

RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 5 2006



SKOGFORSK

Isabelle Bergkvist

Tel. 018-18 85 95
isabelle.bergkvist@skogforsk.se

Berndt Nordén

Tel. 018-18 85 78
berndt.norden@skogforsk.se

Hagos Lundström

Tel. 018-18 85 53
hagos.lundstrom@skogforsk.se

Besten med virkeskurir – ett innovativt och lovande drivningssystem

Drivningssystemet "Besten med virkeskurir" består av en förarlös skördare som fjärrstyrs från en eller två virkeskurirer. I grov slutavverkningsskog är systemet ett konkurrenskraftigt alternativ till dagens skördar-skotarsystem.

I mars 2006 genomförde Skogforsk en studie av den förarlösa skördaren Besten med två virkeskurirer. I grov skog nära väg uppmättes prestationer över 30 m³fub/G₁₅h fram till bilväg. Drivningskostnaden uppskattades till 50–55 kr/m³fub, vilket är lägre än med dagens etablerade skördar-skotarsystem.

Enligt studien är det möjligt att sänka bränsleförbrukningen med 20–40 procent jämfört med ett traditionellt tvåmaskinsystem. Dessutom har Bestensystemet fördelar vad beträffar arbetsmiljö, virkesbehandling och ledtider.

Sammantaget är resultaten mycket lovande. Det system som studerades var dessutom bara en andra prototyp. Därför finns det stora möjligheter att förbättra teknik och metod för att ytterligare öka prestationen.

OM MASKINERNA

Skördarenheten Besten var 3,1 m bred, 8,5 m lång och 3,4 m hög. Höjd och längd kan utökas vid arbete i skogen. Vikten var ca 19 ton.

Maskinen var utrustad med en John Deere 8.1 motor med 185 kW effekt.

Kran och aggregat var delvis egentillverkade men aggregatet bygger på ett Rottne 700. Kranen var 9 m lång inkl. ett 3 m utskjut.

Alla funktioner på Besten styrs av ett trådlöst Dasa-system.

Kurirerna, en Rottne Rapid SMV och en Timberjack 1410, var utrustade med Dasa manöverutrustning. De hade vrid- och tiltbara lastutrymmen som med hjälp av vikbara stötor kunde breddas vid avverkning och lastning.



Från forskning till tillämpning

Läs mer på sista sidan!

Isabelle Bergkvist

– Det lutar åt ett tekniskt genombrott. Resultaten är mycket lovande.



Studie av Bestensystemet

Drivningssystemet "Besten med virkeskurir" har utvecklats av Fiberpac AB i Vislanda. Det är ett slutavverknings-system med en fjärrstyrd skördarenhet, som manövreras från en eller flera bemannade skotare – virkeskurirer.

Utvecklingen startade 2002 och systemet bestod från början av en fjärrstyrd skördarenhet, Besten, som manövrerades från en skotare med vrid- och tiltbart lastutrymme. Under 2005 utvecklades systemet och kompletterades med ännu en virkeskurir.

Besten styrs av den kurir som ska lastas och all upparbetning sker direkt på lasset. Under ideala förhållanden har den kurir som styr Besten fullt lass samtidigt som den andra kuriren är färdig att börja lasta och en växling av kurirer kan ske utan väntetider.

Om studiebestånden

I mars 2006 studerade Skogforsk systemet i två bestånd utanför Karlsborg i Västergötland. Sortimentsutfallet var begränsat till tall- och grantimmer, barmassaved och brännved. Tidsåtgången för avverkning och lossning registrerades av en tidsstudieman i varje kurir.



Tabell 1. Bestandsförutsättningar

Bestånd	Trädslag TGL	Studerad areal, ha	Stamantal per ha	Medelstamvolym, m ³ fub	Medeltransportavstånd, m
Grovt	0X0	0,6	500	0,94	100
Klenare	190	0,3	600	0,55	200

Resultat

Prestation

Resultaten sammanfattas i tabell 2.

Tabell 2. Prestation.

Bestånd	Prestation*		Väntetid för kurirerna, min per lass
	per G ₀ h	per G ₁₅ h	
Grovt	41,7	31,3	6,2
Klenare	35,8	26,9	9,6

* Omräkningstalet från G₀- till G₁₅-prestation är satt till 0,75. Det är en skattning med tanke på avbrott, störningar och "studieeffekt".



Bränsleförbrukning

Bränsleförbrukningen studerades bara i det grövre beståndet och uppmättes där till 0,74 l/m³fub (tabell 3). Det är mycket lågt jämfört med ett tvåmaskinsystem, som har en förbrukning på 1,1 till 1,5 l/m³fub under liknande förhållanden.

Transportavståndet i studien var dock endast 100 m och kurirerna hade en väntetid på drygt 6 minuter per lass vilket innebar en stor andel tomgångskörning. Bränsleförbrukningen vid transportavståndet 350 meter skattades med ledning av erfarenhetstal från tidigare studier, och blev då 0,87 l/m³fub.



Tabell 3. Bränsleförbrukning i det grövre studiebeståndet

Maskin	Uppmätt bränsleåtgång, liter	Volym, m ³ fub	Bränsleförbrukning, l/m ³ fub	Uppskattad förbrukning vid 350 m transportavstånd, l/m ³ fub
Kurir 1	36	135,6	0,27	0,39
Kurir 2	23	86,2	0,27	0,40
Besten	105	221,8	0,47	0,47
Totalt	164	221,8	0,74	0,87

Analyser

Väntetider vid olika transportavstånd

Enligt studien kunde transportavståndet uppgå till 300 respektive 400 m innan avverkningen drabbades av väntetid (figur 1).

En eller två kurirer?

Med hjälp av momenttiderna i studien går det att beräkna prestationen för ett system med bara en virkeskurir (figur 2). Då belastas avverkningen vid samtliga transportavstånd med en väntetid som ökar linjärt med transportavståndet.

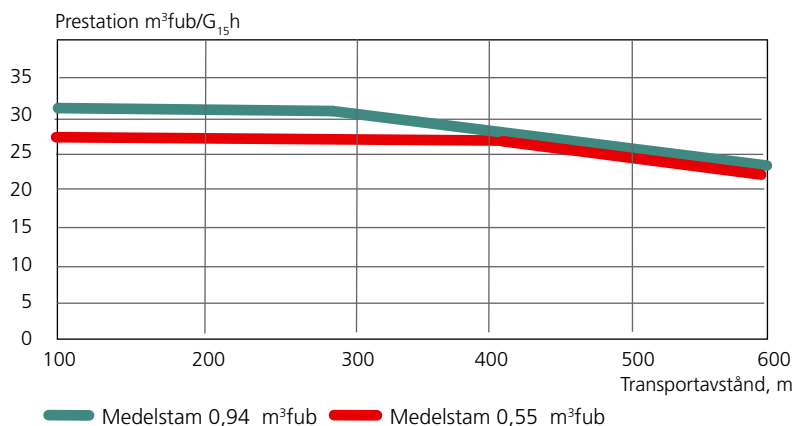
Med två kurirer är prestationen konstant upp till 300 m transportavstånd, eftersom avverkningsenheten inte belastas med några väntetider.

Kostnader

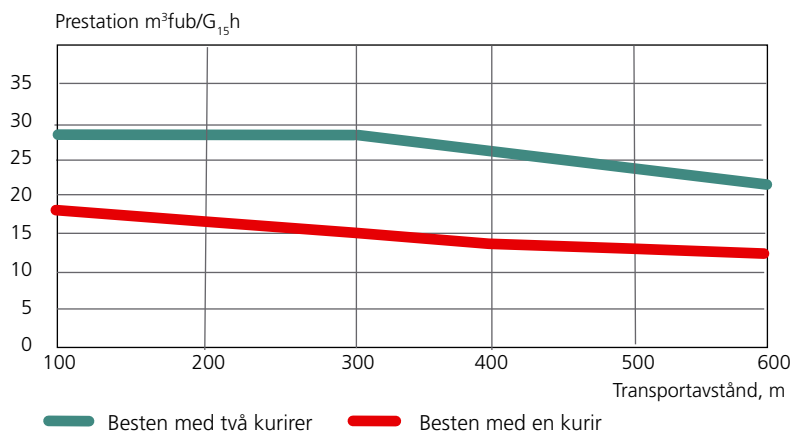
Timkostnaden har uppskattats till 400 kr per $G_{15}h$ för Besten och 600 kr per $G_{15}h$ per kurir. Motsvarande värden för ett tvåmaskinsystem bygger på nya maskiner och är satt till 900 kr per $G_{15}h$ för en medelstor till stor skördare (typ John Deere 1270 till Valmet 941) och 600 kr per $G_{15}h$ för en skotare.

I ett längre tidsperspektiv är det inte rättvisande att jämföra Bestensystemet med ett tvåmaskinsystem med en skördare och bara en skotare. I praktiken hinner skotaren i tvåmaskinsystemet bara köra ut ungefär 75 procent av det som skördaren avverkar. På årsbasis behövs det således 1,5 skotare till varje skördare för att få ut virket till bilväg. Figur 3 visar att Besten med två kurirer i grov skog är konkurrenskraftigt mot ett tvåmaskinsystemet med 1,5 skotare upp till 600–700 meters transportavstånd.

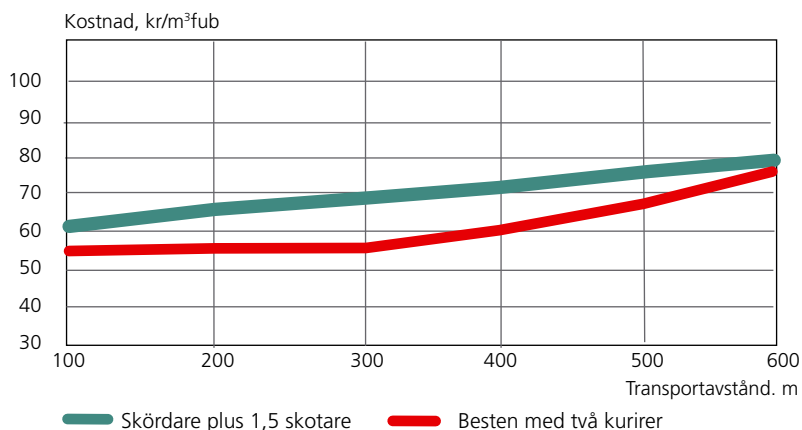
Vid en medelstamvolym på 0,75 m^3fub och ett medeltransportavstånd på 300 m kan Bestensystemet sänka avverkningskostnaden med drygt 11 kr per m^3fub , vilket är ca 15 procent.



Figur 1. Prestation vid olika medelstamvolym och transportavstånd.



Figur 2. Prestation med en respektive två kurirer vid olika transportavstånd. Medelstamvolym 0,75 m^3fub .



Figur 3. Kostnad per m^3fub med olika maskinsystem. Medelstamvolym 0,75 m^3fub .

Slutsatser och frågeställningar

Drivningssystemet Besten med två virkeskurirer kan vid relativt korta transportavstånd hålla en hög prestation i grov slutavverkning.

Bränsleförbrukningen är låg, främst beroende på att kranarbetet vid lastning är bortrationaliserat.

Trots att det är ett ”hett” system, där flera olika maskiner är direkt beroende av varandra, är det relativt flexibelt, eftersom man kan utnyttja olika antal kurirer beroende på hur avverkningarna ser ut.

Systemet är som mest produktivt när avverkningen sker utan uppehåll, och eventuell väntetid ska så långt det är möjligt läggas på kurirerna.

Fördelar med systemet

Utöver prestation, bränsleförbrukning och kostnad finns det också andra skäl som gör Bestensystemet intressant:

- **Enkla maskiner.** Avverkningsenheten behöver ingen förarhytt.
- **Låg tillverkningskostnad.**
- **Direktlastning.** Allt virke tas ut direkt och man riskerar inte att glömma kvar något i skogen. Dessutom blir virket inte nedsmutsat, eftersom det inte läggs ner på marken.

- **Korta ledtider.** Allt virke ligger vid bilväg när avverkningen är klar.
- **God ergonomi.** Mer arbetsväxling och tystare förarmiljö.
- **Stor utvecklingspotential.**

Frågor

Det finns ett antal frågor som kräver en längre uppföljning i praktisk drift:

- Vad blir prestationen i klenare skog?
- Kan systemet klara fler sortiment och fortfarande vara konkurrenskraftigt?
- Är den tekniska utnyttjandegraden (TU) på Besten tillräckligt hög för att man ska kunna bortse från risken att flera kurirer blir stillastående vid haverier på Besten?
- Kan alla maskinförare lära sig systemet och uppnå tillräckligt hög prestation?
- Vad kommer maskinerna kosta i serieproduktion?

English

Innovative unmanned harvester system

In March 2006, Skogforsk conducted trials with an innovative logging system comprising an unmanned harvester—“Besten”—and two specially modified forwarders, each equipped with a remote control system for operation of the harvester.

In operations in a large-diameter stand close to the road, we recorded a productivity level of more than 30 m³ solid i.b. per productive hour* at the roadside. We estimated the logging cost to between US\$6.8 and 7.5 per cubic metre, which is lower than in today's conventional harvester-forwarder system.

Our study suggests that fuel consumption could be reduced by 20–40% as compared with today's two-machine harvesting system. What's more, the “Besten” system also offers advantages in ergonomics, timber handling and lead times.

Overall, the results were extremely promising, even though the system studied was only the second prototype. There is therefore excellent scope for increasing productivity even further.

* Productive (G₁₅) hour = Hour of productive machine time including downtime not exceeding “15” minutes per occasion.

Keywords: Logging / Machine Technique.

Läs mer

Bergkvist, I., Nordén, B. & Lundström, H. 2006. Besten med två virkeskurirer – studier av prestation och bränsleförbrukning. Arbetsrapport 616. Skogforsk.

Hallonborg, U. 2003. Förarlösa skogsmaskiner kan bli lönsamma. Resultat nr 9. Skogforsk, Uppsala.

Hallonborg, U. 2003. Semiautonoma kortvirkessystem – en systemanalys. Redogörelse nr 5. Skogforsk, Uppsala.

Eriksson, P. 2004. Pilotstudie av drivningssystemet Besten med kurir: Slutavverkning med förarlös skördare manövrerad från skotare. Rapport nr 14. SLU, Uppsala.

Brunberg, T. Granlund, P. Nordén, B. 2005. Standardiserad bränslemätning för skotare och skördare. Resultat nr 10. Skogforsk, Uppsala.

Hur går vi vidare?

Bestensystemet ska nu testas i praktisk drift. Produktion, bränsleförbrukning, reparationsbehov och underhåll är viktiga faktorer att följa upp.

Det är också viktigt att studera inverkan av fler sortiment, olika medelstamvolym och längre transportavstånd.

Fler maskinköpare och användare bör också testa systemet.

Isabelle Bergkvist

