



STUDENTUPPSATSER nr 81 • 2005  
*STUDENTS' REPORTS*  
Skogsteknologi  
*Forest Technology*

## **Skotares bränsleförbrukning**

*Fuel consumption on forwarders*

**Robert Nilsson**



**Skotares bränsleförbrukning**  
*Fuel consumption on forwarders*

**Robert Nilsson**

## **FÖRORD**

Ett led i utbildningen till skogsingenjör består av ett examensarbete på 10 p. Jag har valt att göra ett arbete om skotares bränsleförbrukning. Eftersom vi har Hemek maskiner hemma, som jag själv delvis har arbetat med och kände stort intresse för, var valet av fabrikat som jag ville genomföra studien på ganska givet. Arbetet genomfördes vid avdelningen för skogsteknologi, institutionen för skogsskötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå på uppdrag åt Tigercat AB i Hese. Mina handledare har varit Tomas Nordfjell på SLU i Umeå och Kalle Söråker på Tigercat AB i Hede. Ett stort tack till dessa två för deras stöd som gjort det möjligt för mig att genomföra detta examensarbete.

Umeå, 8 juni 2005  
Robert Nilsson

## SAMMANFATTNING

En genomgång av publicerade studier visar att skotares bränsleförbrukning per tidsenhet är relativt konstanta, även om viss variation mellan olika storlekar på maskiner förekommer liksom viss variation mellan olika arbetsmoment.

Studien syftar till att fastställa en skotares relativa bränsleförbrukning vid körning på väg och i terräng, med och utan last, med hög och låg växel och med hög och låg hastighet samt med hydrostatisk och hydrodynamisk transmission. En hypotes var att ett lågt motorvarvtal ger lägre bränsleförbrukning per körd sträcka för alla försöksled.

Studien utfördes på en Hemek 750 som är en treväxlad hydrostatmaskin och en Hemek 700, som är en hydrodynamisk maskin med sex växlar. Båda maskinerna var utrustade med likadana motorer, Iveco 8361, 25.

Skotarna kördes med ett uppmätt lass av talltimmer på 12,5 ton. Studien utfördes på en tallhed i närheten av Tigercats fabrik i Hede med en uppmätt körslinga på 200 meter i terräng samt en referenssträcka på 100 meter på plan väg. För varje kombination av maskin, last, växelläge och hastighet gjordes 4 – 5 körningar.

Resultatet visade att bränsleförbrukningen är som lägst på vissa optimala varvtal och växlar. En högre växel visade genomgående en lägre bränsleförbrukning vilket också en högre hastighet på samma växel, i de flesta fall, utvisade. I genomsnitt ökade bränsleförbrukningen med ca 14 % för båda maskinerna när de var lastade. Man kunde inte påvisa någon genomgående skillnad i bränsleförbrukning mellan de båda maskinerna.

Vid körning utan last på terrängbana varierade bränsleförbrukningen mellan 2,0 och 4,0 l/km. Med last var motsvarande värden 2,5 och 4,5 l/km. Vid körning på väg och hög växel varierade bränsleförbrukningen mellan 0,7 och 2,2 l/km såväl med som utan last.

## SUMMARY

In published studies it is found that the fuel consumption on a forwarder is relatively constant, on time basis. A certain variation between different sizes of forwarders occurs as well as between different working elements.

The aim of the study was to establish a forwarders comparatively fuel consumption when driving on road and in the terrain, loaded and unloaded, with high and low gear and with high and low speed as well as with hydrostatic and hydrodynamic transmission. A hypothesis was that low rpm gives lower fuel consumption on distance basic, at all trials.

The test driving was made with a Hemek 750 which is a three geared hydrostatic machine and with a Hemek 700 which is a hydrodynamic machine with six gears. Both the machines were equipped with the same kind of engine, Iveco, 6 cyl, 145 kW.

The machines were tested with a load of 12.5 (metric) tons. The study took place on a pine moor near to the Tigercat's industry in Hede, Härjedalen, Sweden. The driving was done on a measured terrain course on 200 meters and on a section of 100 meters on a level road.

The result shows that the fuel consumption is as lowest on certain optimal revolutions and gears. A higher gear showed throughout a lower fuel consumption which a higher speed on the same gear, in most cases, also showed. On average, the fuel consumption increased with about 14 % when the machines are loaded. It was not possible to find any major difference in fuel consumption between the two machines.

When driving unloaded on the terrain course the fuel consumption varied between 2.0 and 4.0 l/km. The corresponding values for loaded machines was 2.5 and 4.5 l/km. Driving on road and using a high gear made the fuel consumption to vary between 0.7 and 2.2 l/km, with and without load.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>6</b>
<b>2. MATERIAL OCH METOD .....</b>	<b>7</b>
<b>3. RESULTAT .....</b>	<b>9</b>
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>12</b>
4.1 MÄTFEL .....	12
4.2 JÄMFÖRELSE MELLAN DE TVÅ MASKINERNA.....	12
4.3 SLUTSATSER .....	13
<b>REFERENSER .....</b>	<b>14</b>

## BILAGOR

Bilaga 1	Tekniska data på fältstudiens skotare
Bilaga 2	Mätutrustning

## 1. INLEDNING

En skotares bränsleförbrukning är viktig både för tillverkaren och brukaren. En maskin med låg bränsleförbrukning per transporterad volym medger bättre ekonomi och lönsamhet. Utgifterna för bränsle är betydande för den enskilde entreprenören och med förväntade bränsleprishöjningar kommer detta att bli än mera påtagligt. En tillverkare som lyckas utveckla en maskin med låg bränsleförbrukning är mycket konkurrenskraftig på marknaden.

Från tidigare studier har det framkommit att bränsleförbrukningen per transporterad volymenhet bl. a. påverkas av skotningsavstånd och storleken på lasset (Nordfjell et al. 2002). Genom studier på jordbrukstraktorer (Höglund 1983), har man funnit att bränsleförbrukningen påverkas av körsättet. Lägsta bränsleförbrukningen erhöles vid 60% av maximalt varvtal och vid en belastning som motsvarar 85% av maximal effekt på motorn. Malmberg et al. (1993) anger att 70% av maximalt varvtal ger den bästa bränsleekonomin. Lägre bränsleförbrukning på en skotare kan man också få genom, att antingen höja verkningsgraden hos enskilda maskinkomponenter och/eller se över hela hydraulsystemet och dess anpassning.

I början av 80-talet var drivmedelsåtgången för avverkning och terrängtransport av en kubikmeter gagnvirke med ett mekaniserat kortvirkessystem cirka 2 liter dieselolja, vilket är mindre än 1% av energiinnehållet i virket (Sundberg 1983). År 1996 förbrukade skotare i Sverige i genomsnitt 0,94 l/m<sup>3</sup> fub (Athanasiadis 2000). En annan studie visar att skotare i slutavverkning förbrukar i genomsnitt 0,62 l/m<sup>3</sup> fub och att medelstora skotare i gallring förbrukar 0,92 l/m<sup>3</sup> fub (Nordfjell et al. 2002). En liten skotare (Vimek 606) avvek kraftigt från andra skotare i samma studie genom att endast förbruka 0,35-0,37 l/m<sup>3</sup> fub. Stora skotare förbrukar vid körning i terräng 3,0 – 3,8 l/km, oberoende av om de bär last eller ej (Nordfjell et al. 2002)

Bränsleförbrukning vid körning i terräng var 8-10 l/G<sub>0</sub>-tim, för små skotare och 14-21 l/G<sub>0</sub>-tim för stora skotare (Sondell 1979). För körning på väg var bränsleförbrukningen 13,5 – 32,5 l/G<sub>0</sub>-tim. Bränsleåtgången uttryckt i liter per tonkm enligt samma studie, varierade mellan 0,05 (Blondin) och 0,15 (Brunett). De flesta skotarna förbrukade mellan 0,09 och 0,12 liter per tonkm.

Sammantaget visar ovan refererande studier att skotares bränsleförbrukning per tidsenhet är relativt konstanta, även om viss variation mellan olika storlekar på maskiner förekommer liksom viss variation mellan olika arbetsmoment. Studierna visar också att det inte är känt hur maskinernas transmissionsuppbyggnad påverkar förbrukningen.

*Syftet* med den nu presenterade studien var att till att fastställa en skotares relativa bränsleförbrukning vid körning på väg och i terräng, med och utan last, med hög och låg växel och med hög och låg hastighet samt med hydrostatisk och hydrodynamisk transmission. En hypotes var att ett lågt motorvarvtal ger lägre bränsleförbrukning per körd sträcka för alla försöksled.

## 2. MATERIAL & METODER

Studien utfördes i trakten kring Hede på två 14 tons skotare. En Hemek 700 hydrodynamisk maskin (converter) och en Hemek 750, hydrostatisk maskin. (Bilaga 1). Maskinerna kördes med och utan last, samt med olika växellägen och körhastigheter på en terrängbana och på en skogsbilväg. Bränsleförbrukningen mättes under alla försöksmoment.

Lasten som var lika på båda skotarna, var normal, full last, utan överlast. Lasten volymmättes, stock för stock till 14,3 m<sup>3</sup> fpb och bestod av färskt talltimmer. Total last skattades enligt Anon (1994 till 12,5 ton (densitet 875 kg/m<sup>3</sup> fpb). Försöksområdets terräng klassificerades till grundförhållandet klass 1, ytstruktur klass 2 och lutning klass 1 (enligt Berg 1992). Där lades en körbana på 200 meter ut. Hydrostatmaskinen kördes på växel 1 och 2 efter banan med och utan last, samt med hög och låg hastighet. Convertermaskinen kördes på växel 1, 2, 3 på samma bana med och utan last, samt med hög och låg hastighet. Maskinerna kördes även 100 m på bilväg med samma växlar och dessutom med högsta transportväxel. Vägen kördes i båda riktningarna för att få bort effekten av en eventuell svag lutning. Hydrostatmaskinen kördes på alla tre växlar. Convertermaskinen kördes på växel 1, 2, 3 och 6. För varje kombination av maskin, last, växelläge och körhastighet gjordes 5 körningar efter terrängbana och 4 körningar efter bilväg.

Bränsleförbrukningen mättes med en bränslemätare – VDO Kienzle modell 1404 (bilaga 2). Vid montering kalibrerades bränslemätaren. Observationsenheten var mängd bränsle för ett varv på banan. De avsedda medelhastigheterna (0,75 och 1,25 m/s) anpassades så att banan kunde köras både med och utan last och på de två växlar i de två hastigheterna (Tabell 1). Det viktigaste var att en hastighet passade till normal körning med last och växel 1 och att den hastigheten genomgående var hastighet 1. Det var också viktigt att hastighet 2 var en hög men rimlig hastighet på växel 1 vid körning **utan last** (höga motorvarv, utan övervarv), samt att den hastigheten genomgående var hastighet 2. Varje varv klockades med ett stoppur och medelhastigheten beräknades.

Innan studien startades kördes banan ett flertal gånger med och utan last vid de två hastigheterna, dels för att slutgiltigt bestämma hastigheterna, och dels för att träna föraren i att hålla en jämn medelhastighet. Samma förare körde båda maskinerna.



Tabell 1      Kombinationer av växellägen och tänkta medelhastigheter. Last 12,5 ton  
 Table 1      Combinations of gears and planned speeds. Load 12.5 (metric) tones

	Växel 1 Gear 1	Växel 2 Gear 2	Växel 1 Gear 1	Växel 2 Gear 2	Växel 3* Gear 3*	Växel 3* Gear 3*	Transportväxel 3/6 ** Transport gear 3/6 **
	Terrängbana / Terrain course						Bilväg / Road
	Hastighetsområde / Speed range						
	1	1	2	2	1	2	3
	Hastighet (m/s) / Speed (m/s)						
Utan last/ Not loaded	0,75	0,75	1,25	1,25	0,75	1,25	4,55
Med last/ Loaded	0,75	0,75	1,25	1,25	0,75	1,25	4,55

\*Gäller bara convertermaskinen Hemek 700/Only on the ConvertermachineHemek 700

\*\* Transportväxel 3 gäller hydrostatmaskinen Hemek 750 och transportväxel 6 gäller convertermaskinen Hemek 700/ Transport gear 3 refers to the hydrostatic machine Hemek 750 and transport gear 6 refers to the Converter machine Hemek 700

### 3. RESULTAT

Utan last och på terrängbana förbrukade maskinerna mellan 8 – 13 l diesel per  $G_0$  timme. Med last var motsvarande värden 8-18 l per timme. Utan last och på väg förbrukade maskinerna mellan 3-14 l diesel per timme. Med last var motsvarande värde 4-19 l per timme. Det var genomgående den högsta hastigheten på högsta växeln som gav den högsta förbrukningen per timme efter väg.

Vid körning utan last efter terrängbana varierade bränsleförbrukningen mellan 2,0 och 4,0 l/km (tabell 2). Högre växel medförde genomgående en lägre bränsleförbrukning. Beträffande en högre hastighet på samma växelläge så minskades oftast bränsleåtgången. Undantaget var Convertermaskinen på lägsta växeln. Lägsta förbrukningen uppmättes på hydrostatmaskinen vid hög växel och hög hastighet.

Vid körning med last efter terrängbana varierade bränsleförbrukningen mellan 2,5 och 4,5 l/km. (tabell 2). Även här medförde en högre växel genomgående en lägre bränsleförbrukning. Beträffande en högre hastighet på samma växelläge så minskade även här oftast bränsleåtgången, och undantaget var också här Convertermaskinen på lägsta växeln. Den lägsta förbrukning som uppmättes var ungefär lika för såväl hydrostat- som convertermaskinen på högsta växeln.

Vid körning utan last och på väg varierade bränsleförbrukningen mellan 0,74 och 2,25 l/km. (tabell 3). Convertermaskinen svarade för såväl den lägsta som den högsta förbrukningen. Högre växel medförde genomgående en lägre bränsleförbrukning. Beträffande en högre hastighet på samma växelläge så minskade oftast bränsleåtgången. Undantaget var Convertermaskinen på lägsta växeln.

Vid körning med last och på väg varierade bränsleförbrukningen mellan 1,0 och 2,12 l/km. (tabell 3). Högre växel medförde en lägre bränsleförbrukning, undantaget den högsta växeln på respektive maskin (6:an för converter och 3:an för hydrostat). Beträffande en högre hastighet på samma växel så hade det ingen tydlig inverkan på bränsleförbrukningen.

Vid jämförelser av bränsleförbrukningen vid en och samma växel och inom samma hastighet framkom att i medeltal så ökade bränsleåtgången med 14 % när terrängbanan kördes med last.

Tabell 2. Bränsleförbrukning för två varianter av skotaren Hemek Ciceron vid körning på terrängbana. HD = Hydrodynamisk transmission, HS = Hydrostatisk transmission

*Table 2. Fuel consumption on two models of the forwarder Hemek Ciceron for driving on a terrain course. HD=Hydrodynamic transmission, HS=Hydrostatic transmission*

Maskintyp <i>Type of machine</i>	Upprepningar <i>Number of repetitions</i>	Växel <i>Gear</i>	Hastighet <i>Speed</i>		Last <i>load</i>	Motorvarv <i>Engine Revolutions</i>	Bränsleförbrukning <i>Fuel Consumption</i>			
	(n)		(nr)	(m/s)			(SD)	(12,5ton)	(rpm)	(l/h)
HD	5	1	0,77	0,01	Olastad	1680	10,32	0,84	3,70	0,27
HD	5	1	0,93	0,01	Olastad	2000	13,41	0,10	3,92	0,00
HD	5	2	0,78	0,01	Olastad	1200	8,16	0,70	2,90	0,22
HD	5	2	1,06	0,03	Olastad	1500	9,95	0,81	2,60	0,22
HD	5	3	1,05	0,01	Olastad	1170	8,67	1,04	2,30	0,27
HD	5	1	0,76	0,01	Lastad	1680	11,44	0,79	4,20	0,27
HD	5	1	0,92	0,01	Lastad	2000	14,95	0,09	4,50	0,00
HD	5	2	0,74	0,01	Lastad	1200	8,47	0,63	3,20	0,27
HD	5	2	1,01	0,02	Lastad	1500	11,31	0,85	3,10	0,22
HD	5	3	0,95	0,02	Lastad	1170	8,57	0,16	2,50	0,00
HS	5	1	0,75	0,00	Olastad	1700	10,54	0,64	3,90	0,22
HS	5	1	1,18	0,01	Olastad	1800	13,15	0,99	3,10	0,22
HS	5	2	0,75	0,01	Olastad	1500	8,05	0,10	3,00	0,00
HS	5	2	1,17	0,02	Olastad	1650	8,41	0,13	2,00	0,00
HS	5	1	0,78	0,00	Lastad	1700	12,07	0,79	4,30	0,27
HS	5	1	1,10	0,04	Lastad	1800	13,92	0,49	3,50	0,00
HS	5	2	0,74	0,01	Lastad	1550	8,47	0,68	3,20	0,27
HS	5	2	1,19	0,03	Lastad	1700	11,16	0,71	2,60	0,22

Tabell 3. Bränsleförbrukning för två varianter av skotaren Hemek Ciceron vid körning på bilväg. HD = Hydrodynamisk transmission, HS = Hydrostatisk transmission.  
*Table 3. Fuel consumption on two models of the forwarder Hemek Ciceron when driving on a road. HD=Hydrodynamic transmission, HS=Hydrostatic transmission.*

Maskintyp <i>Type of machine</i>	Upprepningar <i>Number of repetitions</i>	Växel (nr) <i>Gear (nr)</i>	Hastighet <i>Speed</i>		Last <i>load</i>	Motorvarv <i>Engine Revolutions</i>	Bränsleförbrukning <i>Fuel Consumption</i>			
			(n)	(nr)			(m/s)	(SD)	(12,5ton)	(rpm)
HD	4	1	0,75	0,00	Olastad	1680	4,73	0,76	1,75	0,29
HD	4	1	0,92	0,00	Olastad	2000	7,41	0,93	2,25	0,29
HD	4	2	0,78	0,03	Olastad	1200	3,86	0,61	1,38	0,25
HD	4	2	1,02	0,02	Olastad	1500	4,57	0,99	1,25	0,29
HD	4	3	1,09	0,04	Olastad	1170	3,92	0,15	1,00	0,00
HD	4	6	3,89	0,20	Olastad	1800	10,40	3,70	0,75	0,29
HD	4	1	0,77	0,01	Lastad	1680	5,52	0,08	2,00	0,00
HD	4	1	0,91	0,01	Lastad	2000	6,95	0,77	2,13	0,25
HD	4	2	0,79	0,04	Lastad	1200	3,90	0,72	1,38	0,25
HD	4	2	1,01	0,06	Lastad	1500	4,99	0,84	1,38	0,25
HD	4	3	1,06	0,06	Lastad	1170	4,24	1,65	1,13	0,48
HD	4	6	3,58	0,23	Lastad	1800	14,56	3,71	1,13	0,25
HS	4	1	0,74	0,01	Olastad	1680	4,68	0,78	1,75	0,29
HS	4	1	1,20	0,01	Olastad	1800	6,49	0,07	1,50	0,00
HS	4	2	0,74	0,00	Olastad	1560	3,33	0,78	1,25	0,29
HS	4	2	1,24	0,01	Olastad	1630	5,03	1,09	1,13	0,25
HS	4	3	0,77	0,00	Olastad	1310	2,76	0,01	1,00	0,00
HS	4	3	1,22	0,01	Olastad	1380	3,84	1,10	0,88	0,25
HS	4	3	4,61	0,32	Olastad	1800	14,47	4,08	0,88	0,25
HS	4	1	0,73	0,01	Lastad	1760	5,28	0,05	2,00	0,00
HS	4	1	1,21	0,01	Lastad	1800	7,09	1,12	1,63	0,25
HS	4	2	0,84	0,01	Lastad	1450	3,71	0,67	1,38	0,25
HS	4	2	1,21	0,04	Lastad	1580	5,43	1,17	1,25	0,29
HS	4	3	0,72	0,02	Lastad	1250	3,55	0,59	1,38	0,25
HS	4	3	1,23	0,02	Lastad	1370	4,42	0,05	1,00	0,00
HS	4	3	4,27	0,31	Lastad	1800	18,98	3,02	1,25	0,29

## 4. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

### 4.1 Mätfel

Det finns två typer av mätfel som kan förekomma i studien:

- mätfel till följd av inkorrekt mätning och
- mätfel på grund av inbyggda fel i mätinstrumenten dvs att instrumenten i sig mäter fel, så kallade systematiska fel.

Den först nämnda typen av mätfel kan aldrig helt undvikas, men väl minskas genom noggranna mätningar och genom att vara väl förtrogen med/ha god vana av mätinstrumenten. Den andra typen av mätfel kan minskas genom kalibrering av mätinstrumenten och genom användning av instrument med god mätnoggrannhet.

Den elektroniska bränslemätare som används hade en mätnoggrannhet på +/- 2 % enligt tillverkaren, och kalibrerades i enlighet med medföljande instruktion i samband med installationen. Samma mätare användes på båda maskinerna.

Körsträckorna mättes med ett måttband så noggrannheten blev hög. Vikten på virkeslasten är däremot mer osäker då lasten stockmättes, för att sedan beräkna vikten med hjälp av virkesvolymen och av omräkningsformler. Detta blir naturligtvis inte lika exakt som om maskinerna vägts med och utan last på en fordonsvåg, men lasten var dock identisk på de två maskinerna så eventuella fel påverkade inte relationen mellan maskinerna.

Faktorer som påverkar denna undersökning är bl a att den ena maskinen (Hydrostat) har ett styrsystem som heter HTC-PVC med inbyggd avståndsmätare, som efter kontrollkörning på den uppmätta körbanan såg ut att stämma bra. Detta gjorde det lättare att köra exakt 200 meter i jämförelse med convertermaskinen, som saknade styrsystemet så man fick köra mot en start/stopp punkt på den uppmätta terrängbanan. Dessutom kunde man köra efter hastighetsmätaren på maskinen med HTC-PVC-systemet, medan convertermaskinen kördes efter varvräknaren och beräknad hastighet. Dessa faktorer påverkar till viss del jämförelsen av de båda maskinerna. Vidare så hade maskinerna olika utväxling dvs de hasigheter som kunde hållas på växel 1 på hydrostatmaskinen uppnåddes inte på samma växel på convertermaskinen utan att övervarva motorn. Det bör tilläggas att vid körning i terräng kunde de tre första växlar på convertermaskinen utnyttjas, medan vid samma terrängkörning endast två växlar kunde nyttjas på hydrostatmaskinen. Detta medförde att samma hastighet kunde erhållas på båda maskinerna i terräng utan att motorerna övervarvades om man använde rätt växlar.

### 4.2 Jämförelse mellan de två maskinerna

Hydrostatmaskinen har 2 terrängväxlar som utan problem kunde användas i terrängen medan man på convertermaskinen kunde använda 3 växlar för terrängkörning utan större problem. Den tredje växeln kan dock knappast användas i oländig terräng, då mer motorstyrka krävs, men den är ett utmärkt komplement vid t.ex. längre basvägskörning. Convertermaskinen har även möjlighet till automatisk växling, vilket gör att den själv väljer rätt växel under körning. Det är en finess som i framtiden kan göra maskinen ekonomisk fördelaktig om man styr växlingen efter motorvarv och mot (dragkraft) vridmoment.

Av detta kan man dra slutsatsen att med rätt körsätt på respektive maskin är det ingen större skillnad i bränsleförbrukning mellan de olika drivlinorna. I jämförelse med andra studier som gjorts i detta ämne måste framhållas att terrängförhållandena i denna studie inte på något sätt var krävande (G.Y.L. = 1.2.1). Detta beroende på praktiska omständigheter som att terrängen på lämpligaste stället för fältstudien var en tallhed i Hede, Härjedalen där jag hade tillgång till att låna maskinerna på Hemeks fabrik.

Det var också intressant att se att en convertermaskin, som många trodde var ”utdöd” för länge sedan, faktiskt med rätt utvald converter fungerar på likartat sätt med en hydrostat dvs den motorbromsar i utförslöpor och har ingen högre bränsleförbrukning. Den är dessutom billigare i inköp samt ur reparationssynpunkt troligtvis billigare att äga.

Bränsleåtgången sjunker drastiskt på båda maskinerna när man väljer en högre växel och lägre motorvarv. Vidare kan konstateras att det inte uppstod någon markant skillnad i förbrukning mellan de olika maskinerna om man använder rätt växlar, dvs de växlar som ger likvärdig utväxling och likvärdiga motorvarv på de båda maskinerna.

#### **4.3 Slutsatser**

Hastighet och motorvarvtal (dvs. körsättet) har betydligt större inverkan på bränsleförbrukningen än vad lastens storlek har.

## Referenslista

- Anon 1994 Praktisk skogshandbok, 14:e upplagan. Sveriges Skogsvårdsförbund, Djursholm.
- Athanassiadis D. 2000. Resource consumption and emissions induced by logging machinery in a lifecycle perspective. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria 143.
- Berg, S. 1992. Terrängtypschema för skogsarbete. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Uppsala.
- Höglund, P. 1983. Bränsleförbrukning hos traktorer. Lantbrukskontakt. Volym 17 nr 1.
- Malmberg, C.E., Granström, L., Myhrman, D., Berg, S., Granlund, P., Karlsson, L. 1993. Terrängmaskinen Del 1. Skogforsk, Uppsala.
- Nordfjell, T., Athanassiadis, D., and Talbot, B. 2002. Fuel Consumption in forwarders. Int. Jour. For. Eng. 14:2.
- Sondell, J. 1979. Genomförande av ”skotartest -78” samt redovisning av körhastighet och bränsleförbrukning för skotare i terräng och på väg. Forskningsstiftelsen skogsarbeten, Redogörelse nr 8. Stockholm.
- Sundberg U. 1983. Skogsmaskiners bränsleförbrukning – ett mått för kostnadsberäkning. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för skogsteknik, Garpenberg.

## Bilaga 1

### TEKNISKA DATA PÅ FÄLTSTUDIENS SKOTARE

---

<b>HS</b> <b>Hemek Ciceron TD81 H 750 (årsmodell 1997)</b> <b>(Hydrostatisk – mekanisk transmission)</b>	<b>HD</b> <b>Hemek Ciceron F 700 (årsmodell 2003)</b> <b>(Hydrodynamisk – mekanisk transmission)</b>
<u>Tekniska data</u> <i>Motor:</i> Fabrikat: Iveco 8361,25, 6 cyl, Turbo Diesel Effekt: 145 kW vid 2100 rpm Vridmoment: 725 Nm vid 1500 rpm <i>Transmission</i> Hydrostatisk/mekanisk drift med powershiftväxellåda. Styrsystem HTC Lamellspärredifferential på framaxeln Mekanisk differentialspär på boggie bak 3 växellägen fram och 3 bak Hastighetsregister: 0-30 km/tim <i>Hjul/däck</i> Fram: 23,1-26 (2 st) Bak: 22-25 (4st) <i>Lastkapacitet</i> Tillåten maxlast: 14 ton Lastarea: 4,6-5,2 m <sup>2</sup> <i>Mått</i> Längd: 8630 mm Transporthöjd: 3720 mm <i>Lastkran</i> Modell: Cranab 650 Grip: Hultin 260 Griparea: 0,26 m <sup>2</sup> <i>Övrig utrustning</i> Snöblad	<u>Tekniska data</u> <i>Motor:</i> Fabrikat: Iveco 8361,25, 6 cyl, Turbo Diesel Effekt: 145 kW vid 2100 rpm Vridmoment: 725 Nm vid 1500 rpm <i>Transmission</i> Hydrodynamisk/mekanisk drift med elektrohydrauliskt manövrerad powershiftväxellåda med momentomvandlare och automatväxling. 6 växellägen fram och 3 bak Hastighetsregister: 0-30 km/tim  <i>Hjul/däck</i> Fram: 23,1-26 (2 st) Bak: 22-25 (4st) <i>Lastkapacitet</i> Tillåten maxlast: 14 ton Lastarea: 4,6-5,2 m <sup>2</sup> <i>Mått</i> Längd: 8630 mm Transporthöjd: 3720 mm <i>Lastkran</i> Modell: Cranab CRF6 Grip: Hultin SG260-LP Griparea: 0,26 m <sup>2</sup>

---



## **Bilaga 2**

### **MÄTUTRUSTNING**

#### **Elektronisk bränslemätare**

Modell: EDM 1404, tillverkare: VDO Kienzle

#### Principiell funktion

EDM 1404 är en mekanisk flödesgivare som fungerar enligt förträngningsprincipen, där en rörlig ringkolv roterar i en mätkammare. I den elektroniska flödesmätaren för EDM 1404 har två mätkammare byggts samman till en enhet. Den ena kammaren mäter det – från tanken till motorn – inströmmade bränslet och den andra mäter returflödet av bränsle. Returflödet är överskottsbränsle som transporteras till motorn, men som inte förbrukats och därför leds tillbaka till tanken. Den faktiska bränsleförbrukningen är skillnaden mellan inströmmat bränsle till motorn och returbränsle från motorn. Den uppmätta bränsleförbrukningen omvandlas till en elektrisk signal och på en display i hytten kan den avläsas i liter, med decilitier som lägsta måttenhet.

#### Tekniska data

viskositetsområden:	1-20 mm <sup>2</sup> /sek
flödesområde:	4-200 l/h
upplösning:	3.1 cm <sup>2</sup> /impuls 322 impulser/l
driftstemperatur:	-40 grader Celsius till +135 grader Celsius
signalform:	fyrkantsvåg
mätnoggrannhet:	+/- 1% per mätkammare

För den som är intresserad att ta del av utgivna publikationer i serien "Studentrapporter" (1997-) från avd. för skogsteknologi, inst. för skogsskötsel, i Umeå kan en publikationsförteckning rekvireras med hjälp av nedanstående talong.

*For those interested in publications in the series "Students' Reports" (1997-) from the section of Forest Technology, Department of Silviculture in Umeå, there is a list of publications available, which can be ordered using the form below.*



Härmed rekvireras ett exemplar av teknikavdelningens publikationsförteckning "Studentrapporter".

*Please, send me a copy of the list of publications "Students' Reports" from the section of Forest Technology*

Namn:.....

Name:

Adress:.....

Address:

Sänds till: Inga-Lis Johansson

Mail to: SLU

Avd f skogsteknologi

SE-901 83 UMEÅ

Sweden

---

**Distribution:**

SLU  
Avd f skogsteknologi  
901 83 UMEÅ

*Swedish University of Agricultural Sciences  
Section of Forest Technology  
SE-901 83 UMEÅ, Sweden*

---