



# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 888–2015

## **ETT-Flis 74-ton**

**En projektrapport över drifttagande och ett års uppföljning av tre 74-tons flisfordon**

## **ETT-Chips 74-tonne trucks**

**Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year**

Johanna Enström och Henrik von Hofsten



**SKOGFORSK**

# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 888-2015

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

## Titel:

ETT-Flis 74-ton.

En projektrapport över drifttagande och ett års uppföljning av 3 74-tons flisfordon.

ETT-Chips 74-tonne trucks,

Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year.

## Bildtext:

Lossning på Igelstaverket (Söderenergi).

## Ämnesord:

Flistransporter, High Capacity Transport (HCT), Bränsleuppföljning, 74-ton, skogsbränsle, logistik, sammodala transporter, miljökalkyl.

Chip transports, High Capacity Transport (HCT), Fuel consumption monitoring, 74-tonne, forest fuel logistics, co-modal transports, environmental calculation.

## Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

ISSN 1404-305X



**SKOGFORSK**

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

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

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



**Johanna Enström**, Civilingenjör; Kommunikations- och transportsystem. Arbetar sedan 2008 med logistikfrågor inom Skogsbränsleprogrammet på skogforsk. Främst med inriktning på långväga transporter och terminalhantering.



**Henrik von Hofsten**, är skogstekniker och har jobbat på Skogforsk i drygt 25 år inom ett flertal olika projekt. Under de senaste tio åren har det främst handlat om teknik och metod för stubbskörd men på senare tid även teknik och metod för landsvägstransporter, särskilt med HCT-fordon.

## Abstract

This is the first study of three 74-tonne chip trucks in operation in Sweden. Previous studies of longer and heavier timber trucks have been carried out in the ETT (One More Stack) project. The aim is to investigate how the trucks function in practice in different production environments, how fuel consumption varies, and how they affect a rail/road supply chain.

Fuel consumption of all three vehicles has been monitored continually, and results showed great variations, between 17.9 and 32.7 ml per tonne-km (RME), depending on the type of transport. A comparative study was also carried out, involving one of the 74-tonne chip trucks and two 60-tonne reference trucks. Fuel consumption of the 60-tonne chip trucks was 7.5% higher per transported tonne-km compared with the 74-tonne vehicle.

An environmental calculation focused on a transport chain from loading at a rail terminal to delivery to a combined heat and power plant. The combination of rail and road transport gave very low CO<sub>2</sub> emissions, and the choice of fuel and size of the truck was shown to be very significant. The economic calculation showed that transport cost is reduced by approximately 8% when 74-tonne trucks are used instead of 60-tonne trucks. This provides an economic incentive to utilise more forest fuel.

All three vehicles worked well in their respective transport environments, and the drivers were very satisfied with the road-handling properties. The report also describes the long process involved in obtaining permits for the experiment.

## Förord

Studien har finansierats av programmet ”Effektivare skogsbränslesystem – Program 2011–2014”, vilket ingår i Energimyndighetens temaprogram ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle”. ”Effektivare skogsbränslesystem” finansieras av Energimyndigheten, Skogsbruket, Bränsleanvändarna och Skogforsk.

Författarna vill också varmt tacka våra engagerade partners i projektet för deras medverkan: Scania, Söderenergi, Södra eget åkeri, O. Lindkvist Transport, OP Höglunds, Eksjö MT och Åkerström Transport.

Uppsala i december 2015

Johanna Enström och Henrik von Hofsten

# Innehåll

Förord .....	2
Sammanfattning.....	4
Bakgrund .....	4
Skogsbränslets transporter .....	5
Syfte .....	6
Metod .....	6
Tillståndsprocessen och projektets ändrade inriktning – från två 90-tonnare till tre 74-tonnare.....	7
Teknisk beskrivning av fordonen.....	9
Systembeskrivning .....	9
Bränsleuppföljning – kontinuerlig.....	11
Jämförande studie av bränsleförbrukning – Fokusveckor.....	16
Ekonomisk analys .....	16
Systemanalys ur ett miljöperspektiv.....	18
Litteratur .....	18
Analys av transporter med tåg och lastbil till Söderenergi.....	19
Praktiska erfarenheter .....	22
Kommunikationsinsatser .....	23
Diskussion .....	24
Fortsatt forskning och den politiska utvecklingen .....	25
Referenser.....	26
Personligt meddelande.....	26

## Sammanfattning

Detta är den första studien av tre 74-tonns flisfordon i drift i Sverige. Tidigare studier av längre och tyngre timmerfordon har gjorts inom projektet En Trave Till (ETT). Syftet är att undersöka hur fordonen praktiskt fungerar i olika produktionsmiljöer, hur deras bränsleförbrukning varierar och hur de påverkar en försörjningskedja med tåg och lastbil.

Studier av bränsleförbrukning har gjorts kontinuerligt på samtliga tre fordon och resultatet varierade stort mellan 17,9 och 32,7 ml per tonkm (RME), beroende på transportuppdrag. En jämförande studie gjordes också mellan en av 74-tonnsflisbilarna och två referensfordon a 60 ton. Den visade att 60-tonnsflisbilarna drog 7,5 % mer per transporterad tonkm jämfört med 74-tonnsflisbilen.

En miljökalkyl har gjorts för en transportkedja från lastande tågterminal till kraftvärmeverk. Denna visar att kombinationen med tåg och lastbilstransport ger mycket låga utsläpp av CO<sub>2</sub> samt att valet av drivmedel och lastbilens storlek har stor inverkan. Den ekonomiska kalkylen visar att transportkostnaden sjunker med omkring 12 % i övergången från 60- till 74-ton. Detta ger i sig ekonomisk möjlighet att nyttja mer skogsbränsle.

Samtliga tre fordon fungerar väl i sina respektive transportupplägg och chaufförerna är mycket nöjda med köregenskaperna. Rapporten beskriver också den långa processen kring tillstånden för försöket.

## Bakgrund

För att minska koldioxidutsläppen från transportsektorn krävs åtgärder som radikalt minskar bränsleförbrukningen. Inom skogsindustrin arbetar man med frågan på många olika sätt t.ex. genom transportplanering, bättre aerodynamik, förarutbildningar och miljövänligare drivmedel. Få områden har dock visat så goda resultat för både miljö och ekonomi som att höja lastkapaciteten på fordonen.

Inom projektet En Trave Till – Modulsystem för skogstransporter (ETT), har skogsfordon på 90- respektive 74 ton testats i praktisk drift. Resultaten visar på minskad bränsleförbrukning med uppemot 20 % för 90-tonnsfordonet (även kallat ETT-fordonet) och 10–13 % för 74-tonnsfordonen (även kallade ST-fordonen), jämfört med 60-tonnsfordon. För att nå den potentialen är det dock avgörande att transporten kan ske med fullt lass. Användning av 90-tonns ETT-fordon skulle också möjliggöra bortrationalisering av vart tredje fordon som krävs för motsvarande transportarbete i dag (Löfroth & Svenson 2012; Fogdestam & Löfroth, 2015).

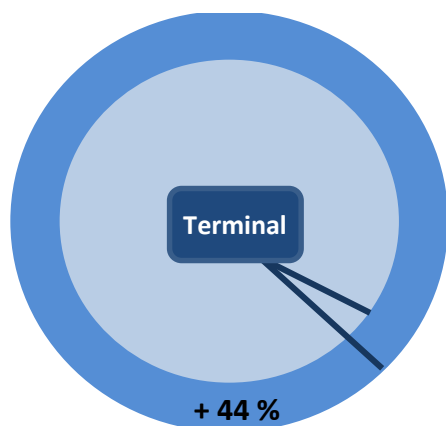
Utöver studier av bränsleförbrukning, miljö och ekonomi, gjordes omfattande trafiksäkerhetsstudier på 90-tonsfordonet av framför allt omkörningssituationen. Studierna kunde inte påvisa ökade risker men vidare studier efterlystes. Samtliga fordons framkomlighet, stabilitet och bromsförmåga visade sig jämförbar med konventionella virkesfordon. Genom att axeltrycket fördelas på fler axlar uppstod inget ökat vägslitage, men på längre broar är dock alltid totalvikten avgörande. Resultaten beskrivs i sin helhet i Skogforsk (Löfroth & Svensson, 2012).

ETT-Projektet pågick mellan 2006 och 2010 (driftstart för fordonen under 2009) och övergick sedan i ett demonstrationsprojekt med syfte att demonstrera de goda resultaten på fler fordon och i fler miljöer. Projektet fick namnet ETT-Demo och de nya planerade fordonen kom att utgöra delprojekt. Det aktuella projektet, Demonstrationsprojekt av Intermodala Flistransporter (ETTDemoFlis), startades som ett av dessa delprojekt 2011, efter genomförd förstudie (Enström & Röhfors, 2011). Projektet har arbetat mot den övergripande målsättningen att driftsätta och följa upp effektivare flisfordon.

## SKOGSBRÄNSLETS TRANSPORTER

En vanlig hantering av skogsbränsle är att rester från avverkning (grenar och toppar), flisas vid avlägget i skogen och transporteras i flisbil till mottagande värmeverk eller till en terminal för vidare transport. Skogsbränslet är en lågvärdig produkt, som är känslig för kostsamma transporter och hantering. Ändå krävs långa transporter eftersom stora energianläggningar i befolkningstäta regioner kräver ett större upptagningsområde än den lokala marknaden kan tillgodose. Långa transporter är därför nödvändiga för att utnyttja potentialen med skogsbränsle i Sverige.

På längre avstånd än ca 15 mil används ofta en kombination av lastbil och tåg för att lösa transportuppgiften. Avgörande är då att varje transport och hantlingssteg kan ske effektivt för att kostnaden för helheten inte skall bli för hög. En sänkning av vägtransportkostnaden för en transportkedja med bil och järnväg skulle stärka kedjans konkurrenskraft och möjliggöra högre utnyttjande av miljövänligt skogsbränsle, se Figur 1. Minskade koldioxidutsläpp nås också genom effektivisering av biltransporten samt genom att järnvägstransportens konkurrenskraft stärks när den ingår i ett effektivt transportflöde.



Figur 1. Mängden bibränsle som tas ut beror i hög utsträckning på hur mycket som kan nås utan att kostnaden överskrider betalningsviljan hos köparen. Med 20 % lägre transportkostnad per tonkm in till en järnvägsterminal kan transportsträckan ökas med ungefär 20 % innan den ekonomiska brytpunkten är nådd. Förenklat innebär det, om volymen är jämt fördelad, att den volym som kan nås från terminalen ökar med 44 %.

## SYFTE

Syftet med studien är att undersöka hur 74-tons flisfordon praktiskt fungerar i några olika produktionsmiljöer, hur deras bränsleförbrukning varierar och hur de påverkar en försörjningskedja med tåg och lastbil.

## Metod

Denna rapport inkluderar både de forskningsresultat som framkommit av studien och de erfarenheter som kommit av att driva ett projekt med syfte att driftsätta och studera ett fordon som överstiger dagens lagstadgade begränsningar för totalvikt och längd.

Skogforsk har utfört kontinuerliga studier av bränsleförbrukning på tre 74-tons flisfordon som samtliga redovisas i rapporten. En fördjupning har gjorts kring en transportkedja med tåg och lastbil där en av flisbilarna i studien utgör sista länken från järnvägsterminal till kraftvärmeverk. En miljökalkyl från lastande terminal till kraftvärmeverk har gjorts för det systemet.

För att kunna värdera vilken bränslebesparing som 74-tonsfordonet ger jämfört med 60-tonsfordon, har också en jämförande studie av bränsleförbrukningen gjorts inom ramen för projektet. Metoden har varit detaljerade observationer av bränsleförbrukning, lastvikt och körd sträcka för ett 74-tons fordon och två referensfordon under en begränsad period. Denna studie redovisas i sin helhet i rapporten *Fokusveckor 2015 – Bränsleuppföljning för ett 74-tons flisfordon inom projektet ETT-Flis* (Asmoarp m.fl., 2015). En sammanfattning av studien har inkluderats i denna rapport och resultatet från denna ligger till grund för analyserna av ekonomi och miljöeffektivitet.

En ekonomisk kalkyl, som jämför transporter med 60 respektive 74-tonsfordon ingår i studien. Denna har tagits fram i samråd med en av åkarna, men bygger också på resultat av driftsuppföljning och studier inom projektet.

Skogforsk har även samlat in praktiska erfarenheter från samtliga fordon inom det övergripande ETT-projektet (von Hofsten & Funck, 2015). Valda delar av von Hofsten & Funcks rapport presenteras i kapitlet *Praktiska erfarenheter*. Det är främst de erfarenheter som berör flisbilar som tagits med i denna sammanställning.

Vid jämförelser av 74-tonslastbilarnas effektivitet har alltid 60-tonslastbilar använts som referens i denna rapport, trots att 64 tons totalvikt blivit ny standard från och med första juni 2015. Det beror på att det vid rapportens tillkomst ännu inte finns några dokumenterade uppgifter om bränsleförbrukning för 64-tonslastbilarna. Förhoppningen är dock att materialet i studien ska kunna användas för att i framtiden göra vissa jämförelser med 64-tonslastbilar när sådan driftsuppföljning finns att tillgå.

Utförligare metodbeskrivning för respektive studie återfinns under aktuellt kapitel.

## **TILLSTÅNDSPROCESSEN OCH PROJEKTETS ÄNDRADE INRIKTNING – FRÅN TVÅ 90-TONNARE TILL TRE 74-TONNARE**

Projektet ansökte och beviljades finansiering från forskningsprogrammet Effektivare Skogsbränslesystem (ESS) 2011-06-23. Målsättningen med projektet var då att driftsätta och studera två längre och tyngre flisfordon, 32 meter och 90 ton. Planen var att studera ett specifikt flöde där det ena fordonet (Södra åkeriets) skötte intransport till lastande järnvägsterminal (Vislanda) i Småland och det andra fordonet (Lindkvists åkeri) skötte transporten från mottagande terminal i Nykvarn till Söderenergis kraftvärmeverk Igelsta.

För fordon som överstiger 25,25 meter i längd krävs särskilda föreskrifter som endast kan utfärdas av Transportstyrelsen och som då gäller alla fordon som uppfyller ställda villkor på de specificerade vägvägnarna. Det har dock inte varit aktuellt att några andra fordon än försöksfordonen skulle utnyttja en given föreskrift. En ansökan om föreskrift sändes till Transportstyrelsen hösten 2011. Den innefattade båda fordonen i delprojektet. Ansökan reviderades beträffande några av fordonens mått efter diskussion med Transportstyrelsen under våren 2012, men har allt sedan 2011 funnits hos Transportstyrelsen för behandling. Ansökan har inte dragits tillbaka, men den har inte heller (2015) fått någon behandling. Det saknas officiellt fastlagda krav från Transportstyrelsen kring vad som ska uppfyllas för att föreskrift ska ges, även om sådana krav har diskuterats.

Under 2013 meddelade Transportstyrelsen att man pausat hanteringen av ansökningar i väntan på politiska beslut. Ett beslut om ändrad inriktning för projektet togs då i projektgruppen, vilket också fick stöd av ESS. Nytt projekt-mål blev, som ett första steg, att demonstrera och studera 74 tons flisfordon som håller sig inom 25,25 meter. Den ändrade inriktningen gjorde det möjligt att söka tillstånd för försöksverksamhet hos Trafikverket. Ansökningsprocessen liknar den till Transportstyrelsen, men med tydligare kravbild och en snabbare hantering. Med projektets nya inriktning flöt processen bättre. Trafikverket kan inte ge dispens förrän fordonet är byggt och registreringsbesiktat, men de ger ett preliminärt besked då de kontrollerat att vägstandard och broar är lämpade för trafik med det aktuella fordonet efter ritning. Ett sådant besked kom i september 2013 och order till tillverkarna kunde då läggas.

Lastbilarna invigdes i april respektive maj 2014 (samtliga tre), men fick köra som 60-tons ekipage tills alla tillstånd var klara. För både Södra åkeriet och Ove Lindkvist dröjde dispenserna till september samma år. Fördröjningen berodde i Lindkvist fall på att släpet inte kunde levereras förrän efter sommaren. I Södra åkeriets fall berodde den långa väntan delvis på att många kommuner skulle inkomma med remissyttranden innan dispensen kunde ges. Även sommarsemestrar försenade hanteringen.



Efter några månaders inkörningsperiod startade uppföljningen. Det beslutades att även Åkerströms 74-tonns flisbil, inom föreningen Dalafrakt, skulle involveras i projektets datainsamling för att ge ett ökat material. Detta ekipage hade tillkommit som ett separat delprojekt inom ETT, men var konstruktionsmässigt i princip identiskt med de övriga 74-tonnsflisbilarna.

I samband med att projektet kring flisfordonen startade 2011, startade också Trafikverket sitt nationella HCT-program – High Capacity Transport, som leds och administreras av CLOSER. Inom HCT-programmet vill man samla forskning och utveckling av vägfordon, inom samtliga varugrupper, som är längre och/eller tyngre än dagens bestämmelser, vilket fram till 1:a juni 2015 innebar 60 ton och 25,25 meter (sedan dess 64 ton). ETT-projektet och Skogforsk hade under de första åren försökt täcka in alla tänkbara forskningsaspekter kring de större lastbilarna, vilket gjort att projektet svällt. Allt eftersom HCT-projektet tog form och samlade greppet om forskningen på en nationell nivå, kunde Skogforsk övergå till att fokusera på de egna kompetensområdena i samverkan med det större projektet. Målet för ETT-projektet blev nu att driftsätta längre och tyngre skogsfordon i olika miljöer och studera dessa gällande bränsleförbrukning, emissioner, lastvikter och lastkörningsgrad samt sammanställa praktiska/tekniska erfarenheter av driften. Studier av trafiksäkerhet, påverkan på vägsitage och liknande effekter kunde lämnas i förvissningen att Trafikverket via CLOSER drev forskning kring detta. Denna förändring påverkade även inriktningen på ETT-Flis som kunde fokusera forskningen på främst bränslemätningar och analyser baserade på driftsdata.

Andra förändringar i ETT-Flis projektet kom av att de ingående företagens flöden förändrades mellan åren 2011 och 2014. Söderenergi fortsatte att köpa bränsle av Södra skogsägarna via tågtransport, men nu i form av biprodukter från Södras industrier inte primära skogsbränslen som var den ursprungliga tanken. Leveranserna sker numera också från ett flertal olika industrier med järnvägsanslutning – inte från en ensam terminal. Tack vare den nya inriktningen mot 74-ton var det dock möjligt att söka dispens för ett tillräckligt stort vägnät för att 74-tonnaren skulle kunna gå som ett vanligt fordon i Södra åkeriets produktion. Det innebär att den transporterar olika typer av material mellan Södras industrier. Biprodukter från industrierna skickas i sin tur på järnväg till Söderenergi.

Projektgruppen har löpande fått anpassa arbetet efter ändrade förutsättningar från myndighetshåll. Organisationsmodellen med en ”Projektlots” i projektgruppen som representerar beställaren (forskningsprogrammet ESS) har underlättat denna flexibilitet.

## TEKNISK BESKRIVNING AV FORDONEN

Alla tre flisbilarna är Scania R730, 8×4×4 med Euro5-motorer anpassade för RME-drift (Rapsmetylester). Ramarna till släpfordonen (dolly och treaxlig trailer) är byggda av Parator och påbyggda med flisskåp av Eksjö maskin & Truck (Södra och Åkerström) respektive OP Höglunds (Ove Lindkvist). Trots att det är olika påbyggare är ekipagen i det närmaste identiska, byggda för att passa i EU:s modulsystem för lastbilar, d.v.s. maximalt 25,25 meter långa och med en sammanlagd flaklängd på 21,86 meter. Tack vare två extra axlar kan en bruttovikt om 74 ton uppnås utan att någon axel- eller axelgruppsbelastning överskrider. Lastbilarna har tandemdrift och lyftbar sista axel. Södra och Åkerström har valt att ha fasta axlar på släpfordonen medan Lindkvist har första och sista axlarna i trailerns trippel lyftbara. Se även von Hofsten & Funck (2015). Alla tre ekipagen är förberedda med lastsäkringsfästen m.m. i skåpen för att kunna ta annan last än flis.



Figur 2.  
Ove Lindkvists fordon.

## SYSTEMBESKRIVNING

Ove Lindkvists, Södra åkeriets och Åkerströms 74-tons flisbilar utgör delar i var sitt transportupplägg, där de transporterar olika typer av skogsprodukter för optimerad resursanvändning. Fordonen är i princip identiska, men de kör under väldigt olika förhållanden och resultaten kan därför inte direkt jämföras med varandra.

Södra Eget Åkeri, kör en 74-tonnare i sin ordinarie produktion, som innefattar olika typer av transporter mellan Södras industrier i Sydsverige, det handlar bl.a. om bark, flis, massabalar och sågat virke. Liksom åkeriets övriga fordon går 74-tonsbilen i ruttkörning. Lastkörningsgraden (andelen av körsträcken som bilen är lastad) är 68 %, vilket får betraktas som mycket högt.



Figur 3.  
Södra åkeriets fordon. Tankning av RME.

Kent Åkerströms transport (Dalafrakt) kör en 74-tonnare med varierande sortiment mellan Stora Ensos industrier i norra Svealand och Bergslagen. Geografin skiljer sig från den i Sydsverige, men även här planerar man aktivt för att hitta returkörningar, vilket lett till en lastkörningsgrad på hela 67 %.



Figur 4.  
Visning av Åkerströms 74-tonsfordon närmast i bild (liknande 60-tonsfordon syns bakom).

Ove Lindkvist Transport (Foria), kör för Söderenergi mellan järnvägsterminalen i Nykvarn och Igelsta kraftvärmeverk i Södertälje. Det är en sträcka på 2 mil enkel väg – hälften är motorväg och den andra halvan innehåller tre rondeller och lika många korsningar. Andelen tid för lastning är relativt hög. Vägning sker på terminalen och det finns som regel förutsättningar att fylla bilen med tillräckligt tungt material för att uppnå full lastvikt. Lastbilstransporten utgör sista delen av ett järnvägssystem där biobränsle kommer in till terminalen med tåg från olika delar av Sverige. Eftersom ekipaget går i skytteltrafik mellan terminalen och värmeverket blir lastkörningsgraden omkring 50 %.

Järnvägstransporterna till Nykvarn har under studietiden gått från främst Värö, Ånge, Sundsvall, Sveg och Stockaryd. De flesta av dessa leveranser har ett enkelt transportavstånd på ca 45 mil. Tågens längd har under projektiden ökats från tidigare 19 vagnar till nuvarande 30. Det innebär 90 containrar. Lasten är i de flesta fall volymbegränsad och ett tåg med skogsbränsle rymmer i genomsnitt 1 100 nettoton (Ankarling, 2015, pers.medd.).

Då Södras industrier, främst Värö, är stora leverantörer till Söderenergi och eftersom Södra åkeriets 74-tons flisbil utför transporter mellan dessa industrier finns en koppling mellan fordonen på olika sidor av järnvägsflödet. Från början var planen att en av projektets flisbilar skulle leverera in material till en järnvägsterminal varifrån tågtransporter skulle gå direkt vidare till Nykvarn. Detta skulle gett ett tydligt sammanhållet system. I praktiken är dock logistikkedjor ofta mer komplext sammanhållna, vilket var fallet i detta system.

## Bränsleuppföljning – kontinuerlig

Vartefter de tre flisbilarna kommit igång har uppföljningar gjorts av lastmängder och körsträckor, för varje lass. Därefter har bränsleförbrukning m.m. hämtats från Scantias uppföljningssystem Fleet Management, månadsvis. Datat har lagts in i det Excel-baserade analysverktyget KUBEL (Kontinuerlig uppföljning av bränsle, emissioner och lassfyllnad) för vidare bearbetning.

KUBEL är framtaget av Skogforsk för uppföljning av de skogliga HCT-bilarna inom projektet EttDemo. Indata kommer dels från chaufförerna, dels från lastbildata. Chaufförerna noterar för varje enskilt lass vikten samt kilometerställningen vid lastkörningens början och slut. Många åkerier rapporterar även vikterna från lastbilens interna vågsystem med vägning av axlar och axelgrupper. Till detta hämtas uppgifter om total bränsleanvändning, andel tomgångskörning och andel fortkörning från Scantias Fleet Management per månad. Slutligen räknas bränsleförbrukningen om till mängd CO<sub>2</sub>. Det senare har dock visat sig svårt att göra på ett tillförlitligt sätt då andelen tankad RME respektive diesel varierar. En bil tankar endast RME, en har kört huvudsakligen på RME och en tankar RME i mån av tillgång. Till detta hör att även vanlig diesel innehåller varierande grader av RME (0–7 %) beroende på årstid och leverantör, och den beräknade CO<sub>2</sub>-mängden varierar i motsvarande grad från 1,5 kg CO<sub>2</sub>/liter för ren RME till 2,89 kg CO<sub>2</sub>/liter för ren diesel. (Miljöfordon.se). Av dessa anledningar har inga vidare analyser av emissionerna gjorts i detta arbete.

Förutom att lagra och sammanställa data från fordonen har KUBEL ett par automatiska rapportsammanställningar för att generera enkla och lättöverskådliga månadssammanställningar per bil.

Eftersom projektet inte pågått så länge bör inte allt för säkra slutsatser dras av KUBEL-resultaten ännu. Framför allt bränsleförbrukningen registreras bara månadsvis varför det finns ganska få mätvärden per bil, Tabell 1. Dessutom har några månader fallit bort för två bilar på grund av datorproblem med vidhängande dataförluster.

Man bör också hålla i minnet att bilarna körts under ganska olika förutsättningar, vilket påverkar resultatet i hög grad. Södra och Åkerström använder sina bilar på ganska långa transporter med en hög grad av ruttkörning och/eller returfrakter. Vägstandarden är genomgående god även om man kan misstänka att Södra oftare kör genom tätorter med en del start och stopp jämfört med Åkerström som kör i relativt glesbefolkade delar av landet. Lindkvist kör enbart mellan terminalen i Nykvarn och värmeverket i Södertälje. Sträckan är kort och endast hälften av den är av sådan beskaffenhet att normal ”cruising-fart” kan hållas, Tabell 1.

Tabell 1.  
Antal lass och bränsleuppföljningsmånader per bil samt genomsnittligt transportavstånd.

	Lass	Månader	Transportavstånd, km	Medelhastighet km/tim.
Södra	628	7	153	51,3
Dalafrakt	858	9	173	52,5
Lindkvist	1 337	6	22	27,5

I KUBEL beräknas bränsleförbrukningen som ml/tonkm, d.v.s. bränsleförbrukning per transportarbete. Fördelen med den enheten är att den enkelt kan jämföras med andra lastbilsstorlekar som utför liknande transportuppdrag. Nackdelen är att jämförelsen haltar vid jämförelser mellan lastbilar som utför olika typer av uppdrag, i varje fall om det är lastbilarnas förbrukning som är det intressanta. I KUBEL beräknas bränsleförbrukningen som:

$$ml/tonkm = \frac{\Sigma \text{ bränslemängd}}{\Sigma \text{ sträcka} \times \Sigma \text{ vikt}} \times 1\,000$$

Där:

**Bränslemängd** är den totala mängd bränsle (t.ex. diesel och/eller RME) som använts under månaden.

**Sträcka** är den sammanlagt lastade sträckan och vikt är den sammanlagt transporterade vikten i ton.

Eftersom hela månadens bränsleanvändning tas med i beräkningen men bara den lastade sträckan kommer bilar med hög lastkörningsgrad att framstå som mindre bränsleförbrukande än de med låg lastkörningsgrad. Tabell 2 visar de aritmetiska medelvärdena för bränsleförbrukning samt de variabler som konstaterats påverka förbrukningen, för de tre bilarna.

Tabell 2.

Bränsleförbrukning, lastkörningsgrad, tomgångskörning och medelhastighet för de tre flisfordonen under de månader som anges i Tabell 1. Aritmetiska medelvärden.

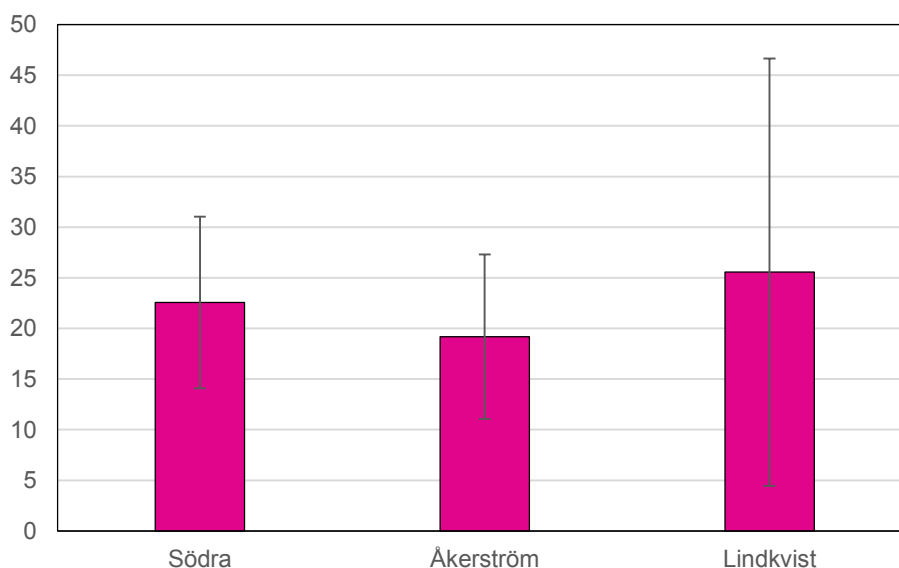
	Bränsleförbrukning, ml/tonkm	Lastkörningsgrad, %	Andel tomgångskörning, %	Medelhastighet, km/tim.
Södra	18,1	69,4	18,9	51,3
Dalafrakt	17,9	58,6	15,4	52,5
Lindkvist	32,7	50,7	39,2	27,5

Med lastkörningsgrad menas här den andel av total sträcka som fordonet körs lastat medan lassfyllnadsgrad är hur stor andel den faktiska lasten är av den tillåtna, mer därom senare.

Som framgår av Tabell 2 är det stor skillnad mellan fordonen i flera avseenden, vilket gör det svårt att jämföra resultaten. Särskilt Lindkvists bil sticker ut med låg lastkörningsgrad, hög tomgång och låg medelhastighet. Allt detta är en direkt effekt av den korta körsträckan, stor andel tätortsvägar och liten möjlighet till returlaster, även om det händer att man kör vissa material från hamnen nedanför värmeverket till terminalen. Att tomgångskörningen är så pass hög jämfört med de andra bilarna har också sin förklaring i den korta körsträckan. När endast 59 % av den effektiva tiden går åt till transport- eller tomkörning, och då motorn måste gå under lastning, blir det mycket tomgångskörning. Att motorn går vid lastning beror på att luftkompressorn måste vara igång eftersom lufttrycket i fjädringen används som indikator på lastvikten.

För att jämma ut dessa skillnader i utnyttjande av bilarna kan man använda en statistisk metod kallad kovariansanalys, vilket närmast kan beskrivas som en flerdimensionell linjär regression. I detta fall har bränsleförbrukningen använts som beroende variabel och FordonsID, lastkörningsgrad, tomgångskörning och medelhastighet som oberoende variabler. På grund av få mätvärden och stor spridning även inom bil, är det svårt att se någon säker statistisk skillnad, Figur 4.

Bränsleförbrukning, ml/tonkm



Figur 4.

Bränsleförbrukningen för de tre bilarna efter justering för olikheter i lastkörningsgrad, tomgångskörning och medelhastighet. Spridningsstaplarna är ett 95-procentigt konfidensintervall för analysen, med andra ord, med 95 % säkerhet ligger det rätta värdet mellan det svarta streckets ändpunkter.

På grund av begränsade data är det inte meningsfullt att göra några djupare analyser av materialet i detta läge men det är möjligt att göra så när mer data finns till hands. Framför allt då att finna kovariabler som bättre fångar skillnaderna mellan bilarnas användningssätt. En sådan variabel som inte samlats in är vilket bränsle bilen körs på.

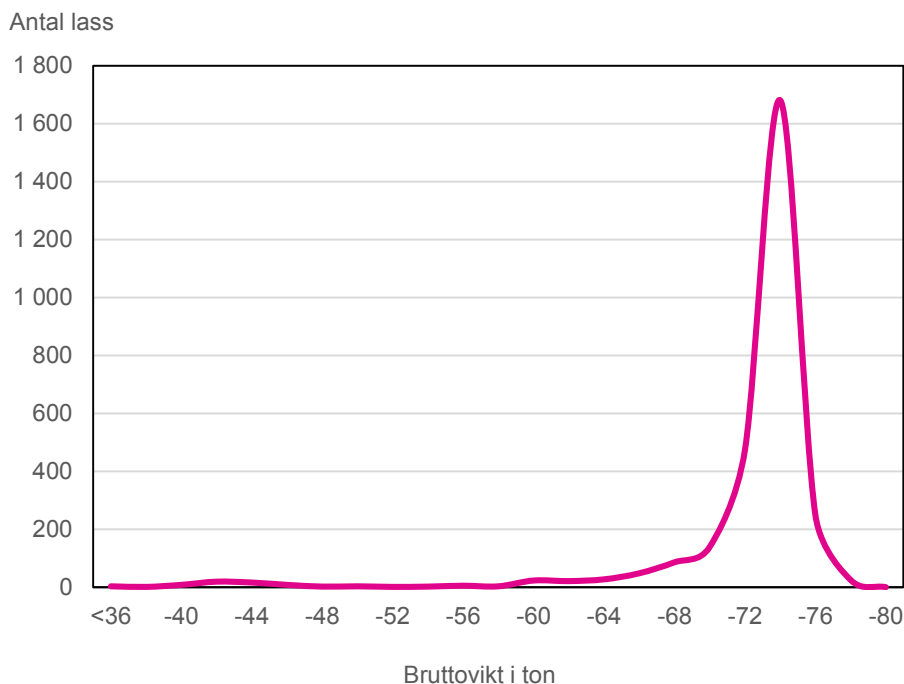
Som tidigare nämnts följs också lassfyllnadsgraden upp via KUBEL, d.v.s. hur stor andel av tillåten lastvikt som utnyttjas vid varje lass. Att uppnå 100 % lassfyllnad är närmast utopiskt av flera skäl där det viktigaste är att mätnoggrannheten i fordonsvägarna är otillräcklig. Eftersom dessa fordon kör på undantag (dispens) är det mycket viktigt att den i undantaget angivna, maximala bruttovikten inte överskrids eftersom man då gått utanför undantaget och därmed räknas överlasset från det normala 64 ton. Tabell 3 visar genomsnittlig bruttovikt, lastvikt och lassfyllnadsgrad för de tre fordonen.

Tabell 3.

Genomsnittlig bruttovikt, lastvikt och lassfyllnadsgrad under de månader som anges i Tabell 1.

	Bruttovikt, ton	Lastvikt, ton	Lassfyllnadsgrad, %
Södra	69,45	44,86	93,85
Dalafrakt	72,56	47,66	98,06
Lindkvist	72,13	47,66	97,47

Som framgår av Figur 5 ligger genomsnittslasset strax under den maximalt tillåtna bruttovikten på 74 ton. Spridningen uppåt är liten även om det finns lass som ligger något över 74 ton, däremot är spridningen nedåt stor.



Figur 5.  
Antal lass per bruttovikt. Observera att X-axeln visar den högsta vikten i respektive klass.

Totalt är det 276 lass (10 %) med en bruttovikt under 68 ton, vilket naturligtvis kan tyckas märkligt, men har sin förklaring. Den största anledningen är låg volymvikt på skogsbränslet. Särskilt Lindkvist har många sådana lass med torr stamvedsflis där det helt enkelt inte ryms mer i skåpen. Även Södra och Åkerström har en del lass med låg vikt. I många fall är orsaken säkerligen densamma som för Lindkvist, men i en del fall kan det också röra sig om ”halvlass” som man tar med sig som returlass från ett ställe till ett annat. För att göra jämförelsen mellan de tre bilarna ännu svårare påverkar även lassfyllnaden bränsleförbrukningen eftersom en låg lassfyllnad (lastvikt) innebär att bränslet slås ut på en lägre vikt varvid förbrukningen per tonkilometer ökar.

Antalet överlass, i detta fall räknat som alla lass med en bruttovikt över 74,5 ton, är 85 stycken eller 3 %. Orsaken till dessa är inte känd men de kan många gånger bero på den dåliga precisionen i lastbilens vågsystem. De är med andra ord inte nödvändigtvis olagliga. Facit får man först när man väger in lasset på mottagande industri. Dessutom är det besvärligt att plocka av en mindre del flis från en lastad lastbil. De hjullastare som används för lastningen kommer helt enkelt inte åt.



## Jämförande studie av bränsleförbrukning – Fokusveckor

Syftet med denna studie var att under en begränsad tidsperiod, närmare undersöka skillnaden i bränsleförbrukning för ett 74-tonns flisfordon jämfört med konventionella 60-tonnsfordon. Data om bränsleförbrukning, körda sträckor och invägda lastvikter har registrerats och analyserats i en statistik analys för ett 74-tonnsfordon och två konventionella flisfordon (alla inom Södra åkeriet).

Resultatet visade att under den aktuella tidsperioden och efter rådande förutsättningar, hade 74-tonnsflisfordonet en bränsleförbrukning som var 7,5 % lägre vid 50 % lastkörningsgrad, jämfört med de konventionella flisfordonen. Skillnaden var signifikant. Om hänsyn i stället tas till den verkliga lasskörningsgraden på 68 %, beräknas skillnaden i bränsleförbrukning (interpolerat) vara 8 % mellan 60- och 74-tonnsfordonen.

För insamlade data har medellastvikten varit 8,7 ton högre för 74-tonnsfordonet och medelhastigheten var 4,6 km/h lägre. 74-tonnsfordonet har haft en lastfyllnadsgrad på 99 % för C-flis och 91 % för spån. De konventionella fordonen har haft en lastfyllnadsgrad på 102 % för C-flis och 98 % för spån.

## Ekonomisk analys

Den ekonomiska jämförelsen av flisfordon på 60 respektive 74 ton har tagits fram av Fredrik Johansson, Skogforsk, i samarbete med Ove Lindkvist, Transport. Modellen bygger på uppgifter om de 74-tonnsfordon som trafikerar sträckan mellan Nykvarn och Igelstaverket (22 km enkel väg). Tidsstudier för att bestämma prestationer har utförts av Skogforsk och produktionsdata från bränsleförbrukningsanalysen har använts.

För 60-tonnsfordon finns inga uppmätta förbrukningssiffror. Dessa har i stället antagits utifrån fokusstudien som visade att 60-tonnsfordonen förbrukade 7,5 % mer i bränsle jämfört med 74-tonnsfordonet. Den relativa skillnaden i bränsleförbrukning har antagits vara representativ för flisbilar i allmänhet i brist på andra studier.

Syftet med kalkylen har varit att jämföra ekonomin för åkaren av en 74-tonns lastbil respektive en 60-tonns lastbil. En rad uppskattningar har gjorts i samråd med åkaren. Exempelvis vet vi ännu inte kostnaderna för reparationer och underhåll, eftersom ingen av de tre projektbilarna har varit i drift mer än ett och ett halvt år. Körsträckan per år är uppskattad att vara något kortare för 74-tonnsfordonet beroende på en något längre lastningstid.

Avskrivningstiden har satts till 50 000 mil för både bil och släp. Normalt håller ett flissläp något längre än lastbilen, men detta släp tippas omkring tio gånger per dag, vilket sliter på utrustningen. Åkaren lyfter fram att kalkylen bygger på tippning i ficka. Att tippa på marken tar så mycket extra tid att man förlorar ett lass per dag (Lindkvist, 2015). Tabell 4 visar en sammanställning av de prestationer och kostnader som ligger till grund för beräkningarna. Tabellen visar också skillnaden i ekonomi mellan de två fordonstyperna. Resultatet vid en övergång från 60- till 74 ton blir enligt dessa förutsättningar en besparing på 12 %.

Tabell 4.

Sammanställning av ekonomisk kalkyl för ett 60-tons respektive 74-tons fordon i körning mellan Nykvarnsterminalen och Igelsta kraftvärmeverk.

	60 ton	74 ton
<b>Fasta kostnader</b>		
Körsträcka/år, mil	9 464	9 077
Investering	3 300 000	3 950 000
<b>Fasta kostnader</b>		
Fast avskrivning år	382 900	429 800
Ränta år	81 600	95 900
Skatt och Försäkring	82 000	83 500
Övrigt	115 000	115 000
<b>Summa fastakostnader</b>	<b>661 500</b>	<b>724 200</b>
<b>Rörliga kostnader, kr/mil</b>		
Rörlig avskrivning	12	14,2
Däck	9,2	11,8
Drivmedel	56,4	66,6
Service och reparationer	13,2	16,4
<b>Summa rörliga kostnader</b>	<b>90,8</b>	<b>109</b>
<b>Rörliga kostnader, kr/år</b>		
Rörlig årskostnad fordon	1 520 765	1 714 051
Lönekostnader	858 760	858 760
<b>Resultat</b>		
Total årskostnad, kr	3 041 025	3 297 011
Kr/ton	36,25	31,96
Kr/mil	321,3	363,2
<b>Kr/ton, procent</b>	<b>100</b>	<b>88</b>

## Systemanalys ur ett miljöperspektiv

Här belyses transportsystemet med kombinationen av tåg och lastbilstransport till Söderenergis anläggning Igelstaverket utifrån dess utsläpp av CO<sub>2</sub>. En jämförelse görs mellan 8 olika transportsценарion där 60-tons flisbilar eller 74-tons flisbilar ingår. Transporten av biobränsle bör dock ställas i sitt sammanhang som en komponent i biobränslets livscykel. Sådana analyser har gjorts av (Eriksson, 2008; Lindholm, 2010).

### LITTERATUR

Eriksson (2008) visar att den insatsenergi (vanligen fossil) som krävs för bearbetning och transport av skogsbränsle ligger i intervallet 4–7 % av den energi som materialet sedan ger. De utsläpp av CO<sub>2</sub> som transporten orsakar ligger i studien på mellan 1 och 8 kg C/MWh. De lägre siffrorna kommer från scenarion med lokal försörjning (8 mil med lastbil) och de högre från scenarion med internationella transporter (25 mil med lastbil + 1 100 km med båt eller tåg). Olika system med transport av flis och buntar ingick i analysen.

I Lindholm (2010) redovisas mängden insatsenergi till 2–5 % för skogsbränsle. Det är dock endast ett av scenarierna i studien som representerar system där flisning sker vid avlägg, vilken är den vanligaste metoden i dag. I detta scenario, med lokal försörjning är den primära energiåtgången strax under 3 %. Detta är mycket fördelaktiga siffror i relation till oljebaserade energikällor som ligger på omkring 15 % i insatsenergi (Anon., 2007).

Den viktigaste faktorn för att minska utsläpp av CO<sub>2</sub> kopplat till skogsbränsleanvändning visade sig vara vilken typ av fossilt bränsle som ersattes (kol, olja eller naturgas) i kombination med hur mycket biomassa per hektar skogsareal som kunde samlas in. Transportavstånd och typ av transportsystem visade sig ha mindre betydelse i sammanhanget (Eriksson, 2008).

Lindholm (2010) redovisar också livscykelanalyser för skogsbränsle där bl.a. effekter på markbundet kol tas upp. Analysen visar att minskningen i utsläpp av växthusgaser är mellan 83–95 % när skogsbränsle ersätter naturgas eller kol (den högre siffran gäller kol).

De livscykelanalyser som gjorts kring skogsbränsle visar att den positiva miljöeffekt som sker när skogsbränsle ersätter fossila bränslen inte nämnvärt påverkas av långa transportavstånd (Eriksson, 2008). Men av den energi som tillförs systemet utgör transporten ändå omkring 35 % (Lindholm, 2010). Det är med andra ord inte oviktigt att arbeta för energieffektiva transporter av skogsbränsle, men en sänkning av transportkostnaden som möjliggör ökat uttag av skogsbränsle är ändå det som ger störst miljönytta, förutsatt att skogsbränslet ersätter fossila energikällor.

## ANALYS AV TRANSPORTER MED TÅG OCH LASTBIL TILL SÖDERENERGI

Hur effektiv är transporten via järnväg till Nykvarn och sedan vidare med 74-tons lastbil till Igelsta ur ett CO<sub>2</sub>-perspektiv och hur långt kan man köra med enbart 74-tons lastbil för samma CO<sub>2</sub>-budget?

### Miljöprestanda för olika drivmedel

WTW (Well-to-wheels) beräkningar av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (CO<sub>2e</sub>) i vanlig diesel ger ungefär 3 kg CO<sub>2e</sub> per liter diesel. Vid 5 % inblandning av etanol är siffran aningen lägre, 2,94 – 3,02 och utan inblandning kan den vara aningen högre 3,0 – 3,08 (OKQ8 Hållbar bilism 2015, STEMFS 2011:2, Bilaga 6). Noggrannheten i beräkningarna motiverar egentligen inte två decimaler. Värdet 3,0 kg CO<sub>2e</sub> per liter diesel har därför valts för svensk standarddiesel i denna studie. Denna siffra har använts för både lastbilar, truckar och lastmaskiner som tankar vanlig diesel.

I biodiesel med 100 % RME (Rapsmetylester) varierar energitätheten i bränslet hos olika leverantörer betydligt mer än för diesel. Detta bör justeras för vid jämförelser eftersom det påverkar förbrukningen. Det saknas studier som visar den exakta skillnaden i förbrukning mellan diesel och RME (det kan även skilja mellan olika producenter). Den kontinuerliga bränsleuppföljning som gjorts inom projektet indikerar en 10-procentig minskning av bränsleförbrukningen vid övergång från RME till diesel. Denna siffra har därför använts i analysen av CO<sub>2e</sub>-utsläpp.

Tabell 5.

Exempel på olika tillverkares redovisning av utsläpp och energiinnehåll.

	Well-to-wheels CO <sub>2e</sub>	Energiinnehåll
Statoil, miles diesel (5 % inblandning).	2,89 kg/l	35,3 MJ/l
OKQ8 diesel B5 (5 % inblandning).	3,02 kg/l	35,2 MJ/l
<b>Genomsnitt diesel m 5 % inblandning</b>	<b>3,0 kg/l</b>	<b>35,2 MJ/l</b>
Preem, 100 % RME.	1,36 kg/l	33,1 MJ/l
Statoil, 100 % RME.	1,62 kg/l	33,6 MJ/l
OKQ8, 100 % RME.	1,72 kg/l	33,1 MJ/l
<b>Genomsnitt 100 % RME.</b>	<b>1,57 kg/l</b>	<b>33,3 MJ/l</b>

### Miljöprestanda vid terminalhantering – sändande och mottagande

Hur mycket bränsle som går åt vid terminalhantering påverkas av en mängd faktorer. Vid sändande terminal beror det exempelvis på hur långt och hur många gånger materialet flyttas med hjullastare på terminalen. Maskintyp och förarens körstil kan också ha stor påverkan, liksom det lastade materialet i sig. För att få säkra uppgifter krävs studier på många lastningar och lossningar och resultaten gäller alltid den terminal och de förutsättningar som studerats. Denna uppgift för lastning (Tabell 5) ska därför ses som ett grovt exempel, eftersom den härstammar från en enda mätning av bränsleförbrukning vid utlastning på en terminal i Ånge. Även hantering (framkörning) i samband med lastningen ingår.

Bränsleförbrukningen för terminalhantering i Nykvarn utgör ett genomsnitt för fem lossningstillfällen (fem tåg) och är därför en säkrare siffra i sammanhanget. I Terminalhantering Nykvarn ingår tömning av tågets containrar med gaffeltruck som vänder dem upp och ner (Enström & Winberg, 2009), stackning och vid senare tillfälle, lastning till 74-tons flisbil med hjälp av hjullastare.

Tabell 6.  
Förbrukning och CO<sub>2e</sub>-utsläpp, well-to-weels, vid terminalhantering.

	Förbrukning diesel	CO <sub>2e</sub> per ton
Terminalhantering vid utlastning	0,25 l/ton	750 g
Terminalhantering Nykvarn	0,35 l/ton	1050 g

### Miljöprestanda för tågtransport av flis

För tågtransporten har verktyget NTMcalc använts (transportmeasures.org). En sträcka på 45 mil har använts och det är antaget att tåget kör en lika lång sträcka tomt tillbaka. Antagen bruttovikt är 1 900 ton (lägre än maxvikten eftersom flis normalt är volymbegränsat) och tomvikten för tåget är 800 ton. Det kan konstateras att själva tågtransporten i princip ger nollutsläpp av CO<sub>2</sub>, varför avståndet egentligen saknar betydelse för kalkylresultatet.

Tabell 7.  
Förbrukning av CO<sub>2e</sub>-utsläpp, well-to-weels, vid tågtransport 45 mil.

	CO <sub>2e</sub> per omlopp	CO <sub>2e</sub> per transporterat ton
Tågtransport 45 mil + 45 mil tomtransport	170 g	0,15 g

### Miljöprestanda för lastbilstransporter mellan Igelsta och Nykvarn

För lastbilstransporten mellan Igelsta och Nykvarn används det genomsnittliga värdet för förbrukningen som mätts in vid den kontinuerliga uppföljningen, 32,7 ml/tonkm (Tabell 2 i kapitlet Bränsleuppföljning). Detta gäller för transport med existerande 74-tons fordon. Det uppmätta medeltransportavståndet, 22 km, ger en genomsnittlig förbrukning på 719 ml RME per ton (då fordonet till övervägande del körts på RME under studietiden), vilket genererar utsläpp om 1,13 kg CO<sub>2</sub> per ton transporterad flis.

Om lastbilstransporten i stället utförts med 60-tonsfordon antas en ökning av förbrukningen per tonkm. I fokusstudien (Asmoarp m.fl., 2015) uppmättes skillnaden från 60- till 74 ton till 7,5 %. Ett 60-tonsfordon beräknas därför förbruka 777 ml RME per ton på samma sträcka och släppa ut motsvarande 1,22 kg CO<sub>2e</sub> per ton transporterad flis.

I scenarion där fordonet i stället tankas med diesel (med 5 % inblandning) antas förbrukningen vara 10 % lägre och utsläppen av CO<sub>2e</sub> på den aktuella sträckan blir då 1,92 kg för 74-tonnaren och 2,10 kg för 60-tonnaren, per transporterat ton.

## Miljöprestanda för längre lastbilstransport

För att kunna jämföra det nuvarande systemet med en längre lastbilstransport görs en uppskattning av förbrukningen vid längre transporter. Av de tre studerade fordonen var det längsta medeltransportavståndet 173 km och bränsleförbrukningen för detta fordon var 17,9 ml/tonkm, vid körning på i huvudsak RME. Motsvarande utsläpp av CO<sub>2e</sub> för olika transportalternativ visas i Tabell 8.

Tabell 8.  
Olika val av fordon och bränsle påverkar utsläppen per tonkm.

Transportalternativ	CO <sub>2e</sub> ml/tonkm
74 ton RME	26,7
60 ton RME	30,5
74 ton diesel	48,3
60 ton diesel	52,5

## Jämförelser

För att jämföra transportkedjan med tåg och lastbil via Nykvarn till Igelsta, med en transport direkt från sändande terminal (eller eventuellt från avlägg i skogen) görs vissa antaganden. Förbrukningen vid lastning av tåg eller lastbil är ungefär den samma i båda alternativen. Det kan visserligen innebära extra hantering att lasta till tåg eftersom material kan behöva flyttas fram till spåret, men samtidigt sker tåglastning ofta effektivt med väl anpassad utrustning. Tabell 9 visar vilka utsläpp den aktuella transporten med tåg och lastbil ger. Tabell 10 visar hur långt det är möjligt att köra lastbil för samma CO<sub>2</sub>-budget – maximalt 81,7 km. Men detta bygger på en förbrukning per tonkm som motsvarar en betydligt längre transport vilket medför att det verkliga jämviktsavstånden är något kortare än vad som visas i tabellen. Tabell 10 tydliggör också skillnaden i miljöprestanda mellan de olika lastbilsalternativen. En 60-tons lastbil driven med diesel släpper ut nära dubbelt så mycket CO<sub>2e</sub> som en 74-tons lastbil driven med RME när de utför samma transportarbete.

Tabell 9.  
Utsläpp från en fjärrtransport med tåg (JVG) och lastbil till Igelstaverket enligt fyra olika alternativ.

Lastbilsalternativ	CO <sub>2e</sub> (kg/ton)
JVG + bil 74-ton RME	2,93
JVG + bil 60-ton RME	3,02
JVG + bil 74-ton diesel 5% inblandning	3,72
JVG + bil 60-ton diesel 5% inblandning	3,90

Tabell 10.  
Tabellen visar brytpunkten för hur långt man skulle kunna transportera flis med enbart lastbil för samma CO<sub>2</sub>-budget som dagens flöde med tåg och 74-tons lastbil till Igelstaverket (JVG + bil 74-ton RME).

Lastbilsalternativ	Brytpunkt, km
74 ton RME	81,7
60 ton RME	71,4
74 ton diesel	45,1
60 ton diesel	41,5

## Praktiska erfarenheter

De praktiska erfarenheterna så här långt är huvudsakligen goda. Trots de något större yttermått och den extra vikten upplevs fordonen som smidigare och enklare att hantera i trafiken. Orsaken är till stor del att de två extra axlarna har medgett en lite annan axelkonfiguration än vad som är brukligt på vanliga 60-tonnare, vilket gjort att särskilt släpen blir lite följsammare. De genar mindre än normalt i kurvorna. Med Scantias största motorer på 730 hästkrafter och automatlåda samt elektriskt styrda lufttrycksbromsar är lastbilarna i många avseenden väl så lättkörda som en vanlig personbil, bortsett från yttermått, se även von Hofsten & Funck (2015). Det har heller inte framkommit några problem med hanteringen kopplade till fordonens konstruktion.

Det som framkommit och som har varit lite problematiskt, är vissa svårigheter med att få upp lastvikterna samt viss risk för överlast på släpets trippelaxel. Det senare problemet beror på att dessa fordon måste vara byggda enligt EU:s modulsystem eftersom de är längre än 24 meter, vilket bland annat innebär att avståndet från kopplingstappen till centrum för påhängsvagnens trippelaxlar inte får vara större än 8,15 meter. Eftersom skåpet är 13,6 meter och avståndet från skåpets framkant till kopplingstappen är fast blir överhänget bak ganska stort, vilket gör det lätt att överlasta bakåt.

Problemet med att få upp lastvikterna bottnar i att flisen i många fall är torr och lätt, vilket gör att volymen begränsas. Fordonen har de yttermått de får ha vad gäller längd och bredd men skulle i teorin kunna höjas, eller sänkas.

I Sverige finns ingen explicit regel för hur högt ett fordon får vara, däremot finns regelverk som reglerar hur låg en bro eller annat hinder får vara utan att höjden skyltas – 4,5 meter. Bland åkare generellt, är det välkänt att många broar är lägre utan att för den sakens skull vara skyltade. Därför vågar man som regel inte bygga högre än ca 4,35 meter, vilket är standard hos flisbilarna. Återstår då att sänka lastgolvet för att få större volym, vilket kan gå om man väljer andra sätt än sidtippning för att lasta av. Det finns två släp utanför detta projekt som har så kallat Walking Floor, ett antal lameller som omväxlande pressas uppåt-bakåt så att lasten vandrar av flaket. Detta medger att lastgolvet sänks en del men till priset av nästan tredubblad avlastningstid.



Figur 6.  
Chaufföremas erfarenheter har sammanställts och dessa har varit goda. Här Erika Ehn, chaufför på Ove Lindkvists bil.

## Kommunikationsinsatser

Kommunikationsinsatser har varit en viktig del i projektet då intresset för effektivare fordon hela tiden varit starkt från branschen och även funnits med på den politiska dagordningen. I samband med att de första projektfordonen var byggda våren 2014, påbörjade Trafikverket och Transportstyrelsen ett regeringsuppdrag som utredde frågan om införande av 74-tons bruttovikt. Projektgruppen för ETT-Flis ansåg då att det var viktigt att nå ut med den forskning som dittills fanns och valde därför att koncentrera kommunikationsinsatserna mot allmänhet och beslutsfattare till våren och sommaren 2014, vilket sammanföll med att de båda flislastbilarna levererades.



Invigningar av lastbilarna hölls under april och maj 2014. Söderenergis invigning i Nykvarn fick stor uppmärksamhet i fackpress och sociala medier. Där klipptes bandet gemensamt av infrastrukturminister Catharina Elmsäter-Svärd, Scania VD Martin Lundstedt och Söderenergis VD Karin Medin. Möjligheten till effektivare lastbilstransporter och de dittills framtagna forskningsresultaten belystes väl av dessa samt ytterligare 6 talare. Södras invigning hölls i samband med föreningens årsstämma. Projektet blev därmed uppmärksammat inom hela Södras organisation och bland de 116 valda ledamöter som deltog. Även Dalafrakt och Stora Enso höll en invigning av sin 74-tons flisbil, som senare kom att ingå som studieobjekt för projektet. Även denna uppmärksammades av fackpress och sociala medier.

Under almedalsveckan i Visby 2014 fanns Söderenergis hela flisekipage på plats i hamnen under fyra dagar. I släpet arrangerades seminarier för att berätta om projektet och tidigare forskningsresultat kring längre och tyngre lastbilar. Det bjöds även in till diskussion med politiker och företag i branschen. Bland andra deltog Karin Svensson Smith (mp), Göran Lindell (c), Jan Kilström (VD Green Cargo) och Rickard Gegö (VD Sveriges Åkeriföretag).

## Diskussion

Sammanfattningsvis har det varit en lång process som lett fram till att de tre demonstrationsfordonen kunnat tas i drift och studerats. Resultaten visar att dessa flisfordon sparar omkring 7,5 % i bränsleförbrukning jämfört med 60-tonsfordon (samt lika mycket i minskade utsläpp) och ungefär 12 % i minskade transportkostnader. Dessa resultat ligger väl i linje med liknande studier på rundvirkesfordon.

Det är tydligt att systemet som kombinerar järnväg- och lastbilstransport har de klart lägsta utsläppen, men också att skillnaden i utsläpp från de olika direktkörningsalternativen är stor. En 60-tons flisbil driven med diesel släpper ut nästan dubbelt så mycket CO<sub>2e</sub> som en 74-tons flisbil driven på RME per transporterad tonkm. Viktigast ur miljöhänsen är dock att den sänkta transportkostnaden möjliggör uttag av skogsbränsle i en utökad geografi, vilket i sin tur möjliggör substitution från fossil till biobaserad råvara för energiproduktion. I dag används visserligen stora volymer avfall och importerade trädbränslen, men på sikt krävs ett högre utnyttjande av biobränslen om uppsatta klimatmål ska kunna nås. En sänkning av transportkostnaden för lastbilslänken stärker också den sammodala transportkedja som beskrivits inom projektet.

Praktiskt fungerar 74-tonsflisbilarna mycket väl i sina respektive transportuppställningar och chaufförerna har varit mycket nöjda med fordonens köregenskaper. Att komma upp i full lastvikt har vissa sortiment varit problematiska. Problematiken är den samma som visat sig för 74-tons rundvirkesfordon. Därför kan det vara värt att betänka vilka de huvudsakliga sortimenten är när en investeringskalkyl ska göras. Vid ständigt fulla lastvikter finns potential att tjäna mer än nämnda 12 % i ekonomi, medan en låg lastfyllnadsgrad rimligen ger en sämre kalkyl.

Trafiksäkerhetsstudier har inte ingått i projektet, även om prestanda och praktisk funktionalitet kan sägas vara en del av trafiksäkerheten. Ove Lindkvists fordon har dock fått utgöra studieobjekt för en separat studie av körbeteende som utförs av Anders af Wählberg. Fordonet har försetts med en utrustning som mäter och samlar in data om accelerationer och retardationer för att ge en bild av förarbetet som kan jämföras mellan olika studerade fordon. Detta för att se om det skiljer i förarens beteende då de kör en större eller mindre lastbil. Studien pågår fortfarande.

Ove Lindkvists fordon har också ingått som studieobjekt inom HCT-programmets arbetspaket IAP/TTK (Intelligent Access Program/Intelligent tillträdeskontroll). Projektets syfte har varit att undersöka och utvärdera modeller och system för kontroll av lastbilars regelefterlevnad. Tanken med arbetspaketet har varit att HCT-fordon kan få tillgång till ett större vägnät under förutsättning att infrastrukturhållaren kan kontrollera och samla in uppgifter om att fordonet följer uppsatt regelverk. Ove Lindkvists projektfordon har fått utrustning från ett australiensiskt system installerat med syfte att utvärdera om tekniken fungerar under svenska förhållanden, den installerade utrustningen har inte påverkat detta projekt i övrigt.

## **Fortsatt forskning och den politiska utvecklingen**

Målet med projektet ETT-Flis var från början att driftsätta och studera längre och tyngre fordon jämfört med dagens. Att öka längden visade sig inte vara möjligt inom detta projekt, men önskan om att studera både längre och tyngre flisfordon kvarstår fortfarande. Därför har ett nytt projekt tagit vid med syfte att studera konsekvenserna av en 34 meter lång och 98 ton tung flisbil med avseende på energieffektivitet, åkarens ekonomi, funktionalitet och vågsystemets noggrannhet. Det uppföljande projektet finansieras av FFI (Fordonstrategisk Forskning och Innovation) och pågår 2015–2018. Det planerade flödet i det nya projektet är det samma som Ove Lindkvists bil nu kör mellan Nykvarn och Igelstaverket.

För att få möjlighet att studera längre och tyngre fordon krävs att Transportstyrelsen åter behandlar ansökningar om detta. Transportstyrelsen lämnade i september 2015 in ett förslag till regeringen om implementering av delar av det EU-direktiv som reglerar mått och viktbestämmelser för lastbilstrafik. Detta skulle möjliggöra för Transportstyrelsen att ge tillstånd till försöksverksamhet med längre fordon – en avsevärd förenkling i myndighetens arbete som bör kunna möjliggöra fortsatt forskning inom området. Beslut om detta väntas under våren 2016.

## Referenser

- Asmoarp, V., Jonsson, R. & Funck, J. 2015. Fokusveckor 2015 – Bränsleuppföljning för ett 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. Skogforsk Arbetsrapport 890-2015.
- Edlund, J., Asmoarp, V. & Jonsson R., 2013. Fokusveckor 2013 – Bränsleförbrukning för två fordon inom ETTdemo-projektet.
- Enström, J. & Winberg P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. Skogforsk Arbetsrapport nr 678 2009.
- Eriksson, L. N. 2008. Forest-Fuel Systems – Comparative analyses in a lifecycle perspective. Resources, Conservation and Recycling. Volume 52, Issue 10, August 2008, Pages 1190–1197.
- Fogdestam, N. & Löfroth C. 2015. ETTdemo 2011-2013 – Slutrapport, demonstration av ETT- och ST-fordon. Skogforsk arbetsrapport nr 872-2015.
- von Hofsten, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. Skogforsk Arbetsrapport 865.
- Lindholm, E.L. 2010. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala 2010.
- Löfroth, C. & Svenson G. 2012. ETT – Modulsystem för skogstransporter – En Trave Till (ETT) och Större Travar (ST). Skogforsk Arbetsrapport nr 758-2012.
- Widinghoff, J. 2014. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon. Skogforsk Arbetsrapport nr. 831-2014.
- OKQ8 Hållbar bilism. 2015. [https://www.okq8.se/~media/dokument%20pa%20stationen/drivmedel/okq8\\_h%C3%A5llbar\\_bilism\\_web.pdf?la=sv-se](https://www.okq8.se/~media/dokument%20pa%20stationen/drivmedel/okq8_h%C3%A5llbar_bilism_web.pdf?la=sv-se) (2015-08-31).
- Statoils produktblad för B100. [https://www.statoil.se/sv\\_SE/pg1334072467687/privat/Drivmedel/%C3%B6vrigadrivmedel/Biodiesel-B100.html](https://www.statoil.se/sv_SE/pg1334072467687/privat/Drivmedel/%C3%B6vrigadrivmedel/Biodiesel-B100.html) (2015-08-31).
- Preems produktblad för Biodiesel 100. <https://www.preem.se/biodiesel100> (2015-08-31).

## Personligt meddelande

Ankarling, Olle, Söderenergi, 2015.



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

### År 2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projektrapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas., Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. – Damage after early thinning. 14 s.
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

- Nr 874 Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
- Nr 875 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
- Nr 876 Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellerings av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
- Nr 877 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
- Nr 878 Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
- Nr 879 Eriksson, B., Widinghoff, J., Norin K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.
- Nr 880 Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
- Nr 881 von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädningen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
- Nr 882 Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.
- Nr 883 Andersson, G. & Frisk, M. 2015. Jämförelse av prioriterat funktionellt vägnät och skogsbrukets faktiska transporter. 49 s.
- Nr 884 Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
- Nr 885 Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
- Nr 886 Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
- Nr 887 Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
- Nr 888 Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
- Nr 889 Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for increased biomass production for energy in Sweden. 28 s.
- Nr 890 Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 25 s.
- Nr 891 Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

## SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

### FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

### UPPDRAG

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

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

### KUNSKAPSFÖRMEDLING

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

Från Skogforsk nr. 888-2015



[www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se)