



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 789–2013

Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner 2012

Fuel consumption in forest machines 2012

Torbjörn Brunberg

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 789–2013

I Arbetsrapporter redovisar Skogforsk resultat och slutsatser från aktuella projekt. Här hittar du bakgrundsmaterial, preliminära resultat, slutsatser och färdiga analyser från vår forskning.

Titel

Bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner 2012.

Fuel consumption in forest machines 2012.

Bildtext:

Tankning av skördare.
Foto: Hagos Lundström.

Ämnesord:

Bränsleförbrukning,
skördare, skotare.

Fuel consumption,
harvester, forwarder.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2012

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Torbjörn Brunberg. Arbetar på Skogforsk sedan 1976. För tillfället inom områdena teknik för drivning av rundved och skogsbränsle.

Abstract

In 2012, Skogforsk collected fuel-consumption data from 230 harvesters and forwarders. The results show that, in relation to 2006 when the first survey was carried out, fuel consumption has increased by 9%, measured both as l/G15t-hr and l/m³sub. Total consumption thereby increased from 1.71 to 1.86 l/m³sub. The main cause of the increase is that machines are now more powerful, but the snowy winter and greater use of tracks on machines were also significant.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Bakgrund	2
Omfattning.....	2
Resultat	3
Bränsleförbrukning i l/G ₁₅ -tim.....	3
Bränsleförbrukningen i l/m ³ fub	6
Diskussion	9
Bilaga 1 Definition av storleksklasser hos maskinerna	11

Sammanfattning

Under 2012 har Skogforsk samlat in bränsledata från 230 skördare och skotare. Resultaten visar att i förhållande till 2006, då den första enkätundersökningen gjordes, har bränsleåtgången ökat med 9 %, mätt både som l/G₁₅-tim och l/m³fub. Den totala förbrukningen har därmed ökat från 1,71 till 1,86 l/m³fub. Orsaken till ökningen är främst att maskinerna blivit kraftfullare men även en snörik vintersäsong och mera användning av band påverkade uppgången.

Bakgrund

Det är angeläget att hitta vägar som sänker skogsbrukets förbrukning av dieselbränsle, både av miljöskäl och av kostnadsskäl. Priset på diesel har, sett över en längre period ökat kraftigt, och dieselkostnaden utgör därmed en allt högre andel av driftskostnaden för skogsmaskiner. Till detta kan läggas ”hot” om högre beskattning på bränsle och olika miljöavgifter, utöver vad skogsbruket betalar i dag. Under 2006 genomförde Skogforsk den första bränsleenkäten för att stå starkare i diskussioner med politiker och myndigheter i frågor som rör diesel-förbrukning och vad skogsbruket gör för att minska miljöbelastningen.

Drivningssystemet med skördare och skotare förbrukade 2006 ca 1,7 liter diesel per avverkad m³fub. Detta är en minskning sedan mitten av 1990-talet. Jämfört med mitten av 1980-talet har förbrukningen minskat med nästan en liter. Minskningen har främst möjliggjorts av maskiner med högre prestanda. De historiska beräkningarna baseras på skattningar och intervjuer eftersom hårda data saknades. Med syftet att systematiskt bygga upp en tidsserie har därför Skogforsk efter rekommendation från TSG (Tekniska Samverkansgruppen på Skogforsk) genomfört ytterligare en enkätinsamling av data under 2012.

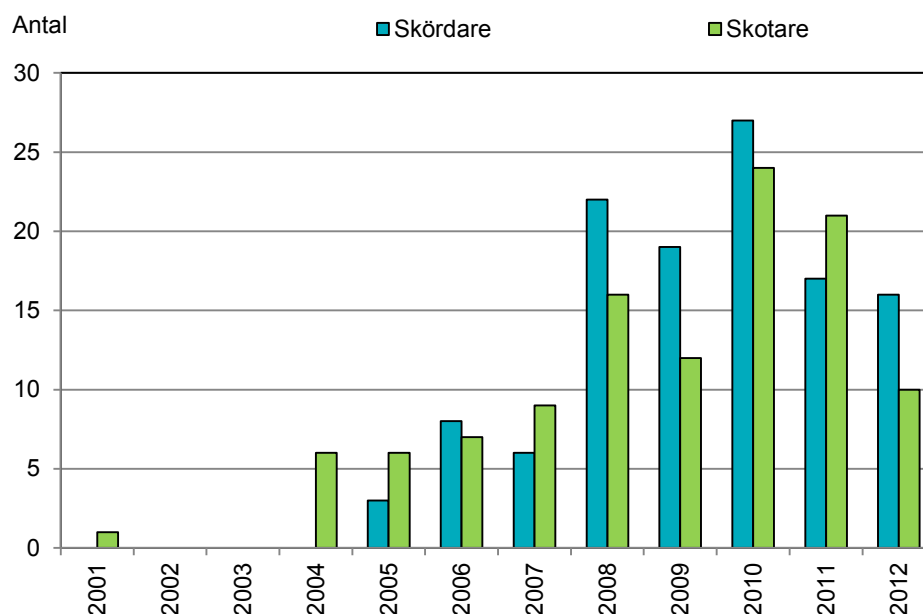
Omfattning

Det insamlade datamaterialet omfattar två veckor, varav (vecka 8, V8) representerar vinterförhållanden, och (vecka 39, V39) barmarksförhållanden. Av Tabell 1 framgår materialets fördelning över landet och antalet svar.

Tabell 1
Antalet svar samt dess fördelning (%) över landet.

	V 8	V 39	Alla
Norrland	44	43	44
Svealand	39	37	38
Götaland	17	20	18
Antal svar	129	101	230

Maskinernas medelålder var 3,2 år för skördarna och 3,7 år för skotarna. Deras fördelning över inköpsåret framgår av Figur 1.



Figur 1.
Skördarnas och skotarnas åldersfördelning.

Antalet maskiner per avverkningsform framgår av Tabell 2.

Tabell 2
Antalet skördare och skotare per avverkningsform.

	Slutavverkning	Gallring
Skördare	67	51
Skotare	67	44
Summa	134	96

Fördelat över vem som lämnat uppgifterna så representerar entreprenörerna ca 45 % och bolagen står för resterande 55 %.

Resultat

Resultatet från enkäten redovisas dels som förbrukat antal liter per G₁₅-tim och dels som liter per m³fub.

BRÄNSLEFÖRBRUKNING I L/G₁₅-TIM

I Tabell 3 framgår den uppmätta förbrukningen per maskintyp och storleksklass. Dessutom framgår medeleffekten per klass.

Tabell 3
Uppmätt bränsleförbrukning och effekt.

	Storleksklass	Antal	Effekt, kW	I/G15-tim
Skördare	Liten	1	116	10,7
	Medel	52	153	14
	Stor	65	189	17,4
	Alla	118	173	15,8
Skotare	Liten	1	110	7,5
	Medel	62	136	10,8
	Stor	49	176	15,4
	Alla	112	153	12,8

I Tabell 4 framgår den uppmätta förbrukningen för de båda åren 2006 och 2012.

Tabell 4
Uppmätt bränsleförbrukning (I/G15-tim) 2006 och 2012.

	2006	2012	Förändring %
Skördare	14,5	15,8	+9
Skotare	11,8	12,8	+9

Som framgår av Tabell 4 så har förbrukningen ökat lika mycket för skördarna som för skotarna mellan de båda åren. Orsakerna till ökningen återges i Tabell 5.

Tabell 5
Orsakerna (%) till ökningen av bränsleförbrukningen.

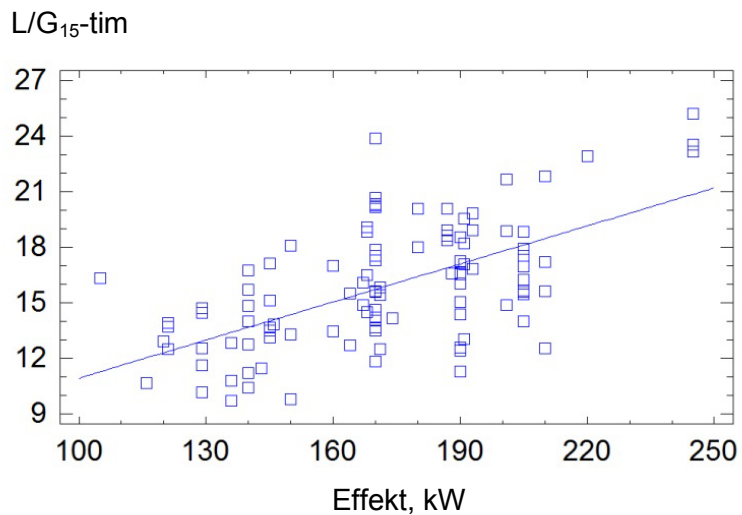
Orsak	Skördare	Skotare	Alla
Effekt	7	6	+6
Snö	1	1	+1
Slirskydd	1	2	+2

Merparten av ökningen orsakas av att effekten hos maskinerna ökat. I Tabell 6 framgår medeleffekten hos både skördarna- och skotarna för de båda enkät-åren. Ytterligare uppdelning av effektens betydelse på t.ex. motortyp är inte möjligt med det här underlaget.

Tabell 6
Effekten (kW) hos maskinerna fördelad på år

	2006	2012	Differens
Skördare	156	173	+17
Skotare	141	153	+12
Medelstorleksklass	2,47	2,49	

I samband med att varje enskild bränsleuppföljning lagts in i databasen klassades maskinerna i storleksklasser (1 = liten, 2 = medel, 3 = stor). Beräknas medelvärde av dessa blir detta ungefär detsamma de båda åren, vilket innebär att maskinerna i medeltal inte blivit större men däremot kraftfullare. Att effekten har betydelse för bränsleåtgången framgår av Figur 2 och 3 som beskriver bränsleförbrukningen över motorns effekt.



Figur 2.
Bränsleförbrukningen hos skördarna över motorns effekt.

Den raka linjen återger den beräknade genomsnittliga bränsleåtgången och beskrivs av funktionen.

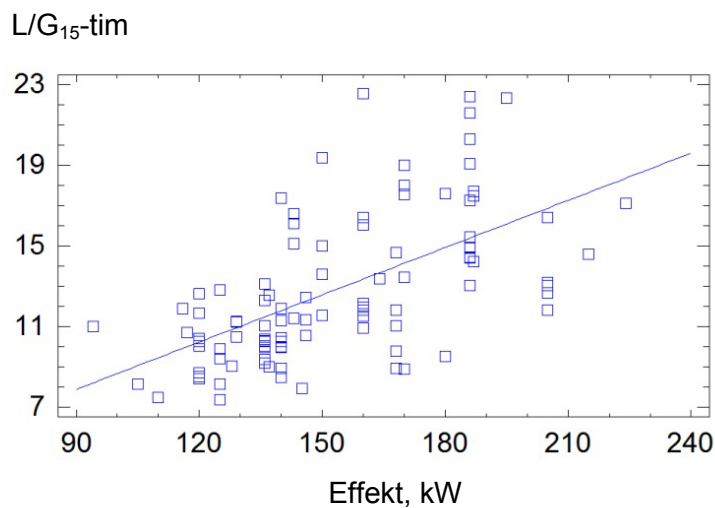
$$BF = 4,1 + 0,068 \times E$$

där

BF=bränsleförbrukningen, l/G15-tim

E=effekten, kW

På motsvarande sätt kan också bränsleförbrukningen hos skotarna beskrivas.



Figur 3.
Bränsleförbrukningen hos skotarna över motorns effekt.

$$BF = 0,9 + 0,078 \times E$$

där

BF = bränsleförbrukningen, l/G₁₅-tim

E = effekten, kW

Valet av funktionstyper har gjorts utifrån tidigare erfarenheter från studier och uppföljningar.

Skälet till att snödjupet har gett utslag bland orsakerna till ökningen av bränsleförbrukningen är att i genomsnitt var snödjupet var 4 cm större 2012 än 2006. Den tredje orsaken till en ökad förbrukning är att band används i större utsträckning under år 2012.

Tabell 7
Maskinernas slirskyddsandel (%) per år.

Slirskydd	2006	2012
Rena hjul	4	1
Kedjor	25	12
Kedjor+Band	52	60
Band	19	27

Av Tabell 7 framgår att andelen maskiner utrustade med kedjor + band och enbart band har ökat väsentligt mellan åren, vilket återspeglar sig i bränsleförbrukningen eftersom band är tunga.

BRÄNSLEFÖRBRUKNINGEN I L/M³FUB

Genom att ta hänsyn till hur mycket virke som produceras per G₁₅-tim kan bränsleåtgången uttryckas som l/m³fub. Förutom maskintypen bör detta mått ta hänsyn till om maskinerna använts i slutavverkning eller gallring.

Tabell 8.
Bränsleförbrukningen (l/m³fub) över maskintypen och avverkningsformen.

		2006	2012	Förändring, %
Skördare	Slutavverkning	0,79	0,83	+5
	Gallring	1,43	1,61	+13
Skotare	Slutavverkning	0,64	0,78	+22 (+12)
	Gallring	0,9	1,04	+16 (+9)

Av Tabell 8 framgår att ökningen hos skördarna motsvarar ökningen mätt som l/G₁₅-tim. Den inmätta medelstammens storlek enligt den här undersökningen och enkäten för kostnader och intäkter (K/I) framgår av Tabell 9.

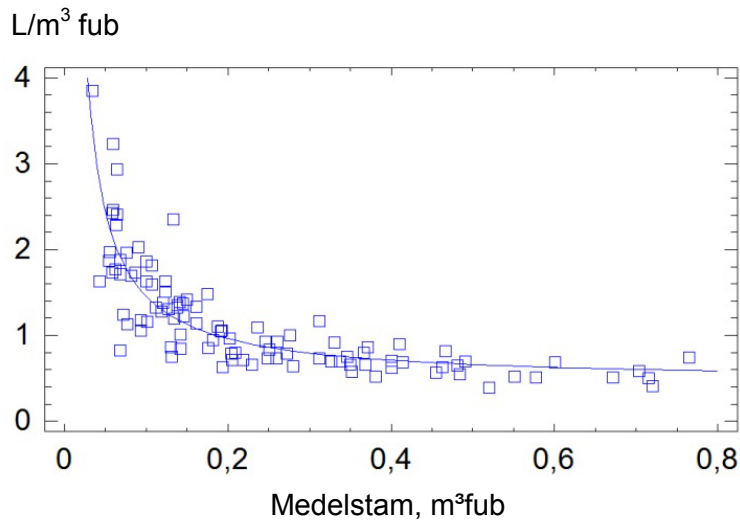
Tabell 9.
Medelstammens storlek (m³fub) enligt två olika enkäter.

	Bränsleenkät		K/I	
	2006	2012	2006	2011
Slutavverkning	0,33	0,34	0,29	0,32
Gallring	0,105	0,102	0,110	0,095

Som framgår av tabellen har medelstammens storlek ökat i slutavverkning i båda undersökningarna. För gallringarna gäller det motsatta d.v.s. att medelstammen minskat. Oavsett vilken beräkningsgrundande enkät som används blir resultatet att bränsleförbrukningen för skördarna ökat med ca 9 %.

För skotarna har förbrukningen ökat mer än för skördarna, vilket beror på att terrängtransportavstånden var längre 2012. Korrigeras för detta blir ökningen den som återges inom parentes i Tabell 8.

I Figur 4 beskrivs hur bränsleåtgången hos skördarna beror av medelstammens storlek.



Figur 4.
Bränsleåtgången (l/m³fub) hos skördarna över medelstammens storlek.

Den böjda linjen återger medelförbrukningen och beskrivs av funktionen.

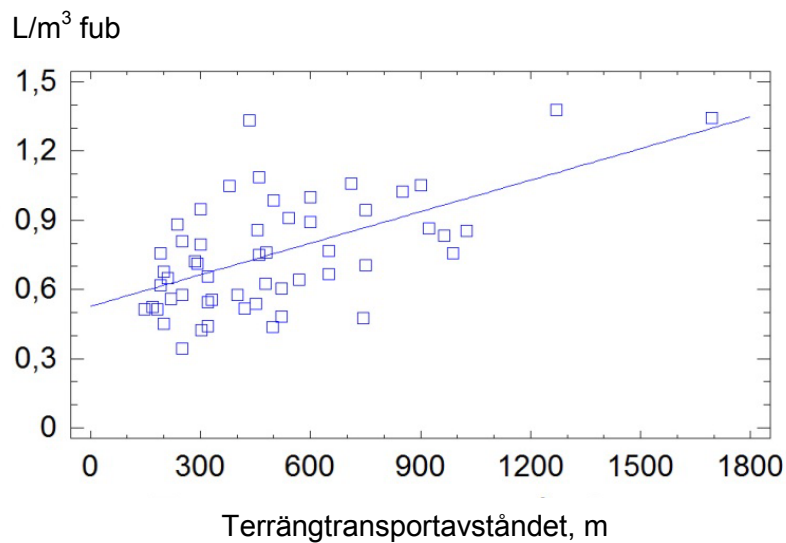
$$BF = 0,46 + (0,1/X)$$

där

BF = bränsleförbrukningen, l/m³fub

X = medelstammen, m³fub

Motsvarande samband för skotarna återges i Figur 5 och 6.



Figur 5.
Bränsleåtgången (l/m³fub) hos skotarna i slutavverkning.

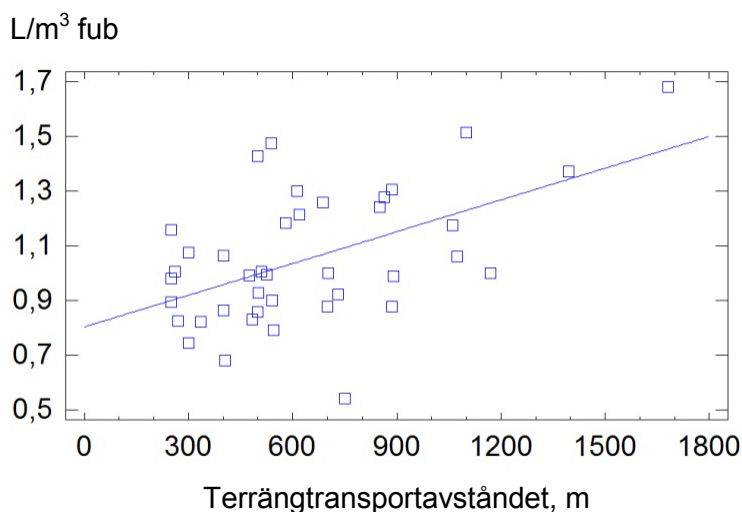
Funktionen för linjen i Figur 5 är:

$$BF = 0,53 + 0,00046 \times T$$

där

BF = bränsleförbrukningen, l/m³fub.

T = terrängtransportavståndet, m.



Figur 6.
Bränsleåtgången (l/m³fub) hos skotare i gallring.

Funktionen för den räta linjen i Figur 6 är:

$$BF = 0,80 + 0,00039 \times T$$

där

BF = bränsleförbrukningen, l/m³fub

T = terrängtransportavståndet, m

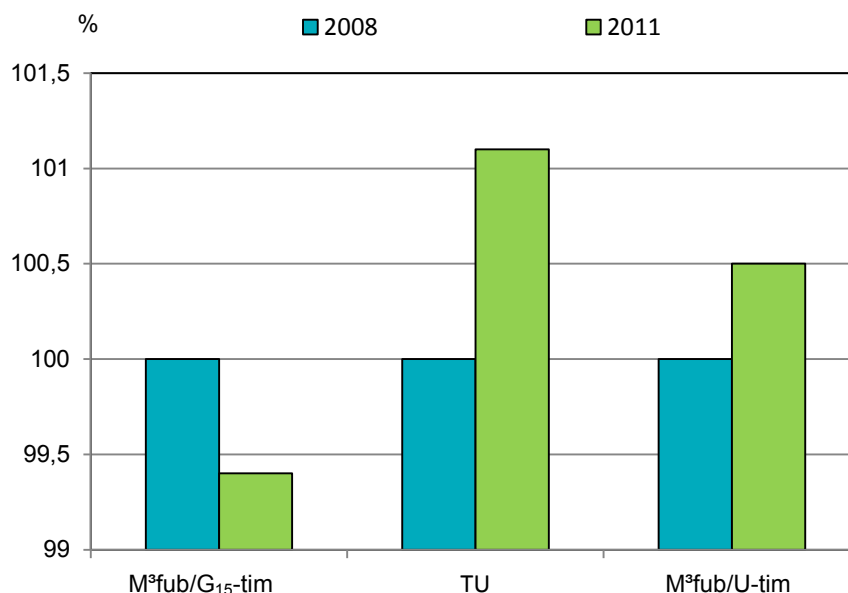
Tas hänsyn till terrängtransportavståndet så kan den sammanlagda bränsleåtgången 2012 beskrivas som i Tabell 10. Vid sammanslagningen har antagits att volymen gallring utgör 30 % av den totala volymen. Den ihopvägda bränsleåtgången innebär att förbrukningen ökat med 9 % sedan 2006 (1,71 l/m³fub).

Tabell 10.
Sammanvägd bränsleförbrukning (l/m³fub).

Avverkningsform	Maskintyp	l/m ³ fub
Slutavverkning	Skördare	0,83
	Skotare	0,72
Gallring	Skördare	1,61
	Skotare	0,98
Sammanvägt		1,86

Diskussion

Vecka 8 det här året kan betecknas som en ganska normal vintervecka. Det som karakteriserar 2006 är att snödjupet var något tunnare och jämnare fördelat över landet. I år var det mycket snö i norra Sverige och ganska lite i de södra delarna. V 39 kan betecknas som ganska normala båda åren utan någon snö. Det här året avgavs 129 svar v8 och 101 svar v 39, vilket tillsammans ger 230 svar. Motsvarande mängd 2006 var 474 svar för båda veckorna och således väsentligt mer. Efter bearbetning av datamaterialet framstår värdena för l/G_{15} -tim som ganska stabila genom att ökningen är densamma för skördarna och skotarna. Även orsakerna till ökningen ger ett liktydigt utslag. Uppgifterna för ökningen mätt som $l/m^3\text{fub}$ varierar däremot en hel del. Sammantaget pekar resultaten mot en ökning som motsvarar höjningen mätt som l/G_{15} -tim. Under 2012 har Skogforsk även presenterat resultat från en produktivitetsundersökning, vilken sammanfattas i Figur 7.



Figur 7.
Produktivitetsutvecklingen 2008–2011.

Av Figur 7 framgår att under tidsperioden 2008–2011 har produktiviteten i drivningsarbetet varit så gott som oförändrad. Dessa resultat liknar således resultaten från den här undersökningen, varför det på goda grunder kan fastställas att bränsleförbrukningen i $l/m^3\text{fub}$ är densamma som l/G_{15} -tim. Uttryckt i $l/m^3\text{fub}$ påverkas skördarna mest av medelstammens storlek. Resultatet liknar det från 2006 fast på en högre nivå. Vad gäller skotarna så är det terrängtransportavståndet som påverkar utfallet mest. Som framgått av Figurerna 5 och 6 så är variationen stor även när hänsyn tas till avståndet. De redovisade sambanden bör därför användas med viss försiktighet.

Bilaga 1

Definition av storleksklasser hos maskinerna

Maskintyp	Storleksklass	Fabrikat
	Liten	Rottne H8
Skördare	Medel	EcoLog 560, Gremo 1050H, John Deere 1070, John Deere 1170, Ponsse Beaver, Ponsse H7, Profi Pro50, Rottne H14, Valmet 801, Valmet 901.
	Stor	EcoLog 580, EcoLog 590, John Deere 1270, John Deere 1470, Ponsse Ergo, Rottne H20, Valmet 911, Valmet 931, Valmet 941.
	Liten	Timbear
Skotare	Medel	Gremo 1050F, John Deere 1010, John Deere 1110, John Deere 1210, John Deere 1410, Logset 5F, Ponsse Gazelle, Ponsse Wisent, Rottne F12, Rottne F13, Rottne F15, Valmet 830, Valmet 840, Valmet 860
	Stor	EcoLog 574, EcoLog 594, John Deere 1510, John Deere 1710, John Deere 1910, Ponsse Buffalo, Ponsse Elephant, Rottne F18

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2012

- Nr 758 Löfroth, C. & Svenson, G. 2012. ETT – Modulsystem för skogstransporter – En trave Till (ETT) och Större Travar (ST). 151 s. ETT – Modular system for timber transport One More Stack (ETT) and Bigger Stacks (ST). p. 156.
- Nr 759 von Hofsten, H., Johannesson, T. & Aneryd, E. 2012. Effekter på stubbskördens produktivitet beroende på klipningsgraden. 22 s.
- Nr 760 Jönsson, P. & Englund, M. 2012. Air-Hawk-luftkudde. Ergonomiskt hjälpmedel för skogs- och jordbruksmaskiner. Airhawk Seat Cushion – Ergonomic aid for forestry and agricultural machinery. 24 s.
- Nr 761 Rosvall, O. & Lindgren, D. 2012. Inbreeding depression in seedling seed orchards. Under bearbetning.
- Nr 762 Hannrup, B. & Lundgren, C. 2012. Utvärdering av Skogforsks nya barkfunktioner för tall och gran – En uppföljande studie. – Evaluation of Skogforsk's new bark equations for Scots pine and Norway spruce 26 s.
- Nr 763 Englund, M. 2012. LED-ljus i aggregatet – En pilotstudie. LED lighting on harvester head. A pilot study. 6 s.
- Nr 764 Bhuiyan, N., Arlinger J. & Mölller, J.J. 2012. Kartunderlag för effektivare grotskotning genom export av shapefiler. – Map support for forwarding of logging residues through export of shape files. 22 s.
- Nr 765 Brunberg, T. & Hagos Lundström. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1170E hos Holmen Skog vintern 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1170E together with Holmen Skog in the winter of 2012. 7 s.
- Nr 766 Löfgren, B., Englund, M., Jönsson, P., Wästerlund, I. & Arvidsson, J. 2012. Spårdjup och marktryck för skotare med och utan band samt styrbar boggi. 15 s.
- Nr 767 Eriksson, B. 2012. Utveckling i outsourcad skogsvård. Improving productivity and quality in out sourced silviculture 14 s.
- Nr 768 Fogdestam, N., Granlund, P. & Eliasson, L. 2012. Grovkrossning och sällning av stubbar på terminal. Coarse grinding of stumps and sieving of the produced hog fuel. 9 s.
- Nr 769 Hannerz, M. 2012. Vem besöker Kunskap Direkt och vad tycker de? – Who visits Knowledge Direct (Kunskap Direkt) and what do they think of it? 38 s.
- Nr 770 Iwarsson-Wide, M., Jönsson, P. 2012. Utvärdering av kranhängda vågsystem. – Evaluation of crane-mounted weighing systems. 24 s.
- Nr 771 Skutin, S.-G. 2012. Lönsamhet för CTI på virkesfordon. Profitability for CTI on round wood haulage vehicles. – Cost-benefit analysis of using CTI on roundwood haulage vehicles 25 s.
- Nr 772 Sonesson, J., Mohtashami, S., Bergkvist, I., Söderman, U., Barth, A., Jönsson, P., Mörk, A., Jonmeister, T. & Thor, M. 2012. Beslutsstöd och metod för att minimera markpåverkan vid drivning. – Slutrapport från projekt ID 0910/143-10. 22 s.
- Nr 773 Barth, A., Sonesson, J., Thor, M., Larsson, H., Engström, P., Rydell, J., Holmgren, J., Olofsson, K. & Forsman, M. Beståndsmätning med mobila sensorer i skogsbruket. – Forest measurements with mobile sensors in forestry. 32 s.

- Nr 774 Brunberg, T. & Lundström H. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1270E hos SCA Skog hösten 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1270E together with SCA Skog in the autumn of 2012. 10 s.
- Nr 775 Eliasson, L., Granlund, P., von Hofsten, H. & Björheden, R. 2012. Studie av en lastbils monterad kross– CBI 5800 – Study of a truck-mounted CBI 5800 grinder. 16 s.
- Nr 776 Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. von Hofsten, H. & Lundström, H. 2012. Flisstorlekens effekt på en stor skivhuggs bränsleförbrukning och prestation. – Effects of target chip size on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 777 Eliasson, L., Granlund, P. & Lundström, H. 2012. Effekter på bränsleförbrukning, prestation och fliskvalité av klenträd vs bränsleved som råvara vid flisning med en stor skivhugg. – Effects of raw material on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 778 Friberg, G. & Jönsson, P. 2012. Kontroll av noggrannheten av GPS-positionering hos skördare. – Measuring precision of GPS positioning on a harvester. 9 s.
- Nr 779 Bergkvist, I. & Lundström, H. 2012. Systemet ”Besten med virkeskurir” i praktisk drift – Erfarenheter och Utvecklingsmöjligheter – Slutrapport från utvecklingsprojekt i samarbete med Södra skog och Gremo.– The ‘Besten with forwarders’ unmanned logging system in practical operation – experiences and development potential. Final report from development project in collaboration with Södra skog and Gremo 25 s.
- Nr 780 Nordström, M. 2012. Validering av funktioner för beräkning av kvantitet skogsbränsle vid stubbskörd – en pilotstudie. – Validation of functions for calculating the quantity of forest fuel in stump harvest – a pilot study. 33 s.
- Nr 781 Fridh, L. 2012. Utvärdering portabla fukthaltsmätare – Evaluation of portable moisture meters. 28 s.
- Nr 782 Johannesson, T., Fogdestam, N., Eliasson, L. & Granlund, P. 2012. Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605 trumhugg. – Effects of chip-length settings on productivity and fuel consumption of a Bruks 605 drum chipper.
- Nr 783 Hofsten von, H. & Johannesson, T. & Anerud, E. 2012. Jämförande studie av två stubbrytningsaggregat, Biorex 50 och Stubbfräsen – Effekter på stubbskördssystemet från brytning till grovkrossning på avlägg. – Comparative study of two stump lifting heads, Biorex 50 and the Rotary stump cutter – Effects on stump procurement system from lifting to grinding on landing 18 s.
- Nr 784 Arlinger, J. Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern kommunikation med skogsmaskiner. – StanForD 2010. – Modern communication with forest machines. 16 s.
- Nr 785 Arlinger, J. Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern communication with forest machines StanForD 2010. – Modern kommunikation med skogsmaskiner. p. 16.

2013

- Nr 786 Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flisning av grot. Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. 12 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering.
- Nr 788 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2013. Kvalitetssäkring av beräkningsresultat från hprCM och konvertering av pri- till hpr-filer. – Quality assurance of calculation results from hprCM and conversion of prifiles to hpr files. 24 s.
- Nr 789 Brunberg, t. 2013. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2012. – Fuel consumption in forest machines 2012. 12 s.
- Nr 790 Eliasson, L. 2013. Skotning av hyggestorkad grot. 11 s.
- Nr 791 Andersson, g. & Frisk, M. 2013. Skogsbrukets transporter 2010. – Forestry transports in 2010. 91 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar 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.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 789–2013



www.skogforsk.se