

## Transmit

– Driftstatistik och vägstandardens påverkan  
på bränsleförbrukningen

*Mattias Forsberg*



**Omslagsbild:** Skogsbilväg i Attarp, Falkenberg. **Foto:** Claes Löfroth  
**Ämnesord:** Väg, vägstandard, lastbil, bränsleförbrukning, hastighet

---

#### **SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna 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.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktions effektivitet. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

---

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

**SkogForsk-Nytt.** Nyheter, sammanfattningar, översikter.

**Resultat.** Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

**Redogörelse.** Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

**Report.** Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

**Handledningar.** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

---

# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Bakgrund och syfte.....	4
Projektorganisation.....	5
Material och metoder.....	5
Resultat .....	6
Arbetsområde.....	6
Noggrannhet.....	7
Driftsstatistik .....	9
Vägstandard .....	13
Väglass registrerad av förarna.....	13
Referenssträckor .....	15
Fallstudier .....	20
Diskussion.....	24
Höjdarbetets påverkan.....	24
Vägstandardens påverkan på bränsleförbrukningen .....	25
Driftstatistik.....	25
Vägstandard.....	26
Behov av framtida forskning och utveckling .....	26
Referenser.....	27
Bilaga 1      Kalibrering av ringkolvmätare.....	29



## Sammanfattning

Det finns ett stort behov av att minska bränsleförbrukning och miljöbelastning vid lastbilstransporter. Skogsnäringen är en bransch där ett omfattande transportarbete utförs med lastbil.

Många faktorer påverkar bränsleförbrukningen bl.a. fordonets konstruktion, förarens körsätt och vägens beskaffenhet. Kunskapen om förarens och den yttre miljöns påverkan på bränsleförbrukningen är begränsad. Med god kunskap om hur transportsektorns produktivitet påverkas av vägens karaktär kan transporter göras effektivare, till lägre kostnad och reducerad miljöbelastning. Denna kunskap kan också nyttjas för att prioritera investeringar i vägnätet. Projektet Transmit syftade bl.a. till att beskriva förarens och den yttre miljöns påverkan på bränsleförbrukningen. Med hjälp av ett automatiskt system har driftsdata kunnat registreras under 1 – 1,5 års tid på fyra timmerbilar. Totalt motsvarar dessa data 72 000 mils körning.

I denna rapport redovisas analysresultat för dessa timmerbilars produktivitet och vägstandardens inverkan på produktiviteten.

### **Driftstatistik**

En timmerbil producerade i genomsnitt ca 800 tonkm/h. Beroende på skiftform kördes fordonen mellan 170 000 km och 260 000 km/år. Medelförbrukningen var 5,96 l/mil eller 0,0280 l per producerad tonkm. Vid körning med last förbrukade fordonen 6,35 l/mil, utan last förbrukade de 5,06 l/mil. Årstiden har en betydande påverkan på bränsleförbrukningen. Den orsakar en variation på knappt  $\pm 5$  %.

Under ett arbetspass fördelades 39 % av tiden till körning med last, 36 % till körning utan last, 15 % till lastning och 10 % till lossning. En vända var i genomsnitt 175 km lång varav 93 km kördes med last. Medelhastigheten var 50 km/h oavsett om fordonet bar last eller inte.

### **Vägar**

Vägstandarden har en direkt påverkan på en timmerbils produktivitet. Bränsleförbrukningen var 25–40 % högre på de sämsta belagda vägarna jämfört med de bästa belagda vägarna. Förbrukningen på skogsbilvägarna var 65–70 % högre än på de bästa belagda vägarna. Även hastigheten påverkas av vägstandarden. Typiska hastigheter var för grusvägar 30–50 km/h, sämre belagda vägar 50–60 km/h och för bättre belagda vägar 60–90 km/h.

Produktiviteten är starkt avhängig fordonets medelhastighet. Bränsleförbrukningen är en stor komponent i transportkostnaden. Medelhastighet och bränsleförbrukning beror båda av vägstandarden. Bra vägar har tidigare visats höja trafiksäkerheten samt stödja ett rationellt skogsbruk. Denna studie visar även att bra vägar höjer produktiviteten och sänker bränsleförbrukningen och därmed kostnaden för och miljöbelastningen av lastbilstransporter.

# Inledning

## **Bakgrund och syfte**

Behovet att minska bränsleförbrukningen och miljöbelastningen för transporter med lastbil är stort. Skogsnäringen är ett exempel på en viktig bransch där ett omfattande transportarbete utförs med lastbil. Skogsbruket transporterar årligen ca 60 miljoner m<sup>3</sup> rundvirke till en total kostnad av 2,8 miljarder kr (Johansson, 2001) varav ca 25 % utgörs av kostnader för diesel. För en enbilsåkare som kör 170 000 km per år är den årliga kostnaden för diesel ca 540 000 kr<sup>1</sup>. Dieselpriiset kan förväntas att öka snarare än minska, och vid projektets början hade beskattningen precis ökat med 25 öre per liter. Bränsleförbrukningen för Sveriges virkesfordon har uppskattats till ca 150 000 m<sup>3</sup> per år, och den årliga miljöeffekten är beräknad till ca 400 000 ton CO<sub>2</sub> och ca 4 200 ton No<sub>x</sub> (Lindholm & Berg, 2002).

Framväxten av informativa vägdata-baser, med Nationella vägdata-basen (NVDB) som den mest omfattande satsningen, ger tillsammans med moderna transportplaneringssystem nya möjligheter att ta hänsyn till förbrukning och miljöbelastning vid planering av transportarbetet. Med tillgång till indata med hög upplösning om vägarna kan vägvalet göras både med avseende på att minimera total transportkostnad inklusive körtid och bränsleförbrukning och därmed även minska miljöbelastning.

För att ytterligare sänka bränsleförbrukningen och miljöbelastningen krävs emellertid mer ingående kunskap om olika faktorerers inverkan på bränsleåtgången i transportarbetet.

Faktorer som har stor inverkan på bränsleförbrukningen och därmed miljöbelastningen är t.ex. förarens körsätt, vägens beskaffenhet (vägklass) samt körhastigheten. Det finns ett behov av att beskriva bränsleförbrukningens beroende av dessa och andra faktorer dels för att kunna finna sätt att reducera bränsleförbrukningen, dels för att informera och utbilda förare om vikten av att tänka i bränsleekonomiska termer. Ett sätt att samla in uppgifter om sambanden är att utnyttja modern IT och automatisk datainsamling.

Det finns också en nytta med att utnyttja delar av den insamlade informationen som underlag till uppdatering av data om vägarna i vägdata-baser av typen NVDB.

Med bränslemätningar under praktisk virkestransport och erfarenheter från tidigare studier ville vi belysa olika faktorerers påverkan på bränsleförbrukningen. Arbetet syftade också till att på längre sikt få fram mätningssnormer för diesel-förbrukning på lastbilar genom automatisk datainsamling, där virkesbilen utgör ett exempel.

I denna rapport redovisas analysresultat för fyra timmerbilars produktivitet och vägarnas påverkan på bränsleförbrukningen för dessa fordon.

---

<sup>1</sup> 170 000 km, 0,6 l/km, 5:30 kr/l

## **Projektorganisation**

I projektet medverkade följande företag och organisationer:

- Hogia Innovation AB (företvarande Hogia Communications AB)
- Telia Mobile AB
- Scania Infotronics AB,
- Volvo Truck Corporation
- JF Skogs AB
- Södra Skogsägarna ek. för.
- Holmen Skog AB (företvarande MoDo Skog AB)
- SkogForsk

Projektledare var Lars Edsvik, JF Skogs AB. Projektets styrgrupp utgjordes av personer från samtliga medverkande företag och en adjungerad handläggare från NUTEK och sedermera VINNOVA. All projektadministration sköttes av SkogForsk.

## **Material och metoder**

För projektet valdes fyra timmerbilar som studieobjekt. Samtliga objekt var moderna fordon av årsmodell 1999 eller 2000. De nyttjades professionellt med 2 eller 3 skiftgående förare. Två av fordonen (en Scania och en Volvo) hörde till JF Skogs verksamhet, de andra två (en Scania och en Volvo) hörde till Södra Skogsägarnas verksamhet. Specifikation av respektive fordon skiljer sig något. Södras bilar var tyngre (2 ton) med fastmonterad kran och skjutbar boggie. Samtliga representerade dock ett typiskt ekipage för respektive område (Löfroth, 2002).

Studien syftade till att under lång tid kontinuerligt kunna mäta bränsleförbrukning och studera hur den påverkades av olika faktorer. För att lösa denna uppgift utvecklades ett automatiskt mätsystem. Det baseras på att information om bränsleförbrukning och körd sträcka fortlöpande hämtades från lastbilens interna datasystem via canbus. Aktuell position hämtades från fordonsmonterad GPS. Med hjälp av fordons-PC med pekskärm samt för projektet framtagen mjukvara registrerade föraren när status för någon av de studerade variablerna förändrades. De variabler som föraren registrerade var bl.a. förare, last, väglag och väglag (Carlsson, B. & Lindskog-Johansson, E., 2000). Dessa uppgifter fördes per automatik över till databas i fordons-PC. En gång per dygn komprimerades och överfördes en aktivitets- och förbrukningsrapport via e-post och GSM-data till central databas för analys (Carlsson, B., 2002).

Efter att systemet driftstestats påbörjades datainsamling. I denna studie redovisas resultaten för jan -01 till april -02 för JF Skogs fordon och för juli -01 till apr -02 för Södras fordon. Sammanlagt motsvarar detta 720 000 km körning.

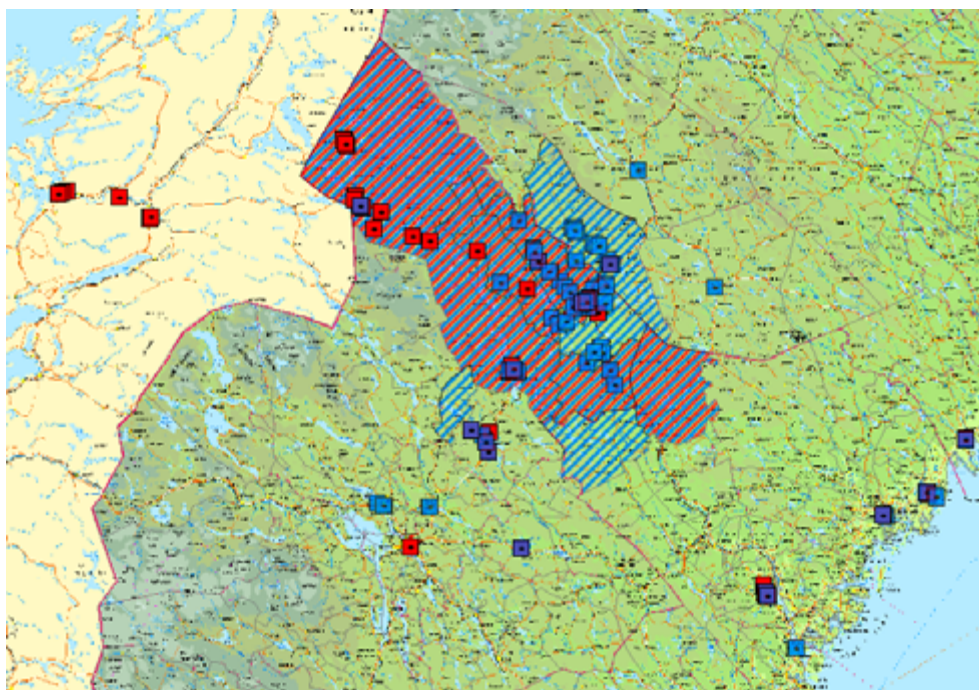
Under hösten 2001 utvecklades en metod för att automatiskt mäta bränsleförbrukningen på utvalda referenssträckor. Dessa mätningar baserades på att fordonets position jämförs med ett antal definierade koordinater. Om aktuell position var mindre än ett givet avstånd från en referenspunkt initierades en mätning.

Redovisade uppgifter för körd sträcka, bränsleförbrukning och position registrerades utan interaktion från förarna. Övriga variabler är, om inte annat anges, baserade på vad förarna har registrerat i Transmitprogrammet.

## Resultat

### Arbetsområde

Figurerna 1 och 2 åskådliggör verksamhetsområdet för respektive timmerbil. T2 började sina transporter i nordöstra Jämtland. Virket levererades huvudsakligen till järnvägsterminaler i Hötting och Dorotea. Omkring 20 % av transportererna gick direkt till industrier vid Västernorrlands kust.

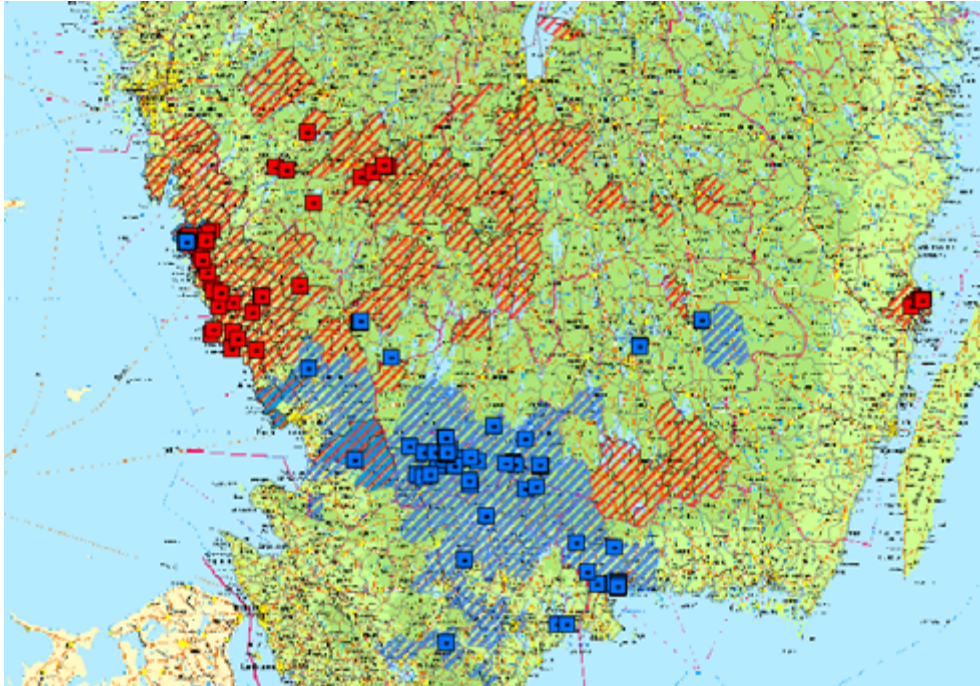


Figur 1.  
Arbetsområde för T2 (blå) och T3 (röd), norra Jämtland. Lastning av rundvirke markeras med streckat område, lossning (inklusive omlastning) med kvadrat.

T3 startade alla transporter i norra Jämtland, framför allt i Ströms Vattudal. Virket kördes huvudsakligen till järnvägsterminalen i Hötting men även till industrier i Norge och vid Västernorrlands kust.

T1 hämtade merparten av sina transporter från Hallands län. Dessa gick huvudsakligen till Värö bruk. T4 startade sina transporter från södra Kronoberg eller norra Skåne. En stor del av virket transporterades till industrier i Mörrum och Traryd.



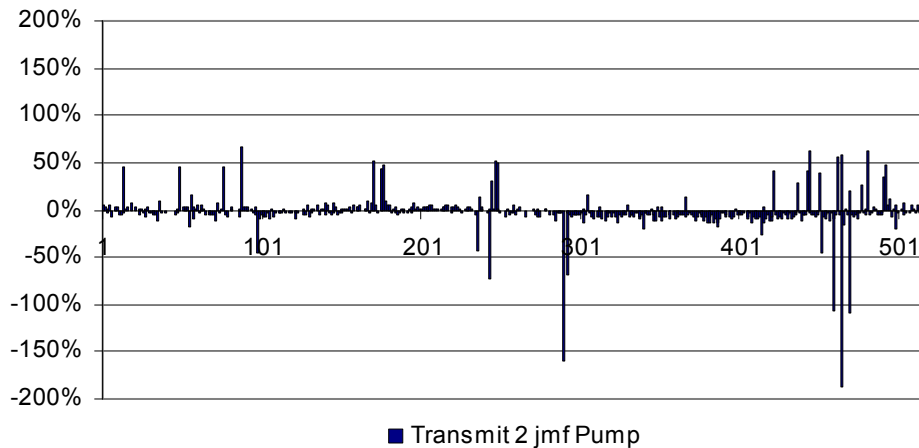


Figur 2.  
Arbetsområde för T1 (röd) och T4 (blå), Götaland. Lastning av rundvirke markeras med streckat område, lossning (inklusive omlastning) med kvadrat.

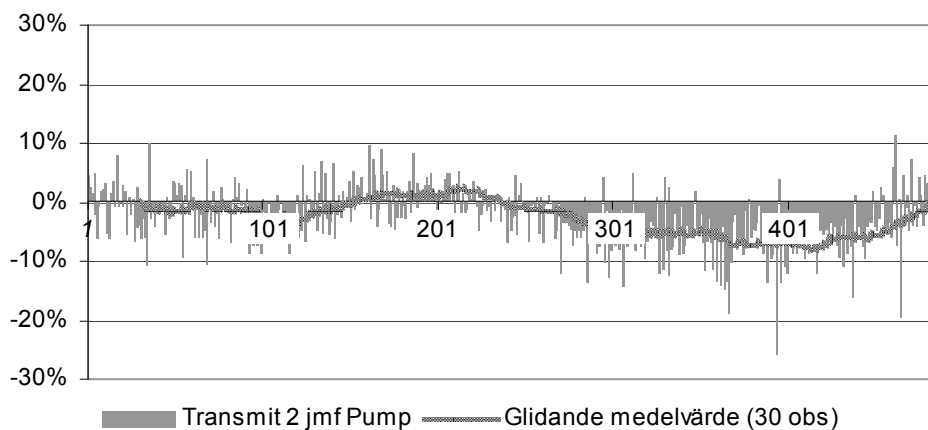
## Noggrannhet

Ett korrekt kalibrerat mätsystem är av största vikt för en studie av detta slag. Mätningarna av bränsleförbrukning och körd sträcka har därför kalibrerats både under utveckling och drift av systemet. Vid dessa kalibreringar har de med Transmit uppmätta värden jämförts med tankad volym (föraren registrerar tankad volym enligt pump) samt med annan kommersiell bränslemätare. Jämförelsen med tankad volym enligt pump har pågått under hela driften av Transmit. Kalibrering med kommersiell bränslemätare genomfördes huvudsakligen under våren 2002. Flera exemplar av utrustningen användes med ett mycket oregelbundet resultat. En av Kienslemätarna testades därför av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP). Denna utvärdering visade att utrustningen inte var tillförlitlig för detta ändamål (Bilaga 1).

I figurerna 3 och 4 redogörs för Transmits mätnoggrannhet jämfört med tankad volym enligt pump. I figur 4 har uppenbara fel vid registrering av tankad volym exkluderats.



Figur 3.  
Jämförelse mellan tankad volym enligt pump och förbrukad volym enligt Transmit.



Figur 4.  
Jämförelse mellan tankad volym (korrigerad) enligt pump och förbrukad volym enligt Transmit. Uppenbara fel, >30 % eller 30 l, vid registrering har exkluderats.

Enligt dessa figurer framgår två typer av fel, dels en konstant variation på i genomsnitt  $\pm 4\%$  och dels sporadiska fel på upp till 200 %.

Vid analys av dessa har den sporadiska variationen visats bero på misstag vid den manuella registreringen av tankad volym. Dessa avvikelser förekommer för ca 5 % av observationerna.

Den mindre men frekventa variationen antas bero dels på att tanken inte fylldes fullständigt vid varje tankning, dels på faktiska mätfel. En lådformad tank, markens lutning och hur långt pumphandtaget sticks ned i tanken är alla faktorer som påverkar om tanken kommer att fyllas fullständigt vid tankning. Dessa faktorer torde medföra en omväxlande positiv och negativ relativ avvikelse där medel dock befinner sig nära noll. I figur 4 gäller detta för de första 250 observationerna. Ett faktiskt mätfel skulle däremot yttra sig som en konstant över- eller underskattning. Från observation 250 och framåt tycks detta vara fallet. För övriga timmerbilar – T1, T3 och T4 – observerades liknande samband.

Redovisade uppgifter i denna rapport om bränsleförbrukning har korrigerats med kalibreringsfaktor enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1.  
Kalibrering av Transmit per fordon.

Månad	T1	T2	T3	T4
Kalibreringsfaktor, %	-2,4	1,9	-2,8	4,9

Under den tid som Transmit varit i drift har systemet uppvisat en mät noggrannhet för bränsleförbrukningen på 3 %. Avståndsmätning har uppvisat en mycket god överensstämmelse med fordonets trippmätare. I volvobilarna registreras avstånd i hela kilometer. Denna avståndsmätning bör därför inte nyttjas vid beräkning av förbrukning (l/mil) på korta delsträckor.

## Driftsstatistik

Samtliga uppgifter avser vad som registrerats i Transmit om inte annat anges.

Tabell 2.  
Körd sträcka och lastandel per månad och fordon.

Månad	Bränsleförbrukning, total [l/mil]				Körd sträcka [km]				Fyllnadsgrad <sup>1</sup>			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
jan -01		5,88	6,56			9 933	7 390			55	61	
feb -01		5,64	6,63			15 805	5 056			54	69	
mar -01	6,18	5,78	6,30		3 517	10 187	12 698		34	51	61	
apr -01	6,35		5,89		9 570		14 753		56		44	
maj -01	6,45	5,01	5,46		7 706	11 587	2 486		56	50	37	
jun -01	6,46	5,46	6,38	5,20	17 047	13 291	1 385	550	59	54	42	0
jul -01	6,83	5,16	6,01	5,63	4 555	8 816	11 786	11 594	42	45	46	57
aug -01	6,19	5,54	6,22	5,74	16 677	11 889	14 874	13 335	52	45	46	51
sep -01	6,46	5,07	6,10	6,04	20 342	11 931	10 651	19 368	52	44	45	56
okt -01	6,44	5,42	5,81	5,85	24 598	14 857	2 771	24 275	57	48	51	57
nov -01	6,32	5,76		6,16	24 395	15 897		18 764	48	47		51
dec -01	6,31	5,69	6,14	6,02	22 045	11 934	2 794	13 852	52	38	41	52
jan -02	6,46	5,78	5,63	5,97	27 711	13 954	1 117	16 935	51	48	44	44
feb -02	6,55	5,30	5,98	6,07	23 990	8 312	322	17 125	52	45		47
mar -02	6,27	5,33	6,50	6,03	24 102	16 450	6 214	15 482	55	45	38	49
apr -02	6,03	5,34	5,35	5,62	25 320	14 382	11 657	22 315	50	43	38	47
	6,36	5,48	6,08	5,91	251 575	189 225	105 954	173 593	52,4	47,5	48,0	51,0

<sup>1</sup> sträcka med last \* (lastvikt / maxlast) / total sträcka [%].

Fyllnadsgraden har beräknats som körd sträcka med last dividerat med totalt körd sträcka. Den var i genomsnitt nästan 4 % högre för Södras bilar (51,7 %) jämfört med JF Skogs bilar (47,8 %).

Södras bilar kördes med tre skift per fordon, JF skogs kördes med två. Baserat på de uppgifter som förarna registrerat om aktuell mätarställning i Transmit beräknades total sträcka per år och fordon till 260 000 km vid tre skift respektive 170 000 km vid två skift.

Tabell 3.

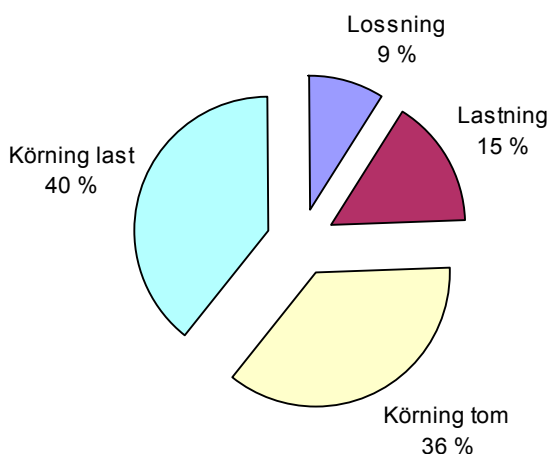
Åtgång av tid och förbrukning av drivmedel vid lastning respektive lossning.

	min	liter	liter/h
<b>Lastning</b>			
Södra	28	3,8	8,3
JF Skogs	40	5,1	7,7
Medel	34	4,5	8,0
<b>Lossning</b>			
Södra	26	2,2	5,0
JF Skogs	12	1,3	6,3
Medel	19	1,7	5,4

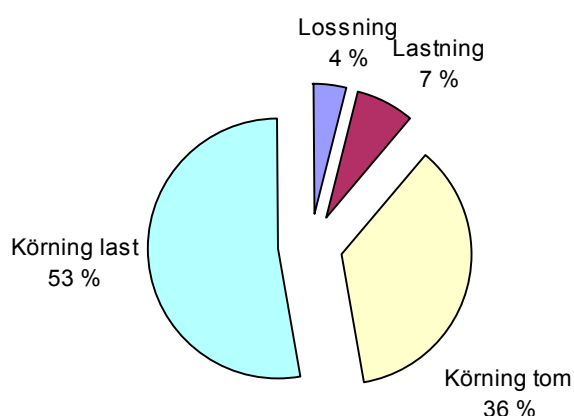
I tabell 3 redovisas<sup>2</sup> uppmätt förbrukning och tidsåtgång vid lastning respektive lossning. I genomsnitt tog en cykel med lastning och lossning 53 minuter och 6,2 liter diesel i anspråk för de studerade bilarna. Den lägre förbrukningen (liter/h) vid lossning beror av att timmerbilarna inte alltid lossade med egen kran, vilket även krävde mindre tid.

Lastning tog markant längre tid för JF Skogs bilar samtidigt som lossningen gick betydligt fortare än för Södras bilar. JF Skogs bilar hade avkopplingsbar kran. På- respektive avkoppling av kran ingår inte i angiven tid för lastning. I studien har JF Skogs bilar burit kran under 62–63 % av driftstiden.

**Fördelning av tid**



**Fördelning av drivmedel**



Figur 5.

Fördelning av tid och drivmedel per arbetsmoment.

I figur 5 redogörs för hur stor andel av tid och drivmedel som använts för olika arbetsmoment för de fyra timmerbilarna. I genomsnitt användes 76 % av tiden för transport och 24 % för godshantering. I JF Skogs bilar ägnades endast 7 % av tiden till lossning mot Södras 11 %. I Södras bilar är i stället andelen av tiden som krävs för tomkörning 4 % lägre. Moment som pauser, väntetid vid industri och tankning ingår i materialet men särredovisas ej. Övriga moment som t.ex. service ingår ej, då ingen förare har varit inloggad i Transmit.

<sup>2</sup> I serien ingår endast moment för lastning och lossning med följande begränsningar; tid <2 h, sträcka < 5 km och förbrukning <20 l.

Utnyttjandegraden kan beräknas som driftstid dividerad med total kalendertid. Driftstid har här definierats som de arbetspass<sup>3</sup> som förarna registrerat i Transmit. Tre av lastbilarna hade en likvärdig utnyttjandegrad, T2 46 %, T3 49 % och T4 51 %. T1 hade med sina 72 % en betydligt högre utnyttjandegrad än övriga fordon.

Tabell 4.  
Driftstatistik i Transmit fördelat på produktion, förbrukning av drivmedel och transportförutsättningar.

	T1	T2	T3	T4	Södra	JF Skogs	Medel
<b>Produktion</b>							
Medelarbetspass [h]	11,5	8,5	10,5	11,4	11,5	9,5	10,5
Antal vändor per arbetspass [st]	2,9	2,0	1,9	2,7	2,8	1,9	2,4
Antal tonkm per arbetstid [tonkm/h]	873	768	778	805	839	773	806
Medellast [ton], avståndsvägd	41,0	41,3	38,4	39,5	40,3	39,9	40,1
<b>Förbrukning</b>							
Drivmedel per produktion [liter / tonkm]							
Körning med last	0,0161	0,0142	0,0176	0,0160	0,0161	0,0159	0,0160
Total förbrukning	0,0283	0,0265	0,0302	0,0270	0,0276	0,0284	0,0280
Drivmedel per körsträcka [liter / mil]							
Körning med last	6,72	5,88	6,70	6,28	6,50	6,29	6,35
Körning utan last	5,54	4,42	5,14	5,13	5,33	4,78	5,06
Total förbrukning.	6,36	5,48	6,08	5,91	6,14	5,78	5,96
<b>Transportförutsättningar</b>							
Medelhastighet [km / h], exkl. tid för lastning och lossning.	55	46	47	47	51	47	49
Transportavstånd [km], avstånd från lastning till lossning	85	78	116	87	86	97	92
Ruttlängd [km], avstånd från lastning till nästa lastning	155	157	221	155	155	189	172

I tabell 4 redovisas en sammanställning av några övergripande nyckeltal för timmertransporter fördelade på produktion, förbrukning av drivmedel och transportförutsättningar.

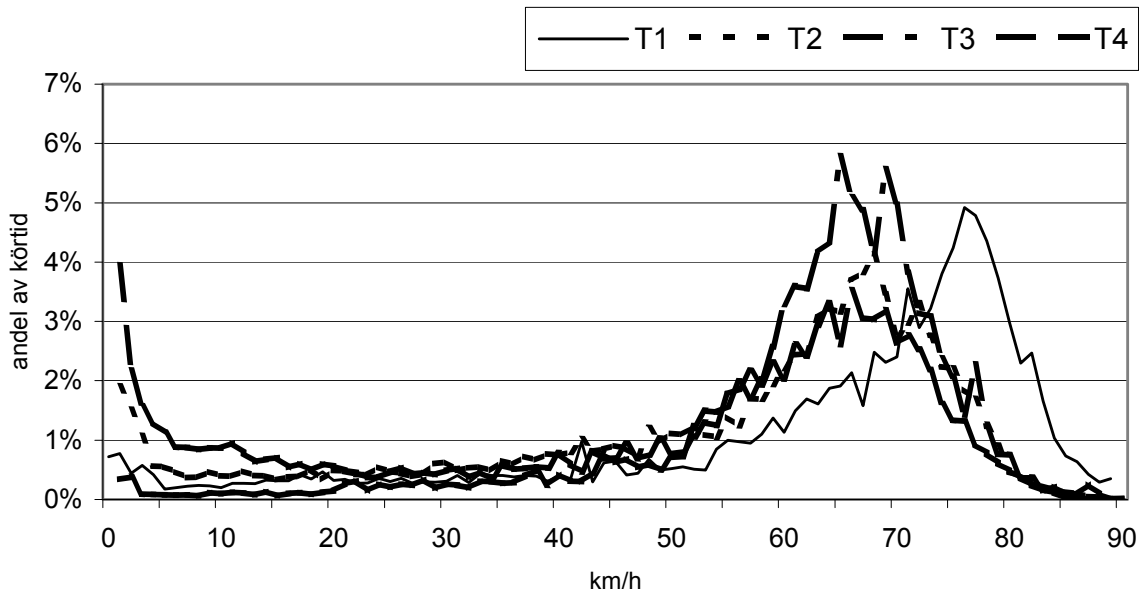
Produktiviteten, mätt som tonkm per timme, var i nivån 770–810 tonkm/timme. T1 hade en markant högre produktivitet, 873 tonkm/timme, vilket motsvarar en skillnad på ca 11 %. Lastbilens högre medelhastighet, ca 18 %, torde vara en bidragande faktor. Samtidigt motsvarade momenten lastning och lossning 6 % mer av total driftstid för T1 jämfört med övriga bilar, vilket dämpade effekten av den högre medelhastigheten.

Det är intressant att notera att T2 hade den lägsta bränsleförbrukningen. Skillnaden är mellan 0,4 – 1,1 l/mil. En enskild förklarande variabel torde vara svår att finna då bränsleförbrukningen är en konsekvens av de lastbilar (teknik och slitage), de förare (skicklighet) och de vägar som studeras. Skillnaden i förbrukning med och utan last visar dessutom att fyllnadsgraden har en stor inverkan.

<sup>3</sup> Denna analys har begränsats till de perioder då systemet och lastbilen bedömts vara i full drift, vilket motsvara ca 7 månader per fordon.

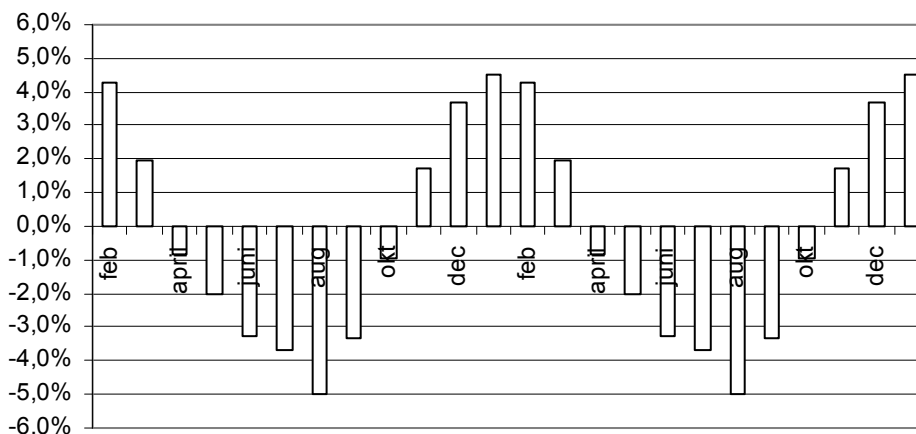
Medelavstånd för samtliga studerade transporter var 92 km. T3 hade överlag längre transporter, i genomsnitt 116 km.

Längre arbetspass, kortare transportavstånd och högre medelhastighet gjorde att Södras bilar genomförde 2,8 vändor per arbetspass. JF Skogs bilar genomförde 1,9 vändor per arbetspass.



Figur 6.  
Frekvensfördelning av medelhastighet oavsett arbetsmoment, exklusive stillestånd.

I figur 6 redogörs för frekvensfördelningen av bilarnas medelhastighet. I figuren ingår samtliga data exklusive observationer med en medelhastighet <1 km/h. Dessa utgör ca 25 % av total tid. Skillnaden i medelhastighet mellan T1 och övriga bilar är uppenbar. För T2–T4 uppnåddes en medelhastighet över 75 km/h endast under 6–8 % av körtiden. T1 höll denna hastighet under 38 % av tiden.



Figur 7.  
Årstidsbunden variation i bränsleförbrukning för T 1–4 under 1998–2002.

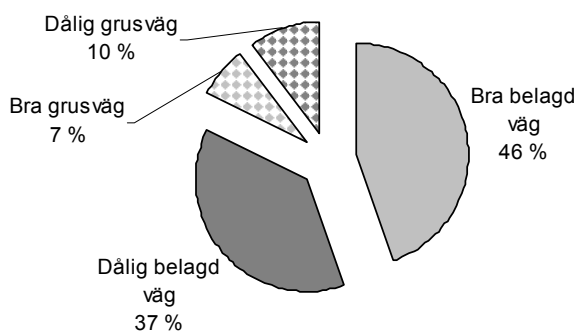
I figur 7 redogörs för den årstidsbundna variationen i bränsleförbrukning. Variationen har beräknats som ett glidande 3 månaders medelvärde för den genomsnittliga förbrukningen för samtliga fordon för en given månad för jan - 1998 till april -02. Variationen är en konsekvens av förändrad yttre miljö.

## Vägstandard

En av målsättningarna i projektet var att studera om vägstandarden påverkat transporteffektiviteten (bränsleförbrukning och hastighet). I projektet har detta studerats med tre metoder. Förarna har löpande registrerat vilken väglag som transporten sker på. Med GPS-teknik har mätningar kontinuerligt genomförts på fasta referenssträckor. Typiska transportuppdrag har i efterhand analyserats steg för steg som de genomförts på olika vägar. Resultaten av dessa tre metoder redovisas nedan.

### Väglag registrerad av förarna

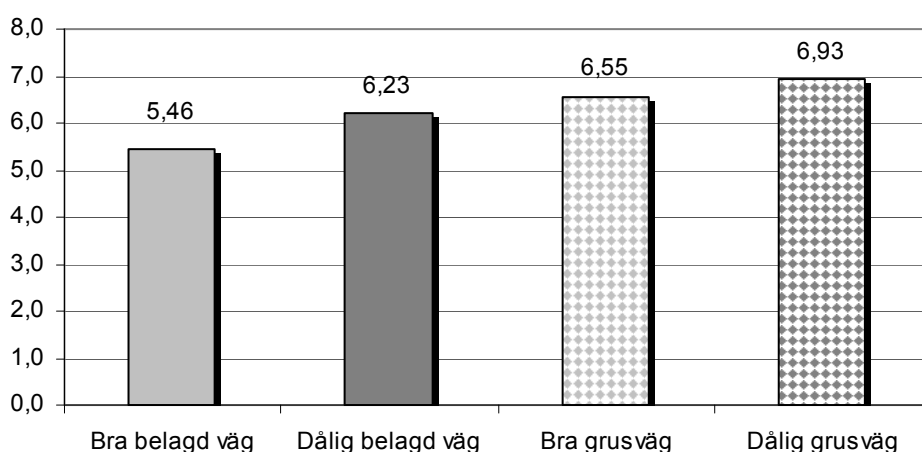
Under projektet var förarna instruerade att registrera när väglag och väglag ändrades under körning. Uppgifterna nedan avser hela projektets löptid, d.v.s. 1 – 1,5 år beroende på fordon. I figurerna 8 och 9 redogörs för hur körningen fördelades på olika väglag samt den uppmätta bränsleförbrukning per väglag. Dessa väglag saknar objektiva kriterier. De representerar en av förarna subjektiv sammanvägning av beläggning, kurvighet, vägbredd m.m.



Figur 8.  
Andel av total körsträcka per väglag, genomsnitt för samtliga lastbilar i studien

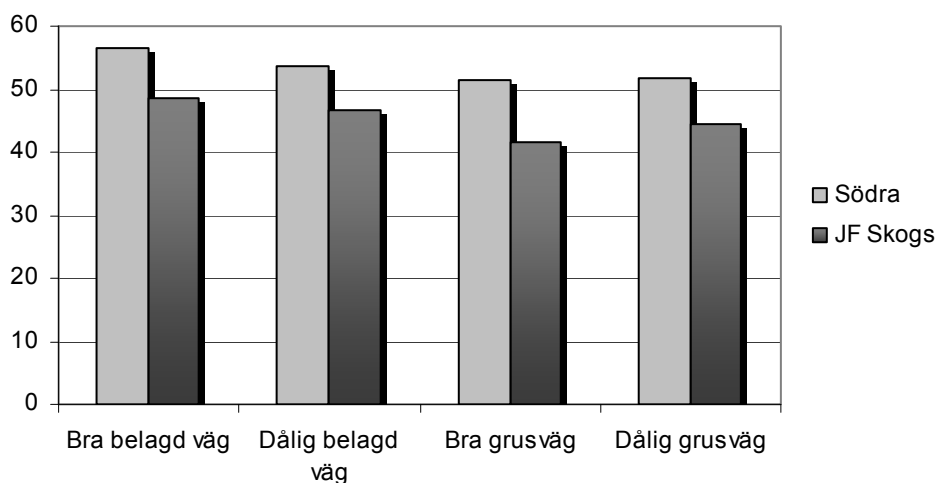
Tillförlitligheten för fördelningen av transporter är beroende av förarna. Det krävdes att de dels från en gång till en annan gjorde en likartad bedömning av väglagarna, dels att de registrerade förändringar då de inträffade. Vid intervjuer av förarna har det visat sig de gjorde en likartad bedömning av väglagarna per bil, men att bedömningen skiljde sig mellan fordonen. Vid kontroll har det visat sig att det förekommer att förarna har glömt att registrera förändring av väglag under körning och då endast registrerat förändringar i samband med lastning och lossning.

Ett exempel på detta var att föraren angav bra grusväg då han lastade (i skogen) och inte gjorde någon förändring av väglag till dess att han lossade timret vid industri och då registrerade bra belagd väg. Nästa förändring av väglag gjorde föraren vid nästa lastning i skogen. Enligt denna registrering körde han på bra grusväg till industrin och bra belagd väg till skogen även om körningen skedde på samma vägar.



**Figur 9.**  
*Bränsleförbrukning per vägklass, genomsnitt för samtliga lastbilar i studien. Uppgifter avser total förbrukning inklusive lastning och lossning.*

Omfattningen av dessa fel har inte kvantifierats. Skattningen av andelen av olika vägklasser är därför osäker. Effekten av detta förfarande blir dock att eventuella skillnader i bränsleförbrukning mellan de olika vägklasserna till viss del jämnades ut i data. Resultaten indikerar dock tydligt att vägklass påverkar bränsleförbrukningen. De sträckor av det allmänna vägnätet som förarna har angett som dålig belagd väg motsvarar 37 % av totalt körd sträcka. På dessa vägar var förbrukningen 14 % högre än på bra belagda vägar.



**Figur 10.**  
*Medelhastighet per vägklass vid transport med last, genomsnitt per transportör.*

I figur 10 redogörs för hur vägstandarden påverkade medelhastigheten vid transport med last. Det finns ett tydligt positivt samband mellan vägstandard och medelhastighet. För Södras bilar sjönk medelhastigheten med ca 3 km/h då vägstandarden förändrades från bra belagd väg till dålig belagd väg, vid en fortsatt försämring av vägstandarden till en grusväg sjönk medelhastigheten med ytterligare 3 km/h. Analogt med bränsleförbrukningen så torde skillnaden i medelhastighet till viss del vara utjämnad av den osäkra registreringen av data.



## Referenssträckor

Ett uppenbart problem i föregående material är inkongruenser orsakade av att förarna gör olika bedömningar eller glömmar att registrera förändringar.

Ett sätt att hantera detta är att välja ett antal vägsträckor som lastbilarna ofta körs på och markera var registrering skall ske. I transmitprojektet har detta automatiserats med hjälp av att koordinater för referenspunkter har definierats i systemet. Applikationen kontrollerade löpande aktuell position och genomförde mätningar då referenspunkterna passerades. Denna utveckling av transmitapplikationen gjordes under hösten 2001. Funktionaliteten implementerades i T1 och T2.

Ett antal vägar inom T2s verksamhetsområde utvaldes med kraven att de skulle hålla en god spridning avseende vägstandard och att de skulle nyttjas löpande under de kommande månaderna. Med dessa kriterier identifierades ett flertal vägar mellan Hoting, Backe och Hammerdal.



Figur 11.  
Referenssträckor JF Skogs, norra Jämtland.

Mätningar med T2 genomfördes med 43 referenspunkter på de indikerade vägarna i figur 11. Mätningarna pågick under oktober 2001 till april 2002. Totalt gjordes 5 100 godkända observationer motsvarande 29 000 km körning.

I tabell 5 ges en kortare beskrivning av de studerade referensvägarna. Något förenklat kan väg 45, väg 346 och delar av Brännvinsstigen betecknas som de med högst standard. Timmerleden är en enskild grusväg av bättre standard som kontinuerligt nyttjas av skogsbilar. Skogsbilvägen är en enskild grusväg av ordinär standard.

Tabell 5.  
Specifikation av referensväg.

	Vägbredd	Bärighet <sup>1</sup>	Ytskikt	Sträcka
Väg 45	6,8 – 9	BK 1	Belagd	82 km
Väg 346	6,5	BK 1	Belagd	38 km
Rossön – Hällvattnet <sup>4</sup>	4,5 – 5,7	BK 2 / BK 3	Grus/Belagd	27 km
Brännvinsstigen	6,0 – 6,5	BK 1	Grus/Belagd	41 km
Timmerleden	3,5 – 5	A	Grus	40 km
Skogsbilvägen	3,5	B	Grus	11 km

<sup>1</sup> Enligt Vägverkets respektive Skogsstyrelsens klassificeringsnorm.

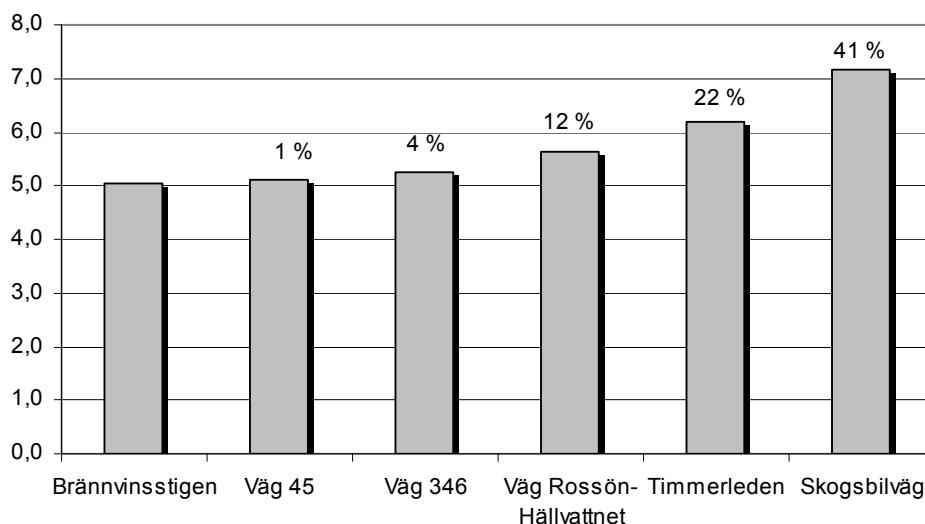
Figur 12 föreställer vägarna Timmerleden och Skogsbilvägen.



Figur 12.  
Referensvägarna Timmerleden och Skogsbilvägen (Degervattnet) T2.

I figur 13 redogörs för bränsleförbrukningen på referensvägarna, avseende körning både med och utan last.

<sup>4</sup> Merparten av körningarna gjordes på den belagda sträckan Bodum – Rossön.



Figur 13.  
T2 medelförbrukning på referensvägar.

Det finns ett tydligt samband mellan vägstandard och bränsleförbrukning. Bränsleförbrukningen var 22–41 % högre på grusvägarna jämfört med de belagda vägarna. Den var även ca 12 % högre på väg Rossön–Hällvattnet, en belagd väg av lägre standard

Medelhastigheten var högst på väg 45, 70 km/h. Hastigheten var generellt högre på de belagda vägarna väg 346 (61 km/h), Brännvinsstigen (51 km/h) och väg Rossön–Hällvattnet (51 km/h) än för grusvägarna Timmerleden (50 km/h) och skogsbilvägen (40 km/h).

Brännvinsstigen var av särskilt intresse. Där pågick en upprustning av vägen, se figur 14. Vägkroppen var i hela sträckningen genomarbetad, men endast en del av vägen var belagd med asfalt. En del av den icke-belagda vägen utgjordes av sträckan 12–41 som var 11 km. Referenssträckorna 38–39 och 39–40 låg båda på den belagda delen och motsvarade totalt 19 km.

Mätningar på dessa sträckor genomfördes under oktober 2001 samt januari och april 2002 med varierande väglag. Totalt gjordes 76 observationer, varav 22 på den icke-belagda sträckan.

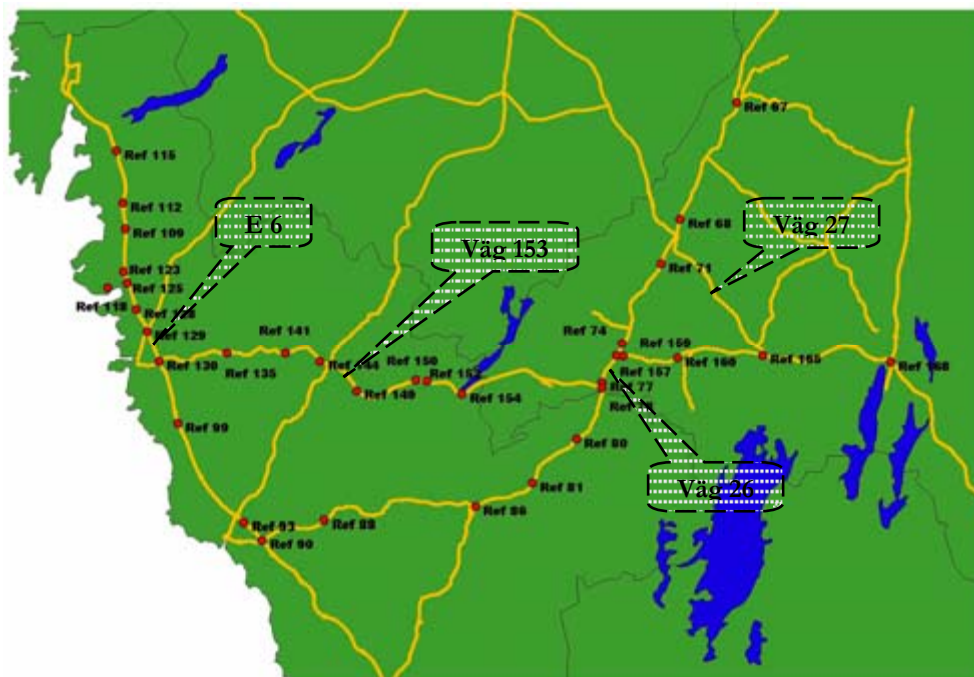


Figur 14.  
Referenssträckor på Brännvinsstigen. Den nedre vänstra bilden föreställer del av sträckan 12–41, medan den nedre högra bilden föreställer del av sträckan 38–40.

Bränsleförbrukningen var 5,25 l/mil på sträckan utan asfalt medan delsträckorna med asfalt gav en medelförbrukning på 4,73 l/mil. Skillnaden i bränsleförbrukning mellan de belagda delsträckorna och den icke-belagda var därmed 11 %. Detta resultat ligger väl inom ramen för tidigare forskning för vägbeläggningens påverkan på bränsleförbrukningen (Jönsson, 2000).

Medelhastigheten skiljde sig mellan de belagda sträckorna och den icke-belagda sträckan. Medelhastigheten på sträckan 12–41 var 30 km/h medan den var hela 59 km/h på sträckan 38–40.

Funktionalitet för referenssträckor installerades även i T1. För att metodiken skall vara praktiskt tillämpbar krävs att fordonet kör på samma vägar vid upprepade tillfällen och att detta är känt innan transporter genomförs. Då Södras skogsbilar primärt kör virke från mindre avverkningar hos privata skogsägare sker endast ett fåtal transporter på samma skogsbilvägar. Därför kunde endast större allmänna vägar identifieras som uppfyllde kriterierna för att kunna användas som referensväg, se figur 15 och tabell 6.



Figur 15.  
Referenssträckor T1.

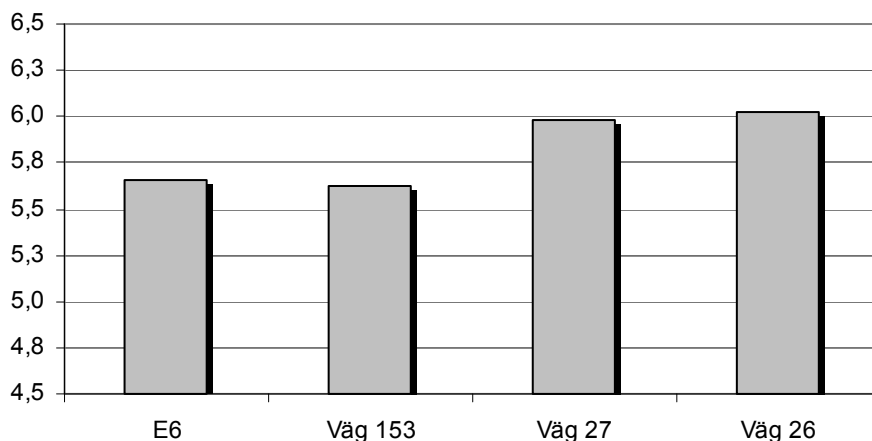
De studerade referensvägarna finns i Hallands och Jönköpings län. De studerade sträckorna var E6:an från Fjärås söder om Kungsbacka till Falkenberg, väg 153 från Varberg till Bredaryd, väg 27 från Gislaved till Värnamo och väg 26 från Öreryd till Torup.

Tabell 6.  
Specifikation av referensvägar T1.

	Vägbredd	Bärighet	Ytskikt	Sträcka
E6	11,2 – 13	BK 1	Belagd	63 km
Väg 153	7 – 8	BK 1	Belagd	93 km
Väg 26	5,6 – 13	BK 1	Belagd	75 km
Väg 27	8–13	BK 1	Belagd	42 km

Sammantaget gjordes drygt 5 000 observationer under januari till april 2002. Dessa representerar ca 34 000 km körning och 20 000 liter diesel. Vägarna 26 och 27 nyttjades framför allt då T1 bar last. För att kunna jämföra bränsleförbrukningen mellan vägarna har den beräknats som ett aritmetiskt medelvärde för undergrupperna med respektive utan last för varje väg. Körning på E6an tillsammans med väg 153 gav den lägsta bränsleförbrukningen.





Figur 16.  
Bränsleförbrukning för T1 på referenssträckor

Skillnaden i bränsleförbrukning för dessa referensvägar var mindre än i studien i Jämtland, endast några procentenheter, se figur 16. Medelhastigheten på E6:an var vid de gjorda observationerna 89 km/h, på väg 153 var den 78 km/h, på väg 27: 77 km/h och på väg 26: 75 km/h.

Resultaten för T1 indikerar att en sämre vägstandard ger en högre bränsleförbrukning och en lägre medelhastighet. För de studerade referensvägarna gav transport på E6:an en bränsleförbrukning som var 4 % lägre och en hastighet som var 14 % högre än de övriga vägarna.

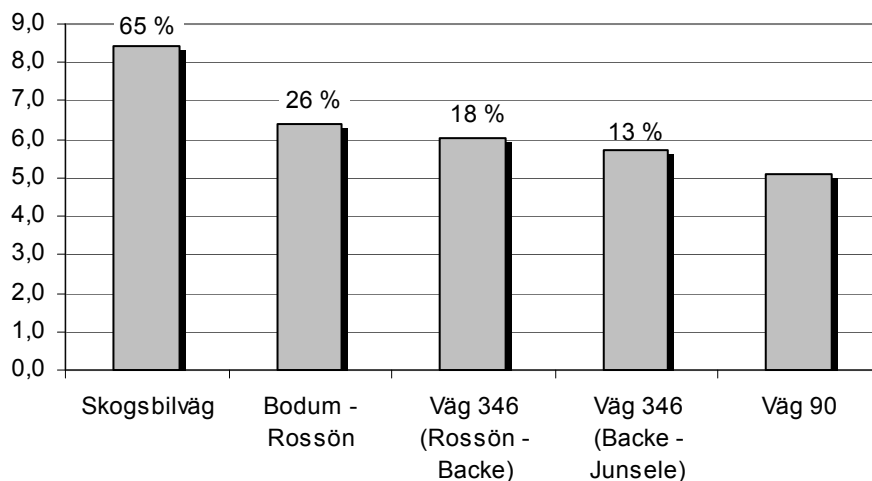
### Fallstudier

Transportuppdrag åt skogsnäringen är till sin natur i ständig förändring. Avverkningar flyttar från plats till annan och därmed även transportererna. Därför var det svårt att veta vilka skogsbilvägar som skulle nyttjas innan transportbeordring skedde.

I syfte att ytterligare undersöka spännvidden av hur vägstandard påverkar bränsleförbrukning och fordonshastighet gjordes några fallstudier av de transporter som registrerats i Transmit. Metoden baseras på att typiska transportuppdrag identifieras i efterhand (en specifik transport som genomförts vid upprepade tillfällen). Transporten analyseras sedan steg för steg såsom den registrerats med tid, position, sträcka och förbrukning. Metoden är synnerligen tidskrävande varför endast ett mindre antal transporter analyserades.

#### **Fallstudie 1 – T2 transport från Degervattnet till Bollstabruk**

För perioden okt t.o.m. januari kördes ett flertal transporter från ett skogsområde beläget ca 15 km nordväst om Backe. Från det givna avlägget har ett 60-tal transporter utförts till Bollstabruk norr om Kramfors. Transporten var totalt ca 125 km. I figur 17 redogörs för hur bränsleförbrukningen varierade från avlägg till industri och de vägnavn som passerades. Angiven bränsleförbrukning avser endast körning med last.



**Figur 17.**  
*Variation av bränsleförbrukning vid transport från avlägg till industri, T2.*  
*Avser endast körning med last.*

Det finns ett tydligt samband mellan vägstandard och bränsleförbrukning. Allteftersom skogsbilen lämnar avlägget och närmar sig industrin sjunker bränsleförbrukningen. Bränsleförbrukningen var omkring 26 % högre vid transport på den sämsta belagda vägen jämfört med den bästa. Vid transport längs skogsbilväg var förbrukningen hela 65 % högre.

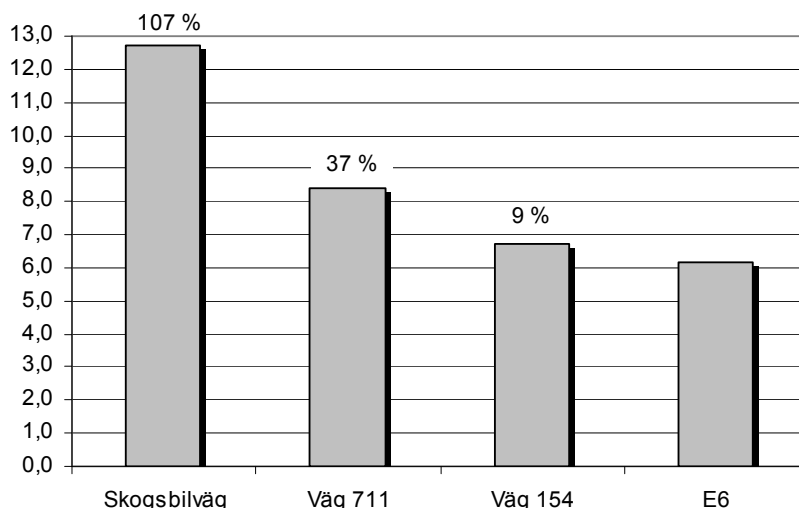
***Fallstudie 2 – T1 transport från Attarp till Värö bruk.***

Fallstudien av T1 avser en transport som började på en skogsbilväg i Attarp ca 20 km nordost om Falkenberg. Transporten var totalt 61 km och slutade på Värö bruk. Mellan den 13:e och 21:a mars genomfördes 11 transporter från detta avlägg. Skogsbilvägen var ca 3 km lång, därefter övergick transporten till väg 711 som var 9 km lång med en vägbredd på mellan 5,6 – 6 m. Transporten fortsatte i 8 km längs väg 154 med en bredd på mellan 8 och 9 meter, därefter skedde transporten längs E6:an till slutdestination. Generellt kan sägas att vägstandarderna ökade från avlägg till industri.



**Figur 18.**  
*Skogsbilväg och avlägg fallstudie 2.*

I figur 18 ovan åskådliggörs utseende på skogsbilväg och avlägg i fallstudie 2. I figur 19 nedan redovisas resultatet från de registrerade transportererna.



Figur 19.  
Bränsleförbrukning per väg med last, fallstudie 2 T1.

Ett tydligt mönster framträder där bättre vägförhållanden ger en lägre bränsleförbrukning. Vid transport längs E6:an uppgick förbrukningen till omkring 6,1 l/mil. För en betydligt sämre belagd väg, väg 711, var den omkring 8,4 l/mil. På skogsbilvägen var förbrukningen ytterligare betydligt högre, omkring 12,7 l/mil. I körningen från avlägg till allmän belagd väg ingick dock ett signifikant höjdarbete varför bränsleförbrukningen på skogsbilvägen får betecknas som onormalt hög.

På de allmänna vägarna uppgick hastigheten till 57 km/h längs väg 711, 76 km/h längs väg 154 och 86 km/h längs E6. Skillnaden mellan bästa och sämsta allmänna vägen var således en 37 % högre bränsleförbrukning och en 34 % lägre hastighet.

### **Fallstudie 3 – T4 transport från Svenshult till Mörrums bruk**

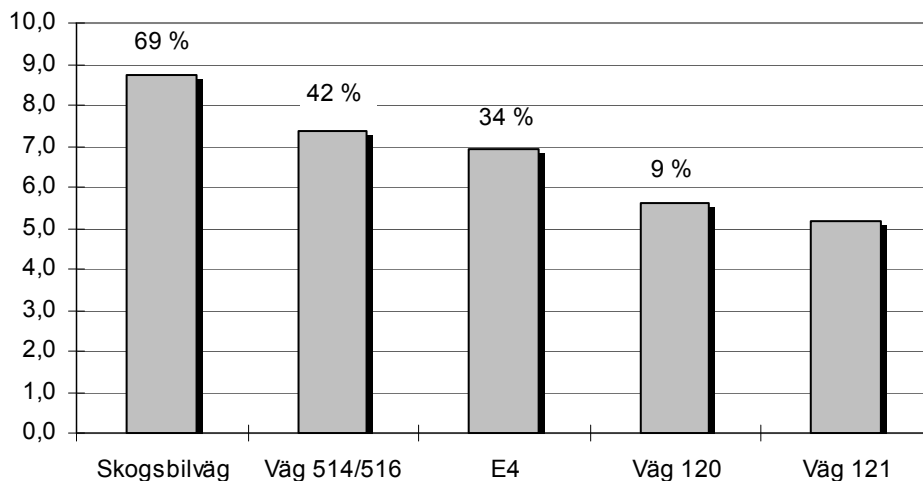
För perioden januari t.o.m. april 2002 identifierades ett avlägg vid Svenshult, ca 15 km norr om Markaryd, som ett flertal transporter utgick från. Totalt genomfördes 23 transporter från området under perioden. Nedan återges data för de 8 transporter som gick till Mörrum, se figur 19.

Den studerade transporten omfattade 3 km körning på skogsbilväg och 8 km körning längs sämre belagd väg följt av 96 km längs bättre belagda vägar, totalt 107 km. Transporten skedde på de väg 514/516 med en vägbredd på 3,7 – 5,1 m, följt av E4 (6–13 m), väg 120 (6,5 – 9 m) och väg 121 (6–13 m). Samtliga allmänna vägar hade bärighetsklassen BK 1.





Figur 20.  
Fallstudie 3, en transport (röd linje) från Svenshult norr om Markaryd till Mörrums bruk.



Figur 21.  
Fallstudie 3, bränsleförbrukning längs olika vägar från Svenshult till Mörrums bruk.

I figur 21 redovisas en sammanställning av resultatet från fallstudien. Bränsleförbrukningen var betydligt högre för den sämsta belagda vägen (väg 514/516) jämfört med den bästa (väg 121). I detta fall var skillnaden 42 %. Bränsleförbrukningen på skogsbilvägen var ännu högre. I detta fall 69 % högre än den bästa belagda vägen.

Vid mätning på mycket korta sträckor kan ett enskilt accelerationsmoment från stillastående få stor påverkan på medelförbrukningen. Detta torde dock inte vara något märkbart problem på sträckor längre än några kilometer. Körningen på E4:an är relativt kort, ca 7 km, och inkluderar genomfart av Traryd vilket kan antas ha synbar påverkan på bränsleförbrukningen.

## Diskussion

Bränsleförbrukningen är en konsekvens av de fordon (teknik och slitage), den yttre miljö (vägar, trafikintensitet och väglag), de förare som kör och fordonets fyllnadsgrad. De lastbilar och förare som ingår i studien har valts bl.a. i syfte att vara representativa för timmertransporter i svensk skogsnäring. I studien ingick både scania- och volvolastbilar, med både anställda och ägare som förare. Bilarna kördes både i två och tre skift och både i Norrlands inland och i Götaland.

Datainsamlingen togs i skarp drift i januari 2001 för Jämtfrakts bilar och i juli för Södras bilar. Datainsamlingen före juli 2001 på Södras bilar stördes av att Södras KOLA (Kommunikation Lastbil) installerades under denna period. Sedan transmitapplikationen tagits i skarp drift har datainsamling pågått under hela perioden för tre av fordonen. Det fjärde fordonet (T3) har störts bl.a. av hårdvaruhaverier (hårddisk, pekskärm och antenner) till följd av vibrationer och kyla. Fordonet var även ur drift under ett par månader hösten 2001.

Sammantaget har data registrerats för 70 % av dagarna sedan skarp drift påbörjades, vilket motsvarar ca 72 000 mils körning. Uppgifterna kan därför antas vara representativa för rundvirkestransporter i skogsnäringen. Valda delar av resultaten, t.ex. de uppmätta variationerna i bränsleförbrukning på det allmänna vägnätet, torde även vara applicerbart på transportnäringen i stort.

De uppgifter som registrerats i Transmit har kalibrerats med tankad volym enligt pump och körd sträcka enligt lastbilarnas trippmätare. Transmitsystemet uppvisade en god noggrannhet med ett medelfel på 3 %. Uppgifter redovisade i denna rapport är justerade enligt genomförd kalibrering.

Medelförbrukningen för timmerbilarna i projektet, se tabell 4, var högre än vad som anges för motsvarande bilar på nationell nivå 0,0251 l/tonkm och 5,40 l/mil (Hammarström & Mohammad-Reza, 2000). I en äldre studie baserad på driftstatistik, anges bränsleförbrukningen till 6,00 l/mil för 3-axlig skogsbil med släp (Lindkvist & Gustavsson, 1980). Resultaten i denna studie ligger således närmare den äldre studien. Vid jämförelser bör dock läsaren ha i åtanke att bränsleförbrukningen är en konsekvens av de lastbilar (teknik och slitage), de förare (skicklighet) och de vägar som studeras. Dessutom har fyllnadsgraden en stor påverkan, om transportererna är effektiva d.v.s. att en stor del av körningen sker med last kommer bränsleförbrukningen vara högre än vid mindre effektiva transporter. I denna studie tar vi hänsyn till detta genom att både redovisa den totala bränsleförbrukningen samt även för enbart körning, med respektive utan last.

### Höjdarbetets påverkan

De geografiska förutsättningarna för skogstransporter gör att varuflödet generellt sett är enkelriktat. Detta medför att körning med last på en specifik väg normalt sker i den ena riktningen. För vägar med en negativ höjdskillnad mellan start och stopp kommer således gälla att körning med last överlag sker i svagt medlut och utan last i svagt motlut. Vid de presenterade analyserna av bränsleförbrukning i relation till specifika vägar har antagits att höjdarbetet i sig inte har någon signifikant påverkan, den högre förbrukningen vid körning i

uppförsbackar kompenseras av den lägre förbrukningen i nedförsbackar. Detta antagande stöds av tidigare forskning. ”Beträffande lutningsmotstånd blir den resulterande medelförbrukningen för körning uppför och nerför i stort sett oberoende av lutning så länge som inte bromsning sker vid körning nerför. Om bromsning förekommer ökar förbrukningen med ökande lutning.” (Hammarström & Mohammad-Reza, 2000). Om förarna tvingas bromsa bort lägesenergin tolkar vi det som en indikator på sämre vägstandard, där även kurvighet, tjälskador och andra vägregrelaterade störningar påverkar körningen och ger en högre bränsleförbrukning.

### **Vägstandardens påverkan på bränsleförbrukningen**

Det har visats finnas brister i förarnas registreringen av aktuell väglklass. Bristerna omfattar både att förarna glömt att registrera förändringar och att väglklasserna tolkas olika av förarna. Det ger en osäkerhet om hur stor andel av transporter som kördes på olika väglklasser. Registreringen har också medfört att det finns en utjämning av skillnaden i bränsleförbrukning mellan väglklasserna. Resultaten indikerar dock tydligt att vägens standard har en signifikant påverkan på bränsleförbrukningen.

Med hjälp av den utvecklade funktionen för referenssträckor uppnås en hög säkerhet beträffande vilken väg som förbrukningen refereras till. Det är även möjligt att i efterhand korrelera dessa referenssträckor till en definition av väglklasser. Metoden är väl lämpad för att påvisa eventuella skillnader mellan specifika vägar. Valet av referenssträckor påverkar dock andelen av transporter som sker på olika vägar (väglklasser) och den spännvidd av vägtyper som analyseras.

Spännvidden av de vägtyper som nyttjats som referensvägar är mindre för T1 än för T2. Det var därför väntat att skillnaden i bränsleförbrukning skulle vara mindre för T1 på dess referenssträckor.

Data för referenssträckorna på Brännvinsstigen utgör ett unikt material. Generellt är det svårt att finna vägar där övriga faktorer såsom vägbredd, höjdarbetet, kurvighet och väglag är likartade och den enda skillnaden är beläggningen. Vägar med en sämre (eller obefintlig) beläggning håller normalt en generellt sämre standard. På Brännvinsstigen är det möjligt att isolera effekten av olika vägbeläggning på bränsleförbrukning och hastighet.

Fallstudierna ger en god bild av hur bränsleförbrukningen varierar över ett transportuppdrag och mellan specifika vägar. Sammantaget har transporter från tre olika avlägg analyserats med denna metodik. Den analyserade mängden är därför för liten för att kunna bedöma hur stor andel av transporter som sker på olika väglklasser/vägar.

### **Driftstatistik**

En timmerbil kördes av två till tre förare i skift. Dessa producerade i genomsnitt ca 800 tonkm/h. Beroende på skiftsform kördes fordonen mellan 170 000 km och 260 000 km/år. Medelförbrukningen var 5,96 l/mil eller 0,0280 l per producerad tonkm.

Ett arbetspass var i snitt 10,5 timme inklusive lastning, lossning och pauser. Under ett arbetspass fördelades 39 % av tiden till körning med last, 36 % till körning utan last, 15 % till lastning och 10 % till lossning. Godshantering,

d.v.s. lastning och lossning, tog i genomsnitt 53 minuter per vända. En vända var 175 km lång varav 93 km kördes med last. Medelhastigheten var 50 km/h oavsett om fordonet bar last eller inte.

Bränsleförbrukningen var ca 22 % högre för körning med fullt lass jämfört med tomt ekipage. Om ett fordon lastar 40 ton skulle en sänkt taravikt med 1 ton (från 20 till 19 ton) sänka medelförbrukningen med 0,28 % och samtidigt öka produktiviteten med 2,5 %. Omvänt ger en oförändrad taravikt men en ökad lastvikt med 5 ton (från 40 till 45 ton) en ökning av produktiviteten med 13 % samtidigt som bränsleförbrukning (l/mil) kan förväntas öka med 1,4 %. Den högre produktiviteten ger dock en sänkning av den totala bränsleförbrukningen (l). Nyttan av låga taravikter och vägar med hög bärighet är uppenbar.

### **Vägstandard**

Vägstandarden har visats ha en stor påverkan på bränsleförbrukningen. I den subjektiva klassning av vägar som förarna gjort var bränsleförbrukningen i genomsnitt 14 % högre på dåliga belagda vägar jämfört med bra belagda vägar. Jämförs grusväg med bra belagd väg var bränsleförbrukningen i genomsnitt 24 % högre. Dessa skattningar innehåller ett visst mått av utjämning mellan klasserna då förarna inte alltid registrerade varje förändring av vägklass. Den verkliga skillnaden kan därför förväntas vara större.

Detta bekräftas i de fallstudier som genomförts. Ett 50-tal transporter har analyserats från det att virket lastats på skogsbilväg till det lossats vid industri. Dessa fallstudier indikerar att förbrukningen på de sämsta belagda vägarna är 25–40 % högre än förbrukningen på de bästa belagda vägarna. Förbrukningen på skogsbilvägarna var 65–70 % högre än på de bästa belagda vägarna.

Produktiviteten är starkt avhängig fordonets medelhastighet. Bränsleförbrukningen är en stor komponent i transportkostnaden. Medelhastighet och bränsleförbrukning beror båda av vägstandarden. En högre vägstandard ger lägre bränsleförbrukning och högre medelhastighet. I princip råder ett 1:1 förhållande, där 10 % högre medelhastighet ger 10 % högre produktivitet. Det råder därmed ett direkt samband mellan vägstandard, lastbilarnas produktivitet och skogsbrukets transportkostnad. Vägstandarden är på så vis en nyckelfaktor för transporteffektivitet.

Bra vägar har tidigare visats höja trafiksäkerheten samt stödja ett rationellt skogsbruk. Denna studie visar att bra vägar sänker bränsleförbrukningen och därmed kostnaden för och miljöbelastningen av lastbilstransporter.

### **Behov av framtida forskning och utveckling**

Bränsleförbrukning och transporthastighet har ett direkt samband med den väg som nyttjas. Vid transportplanering bör därför inte bara kortast sträcka prioriteras. Vägvalet bör i stället göras på en samlad bedömning av transportkostnaden, d.v.s. körtid och bränsleförbrukning. För att möjliggöra en transportplanering med denna metod kan den i projektet skapade transportdatabasen appliceras på en allmängiltig vägklassificering. Den Nationella Vägdata-basen (NVDB) utgör ett uppenbart alternativ.

Ytterligare en metod att sänka bränsleförbrukningen i framtiden är att förbättra standarden på vägnätet. För att rätt kunna prioritera åtgärder krävs kunskap

om trafikintensitet och potentiell förbättring av bränsleförbrukning vid olika vägstandarder. Även i detta fall kan en metod vara att insamlade transportdata fördelas på de vägklasser som nyttjas av vägghållare (Vägverket och skogs-näringen). NVDB framstår återigen som ett intressant alternativ.

## Referenser

- Carlsson, B. & Lindskog-Johansson, E. 2000. Transmit – Manual mobil Programvara. Hogia Innovation 2000-11-22. 16 s.
- Carlsson, B. 2002. Seminariepresentation, teknisk lösning och mobil programvara. Hogia Innovation Presentation. 2 s.
- Hammarström, U. & Mohammad-Reza, Y. 2000. Uppskattning av representativa bränslefaktorer för tunga lastbilar – Intervjuundersökning. VTI Rapport 445 2000. 63 s.
- Johansson, A. 2001. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2000: ett år med vind och vatten. SkogForsk, Resultat nr 7, 2001.
- Jönsson, A. 2000. Litteraturstudie TRANSMIT – faktorer som påverkar en rundvirkeslastbils bränsleförbrukning. SkogForsk, Arbetsrapport nr 453. 19 s.
- Lindholm, E.-L. & Berg, S. 2001. Från planta till plankan – en livscykelanalys på svenskt skogsbruk. SkogForsk, Resultat nr 4, 2001.
- Lindkvist, A & Gustavsson, B. 1980. Lastbilskostnader. Transportforskningskommissionen Rapport 1980:6.
- Löfroth, C. 2002. Transmit – Specifikation lastbilar. SkogForsk, Stencil 2002-06-26. 3 s.



## Kalibrering av ringkolvmätare

Hogia Innovation AB  
444 28 STENUNGSUND

Handläggare, enhet / <i>Handled by, department</i> / <i>Page</i>	Datum / <i>Date</i>	Beteckning / <i>Reference</i>	Sida
Bengt Börjesson, Mätteknik +46 33 16 54 88, bengt.borjesson@sp.se	2002-05-08	MTvF209038	1 (28)

### Identifiering

Objekt Ringkolvmätare fabrikat Siemens VDO Automatic AG  
(EDM 1404) s/n 3800608.  
Nominell K-faktor 322 p/l.

Objektets tillstånd Vid ankomsten var objektet utan synliga skador.

Ankomstdatum 2002-05-02

Kalibreringsort Borås

Kalibreringsdatum 2002-05-06

### Mätmetoder och -rutiner

Mätaren har kalibrerats volymetriskt med flygande start och stopp i mätbänk ”Holms bänk” mot volymnormal.

### Mätförhållanden

Rumstemperatur 20,0 ±0,5 °C.

Provvätska Exxsol D120, densitet +20 °C, 820 kg/m<sup>3</sup>, kinematisk viskositet 5,2 cSt vid +20 °C.

### Resultat

Till flöde l/h	Från flöde l/h	Diff flöde l/h	Tryck MPa	Temperatur °C	K-faktor p/l	Felvisning (%)	Mätosäkerhet (%)
200	171	29	0,15	20	315,4	-2,1	±0,3
200	183	17	0,15	21	314,4	-2,3	±0,7
200	199	1	0,14	21	340,6	+5,8	±2,0
60	30	30	0,12	21	312,7	-2,9	±0,3
60	45	15	0,12	21	307,1	-4,6	±0,3
60	58	2	0,12	21	212,7	-34,0	±1,0

Resultaten avser enbart det objekt som är specificerat i detta dokument.

$$\text{Felvisning (\%)} = \frac{\text{Mätarens K - faktor} - \text{Nominell K - faktor}}{\text{Nominell K - faktor}} \times 100$$

Den angivna utvidgade mätosäkerheten är produkten av standardmätosäkerheten och en täckningsfaktor  $k = 2$ , vilket för en normalfördelning svarar mot en täckningssannolikhet av ungefär 95 %. I standardmätosäkerheten ingår uppskattade osäkerhetsbidrag från alla faktorer som ansetts påverka mätningen. Standardmätosäkerheten har bestämts i enlighet med EAs publikation EA-4/02 (tidigare EAL-R2). Hänsyn har ej tagits till det kalibrerade objektets långtidsstabilitet.

## Spårbarhet

*Mätresultaten är genom kalibrering av mätplatsens normaler spårbara till de svenska riksmätplatserna för volym, massa, längd, temperatur samt tid och frekvens. Vattnets densitet har beräknats enligt PTB-Mitt. 100 3/90 och luftens densitet enligt rapport BIPM-79/10.*

## Utrustning

Mätutrustning	Kalibreringsdokument
Volymnormal 5 l	01-D96057
Volymnormal 0,5 l	01-D94113
Temperaturinstrument Comark	MTvP101956-17

## SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut Mätteknik, MTv

Kerstin Mattiasson      Bengt Börjesson  
Tekniskt ansvarig      Teknisk handläggare