

Transmit

– Förarnas påverkan på bränsleförbrukning
och utbildning i sparsam körning

Mattias Forsberg & Claes Löfroth



Omslag: Älmhultsbilen Södra Skog, Roland Bernersson, Anders Skoglund och Bengt-Å Bengtsson. **Foto:** Claes Löfroth

Ämnesord: Sparsam körning, Heavy Ecodriving, lastbil, bränsleförbrukning

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 produktionseffektivitet. 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
Individens påverkan på bränsleförbrukningen	5
Heavy EcoDriving – utbildning i sparsam körning.....	6
Metod.....	7
Beskrivning av utbildningsmomentet	8
Beskrivning av studieobjekt.....	9
Resultat	10
Förarnas påverkan på bränsleförbrukningen	10
Utbildning i sparsam körning.....	13
Förändringar på kort sikt.....	14
Förändringar på lång sikt.....	15
Förarnas synpunkter på utbildningen	15
Diskussion	16
Referenser.....	18
Bilaga 1 Förarnas synpunkter på utbildning i Heavy EcoDriving – Enkät svar	19

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 72 000 mils körning. Under projekttiden deltog samtliga förare i en utbildning i sparsam körning s.k. Heavy EcoDriving.

I denna rapport redovisas omfattningen av förarnas påverkan på bränsleförbrukningen och hur förbrukningen påverkades av utbildning i sparsam körning.

Föraren har en tydlig påverkan på bränsleförbrukningen. Jämförelser mellan förarna på samma bil gav skillnader i medelförbrukning på mellan 1 och 8 % på årsbasis. De förare som hade en generellt lägre förbrukning presterade normalt bättre på alla typer av referenssträckor.

Det finns en stor variation i den bränsleförbrukning som varje individ presterar. I fallstudier på referenssträckor varierade den med ± 15 % för en enskild förare.

Potentialen att sänka bränsleförbrukningen till följd av ett förändrat förarbete torde därför vara betydande.

Vid utbildning i sparsam körning, Heavy EcoDriving, noterades förbättringar för bränsleförbrukningen på i genomsnitt 10 %. Hastigheten ändrades inte.

På lång sikt, d.v.s. 3–10 månader före utbildning jämfört med 6–10 månader efter utbildningen, sänktes bränsleförbrukningen med 3–5 %. Variationen mellan individer var dock stor.

Flera faktorer noterades som bidrar till att den momentana förbättringen vid utbildningen inte är uthållig på lång sikt. Flera av dessa faktorer är inbyggda i utbildningens genomförande.

Inledning

Bakgrund och syfte

Behovet att minska bränsleförbrukningen och miljöbelastningen vid transporter med lastbil är stort. Skogsnäringen är en bransch där ett omfattande transportarbete utförs med lastbil. Skogsbruket transporterar årligen ca 60 miljoner m³ 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 kr¹. Dieselpriiset kan förväntas att öka snarare än att minska, och vid projektets början hade beskattningen precis ökat med 25 öre per liter. Bränsleförbrukningen för Sveriges virkesfordon har uppskattats till ca 150 000 m³ per år, och den årliga miljöeffekten är beräknad till ca 400 000 ton CO₂ och ca 4 200 ton NO_x (Lindholm & Berg, 2002).

Framväxten av informativa vägdatabaser, med Nationella vägdatabasen (NVDB) som den mest omfattande satsningen, ger tillsammans med moderna transportplaneringssystem nya möjligheter att ta hänsyn till förbrukning och miljöbelastning vid planering av transporter. Med tillgång till indata med hög upplösning om vägarna kan vägvalet göras 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 faktorer och 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 och 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 för automatisk datainsamling.

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

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

I denna rapport redovisas analysresultat och erfarenheter om förarnas påverkan på bränsleförbrukningen samt effekter av utbildning i sparsam körning.

¹ 170 000 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.

Individens påverkan på bränsleförbrukningen

Individens påverkan på bränsleförbrukningen har varit fokus i en uppsjö av studier. Studier har gjorts för att beskriva ett optimalt körbeteende. Det normala tillvägagångssättet har varit att kombinera empiriska studier med teoretiska beräkningar av bränsleförbrukning baserade på specifikation av motor, växellåda samt antaganden om gaspådrag och effekt. Ur dessa samband har ett optimalt körmönster kunnat beskrivas. I dessa studier har tekniken varit i fokus, vilket ofta ger tydliga samband med säkra resultat. Exempelvis publicerades i mitten av 80-talet en studie som bl.a. beskrev optimalt körbeteende med för den tiden aktuell motorteknik (Laurell, 1985).

Betydligt svårare är det att mäta i vilken omfattning förare praktiserar ett visst beteende före respektive efter en utbildning i sparsam körning. Detta har dock varit fokus för ett flertal studier. Ofta görs studier på testlingor under korta tidsperioder. Tyvärr varierar den vetenskapliga vederhäftigheten i dessa (Wählberg, 2002). En samlad bedömning av dessa källor är dock att potentialen att sänka bränsleförbrukningen för tunga fordon till följd av ett förändrat förarbeteende ligger inom intervallet 5–15 % (Ecotraffic R&D, 1999).

Att utbilda förare i sparsam körning torde därför vara ett sätt att sänka bränsleförbrukningen. Det finns ett flertal exempel på initiativ att sprida kunskap om hur bränsleförbrukningen kan sänkas genom en mer effektiv körstil. Ofta tar samhället en tät position i dessa kampanjer, exempel finns bl.a. i England, Finland och Sverige. Även andra typer av organisationer driver denna fråga bland dessa finns både fordonsleverantörer och arbetsgivarorganisationer (Europa kommissionen, 2001).

Enbart kunskap torde dock inte räcka i längden om inte förarna själva är motiverade och har en målsättning att sänka sin bränsleförbrukning. Utbildningen genomförs därför ofta tillsammans med åtgärder i syfte att befästa rutiner för fordonsuppföljning, kommunicera en målformulering och fördela belöningar då förbättringar uppnås (Energy Efficiency Best Practice Programme, 2001:A). En tydlig koppling finns till de miljöledningssystem som företaget arbetar med. Arbetet med att sänka bränsleförbrukningen kan med fördel implementeras i företagets miljöledningssystem (Energy Efficiency Best Practice Programme, 2001:C).

Sparsam körning anses ha flera positiva effekter. Förutom sänkt bränsleförbrukning bidrar den till mindre fordonsslitage med reducerade underhållskostnader som följd, färre olyckor och lägre försäkringspremie, arbetsmiljö med mindre stress samt reducerad miljöpåverkan, vilket sammantaget ger förbättrad företagsimage (Högnäs, 2001). Ett tydligt samband mellan sparsam körning och dessa effekter har dock ofta varit svår att påvisa.

För att kunna visa om förarna har en påverkan på bränsleförbrukningen krävs att ett flertal faktorer ingår i analysen. Det har tidigare visats att bränsleförbrukningen för timmertransporter påverkas av val av fordon, vilka vägar som nyttjas, årstid samt om fordonet bär last eller ej (Forsberg, 2002).

Föraren är dock inte den enda faktorn i ekipaget som kan påverkas för att sänka bränsleförbrukningen. För att uppnå maximal reduktion av bränsleförbrukningen krävs även andra typer av åtgärder. Fordonets utseende och dess utrustning har en stor påverkan på bränsleförbrukningen. Exempelvis kan bränsleförbrukningen sänkas med upp till 10 % om en fjärtransportbil utrustas med fullständiga vindavvisare. Möjligheten att påverka bränsleförbrukningen med en förbättrad aerodynamik beror dock både på fordonstyp samt medelhastighet (Volvo, 2000 & Energy Efficiency Best Practice Programme, 2001:C).

Heavy EcoDriving – utbildning i sparsam körning

Utbildning i sparsam körning bedrivs i flera olika former och är i dag en etablerad utbildning. Heavy EcoDriving är för närvarande den vanligaste utbildningen i Sverige. Utbildningen har sitt ursprung i Finland. Den har anpassats till svenska förhållanden av Sveriges Trafikskolors Riksförbund (STR) och Transportfackens Yrkes- och Arbetsmiljönämnd (TYA) med stöd av Vägverket och Statens Energimyndighet. Den praktiska utbildningen genomförs av STR ackrediterade körskollärare (EcoDriving International, 2000).

I korthet består utbildningen av två moment dels ett enskilt praktikmoment, dels en teorilektion i grupp. Praktikmomentet består av att eleven kör två gånger på en slinga på allmänna vägar. Det första varvet körs ”som vanligt” och läraren studerar eleven för att identifiera de moment som kan förbättras. Efter rundan ges återkoppling till eleven om vad som kan förbättras samt allmänna råd för att sänka bränsleförbrukningen. Under det andra varvet ges löpande återkoppling till eleven om hur denne bör agera. Under en halv dags teorilektion behandlas bl.a. fundamenta inom bränsleförbrukning såsom hur energin används i motorn, underhåll, däck, kallstarter och körteknik. Man går också igenom och diskuterar de praktiska momenten och hur bränslebesparingen uppnåddes vid körningen.

Metod

Materialet i denna rapport är en sammanställning av data med flera ursprung. De studerade fordonen och förarna är dock desamma för samtliga dataset. Huvudmaterialet härrör från Transmitprojektet där driftsdata för fyra timmerbilar har samlats under 1 – 1,5 års tid. Dessa data avser bl.a. fordon, förare, väglag, last, väglag, bränsleförbrukning och körsträcka. (Forsberg m.fl., 2002). Detta material har kompletterats med:

1. Åkeriernas interna uppföljning (körd sträcka och bränsleförbrukning per månad) av samma bilar eller motsvarande för perioden 1998 – 2002. Uppgifterna baseras på körjournal (trippmätare och tankningar) samt fakturaunderlag. De används som referensmaterial i studien.
2. Körskolans mätning av körd sträcka, tid och bränsleförbrukning vid utbildning i Heavy EvoDriving. Dessa mätningar gjordes med instrumentet Econen alternativt fordonets färd dator (Dynafleet). Transmitapplikationen användes parallellt med dessa under utbildningen.
3. Enkätundersökning av förarnas uppfattning om utbildningen. Enkäten genomfördes av SkogForsk omedelbart efter utbildningen i sparsam körning. Respondenter var 10 av Södras förare, varav 6 var förare på T1 och T4. Övriga körde flisbil.

För att kunna kontrollera vägstandardens påverkan har referenssträckor nyttjats. Ett antal sträckor med start- och slutpunkt identifierades på vägar som kontinuerligt nyttjades av lastbilarna. Med hjälp av GPS kunde applikationen automatiskt och kontinuerligt kontrollera fordonets position och initiera mätningar på referenssträckorna. Denna funktionalitet installerades i T1 och T2.

Utbildningens påverkan på bränsleförbrukningen kan analyseras på kort och lång sikt. Ofta förekommer bedömningar av utbildningens ”effekt” där den anses vara skillnaden i bränsleförbrukning mellan det första och andra varvet under utbildningen. I denna studie presenteras hur bränsleförbrukningen har påverkats både i samband med utbildningen och på lång sikt. Förändringen på kort sikt mäts således som skillnad mellan den första och andra rundan under utbildningen. Förändring på lång sikt mäts som genomsnittlig bränsleförbrukning per månad i praktisk drift.

För att kunna följa en eventuell förändring av bränsleförbrukningen krävs att externa påverkande faktorer hålls konstant eller att data kompenseras för deras förändring. För timmertransporter har bl.a. fordonsspecifikation, transportuppdrag, vägstandard och årstid en signifikant påverkan på bränsleförbrukningen. Variationer i fordonsspecifikation och vägstandard gör att det inte är rimligt att jämföra bränsleförbrukning mellan fordonen. Analyser kan således endast göras inom ett kluster som avgränsas till ett fordon. Vid kontroll av fordonens arbetsområde har inga större förändringar observerats. Det är därför rimligt att antaga att vägstandarderna för respektive fordon var konstant under perioden. För två av fordonen, T2 och T3, finns förbrukningsdata för samma årstid (januari till april) före respektive efter utbildningen. Bränsleförbrukningen kan även korrigeras med beräknad säsongsvariation från (Forsberg, 2002) och därmed jämföras för samtliga data. En metod att jämna ut varia-

tioner i transportuppdrag, framför allt fyllnadsgrad, är att endast studera körning med last.

En sparsam körstil torde vara en konsekvens av bl.a. accelerations- och växlingsmönster, bromsfrekvens, hastighet och fordonsspecifikation. Denna studie syftar inte till att beskriva vad en sparsam körstil är och i vilken omfattning förarna praktiserar detta. Vi utgår i stället från att bränsleförbrukningen är en indikator på sparsam körning och att körstilen kan skattas genom att hålla övriga påverkande faktorer konstant.

Beskrivning av utbildningsmomentet

En del av transmittprojektet bestod i att studera hur bränsleförbrukningen påverkades av utbildning i sparsam körning. Samtliga förare deltog i en utbildning enligt Heavy EcoDriving konceptet. Utbildning av JF Skogs förare genomfördes vid två tillfällen, den 5:e juni och den 2:a oktober 2001. Södras förare deltog samtliga i utbildning den 5:e oktober 2001. Yttre förhållanden under utbildningen kan därför anses vara konstant för Södras förare. Viss skillnad finns för JF Skogs förare, bl.a. körde de på något olika slingor. Utbildare var Z-trafikskola i Östersund och Murtans trafikskola i Falkenberg. Vid utbildningen körde förarna sina egna fordon. Samtliga hade ett fullt lass, d.v.s. en totalvikt av 60 ton. T2 och T3 kördes med kranen avställd.

Förarna fick under den praktiska utbildningen löpande information om momentan bränsleförbrukning antingen från Econen eller färddator.

Varje förare körde två gånger på slingan. Förutom föraren fanns även körskollärare samt forskare med i fordonet. Under det första varvet noterade körskolläraren vilka moment i körningen som kunde förbättras. Efter det första varvet avslutats beskrev läraren vilka moment som kunde förbättras, samt hur det kunde ske. Läraren demonstrerade olika moment i sparsam körning. Läraren gav även allmänna rekommendationer för att sänka bränsleförbrukningen:

- Högt motorvarv betyder större bränsleåtgång.
- Ha god framförhållning.
- Acceptera att hastigheten sjunker i uppförsbackar.
- Utnyttja rörelseenergin som en 60 tons lastbil har. ”Släpp gasen och kör på luft. Titta på bränslemätaren. Den visar 0 l/mil?”.
- Hoppa över vissa växelsteg.
- Accelerera upp farten med hjälp av terrängen.
- Håll ögonen på varvräknaren. Undvik för höga och för låga varvtal.

För att mer specifikt kunna utvärdera i vilka moment som bränsleförbrukningen ändrades hade slingan delats upp i 10–14 delsträckor. Under körningen registrerade forskaren i transmitsystemet när de olika delsträckorna kördes.

Beskrivning av studieobjekt

I studien ingår fyra fordon med totalt 10 förare. 9 av dessa var mycket erfarna med mer än 15 års yrkesvana. Fordonen kommer framgent benämnas Transmit 1–4 (ex. T1). De består av för svenska skogstransporter typiska timmerbilar. Två av bilarna (T2 och T3) körs på uppdrag åt JF Skogs AB och opererar huvudsakligen i norra Jämtland, del av transportererna sker dock både till den svenska och den norska kusten på motsvarande latitud. De andra två lastbilarna (T1 och T4) körs i Götaland i ett område som begränsas av Mönsterås, Mörrum, Falkenberg, Värö och Växjö (Forsberg, 2002). I tabell 1 nedan ges en kortare sammanfattning av fordonen (Löfroth, 2002).

Tabell 1.
Specifikation av lastbilar.

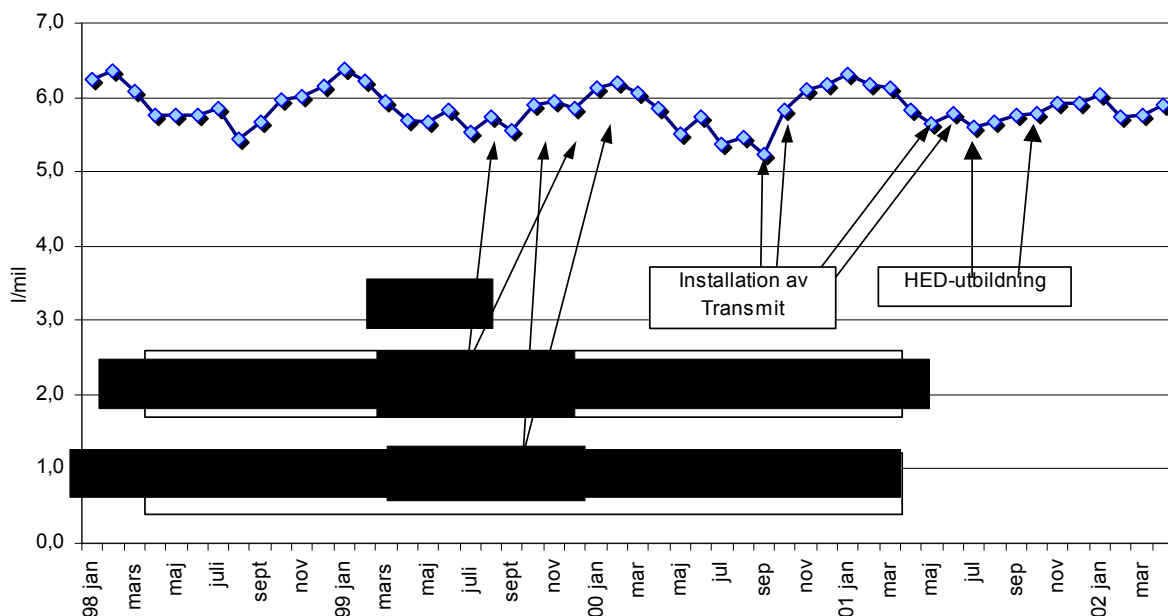
	T1	T2	T3	T4
Beteckning	Volvo FH16 6x4	Scania R144 6x2	Volvo FH16 6x4	Scania R144 6x4
Reg nr, årsmod	RGH 197, -00	JKG 833, -00	RHZ 311, -00	FDK 837, -99
Uppdragsgivare	Södra Skog	JF Skogs	JF Skogs	Södra Skog
Typ av transport	timmer	timmer	timmer	timmer
Transportavst.	85 km	78 km	116 km	87 km
Förare	3 (anställda)	2 (båda ägare)	2 (1 anställd)	3 (anställda)
Motor	6 cyl. 16 l 346 kW	V8 14 l 390 kW	6 cyl 16 l 382 kW	V8 14 l 390 kW
Tjänstevikt (inkl. släp)	21 370 kg	18 770 kg	19 540 kg	22 110 kg

De största skillnaderna mellan fordonen är att Södras bilar har en högre tjänstevikt till följd av fastmonterad kran och skjutbar boggie. T1 har en motor med lägre effekt och T2 har drivning enbart på en axel.

Yttre omständigheter har under projektets analysperiod, januari 2001 – april 2002, varit konstant. Med yttre omständigheter avses bl.a. typ av transportuppdrag, de vägar fordonen körs på, förare som kört fordonen, företags policy m.m. Förarna har haft kännedom om att deras fordon har studerats, de har även vid ett par tillfällen tagit del av översiktliga förbrukningsrapporter. Inga specifika åtgärder för att motivera förarna att köra sparsamt har vidtagits.

Resultat

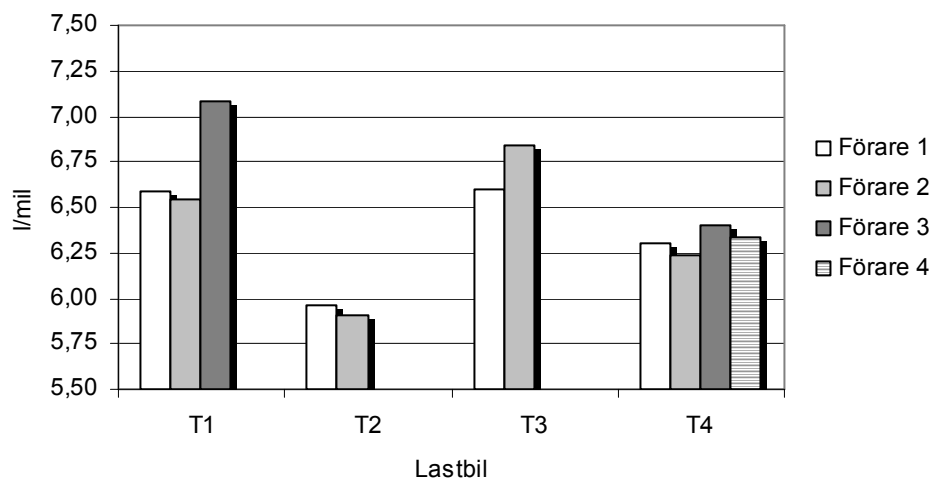
I figur 1 nedan återges hur bränsleförbrukningen har varierat under de senaste 4,5 åren för de förare som deltagit i projektet. Under 1999/2000 genomfördes bilbyten för samtliga förare. Redovisade uppgifter är medelvärde för samtliga förare/fordon.



Figur 1. Åkeriernas interna uppföljning av bränsleförbrukning, genomsnittlig förbrukning för samtliga fordon i studien.

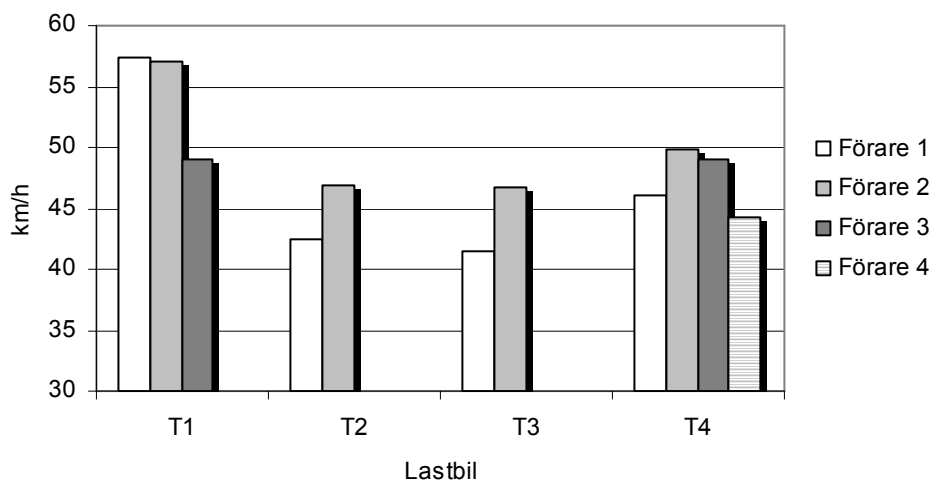
Förarnas påverkan på bränsleförbrukningen

I figur 2 nedan redogörs för den genomsnittliga bränsleförbrukningen per förare och fordon under projektets analysperiod.



Figur 2. Genomsnittlig bränsleförbrukning under analysperioden fördelad per förare och fordon.

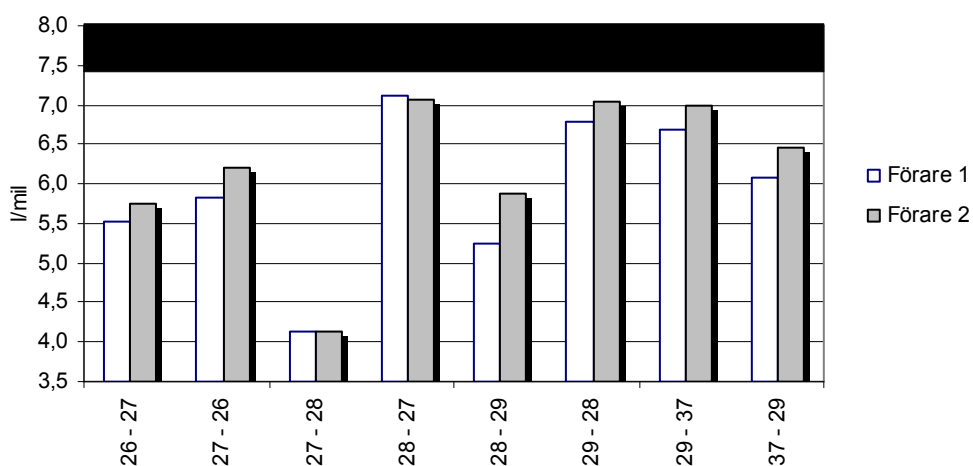
Skillnader i fordon, vägstandard och transportuppdrag gör att bränsleförbrukningen mellan lastbilarna skiljde sig med upp till 15 %. Jämförelser mellan förare kan därför enbart göras per fordon. På årsbasis skiljer sig bränsleförbrukningen mellan förarna med som mest 8 %. Den genomsnittliga skillnaden mellan högsta och lägsta bränsleförbrukning är 4 %.



Figur 3. Genomsnittlig hastighet under analysperioden fördelad per förare och fordon.

En högre medelhastighet ger generellt sett en högre bränsleförbrukning. Detta stämmer t.ex. för förare 1 och 2 på T3. Tvärtom så uppnår förare 1 och 2 på T1 en lägre bränsleförbrukning än förare 3 trots en högre medelhastighet (figur 3).

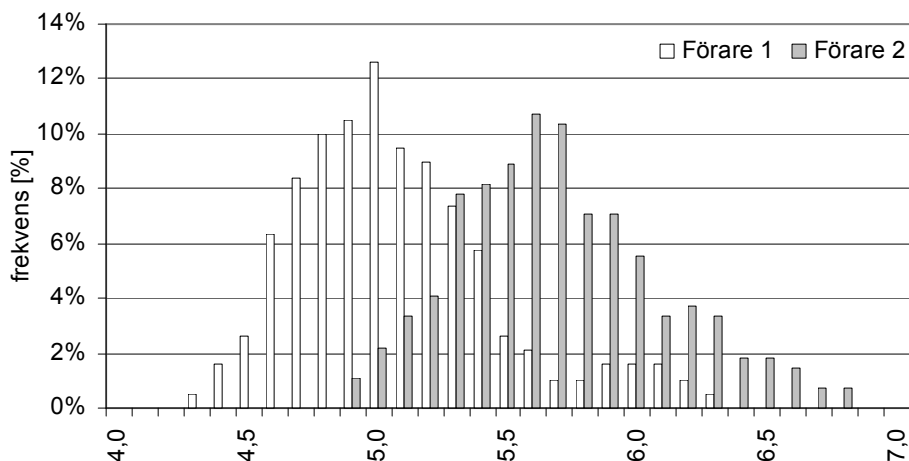
I figurerna 4 till 6 ges exempel med en högre detaljeringsgrad på hur bränsleförbrukningen påverkas av föraren. Redovisade data observerades efter förarna deltagit i utbildning i sparsam körning.



Figur 4. Genomsnittlig bränsleförbrukning för T2 på väg 346 med last fördelat per förare och referenssträcka.

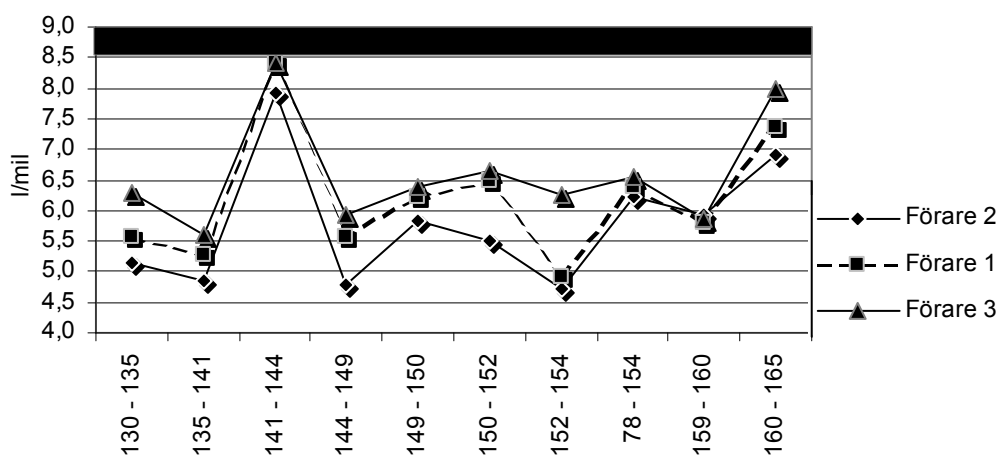
Figur 4 visar hur bränsleförbrukningen skiljde sig mellan förarna på T2 när de har kört på väg 346 mellan Backe och Hoting. Materialet avser perioden okt -01

till apr -02 och omfattar totalt 619 observationer. Varje referenssträcka kan köras från två håll (t.ex. 26–27 och 27–26). Från figur 2 framgick att skillnaden i bränsleförbrukning mellan förarna var liten, ca 1 procent. Skillnaden var dock större då en specifik väg studerades. I genomsnitt hade förare 2 en bränsleförbrukning som var 4,4 procent högre än förare 1. För enskilda sträckor var skillnaden i bränsleförbrukning upp till 12 %. Förare 2 höll en medelhastighet av 66,5 km/h, vilket var 2 km/h högre än förare 1.



Figur 5. Frekvensfördelning av bränsleförbrukning för Transmit 2 med last per förare på referenssträcka 28–29.

Figur 5 återger frekvensfördelningen av bränsleförbrukningen på en specifik referenssträcka. Variationen är $\pm 15\%$ (95 % konf.intervall). Data avser T2 med last. Sträckan förarna körde på var en del av väg 346 strax norr om Rossön och var 11 kilometer lång. Denna sträcka kördes totalt 104 gånger i sydlig riktning mellan okt -01 och apr -02. Figuren ger en ögonblicksbild av i vilken omfattning bränsleförbrukningen varierar trots att fordon, last, vägstandard och höjdarbete hålls konstant.



Figur 6. Genomsnittlig bränsleförbrukning för T1 på väg 153 fördelat per referenssträcka och förare.

Figur 6 visar den genomsnittliga bränsleförbrukningen för transport på väg 153 i västlig riktning för T1 med last. Serien är fördelad per förare och delsträcka. Materialet motsvarar totalt 596 observationer under perioden jan -02 till apr -02. Förare 2 som enligt figur 2 uppnådde den lägsta förbrukningen över hela året gör så även för de flesta av de studerade referenssträckorna. Skillnaden mellan förarna uppgår som mest till 25 % för en enskild referenssträcka. För hela väg 153 är skillnaden 13 %.

Medelhastigheten skiljer sig något mellan förarna. Förare 3 körde med den lägsta hastigheten (71 km/h), ca 1 km/h lägre än förare 2. Förare 1 hade en högre hastighet, 77 km/h. Även arbetstiden skiljde mellan förarna. Ett arbetsskift startade normalt vid en av tre tidpunkter, 04:00, 10:00 och 16:00. Skiften var fördelade mellan förarna så att förare 3 nästan uteslutande körde morgonskiften, förare 1 och 2 körde huvudsakligen eftermiddagsskiften.

Av resultaten presenterade i figurerna 2–6 drar vi slutsatsen att förarna har en tydlig påverkan på bränsleförbrukningen. Det tycks även som att den genomsnittliga förbrukningen över året är en god indikator på hur en enskild förare kommer att prestera i relation till andra förare på specifika vägar.

Utbildning i sparsam körning

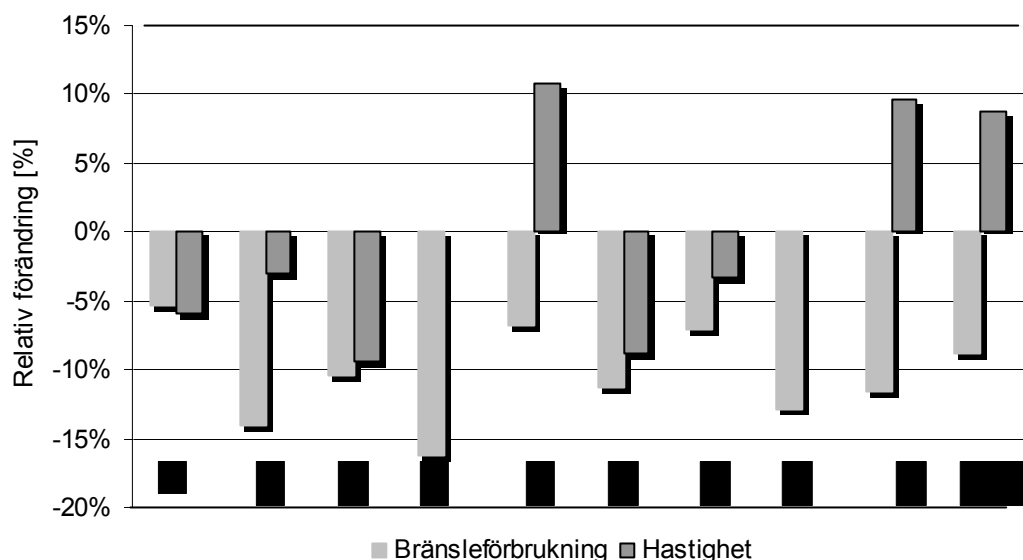
Slingan som den praktiska utbildningen genomfördes på var omkring 25 km i eller nära tätort (figur 7). Slingan har valts i syfte att innehålla flera pedagogiska exempel. Detta medför att slingan endast till viss del kan sägas likna typisk körning för en skogstransport.



Figur 7.
Utbildningsslinga Heavy EcoDriving, Östersund (vänster) och Falkenberg.

Förändringar på kort sikt

I figur 8 åskådliggörs den relativa förändringen av bränsleförbrukning och medelhastighet per förare. Bränsleförbrukningen har vid det andra varvet sänkts med mellan 5 och 16 %. Det finns ingen tydlig trend för medelhastigheten där förändringar mellan -9 till +11 % kan observeras.



Figur 8.
Relativ förändring av bränsleförbrukning och medelhastighet mellan runda 1 och 2 vid utbildning i Heavy EcoDriving.

I genomsnitt sänktes bränsleförbrukningen med 10,4 % vid den andra rundan (tabell 2). Förändringen är statistiskt säkerställd ($p < 0,05$). Den stora variationen i medelhastighet gör att ingen förändring för denna kan bekräftas.

Tabell 2.
Sammanställning av driftsdata för praktiskt utbildningsmoment.

	Runda 1	Runda 2
Sträcka [km]	25,0	25,0
Tid [min]	34,1	34,0
Förbrukning [l]	19,5	17,5
Relativ förändring av förbrukning	-10,4 %	3,5 % (stdavv)
Relativ förändring av hastighet	-0,1 %	7,5 % (stdavv)

Med hjälp av transmitapplikationen kunde en analys av delsträckor göras. Från några av rundorna i Östersund kunde följande observationer göras. Den största procentuella reduktionen av bränsleförbrukningen gjordes på delsträckan ”Genvägen”, ca 1,5 km utan backar. Vid slutet av sträckan skulle förarna stanna bilarna för att svänga in på en större huvudväg. Bränsleförbrukningen sänktes här med i genomsnitt 30 %.

Även på ”Litsvägen” uppnåddes en stor reduktion av bränsleförbrukningen, i genomsnitt 24 %. Sträckan var ca 1 km med en lång utförsbacke med ca 4 % lutning. Förarna kunde utnyttja bilens levande kraft på ett effektivare sätt vid andra körningen.

Ett annat moment bestod av en 4 km lång uppförsbacke med 2–5 % motlut. Här förväntade sig läraren en stor förbättring då förbrukningen under första rundan var mellan 18 och 22 l/mil i backen. Skillnaden för andra varvet var en knappt 2 % lägre bränsleförbrukning. Förarna utnyttjade redan vid första varvet motorn och transmissionen på ett effektivt sätt. En så pass hög förbrukning kan därmed vara motiverad då ett 60 ton tungt virkeskipage skall uppför en brant backe.

För några av förarna studerades även andra mått på körstil. Antalet växlingar reducerades med ca 15 % under det andra varvet. Det genomsnittliga motorvarvtalet minskade med ca 8 %.

Förändringar på lång sikt

I tabell 3 redovisas förändring av bränsleförbrukning beräknad enligt metoderna, totalförbrukning under samma årstid, enbart körning med last under samma årstid, säsongskorrigerad totalförbrukning samt säsongskorrigerad körning med last. Samtliga jämförelser avser medelförbrukning per månad.

Tabell 3.

Relativ förändring av bränsleförbrukning på lång sikt vid utbildning i sparsam körning. Kategorin jan–apr avser jämförelser för samma årstid (jan–apr 2001 relativt jan–apr 2002)

Lastbil Förare	Medel [%]	Transmit 1			Transmit 2		Transmit 3		Transmit 4		
		1	2	3	1	2	1	2	1	2	3
jan–apr											
total förbr.	-4,1				-3,8	1,6	-6,5	-7,8			
körning m. last	-2,8				-2,5	1,1	-6,4	-3,3			
säsongskorr.											
total förbr.	-4,6	-7,4	-4,8	-6,2	-2,1	0,7	-1,4	-9,5	-3,5	-3,6	-8,4
körning m. last	-3,7	-2,1	-2,9	-10,0	-0,5	-0,4	1,3	-12,0	-2,5	-0,7	-6,9

Bränsleförbrukningen har i genomsnitt reducerats med mellan 3 och 5 % efter utbildning i sparsam körning. Variationen mellan individer är dock stor, från en ökning av bränsleförbrukningen med knappt 2 % till en sänkning med 12 %.

Förarnas synpunkter på utbildningen

Förarna var överlag mycket erfarna. Förarna i transmitprojektet hade kört timmerbil i mer än 20 år. Respondenterna var nöjda med lärarna och ansåg att de var goda pedagoger. Praktikummomentet bedömdes som mycket viktigt. De praktiska övningarna genomfördes på en testslina som i förarnas tycke endast delvis liknande normal körning i deras vardagliga arbete. Överlag tyckte förarna att man reducerade bränsleförbrukningen om man praktiserade vad de lärt under utbildningen. Hastigheten påverkades inte. De viktigaste lärdomarna från utbildningen var att bättre utnyttja rörelseenergin i fordonet och att ha en god framförhållning i körningen. De ansåg även att den egna körstilen var den viktigaste faktorn för att påverka bränsleförbrukningen.

Diskussion

Det huvudsakliga materialet i denna studie är baserat på 1 – 1,5 års driftsdata från fyra lastbilar. Fordon och system (Transmit) har sedan datainsamlingen påbörjats i stort sett gått i kontinuerlig drift. Detta medför att tillgängligheten på driftsdata är god och att de ger en proportionell fördelning av transportuppdrag, körmönster, väglag m.m. Vissa problem av teknisk karaktär har förekommit på T3, där både fordon och system under del av tiden varit ur drift. Insamlade data visar en god överensstämmelse med åkeriernas interna uppföljning (tripmätare och bränslekostnader). Registrerade data kan därför anses vara representativa för dessa fordon (Forsberg, 2002).

Uppgifter om tid, sträcka och förbrukning vid utbildningsmomentet mättes med annan utrustning (Econen eller Dynafleet) och registrerades av körskolläraren. Transmitsystemet användes parallellt under utbildningen. Registrering skedde då av medföljande forskare. Data från dessa två separata mätningar har en mycket god överensstämmelse, vilket styrker dess riktighet. Någon ytterligare kalibrering av körskolans mätutrustning har inte gjorts.

Det är sedan länge känt att en individs beteende kan påverkas om individen är medveten om att den studeras. I denna studie har vi sökt begränsa den information som förarna fått om projektet. De har haft kännedom om att de studeras, de har till och med aktivt bidragit i datainsamlingen. De har dock endast under början av projektet fått information om resultaten av mätningarna.

Förarnas beteende och motivation kan initialt ha påverkats av projektet. Projektet medförde t.ex. att en fordonsdator installerades i förarhytten och att förarnas arbetsrutiner förändrades då de skulle registrera vissa data i systemet. Starten på Södras fordon påverkades även av att ytterligare ett system installerades i dessa fordon. Detta system hade en stor påverkan på deras arbetsrutiner. Det medförde under en övergångsperiod en generell ovilja mot IT i fordonen och att datainsamlingen i dessa fordon fördröjdes. Under projektet har dock förarna och fordonen studerats under 1 – 1,5 års tid. Effekter av att förarna blir studerade kan ha förekommit under starten. Vi finner det dock osannolikt att denna påverkan kvarstår under så pass långt tid som projektet pågått.

Det torde vara så att då förarna deltagit i ett projekt, där flera företag är inblandade, har en budget på flera miljoner kronor och som syftar till att studera bränsleförbrukning ovillkorligen lyfter fram bränsleförbrukningen som ett viktigt nyckeltal. Denna slutsats torde förarna medvetet eller omedvetet ha dragit under projektets början, d.v.s. hösten 2000 eller vintern 2001. Det kan ha inneburit en förändring av förarnas syn på bränsleförbrukningen. Direkta jämförelser av bränsleförbrukningen före respektive efter projektets start görs därför inte.

Föraren har en påverkan på bränsleförbrukningen. Jämförelser mellan förarna på samma bil gav skillnader i medelförbrukning på mellan 1 och 8 % på årsbasis. De förare som hade en generell lägre förbrukning presterade normalt bättre på alla typer av referenssträckor. Det finns en stor variation i bränsleförbrukning som varje individ presterar. I fallstudier på referenssträckor varierade den med ± 15 % för en enskild förare.

Potentialen att sänka bränsleförbrukningen till följd av ett förändrat förarbete-
ende torde därför vara betydande.

Utbildningen i sparsam körning genomfördes utan att andra motivations-
höjande åtgärder, som policyförändringar och målformuleringar, vidtogs. De
förare som själva äger lastbilen har naturligtvis ett intresse av att kunna sänka
kostnaderna. Förarna på Södras lastbilar har sedan tidigare en bonus som beror
på resultatet, och därmed kostnaderna, för lastbilen. Någon aktiv handledning
eller stöd för förarna att sänka förbrukningen efter utbildningen har dock inte
förekommit.

Eftersom utbildningen genomfördes med olika lastbilar och på olika slingor
kan inte bränsleförbrukning och hastighet i absoluta tal jämföras mellan förar-
na. Däremot är den relativa förändringen av dessa variabler för varje förare
jämförbar.

När utbildningsmomentet har studerats har vi iakttagit flera faktorer som för-
modligen bidrar till att det blir en stor skillnad i bränsleförbrukning mellan det
första och det andra varvet. Dessa faktorer torde även medverka till att förarna
kanske inte kommer att uppnå lika stora besparingar i det vardagliga arbetet
som de gjorde vid utbildningen, även om de är motiverade och praktiserar vad
de lärt:

1. Slingan är vald i pedagogiskt syfte med flera start och stopp. Om slingan
därmed innehåller en högre frekvens av olika utslagsgivande moment
kommer reduktionen av bränsleförbrukningen vid sparsam körning bli
större än vid förhållandevis ”enklare” körningar. Förarna ansåg att slingan
endast delvis liknade deras normala transporter. Denna uppfattning stöds
även av att slingan låg i eller nära tätort, vilket endast utgör en mindre del
av en typisk skogstransport.
2. Förarna körde en slinga som de normalt inte kör. Det finns således ett visst
mått av självlärande under den första vändan. Föraren skulle förmodligen
köra den andra rundan med en lägre förbrukning utan något stöd eller ut-
bildning från läraren.
3. Under andra varvet förekommer ett aktivt stöd från läraren. Att föraren
utför vissa åtgärder på kommando från läraren innebär inte nödvändigtvis
att han lärt sig och kommer praktisera samma åtgärder vid normal körning.

Till detta kommer att utbildningen till viss del bedrivs i en kontrollerad miljö.
Förarens huvudsakliga uppgift är dels att sänka bränsleförbrukningen under
utbildningen (inte att köra timmer) och dels finns det få andra faktorer som
stör (t.ex. tidschema och andra förare).

Vid utbildning i sparsam körning, Heavy EcoDriving, noterades förbättringar
för bränsleförbrukningen på i genomsnitt 10 %. Hastigheten ändrades inte. På
lång sikt, d.v.s. 3–10 månader före utbildning jämfört med 6–10 månader efter
utbildningen, sänktes bränsleförbrukningen med 3–5 %. Variationen mellan
individer var dock stor.

Oavsett mätmetod och om jämförelsen görs på kort eller lång sikt så har
bränsleförbrukningen generellt sänkts efter att utbildningen genomfördes.

Naturligtvis är det behäftat med viss osäkerhet om hur stor del av besparingen som beror på utbildningen och hur stor del som beror på andra faktorer. Det finns flera externa faktorer som kan påverka förarnas kunskap och motivation. Exempel på dessa är media, ökade dieselpriiser och trender i samhället.

Referenser

- EcoDriving International. 2000. Heavy EcoDriving – Minska företagets bränsleförbrukning. EcoDriving International. Lärobok för Heavy EcoDriving. 28 s.
- Ecottraffic R&D. 1999. Inverkan av körsätt på bränsleförbrukning och avgasemissioner, en litteraturstudie. Ecottraffic R&D. Stockholm.
- Energy Efficiency Best Practice Programme. 2001:A. Fuel Management Guide. GPG 307. www.energy-efficiency.gov.uk/transport/
- Energy Efficiency Best Practice Programme. 2001:B. Truck aerodynamic styling. GPG 308. www.energy-efficiency.gov.uk/transport/
- Energy Efficiency Best Practice Programme. 2001:C. Transport and environmental management systems. GPG 318. www.energy-efficiency.gov.uk/transport/
- Forsberg, M. 2002. Transmit – Driftsstatistik och vägstandardens påverkan på bränsleförbrukningen. SkogForsk, Uppsala. Arbetsrapport nr 515.
- Forsberg, M., Löfroth, C. & Thor, M. 2002. Transporteffektivisering med integrerad informationsteknologi för skogsindustrin (TRANSMIT). Slutrapport. SkogForsk, Uppsala. 2002.
- Högnäs, T. 2001. ECONOMICAL DRIVING – An essential part of hauliers' quality and environment management. Timber Transport Forum, Skottland.
- Johansson, A. 2001. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2000: ett år med vind och vatten. SkogForsk Resultat nr 7.
- Laurell, H. 1985. Körsättets betydelse för bränsleförbrukningen. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping. VTIrapport. 1985.
- Lindholm, E.-L. & Berg, S. 2001. Från planta till plankan – en livscykelanalys på svenskt skogsbruk. SkogForsk, Resultat nr 4, 2001.
- Löfroth, C. Transmit – Specifikation lastbilar. SkogForsk Stencil 2002-06-26. 3 s.
- The European Commission. 2001. Good Practices in Freight Transport. Driver training and behaviour. www.europa.eu.int/comm/environment/trans/freight/
- Volvo. 2000. Bästa bränsleekonomi – utnyttja energin maximalt. Volvo Truck Corporation. Göteborg.
- af Wåhlberg, A. 2002. Att mäta effekter av utbildning i sparsam körning. Proceedings från Transportforum 2002. Linköping, VTI. 2002.

Bilaga 1

Förarnas synpunkter på utbildning i Heavy EcoDriving – Enkät svar

Allmänna frågor

Genomsnitt eller antal svar av tio respondenter

Vilken är din ålder?	50–60
Hur många år har du haft körkort?	30
Vilka fordon har du kört i yrkestrafik (typ och år)	
– Totalt	23 år
– Timmerbil	21 år
– Annat fordon	2 år
Hur länge har du kört åt SÖDRA?	15 år
Styrs ditt arbete av ngn målsättning t.ex. nyckeltal?	
– ekonomiskt resultat och bonus	8
Har du tidigare haft ngt intresse av förbrukningen?	
– ja mycket	3
– ja lite	7
– nej inte alls	

Utbildningen

Hade Du hört talats om Heavy EcoDriving innan utbildningen?

– ja	6
– nej	0

Om ja, hur många gånger? 2

Om ja, på vilket sätt?

– arbetsgivare	2
– arbetskamrat	3
– facktidningar	6

Vem tog initiativ till att utbildningen genomfördes?

– jag	
– kollega	
– arbetsgivare	10
– fack	
– annan, nämligen	

Innan utbildningen genomfördes, betraktade du den som viktig?

– ja mycket	6
– ja lite	2
– nej inte alls	2

Hur utbildningen var

Läraren/Lärarna var

- kompetent 9
- förtroendeingivande 9
- bra på att lära ut 10

Var praktikmomentet viktigt för utbildningen?

- ja 9
- något 0
- nej 0

Liknade testbanan vägar/trafik du normalt kör i?

- ja 0
- endast delvis 9
- inte alls 1

Var teorimomentet relevant för utbildningen?

- ja 9
- något 1
- nej 0

Var teorimomentet viktigt för utbildningen?

- ja 6
- något 2
- nej 0

Efter utbildningen

Finns det någon bestående effekt av utbildningen?

- ja absolut 8
- ja lite 2
- nej inte alls

Om jag kör enligt instruktionen från utbildningen

- spar jag bränsle och tid 4
- spar jag bränsle men inte tid 6
- spar jag tid men inte bränsle
- spar jag varken bränsle eller tid

Vilka var de viktigaste lärdomarna från utbildningen?

- Höga motorvarv betyder högre förbrukning 3
- Planera körningen långt fram 9
- Acceptera att hastigheten sjunker i backar 3
- Utnyttja rörelseenergin i bilen 3
- Hoppa över vissa steg i växlingen 5
- Accelerera med hjälp av terrängen 2
- Håll ögonen på varvräknaren. Undvik höga och låga varv 5
- Släpp gasen tidigare

Behöver utbildningen upprepas i någon form?

- ja 2
- vet ej 6
- nej 1

Ditt arbete

Hur ofta kontrollerar du bilens status?

- varje arbetspass 6
- en gång per vecka 3
- en gång per månad 2
- nästan aldrig 0

Har bilen farthållare?

- ja 10
- nej 0

Om ja, hur ofta använder du den?

- alltid, då det är möjligt 1
- ibland på långkörning 5
- nästan aldrig 4

Vilka möjligheter har du att följa upp bränsleförbrukningen?

- Dynafleet 1
- Econen 2
- Månadsredovisning 6
- Egen uppföljning 1
- Annan, ... 3

Vilket är det bästa sättet att följa upp förbrukningen?

- Dynafleet 2
- Econen 1
- Månadsredovisningen 3
- Egen uppföljning 3
- Annan, nämligen 3

Hur ofta använder du något av dessa alternativ?

- flera gånger per dag 6
- en gång per dag 2
- en gång i veckan 0
- en gång i månaden 1
- nästan aldrig 0

Vilken faktor tycker du är viktigast för bränsleförbrukningen?

- körstil 10
- humör 1
- bilens kondition 1
- bilens utrustning 1
- annat nämligen 0

Hur viktig är bränsleförbrukningen för dig?

7 av 10 mycket viktigt 2 av 10 viktigt

Om bränsleförbrukningen är viktig, varför?

- ekonomi 7 av 10 mycket viktigt 2 av 10 viktigt
- miljö 5 av 10 mycket viktigt 1 av 10 oviktigt
- annat 1 av 10 mycket viktigt