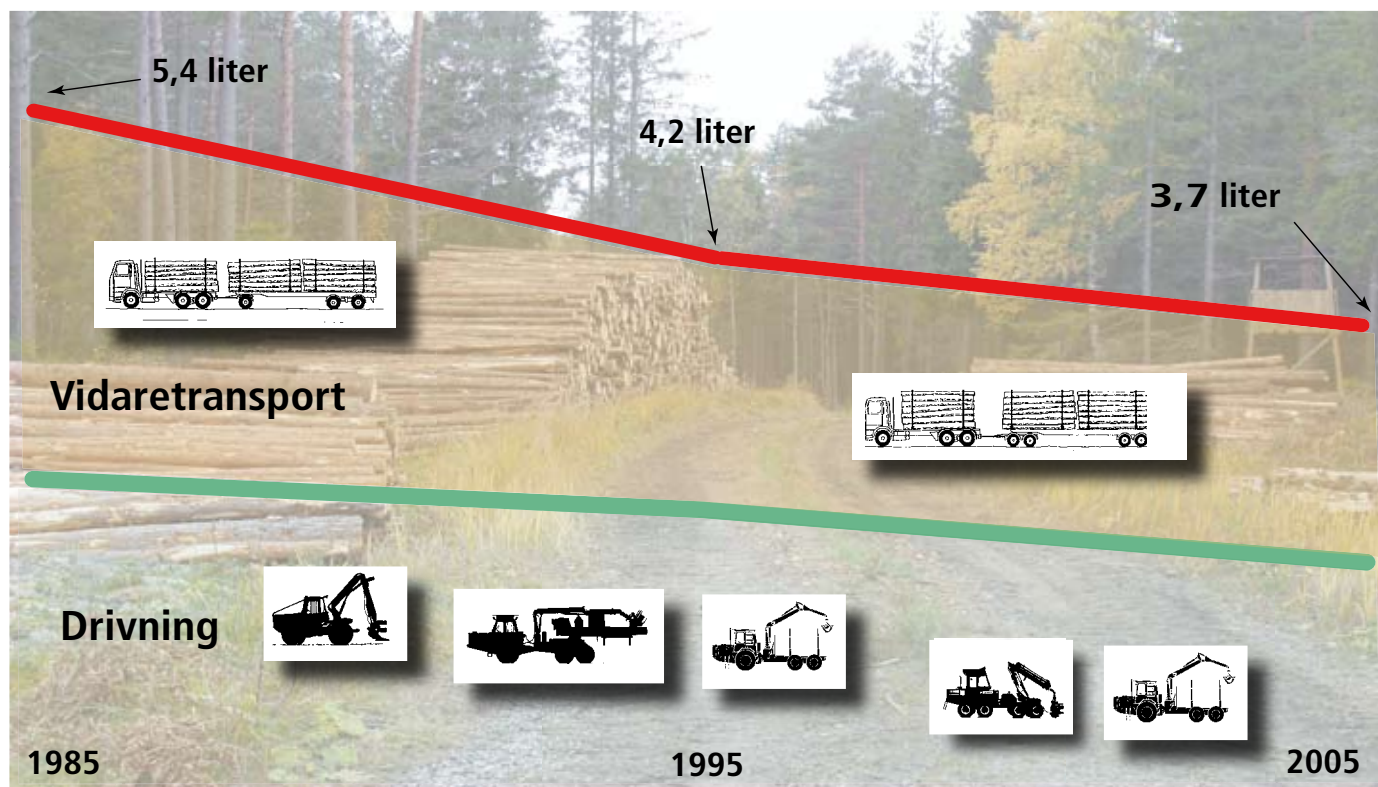


RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 3 2006

liter/m³fub



Claes Löfroth
Tel. 018-18 85 07
claes.lofroth@skogforsk.se

Lennart Rådström
Tel. 018-18 85 50
lennart.radstrom@skogforsk.se

Allt lägre bränsleförbrukning i skogsbruket

Bränsleförbrukningen för avverkning och vidaretransport har minskat med 30 procent sedan 1985, från totalt 5,4 liter diesel per kubikmeter till 3,7 liter i dag. Det här beror på effektivare maskiner och system.

Låg bränsleförbrukning är bra både för skogsbrukets ekonomi och för miljön. Minskningen sedan 1985 har varit mycket påtaglig, och den beror på en nära samverkan mellan maskintillverkare, brukare och forskare. Allt effektivare maskiner och arbetssätt har snabbt kunnat introduceras i stor skala.

Det är viktigt att den här utvecklingen fortsätter, och här redovisas ett "batteri" av åtgärder som kan sättas in för att minska bränsleförbrukningen i drivning och vidaretransport.

Effektivare motorer, optimerade hydraulsystem och nya drivmedel är några exempel. Optimerad körning, lägre markfriktion, virkesfordon med högre lastvikt är andra.

OM DIAGRAMMET

Diagrammet visar den beräknade bränsleförbrukningen för mekaniserade drivningssystem och vidaretransport för åren 1985, 1995 och 2005.

För avverkning bygger beräkningen på de maskinsystem som användes vid resp. tidpunkt (se nästa sida).

Den minskade bränsleförbrukningen i vidaretransport beror framförallt på effektiva motorer och lättare fordon, som kan ta en högre nyttolast. Dessutom har den maximala bruttovikten på allmän väg ökat från 51,4 till 60 ton.



Från forskning till tillämpning

Läs mer på sista sidan!

Claes Löfroth

– Brukare, tillverkare och forskare måste samarbeta för att fortsätta minska bränsleförbrukningen.



Bränsleförbrukningen i avverkning har minskat påtagligt

Skogforsk har beräknat bränsleförbrukningen per avverkad kubikmeter för åren 1985, 1995 och 2005. Beräkningen bygger på bränsleförbrukning och produktivitet för de maskinsystem som användes vid resp. tidpunkt.

Under 80-talet dominerade tvågreppsskördarna, ofta med två motorer. Fortfarande rullade också en del tunga maskiner från 1970-talet. Under 1990-talet tog engreppsskördarna över, men skotarna var fortfarande ganska små. I dag sker merparten av avverkningen med effektiva engreppsskördare och för terrängtransporten används relativt stora skotare.

Den minskade bränsleförbrukningen i vidaretransport beror framförallt på effektivare motorer, ökad lastvikt och minskad andel tomkörning.

¹ 1985 gick de mekaniserade systemen huvudsakligen i grov slutavverkning, dagens engreppsskördare går också i gallring, vilket ger betydligt lägre genomsnittlig medelstam.

	1985		1995		2005	
Drivning						
Avverkning						
	Andel	l/m ³ fub	Andel	l/m ³ fub	Andel	l/m ³ fub
Fällare-Läggare + Processor ¹	50%	1,1	-	-	-	-
Tvågreppsskördare ¹	50%	1,2–1,3	55%	1,1–1,6	-	-
Engreppsskördare ¹	-	-	45%	1,4	100%	1,2
Terrängtransport, skotarstorlek						
<10 ton	50%	1,2	20%	0,8	15%	0,6
10–14 ton	50%	1,4	30%	0,9	28%	0,7
14–16 ton			50%	0,8	32%	0,5
16–19 ton					25%	0,5
Totalt, liter/m³fub	2,5		2,2		1,7	
Vidaretransport						
Bränsleförbrukning, l/mil ²	6,5		6,0		5,7	
Lastvikt, ton	32,4		38,0		42,0	
Andel lastkörning, %	50		52		56	
Totalt liter/m³fub	2,9		2,0²		2,0	

² 1985 var medeltransportavståndet 8 mil, 1995 7,8 mil och 2005 9,1 mil. Ökningen de senaste tio åren är delvis en följd av sågverkens specialisering, som gör att timret måste köras längre.

... men det finns mycket kvar att göra, både i avverkning ...

Färre maskiner – eller fler

I mekaniseringens början användes ofta tre olika maskiner i drivning, en fällare, en kvistare-kapare och en skotare. Därefter blev det två maskiner: en skördare och en skotare. Färre maskiner innebär färre motorer och en lägre bränsleförbrukning per avverkad m³fub. Och utvecklingen fortsätter: drivaren är ett exempel på att en enda maskin kan göra hela arbetet i skogen. Men det kan också gå åt andra hållet. Systemen med två virkeskurirer har så hög prestanda att bränsleåtgången per kubikmeter blir lägre – trots att tre maskiner är engagerade.

Effektivare hydraulsystem

En stor del av en skogsmaskins energiförbrukning går i dag till hydraulsystemet. Verkningsgraden är fortfarande bara strax under 60 procent. Skogsbruket har finansierat ett licentiatarbete som studerade energiförlusterna, i första hand i aggregatet. Det visade att det går att minska förlusterna med 3–5 procent i vissa delar av hydraulsystemet.

Skogforsks tester pekar också på stora möjligheter att förbättra samverkan mellan mekanik och hydraulik. Vid automation kan olika kranfunktioner optimeras, så att den energi som behövs för att utföra ett visst arbete minimeras.

Mindre markfriktion och spårbildning

När maskinernas hjul sjunker ner i marken uppstår ett rullmotstånd som ökar energiåtgången. Med fler hjul och bredare däck ökas kontaktytan.

Skogforsk har också testat teknik för variabelt lufttryck, CTI, på skotare. Resultaten pekade på stora möjligheter att minska spårbildningen och bränsleförbrukningen.



Energiåtervinning i kranen

Under en arbetsdag höjer och sänker en skogsmaskin kranen och virke tusentals gånger. För att lyfta kranen går det åt energi som förloras när kranen sänks igen. Flera försök har gjorts för att ta tillvara energin, men det har hittills inte lyckats fullt ut. Här krävs mer arbete.

Bränsledeklarerade maskiner

Som ett stöd för brukarna och för att motivera tillverkarna har Skogforsk utvecklat en metodik för deklaration av skördarnas och skotarnas bränsleförbrukning. Den bygger på ett standardiserat testprotokoll.

Smartare vägval

Med optimerat vägval i skotningen kan man spara både pengar och miljö – i en studie var potentialen tio procent. Kan-ske är tiden nu mogen för tekniken: med GPS kan virkets position anges med god noggrannhet och fordonsdatorer kan räkna fram optimalt vägval.

Rätt körsätt

Låga varvtal, lugnt kranarbete och mjuk körning i terrängen sänker bränsleförbrukningen och ger dessutom mindre markskador och mindre vibrationer för föraren.

Skogforsk har utvecklat en ny metodik för standardiserad mätning av skogsmaskinernas bränsleförbrukning.

Ett exempel: Den första el-hybriden i skogen

El-Forest är en prototypmaskin för terrängtransport av virke. Maskinen har en dieselmotor på 40 hk som driver tre generatorer som i sin tur driver elmotorer i varje hjul, totalt sex stycken. Stora lastbilsbatterier lagrar energin. Dessa laddas av dieselmotorn och då maskinen kör i utförsbackar.

El-Forest utnyttjar energin betydligt bättre än en konventionell skotare.

Enligt en preliminär studie är bränsletalet för El-Forest 3,1 liter/tim enligt Skogforsks standardiserade mätmetod. Motsvarande siffra för en vanligt skotare är drygt 7 liter/tim.

El-forest har en lastkapacitet på 10 ton och väger 8 ton.

Elhybridmotorer kommer nu starkt, bl.a. i personbilar, och redan om några år väntas de också finnas kommersiellt i lastbilar och arbetsmaskiner.



... och vidaretransport

Lättare virkesfordon

Både fordonstillverkare och påbyggare lägger ner mycket arbete på att använda nya och lättare material. Det senaste året har tendensen blivit mycket tydlig och de modernaste fordonen väger i dag ca två ton mindre än i slutet på 1990-talet. Detta innebär högre nytolast och lägre bränsleförbrukning per transporterad enhet. Den här utvecklingen måste fortsätta.

Utbildade och motiverade förare

Förarens körsätt påverkar bränsleförbrukningen. Med ett instrument som visar momentan bränsleförbrukning kan man åstadkomma en stor besparing – i ett projekt blev det en långsiktig sänkning av bränsleförbrukningen med 5–8 procent. Detta motsvarar för hela skogsbruket 10 000 m³ diesel eller 80 miljoner kr.



CTI

Ett virkesfordon med CTI kan köra med fullt lass på vägar som annars skulle ha begränsad framkomlighet. Dessutom minskar bränsleförbrukningen per ton och km, samtidigt som det ger säkrare körning och lägre olycksfallsrisk. Genom att utrusta en viss andel av virkesfordonen med CTI skulle skogsbruket kunna sänka transportkostnaderna. Det skulle också minska behovet av stora virkeslager inför tjällossningen.

Optimerade transporter

Med optimerade transporter kan andelen tomkörning minska, vilket minskar bränsleförbrukningen per transporterad kubikmeter. Det finns i dag planerings- och optimeringsverktyg för detta, bl.a. **FlowOpt** för strategisk analys och optimering av virkesflöden, och **RuttOpt**, som är ett verktyg för daglig planering av hela fordonsflottor. De första praktiska testerna visar på mycket intressanta resultat.

Man behöver inte ha en tung törstig V8a på dryga 650 hk, som idag ibland marknadsförs som "ett måste" för ett virkesfordon. Det räcker bra med 12-13 liters motorer runt 500 hk.

Motorutveckling

Effektivare dieselmotor

Motortillverkarna arbetar målmedvetet för att uppfylla allt hårdare miljökrav för dieselmotorer. Mellankylning, högre insprutningstryck, noggrann styrning av insprutningen, flerventilt teknik och avgascirkulation är några aktuella områden. Med bra bränslen kan man nå verkningsgrader nära 50 procent, samtidigt som avgaserna blir renare.

Alternativa drivmedel

Syntetisk diesel kan framställas från kol, naturgas och biomassa. Skogforsk har testat ett sådant bränsle (EcoPar) i ett par skogsmaskiner. Det fungerade lika bra som vanlig diesel, och det gick inte att se några negativa effekter på bränsleförbrukning, bränslefilter eller slangar.

De priser som i dag gäller för EcoPar är i nivå med diesel MK1. Den framtida konkurrenskraften beror framförallt på hur syntetiska bränslen kommer att beskattas.

Det sker ännu ingen tillverkning av syntetisk diesel av biomassa i kommersiell skala, men det finns demonstrationsanläggningar. De använder svartlut och flis som råvara, men på sikt kan troligen mer oförädlade former av biomassa användas, till exempel grov (grenar och toppar). Den dag fossila bränslen kan ersättas av "skogsdiesel" vid drivning och transport får vi ett än mer miljövänligt skogsbruk med mindre klimatpåverkan samt mindre utsläpp av ozon och ämnen som bidrar till övergödning och försurning.

Hybridteknik

Hybridteknik är en kombination av en förbränningsmotor, som laddar batterier, som i sin tur driver elmotorer (se exemplet El-Forest ovan). Man kan använda relativt små förbränningsmotorer och de kan gå på ett konstant och optimalt varvtal.

Tekniken finns i serietillverkning på bilar och i prototyputförande för tunga fordon. Enligt Volvo Lastvagnar kan det här bli stort redan om några år.

På längre sikt

Ny teknik

Nya tekniska genombrott är svåra att förutse. Det finns dock några scenarier som känns realistiska och som redan i dag bör studeras närmare:

BRÄNSLECELLER. Elström kan genereras direkt från vätgas och syre, restprodukten är rent vatten. Processen ger inga utsläpp. Det finns flera prototypfordon med bränslecelldrift.

ELDRIFT FÖR ARBETSFUNKTIONER. Funktioner som i dag är hydrauliska kan utföras el-hydrauliskt eller med linjärmotor. Elmotorer kan t.ex. driva matarvalsar och kapning. Tekniken finns, men måste anpassas till skogsbrukets krav.

VÄTGAS kan driva en vanlig förbränningsmotor, men då kvarstår problemen med skadliga ämnen i avgaserna.

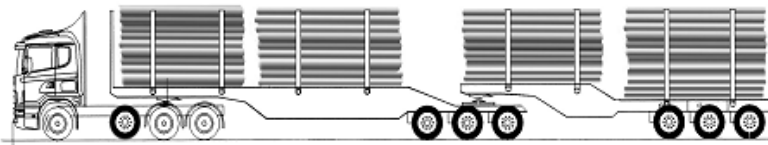
Automatisering

Helautomatiska maskiner kan via orienteringssystem och ordersystem arbeta självständigt och optimera arbetsfunktioner och förflyttningar. Dessa maskiner behöver inte någon hytt och skulle därför kunna göras billigare än dagens. Vidare kan de med hjälp av sensorer orientera sig till terrängavsnitt med bra bärighet, vilket minskar spårbildning och energiförbrukning.

80 tons bruttovikt

Med en ökad lastvikt, kanske ända upp till 80 ton (se nedan), skulle både bränsleförbrukning och miljöpåverkan minska per transporterad enhet. Potentialen är minst 20 procent.

EN 80-TONNARE



Med den i dag tillåtna längden 25,25 m skulle det vara möjligt att lasta på ytterligare en virkestrave. Detta skulle öka lastvikten med ca 15 ton och bruttovikten blir ca 80

ton jämfört med dagens 60 ton. Bränsleförbrukningen skulle minska med drygt 20 procent per m³fub. För att inte öka belastningen krävs fler hjulaxlar än i dag.

Så arbetar vi vidare

Den allt lägre bränsleförbrukningen i skogsbruket hade aldrig kommit till stånd utan ett nära samarbete mellan tillverkare, brukare och forskare. Det här arbetet blir nu allt viktigare för att öka produktiviteten och effektiviteten i energianvändningen.

Tekniska Samverkansgruppen (TSG) och Samrådsgruppen för vidaretransport (VSG) är viktiga för den fortsatta utvecklingen. Dessa grupper består av vardera ca 15 representanter för skogsbruk och entreprenörer resp. åkare.

Syftet är att samla brukarnas krav och önskemål. Målet är att driva på utvecklingen av effektivare system och bättre miljö. För ytterligare information om samrådsgrupperna: www.skogforsk.se och gå vidare till "samverkan".

Claes Löfroth

Effektiv teknik sänker bränsleförbrukningen per avverkad kubikmeter. Här Besten, en förarlös skördare som visat hög prestation i test.

English

Fuel consumption continues to fall

Fuel consumption (per cubic metre of timber harvested) has fallen dramatically since 1985: from 5.4 litres of diesel to just 3.7 litres today. This has been achieved by improved machines and logging systems.

Low fuel consumption is beneficial to forestry costs and to the environment. Advances have been made, thanks to healthy collaboration by machine manufacturers, the users, and researchers. Machines and working methods of ever increasing efficiency have been quickly introduced on a large scale.

It is vital that this progress should continue and, to this end, we include here a variety of technologies and methods that can be adopted to reduce fuel consumption further in logging and secondary haulage. Examples include more-efficient engines, optimized hydraulic systems and alternative fuels, together with optimized routing logistics, reduced tyre friction, and driver training.

Keywords: Logging / Machine technique.

Läs mer

Brunberg, T., m.fl. 2005. Standardiserad bränslemätning för skotare och skördare, Resultat Nr 10 2005, Skogforsk.

Forsberg, M. & Löfroth, C. 2002. Transmit. Resultat Nr 18 2002, Skogforsk.

Frej, J. & Tosterud, A. 1989. Det storskaliga skogsbrukets system och metoder – Drivning, skogsvård och vägar 1987–1992. Redogörelse Nr 6. Stiftelsen Skogsarbeten.

Larsson, M. & Myhrman, D. 2001. FoU för minskad miljöpåverkan av skogsbrukets arbetsmaskiner – nuläge och förslag till framtida FoU-insatser. Skogforsk, Stencil 2001-03-02.

Löfroth, C. & Rådström, L. Bränsleförbrukning och miljöpåverkan vid drivning och vidaretransport. Skogforsk Stencil 2006-02-21

Löfroth, C. & Wählberg af, A. 2004. Bränslesnål körning. Resultat, Nr 16, 2004, Skogforsk.

Nordlund, S. 1996. Drivningsteknik och metodutveckling i storskogsbruket. Resultat Nr 4 1996, Skogforsk.



ADRESSER