



RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 9 2008



Foton: Ponsse Oyj och Skogforsk



Direktlastande uppstickare kan bryta skördar-/skotarsystemets dominans

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

Drivaren och bestensystemet är redan i dag konkurrenskraftiga på tillsammans 70 procent av den årliga slutavverkningsvolymen i Sverige, visar en analys.

Skördar-/skotarsystemet är utvecklat för svenskt skogsbruk under lång tid. Det har hög produktion och ger låga drivningskostnader. Maskinerna arbetar oberoende av varandra och skördaren producerar maximalt hela tiden. Nackdelen är att maskinerna sällan är i fas och det kan bli långa ledtider mellan avverkning och skotning.

Besten med två virkeskurirer fungerar i praktiken som två drivare som delar på samma avverkningsenhet. Besten manövreras med radio från den kurir som befinner sig närmast och avverkar träden direkt på kurirens lastutrymme. När det är fullt tar den andra kuriren över avverkningen och den första kuriren kör virket till avlägg. Fördelen är att systemet hela tiden producerar virke. Nackdelen är höga kapitalkostnader. Det är dessutom många maskiner inblandade, vilket innebär risk för väntetider.

Drivaren är en kombinerad skördare och skotare. Med ett vridbart lastutrymme kan virket direktlastas. Eftersom allt arbete görs med en enda maskin minskar kostnaderna för flyttning och administration. Nackdelen är att virkesproduktionen stannar under transport och lossning. Systemet är därför inte intressant i grov skog långt från väg, där transportarbetet utgör en stor del av drivningsarbetet.

Enligt de systemanalyser som Skogforsk gjort finns det redan i dag ekonomiskt utrymme för mer än 400 drivare och dessutom upp till 370 bestensystem i Sverige. Det kan jämföras med att det i dag finns omkring 1 000 skördar-/skotarsystem i slutavverkning.

Från forskning till tillämpning

FoU-start Demonstration Implementerat

Ge de nya direktlastande systemen en chans att visa vad de går för i praktiskt skogsbruk! Sidan 6
Isabelle Bergkvist

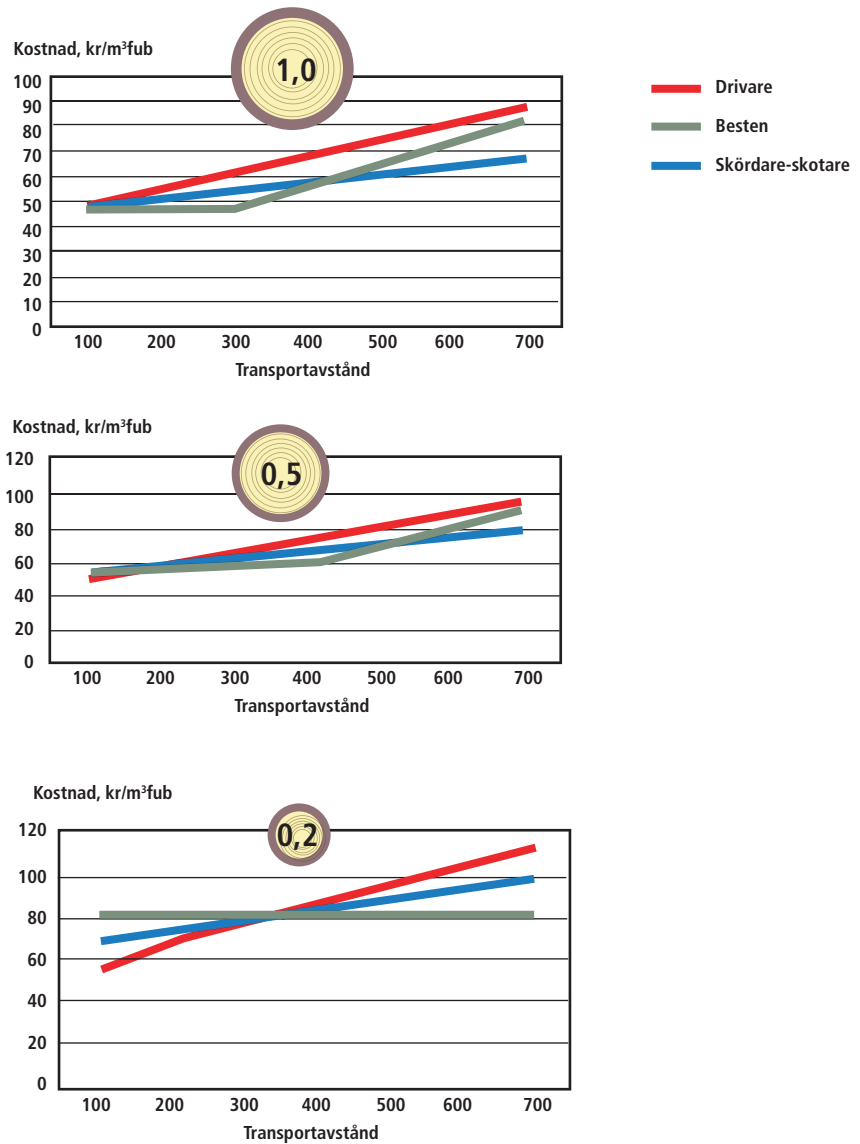
Rond 1: Prestation och kostnader

Både bestensystemet och drivaren utnyttjar direktlastning. Systemen har en stor rationaliseringspotential jämfört med skördar-/skotarsystemet, eftersom drivningen innehåller färre arbetsmoment – virke behöver ju aldrig lastas från marken. Vilket system som är billigast vid olika förhållanden avgörs av produktionen och systemens timkostnad (figur 1–3).

Drivaren är det billigaste systemet i klen och medelgrov skog vid korta transportavstånd, eftersom merparten av tiden då läggs på avverkning. Systemet har också relativt låg timkostnad, eftersom hela arbetet utförs av en maskin.

Bestensystemet är billigast i skog där enheterna kan arbeta med minimerade ståtider. Systemet fungerar vid alla medelstamvolym, men är känsligt för korta transporter i klen skog – där blir kurirerna stillastående. Det är också känsligt för långa transportavstånd i grov skog – där blir i stället skördarenheten stående och det påverkar prestationen negativt.

Skördar-/skotarsystemet är oftast billigast vid långa transportavstånd, eftersom enheterna arbetar oberoende av varandra och skördarens prestation alltid kan maximeras. Systemet kan inte direktlasta virke, vilket gör att drivningen tar längre tid än för de andra systemen. Oftast tar skotningen längre tid än skördningen, vilket i praktiken innebär att det på årsbasis krävs fler än en skotare i systemet.



Figur 1 till 3. Kostnad per m³fub för olika system i olika typer av skog: grov, medelgrov och klen skog (medelstam 1,0, 0,5 resp. 0,2 m³fub).

Skotaren lastar virke från marken. Det här arbetsmomentet slipper de nya direktlastande systemen, vilket spar både tid och bränsle. Foto:Skogforsk

Kalkylförutsättningar

Analysen bygger på 2 500 maskintimmar och 1 680 mantimmar per år.

Maskinkostnader och prestationer

Grundprestationen baseras på skördarens produktion vid stickväg vid en medelstam på 0,5 m³fub och 100 m terrängtransport.

Skördare-skotare, grov skog

950 kr + 650 kr/G₁₅h

Grundprestation: 41 m³fub/G₀h (vid stickväg)

Skördare/skotare, klen skog

800 kr + 550 kr/G₁₅h

Grundprestation: 30 m³fub/G₀h (vid stickväg)

Besten med två kurirer

400 kr + 2 * 600 kr/G₁₅h

Grundprestation: 31 m³fub/G₀h (vid avlägg)

Drivare

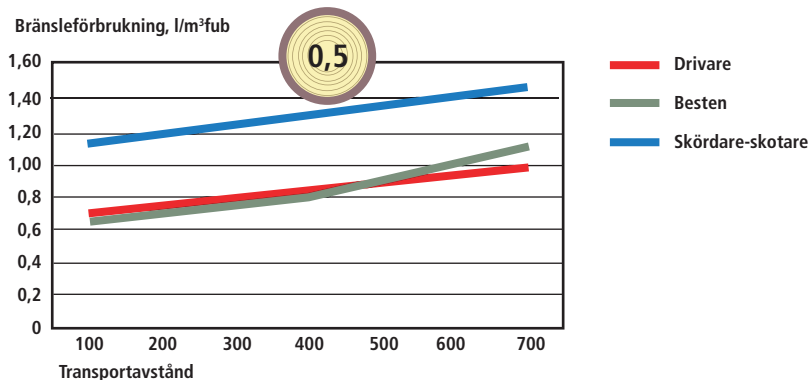
1 030 kr/G₁₅h

Grundprestation: 22 m³fub/G₀h (vid avlägg)



Rond 2: Bränsleförbrukning

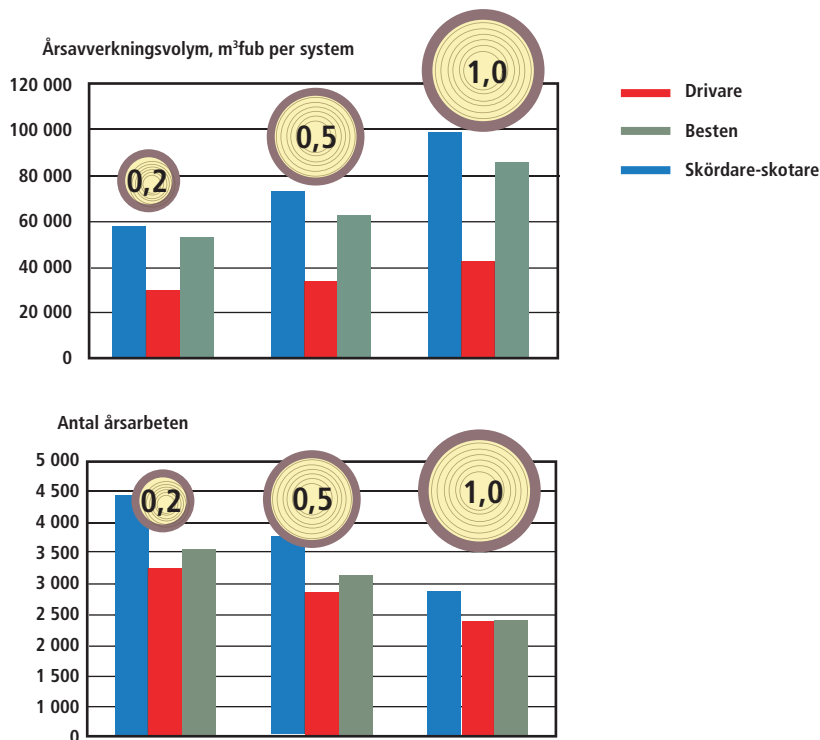
Studier vid avverkningar och uppföljningar av praktisk drift samt teoretiska beräkningar visar att bränsleförbrukningen per m³fub är betydligt lägre för drivaren och bestensystemet än för skördar-/skotarsystemet (figur 4). Förklaringen är direktlastningen. En stor del av bränsleförbrukningen för skördar-/skotarsystemet utgörs av kranarbete vid lastning.



Figur 4. Bränsleförbrukning per m³fub vid bilväg för de olika systemen vid en medelstam på 0,5 m³fub.

Rond 3: Årsproduktion och arbetskraftsbehov

Eftersom skördarens produktion alltid är maximerad har skördar-/skotarsystemet en hög årsproduktion jämfört med de andra systemen (figur 5). Men maskinerna presterar inte alltid lika mycket per timme, ofta behövs det fler skotartimmar på en skördartimme för att få ut virket till bilväg. Detta innebär att arbetskraftsbehovet är mycket högre för skördar-/skotarsystemet än för de direktlastande systemen (figur 6).



Figur 5 och 6. Årsavverkningsvolym per system och antalet årsarbeten som krävs för att avverka hela slutavverkningsvolymen i Sverige vid klen, medel och grov medelstamvolym. Transportavstånd: 300 m. Total årlig slutavverkningsvolym: 60 miljoner m³fub.



En samlad bedömning

Den inbördes konkurrensen mellan dagens slutavverkningssystem beskrivs i figur 7. Förhållandena mellan systemen kan förändras beroende på prestation, timkostnad och utnyttjandegrad. Systemen kommer dock oavsett detta alltid att ha samma placering i diagrammet, d.v.s. drivaren i klen skog nära väg och bestensystemet tar över när transporterna tar för mycket tid för drivaren. Skördar-/skotarsystemet är billigare än bestensystemet i grov skog med långa transportavstånd, där kurirerna inte kan sysselsätta skördarenheten tillräckligt.

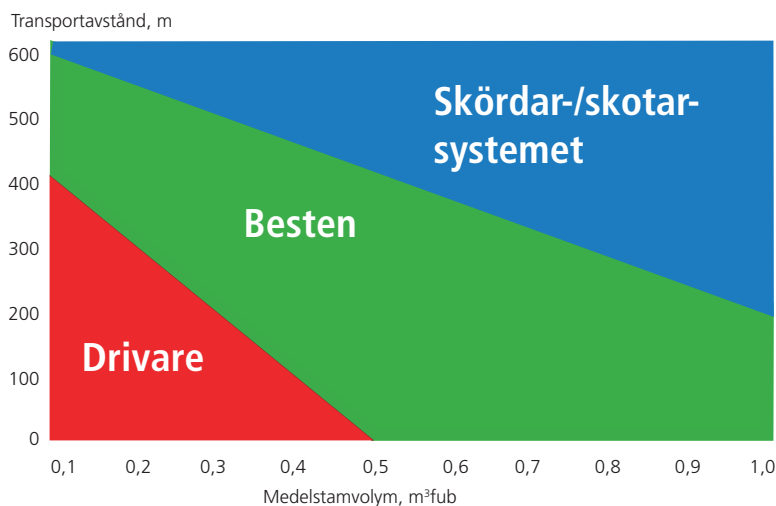
Sortiment

Direktlastningssystemen påverkas till viss del negativt av att antalet sortiment som kan sorteras direkt på lastutrymmet är begränsat. Detta går dock att komma runt om sorteringen i stället görs vid avlägg. Detta kräver ett fungerande system för färgmärkning.

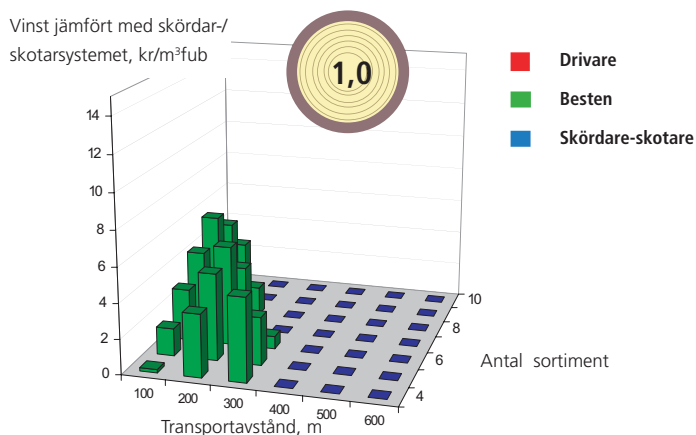
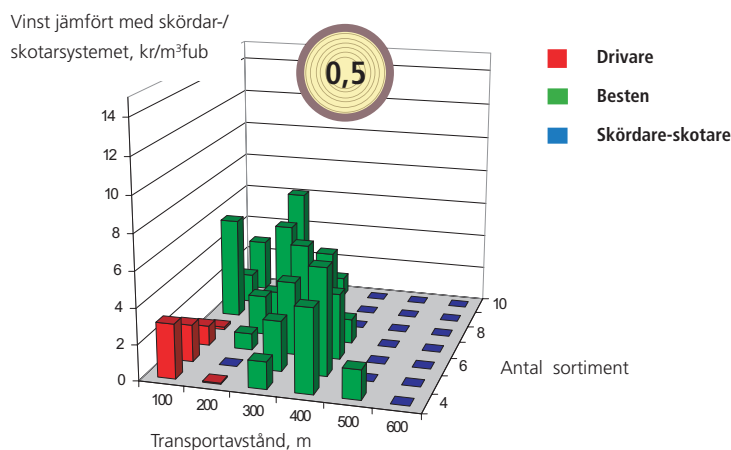
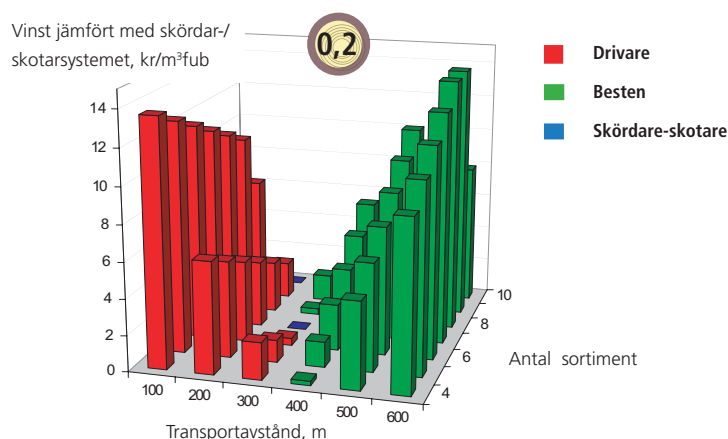
I klen skog har bestensystemet en överkapacitet på transportenheterna och en sortering på avlägget är då ”gratis”. Kurirerna skulle annars bara ha stått och väntat (figur 8, 9 och 10). Av samma skäl ökar inte bestensystemets kostnader vid en måttlig ökning av transportavståndet i klen skog, eftersom det är skördarenheten som begränsar produktionen.

Även drivaren kan hantera fler än fyra sortiment utan att förlora konkurrenskraft. Marginalerna är så stora i klen skog att det finns tid över för viss sortering vid bilväg (figur 8 och 9).

Figur 8, 9 och 10. Drivningskostnad jämfört med skördar-/skotarsystemet vid olika medelstam, transportavstånd och antal sortiment. Blå plattor visar var dagens skördar/skotarsystem är billigast enligt systemanalysen. Röda staplar visar var drivaren är billigast och gröna staplar var bestensystemet är billigast. Staplarnas höjd anger hur mycket billigare de direktlastande systemen är jämfört med skördar-/skotarsystemet.



Figur 7. Transportavstånd och medelstamvolym där resp. system är billigast



Det kan finnas plats för 440 drivare och 370 bestensystem

”Uppstickarna” med direktlastning är intressanta, både från miljö- och arbetsmiljösynpunkt. Men i slutändan är det kostnaderna som avgör vilket system som väljs, och den påverkas i huvudsak av tre faktorer; terrängtransportavstånd, medelstamvolym och antal sortiment.

70 procent inom 400 meter

Sverige har 210 000 km skogsbilväg. Om man lägger en zon på 800 meter längs dessa skulle 16,8 miljoner ha skog hamna inom 400 m från bilväg. Det är runt 70 procent av skogsmarken. Detta är förstås bara en grov uppskattning – det finns andra marktyper runt skogsvägarna, som myrar och inägor, och vägnätet är tätare i södra Sverige. Men å andra sidan finns det mycket skog även vid allmänna vägar.

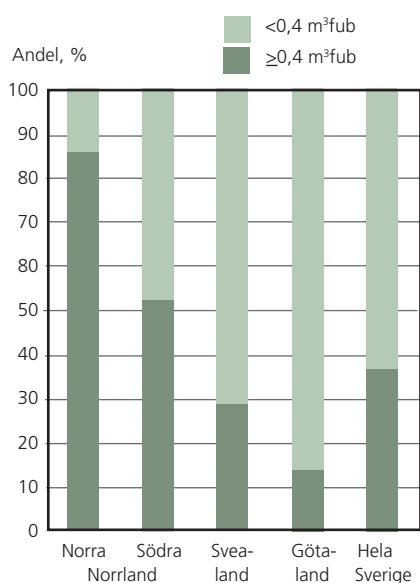
37 procent under 0,4 m³fub

En analys av material från Riksskogstaxeringen visar att ca 37 procent av den årliga slutavverkningsvolymen, 22 milj m³fub, under den kommande tioårsperioden har en medelstamvolym under 0,40 m³fub/st (figur 11). I Norrland är andelen ca 70 procent.

Enligt kostnadskalkylerna kan i stort sett all skog klenare än 0,4 m³fub/st avverkas med drivare eller bestensystem, eftersom dessa

bestånd sällan medger uttag av fler än 10 sortiment.

Terrängtransportavståndet avgör vilket av de två systemen som är lämpligast i den klena skogen. Sätts gränsen vid 400 m, är 70 procent av slutavverkningsvolymen i klen skog lämplig för drivaren och 30 procent för bestensystemet. För slutavverkningar upp till 0,40 m³fub i medelstamvolym finns det då teoretiskt utrymme för ca 440 drivare och ca 100 bestensystem.



Figur 11. Andelen av slutavverkningsvolymen under kommande tioårsperiod som är klenare respektive grövre än 0,4 m³fub/st.

Bestensystem även i grövre skog

I den grövre slutavverknings skogen, med medelstam över 0,4 m³fub, är det i princip bara bestensystemet som kan konkurrera med skördar-/skotarsystemet och då bara på transportavstånd under 400 m.

För att avgöra vilket system som där är billigast måste man se på antalet sortiment. Är det fler än nio är det svårt att få ekonomi med bestensystemet.

Vid avverkning på privatskog tas det förmodligen ut fler sortiment än när ett skogsföretag avverkar på egen skog. Här antas att fler än nio sortiment tas ut på hälften av alla slutavverkningar på privatskog. På bolagsägd skogsmark borde man däremot i stort sett alltid hålla sig inom nio sortiment.

Om hänsyn tas till att en högre andel av både den grova skogen och den privata skogsmarken finns i södra Sverige, innebär antagandena att ca 27 milj m³fub grövre skog årligen avverkas med nio sortiment eller färre. Antar man att 70 procent av denna volym återfinns inom 400 m transportavstånd kan bestensystemet ta hand om 19 miljoner m³fub. Det finns då utrymme för ytterligare 270 bestensystem.

Totalt finns det enligt den här analysen en potentiell marknad för ca 440 drivare och 370 bestensystem i slutavverkning. Anmärkningsvärt är att de direktlastande systemen ger den billigaste drivningen för hela 41 miljoner m³fub. Det är 70 procent av Sveriges totala årliga slutavverkningsvolym på 60 miljoner m³fub!

Det kan finnas utrymme för 440 drivare och 370 bestensystem i Sverige enligt analysen.



Diskussion

Fler fördelar med direktlastning

Direktlastningen innebär ökad effektivitet, lägre bränsleförbrukning och minskad miljöpåverkan. Utöver detta tillkommer ytterligare fördelar som:

- bättre virkeshantering
- kortare ledtider
- bättre arbetsmiljö
- mindre markpåverkan.

Schematisk bild av ett skyttelsystem med autonoma skyttlar som lastas av en bemannad avverkningsenhet.



Skytteln – ett framtidsalternativ

Ett alternativ till bestensystemet är en bemannad skördare och självgående skyttlar som transporterar ut och lossar virket. En sådan skördare med två skyttlar fungerar i stort sett som bestensystemet, fast med bara en förare.

Med tre skyttlar minimeras risken för att tappa produktion vid långa transportavstånd. Nackdelen är högre kapitalkostnad och risk för att skyttlarna blir stillastående när transportavstånden är kortare. Man kan även tänka sig att arbeta med olika antal skyttlar vid olika avverkningar – eller med lösa lastutrymmen och färre skyttlar som hämtar och lossar lastutrymmena.

English

Direct-loading upstarts can break dominance of harvester-forwarder system

The harwarder and Besten systems are already competitive on 70% of the annual final-felling cut in Sweden. Skogforsk's analysis has shown that there is scope for some 400 harwarders, and up to 370 Besten systems. This compares with some 1,000 harvester-forwarder systems today operating in final-felling in Sweden.

The harvester-forwarder system has been around for a long time. It delivers high output, and logging costs are low. The machines operate independently of each other, and the harvester constantly achieves maximum output. The drawback is that the machines are seldom in phase, which can result in long lead times.

The harwarder is a combined harvester and forwarder. The timber can be loaded straight onto the machine. As all the work is done by one machine, moving and admin costs can be reduced. The downside is that harwarder output comes to a halt during extraction. The machine is unsuitable in stands where haulage accounts for a large proportion of the logging work, normally large-diameter stands far from a road.

The Beast system includes two timber shuttles and an unmanned harwarder, operated by remote control from the nearest timber shuttle. The logs are processed straight onto the shuttle's load bunk. When it is fully loaded, the second shuttle takes over, whilst the first extracts the timber. The output of timber is continuous, but the high capital cost is a drawback. With the number of machines that are in operation, there is also always a danger of waiting time occurring.

Keywords: Fuel consumption, logging costs, logging systems, productivity, systems analysis.

Läs mer

Bergkvist, I. Lundström, H. Nordén, B. 2006. Besten med virkeskurirer – Ett innovativt och lovande system. Resultat nr 5, Skogforsk, Uppsala.

Bergkvist, I. 2007. Drivare i slutavverkning – Direktlastning och låg bränsleförbrukning är starka kort. Resultat nr 15, Skogforsk, Uppsala.

Brunberg, T. 2007. Bränsleförbrukning hos skördare och skotare. Arbetsrapport 629, Skogforsk, Uppsala.

Från forskning till tillämpning

Denna systemanalys visar att direktlastningssystemen har stor potential. De måste nu köras i praktisk drift i betydligt större skala än hittills för att kunna utvärderas.

Ju fler avverkningsgrupper som arbetar med direktlastning, desto snabbare kommer arbetsteknik och metoder att utvecklas, vilket säkerligen kommer att leda till ökad produktivitet och därmed ökad konkurrenskraft gentemot det mognare skördar/skotaresystemet.

En större variation av maskinparken i det svenska skogsbruket ger också ökade möjligheter att optimera maskinsystemen efter det enskilda beståndets avverkningsförhållanden och flyttningavstånd. Man kan i större utsträckning använda "rätt system på rätt plats".

Isabelle Bergkvist