

# ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 526 2003



## Valmet 801 Combi i gallring och slutavverkning med vridbart lastutrymme för fallande längder

FÖRFATTARE: Isabelle Bergkvist, Ulf Hallonborg & Berndt Nordén. FOTO: Valmet 801 Combi i slutavverkning. Ulf Hallonborg.

Ämnesord: Drivare, gallring, 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 produktionseffektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

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

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

SKOGFORSK-NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

REPORT: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

---

ISSN 1404-305X

# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	3
Bakgrund .....	3
Syfte .....	4
Förutsättningar.....	4
Bestånd .....	4
Maskin .....	4
Genomförande .....	5
Förberedande fältarbete .....	5
Tidsstudie/avverkning .....	5
Uppföljning.....	5
Resultat .....	6
Uttag och beståndsdata.....	6
Tidsstudieresultat .....	6
Gallring.....	6
Slutavverkning.....	7
Skador .....	8
Körning.....	8
Lossning.....	9
Diskussion och analys.....	9
Stickvägsträd kontra virkeszonträd i gallring.....	9
Normering .....	9
Kalkyl för drivare.....	10
Analys av körhastigheter .....	11
Skördare/skotare vs drivare .....	12
Slutsatser .....	12
Referenser.....	13
Bilaga 1. ....	15
Bilaga 2. ....	17



## Sammanfattning

Under oktober 2002 genomfördes en studie av Valmet 801 Combi med Holmen Skog som mark- och maskinvärd. Valmet 801 Combi är en drivare, d.v.s. en kombination skördare och skotare. Studien omfattade avverkning och utkörning i slutavverkning respektive gallring. Maskinen tidsstuderades och olika moment i avverkning och utkörning registrerades i centiminuter.

Vid slutavverkningen upparbetades i stort sett allt virke direkt på lasset genom en enkelsidig metod. Lastutrymmet var utrustat med två längsgående fack, vilket möjliggjorde viss sortering av olika sortiment på lasset. I gallringen användes en metod där maskinen körde upp stickvägen först och samtliga stammar i stickvägen fälldes åt sidorna. I slutet av stickvägen vände maskinen för att sedan upparbeta stående och liggande virke på vägen ut. Metoden innebär att all fällning och upparbetning sker framför eller snett framför maskinen som aldrig backar under arbete. En mindre del av träden, företrädesvis träd med grov diameter långt ut i virkeszonen upparbetades på marken. Detta medförde ytterligare ett moment; ”lastning från mark”, vilket avser den sammanlagda tid det tar att lasta virke som upparbetats på marken.

Lastutrymmet var försett med vrid- och tiltfunktion. Detta möjliggör upparbetning direkt på lasset från virkeszonen vid sidan av maskinen. Dessutom var lasset alltså försett med två längsgående fack samt en möjlighet att bredda lasset så att nästan dubbla lastarean kunde utnyttjas. Lastutrymmet kunde dras fram något i transportläge för att underlätta tom- och lasskörning.

Prestationen för avverkning, terrängtransport och lossning vid bilväg mättes upp till 4,3 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h i gallringen och 13 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h i slutavverkningen. Kostnaden beräknades till 197 kr/m<sup>3</sup>fub i gallringen respektive 65 kr/m<sup>3</sup>fub i slutavverkningen. Analysen av tidsåtgången för enskilda moment i avverkning och terrängtransport visar på goda möjligheter till förbättringsåtgärder som ytterligare kan höja prestationen i gallring. Exempel på detta kan vara att anpassa aggregatets inställningar för bästa prestanda. Vidare bör arbetet med att förbättra maskinens körhastighet för såväl tomkörning som lasskörning fortskrida. Studien visar på att arbetsmetoden kan utvecklas en hel del, både i gallring och slutavverkning.

Eftersom drivningen klaras av en maskin är systemet fördelaktigt vad avser flyttkostnader och administration. Utvecklingspotentialen för drivare kan förmodas vara mycket stor, både tekniskt och metodmässigt.

## Inledning

### BAKGRUND

Redan på 1980-talet studerades kombimaskiner avsedda för avverkning av skog (Andersson, 1989). Målsättningen var givetvis att sänka avverkningskostnaderna, men även att få en effektivare organisation med färre maskiner inblandade i drivningen vid gallring och slutavverkning. De maskiner man tidigare studerat har varit skotare med avverkningsaggregat, där metoden inneburit traditionell avverkning. Därefter bytte maskinen avverkningsaggregatet mot en

skotargrip och skotningen kunde ske med samma maskin. Allt virke måste alltså lastas från marken.

Med den senaste generationen drivare kan en stor del av upparbetningen göras direkt på lasset, vilket medför en väsentlig rationaliseringspotential jämfört med tidigare kombimaskiner. Valmets drivare är ett exempel på denna generation. Avverkningsaggregatet har utrustats med en grip, vilket möjliggör att upp- arbetningen görs direkt på lasset med samma aggregat.

Valmet 801 Combi förekommer med flera varianter av lastutrymme; ett vanligt fast lastutrymme som på en skotare, ett fast lastutrymme med plats för ett tvär- lägg 3 m ved framtill (Bergkvist, Hallonborg & Nordén, 2002) eller som i detta fall ett lastutrymme som är vrid- och tiltbart och som kan dras fram något i transportläge. Detta är i första hand avsett för slutavverkning men kan även användas i gallringar där en liten vridning av lastutrymmet gör det möjligt att mata in virke snett framifrån direkt i lasset.

## **SYFTE**

Syftet med studien var att studera prestation och kostnad för ett komplett drivarsystem, vad avser avverkning, transport och lossning.

## **Förutsättningar**

### **BESTÅND**

Studien genomfördes under oktober 2002 och mark och maskinvärd var Holmen Skog AB. Studieplatsen var belägen mellan Bastuträsk och Norsjö i Västerbotten. Studien genomfördes i ett grandominerat slutavverkningsbestånd och ett talldominerat förstagallringsbestånd (tabell 1). Markstatusen på båda bestånden var frisk, i vissa delar på gränsen till frisk/fuktig. Terrängförhållandena var mycket goda utan branta partier, stenblock eller andra hindrande objekt i ytskiktet.

Boniteten var förhållandevis god och både diameterfördelning och stamfördelning var jämn i gallringsbeståndet. Slutavverkningsbeståndet hade stor diameterspridning, stamfördelningen var dock jämn även i slutavverkningen (tabell 1).

Under studien var vädret varierande med inslag av snö och regn. Detta var dock inget som ansågs påverka studieresultatet.

### **MASKIN**

Valmet 801 Combi är en drivare med runtomsvängande kran och hytt. Kranen är en vikarmskran med dubbla utskjut och har 11 m räckvidd. Aggregatets, 330 Duo, största kvistningsdiameter är 32 cm. Matningen sker med två dubb- valsar och kvistningen med en fast och två rörliga knivar ovanför gripen samt en under. Maskinen var utrustad med apteringsdatorn Maxi.

Det finns möjlighet att förse maskinen med en videokamera baktill i banken för att underlätta avverkning bakom maskinen. Avverkning bakifrån kräver även en höj- och sänkbar grind som skydd för föraren. Den studerade maskinen var dock ej försedd med vare sig kamera eller grind. Ingen upp- arbet-

ning kunde därför genomföras rakt bakifrån. Däremot var maskinen försedd med en kamera framtill, vilken användes då föraren var vänd mot lasset och skulle köra maskinen framåt i syfte att undvika kraftiga huvudvridningar. Den studerade maskinen var utrustad med vrid- och tiltbart lastutrymme.

## Genomförande

### FÖRBEREDANDE FÄLTARBETE

Stickvägar mättes ut och snitslades i gallringsbeståndet. Avståndet mellan vägarna var ca 20 m. I slutavverkningsbeståndet mättes avståndet från beståndskant till beståndskant. Efter den linjen lades en första väg in i beståndet, vilken även avverkades innan studien påbörjades. Anledningen till detta var att beståndet avverkades med en enkelsidig metod. Det innebär att det måste finnas en kant att börja avverkningen från. Samtliga stammar i båda bestånden klavades och märktes med lapp, på vilken diametern noterades. Provytor lades ut i gallringsbeståndet i vilka stamantal, diameter och höjd mättes i syfte att kunna beräkna volym och stamantal per hektar. I slutavverkningsbeståndet mättes ett antal höjder för att framställa en höjdkurva till beståndet. Samtliga stickvägar och basvägar avståndsmättes i förhållande till avlägget.

### TIDSSTUDIE/AVVERKNING

Studien var en konventionell tidsstudie med gängse momentindelning (bilaga 1). Diametern på avverkade träd registrerades under studiens gång. Momenttiderna kan således knytas till trädstorleken.

Maskinen körde framlänges in i gallringsbeståndet och samtliga stammar i stickvägen fälldes ut i virkeszonen där de lämnades okvistade. Vid slutet av stickvägen vände maskinen och körde framlänges tillbaka längs den avverkade stickvägen. På tillbakavägen avverkades träd i virkeszonen och upparbetades tillsammans med de redan fällda stickvägsstammarna snett framifrån direkt i lasset. En mindre del av träden, företrädesvis träd med grov diameter långt ut i virkeszonen upparbetades på marken. Detta medförde ytterligare ett moment; ”lastning från mark”. Detta avser den sammanlagda tid det tar att lasta virke som upparbetats på marken.

I slutavverkningen användes en uppkörd stickväg som beståndskant. Avverkningen skedde därefter enligt en enkelsidig metod där träden upparbetades direkt i lasset, företrädesvis snett framifrån. Lastutrymmet breddades vid slutavverkningen och kunde därmed lasta nästan dubbla volymen mot i gallringen.

### UPPFÖLJNING

Efter gallringen kontrollerades eventuella skador på stammarna.

# Resultat

## UTTAG OCH BESTÅNDSDATA

Stamantalet före avverkning var ca 2 500 st/ha i gallringen och ca 1 150 st/ha i slutavverkningen (tabell 1). Medelstamvolymen var i gallringen 0,052 m<sup>3</sup>fub och i slutavverkningen 0,175 m<sup>3</sup>fub. I gallringen avverkades 70 m<sup>3</sup>fub med en gallringskvot på 1,1. Medelstamvolymen i uttaget var 0,056 m<sup>3</sup>fub. I gallringen togs två sortiment ut, barr- och lövmassaved. I slutavverkningen togs gran- och talltimmer, barr-, löv- och rötved ut. I gallringen var medeltransportavståndet 150 m och i slutavverkningen 100 m.

Tabell 1.

Data för beståndet (exklusive underväxt) före och efter avverkningen samt för uttaget.

	Drivare förstagallring			Drivare slutavverkning		
Grundförutsättningar						
Trädslagsblandning (%)	80	5	15	10	80	10
Ålder (år)		35			100	
Bonitet (SI)		T20			G22	
<b>Bestånd innan gallring</b>						
Stammar (st/ha)		2 500				
Medelstamvolym(m <sup>3</sup> fub)		0,052				
Medeldiameter (cm)		12,5				
Vol/ha exkl. stickväg (m <sup>3</sup> fub/ha)		130				
<b>Uttag</b>						
Stammar (st/ha)		1 250			1 150	
Medelstamvolym(m <sup>3</sup> fub)		0,056			0,175	
Medeldiameter (cm)		13			17	
Volym (m <sup>3</sup> fub/ha)		70			200	
Gallringskvot*		1,1				
<b>Kvarvarande bestånd</b>						
Stammar (st/ha)		1 250				
Medelstamvolym(m <sup>3</sup> fub)		0,048				
Medeldiameter (cm)		12				
Volym (m <sup>3</sup> fub/ha)		60				

\* Gallringskvoten definieras som medeldiametern i uttaget/medeldiametern i kvarvarande bestånd.

## TIDSSTUDIERESULTAT

### Gallring

Tidsåtgången per m<sup>3</sup>fub har beräknats via medelstammens volym som bestämdes utifrån diameter och höjdkurva. Prestationen i gallring uppmättes till 77 träd eller 4,3 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h vid en medelstam på 0,056 m<sup>3</sup>fub (tabell 2). Ur tabell 2 kan man vidare utläsa att momenten intagning, förflyttning och vändning tar förhållandevis lång tid. Detta visas även i tabell 6 under diskussionsavsnittet.



Tabell 2.  
Momenttider i förstagallring.

Valmet 801 Combi		Förstagallring		
Studerad tidsåtgång	Medelstamvolym per cmin	0,056 träd	m <sup>3</sup> fub	Andel av total tid (%)
Averkning	Kran ut	9,7	173,2	14
	Kapning	4,2	75,0	6
	Intagning	13,9	248,2	20
	Upparbetning	11,5	205,4	16
	Topp	2,9	51,8	4
	Förflyttning av	5,1	91,1	8
	Tillrättläggning	0,8	14,3	1
	Röjning	1,0	17,9	1
	Flyttning på lass	1,5	26,8	2
<b>Summa averkning, cmin</b>		<b>50,6</b>	<b>903,6</b>	<b>72</b>
<b>Summa/ G<sub>0</sub>-h</b>		<b>118,6</b>	<b>7,0</b>	
Lastning från mark		2,0	34,8	3
Vändning		6,4	113,6	9
<b>Summa inkl lastning, cmin</b>		<b>59</b>	<b>1 052,7</b>	<b>84</b>
<b>Summa / G<sub>0</sub>-h</b>		<b>102</b>	<b>6,0</b>	
Lossning	Grip på lass	1,1	19,6	2
	Grip till trave	1,9	33,9	3
	Lossa på trave	0,6	10,7	1
	Kran in	1,8	32,1	2
	Justering	0,4	7,1	
	Mellan travar	0,1	1,8	
<b>Summa lossning, cmin</b>		<b>5,9</b>	<b>105,3</b>	
Transport	Lastkörn./150 m	2,6	47,3	4
8,8 m <sup>3</sup> fub/lass	Tomkörn./150 m	2,6	47,3	4
<b>Totalt cmin</b>		<b>70,1</b>	<b>1 252,6</b>	<b>100</b>
<b>Totalt/G<sub>0</sub>-h</b>		<b>85,7</b>	<b>4,8</b>	
Omräkningstal		0,9	0,9	
<b>Totalt/G<sub>15</sub>-h</b>		<b>77,1</b>	<b>4,3</b>	

## Slutavverkning

I slutavverkningen var prestationen 13 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h vid en medelstamvolym på 0,176 m<sup>3</sup>fub (tabell 3).

Tabell 3.  
Momenttider för drivaren i slutavverkning.

Valmet 801 Combi Studerad tidsåtgång	Medelstamvolym per cmin.	Slutavverkning		
		0,176 träd	m <sup>3</sup> fub	Andel av total tid (%)
Avverkning	Kran ut	7,3	41,5	10
	Kapning	6,4	36,4	9
	Intagning	7,5	42,6	10
	Upparbetning	18,3	104,0	25
	Topp	3,4	19,3	5
	Förflyttning avv.	5,4	30,7	7
	Tillrättläggning	1,4	8,0	2
	Röjning	0,7	4,0	1
	Flyttning på lass	1,6	9,1	2
<b>Summa avverkning, cmin</b>		<b>52,0</b>	<b>295,5</b>	<b>71</b>
<b>Summa/ G<sub>0</sub>-h</b>		<b>115,4</b>	<b>20,0</b>	
Lossning	Grip på lass	3,0	17,0	4
	Grip till trave	4,9	27,8	7
	Lossa på trave	1,5	8,5	2
	Kran in	4,4	25,0	6
	Justering	0,5	2,8	1
	Mellan travar	0,4	2,3	1
	Förfl. på avlägg	0,1	0,6	
<b>Summa lossning, cmin</b>		<b>14,8</b>	<b>84,0</b>	
Transport	Lastkörn. / 100 m	3,0	17,2	4
16,2 m <sup>3</sup> fub / lass	Tomkörn. / 100 m	3,0	17,2	4
<b>Totalt cmin</b>		<b>72,8</b>	<b>413,9</b>	<b>100</b>
<b>Totalt / G<sub>0</sub>-h</b>		<b>82,4</b>	<b>14,5</b>	
<b>Omräkningstal</b>		<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	
<b>Totalt /G<sub>15</sub>-h</b>		<b>74,2</b>	<b>13,0</b>	

## SKADOR

Uppföljningen av skadade träd efter gallring visade på en förhållandevis hög skadeandel. Sammantaget var ca 5 % av kvarvarande stammar skadade efter gallring (tabell 4). Skadorna berodde till stor del på att lasset gick emot träd vid sidan av stickvägen.

Tabell 4.  
Skadade träd.

Stickväg	Areal (ha)	Kvarv. stam	Skad. Stam	Andel skada
1	0,12	150	13	9 %
2	0,11	137	9	7 %
3	0,14	175	3	2 %
<b>Total</b>	<b>0,37</b>	<b>462</b>	<b>25</b>	<b>5 %</b>

## KÖRNING

Körhastigheten registrerades på olika delsträckor under både last- och tomkörning, vilket visade att drivarens körhastighet var låg både vid last- och tomkörning. Medelvärdet för lasskörning respektive tomkörning vid både gallring och slutavverkning (dubbel lastvolym) var lika, 36 m/min (tabell 4). Högsta hastigheten på någon av delsträckorna var 37 m/min vid lasskörning i gallring. Högre körhastigheter uppmättes ej vid tomkörning men teoretiskt sett borde hastig-

heten bli något högre utan lass. Körtiden per m<sup>3</sup>fub i tabell 5 avser medellasset storlek 8,8 m<sup>3</sup>fub i gallring och 16,2 m<sup>3</sup>fub i slutavverkning. Terrängen klassades som enklast möjliga i båda bestånden.

Tabell 5.  
Körhastigheter Valmet 801 Combi i både slutavverkning och i förstagallring.

Körhastigheter Valmet 801 Combi	
Med lass (m/min) medel	36
Med lass (m/min) max	37
Tomkörning (m/min) medel	36
Tomkörning (m/min) max	38

## LOSSNING

Momenttiderna för lossning var längre vid slutavverkning än vid gallring. Vid lossning av virket från förstagallringen nåddes alla travar från samma plats. Dessutom var det endast två sortiment i gallringen, barrmassaved och lövmassaved. Detta medförde att ingen förflyttning på avlägget krävdes, vilket givetvis minskade den totala tidsåtgången för lossningsmomenten.

## Diskussion och analys

### STICKVÄGSTRÄD KONTRA VIRKESZONTRÄD I GALLRING

En jämförelse av tiden för avverkningsmomenten gjordes mellan virkeszonträden som hanterats en gång (upparbetning direkt på lasset) och stickvägsträden som hanterats två gånger (fällning och upparbetning från mark). För enklart kan man anta att detta även beskriver skillnaden mellan två drivningsmetoder; upparbetning på lasset respektive fällning och upparbetning från mark. Upparbetning direkt på lasset kräver att maskinen kan backa in i beståndet under avverkningen av stickvägsträden som då upparbetas direkt på lasset, rakt eller snett bakifrån. I denna metod krävs alltså ingen vändning vid slutet av stickvägen, vilket krävs vid dubbel hantering då maskinen hela tiden körs framlänges. Momentet vändning belastar därför enbart den senare metoden. Jämförelsen visar att prestationen ökar mycket vid upparbetning av stammarna direkt på lasset, 2,5 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h (tabell 6). En mindre del av träden, företrädesvis träd med grov diameter långt ut i virkeszonen upparbetades på marken. Dessa träd är borttagna från materialet i tabell 6.

### Normering

En normering av grundtiderna var nödvändig på grund av en stor variation i medelstamvolym, 0,064 m<sup>3</sup>fub för stickvägsträden och 0,048 m<sup>3</sup>fub för träden i virkeszonen (tabell 6). Momentet upparbetning normerades efter medelstamvolymen 0,056 m<sup>3</sup>fub (bilaga 2). Dessutom sattes momenten topp, röjning och flyttning på lass lika. Momentet vändning normerades till en vändning per 150:e meter. Momentet kran ut tar längre tid för träden i virkeszonen. Detta kan förklaras med att avståndet är längre från maskinen till träden i virkeszonen än träden i stickvägen. Tidsskillnaden är alltså inte metodberoende. Om metoderna skulle utnyttjas fullt ut i separata bestånd kan man anta att stamfördelningen är lika och tiden för kran ut sattes därför lika vid normeringen. Övriga

skillnader i momenttider ansågs helt bero på metoden. Den stora tidsförlusten vid dubbel hantering av träden i stickvägen ligger som synes i momentet intagning som är mer än fördubblad för stickvägsträden. Även förflyttningen under avverkning tar längre tid eftersom andelen start och stopp blir fler vid dubbel hantering. Vändningsmomentet bidrar också starkt till den lägre prestationen i metoden med dubbel hantering.

Tabell 6.

Grund- och normerade momenttider vid avverkning för stammar som behandlades 1 respektive 2 gånger.

Tidsåtgång cmin/träd	Antal hanteringar Medelstamvolym	Grundtider		Normerade tider	
		Virkeszon 1	Stickväg 2	Virkeszon 1	Stickväg 2
		<b>0,048</b>	<b>0,064</b>	<b>0,056</b>	<b>0,056</b>
Avverkning	Kran ut	10,9	6,4	8,6	8,6
	Kapning	4,3	3,8	4,3	3,8
	Intagning*	10,7	22,2	10,7	22,2
	Upparbetning	9,7	16,2	11,5	16,1
	Topp	2,9	3,0	3,0	3,0
	Förflyttning avv	4,5	6,7	4,5	6,7
	Tillrättaläggning	0,5	1,3	0,5	1,3
	Röjning	0,7	1,7	1,2	1,2
	Flyttning på lass	1,5	1,3	1,4	1,4
<b>Summa avverkning, cmin</b>		<b>45,7</b>	<b>62,6</b>	<b>45,8</b>	<b>64,3</b>
	Vändning	0	23,1	0	11,6
<b>Summa totalt</b>		<b>45,7</b>	<b>85,7</b>	<b>45,8</b>	<b>75,9</b>
Träd/ G <sub>0</sub> -h		131,3	70,0	131,0	79,0
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h		6,3	4,0	7,3	4,4

\* Inklusive lastning från mark.

## KALKYL FÖR DRIVARE

Med utgångspunkt i framräknad total tidsåtgång i tabell 7 kan en enkel kalkyl göras. Ingångsvärden framgår av tabell 2 och 4. Drivaren har antagits kosta 850 kr/G<sub>15</sub>-h och förhållandet mellan G<sub>0</sub>-h och G<sub>15</sub>-h har satts till 0,90. Det finns ingen motivering bakom maskinkostnad och omräkningstal. Eftersom drivaren i sin nuvarande utformning är ett nytt koncept saknas tillräcklig uppföljning för att ge siffror som bygger på daglig körning. Kalkylen är dock gjord så att maskinkostnad och omräkningstal kan ersättas med lämpliga alternativa värden.

Tabell 7.

Kalkyl för den studerade drivaren.

Förstagallring		Slutavverkning	
G <sub>0</sub> -h/m <sup>3</sup> fub	0,209	G <sub>0</sub> -h/m <sup>3</sup> fub	0,069
G <sub>0</sub> -h /G <sub>15</sub> -h	0,9	G <sub>0</sub> -h /G <sub>15</sub> -h	0,9
G <sub>15</sub> -h /m <sup>3</sup> fub	0,232	G <sub>15</sub> -h /m <sup>3</sup> fub	0,077
Kr/G <sub>15</sub> -h	850	Kr/G <sub>15</sub> -h	850
Kr/m <sup>3</sup> fub	197,2	Kr/m <sup>3</sup> fub	65,2

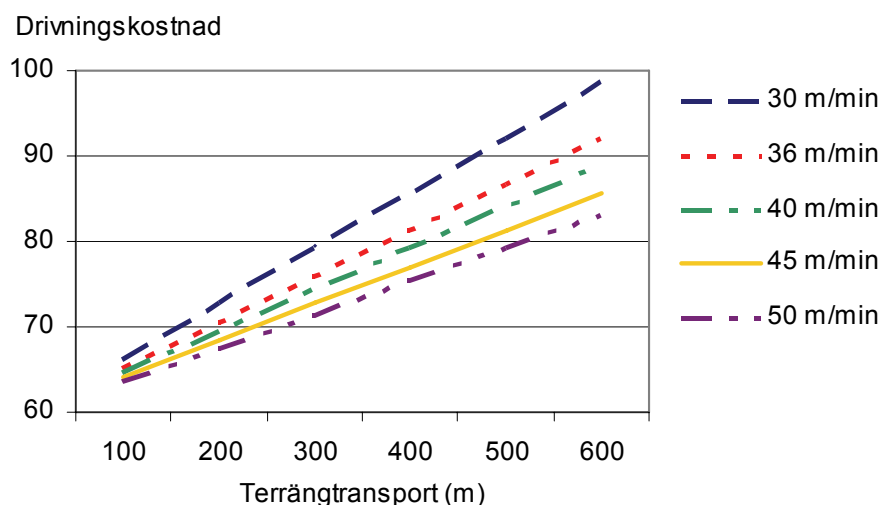
Kostnaden vid bilväg är förhållandevis hög för förstagallringen men som tidigare visats finns det en potential till metodutveckling och därigenom öka prestationen och minska kostnaden. Kostnaden för slutavverkningen ligger väl i linje med motsvarande kostnad vid bilväg för ett traditionellt tvåmaskins-

system. Det bör dock nämnas att terrängtransportavståndet var mycket kort i studien. Dessutom högs den första vägen där samtliga träd lades åt sidan för senare upparbetning i beståndet innan tidsstudien påbörjades. Förmodligen hade momenttiderna för dessa träd försämrat det slutliga resultatet eftersom stammarna dels var svåra att få ner på marken, dels hanterades två gånger (se gallringsmetod ovan). Anledningen till att momentet inte ingick i tidsstudien var att upphuggningen av den första vägen in i beståndet påverkar den totala tidsåtgången olika i olika bestånd. I ett stort bestånd eller i ett bestånd med en naturlig startväg utgör momentet ingen eller mycket liten andel av den totala tiden. På den begränsade studieytan hade påverkan däremot varit mycket stor. Även för slutavverkningen finns givetvis en potential för metodutveckling och ökad prestation. Teoretiskt sett kan man t.ex. anta, att en dubbelsidig fällning i stället för den enkelsidiga metod som användes skulle minska antalet uppställningsplatser och därmed öka prestationen. En kamera baktill hade i både gallring och slutavverkning varit önskvärd eftersom det hade möjliggjort backning in i bestånden upparbetning direkt på lasset av stickvägsträd i gallring och åtminstone träden i "startvägen" vid slutavverkning.

Efter att studien avslutats har en kamera monterats baktill på Holmens drivare.

## ANALYS AV KÖRHASTIGHETER

I syfte att utreda hur transportavstånd och körhastigheter påverkar kostnaden per kubikmeter sattes drivningskostnaden som funktion av terrängtransportavståndet (figur 1). Funktionerna bygger på tidsåtgången som uppmättes i studien och maskinkostnaden 850 kr/G<sub>15</sub>-h. Resultatet visar att kostnaden vid bilväg ökar markant vid längre transportavstånd. Diagrammet i figur 1 visar även potentialen som finns att sänka drivningskostnaden vid långa transportavstånd om man kan öka körhastigheten. Om man kan öka körhastigheten med 25 % från 36 m/min till 45 m/min minskar drivningskostnaden vid 100 m terrängtransport med 2 %, vid 400 m med 5 % och vid 600 m med 7 %. Utslaget per m<sup>3</sup>fub motsvaras kostnadsänkningarna av 1,3 kr, 3,3 kr och 4,5 kr. Kan man öka körhastigheten till 50 m/min är motsvarande kostnadsreduktion 3, 7 och 10 % (1,5, 6 och 9 kr/ m<sup>3</sup>fub).



Figur 1. Drivningskostnaden vid olika terrängtransportavstånd och olika körhastigheter.

## SKÖRDARE/SKOTARE VS DRIVARE

Erfarenhetstal för skördarprestationer finns från uppföljning av ett stort antal skördare i drift. Ungefärlig prestation för en skördare vid motsvarande medelstamvolym antas här vara 113 träd/G<sub>0</sub>-h (17 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h) i slutavverkning och 105 träd/G<sub>0</sub>-h (5 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h) i förstagallring. Den prestationen kompletterad med en skotarkalkyl ger jämförelsen enligt tabell 8.

Tabell 8.  
Kostnadsjämförelse.

	Gallring Drivare	Gallring Skördare	Gallring Skotare	Slutav. Drivare	Slutav. Skördare	Slutav. Skotare
G <sub>0</sub> -h/m <sup>3</sup> fub	0,208	0,169	0	0,069	0,05	0,051
G <sub>0</sub> -h/G <sub>15</sub> -h	0,90	0,85	0,90	0,90	0,85	0,90
G <sub>15</sub> -h/m <sup>3</sup> fub	0,232	0,200	0,060	0,077	0,059	0,060
m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -h	4,3	5,0	16,6	13,0	17,0	16,6
Kr/G <sub>15</sub> -h	850	750	500	850	850	500
Kr/m <sup>3</sup> fub		150	30		50	30
Kr/m <sup>3</sup> fub tot.	198	Skörd/skot⇒	180	65	Skörd/skot⇒	80

Även här är schablonvärden använda vad avser maskinkostnader. Värdena i tabellen kan givetvis ersättas med lämpliga alternativa värden.

## Slutsatser

Av denna och tidigare studier av Valmet 801 Combi (Andersson, 2002; Bergkvist m.fl. 2002) kan följande slutsatser dras:

- Vid upparbetning direkt på lasset kan stora tidsvinster göras och för en lönsam avverkning krävs att en så stor andel som möjligt av träden upparbetas direkt på lasset.
- Metodvalet har stor betydelse för prestationen. Även minimering av förflyttning och därmed minimering av antalet uppställningsplatser under både avverkning och lossning ökar prestationen. Detta borde tala för ett metodval i slutavverkning där man utnyttjar dubbelsidig avverkning eftersom ett större antal träd kan nås från samma uppställningsplats.
- Drivaren gynnas i dagsläget av korta köravstånd, små objekt och få sortiment. Vid vissa förhållanden kan drivaren konkurrera med tvåmaskin-systemet redan i dag, både i gallring och i slutavverkning.
- Körhastigheten är en viktig faktor att arbeta med för att minska drivningskostnaden vid långa transportavstånd.
- Det finns ett tydligt behov av mer arbete med teknik- och metodutveckling för att öka prestationen och att minska kostnaden för systemet.

- Dessutom behövs studier av hur drivarsystemet påverkar miljön jämfört med ett tvåmaskinssystem, vad avser t.ex. utsläppsmängder och markskador.

Vidare kan man anta att drivarsystemet innebär ett antal fördelar utöver det som behandlats i studien:

- Lägre flyttkostnader och administrativa fördelar med endast en maskin.
- Bättre planeringsmöjligheter, skördare och skotare är alltid på samma ställe.
- Risker att missa virkeshögar vid skotningen, p.g.a. att snöförhållanden elimineras.
- Färre överfarter över känsliga partier i avverkningen.

Maskinsystemet är i sin nuvarande utformning relativt nytt och det finns som tidigare nämnts en mycket stor potential för teknik- och metodutveckling.

Några möjliga utvecklingsspår är:

- Backningskamera monterad i bakre banken och grind mellan lass och hytt som standard
- Hydraulik i bankar

Ytterligare utveckling och förbättring av körhastighet och aggregatkapacitet

## Referenser

- Andersson, G. 1989. Kombinationsmaskin skördare-skotare – en ny maskingeneration? Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, RESULTAT Nr. 17, 1989. 4 pp.
- Andersson, J. 2002. Drivarens prestation i slutavverkning – en jämförelse av tre avverkningsmetoder. SLU. Studentuppsats 56. Umeå. 22 pp.
- Bergkvist, I., Hallonborg, U. & Nordén, B. 2002. Valmet 801 Combi i gallring med fast lastutrymme för standardlängder. Skogforsk, ARBETSRAPPORT 518. 17pp.





### Momentindelning, Valmet 801 Combi

Framkörning:	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat.
Kran ut:	Börjar när kranen börjar röra sig ut mot lämplig stam. Avslutas när aggregatet sätts an mot stammen.
Kapning:	Börjar när aggregatet sätts an mot stammen och avslutas när den är helt avskild från stubben.
Intagning:	Börjar när stammen är avskild från stubben och avslutas när matarrullarna börjar snurra för upparbetning.
Upparbetning:	Startar när matarrullarna börjar snurra för upparbetning.  Momentet registreras separat för varje bit och avslutas när toppen släpps. I samband med momentet registrerades även brösthöjdsdiameter, antal bitar och om bitarna hamnade i lastfacken eller på mark.
Topp:	Tid mellan att sista massavedsbiten kapats och toppen släppts. Tid för risning av stickväg registreras här.
Tillrättläggning:	Justering av lasset, den tid som går åt när bitar som hamnat fel rättas till.
Flyttning på lass:	Tid som registreras då föraren flyttar om bitar på lasset.
Lastning från mark:	Lastning av sortiment som lagts på marken. Börjar då hjulen stannar och avslutas då maskinen rullar igen.
Förflyttning:	Tid som registreras när maskinen flyttas mellan uppställningsplatserna under avverkning.
Körning lass:	Tid som registreras när maskinen är i rörelse med fullt lass
Tomkörning:	Tid som registreras när maskinen är i rörelse utan lass.
Grip på lass:	Startar då gripen öppnas över lasset och avslutas när grip och bitar lösgjorts från resterande lass.
Kran ut:	Börjar när gripen ligger stilla över lasset och avslutas när gripen ligger stilla över traven.
Lossning på trave:	Börjar när gripen ligger stilla över traven och slutar när bitarna ligger lossade på traven.
Kran in:	Börjar när gripen står stilla över traven och slutar när gripen öppnas över lasset eller när hjulen börjar rulla.
Justering trave:	Tid som går åt för att justera bitar som hamnat fel på traven.
Lastning mellan travar:	Tid som går åt för att flytta bitar mellan olika travar.

Förflyttning mellan travar:	Tid som går när maskinens hjul rullar på. Uppställningsplatsen.
Justering:	Tid som går åt för justering av lasset när maskinen befinner sig på uppställningsplatsen.
Övrig verktid:	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment.
Strul:	Tid som ej ingår i avverkningsarbetet.
Störning:	Tid som ej ingår i avverkningsarbetet.

### Regressions samband

Följande regressions samband kunde fås ur momentet upparbetning och trädvolym för de båda gallringsmetoderna.

$$UPPA = K + A \times VOLY$$

Där:

UPPA är tidsåtgången i cmin för upparbetningen d.v.s. kvistning/kapning.

VOLY är medelstammen i m<sup>3</sup>fub.

Värdena på K och A framgår av tabellen nedan:

	Virkeszonen	Stickvägen
R <sup>2</sup>	0,34	0,42
K	4,9	6,8
A	117,1	167,2

