

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 606 2005



Kombimaskin jämfört med tvåmaskinsystem

TIDSSTUDIER AV PONSSE DUAL, PONSSE BEAVER OCH PONSSE BUFFALO HOS SCA SKOG AB

Berndt Nordén, Hagos Lundström & Magnus Thor

Ämnesord: Avverkning, drivning, slutavverkning.

Skogforsk Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna 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.

Skogforsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktions effektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien ARBETS RAPPORT dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Inledning.....	2
Förutsättningar	2
Genomförande.....	2
Bestånd och studieytor.....	2
Tidsstudier	3
Resultat	3
Grundtider.....	3
Avverkning.....	3
Skotning.....	4
Normerad tidsåtgång och prestation	4
Normering.....	4
Avverkning.....	5
Skotning.....	5
Kostnader	6
Diskussion	7
Referenser.....	8
Bilaga 1	9

Inledning

Att sänka kapitalkostnaden genom att klara sig med en maskin framstår för många entreprenörer som lockande. Det gör det t.ex. möjligt att ensam ta ett avverkningsuppdrag utan att ha anställda. Drivaren har öppnat en sådan möjlighet men kombimaskiner, i princip en skotare som även kan förses med ett skördaraggregat, framhålls av många som ett billigare alternativ med lägre ekonomisk risk. De här tankarna har även inneburit att kombimaskinen har kunnat ses som ett komplement till ett ordinärt skördarsystem. Grundtanken är då att maskinen tidvis skall gå som antingen skördare eller skotare i ett konventionellt skördarsystem vid kapacitetsbrist eller större haverier.

Skogforsk har av SCA Skog AB fått i uppdrag att jämföra kombinationsmaskinen Ponsse Buffalo Dual med skördaren Ponsse Beaver och en Ponsse Buffalo skotare i slutavverkning. Jämförelsen skulle avse tidsåtgång och prestation. Maskinerna studerades i ett slutavverkningsbestånd i trakten av Lomnäs-vägen ca 9 mil västsydväst om Umeå. Studien har bekostats av SCA Skog AB och redovisas i denna arbetsrapport.

Förutsättningar

Studien omfattade två studieled:

- Dual: Beståndet avverkades och skotades med en Ponsse Buffalo Dual.
- Tvåmaskin: Avverkningen gjordes med Ponsse Beaver och skotas med en Ponsse Buffalo.

Avverkningsmetoden med Dual innebar att virket placerades ungefär vinkelrätt mot stickvägen. Riset faller delvis på maskinens band men hamnar till stor del i stickvägen vid framflyttning. I Tvåmaskin lades virket snett ifrån stickvägen.

GENOMFÖRANDE

Studien genomfördes på avverkningstrakten Lomnäs-vägen i mitten av september under mycket gynnsamma väderförhållanden. Både kombinationsmaskinen Ponsse Buffalo Dual och skördaren Ponsse Beaver arbetar normalt åt SCA Skog AB och ägs av Backlunds skog AB. Den tredje maskinen, skotaren Ponsse Buffalo hade lånats från Ponsse. Samtliga maskiner kördes i studien av Torbjörn Backlund, som bedömdes vara en mycket skicklig förare.

BESTÅND OCH STUDIEYTOR

Studien genomfördes i ett blandat barrbestånd (TGL 280) med beståndsdata enligt tabell 1. Beståndet var underväxtröjt. Avståndet mellan körstråken var för Dual cirka 17,8 m och för Beaver 17,52 m.

Tabell 1.
Bestånds-förutsättningar.

	Dual	Tvåmaskin
Stamantal (st/ha)	539	561
Volym (m ³ fub/ha)	180	196
Medelstamvolym (m ³ fub/st)	0,33	0,35
Medeldiameter (cm)	22,3	23,0
Antal träd på studieytorna	336	352

Genom höjdmätning och klavning av 34 provträd konstruerades höjdkurvor för tall respektive gran. Utifrån höjdkurvorna beräknades sedan volymen för samtliga träd med hjälp av Brandels funktioner.

TIDSSTUDIER

Tidsstudierna av avverkningen genomfördes som trädvisa momentstudier. Före studierna hade träden märkts med lappar som angav brösthöjdsdiametern i cm. Momenttiderna kan därför hänföras inte bara till trädslag utan också till trädets diameter eller volym.

Skotningsstudierna gjordes även de som momentstudier men här var krancyklerna observationsenheter vid lastning och lossning. Skotningen omfattade det virke som avverkats under skördarstudien.

Momentindelningen framgår av bilaga 1. Tidsstudieman var Hagos Lundström, Skogforsk.

Resultat

GRUNDTIDER

Avverkning

Den uppmätta prestationsnivån var mycket hög, över 50 m³fub per G₀-timme (tabell 2). Det skiljde inte nämnvärt i prestation mellan metoderna. Olikheterna i krangeometri medförde vissa skillnader i arbetsmönster, vilket också avspeglades i enskilda momenttider.

Arbetsbredden var 17,8 respektive 17,5 m för Dual respektive Tvåmaskin.

Tabell 2.

Grundtider för avverkningsarbetet. Tidsåtgång (cmin/träd) och prestation.

Moment	Dual	Tvåmaskin
Körning	3,1	3,4
Kran ut	4,9	6,1
Positionering – avskiljning	1,6	2,4
Fällning – intagning	9,1	8,3
Kvistning – kapning	17,5	17,6
Topp	0,1	0,2
Kran in	2,4	2,1
Övrig verktid	0,3	0,1
Total tidsåtgång, cmin/träd	39,0	40,2
Medelstamvolym, dm ³ fub	334	350
Prestation		
– träd/G ₀ -tim	154	149
– m ³ fub/G ₀ -tim	51,4	52,2
– m ³ fub/G ₁₅ .h*	36,0	36,5

* Omräkningstal G₀- till G₁₅-prestation: 0,7, vilket inkluderar "studieeffekt", nivåläggning förare och avbrottsid.

Skotning

Grundtiderna (ej normerade till samma köravstånd) medförde prestationer på 33–35 m³fub/G₀-timme (tabell 3). Den större lastarean på Dual medförde att laststorleken var större i det studieleddet, 14,5 jämfört med 13,7 m³fub. I båda studieledden åtgick ca 16 krancykler för att lossa lass.

Tabell 3.
Grundtider för skotningsarbetet. Tidsåtgång (cmin/m³fub) och prestation.

Moment	Dual	Tvåmaskin
Kran ut	16	14
Gripning	9	9
Sammanf på marken	4	4
Kran in	18	19
Släppning	13	11
Tillrättläggning på lass	4	3
Körning under lastning	22	17
Körning tom	32	41
Körning lastad	23	30
Lossning	26	30
Förflyttning u lossning	1	0
Övrig verktid	1	1
Total tidsåtgång		
– cmin/m ³ fub	169	181
– cmin/lass	2 447	2 476
Prestation		
– m ³ fub/G ₀ -timme	35,5	33,2
– m ³ fub/G ₁₅ -timme*	28,4	26,6
Lasstorlek, m ³ fub	14,5	13,7

* Omräkningstal G₀- till G₁₅-prestation: 0,8, vilket inkluderar "studieeffekt", nivåläggning förare och avbrottsid.

NORMERAD TIDSÅTGÅNG OCH PRESTATION

Normering

Studieytorna var mycket jämna. Trots detta förelåg ett behov av viss normering av studieresultaten. I avverkningsarbetet normerades tidsåtgången för momentet kvistning-kapning till en medelstamvolym om 0,34 m³fub. Sambandet mellan volym och tidsåtgång beräknades med regressionsanalys. Funktionerna som användes var:

- Dual: $Kvka = 0,0304 \times volym + 7,3995$ ($R^2 = 0,51$)
- Tvåmaskin: $Kvka = 0,0292 \times volym + 7,3595$ ($R^2 = 0,47$),

Där kvka = tidsåtgången i cmin för momentet kvistning-kapning och volym = stamvolymen i dm³fub.

Övriga moment ansågs kunna spegla skillnader mellan maskiner och normerades inte.

I skotningsarbetet normerades tidsåtgången för tomkörning till en körhastighet av 50 m/min. Vid körning med fullt lass antogs körhastigheten 40 m/min. Transportavståndet sattes till 300 m. Tidsåtgången för förflyttning (mellan vältor) under lossning sattes till 1 cmin/m³fub i båda studieledden. Övriga moment har inte normerats.

Avverkning

Den normerade prestationen blev 52 m³fub/G₀-timme för Dual och 51 m³fub/G₀-timme för skördaren Ponsse Beaver i tvåmaskinsystemet (tabell 4).

Tabell 4.

Normerade tider för avverkningsarbetet. Tidsåtgång (cmin/träd) och prestation.

Moment	Dual	Tvåmaskin
Körning	3,1	3,4
Kran ut	4,9	6,1
Positionering-avskiljning	1,6	2,4
Fällning – intagning	9,1	8,3
Kvistning – kapning	17,7	17,3
Topp	0,1	0,2
Kran in	2,4	2,1
Övrig verktyd	0,3	0,1
Total tidsåtgång, cmin/träd	39,1	39,9
Medelstamvolym, dm ³ fub	340	340
Prestation		
– träd/G ₀ -tim	153	150
– m ³ fub/G ₀ -tim	52,1	51,1
– m ³ fub/G ₁₅ -h*	36,5	35,7

* Omräkningstal G₀- till G₁₅-prestation: 0,7, vilket inkluderar ”studieeffekt”, nivåläggning förare och avbrottstid.

Skotning

Efter normeringen var prestationen densamma i båda studieleden: 28,8 m³fub/G₀-timme (tabell 5). Även tidsåtgången för enskilda moment var mycket likartade.

Tabell 5.

Normerade tider för skotningsarbetet. Tidsåtgång (cmin/m³fub) och prestation.

Moment	Dual	Tvåmaskin
Kran ut	16	14
Gripning	9	9
Sammanf på marken	4	4
Kran in	18	19
Släppning	13	11
Tillrättläggning på lass	4	3
Körning under lastning	22	17
Körning tom (300 m)	41	44
Körning lastad (300 m)	52	55
Lossning	26	30
Förflyttning u lossning	1	1
Övrig verktyd	1	1
Total tidsåtgång		
– cmin/m ³ fub	208	208
– cmin/lass	3 006	2 857
Prestation		
– m ³ fub/G ₀ -timme	28,8	28,8
– m ³ fub/G ₁₅ -timme*	23,1	23,1
Lasstorlek, m ³ fub	14,5	13,7

* Omräkningstal G₀- till G₁₅-prestation: 0,8, vilket inkluderar ”studieeffekt”, nivåläggning förare och avbrottstid.

KOSTNADER

Utifrån uppmätt prestation kan kostnaden per m³fub till bilväg beräknas för de båda maskinsystemen. Uppgifter om kalkyltäckkostnader och flyttkostnader kommer från SCA Skog AB (Tomas Johansson, pers. komm.). Kostnaden för Ponsse Dual bygger på olika kostnader (drift och kapital) när maskinen används som skördare respektive som skotare. Antagna kostnader framgår av tabell 6.

Medelprestation av skotare och skördare (29,8 m³fub/G₁₅-h) vid beräkning av kostnaden för aggregatbyte.

Tabell 6.
Kostnader och övriga förutsättningar som använts i kalkylen.

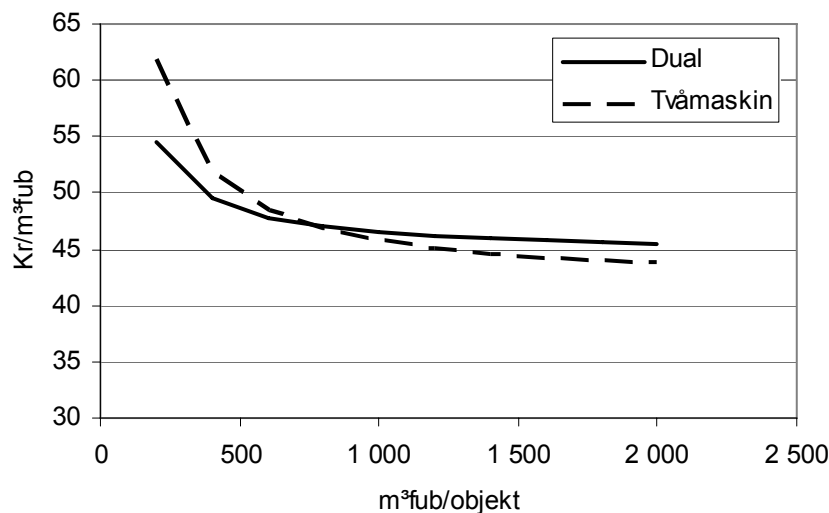
	Kostnad
Dual skördare, kr/G ₁₅ -h	675
Dual skotare, kr/G ₁₅ -h	595
Beaver skördare, kr/G ₁₅ -h	720
Buffalo skotare, kr/G ₁₅ -h	500
Tid för aggregatbyte*	10 min
Kostnad aggregatbyte, kr/gång	99
Flyttkostnad per objekt, kr	
– Dual	2 000
– Tvåmaskin	4 000
Medelobjekt SCA, m ³ fub	2 000

* Antas ske en gång per 12 G₁₅-h à 595 kr.

Med de antagna förutsättningarna var tvåmaskinsystemet billigare än Dual-systemet på en medelavverkning inom SCA, 43,8 kr jämfört med 45,5 kr/m³fub (tabell 7). I det nyligen genomförda projektet på SCA Skog hamnade man för Dual på ett medelobjekt på 550 m³fub. Detta ligger på "rätt" sida om brytpunkten för där Dual är lönsamt. Denna brytpunkt ligger på ca 700 m med de antagna förutsättningarna (figur 1).

Tabell 7.
Kostnader per m³fub, normalobjekt (2 000 m³fub).

	Dual	Tvåmaskin
Prestation, m³fub/G₁₅-h		
– skördare	36,5	35,7
– skotare	23,1	23,1
Kostnad, kr/m³fub		
– skördare	18,4	20,2
– skotare	25,8	21,6
– aggregatbyte	0,3	-
– flytt	1,0	2,0
Summa kostnad, kr/m³fub	45,5	43,8



Figur 1.
Objektsstorleken betydelse för drivningskostnaden med Dual och tvåmaskinsystem.

Diskussion

I studier av detta slag eftersträvas alltid ”konstanta förhållanden” (jämför Bergstrand, 1987). Beståndsförutsättningar, väder etc. skall vara likartade mellan studieled. Störst inverkan har dock (nästan) alltid föraren. Förare kan väljas så att varje maskin körs av en person som har maximal vana vid just den maskinen. Problemet är då att avgöra förarnas inbördes prestationsnivåer, som ofta är större än de skillnader man försöker hitta i studien. Ett annat sätt, som användes i denna studie, är att en och samma förare kör alla maskiner/metoder. Styrkan är då att faran för förare med inbördes olika prestationsnivåer är borta, men det finns ändå en risk att en förare är mer van vid en viss maskin eller metod. I denna studie gjordes bedömningen att föraren var mycket väl förtrogen med samtliga tre maskiner och de båda metoder som användes.

Resultaten avser alltså en enda förare i ett enda bestånd, men speglar sannolikt potentialen med respektive maskin relativt väl. Föraren var erfaren och mycket skicklig, vilket märktes på de höga prestationsnivåerna. I såväl avverkningsarbete som skotningsarbete var de uppmätta skillnaderna så små att det inte går att peka ut någon maskin/metod som bättre än den andra. Liknande resultat har uppnåtts vid andra jämförelser mellan Ponsse Dual och engreppsskördare i norrländsk slutavverkning (Hallonborg & Nordén, 2005). I den studien gjordes dock ingen tidsstudie av samtliga maskiners prestation, utan kombimaskinen studerades och jämfördes med erfarenhetstal från flera företag.

Normeringen av studieresultaten har gjorts med avsiktlig försiktighet. Eftersom maskinerna ser lite olika ut, framför allt med avseende på kranen, kan detta medföra skillnader i arbetsmönster. I så fall påverkas t.ex. körtiden per träd, tidsåtgången för olika arbeten med kranen och även eventuell övrig verktid. I och med att de yttre förutsättningarna var så jämna valdes därför att röra grundtiderna så lite som möjligt.

Prestationen vid skotningsarbetet var efter normering identisk mellan de båda studietiderna. Med Buffaloskotaren kunde föraren skota lika stor volym per timme som med Dual, trots ett mindre lastutrymme. Både Dual och Buffalo hade en skotargrip med griparean 0,28 m². Eftersom Dual har en starkare kran (Dual 1 310 kg på 8 m, Buffalo 1 040 kg på 8 m), utnyttjades sannolikt inte kranens kapacitet fullt ut. Studien har inte tillräcklig upplösning för att se huruvida föraren lyckades att lasta hela virkeshögar, eller om han var tvungen att återvända och plocka upp återstående bitar från en hög. Däremot under lossningsarbetet är det säkert så att en grip med större area kunde ha bidragit till att lossa med färre krancykler.

Det bredare och lägre lastutrymmet på Dual är en annan faktor som kan ha gett utslag på körtiden för lastad skotare. Materialet är dock för litet för att dra säkra slutsatser. En bra arbetsmetod har använts i studien eftersom körtiderna generellt är kortare för körning med fullt lass än tomkörning. Vid normeringen har detta inte beaktats. Såväl lastkörning som tomkörning har normerats till 300 m, men detta kan enkelt räknas om av den som så önskar.

Dual var billigare som skördare och dyrare som skotare jämfört med två-maskinsystemet på SCAs normalobjekt. På mindre objekt, i kalkylen mindre än ca 700 m³fub, var Dual billigare. Detta antyder att Dual lämpar sig bättre på företag och i områden där avverkningsobjekten är mindre, t.ex. där andelen virkesköp är stor. Brytpunkten kommer att förskjutas mot större objekt om Dual arbetar mer som skördare, d.v.s. i bestånd med klenare medelstamvolym och/eller bestånd med kortare terrängtransportavstånd.

Konceptet med kombinationsmaskin bör inte renodlat ställas mot ett två-maskinsystem så att valet är antingen det ena eller det andra. I stället kan det vara värt att beakta "tre-" eller kanske "fem-maskinsystem", där en kombinationsmaskin som Ponsse Dual utnyttjas på objekt där den är mest lämplig. De kraftfullare skördare-skotaresystemen bör styras till stora objekt med hög medelstamvolym och på längre avstånd från väg. Sammantaget erhålls på så vis en ökning av produktiviteten över hela registret av objekt.

Referenser

- Bergstrand, K.-G. 1987. Planering och analys av skogstekniska arbetsstudier. Skogsarbeten, Meddelande nr 17.
- Hallonborg, U. & Nordén, B. 2005. Ponsse Buffalo Dual i slutavverkning. Skogforsk, Arbetsrapport 586.

MUNTliga UPPGIFTER

Johansson. T. SCA Skog AB. Pers. komm. 2005.

Momentindelning skördare

Körning	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat.
Kran ut	Börjar när en topp släppts eller när hjulen stannat. Avslutas när aggregatet befinner sig 0,5 m från trädet.
Positionering	Börjar när aggregatet befinner sig 0,5 m ifrån stammen och avslutas när kapsågen startas
Fällning – intagning	Börjar när kapsågen startas och avslutas när matarrullarna börjar snurra för upparbetning.
Kvistning – kapning	Börjar när matarrullarna börjar snurra för upparbetning.
Topp	Tiden från att sista biten kapats tills toppen släppts ur aggregatet.
Kran in	Förekommer ibland efter ”topp” och före ”körning”.
Övrig verktid	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment, t.ex. tillrättläggning av virkesbit i hög.

Momentindelning, skotare

Start	Momentet just innan körning. Det kan t.ex. vara tiden som förflyter mellan kran in och körning. Föraren kanske vänder sig och varvar upp motorn innan han kör iväg.
Lasskörning	Körning i terräng eller på väg med fullt lass mot avlägg. Momentet börjar när sista gripen lagts på lasset och hjulen börjar snurra. Huskyn är momentet sedan kopplat till körsträckan med fullt lass.
Tomkörning	Körning i terräng eller på väg utan lass från avlägg ut på hygget. Momentet avslutas när lastningen påbörjas. Kopplat till körsträcka som ovan.
Körning	Körning under lastningsarbete. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannar.
Kran ut	Börjar normalt efter körning eller kran in. Slutar när gripen berör första biten/högen.
Gripning	Börjar när gripen berör en hög, och avslutas när högen börjar tas in mot lasset.
Kran in	Börjar när virkeshögen lyfts från marken och avslutas knippet är mitt över lasset.
Släppning	Börjar när knippet är mitt över lasset och avslutas när sista biten släppts på lasset.
Sortering på lass	Övrig verktid. Annan tid som är till gagn för arbetet, men som inte hör till något annat moment, t.ex. sortering på lass.
Sammanföring på marken	Sortering/plockning av virkesbitar på marken.
Övrig verktid	Tid som ingår i arbetet men som inte kan föras till något av momenten ovan.
Lossning	Tidsåtgången för lossningsarbete.
Körning under lossning	Körning under lossning. Till exempel förflyttning mellan virkesvältor vid avlägg.