor för samtliga maskiner och metoder i tallstudien.

FLETRÄDSHANTERING

I figur 7 redovisas medelprestationen för respektive metod vid enträdshantering respektive flerträdshantering (100 % flerträdshantering). I figuren har båda metoderna där Rottne H8 användes slagits ihop till en linje eftersom antalet flerträdshanterade stammar med den maskintypen var mycket liten (<5 per studieled). John Deere 1070D hade ingen flerträdsutrustning men 14 % (tabell 6) av stammarna hanterades ändå tillsammans, vilket möjliggörs av att maskin och aggregat är kraftfullare jämfört med Rottne H8. John Deere 1270D avverkade drygt 30 % av stammarna tillsammans (tabell 5). Till skillnad från granstudien var prestationen ganska lika mellan maskintyper och metoder om inte flerträdshanteringen utnyttjades. Orsaken till detta kan vara att de klena tallarna i studiebeståndet trots allt innebar en betydligt mindre begränsning för Rottne H8:ans mindre aggregat och maskin än vad grovkvistiga granar gör, (jämför figur 2 och 7).



Figur 7.
Prestation i tallstudien för respektive maskintyp vid entrådsavverkning (samtliga) och flerträdsavverkning (JD 127 D och 1070D).

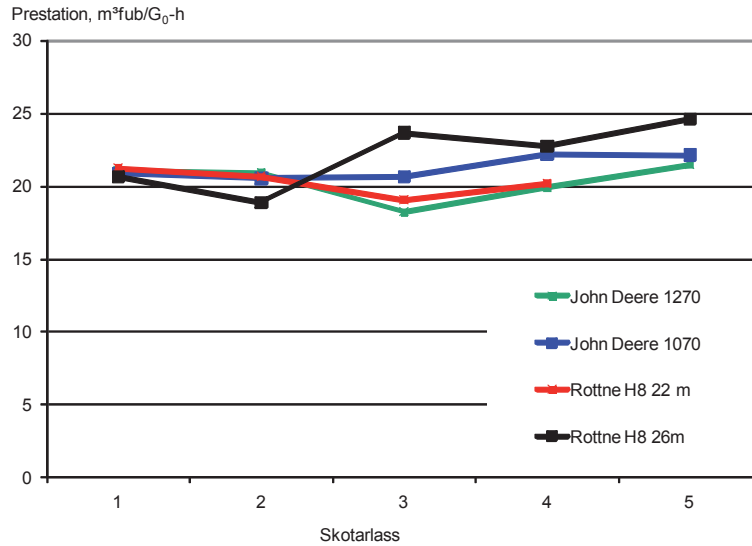
SKOTNINGSSTUDIE

Skotningen studerades efter samtliga metoder i tallstudien. Resultatet redovisas i tabell 9. Hypotesen var att skotningen borde öka i effektivitet vid längre stickvägsavstånd, vilket även stämmer med studieresultatet där högst prestation uppmättes vid skotningen efter metoder med 26 respektive 30 m stickvägsavstånd.

Tabell 9.
Resultat i skotningsstudien.

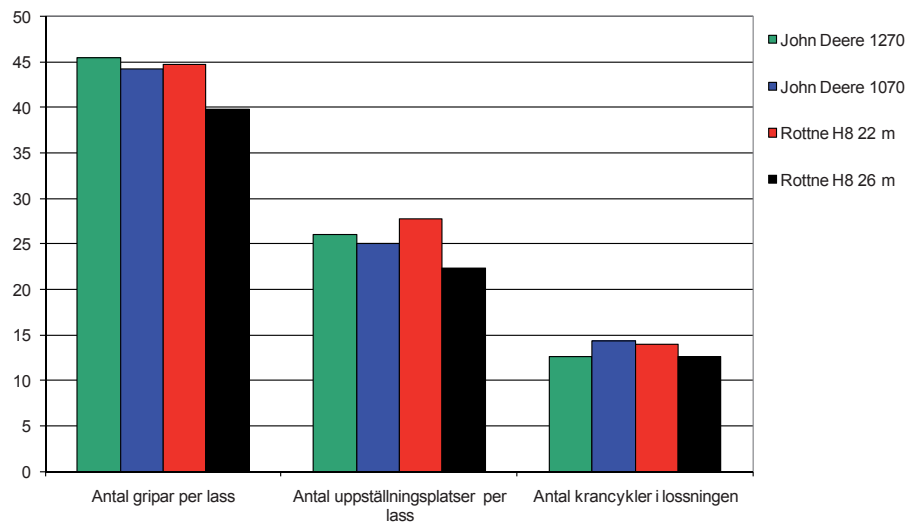
Maskin/metod	JD 1270 D 22 m	JD 1070 D 30 m	Rottne H8 22 m	Rottne H8 22 m
	cmin/m³fub	cmin/m³fub	cmin/m³fub	cmin/m³fub
Kran ut	30,4	29,5	28,7	28,5
Gripning	21,8	19,7	19,5	17,9
Justering	4,1	4,2	6,0	2,0
Kran in	58,5	54,4	57,2	48,6
Släpp på lass	17,4	17,2	18,9	16,4
Tillrättläggning	18,6	17,3	21,0	19,3
Körning under lastning	32,4	25,3	33,6	27,8
Tomkörning	40,0	40,0	40,0	40,0
Lasskörning	40,0	40,0	40,0	40,0
Lossning	32,3	34,1	30,7	32,8
Flytt på avlägg	0,6	0,6	0,9	0,7
Total tid (cmin/m³fub)	296,3	282,3	296,3	273,9
Prestation m³ fub/G₀-h	20,0	21,0	20,0	22,0

Prestationsskillnaderna mellan metoderna är relativt små i tabell 9. I figur 8 kan man dock uttolka en större potential i utökade stickvägsavstånd eftersom både skotning vid 26 m och 30 m stickvägsavstånd uppvisar högre prestation än vid 22 m stickvägsavstånd vid tre av fem lass.

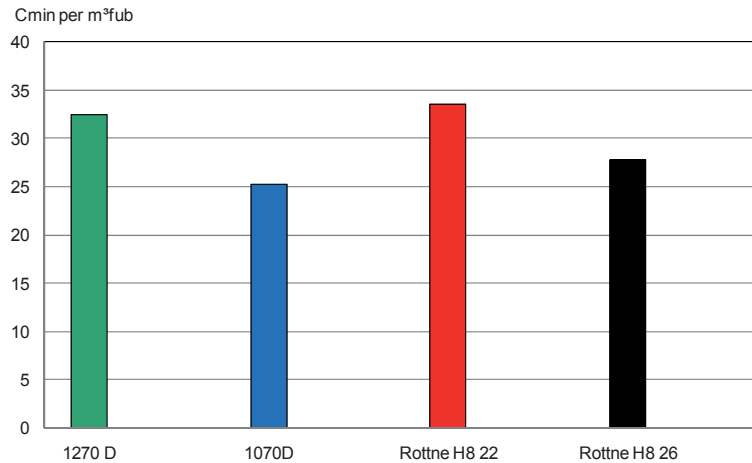


Figur 8. Prestation för skotningen efter de olika gallringsmetoderna redovisat som prestation per m³fub och lass.

Anledningen till en högre skotningsprestation vid längre stickvägsavstånd är att virkeskoncentrationen blir högre i stickvägen, vilket innebär att lastning och körning effektiviseras i beståndet (figur 9). Stråkkörningen ger längre körsträcka i avverkningsmen i kombination med längre stickvägsavstånd ger det betydligt kortare körsträcka i skotningen, vilket också avspeglas i körtiden (figur 10).



Figur 9. Medelvärden per metod av olika nyckeltal i skotningen.



Figur 10.
Tidsåtgång för körning under lastning för de olika metoderna.

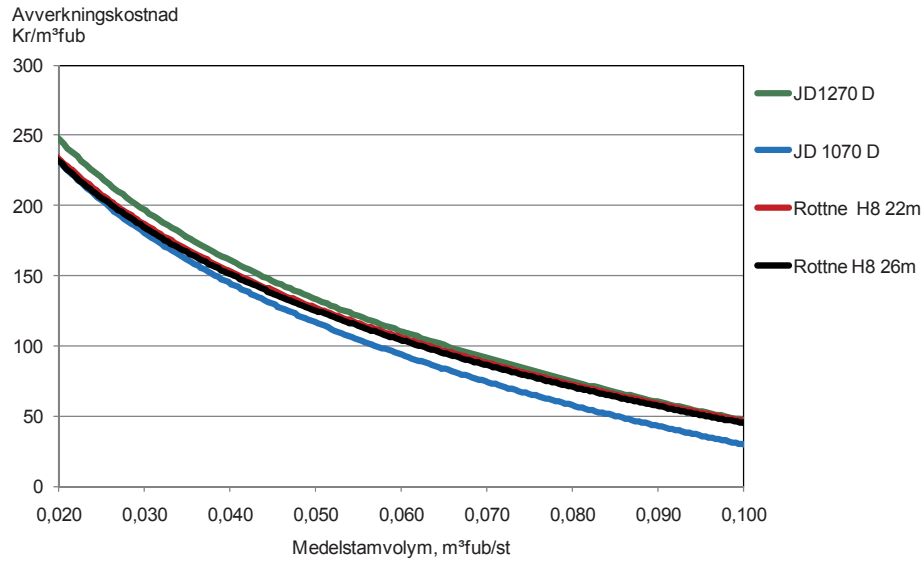
Analys och diskussion

EKONOMISK ANALYS

Tallstudien

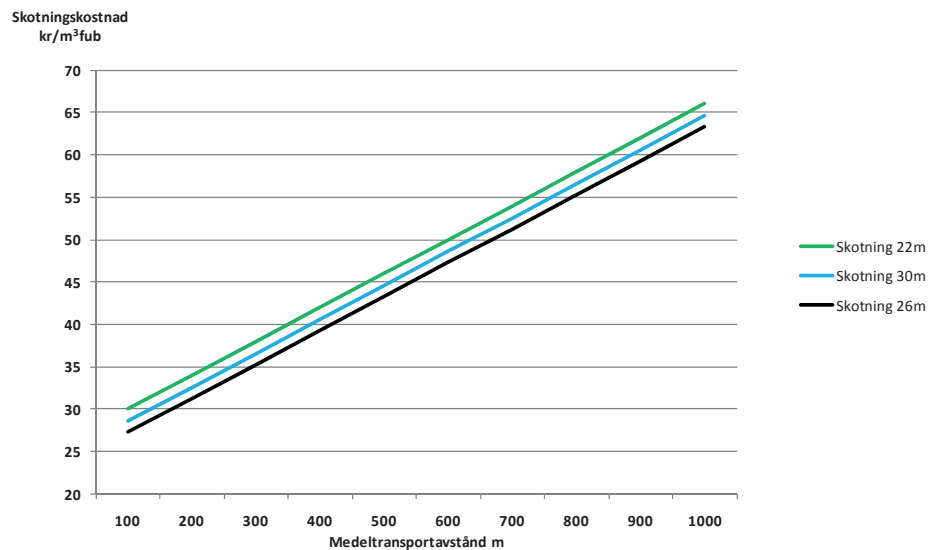
Kostnaden för de olika gallringsmetoderna är beroende av vilken timkostnad som sätts för respektive maskintyp. I denna analys har en kombination av verkliga driftskostnader och kalkylkostnader använts för de olika maskintyperna. Skillnaden i timkostnad mellan maskintyperna är skattad till 50 kr/h där John Deere 1270D har den högsta timkostnaden 950 kr/h följt av John Deere 1070D 900 kr/h och slutligen Rottne H8 850 kr/h. Skotningskostnaden sattes till 600 kr/h.

Vid studien i tallbeståndet hade John Deere 1070D den klart högsta prestationen, vilket även avspeglas i lägst avverkningskostnad (figur 11). Vid de prestationer som uppmättes i studien innebär de uppskattade kostnaderna att John Deere 1070D vid stråkkörning och 30 m stickvägsavstånd är upp till 10 kr billigare per m³fub än de andra maskinerna/metoderna, figur 11.



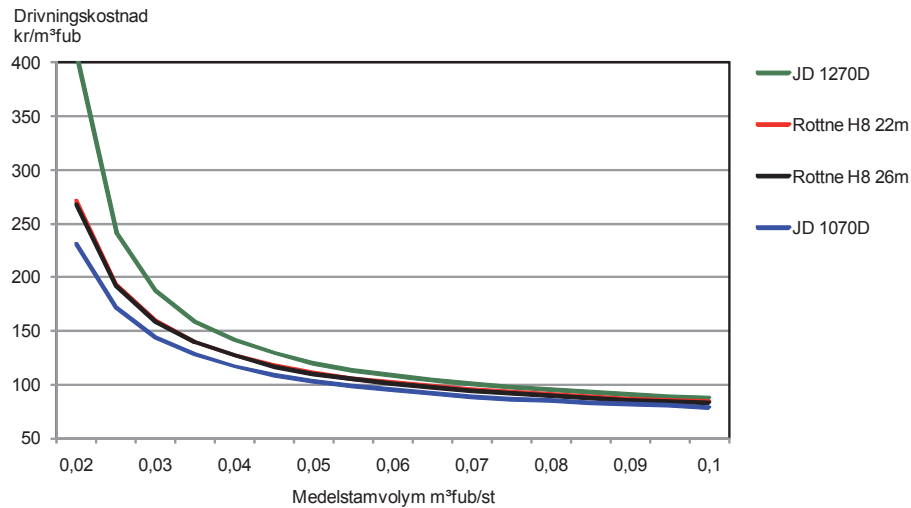
Figur 11.
 Avverkningskostnad i tallstudien för olika teknikval och gallringsmetoder vid uppskattad kostnad:
 John Deere 1270 D 950 kr/h.
 John Deere 1070 D 900 kr/h.
 Rottne H8 850 kr/h.

Vid studien av skotarens prestation efter de olika maskintyperna gav ett längre stickvägsavstånd och stråkkörning en högre prestation (figur 7), vilket innebar en lägre kostnad (figur 12). Anledningen till sambandet är att skotaren kör en kortare sträcka och att virkeshögarna blir större när stråkkörning tillämpas eftersom inget virke läggs i stråken utan koncentreras i stickvägen.



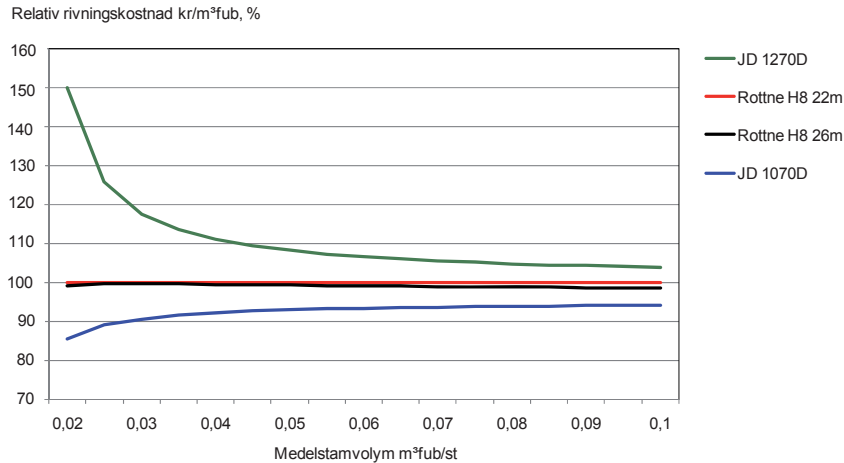
Figur 12.
 Skotningskostnad i tallstudien efter de olika studieleden vid uppskattad skotningskostnad:
 John Deere 1110 D 600 kr/h.

Kan en högre skotarpredation adderas till den mellanstora skördaren, 1070D visar den totala drivningskostnaden på ytterligare fördel för stråkkörningsmetoden med långa stickvägsavstånd (figur 13). Även stråkmotod med en liten skördare, Rottne H8 och utökade stickvägsavstånd gynnas ekonomiskt av en högre skotarpredation. Skillnaden mellan olika teknik- och metoder i gallringen är störst i klen medelstamvolym (figur 13).



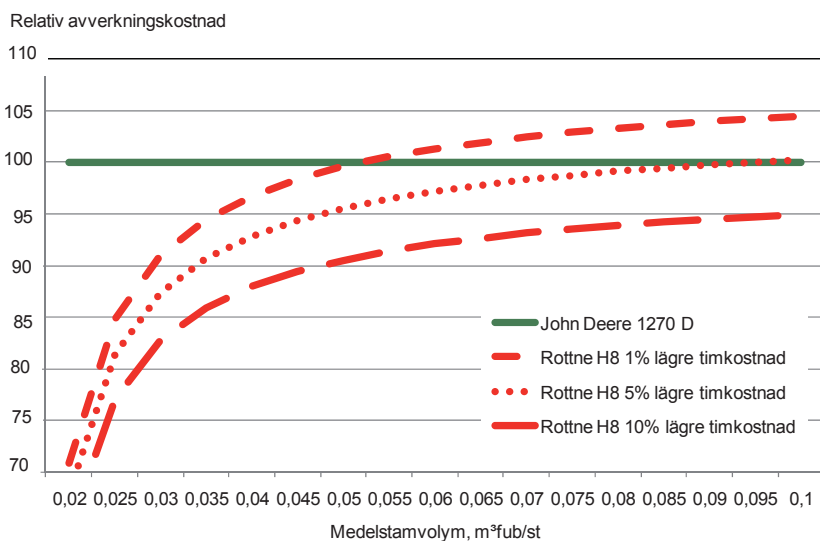
Figur 13.
 Drivningskostnader (avverkning plus skotning) vid olika maskin och metodval. Uppskattad kostnad:
 John Deere 1270 D 950 kr/h.
 John Deere 1070 D 900 kr/h.
 Rottne H8 850 kr/h.
 Skotning: 600 kr/h.

I figur 14 har drivningskostnaden för stråkmotoden med en liten skördare, Rottne H8 och kort stickvägsavstånd, 22 m satts till 100 %. Övriga metoder jämförs relativt mot detta, vilket visar att ett utökad stickvägsavstånd med samma maskin minskar det totala kostnaden med någon procent. Skillnaden är för liten för att säkert kunna hänvisas till metoden men den stämmer med teorin att prestationen i skördningen sjunker något men kompenseras av att skotningen blir billigare vid längre stickvägsavstånd. Drivningskostnaden för stråkmotoden med JD 1070D och långa stickvägsavstånd, ca 30 m var i studien 5-15 % lägre än referensmetoden (figur 14).



Figur 14.
Relativ drivningskostnad i tallstudien för olika system jämfört mot stråkmotod med liten gallringsskördare, Rottne H8 och 22 m stickvägsavstånd.

John Deere 1270D hade svårt att konkurrera kostnadsmässigt i tallstudien och resultatet var sämre både vad avser prestation, framförallt jämfört med JD 1070D, och kostnad förutsatt de uppskattade maskintimpriserna. Det är dock oklart om detta berodde på bestånd, metod, maskintyp, förare eller någon annan yttre omständlighet, vilket innebär att man inte kan dra några allmänna slutsatser ur resultatet. Förutsatt de maskintimpriser som användes i studien är drivningskostnaden för JD 1270D klart högre även i jämförelse med Rottne H8 oavsett metod. I figur 15 visas den relativa avverkningskostnaden för stråkmotoden med Rottne H8 (22 m stickvägsavstånd) jämfört stickvägsmetoden med John Deere 1270D. Figuren visar att det räckte med att Rottne H8 hade 1 % lägre timkostnad än John Deere 1270D för att metoden skulle vara billigare upp t.o.m. medelstamvolymen 0,05 m³fub/st, 5 % lägre kostnad för den mindre maskintypen innebar att den i stort sätt alltid var den billigaste metoden i tallgallring (figur 15).



Figur 15. Relativ avverkningskostnad i tallstudien för Rottne H8 vid olika timkostnader jämfört med John Deere.

1270D. Skattade kostnader:

John Deere 1270D 950 kr/h

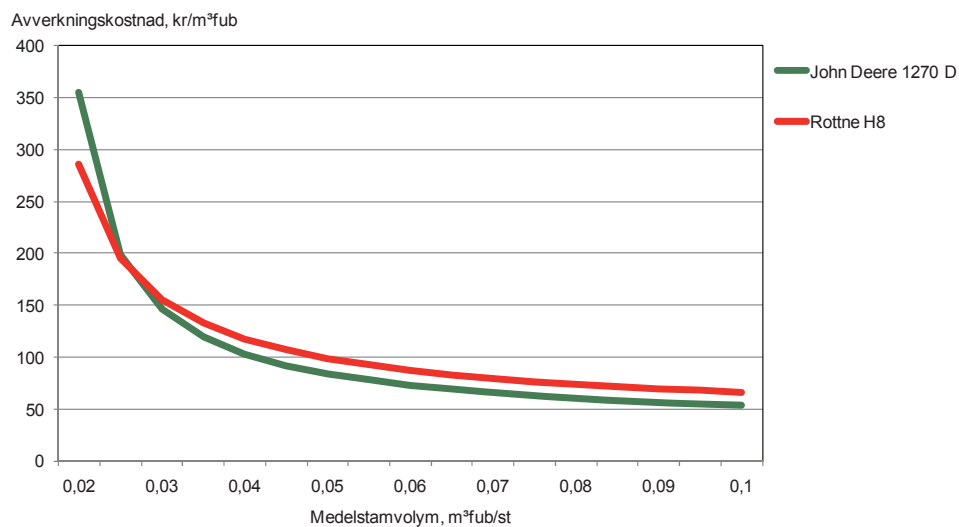
Rottne H8 -1 % 940 kr/h

Rottne H8 - 5 % 900 kr/h

Rottne H8 -10 % 855kr/h

Granstudien

I granstudien var stickvägsmetoden med John Deere 1270D betydligt mer konkurrenskraftig jämfört med stråkmetsoden med Rottne H8 både vad avser prestation (figur 2) och kostnad, figur 16. I figur 16 är samma timkostnader som användes i tallstudien använda i kostnadsfunktionen.



Figur 16. Avverkningskostnader i grangallringen vid uppskattad timkostnad: John Deere 1270 D, 950 kr/h; Rottne H8, 850 kr/h.

Jämförs den relativa kubikmeterkostnaden i grangallringen mellan Rottne H8 vid olika timkostnader och John Deere 1270D, måste Rottne H8 vara 20 % billigare än John Deere 1270D för att stråketmetoden ska kunna konkurrera kostnadmässigt vid medelstamvolym över 0,02 m³fub/st, figur 17.



Figur 17.
Relativ avverkningskostnad i granstudien för Rottne H8 vid olika timkostnader jämfört med John Deere 1270D.
Skattade kostnader:

John Deere 1270D 950 kr/h
Rottne H8 -1 % 940 kr/h
Rottne H8 -5 % 900 kr/h
Rottne H8 -10 % 855kr/h

Analys av gallringsresultatet

Gallringsresultatet från både tall- och granstudien redovisas i tabell 10 respektive i tabell 11. Gallringskvoterna för John Deere 1270D och för John Deere 1070D tyder på en extrem låggallring (tabell 10). Eventuellt förstärktes detta av en önskan att flerträdshanteras så många stammar som möjligt. Skadeandelen (andelen träd med barkskada som överskrider storleken av en tändsticksask på stam eller rot) orsakad av skördaren var låg för samtliga maskiner i båda studierna (tabell 10 och 11). Skadeandelen orsakad av skotaren inventerades endast i tallstudien där skotaren i stort sett inte orsakade några skador alls, endast 1 % i studieledet med Rottne H8 och 26 m stickvägsavstånd (tabell 10).

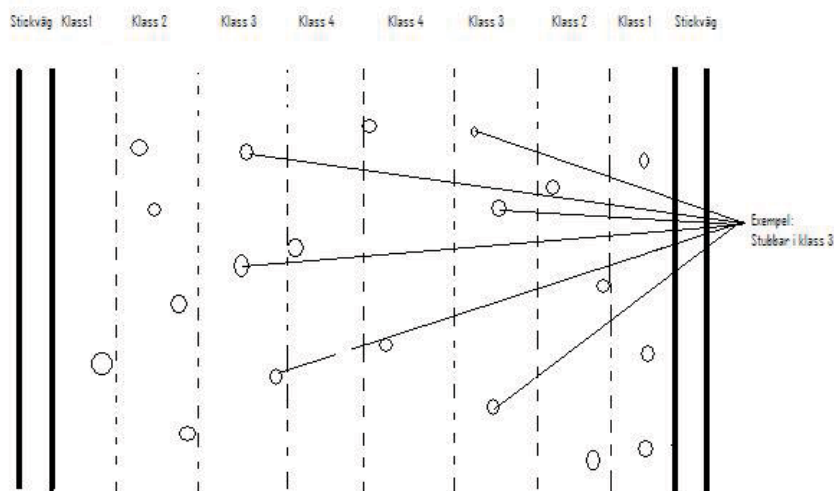
Tabell 10.
Gallringsresultatet i tall studien.

Maskin/metod	JD 1270 22 m	JD 1070 30 m	Rottne H8 22 m	Rottne H8 26 m
Uttagsprocent, antal %	52,0	47,0	47,0	47,0
Gallringsprocent, volym %	42,0	33,0	39,0	39,0
Gallringskvot	0,66	0,55	0,74	0,73
Stickvägsbredd, m	4,70	4,5	4,8	4,8
Skador före skotningen, %	2,0	1,0	1,0	1,0
Skador efter skotningen, %	2,0	1,0	1,0	2,0

Tabell 11.
Gallringsresultatet i granstudien.

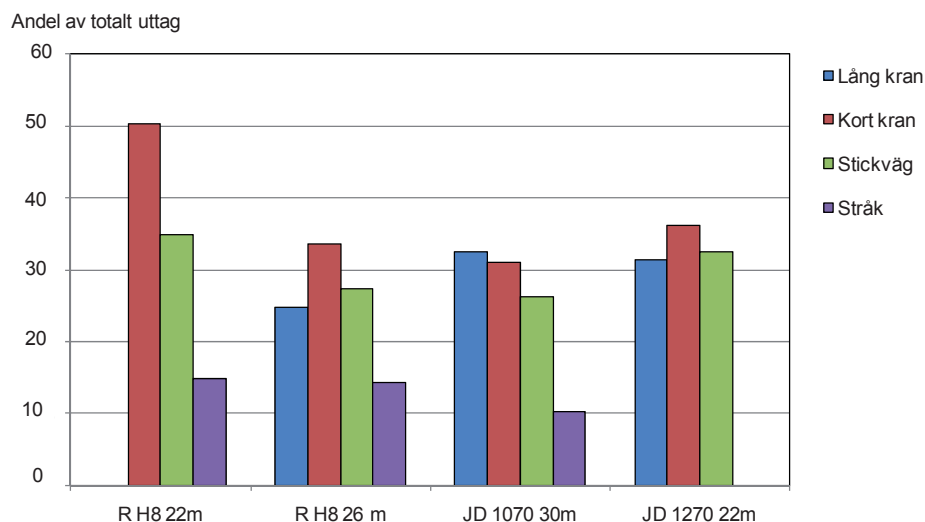
Maskin/metod	Rottne H8 22 m	JD 1270 22 m
Uttagsprocent, antal %	45,0	53,0
Gallringsprocent, volym %	35,0	45,0
Gallringskvot	0,67	0,73
Stickvägsbredd, m	4,6	4,6
Skador före skotningen, %	0,30	0,70

Efter gallringen i tallstudien gjordes en analys av stubbarnas placering i beståndet. De träd som avverkats i mellanzonen mellan stickvägarna delades upp i fyra klasser med avseende på avståndet från stickvägen, figur 18. Mellanzonen är delad på mitten (längs med stickvägen) och varje del är sedan delad i fyra avståndsklasser där 1 är fjärdedelen närmast stickvägen och 4 fjärdedelen längst från stickvägen, figur 18.



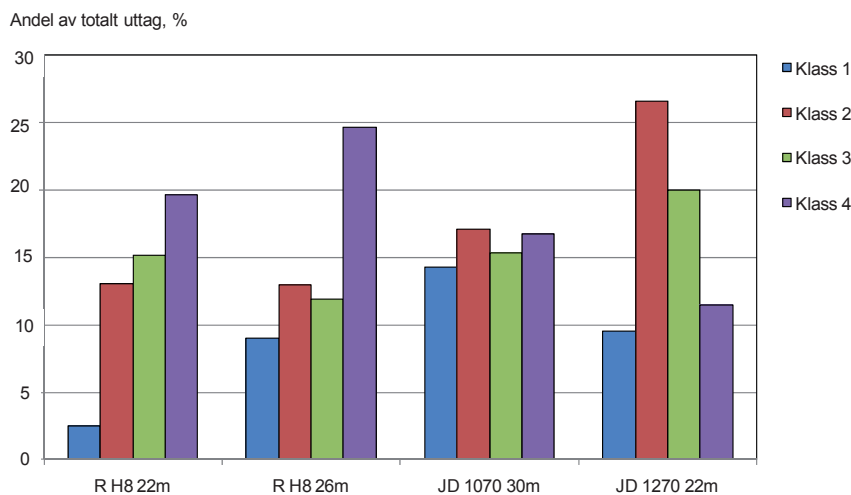
Figur 18.
Schematisk bild över hur stubbarna mättes in och klassindelades i förhållande till stickvägarna.

Avståndsklasserna är oberoende av stråken, vilket medför att klass 4 innebär arbete på full kranlängd om avverkningen sker enbart från stickväg men inte om metoden innefattar stråkkörning (då snarare klass 2 och 3 kan antas innebära avverkning långt från maskinen). Klassindelningen ger i stället ett mått på hur gallringsstammarna är fördelade i beståndet där en jämn fördelning över klasserna bör innebära en jämn fördelning av uttaget. Enligt figur 19 har metoden med John Deere 1070D, 30 m stickväg och stråkkörning, den jämnaste fördelningen av uttaget. Metoden med John Deere 1270D gav ett betydligt större uttag i klass 2 och 3 än i de andra klasserna och båda metoderna med Rottne H8 hade störst uttag i klass 4. Anledningen är förmodligen att stråket till stor del hamnar i klass fyra. (figur 19).



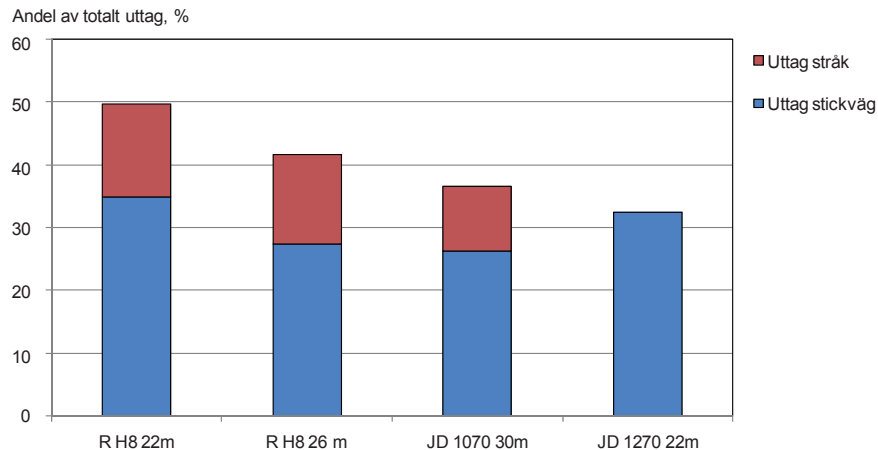
Figur 19.
Uttaget fördelat på fyra klasser med avseende på avståndet från stickvägen.

Om man i stället tar hänsyn till stråket och delar uttaget i fyra alternativa klasser: stickväg, stråk, arbete på kort kran och arbete på full kranlängd, uppvisar gallringen efter 1270D jämnast fördelning med ca 30 % av uttaget i vardera stickväg, nära stickväg respektive på full kranlängd (figur 20). Avståndet från stickväg/stråk för att en stubbe skulle klassas som arbete på kort eller lång kran anpassades efter maskinernas kranlängder. Lång kran krävde dock ett minsta avstånd på 6 m, vilket innebar att Rottne H8 med 22 m stickväg aldrig gallrade med lång kran. Rottne H8, framför allt vid 22 m stickvägsavstånd, hade en hög andel tvingande uttag i stickväg och stråk, vilket även visas i figur 21.



Figur 20.
Gallringsuttaget uppdelat på uttag i stickväg, stråk respektive på lång och kort kran i mellanonen.

I figur 21 redovisas andelen tvingande uttag för respektive metod, d.v.s. andelen av gallringsuttaget som avverkas i stickvägen respektive stråket. Det tvingande uttaget är högre i metoderna med slingerstråk och högst för Rottne H8 med 22 m stickvägsavstånd där det tvingande uttaget står för 50 % av gallringsuttaget.



Figur 21.
Andelen av det totala gallringsuttaget som gjordes i stickväg och stråk.

Slutsatser

Det är som nämnts tidigare svårt att göra rättvisa jämförelser mellan olika metoder i praktisk avverkning. Även om stora ansträngningar görs för att hitta jämna bestånd med likvärdiga studieytor finns ändå alltid skillnader i bestånds-förutsättningar. I denna studie var man dessutom tvingade att använda olika förare för olika metoder/maskintyper och dessutom jämfördes både olika metoder och olika maskintyper, vilket gjorde det svårt att fastställa vad skillnaderna i studieleden egentligen beror på. Till viss del kan man kompensera för många variabler med att göra upprepningar samt all låta många träd ingå i respektive studieled. Studieleden var därför väl tilltagna i studien med ca 1 000 stammar per studieled jämfört med en genomsnittsstudie som oftast inte innehåller mer än ca 300 studerade stammar per studieled. Trots svårigheterna kan man därför ändå se indikationer och potentialer i studien som är värda att uppmärksammas:

- Stråket metod med mellanstor gallringsskördare (John Deere 1070D) och 30 m stickvägsavstånd hade klart högst prestation i studien.
- Metoden var också billigast förutsatt de uppskattade timkostnaderna i studien.
- Flerträdshantering är nödvändig i klena tallgallringar om större maskintyper ska kunna konkurrera med en liten gallringsmaskin typ Rottne H8.
- Stor gallringsskördare (John Deere 1270) i stickvägsgallring, hade svårt att konkurrera i klena tallgallringar med de mindre skördarna, vilka har möjlighet att utöver avverkning från stickväg även avverka ett slingerstråk mellan vägarna.

- Stickvägsmetoden hade betydligt större konkurrenskraft i grangallring eventuellt beroende på att den mindre Rottne H8:an med klenare kran/aggreat hämmas av grova grangrenar och kanske även av sämre siktförhållanden.
- Skotningen var effektivare efter stråkmeter med längre stickvägsavstånd än efter metoderna med 22 m stickvägsavstånd.
- Gallringsuttagen var jämnast efter stråkmeter och 30 m stickvägsavstånd med John Deere 1070D samt efter stickvägsmetoden med 1270D beroende på hur man analyserar mätdata.
- Stråkmeter med 22 m stickvägsavstånd och Rottne H8 innebar klart högst tvingande uttag i stråk och stickväg.
- Stickvägsmetoden med John Deere 1270D gav lägst andel tvingande uttag.
- Vill man ha en hög selektivitet i gallringen och utnyttja stråkkörningsmetoden är John Deere 1070D ett bättre alternativ än Rottne H8. Anledningen är att den större gallringsmaskinen har längre räckvidd och därigenom kan arbeta med längre stickvägsavstånd, vilket minskar andelen stråk/stickvägsträd och därigenom ökar selektiviteten.
- Det fanns ingen signifikant skillnad mellan metoderna vad avser skadegrad efter gallring.

Sammanfattningsvis kan man säga att prestationerna i avverkning såväl som i skotning indikerar på, att mellanstora gallringsskördare i stråkmeter med långa stickvägsavstånd är en högpresterande och relativt billig gallringsmetod. Större gallringsskördare är konkurrenskraftiga främst i grangallringar och ska de användas i klen tall bör man utnyttja flerträdshantering. Små gallringsskördare i stråkmeter har en nisch i klen tallgallring men man bör minimera det tvingande uttaget genom att öka stickvägsavståndet.

Referenser

- Frohm, S. & Thor, M. 1993. Nya gallringsformer och gallringsmönster – studier genomförda på Sonstorp Bruk 1993. Skogforsk, Stencil 1993-12-07.
- Thor, M. 1996. Stråkkörning med mellanstor engreppsskördare. Skogforsk, Arbetsrapport 322.
- Frohm, S. & Thor, M. 1997. Tvingande och selektivt uttag i gallring: vad betyder maskinstorlek och stickvägsavstånd? Skogforsk, Resultat 5.

Litteratur

- Eriksson, H. & Karlsson, K. 1994. Effekter av stickvägsbredd och gallringsform på beståndsutvecklingen i ett försök i granskog. SLU, institutionen för skogsproduktion, Rapport nr 38.
- Frohm, S. 1995. Kostnader och kvalitetsresultat vid förstagallring i tallbestånd med olika gallringsformer och stickvägsavstånd. Skogforsk, stencil 1997-12-06.

Bilaga 1

Tabell 1.

Fullständiga Beståndsförutsättningar och gallringsresultat från tallstudien.

Yta	1	2	3	4	5	6	7	8
Maskin/Metod (stickvägsavstånd)	R H8 22m	R H8 22m	JD 1270 22m	JD 1270 22m	R H8 26m	R H8 26m	JD 1070 30m	JD 1070 30m
Stamantal innan avverkning, st/ha	2348	1957	2280	2361	2236	2434	2352	1998
Volym innan avverkning, m ³ fub/ha	141	140	136	145	143	141	141	136
Medelstamvolym innan avverkning, m ³ fub/st	0,06	0,071	0,06	0,062	0,064	0,058	0,06	0,068
Avverkade stammar, st	1111	902	1089	1323	1086	1098	1198	864
Avverkad volym, m ³ fub	57	53	48	70	60	50	51	40
Medelstamvolym i uttaget, m ³ fub/st	0,052	0,059	0,044	0,053	0,056	0,046	0,042	0,047
Uttagsprocent, antal %	47%	46%	48%	56%	49%	45%	51%	43%
Gallringsprocent, volym %	40%	38%	35%	48%	42%	35%	36%	29%
Gallringskvot	0,77	0,72	0,60	0,73	0,78	0,68	0,54	0,56
Kvarstående stamar, st	1237	1055	1191	1038	1150	1336	1154	1134

Tabell 1.

Fullständiga tabeller från tidsstudien av förare 1 och två i Rottne H8 vid 22m stickvägsavstånd och slingerstråk.

Stickvägsavstånd Maskintyp Yta, Förare 1	22								TOTAL	
	R H8 1a		1b		1c		1d			
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Kran ut	5,7	118	5,3	78,0	6,8	153,0	5,8	110,7	6,0	115,9
positionering/fällning	4,1	84	4,1	60,7	5,1	114,1	4,0	75,4	4,3	84,1
Intagning	5,5	114	5,6	82,4	5,9	132,0	5,7	106,7	5,7	109,6
Kvistning/kapning	7,8	160,9	8,3	122,7	7,4	166,1	7,8	147,7	7,8	150,4
Kran in	0,4	8,3	0,7	10,8	0,4	8,2	1,2	23,0	0,7	12,7
Topp	2,2	45,2	2,2	32,6	2,1	48,4	1,5	28,7	2,0	38,9
Förflyttning mellan upps.	6,3	130,3	8,2	121,0	7,4	165,8	8,2	154,2	7,4	143,4
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,005	0,110	0,006	0,085	0,006	0,131	0,006	0,108	0,006	0,109
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,049		0,068		0,044		0,053		0,052	
Avverkad volym (m ³ fub)	6,85		5,49		6,26		6,68		25,28	
Antal avverkade träd (st)	141		81		141,0		126		489	
Prestation m ³ fub/G ₀ h	188	9,08	174	11,81	172	7,62	175	9,28	177	9,16

Maskintyp Yta, Förare 2	R H8								TOTAL	
	2a		2b		2c		2d			
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Kran ut	8,0	132,3	7,7	157,1	7,7	124,5	7,3	129,3	7,7	131,6
positionering/fällning	5,8	95,6	5,4	110,5	5,6	91,1	6,6	115,7	5,8	99,0
Intagning	8,5	140,8	8,2	167,9	8,2	132,1	8,7	152,7	8,4	142,6
Kvistning/kapning	10,2	169,9	8,9	181,0	9,9	160,0	8,9	157,3	9,7	165,2
Kran in	0,6	10,1	0,0	0,0	1,2	19,7	0,6	10,3	0,7	12,6
Topp	2,5	41,6	3,0	61,2	2,2	36,3	2,5	44,8	2,5	42,3
Förflyttning mellan upps.	9,1	150,6	9,2	188,3	6,8	110,3	6,8	120,3	7,9	134,5
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,007	0,123	0,007	0,144	0,007	0,112	0,007	0,122	0,007	0,121
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,060		0,049		0,062		0,057		0,059	
Avverkad volym (m ³ fub)	7,96		2,60		8,77		3,97		23,30	
Antal avverkade träd (st)	132		53		142		70		397	
Prestation m ³ fub/G ₀ h	134	8,10	141	6,93	144	8,90	145	8,21	140	8,24

Tabell 2.

Fullständiga tabeller från tidsstudien av förare ett och två i John Deere 1270 D vid 22m stickvägsavstånd.

Stickvägsavstånd Maskintyp Yta	22									
	JD 1270									
	1a		1b		1c		1d		TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Förare 1										
Kran ut	5,8	107,9	6,2	131,0	6,5	131,9	5,3	110,7	5,8	117,6
Kran ut 2	2,1	39,1	2,3	48,1	1,8	35,9	2,5	52,9	2,2	44,7
Kran ut 3	0,5	9,2	0	0			0,2	4,0	0,3	5,1
positionering/fällning	5,1	95	5,1	107,1	5,4	109,6	4,6	96,1	5	100,1
Intagning	7,9	145,9	8,3	176,4	7,8	158,6	7,9	165,6	8	162
Kvistning/kapning	9,1	169,2	8,6	182,8	8,7	176,6	7,3	152,5	8,3	168,5
Kran in	1,9	35,1	2,0	42,9	2,9	59,2	1,6	33,8	1,9	39
Topp	0	0	0,3	7,1	0,0	0,0	1,0	21,2	0,4	8,8
Förflyttning mellan upps.	6,9	128,6	6,2	131,7	6,7	136,8	4,9	102,7	6	122
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,007	0,122	0,007	0,138	0,007	0,135	0,006	0,123	0,006	0,128
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,054		0,047		0,049		0,048		0,049	
Avverkad volym (m ³ fub)	7,29		6,9		2,1		7,5		23,7	
Antal avverkade träd (st)	135		145		42		157		479	
Antal avverkade träd x 2(st)	22		22		7		36		168	
Antal avverkade träd x 3(st)	1		0		0		2		9	
Prestation m ³ fub/G ₀ h	153	8,22	153	7,25	151	7,42	170	8,11	158	7,81

Maskintyp Yta	JD 1270									
	2a									
	2b		2c		2d		TOTAL			
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Förare 2										
Kran ut	7,4	108,0	4,8	76,6	5,9	117,5	6,5	116,1	6,3	106,7
Kran ut 2	0,6	9,0	0,5	8,1	1,6	32,1	1,2	21,4	1,0	16,9
Kran ut 3	0,0	0,0	0,3	4,8	0,4	8,1	0,0	0,8	0,2	3,0
positionering/fällning	4,0	58,9	4,0	63,5	3,1	62,0	3,7	66,4	3,7	62,1
Intagning	6,1	88,4	5,7	90,9	5,6	112,6	5,7	102,3	5,8	97,5
Kvistning/kapning	8,2	119,3	7,9	126,0	7,4	147,7	8,0	142,8	7,9	132,3
Kran in	1,7	25,5	1,9	31,0	1,6	32,9	1,9	33,9	1,8	30,0
Topp	1,3	19,1	1,5	24,1	1,3	26,3	1,0	17,7	1,3	21,3
Förflyttning mellan upps.	3,9	57,4	4,8	76,9	3,7	74,8	3,8	67,0	4,0	66,8
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,006	0,081	0,005	0,084	0,005	0,102	0,005	0,095	0,005	0,089
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,069		0,062		0,050		0,056		0,059	
Avverkad volym (m ³ fub)	13,0		5,8		7,9		7,9		34,6	
Antal avverkade träd (st)	190		93		158		141		582	
Antal avverkade träd x 2(st)	17		8		29		21		126	
Antal avverkade träd x 3(st)	1		4		6		1		36	
Prestation m ³ fub/G ₀ h	180	12,36	192	11,95	196	9,77	188	10,55	188	11,18

Tabell 3.

Fullständiga tabeller från tidsstudien av förare ett och två i Rottne H 8 vid 26m stickvägsavstånd och slingerstråk.

Stickvägsavstånd Maskintyp Yta	26									
	R H8 1a		1b		1c		1d		TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Förare 1										
Kran ut	7,8	149,1	7,5	151,0	10,4	155,8	7,9	130,1	8,0	143,4
Kran ut 2	0,1	1,9	0,1	1,5	0,4	6,7	0,0	0,8	0,1	1,8
positionering/fällning	5,3	100,3	4,7	94,1	5,3	78,8	5,9	96,9	5,3	95,5
Intagning	8,8	166,3	8,4	168,8	9,0	135,4	8,3	135,4	8,5	153,1
Kvistning/kapning	9,5	179,6	9,1	183,2	11,3	169,6	10,1	165,3	9,7	174,4
Kran in	1,1	20,5	1,7	34,5	1,3	19,6	1,4	23,2	1,4	24,9
Topp	1,9	36,6	1,8	35,2	1,9	29,2	2,0	32,4	1,9	34,1
Förflyttning mellan upps.	6,0	113,8	5,8	115,5	5,6	84,2	7,6	125,4	6,4	115,5
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,007	0,128	0,007	0,131	0,008	0,113	0,007	0,118	0,007	0,124
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,053		0,050		0,067		0,061		0,056	
Avverkad volym (m ³ fub)	8,06		6,79		2,40		9,33		26,61	
Antal avverkade träd (st)	153		136		36		153		478	
Antal avverkade träd x 2(st)									9	
Antal avverkade träd x 3(st)										
Prestation m ³ fub/G ₀ h	148	7,81	153	7,66	133	8,83	139	8,46	145	8,08

Stickvägsavstånd Maskintyp Yta	26									
	R H8 2a		2b		2c		2d		TOTAL	
	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub
Förare 2										
Kran ut	6,1	134,1	5,8	124,5	6,3	142,5	6,4	145,0	6,1	135,6
Kran ut 2	0,1	1,9	0,1	2,8	0,1	1,9	0,0	0,7	0,1	1,9
positionering/fällning	4,4	95,2	3,9	84,2	4,9	110,2	3,9	88,2	4,3	94,2
Intagning	5,5	120,1	5,9	127,2	6,0	135,1	6,5	147,4	5,9	131,2
Kvistning/kapning	6,9	150,5	7,4	158,5	7,7	174,5	7,6	172,6	7,4	162,9
Kran in	0,9	18,6	1,0	20,6	0,8	19,2	1,3	30,1	1,0	21,6
Topp	1,4	30,7	1,5	32,3	1,5	35,0	1,6	37,2	1,5	33,5
Förflyttning mellan upps.	4,7	101,8	7,3	156,0	5,8	131,1	7,3	166,1	6,2	137,1
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,005	0,109	0,005	0,118	0,006	0,125	0,006	0,131	0,005	0,120
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,046		0,046		0,044		0,044		0,045	
Avverkad volym (m ³ fub)	6,19		6,32		5,26		4,49		22,26	
Antal avverkade träd (st)	135		136		119		102		492	
Antal avverkade träd x 2(st)									9	
Antal avverkade träd x 3(st)										
Prestation m ³ fub/G ₀ h	200	9,19	183	8,50	181	8,01	173	7,62	185	8,36

Tabell 4.

Fullständiga tabeller från tidsstudien av förare ett och två i John Deere 1070 D vid 30m stickvägsavstånd och slingerstråk.

Stickvägsavstånd	30										
	Maskintyp	JD 1070								TOTAL	
		Yta	1a		1b		1c		1d		
Förare 1	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	
Kran ut	4,4	82,2	5,7	122,7	4,9	101,8	6,0	132,9	5,2	107,0	
Kran ut 2	0,9	16,1	0,7	14,3	1,0	20,4	0,6	13,0	0,8	16,0	
Kran ut 3	0,0	0,0	0,1	2,1	0,1	1,7	0,0	0,0	0,0	0,9	
positionering/fällning	2,9	54,4	3,2	68,6	3,3	69,0	4,0	88,5	3,3	68,0	
Intagning	5,6	103,9	7,8	170,2	6,4	132,8	7,9	176,6	6,9	141,8	
Kvistning/kapning	6,9	128,7	6,4	139,6	6,5	134,3	7,1	158,7	6,7	138,6	
Kran in	2,2	40,9	3,7	80,6	2,2	46,1	3,6	79,4	2,9	59,9	
Topp	0,3	6,3	0,1	1,8	0,3	5,9	0,0	0,4	0,2	3,9	
Förflyttning mellan upps.	4,3	80,6	5,7	123,9	2,9	59,1	4,3	96,8	4,4	90,1	
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,005	0,086	0,006	0,121	0,005	0,095	0,006	0,124	0,005	0,104	
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,054		0,045		0,049		0,045		0,049		
Avverkad volym (m ³ fub)	8,06		6,43		5,94		4,85		25,58		
Antal avverkade träd (st)	129		130		106		100		465		
Antal avverkade träd x 2(st)	21		14		16		8		59		
Antal avverkade träd x 3(st)											
Prestation m ³ fub/G ₀ h	217	11,69	180	8,29	218	10,51	179	8,04	197	9,58	

Stickvägsavstånd	30										
	Maskintyp	JD 1070								TOTAL	
		Yta	2a		2b		2c		2d		
Förare 2	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	cmin/träd	cmin/m ³ fub	
Kran ut	4,3	83,9	3,6	63,5	4,8	111,3	5,7	92,0	4,5	87,4	
Kran ut 2	1,0	19,2	1,3	22,8	1,5	34,4	1,3	20,3	1,2	24,0	
positionering/fällning	3,2	62,6	2,6	45,8	3,1	71,7	3,1	49,5	3,0	59,0	
Intagning	5,0	97,1	4,5	79,2	7,1	163,0	7,2	115,4	5,8	112,4	
Kvistning/kapning	6,1	119,0	5,7	99,7	5,3	121,7	6,4	103,2	5,8	112,8	
Kran in	2,0	39,0	1,6	28,4	2,6	59,3	2,9	46,0	2,2	42,8	
Topp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Förflyttning mellan upps.	2,7	51,8	2,9	50,5	6,1	140,8	7,6	121,9	4,4	84,9	
TOTALT (h/träd) (h/m ³ fub)	0,004	0,079	0,004	0,065	0,005	0,117	0,006	0,091	0,005	0,087	
Medelstamvolym i uttag (m ³ fub)	0,051		0,057		0,043		0,062		0,052		
Avverkad volym (m ³ fub)	7,13		4,47		4,91		3,11		19,62		
Antal avverkade träd (st)	123		64		95		43		325		
Antal avverkade träd x 2(st)	16		14		18		7		55		
Antal avverkade träd x 3(st)											
Prestation m ³ fub/G ₀ h	248	12,70	268	15,38	197	8,54	176	10,94	222	11,47	

Bilaga 2

Normering, regression, Rottne H8

Regression Statistics								
Multiple R	0,040230901							
R Square	0,001618525							
Adjusted R Square	-0,000183607							
Standard Error	164,6805286							
Observations	556							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	24356,6341	24356,6341	0,89811669	0,343700386			
Residual	554	15024300,78	27119,6765					
Total	555	15048657,42						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	328,3927315	10,76336243	30,51023633	1,0594E-120	307,250741	349,5347219	307,250741	349,5347219
X Variable 1	-135,0415203	142,4954296	-0,947690187	0,343700386	-414,9389069	144,8558663	-414,9389069	144,8558663

Normering, regression, JD 1270

Regression Statistics								
Multiple R	0,550930584							
R Square	0,303524508							
Adjusted R Square	0,302432854							
Standard Error	9,390065669							
Observations	640							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	24515,78837	24515,78837	278,0408482	4,40232E-52			
Residual	638	56254,58663	88,17333327					
Total	639	80770,375						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	22,41139573	0,606347112	36,96133007	1,0116E-160	21,22071847	23,602073	21,22071847	23,602073
X Variable 1	113,1815601	6,78768022	16,67455691	4,40232E-52	99,85266591	126,5104544	99,85266591	126,5104544

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2008

År 2008	
Nr 652	Löfgren, B., Nordén, B. & Lundström H. 2008. Fidelitystudie av en skogsmaskin-simulator. 30 s.
Nr 653	Norén J., Rosca, C. & Rosengren, P. 2008. Riktlinjer för presentation av apterings-information i skogsskördare. 70 s.
Nr 654	Sonesson, J. 2008. Analys av potentiella mervärden i kedjan skog-industri vid användning av pulsintensiv laserscanning.
Nr 655	Jönsson, P. & Nordén B. 2008. Skotare med ALS och tredelade stöttor – Studier av prestation och helkroppsvibrationer i galling. 14 s.
Nr 656	Persson, T., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Rosvall, O., Sonesson, J., Stener, L.-G. & Westin, J. 2008. Lägesrapport 2007-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 657	Stener, L.G. 2008. Study of survival, height growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in southern Sweden. 11 s.
Nr 658	Almqvist, C. & Eriksson, M. Ökad produktion i plantage 501 Bredinge – försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. 13 s.
Nr 659	Rytter, R.M. 2008. Detektion av röta i bok med 4-punkters mätning av resistivitet. 14 s.
Nr 660	Bergkvist, I., Iwarsson Wide, M., Nordén, B. & Löfroth, C. 2008. Jämförande prestationsstudier – Röjsåg med klinga kontra kedjeröjsåg. 21 s.
Nr 661	Johansson, K. Snytbaggen – kunskapsläget 2008. 18 s.
Nr 662	Österman, Öd. D., Rimquist, L. & Hanson, M. 2008. Geststyrning för engreppsskördare – en första undersökning – Projektarbete Ergonomi och Design VT-2008. 64 s.
Nr 663	Westlund, K. & Andersson, G. 2008 Vägstandardens inverkan på skogsnärings transportarbete. 58 s.
Nr 664	Hannrup, B. 2008. Slutrapport för projekt ”Mätteknik för avverkningsrester”. 52 s.
Nr 665	Rosvall, Ola., Wennström, U. 2008. Förädlings effekter för simulering med Hugin i SKA 08. 38 s.
Nr 666	Barth, A., Hannrup, B., Möller J. J. & Wilhelmsson, L. 2008. Validering av FORAN SingleTree® Method. 44 s.
Nr 667	Baez, J. 2008. Vibrationsdämpning av skotare. 67 s.
Nr 668	Björklund, N., Hannrup, B. & Jönsson, P. 2008. Effekter av förhöjt knivtryck i skördar-aggregat på barkskadorna hos massaved och följeffekter på produktionen av granbarkbollar. 34 s.
År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.

Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverknings – Studie från avverknings hos Sca Skog AB. 11 s.