

Effektivare transporter på väg

SLUTRAPPORT FÖR PROJEKT ETT 2014-2016

Improving Transport Efficiency
- Final Report of the ETT 2014-2016 Project



Innehåll

Förord	3
Abstract	4
Sammanfattning	6
Inledning	8
Projektmål och organisation	9
Demonstrationsfordon	10
Fordon inom ETT-projektet	10
Fordonstillverkarnas erfarenheter	10
Teknisk uppföljning av fordon	10
Trafikmiljö	11
Vägsitage på det allmänna vägnätet	11
Vägsitage på det enskilda vägnätet	13
Geometri och vägstandard	14
Broar på det enskilda vägnätet	14
Trafiksäkerhet	14
Bränsleförbrukning och emissioner	15
Bränsleförbrukning och lastfyllnadsgrad	15
Fokusveckor	15
Logistikanalyser	16
Liten risk för överflyttning från järnväg	16
BK4-vägnät	16
Logistik för en bättre miljö	17
Ekonomi	19
Kommunikationsinsatser	20
Referenser	22
Bilagor	23
Bilaga A: Tidslinje över fordon i ETT-projekten	23
Bilaga B: VETT-projektet och stabilitetstester	24
Bilaga C: Erfarenheter SETT och viktuppskattning med system som finns i bilen	38
Bilaga D: Trafiksäkerhetseffekter av HCT	48
Bilaga E: Nyttjande av det utvalda vägnätet	60
Bilaga F: Utvärdering av två förslag på BK4-vägnät i region mitt	61

Förord

Ordförande har ordet

Sedan 2007 har Skogforsk tillsammans med myndigheter, fordonstillverkare och näringsliv undersökt effekterna av att använda längre och tyngre lastbilar i skogsnäringen. Projektet kallades ursprungligen för ETT, där bokstäverna står för En Trave Till. I detta ingick även ST-bilar som står för Större Travar. ETT-projektet har pågått under många år och vårt tålamod har prövats ett flertal gånger. Det vet alla som har varit delaktiga.

Projektet kan dock i sin helhet sägas vara lyckosamt på många plan: 1) den breda uppslutningen från transportköpare, transportutförare, tillverkare, myndigheter och forskare, där alla jobbat mot ett gemensamt mål, 2) det breda genomslaget, 3) att projektet har fått många försöksfordon i drift – över hela landet – samt 4) att vi har medverkat till tillskapandet av den nya vägklassen BK4! Utan ETT-projektets insats hade vi inte kommit dit vi är i dag.

Jag vill tacka alla projektledare på Skogforsk, medlemmar i styrgruppen och alla övriga intressenter för ett bra jobb! Efter dessa år med ETT-projektet har vi också slipat till kanterna och arbetssättet har fallit på plats: var och en har funnit sin roll och tagit den, det är de gemensamma krafterna som driver oss framåt.

Morgen Yngvesson, ordförande ETT-projektets styrgrupp

Piteå, 2017-11-14

Projektledaren har ordet

De 28 fordonen som rullar eller har rullat inom projektet har varit grunden till de unika forskningsresultat som tagits fram inom projektet. Det gemensamma målet har varit att effektivisera transporterna med avseende på miljö, trafiksäkerhet, vägslitage och konkurrenskraft.

- Uppföljningar visar att användning av större fordon i Sverige är gynnsamt för både klimat och ekonomi.
- Trafiksäkerheten per fordon påverkas inte av de högre nyttolasterna, men då samma transportarbete kan utföras med färre tunga fordon på vägarna ökar den totala trafiksäkerheten.
- De nya fordonen har fler hjulaxlar, vilket ger ett lägre marktryck än ett traditionellt ekipage. Därför ger de tyngre fordonen ett lägre slitage på vägarna.

Vi på Skogforsk vill rikta ett stort tack till finansiärerna av projektet samt till alla chaufförer och åkerirepresentanter som deltagit i våra studier med stort intresse och bidragit till datainsamling av mycket hög kvalitet.

Victor Asmoarp, projektledare

Uppsala, 2017-11-14

Abstract

This report summarises the Skogforsk project, One More Stack (*En Trave Till, ETT*) 2014-2016. The project analysed the effects of using heavier and/or larger vehicles, HCT (High-capacity Transport) vehicles, for transporting wood and sawmill chips.

The project was funded by seven forestry companies, the Swedish Forestry Industries Federation, and Skogforsk. Some of the studies were also funded by the Swedish Energy Agency, Vinnova, and FFI (Strategic Vehicle Research and Innovation).

ETT 2014-2016 was an extension of two earlier projects with the same focus, the first of which started as early as 2006. The earlier projects analysed the effects of replacing 60-tonne timber vehicles with heavier vehicles. Results showed that, if 30 percent of the conventional vehicles were replaced with an ETT vehicle with a gross vehicle weight of 90 tonnes, and 70 percent with an ST vehicle with a gross weight of 74 tonnes, the number of timber vehicles on Swedish roads could be reduced from 2000 to 1300. Total fuel consumption would be reduced by at least 20 million litres of diesel per year, a reduction of 12 percent.

In this new project, 28 test vehicles were monitored – one with a maximum gross weight of 90 tonnes and 27 with gross weights in the interval 68-74 tonnes.

In interviews, drivers reported no major differences between conventional vehicles and HCT vehicles in terms of wear to the vehicle and equipment, and there was little effect on driving properties. However, the HCT vehicles could sometimes be slow in starting, and the steering axle had traction problems on tight curves with a slippery surface.

Analyses in the project showed that HCT vehicles cause less road wear than conventional vehicles, and this applied to both sealed and gravel roads. This was because HCT vehicles have more axles, thereby reducing axle pressure. The greatest road wear was recorded for the 64-tonne vehicle.

An analysis of the geometry of private roads showed that operating the HCT vehicles on reasonably modern forest roads would not present a problem, but problems could occur on older forest roads because they are narrower. However, it is also difficult to operate conventional 60-tonne vehicles on these roads.

One problem identified is that many bridges cannot support the gross weights of the HCT vehicles. This applies to bridges on both the public road network and the private. Skogforsk has therefore initiated a project, *Improving bridge infrastructure for more sustainable road transports*, which will run until February 2019.

The assessment is that an HCT vehicle is as safe on the roads as a conventional vehicle of 60 or 64 tonnes. This means that a vehicle fleet comprising only HCT vehicles would actually improve road safety, because the same transport work can be carried out with fewer vehicles on the roads.

During the project, several studies investigated fuel consumption of the HCT vehicles. Calculated per tonne-kilometre, fuel consumption was by far lowest for the 90-tonne vehicle, slightly higher for the 74-tonne vehicle, and highest for the 60-tonne vehicle.

Concerns have been raised that a switch to HCT vehicles would result in timber transports being transferred from rail to road. However, an analysis involving a large forest company showed that only small volumes would be transferred, approximately 2.6 percent of the company's total wood transports. Furthermore, the analysis did not consider that HCT vehicles would also make it more profitable to transport wood to the company's rail terminals instead of transporting the wood directly to mills, which generates an opposite effect.

During the course of the project, public agencies submitted various proposals regarding public roads that could be opened for 74-tonne vehicles, BK4 roads. The project has analysed these proposals, and a general conclusion is that HCT vehicles could only be used for a small proportion of total forestry transports. In the latest proposal, a maximum of six percent of forest transports could take place on the BK4 road network. The figure is not higher because important transport flows and mills are not covered by the proposed BK4 roads. These analyses showed that only 42 HCT vehicles would be available to the forestry sector in Sweden. Skogforsk's assessment is that the figure would be even lower, because it can be difficult to justify investing in the more expensive HCT vehicles in a mixed vehicle fleet when only some roads are open to the heavier vehicles. At the time of writing, the extent of the BK4 road network is still unclear.

Sammanfattning

Den här arbetsrapporten sammanfattar Skogforsks projekt *En Trave Till (ETT) 2014-2016*. Projektet analyserade effekterna av att använda tyngre och/eller längre fordon, HCT-fordon, för transport av virke och sågverksflis (HCT= High Capacity Transport).

Projektet finansierades av sju skogsföretag, Skogsindustrierna och Skogforsk. Vissa delprojekt finansierades också av Energimyndigheten, Vinnova och FFI (Fordonsteknisk forskning och innovation).

ETT 2014-2016 var en fortsättning på två tidigare projekt med samma huvudinriktning, där det första startades redan 2006. De tidigare projekten visade att om 60-tons virkesfordon skulle ersättas av 30 procent ETT-fordon, med 90 tons bruttovikt, och 70 procent ST-fordon, med 74 tons bruttovikt, skulle antalet virkesfordon i Sverige kunna minskas från 2000 till 1300. Samtidigt skulle den totala bränsleförbrukningen sänkas med minst 20 miljoner liter diesel (12 procent) per år.

I det nya projektet följdes 28 försöksfordon – ett med maximal bruttovikt på 90 ton och 27 stycken med 68-74 tons bruttovikt.

Intervjuer med förarna visade inte på några stora skillnader mellan konventionella fordon och HCT-fordon vad gäller slitage på fordon och utrustning. Inte heller körsättet påverkades nämnvärt. HCT-fordon kunde dock ibland vara lite ”segare” vid start och styraxeln kunde få lite svårt med fästet i tvära kurvor på slirigt underlag.

Analysen i projektet visade att HCT-fordon sliter mindre på vägarna än konventionella fordon. Detta gäller både för belagda vägar och för grusvägar. Det beror på att HCT-fordonen har fler axlar, vilket gör att axeltrycket blir lägre. Högst vägsnitage noterades för 64-tonsfordon.

En analys av de enskilda vägarnas geometri visade att det inte är några svårigheter att framföra HCT-fordon på någorlunda moderna skogsvägar. På äldre skogsvägar kan det bli problem, eftersom de är smalare. Men där är det också svårt att köra konventionella 60-tonsfordon.

Däremot kan det bli problem med en del broar som inte klarar HCT-fordonens bruttovikt. Detta gäller broar på såväl det allmänna som det enskilda vägnätet. Som en följd av detta har Skogforsk initierat projektet *Utvecklad broinfrastruktur för mer hållbara vägtransporter*, som ska pågå fram till februari 2019.

Ett HCT-fordon bedöms vara lika trafiksäkert som ett konventionellt fordon på 60 eller 64 ton. Detta gör att en fordonsflotta med HCT-fordon totalt sett blir mer trafiksäker, eftersom samma transportarbete kan utföras med färre fordon på vägarna.

Under projektet genomfördes flera olika studier kring HCT-fordonens bränsleförbrukning. Räknat per tonkilometer var den klart lägst för 90-tonsfordon, lite högre för 74-tonsfordon och högst för 60-tonsfordon.

En oro har funnits om att en övergång till HCT-fordon skulle flytta över en del transporter från järnväg till landsväg. Men en analys för ett större skogsföretag visade att det skulle handla om små volymer – ungefär 2,6 procent av företagets totala virkestransporter. Analysen tog dessutom inte hänsyn till att HCT-fordon samtidigt gör det mer lönsamt att transportera virke till företagets järnvägsterminaler i stället för att direkttransportera till industrin, vilket alltså ger en motsatt effekt.

Under projektets gång har myndigheterna lagt fram flera olika förslag på allmänna vägar som skulle kunna öppnas för 74-tonsfordon, så kallade BK4-vägar. Projektet har analyserat dessa förslag och en generell slutsats var att bara en mindre del av skogsbrukets totala transporter kunde ske med HCT-fordon. I det senaste förslaget skulle som mest sex procent av skogsbrukets transporter kunna ske på BK4-vägnätet. Att det inte blev mer beror på att viktiga transportflöden och industrier inte täcktes av de föreslagna BK4-vägarna. Som mest fanns det i dessa analyser utrymme för 42 stycken skogliga HCT-fordon i Sverige. Skogforsks bedömning är att det i verkligheten skulle bli ännu färre, eftersom det kan vara svårt att räkna hem en investering i de dyrare HCT-fordonen i en blandad fordonsflotta när bara en del av vägarna är tillgängliga för de tyngre fordonen. I skrivande stund är fortfarande BK4-vägnätets utformning oklart.

Inledning

Ett enkelt sätt att effektivisera transporterna är att lasta mer på varje lastbil. Tanken i sig är inte ny. Sverige har haft bruttoviktshöjningar tidigare. År 1975 öppnades ett vägnät för 51,4 ton, 1990 höjdes bruttovikten till 56 ton och 1993 infördes BK1, med en tillåten bruttovikt på 60 ton, som den 1 juni 2015 höjdes till 64 ton.

Det svenska allmänna vägnätet var fram till halvårsskiftet 2017 indelat i tre bärighetsklasser (BK1, BK2 och BK3) med olika krav på bruttovikt och axellaster.

BK1. Max axellast 10 ton, max bruttovikt 64 ton.

BK2. Max axellast 10 ton, max bruttovikt 51,4 ton

BK3. Max axellast 8 ton, max bruttovikt 37,5 ton

Den 1 juli 2017 infördes ytterligare en bärighetsklass – **BK4** – med max axellast på 10 ton och max bruttovikt på 74 ton.

År 2006 tog Skogforsk tillsammans med myndigheter och ett antal företag initiativ till projektet *ETT – Modulsystem för skogstransporter* (Löfroth & Svenson, 2010). Det pågick till 30 juni 2011, då uppföljningsprojektet *Demonstration av En Trave Till (ETTdemo)* tog vid. Det delfinansierades av Energimyndigheten och målet var att testa 25 tyngre och längre fordon runt om i landet (Fogdestam & Löfroth, 2015).

Eftersom alla planerade demonstrationsfordon inte hade driftsatts när ETTdemo avslutades den 31 december 2013, förlängdes projektet och fick nu namnet *ETT 2014-2016*. Den här rapporten sammanfattar resultatet från detta projekt.

Under projektperioden beslöt regeringen att höja den maximalt tillåtna bruttovikten på BK1 från 60 till 64 ton. Detta gav nästan 10 procent högre lastkapacitet på en stor del av skogsnäringsens fordonsflotta. Som en följd av höjningen har en del av studierna i projektet 60 ton som referens, medan andra har 64 ton.

Projektmål och organisation

Målet med projektet ETT 2014-2016 var att samla kunskap och erfarenhet om användning av längre och/eller tyngre fordon, så kallade HCT-fordon (HCT = High Capacity Transport), inom skogsbruket. Ett antal delmål formulerades:

- Att inom projekttiden driftsätta 25 HCT-fordon.
- Att med hjälp av modern fordonsteknik skapa mer energieffektiva transporter med lägre koldioxidutsläpp.
- Att i olika försörjningskedjor och geografiska områden demonstrera och studera användning av HCT inom skogsbruket med fokus på miljö och ekonomi.
- Att sprida kunskap om HCT-fordon till allmänhet, myndigheter och politiker.

ETT 2014-2016 finansierades av BillerudKorsnäs Skog, Holmen Skog, SCA Skog, Skogsindustrierna, Stora Enso Skog, Sveaskog, Södra Skog, Söderenergi och Skogforsk. Vissa delprojekt finansierades av Energimyndigheten, Vinnova och Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI).

Arbetet leddes av en styrgrupp där följande medlemmar ingick hela eller delar av projekttiden:

John Samuelsson, BillerudKorsnäs Skog
Jonas Auselius och Jonas Eriksson, Holmen Skog
Morgen Yngvesson, SCA Skog, Ordförande
Karolina Boholm, Skogsindustrierna
Jörgen Olofsson, Stora Enso Skog, Vice Ordförande
Anders Järlesjö, Sveaskog
Åsa Forss, Södra Skog
Olle Ankarling, Söderenergi
Lennart Cider, Volvo lastvagnar
Joakim Eriksson och Göran Lingström, Scania Sverige
Mikael Näslund, Riksförbundet Enskilda Vägar
Ulric Långberg, Sveriges Åkeriföretag
Anders Berndtsson och Thomas Asp, Trafikverket
Mats Willén och Pär Ekström, Transportstyrelsen

Niklas Fogdestam var projektledare till den sista april 2015, därefter tog Victor Asmoarp över. Övriga Skogforsk-representanter i styrgruppen var Magnus Thor, Lennart Rådström, Claes Löfroth, Johanna Enström, Erik Viklund och Henrik von Hofsten.

Demonstrationsfordon

FORDON INOM ETT-PROJEKTET

Målet för projektet var att 25 HCT-fordon skulle vara i drift i slutet av projektperioden. Enligt den ursprungliga planen skulle elva av dessa ha en bruttovikt på minst 90 ton, men till följd av svårigheterna att få till föreskrifter för att få framföra tyngre och längre fordonskombinationer blev det bara ett 90-tons-fordon. Resterade var 74-tonsfordon. Vid projektets slut var 23 fordon i drift. Då hade fem fordon redan tjänat ut och ”pensionerats” (se grafisk illustration i bilaga A). Utöver dessa totalt 28 fordon som satts i drift inom ETT-projektet fanns det ytterligare åtta skogliga HCT-fordon i olika systerprojekt som ETT-projektet stöttade. Två av dessa systerprojekt var ETT-Aero, som testade 74-tons fordon med aerodynamiska detaljer för att ytterligare minska bränsleförbrukningen, och VSV-Futures, där VSV-Frakt testade 70- och 74-tonsfordon.

FORDONSTILLVERKARNAS ERFARENHETER

Både Volvo lastvagnar och Scania Sverige var med i ETT 2014–2106 och deltog i styrgruppen. Parallellt drev de också egna projekt:

Volvos VETT-projekt arbetade bland annat med fordonens stabilitet och utvärderade olika fordonskonfigurationers egenskaper, som start i backe, acceleration, bromsförmåga, filbyte och undanmanöver, vältstabilitet och rondellkörning. Testerna visade att det med olika tekniska lösningar går att bygga HCT-fordon som är säkrare än dagens konventionella fordon, bland annat genom att ha ABS-system på alla fordon i kombinationen samt ett EBS-system som hindrar fordonet från att välta. Se Volvos presentation, bilaga B.

Scanias SETT-projekt fokuserade bland annat på bättre vägning av totalvikten. Målet var att få fram ett system för att kunna lasta så nära 74 ton som möjligt utan att överlasta. Det är viktigt, dels för att säkerställa att gällande bestämmelser inte överträds, dels för att inte riskera att skada vägar och broar. Projektet arbetade med tre olika metoder för vägning; via trycket i luftfjädringen, vid acceleration och vid växling. Redan i dag finns det system som skattar vikten via luftfjädringssystemet, men genom att mäta energiåtgången vid accelerationen och motorns moment före och efter växling kan man med hjälp av Newtons andra lag skatta fordonskombinationens totala vikt. Resultaten är inte klara, men tyder på att en mycket högre precision i vägningen kan uppnås om man kombinerar de tre metoderna än om man använder dem var för sig. Se Scanias presentation i bilaga C.

TEKNISK UPPFÖLJNING AV FORDON

I en studie intervjuades förare och ägare till HCT-fordon (von Hofsten & Funck 2015). Den generella bilden var att alla var mycket positiva. Ekipagen var tekniskt tillförlitliga och de problem som uppstått var huvudsakligen av samma natur och omfattning som för konventionella fordon.

En stor skillnad är dock att fordon som är längre än 24,0 meter enligt EU:s modulsystem måste byggas med dolly och påhängsvagn i stället för med vanlig vagn. Detta medför ökad tjänstevikt och ett ökat servicebehov, då kopplingen mellan dollyn och påhängsvagnen måste smörjas ofta.

HCT-fordonen har fler axlar än konventionella ekipage. Det leder till högre investeringskostnader och tjänstevikt, men gör också att de kan lasta 12 till 30 ton mer (upp till 98 ton bruttovikt) utan ökat marktryck. Det minskade marktrycket per axel leder dock enligt

vissa intervjusvar till en del problem vid igångsättning, då det är en mycket större massa som ska dras igång. Den ändrade axelkonfigurationen har också en annan viktfördelning och styraxeln kan få svårt med fästet i tvära kurvor på slirigt underlag.

Påbyggnader och redskap på HCT-fordon, som kranar och liknande, skiljer sig inte principiellt mot konventionella ekipage. I grund och botten är det samma teknik, om än i större dimensioner. Vid intervjuerna nämndes dimensioneringen av stakarna på rundvirkesbilar. Dessa hade en tendens att böjas utåt, speciellt på gruppilar, som lastas på och av med truck eller separatlastare.

Trafikmiljö

VÄGSLITAGE PÅ DET ALLMÄNNA VÄGNÄTET

I en omfattande utredning undersöktes vägslitage för elva fordonskombinationer mellan 40 och 74 ton (Granlund & Lang, 2016). I rapporten redovisas vilka faktorer som påverkar vägslitage, definierat som vägens livslängd. En uppdelning gjordes mellan trafikberoende och icke trafikberoende faktorer.

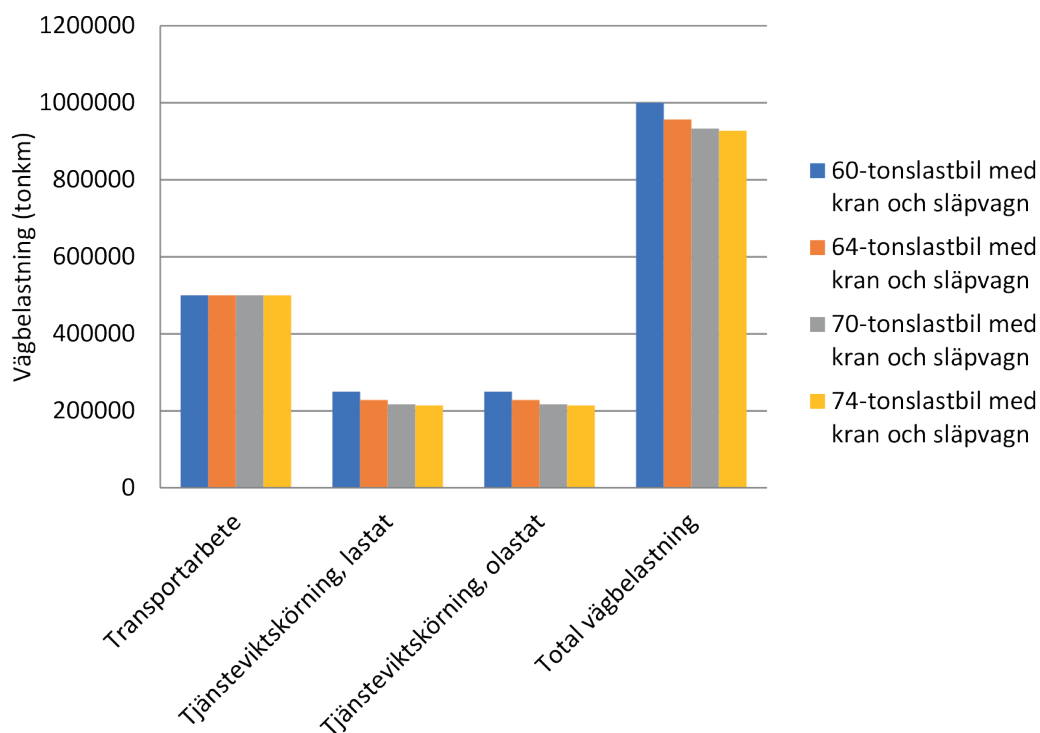
En av många slutsatser i rapporten var att 74-tonsekipage på välbyggda vägar gav lägst vägslitage per ton nyttolast. Fordonskombinationer med 60 och 64 tons totalvikt slet mer på vägarna.

Utredningen räknade på den totala vägbelastningen för att transportera 5 000 ton rundvirke 100 kilometer med olika fordonskombinationer. Utifrån samma metod som användes av Granlund och Lang (2016) uppdaterades beräkningarna för vägbelastningen för fyra vanliga skogliga fordon med olika bruttovikt:

- Treaxlig lastbil med kran och fyraxlig släpvagn, maximalt tillåten bruttovikt 60 ton
- Treaxlig lastbil med kran och fyraxlig släpvagn, maximalt tillåten bruttovikt 64 ton
- Treaxlig lastbil med kran och femaxlig släpvagn, maximalt tillåten bruttovikt 70 ton
- Fyraxlig lastbil med kran och femaxlig släpvagn, maximalt tillåten bruttovikt 74 ton

Beräkningen delades upp i lastens vägbelastning, fordonets vägbelastning vid tomkörning och fordonets vägbelastning vid lastkörning. Analysen visade att 74-tonslastbilen med släpvagn skapade minst vägbelastning per tonkilometer (figur 1). Jämfört med de i dag tillåtna 64-tonsfordonen sänkte 74-tonskombinationen vägbelastningen med tre procent.

Även om det vägbelastande transportarbetet blir lägre ju högre bruttovikten är, så sliter olika fordonskonfigurationer olika mycket på vägen. Vid beräkning av ett specifikt fordons slitage på vägen används ofta den så kallade "fjärdepotensregeln", som anger hur många 10-tons standardaxlar fordonet motsvarar. I rapporten från Granlund och Lang (2016) användes en version av fjärdepotensregeln som kommer från det danska Vejdirektoratet (Jansen, 2002). Den inkluderade korrigeringar för hur "väg-vänligt" det aktuella fjädringssystemet är (hård bladfjädring eller skonsammare luftfjädring), samt hur däckkonfigurationen påverkar kontaktrycket (enkelmonterade däck, parmonterade däck eller enkelmonterade breddäck).



Figur 1. Vägbelastning i tonkilometer för att frakta 5000 ton rundvirke 100 kilometer med olika fordonskombinationer. Modifierad version av figur 35 i Granlund och Lang (2016).

Vägsitage per standardaxel beräknades för fyra fordonskombinationer med samma metodik som Granlund och Lang (2016) använde i sin rapport.

Resultatet (tabell 1) visar att 2015 års bruttoviktshöjning från 60 till 64 ton ökade vägsitage på klen byggda vägar med 11 procent för en vanlig timmerbil, medan en höjning till 74 tons maximal bruttovikt sänkte vägsitage med 28 procent på klen byggda vägar. Att 74-tonsfordon blir så mycket mer skonsamma mot vägen är ett resultat av en extra hjulaxel på bilen och en på släpvagnen, som gör att medelaxeltrycket sjunker från 9,1 ton/hjulaxel till 8,2 ton/hjulaxel. Även 70-tonskombinationen var skonsammare mot vägen än både 60- och 64-tonskombinationen.

Fjärdepotensregelns struktur gör att resultatet är känsligt för respektive hjulaxels belastning och utformning. Räknar man på andra fordon än de typfordon som använts i detta exempel kan man få andra resultat. De högre bruttovikterna och kortare hjulaxelavstånden som uppstår med 70- och 74-tonskombinationerna kan orsaka deformation inne i vägkroppen på vägar med svag undergrund eller vägar som byggts av olämpligt material. Dessa effekter är något som inte fjärdepotensregeln tar hänsyn till och det skulle kunna öka vägsitage på det allmänna vägnätet vid ökade bruttovikter.

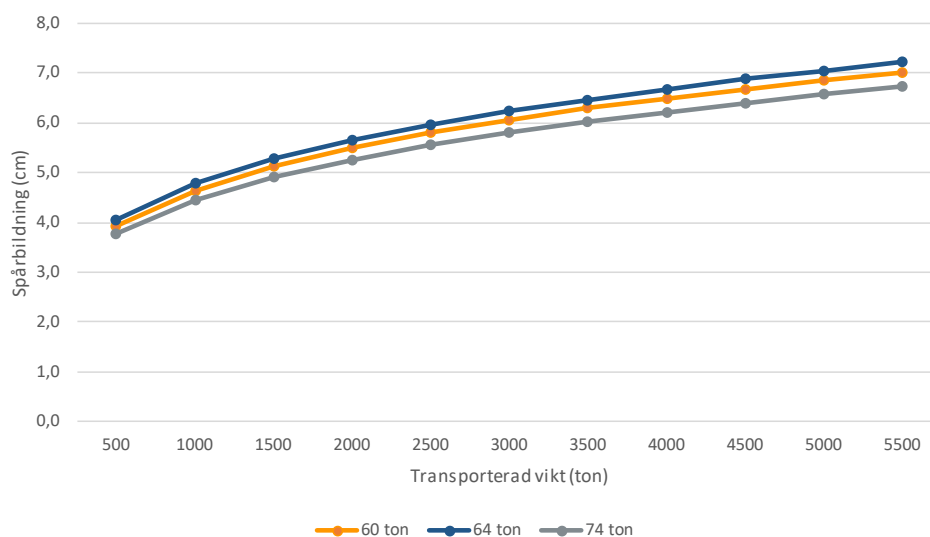
Tabell 1. Jämförelse av fyra fordonskombinationers påverkan på klent byggda vägar.

Lastbilsekipage	Nyttolast (ton)	Antal 10-ton-standardaxlar på klent byggd väg	Vägsitage (Standardaxlar per ton nyttolast)	Skillnad jämfört med 64-tonskombinationen
60-tonslastbil med kran och släpvagn	40	7,0	0,175	-11 %
64-tonslastbil med kran och släpvagn	44	8,6	0,196	-
70-tonslastbil med kran och släpvagn	49	8,4	0,171	-13 %
74-tonslastbil med kran och släpvagn	52	7,3	0,140	-28 %

VÄGSLITAGE PÅ DET ENSKILDA VÄGNÄTET

Huvuddelen av skogsbrukets transporter sker på det allmänna vägnätet, men timmerbilarna måste ju också kunna ta sig in på skogsbilvägarna för att hämta virke. I ett projekt på Skogforsk validerades den nordamerikanska modellen STP (Surface Thickness Program) för svenska förhållanden med hjälp av fältförsök (Bergqvist m.fl. 2017). STP är en formel där man kan förutsäga spårbildningen genom att räkna på antalet passager, axelkonfiguration, axellaster, däcktryck, däckkonfiguration, hållfasthet i vägens terrass och överbyggnad samt överbyggnadens tjocklek. Programmet kan, förutom att beräkna spårbildning, även användas för att dimensionera vägens överbyggnad av grus.

I en simulering jämfördes spårbildningen för 60-, 64- och 74-tonsfordon. I figur 2 redovisas resultatet som en funktion av utkörd mängd virke. Spårbildningen var mindre för både 60- och 74-tonsfordonen än för det på 64 ton. 74-tonsfordonet hade minst spårbildning på grund av lägre axellast. Man går från 18 tons boggie-tryck (18 ton/2 axlar = 9 ton) till 24 tons tridemtryck (24 ton/3 axlar = 8 ton).



Figur 2. Beräknad spårbildning med 60 tons-, 64 tons- och 74-tonsfordon vid tio centimeters överbyggnad och ett CBR-värde på 15 i underbyggnaden (CBR är ett mått på bärigheten i materialet). Fordonen antas ha normalt lufttryck.

GEOMETRI OCH VÄGSTANDARD

I Sverige finns 20 000 mil skogsbilvägar, som i bästa fall har byggts för virkesfordon på 60 ton, men i många fall bara för 18 meter långa 54-tons fordon. I ett examensarbete simulerades framkomligheten för 74-tonsfordon på skogsbilvägar byggda enligt *Skogsstyrelsens anvisningar för projektering och byggande av skogsbilväg klass 3 och 4* från 2011 (Larsson, 2016). Där är minsta vägbredd fyra meter plus kurvökning. Studien visade att det inte var några problem att passa in ett 74-tonsfordon på dessa vägar. Anvisningarna före 2011 hade en minsta körbanebredd på 3,5 meter plus kurvökning. Även dessa vägar klarar 74-tonsfordonet, men det är då viktigt att rekommendationerna för kurvökning verkligen har följts.

Vägar med körbanebredd under 3,5 meter var svåra för 74-tonsfordon, men det var de även för konventionella fordon på 64 ton. Examensarbetets slutsats var att det inte är några problem för ett 74-tonsfordon att ta sig fram på vägar byggda enligt Skogsstyrelsens anvisningar för klass 3 och 4.

BROAR PÅ DET ENSKILDA VÄGNÄTET

Det största hindret mot implementering av 74-tonsfordon är broarna på det enskilda vägnätet. De måste klara total last och skjuvkrafter vid inbromsning.

Skogforsk driver tillsammans med skogsnäringen projektet *Utvecklad broinfrastruktur för mer hållbara vägtransporter*. Det handlar om underhåll och förstärkning av broar på det enskilda vägnätet, och är en naturlig följd av ETT-projektet. Projektet startade 2017 och ska pågå till februari 2019.

TRAFIKSÄKERHET

Det förs inte någon officiell statistik över olyckor med virkes- eller flisfordon. Därför är det svårt att skatta hur antalet olyckor skulle påverkas av en ökning av den maximala bruttovikten till 74 ton. I början av ETT-projektet gjordes en genomgång av försäkringsbolagens register och intervjuer med åkeriorganisationer för att på en uppfattning om hur många olyckor som sker med skogliga fordon (Häggström m.fl., opublicerad).

Generellt anses HCT-fordon vara säkrare än konventionella fordon räknat i antalet olyckor per transporterat gods (Sandin, konferenspresentation, se bilaga D). Detta beror framförallt på att ett givet transportarbete kan klaras med färre fordon på vägarna, vilket ger färre situationer front mot front. Vid införande av HCT-fordon i andra länder förekommer ofta någon form av övervakning och extra kontroll av fordonen. Detta i sig kan också ha en positiv effekt.

En viktig aspekt när trafiksäkerhet diskuteras är vad som händer vid en frontalkollision. Vikt och hastighet är avgörande för hur allvarlig olyckan blir. Men när lastbilen väger mer än tio gånger så mycket som det mötande fordonet spelar lastbilens vikt inte så stor roll. Det är därför ingen praktisk skillnad om en personbil frontalkrockar med en lastbil på 60 ton jämfört med en på 74-ton, eftersom lastbilen i båda fallen väger avsevärt mer än tio gånger personbilen.

Bränsleförbrukning och emissioner

BRÄNSLEFÖRBRUKNING OCH LASTFYLLNADSGRAD

I en studie 2014 gjordes kontinuerlig uppföljning av bränsleförbrukning och lastfyllnad för 14 HCT-fordon. Totalt ingick data från 8 920 transporter.

Slutsatsen blev att:

- Lägst förbrukning, 16,8 ml/tonkm, hade fordonet med en bruttovikt på 90 ton.
- För HCT-fordon med 74 tons bruttovikt varierade bränsleförbrukningen från 21,7 ml/tonkm till 28,3 ml/tonkm.
- Lastfyllnadsgraden var 96-99 procent för 74-tonsfordonen, förutom för tre av dem, som endast nådde en lastfyllnadsgrad på 89 procent i upp till hälften av alla vändor.

Om motsvarande transporter skulle ha utförts med konventionella 60-tonsfordon hade bränsleförbrukningen blivit 100 000 liter högre och koldioxidutsläppen ökat med 300 000 kg. Dessutom skulle det behövts ytterligare fyra fordon på vägarna för att utföra samma transporter.

FOKUSVECKOR

Inom ETT-projektet utvecklades ett studiekoncept som kallades fokusveckor, vilket innebär att mätningarna fokuseras till en eller två veckor per studieled. Då mäts bränsleförbrukning, körda sträckor och lastvikter under kontrollerade former och med hög noggrannhet.

Fokusveckorna bygger på en metodik från Volvo som kallas ABba, vilken innebär att man kör från A till B med last och från b till a utan last. Med den metodiken beräknas alltid bränsleförbrukningen med 50 procents lastkörningsgrad, vilket ger jämförbarhet mellan olika studieled och fordonskombinationer.

I den första studien jämfördes två 74-tonsfordon, ett med kran och ett utan, med motsvarande 60-tonsfordon. Bränsleförbrukning och körda sträckor registrerades i Volvos fleet management system, Dynafleet. Resultatet visade att medelbränsleförbrukningen var 6,9-7,8 procent lägre per tonkilometer för HCT-fordonet med kran jämfört med den konventionella timmerbilen, och 13,2 procent lägre för HCT-fordonet utan kran. Skillnaden var signifikant.

I en annan studie med samma metodik jämfördes bränsleförbrukning för fordon med en bruttovikt på 90 respektive 74 ton med konventionella rundvirkesfordon med en bruttovikt på 60 ton. Bränsleförbrukningen registrerades i Volvo Dynafleet och Scania Fleet Management system. Fordonet med en bruttovikt på 90 ton hade 15 procent lägre bränsleförbrukning per tonkilometer än ett konventionellt rundvirkesfordon. Fordonet med bruttovikt på 74 ton hade däremot inte lägre bränsleförbrukning än det konventionella fordonet på 60 ton. Det berodde på en låg lastfyllnadsgrad till följd av låg densitet på virket.

I en tredje studie jämfördes bränsleförbrukningen för ett flisfordon med en bruttovikt på 74 ton med ett konventionellt flisfordon med en bruttovikt på 60 ton. 74-tonsfordonet

hade 7,5 procent lägre bränsleförbrukning per tonkilometer vid 50 procent lastkörningsgrad jämfört med de konventionella flisfordonen. Vid transport av cellulosaflis hade flisfordonet på 74 ton inga problem att nyttja sin fulla potential. Vid transport av spån var lastfyllnadsgraden bara 90 procent på grund av spånets lägre densitet.

Logistikanalyser

LITEN RISK FÖR ÖVERFLYTTNING FRÅN JÄRNVÄG

I debatten har det framförts en oro för att ett införande av 74-tonsfordon skulle kunna leda till en överflyttning av transporter från järnväg till väg. Frågan analyserades i ett examensarbete vid SLU (Löf, 2015). Analysen omfattade transporter för ett skogsbolag i norra Sverige. Slutsatsen var att överflyttningseffekten från tåg till 74-tonsfordon var begränsad, som mest 2,6 procentenheter från dagens nivå.

Samtidigt sänkte införandet av 74-tonsfordon transportkostnaden med upp till tio procent för hela transportsystemet. Utsläppen av koldioxid minskade med 6,6 procent för ett kombinerat tåg- och lastbilssystem med både 60- och 74-tonsfordon. Modellen som användes i studien tog dock inte hänsyn till de dynamiska effekter som kan vara positiva för järnvägen vid ett införande av 74-tonsfordon. Till exempel får järnvägsterminalerna ett större upptagningsområde i och med den sänkta transportkostnaden till terminalen. En annan viktig effekt är terminalernas buffertförmåga i logistiksystemet.

För att bibehålla den ursprungliga andelen tågtransporter skulle marginalvolymen behöva kompenseras med motsvarande 4,50 kr per ton. Detta skulle kunna nå antingen genom att sänka transportkostnaden för tågtransporter med motsvarande summa eller värdera tågterminalernas buffertförmåga och logistiskt positiva effekter till 4,50 kr per ton.

BK4-VÄGNÄT

Under projektets gång har ett antal olika förslag på BK4-vägnät som tillåter 74-tonsfordon presenterats (Åsman 2014, Natanaelsson & Ngo 2015, Natanaelsson & Ngo 2016). Det har handlat om allt ifrån enstaka procent upp till åtta procent av det statliga vägnätet.

Det första förslaget presenterades i rapporten *Tyngre fordon på det allmänna vägnätet* (Åsman 2014). En analys visade att skogsbrukets möjligheter att utnyttja detta vägnät för rundvirkestransporter med 74-tonsfordon var små. Det handlade om mellan 0,4 och 1 procent av den årligt transporterade vikten (se bilaga E).

År 2016 presenterade Trafikverket Region Mitt ett förslag till BK4-vägnät för mellersta Sverige. I samarbete med Handelskammaren Mitt Sverige analyserade Skogforsk detta förslag och resultatet blev att endast fyra procent av transportarbetet skulle kunna ske med 74-tonsfordon. Ett sådant vägnät skulle alltså vara till liten nytta för skogsnäringen. Samtidigt analyserades effekterna av ett utvidgat BK4-vägnät, baserat på en "önskelista" från skogsbruket (se bilaga F). Om den blev verklighet skulle 19 procent av transportarbetet kunna utföras med 74-tonsfordon – en ökning med nästan fem gånger jämfört med Trafikverkets förslag.

I november 2016 presenterade Trafikverket ett nytt förslag till BK4-vägnät. (Natanaelsson & Ngo 2016). Förslaget omfattade totalt 785 mil i fem områden i Sverige och motsvarade åtta procent av hela det statliga vägnätet. Skogforsk analyserade förslaget på uppdrag av Skogsindustrierna (Asmoarp m.fl. 2017). Analysen byggde på en optimering av skogs-

brukets genomförda transporter år 2014 och var därmed en bedömning av hur man hade kört om man vid den tidpunkten hade haft tillgång till den nya bärighetsklassen.

Resultatet blev att som mest knappt fem miljoner ton rundvirke och flis per år skulle kunna transporteras med 74-tonsfordon på de föreslagna BK4-vägarna. Teoretiskt motsvarar det cirka två procent av samtliga skogliga transporter i hela Sverige. Att det inte blev mer berodde framförallt på att viktiga industrier inte kunde nås på det begränsade vägnätet.

Analysen resulterade i ett teoretiskt behov av 18 stycken 74-tonsfordon i de fem områdena, vilket skulle ge en årlig koldioxidbesparing på cirka 430 ton. Om man antar att vissa viktiga kommunala vägar, såsom infartsvägar till industrier, också skulle öppnas för 74-tonsfordon skulle andelen öka till cirka sex procent av skogsbrukets transporter, vilket motsvarar ett behov av 42 stycken 74-tonsfordon i de fem områdena. Det skulle leda till en koldioxidbesparing på upp till 1 000 ton per år från skogsbrukets transporter.

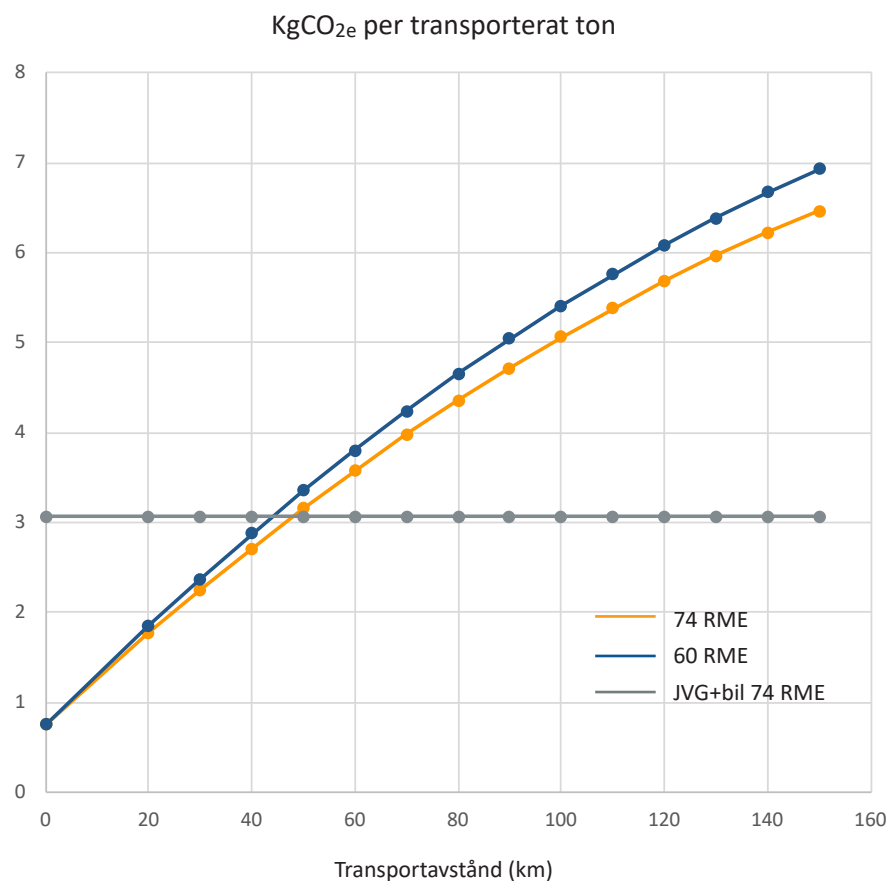
Skogforsk bedömde dock att det av affärsmässiga och praktiska skäl inte var realistiskt att alla dessa 18 till 42 stycken 74-tonsfordon verkligen skulle driftsättas om enbart de utpekade fem områdena blev BK4-vägar. Hälften ansågs mer realistiskt.

I ett examensarbete vid SLU analyserade Näslund (2017) hur en tvådelad fordonsflotta med 74-tonsfordon och konventionella rundvirkeslastbilar med två olika tillgängligheter på vägnätet påverkar ruttmöjligheterna. Studien gjordes för en del av logistikföretaget VSV:s transportflotta med hjälp av optimeringsprogrammet RuttOpt och omfattade Värmlands län, nordvästra Västra Götalands län och västra Örebro län. Tre olika vägnät testades; det föreslagna BK4-vägnätet, ett utökat förslag med tätare vägnät kring industrierna samt ett mer heltäckande men inte lika finmaskigt vägnät. Slutsatsen var att ett alltför litet BK4-vägnät kan begränsa ruttmöjligheterna för 74-tonsfordon i en fordonsflotta och ge högre kostnader och högre miljöbelastning än en flotta med enbart konventionella 64-tonsfordon. Ett större BK4-vägnät ger fler ruttmöjligheter och därmed lägre kostnader och minskad miljöbelastning. Men är andelen 74-tonsfordon för hög för det gällande BK4-vägnätet kan det ge motsatt effekt beroende på att man då tvingas köra 74-tonsfordon som 64-tonnare utanför BK4-vägnätet.

LOGISTIK FÖR EN BÄTTRE MILJÖ

Inom ETT 2014–2016 studerades tre 74-tons flisfordon i olika transportupplägg. Ett av försöksfordonen användes för transporter till Igelsta kraftvärmeverk i Södertälje från tågterminalen i Nykvarn. Dit kommer biobränsle från olika delar av landet med tåg. Materialet lagras eller omlastas direkt till en sidotippande flisbil med släp. Lastbilen kör bränslet de sista två milen till kraftvärmeverket där flisen tippas i ficka. Detta system jämfördes med direkttransport med lastbil till Igelstaverket. Både direkttransport med 60-tonsfordon och 74-tonsfordon ingick i analysen. Beräkningen av koldioxidutsläpp bygger på resultat från Fokusveckor 2015 (Asmoarp m.fl. 2015), som visade på en 7,5-procentig skillnad i bränsleförbrukning mellan de två fordonen.

I resultatet, som redovisas i figur 2, förutsätts att samtliga lastbilar drivs med biodiesel (RME, Rapsmetylester), vilket var fallet för 74-tonsflisbilen under studietiden. Brytpunkten för när transportsystemet med järnvägstransport och 74-tons lastbil blir lönsamt ur ett utsläppsperspektiv, hamnar då på mellan 4 och 5 mils direktkörningsavstånd. Skulle direkttransporten istället ske med dieseldrivna lastbilar blir brytpunkten redan vid omkring två mil.



Figur 3. Utsläpp av koldioxidekvivalenter (CO_{2e}) per transporterat ton biobränsle.

Det system som kombinerade järnvägs- och lastbilstransport hade lägst utsläpp, men skillnaden mellan de olika direktkörningsalternativen var stor. Ett 60-tonns flisfordon som drivs med fossil diesel släpper ut nästan dubbelt så mycket CO₂ per tonkilometer jämfört med ett flisfordon på 74 ton som drivs med RME.

Livscykelanalyser för skogsbränsle tyder dock på att det viktigaste ur miljöhänseende är att sänka transportkostnaden. Med mer kostnadseffektiva transportkedjor får kraftvärmeverken "råd" att använda mer skogsbränsle. (Lindholm 2010).

Ekonomi

För att göra rättvisa kostnadsjämförelser mellan olika timmerfordon med bruttovikter från 60 ton och uppåt har en fordonskalkyl utvecklats (Johansson, 2016).

Kalkylen bygger på följande antaganden:

- Alla fordon har samma avskrivningssträcka.
- Alla fordon har samma årliga produktionstid.
- Det är ingen skillnad i lön, skatt, försäkringar och övriga kostnader.
- Alla fordon har samma procentuella restvärde.

I arbetet med kalkylmodellen har kostnadsfaktorer som påverkas av ändrad bruttovikt listats (tabell 2) och man har tittat på hur de påverkar den totala kostnaden och kostnaden per transporterat ton.

Tabell 2. Faktorer som är beroende av fordonets bruttovikt och påverkar kostnaden. "+" innebär att kostnaden ökar, "-" innebär att kostnaden sjunker och "=" innebär att kostnaden är oförändrad.

		HCT jämfört med 64 ton (total kostnad)	HCT jämfört med 64 ton (kostnad per ton)
Fasta kostnader per år	Räntor och avskrivningar	+	-
Rörliga kostnader	Däck	+	-
	Drivmedel	+	-
	Service reparationer	+	=
Produktion	Lastvikt	+	
	Lastfyllnad	-	
	Körhastighet	-	
	Lastningstid/vända	+	

Kalkylen testades på tre typfordon: timmerbil med fast kran, timmerbil med avställbar kran och gruppbil. För timmerbilen med fast kran sänktes kostnaden per transporterat ton med fem procent vid en bruttoviktsökning från 64 till 74 ton (tabell 3). Kalkylen baserades på ett transportavstånd på 100 kilometer och en lastkörningsgrad på 55 procent.

Tabell 3. Exempelkalkyl för timmerfordon med fast kran vid ett medeltransportavstånd på 100 km och 55 procents lastkörning.

	60 ton	64 ton	70 ton	74 ton
Fasta kostnader per år	-	-	3 %	6 %
Rörliga kostnader per mil	-2 %	-	5 %	10 %
Sträcka per år	1 %	-	-1 %	-2 %
Totalkostnad per år	<1 %	-	2 %	5 %
Ton per år	-4 %	-	7 %	10 %
Kronor per tonkilometer	4 %	-	-4 %	-5 %

För de tre undersökta typfordonen sänktes transportkostnaden med fyra procent per tonkilometer vid en höjning från 60 till 64 ton. Under rätt förutsättningar visar kalkylen att transportkostnaden skulle kunna sänkas med ytterligare 4–5 procent vid en övergång till 74-tonsfordon. I arbetet har det visat sig viktigt att ta hänsyn till transportområdets förutsättningar – kalkylen är känslig för faktorer som lastkörningsgrad och lastfyllnadsgrad.

Kommunikationsinsatser

Nedan följer en lista på dokumentation och publikationer som gjorts inom ramen för ETT-projektet.

2014

- Asmoarp, V., Andersson, G., Flisberg, P., Nyttjande av det utvalda vägnätet, Bilaga E.
- Asmoarp, V., IAP-Light – förslag på lösning för förarstöd och registrering av transporter med HCT-fordon. Ej publicerad.
- Fogdestam, N., Löfroth, C., 8 spinoff-effekter på ETTdemo, Kunskapsartikel nr 7-2014, Skogforsk.
- Häggström, C., Löfroth, C., Fogdestam N., Statistik kring lastbilsolyckor, hur samlas statistik in? Ej publicerad.
- Lindström, J., Analys av potentiell kostnadsbesparing vid införande av ST-kran, Examensarbete, SLU.
- Widinghoff, J., Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon. Arbetsrapport 831, Skogforsk.

2015

- Asmoarp, V., Jonsson, R., Fokusveckor 2014 – Bränsleuppföljning av tre fordon inom ETT – projektet, Arbetsrapport 859, Skogforsk.
- Asmoarp, V., ETTdemo har gett spinoff-effekter, Kunskapsartikel nr 138-2015, Skogforsk.
- Enström, J., von Hofsten, H., Effektivare flisbilar viktigt för skogsbränslet, Kunskapsartikel nr 133-2015, Skogforsk.
- Fogdestam, N., Större fordon ger en bättre värld, Kunskapsartikel nr 33-2015, Skogforsk.
- Fogdestam, N., Löfroth, C., ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon, Arbetsrapport 872, Skogforsk.
- Johansson, F., Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014, Arbetsrapport 886, Skogforsk.
- Löfroth, C., Fogdestam, N., Elphinstone Easyloader Trailers - ett koncept även för Sverige?, Kunskapsartikel nr 4-2015, Skogforsk.
- Lööf, M., Asmoarp, V. Lägre kostnader och mindre utsläpp med tyngre virkesfordon – en systemanalys, Kunskapsartikel nr 144-2015, Skogforsk.
- Von Hofsten, H., Större hugg- och flisbilar kan ge effektivare logistik, Kunskapsartikel nr 97-2015, Skogforsk.
- Von Hofsten, H., Vägning med inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar, Kunskapsartikel nr 146-2015, Skogforsk.
- Von Hofsten, H., Funck, J., Utveckling av HCT-fordon i Sverige, Arbetsrapport 865, Skogforsk.

2016

- Asmoarp V., Davidsson A., Flisberg, P., Utvärdering av två förslag på BK4-vägnät i Region Mitt, Bilaga F.
- Asmoarp, V., Funck, J., Jonsson, R., Bränsleuppföljning för 74 tons flisfordon, Arbetsrapport 890, Skogforsk.
- Asmoarp, V., Grönlund Ö., 90 ton testas på skogsbilväg, Kunskapsartikel nr 86-2016, Skogforsk.
- Enström, J., Von Hofsten, H., Projektrapport ETT-Flis 74-ton, Arbetsrapport 888, Skogforsk.
- Funck, F., Asmoarp, V., Workshop för ETT-förare fångar viktiga erfarenheter, Kunskapsartikel nr 8-2016, Skogforsk.
- Johansson, F., Stora lastbilar kan spara 44 000 ton koldioxid, Kunskapsartikel nr 5-2016, Skogforsk.
- Larsson, A., Bergqvist, M., Skogsbilvägsnätet är redo för större lastbilar, Kunskapsartikel nr 72-2016, Skogforsk.

Projektet har även representerats på konferenser, mässor och seminarier såväl nationellt som internationellt.

2014

- Fogdestam N., Löfroth C., Widinghoff J. The ETT-project – Modular system for timber haulage, HVTT13, 13th International Symposium on Heavy Vehicle Transport Technology, 27-31/10, San Luis, Argentina.
- Rådström, L. Klimatsmarta och effektiva transporter - från forskning till implementering. IVA/KSLA-seminarium på Skogsnäringsveckan, IVA april.
- Widinghoff, J. presenterat av Asmoarp, V. Juni 2015 HCT vehicles for timber transport in Sweden – Results from the ETTdemo project. FEC/FORMEC, Frankrike i september.

2015

- Asmoarp, V. HCT-fordons inverkan på det skogliga transportsystemet, Presentation vid HCTårskonferens, Örebro, 28 augusti. 2015.
- Funck, J. Does length and weight affect driving methodology? Presentation vid IRU, Borås, 9 september.
- Funck, J. Aktuellt från Skogforsk. Skogslogistikträff.
- Von Hofsten, H. Tunga miljöprojekt (HCT), TYA.

2016

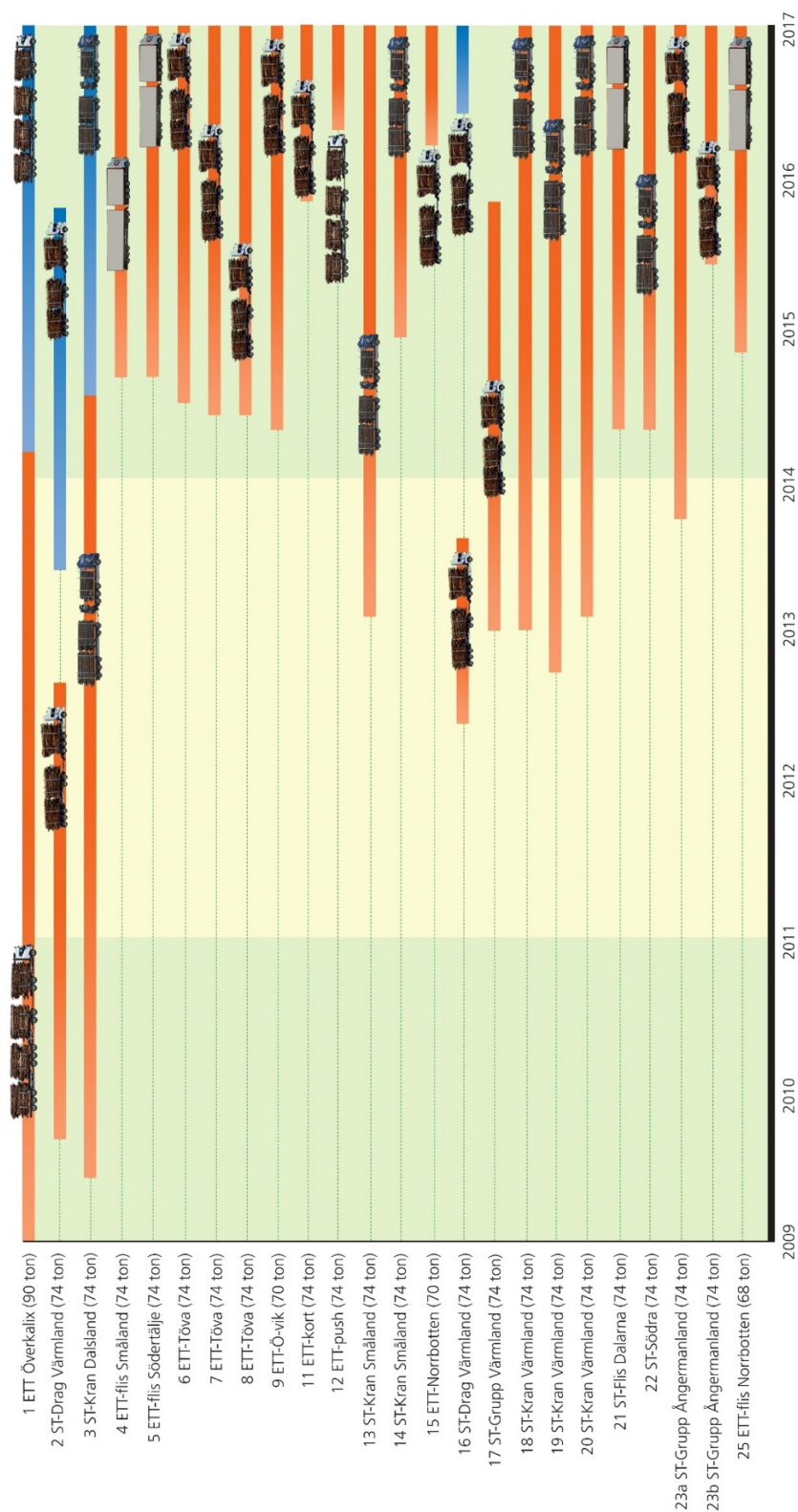
- Eliasson, L., von Hofsten, H., Enström J. The logistic potential of large chip trucks and chipper trucks in a combined system. Proceedings of the 49th FORMEC Symposium.
- Effektivare transporter på väg, Avslutningskonferens ETT 2014–2016. Falun, september.
- Effektivare transporter på väg, Avslutningskonferens ETT 2014–2016. Umeå, september.

Referenser

- Asmoarp, V., Funck, J., Jonsson, R., 2015, Fokusveckor 2015, Bränsleuppföljning för ett 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis, Arbetsrapport, Skogforsk.
- Asmoarp V., Davidsson A & Flisberg P., 2017, Skogsbrukets möjlighet att utnyttja föreslagna BK4-vägar för 74-tonsfordon, Arbetsrapport, Skogforsk.
- Bergqvist M., Bradley A., Björheden R., Elisson L., 2017, Validering av STP (Surfacing Thickness Program) för svenska förhållanden, Arbetsrapport 920, Skogforsk.
- Granlund J., Lang J., 2016, Förkortad väglivslängd – orsaker och kostnader, Reviderad slutrapport, WSP.
- Jansen, Jan M., 2002, Særtransporters vejslid – Klassificering av køretøjer. Rapport nr 269, Vejdirektoratet.
- Johansson, F., 2016, HCT-kalkyl, Konferenspresentation Effektivare transporter på väg, Skogforsk.
- Larsson A., 2016, Påverkas geometriska krav på skogsbilvägar om ST-fordon införs?, Examensarbete, Linneuniversitetet.
- Lindholm, E.L. 2010, Energy Use and Environmental Impact of Roundwood and Forest Fuel Production in Sweden, Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Löfroth C. & Svenson G., 2012, ETT – Modulsystem för skogstransporter – En Trave Till (ETT) och Större Travar (ST), Arbetsrapport 758, Skogforsk.
- Fogdestam N. & Löfroth C., 2015, ettdemo 2011-2013: Slutrapport, demonstration av ETT- och ST-fordon, Arbetsrapport 872, Skogforsk.
- Natanaelsson K. & Ngo P., 2015, Fördjupade analyser av att tillåta tyngre fordon på det allmänna vägnätet, Trafikverket 2015:207.
- Natanaelsson K. & Ngo P., 2016, Statliga vägar som kan anses lämpade för en ny bärighetsklass 4, Trafikverket 2016:141.
- Näslund, R., 2017, Ruttanalys av en tvådelad fordonsflotta bestående av HCT och konventionella rundvirkeslastbilar, Examensarbete, SLU.
- Von Hofsten, H. Funck J., 2015, Utveckling av HCT-fordon i Sverige, Arbetsrapport 865, Skogforsk.
- Åsman, P., 2014, Tyngre fordon på det allmänna vägnätet– rapportering av regeringsuppdrag.

Bilagor

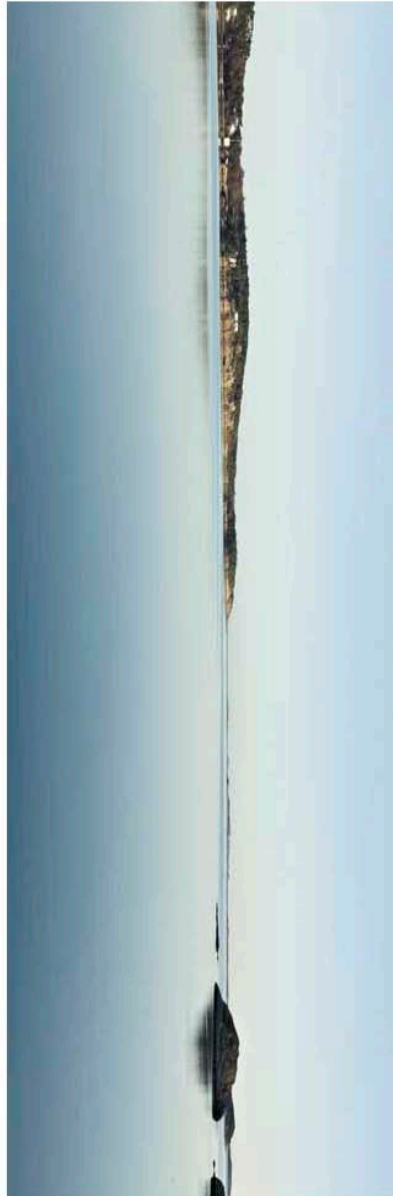
BILAGA A: TIDSLINJE ÖVER FORDON I ETT-PROJEKTEN



BILAGA B: VETT-PROJEKTET OCH STABILITETSTESTER

VETT-PROJEKT OCH STABILITETSTESTER

Lennart Cider



Lennart Cider

- HCT Specialist och Projektledare
- 57 år
- Chalmers Kemi, M.Sc. & Ph.D.
- Avveckling av CFC, IVF
- Avgas efterbehandling Volvo
- lennart.cider@volvo.com



Lennart Cider
2 VET med Stabilitet, Umeå 2016-09-16

Volvo Trucks. Driving Progress



HCT- Tyngre och längre transporter för ökad transporteffektivitet

Vi har tittat i kristallkulan

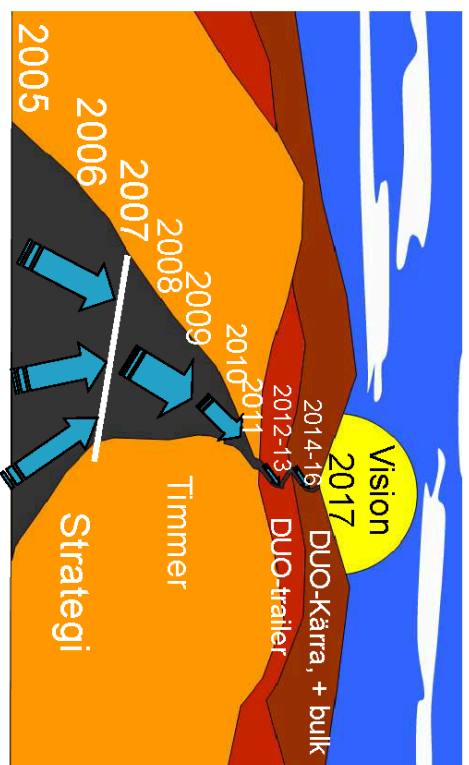


Arbetat med produktivitet

- ✓ CO₂ Emissioner & Bränslekonsumtion
- ✓ Stabilitet för fordonskombinationer
- ✓ Transportproduktivitet
 - ✓ Lastkapacitet, körbarhet, manövrerbarhet etc
- ✓ Förräpproduktivitet
- ✓ Infrastrukturproduktivitet
- ✓ Vägslitage
- ✓ Brosiltage
- ✓ Trafiksäkerhet



HCT Historik



74 ton 25,25m

- Införande 1 år efter beslut

Längre / Längre & tyngre

- Försätta försök efter ändring av trafikförordningen
- Förslag klart från transportstyrelsen



Test av HCT kombinationer i Sverige

Cirka 50 kombinationer i trafik

- 74ton total vikt, kortare än 25,25m
 - 20-25 timmer
 - 3-4 stål rullar
 - 2 volym
 - 2 container 2x20 fot
 - 5 flis
- Längre än 25,25m
 - 1 ETT kombination 90 ton timber 30m
 - 6 DUO-trailer
 - 80 ton Schenker styckegods 32m
 - 78 ton Scania Industri material 32m
 - 60 ton Julia container 30m
 - 1 DUO-Kärra 66 ton Schenker styckegods 27m

Volvos HCT fältprov

- ETT
- ST-kran
- ST-drag
- DUO-trailer
- DUO-kärra



Volvo bilar

www.HCT.nu



HCT – Testfordon

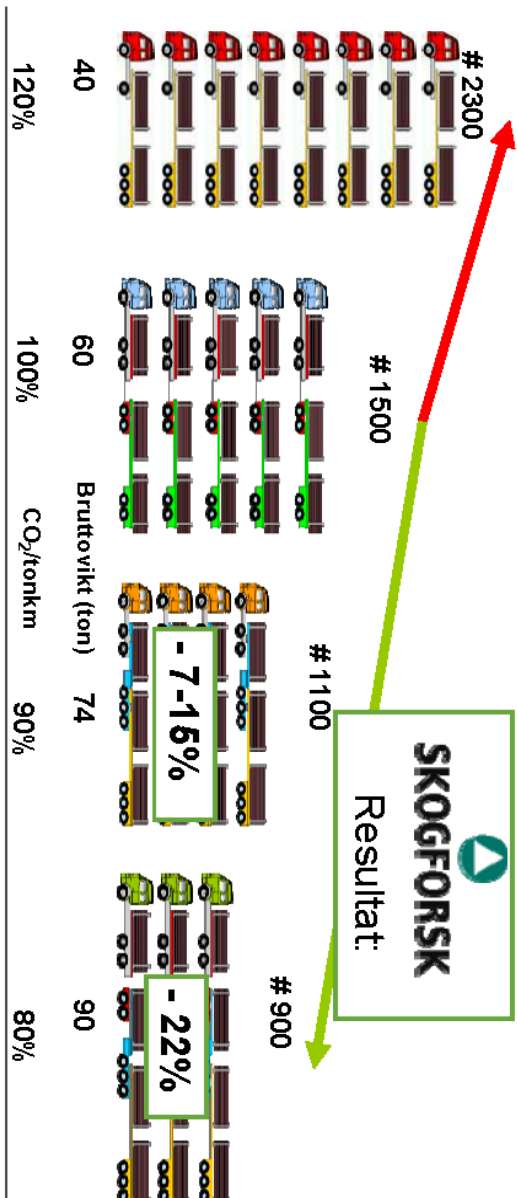


Lennart Cider
6 VETT med Stabilitet, Umeå 2016-09-16

Volvo Trucks. Driving Progress

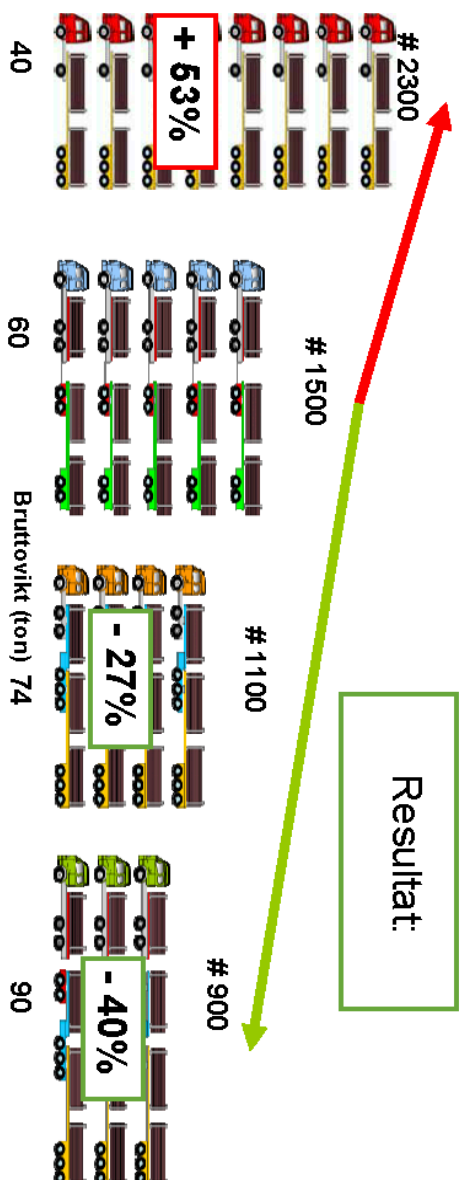


CO₂ utsläppen från vägtransporter, rundvirke



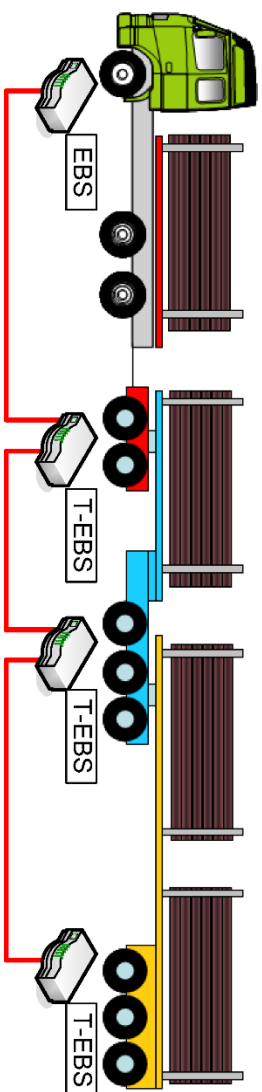
SKOGFORSK
Resultat:

Antalet rundvirkesfordon som behövs



Teknik som gör det möjligt

- Kommunikation mellan bil och flera släp



Lennart Oider
9 VETT med Stabilitet, Umeå 2016-09-16



Teknik som gör det möjligt

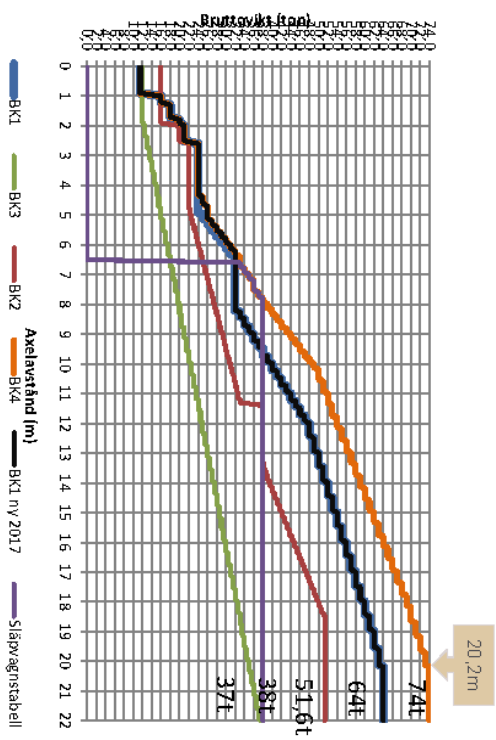
- TANDEMMAXELLYFT
- Lyfter och kopplar ur andra drivaxeln



Lennart Oider
10 VETT med Stabilitet, Umeå 2018-09-18

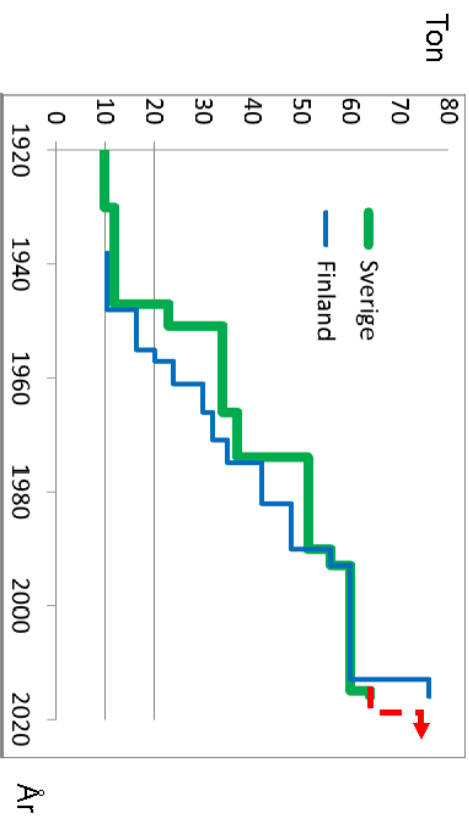


Föreslagen Bruttoviktstabel



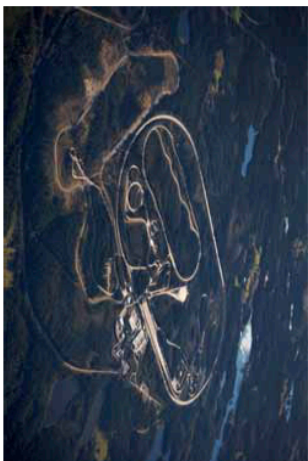
- "BK74" ny
- BK1 ändringar
 - 25 (4,4m)-26ton (4,7m)
 - Släpvagnstabellen får användas mellan bil och släp

Bruttoviktsutveckling – en viktig del av effektiviseringen



Prestanda prov – Tekniska krav

- Start i backe & Acceleration
- Bromsförmåga – rakt & kurva
- Filbyte och undanmanöver
- Vältstabilitet
- Rondellkörning





Lennart Olsson
14 VETT med Stabilitet, Umeå 2016-09-16

Erfarenheter SETT



Några ord från SETT möten 2014 och 2015

Info class Public ALP/Göran Lingström/SETT er2014031408



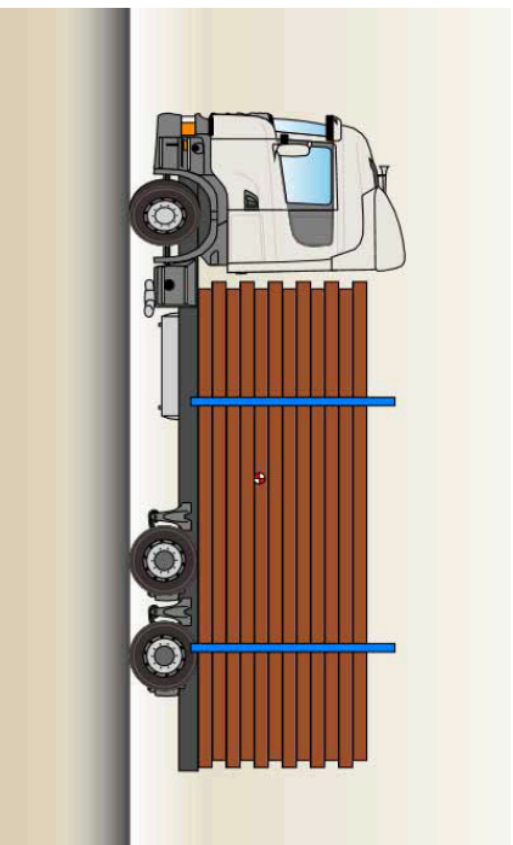
Kommentarer kring ekipagens egenskaper

- I stort nöjda med ekipagens körbarhet, det funkar men...
- Jämfört med traditionella ekipage har nya typer av ekipage i den här typen av drift gett upphov till en hel del önskemål om konstruktionsändringar.

Info class Internal Department/Name/Subject/our date here

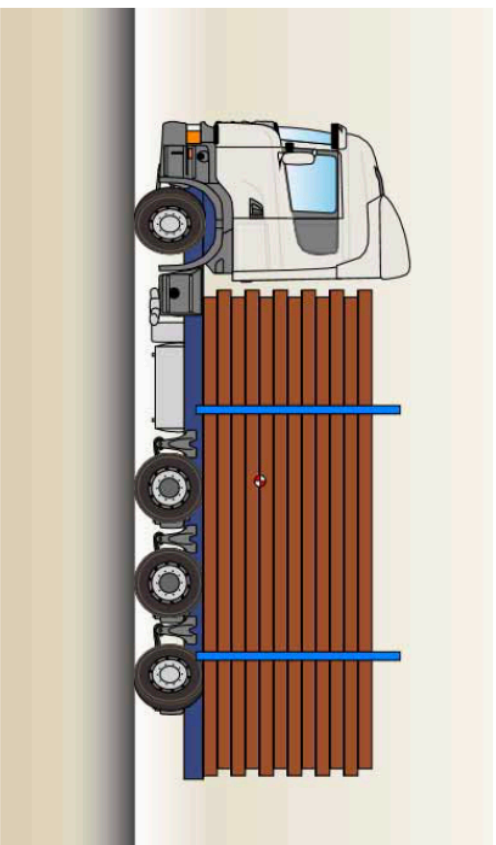


Traditionell timmerbil (6X4)



Info class Internal Department/Name/Subject/our date here

74 tons motsvarighet (8x4*4)



Info class Public ALP/Göran Lingström/SET Y affadareth htere



Slutsats kring ekipagens egenskaper

- Ibland tämligen motstridiga kommentar på nästan lika ekipage beroende på vad man kör och på vilka vägar man åker.
- Man måste prova i praktiken för att anpassa ekipagen till sin lokala verklighet.



Viktsuppskattning med system som finns i bilen.

YDMP Gunnar Strandell

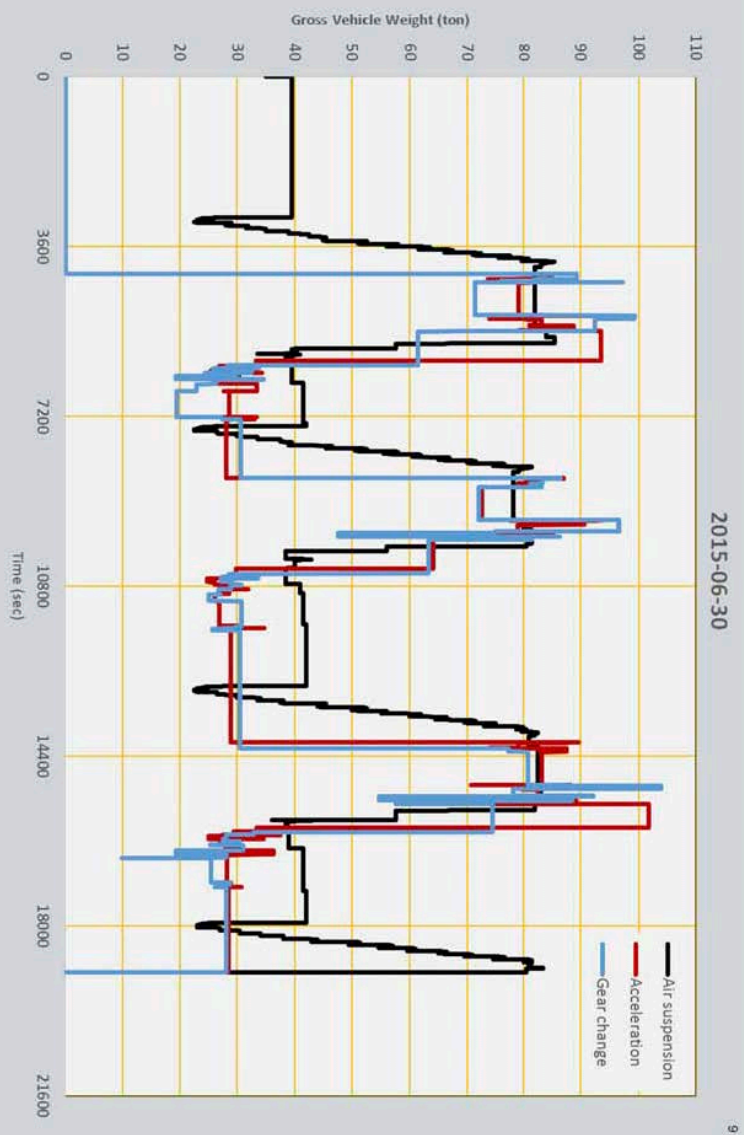


Motiv

- Det finns flera olika skäl till att vilja veta vikten.
- På lasten
- På fordonet
- Diskussioner i HCT har handlat om att för tyngre ekipage är det är det väsentligt för att inte överbelasta vägar eller broar.
- Föraren bör ha en uppskattning av vikten.
- Inom EU finns förslag om att fordonet ska uppge vikten som svar på en signal från polis eller kontrollstation.

Fordonet kan uppskatta sin vikt

- Trycket i luftfjädringen.
- Vid acceleration.
- Vid växling.
- En flisbil som går mellan Nykvarn och Södertälje har loggats för att se vad dessa metoder går för.



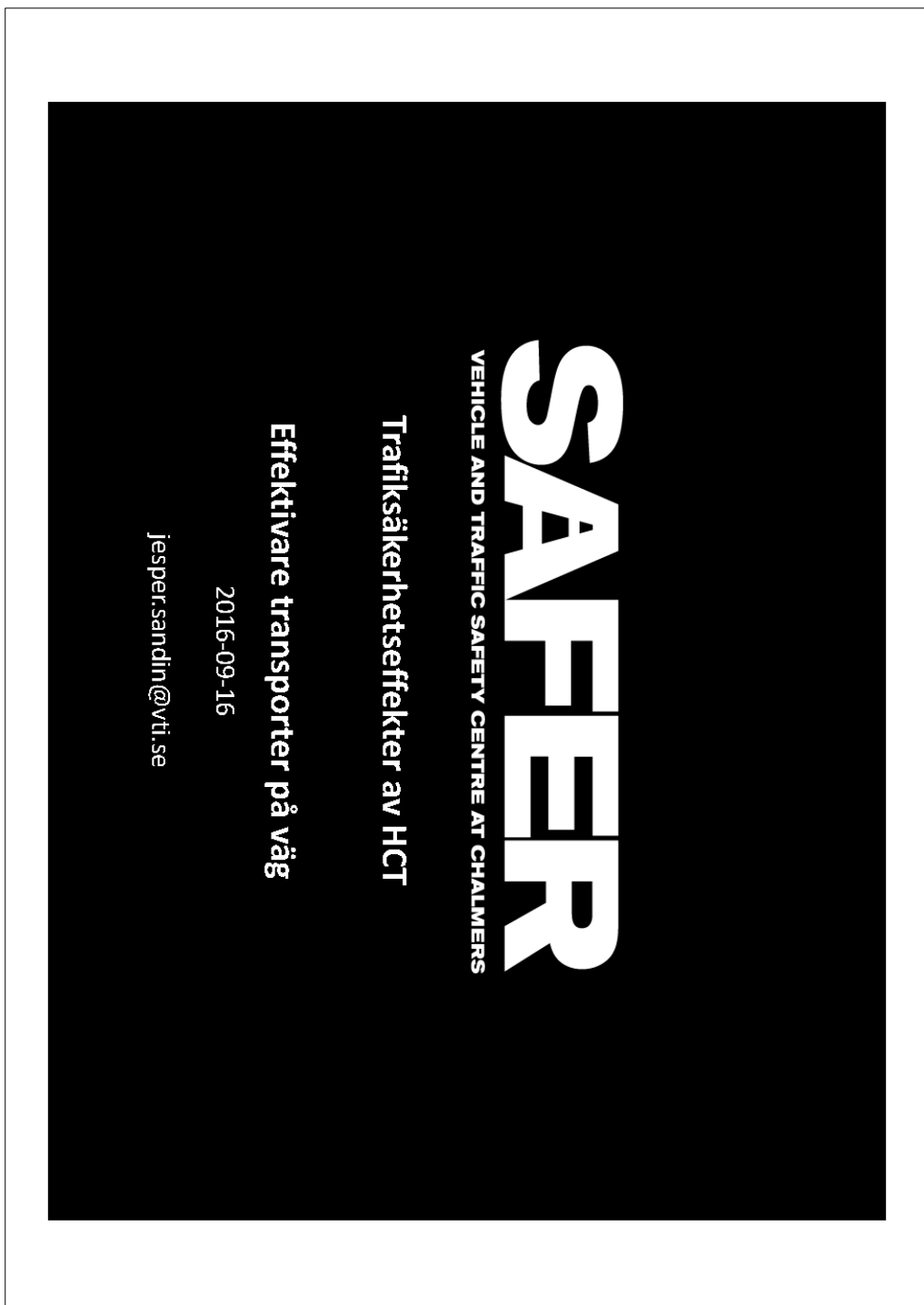
Info Class Internal YDMF/Journaar Strandell Mikropsjektöring i fordonet
2016-09-09



Tack!

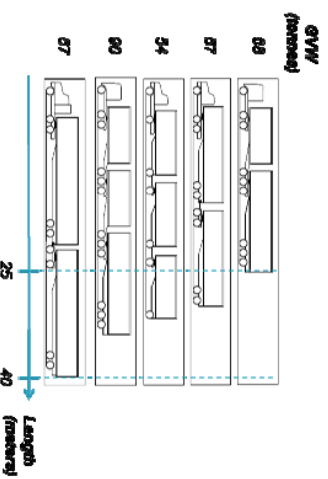
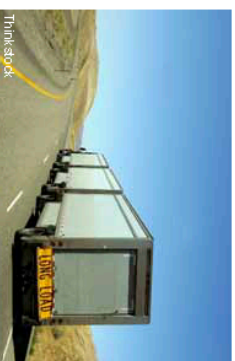
10

BILAGA D: TRAFIKSÄKERHETSEFFEKTER AV HCT



Olycksrisk och säkerhetsprestanda HCT*

- **Lägre olycksrisk (antal olyckor/fordonskilometer)**
jämfört med konv. fordon
 - Kanada: 2,5 till 5 gånger säkrare
 - Australien: 76% färre olyckor
- **Risken för allvarlig personskada per olycka ökar(?)**
 - Studier visar olika trender
 - Kan vägas upp av lägre olycksrisk
- **Säkerhetsprestanda beror på konfiguration:**
 - Antal trailers, axlar och leder
 - Trailerlängd
 - Totalvikt och viktfordelning
 - Typ av bromssystem



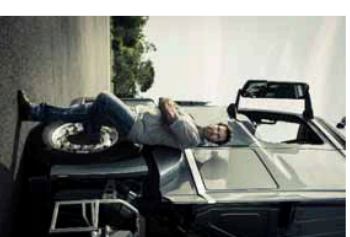
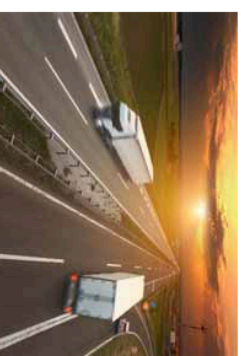
*Australien, Kanada, Nya Zeeland, Mexiko, Sydafrika, USA

SAFER

Olycksrisk och säkerhetsprestanda HCT*

Varför lägre olycksrisk?

- Färre fordon behövs (lägre exponering)
- Särskilt tillstånd krävs:
 - Anvisade större vägar/vägnät, vid tider med lite övrig trafik, gynnsamt väder
- Erfarna förare:
 - Utbildning i att köra HCT
 - Inga rapporterade trafikförseelser
- Välutvecklade fordon (PBS)
- Australien: övervakning av färdväg med GPS-loggning (IAP)
 - Avvikelser rapporteras inom 24h
- Högre kontroll av och inom åkerier
 - Vinsten: högre produktivitet



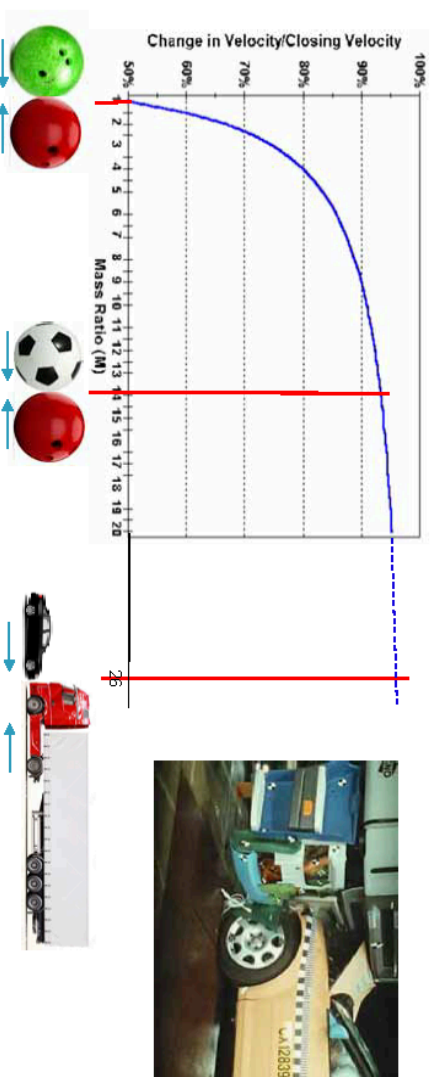
Bilder från Thinkstock

SAFER

Vikt och säkerhetsprestanda

I frontalkollisioner ökar krockvåldet med kollisions hastighet och lastbilens vikt - upp till en viss gräns:

- Lastbilens vikt får mindre betydelse vid viktförhållande över 1:10
- Lastbilsvikter som överskrider 40 ton har liten förvärrande effekt



SAFER

Vikt och säkerhetsprestanda

Erfarenhet från Australien, konventionella fordon:

- Med ökad storlek minskar olycksrisken, men kostnad per olycka ökar
- HCT: kompenserar en mycket lägre olycksrisk för en ännu högre kostnad?

Högre tyngdpunkt kan öka vältrisen

- Beror på ekipagets konfiguration och lastens viktfordelning
- Kan testas i statiska och dynamiska stabilitetsprov



Bristande prestanda (vikt/motorstyrka) för att hålla fart eller accelerera i uppförbackar

- Kan öka risken för upphinnandekollisioner



SAFER
HEAVY TRUCK SAFETY CENTER OF EXCELLENCE

Längd och säkerhetsprestanda

Omkörningar

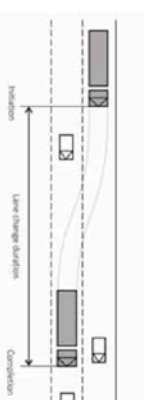
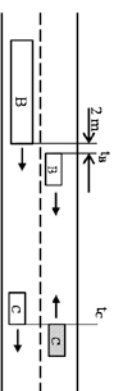
- Studier hittills visar ingen eller liten förhöjd risk
 - 2+1 vägar verkar vara ett generellt problem

Filbyten

- Filbytesolyckor med dagens tunga fordon
 - Vanliga, i Sverige ca 16% av alla olyckor med tunga fordon
 - Sällan allvarliga personskador
- Påverkar längre HCT säkerheten? Studier pågår...

Korsningar och cirkulationsplatser

- Begränsad sikt och framkomlighet är ett generellt problem för tunga fordon
- Kan försvåra ytterligare för längre HCT
- Planerare och utvecklare av infrastruktur bör engageras



SAFER
TRUCKS AND TRAILERS SAFETY CENTER AT CHALMERS

Olyckor med Svenska HCT inblandade

Tyngre HCT

- Fem singelolyckor: två vid isigt underlag, och tre primärt orsakade av plötslig sjukdom, förardistraktion eller oerfarenhet
- Fyra kollisioner med andra fordon: en vid isigt underlag, och tre då annat fordon körde om
 - Enligt olycksutredningarna orsakades ingen av dessa nio olyckor HCTs egenskaper, utan skulle ha skett även med konventionella fordon
- 13 vältoolyckor med Clifton Mining

Längre (och tyngre) HCT

- En kollision med personbil vid avslut på 2+1 sträcka, sen omkörning
- En då HCT blir påkörd vid återgående till motorväg efter trafikomledning
 - Flera omständigheter bakom dessa olyckor, längd ej huvudsaklig orsak men bidrag kan inte helt uteslutas

Olyckor med Svenska HCT inblandade

Fordonstyp (max totalvikt/längd)	Singel	Kollision med annat fordon	Totalt antal olyckor	Totalt antal körda km (Juli 2016)
Rundvirke ST-kran (74t/24m)		1	1	?
Rundvirke ST-drag (74t/24m)	4	1	5	?
Rundvirke Okänd typ (74t/24m)		1	1	?
Tankbil Bil+släp (74t/24m)	1		1	42 641
ECT (74t/24m)		1	1	?
Clifton Mining (90t/25m)	13		13	12 303 030
ETT (90t/30m)		1	1	1 876 895
DUO Trailer (80t/32m)			0	619 612
DUO Kärra (80t/27m)			0	123 935
Dubbeltrailer (74t/31,5m)		1	1	1 700 000
Dubbeltrailer m containrar (60t/32m)			0	198 000

SAFER

VEHICLE AND TRAILING SAFETY CENTRE OF CHINA

Olyckor med Svenska HCT inblandade

Bra eller dåligt utfall? Vad ska man jämföra med?

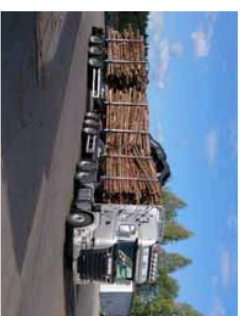
- För få fall och fordon för att räkna ut olycksrisk (antal olyckor/fordonskm)
- **Polisrapporterade olyckor mellan 2003 och 2012 med tungt fordon inblandat**
- Olycksrisk (lätt, allvarlig eller dödlig skada): 34.6 olyckor per 100 miljoner km

- Olycksrisk (allvarlig eller dödlig skada), Balint et al. (2014):

Lastbils längd	Kort (<12m)	Mellan (12.01m - 18.75m)	Lång (18.76m - 25.25m)
Antal olyckor med allvarlig eller dödlig skada	1 466	390	509
Fordonskilometer (miljard km)	10.72	7.01	11.69
Olycksrisk per 100 miljoner km	13.7	5.6	4.4

Erfarenheter förare 74 ton (ST drag/kran)

- Körbarhet (jämfört med 60 ton)
 - Ingen skillnad, genar lite mer
 - Mindre tryck på drivaxeln knepigt vid start ffa i halt väglag
 - Ekipagen går bättre med tunga lass
 - Mer stabil trots tungt/högt lass pga fler axlar
 - Varierbart däckstryck (CTI) suveränt i skogen och vid halt väglag
 - Farligare med tungt släp än med tung bil
 - Önskvärt: driv på framhjul och släpvagnsbroms
- Högre vikt märks vid
 - Inbromsning, rullar på nedför, går tyngre uppför
- Lastning
 - Kan lasta mer exakt med kran, bankförskjutning, och axeltryckgivare (men den påverkas av lutning, p-broms, hjul i luften)
- Ny teknik och högre krav
 - Tog tid i början, har bättre känsla nu
 - Blivit bättre förare, bättre planering, kör lugnare



jesper.sandin@vti.se

SAFER
SAFER L&S TRUCKS SAFETY SYSTEMS LTD

Slutkommentarer

Kan samma relativa minskning av olycksrisk nås med HCT i Sverige som i t ex Kanada och Australien?

- Nej, inte troligt.
- Sverige har i grunden en högre trafiksäkerhetsnivå än dessa länder

Välutvecklade fordonskombinationer, erfarna förare, kontroll och övervakning bidrar starkt till den höga säkerhetsprestandan för HCT i andra länder

- Behövs även i Sverige för ett ”bibehållande av dagens höga säkerhetsnivå”

SAFER
VEHICLE AND TRAFFIC SAFETY CENTRE AT CHULALONGKORN

Tack!

jesper.sandin@vti.se



BILAGA E: NYTTJANDE AV DET UTVALDA VÄGNÄTET



Asmoarp Victor, Andersson Gert, Patrik Flisberg

2014-10-03

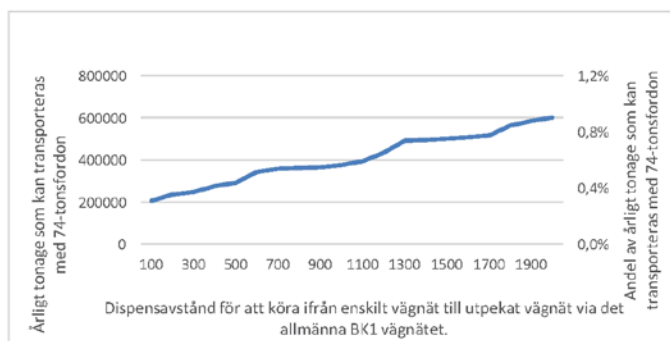
Nyttjande av det utvalda vägnätet

I rapporten "Tyngre fordon på det allmänna vägnätet" anges ett utvalt vägnät som kan nyttjas av 74-tons fordon. Skogforsk har gjort en utredning på hur stor andel av skogsbrukets transporter som enligt historisk data hade haft möjlighet att nyttja detta vägnät.

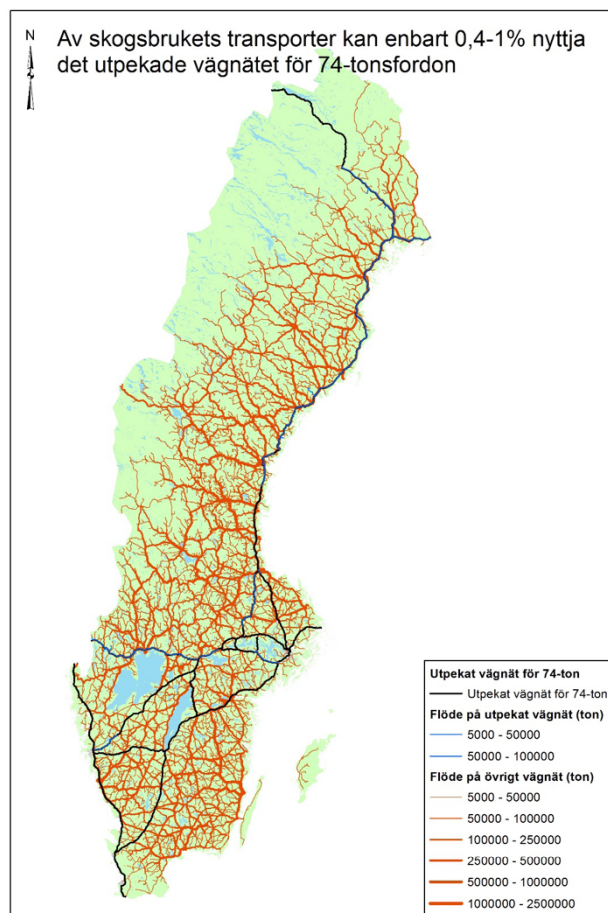
Från skog till industri passerar en transport flera olika bärighetsklasser och väghållare. Vi har valt att sätta hela det enskilda vägnätet (grönt i figuren nedan) som godkänt för 74-tonsvägnät. Det blå sträcket är det utpekade vägnätet för 74-ton. Den röda sträckan är vägnätet mellan det enskilda vägnätet och det utpekade vägnätet, av praktiska skäl måste fordonen få dispens att köra kortare sträckor ifrån det enskilda vägnätet till det utpekade vägnätet via det allmänna vägnätet som inte är 74-tonsvägnät.



Nedan visas en känslighetsanalys för hur stor vikt och andel av skogsbrukets transporter som kan nyttja det utpekade vägnätet som en funktion av avstånd mellan enskilt vägnät och det utpekade vägnätet för 74 ton.



Figur 1 Känslighetsanalys för transporterat tonnage och andel av transporter som har möjlighet att använda det utpekade vägnätet för 74-tonsfordon. Dispensavstånd för att köra x antal meter på allmän väg innan och efter körning på utpekad vägnät använd som känslighetsvariabel



Figur 2 Kartan visar flöden av timmer, massaved och primärt skogsbensin från skog till industri. Röda flöden är skogsbrukets transporter som med det utpekade vägnätet inte har möjlighet att köras som 74-tons transporter och blå flöden är de transporter som är möjliga att köra som 74-tons transporter.

Slutsats

Skogsbruket har små möjligheter att nyttja det utpekade vägnätet för transporter av rundvirke med 74-tonsfordon.

Analysen visar att men befintliga transportsystem så skulle möjligheten vara mellan 0,4 och 1 % av den årligt transporterade vikten.

BILAGA F: UTVÄRDERING AV TVÅ FÖRSLAG PÅ BK4-VÄGNÄT I REGION MITT



Asmoarp Victor, Davidsson Aron, Flisberg Patrik

2016-09-01

Utvärdering av två förslag på BK4-vägnät i Region Mitt

Under sommaren och hösten 2016 pågår ett arbete i Trafikverkets regionala bärighetsgrupper med att ta fram ett förslag på BK4-vägnät. Som faktaunderlag till dessa diskussioner har Skogforsk gjort en utvärdering av skogsbrukets möjligheter att nyttja två uppsättningar BK4-vägnät. Syftet är att öppna så stort vägnät som möjligt som också ger så stor nytta som möjligt. Skogsbrukets önskan är att hela BK1-vägnätet uppgraderas till BK4, men Trafikverket har bedömt det som omöjligt inom ramen för nuvarande budget. I detta PM utvärderas två vägnät, det ena är ett första utkast från Trafikverket (kallas nedan BK4_TRV) och det andra är ett önskemål från näringslivet (kallas nedan BK4_Näringen). Utöver de utvalda vägnäten väljer modellen att tillåter 74 ton på alla kommunala och privata vägar, något som är en förenkling mot verkligheten. Vägnäten utvärderas mot Skogsbrukets transporter 2012 och ruttning är gjord med Krönt Vägval 3.1 på NVDB-data från 2015. För att en transport ska markeras ut i underlaget måste den kunna köra hela vägen från avlägg till industri på vägnät som tillåter 74 ton, inga omlastningar eller omvägar tillåts.

Förklaring av vägnäten:

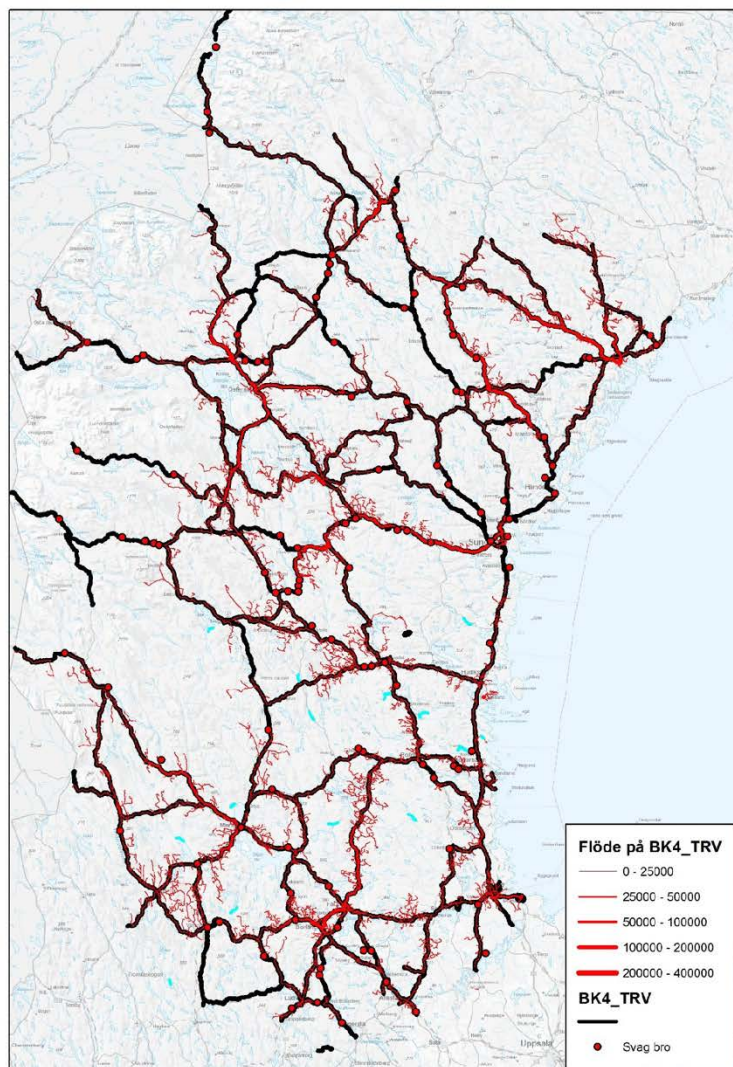
- BK4_TRV bygger på ett vägnät som i remissunderlaget till region Mitt kallas "Nytt BK4 Klass 1-2" samt med hänsyn till brorestriktioner enligt "SvagaBroarBK4 (Lista 2016-05-26)"
- BK4_Näringen utgår från BK4_TRV men inkluderar även av näringen utpekade vägnät enligt remissunderlaget, dvs. utan brorestriktioner.

Resultatet visar att det är skillnad i hur skogsbruket kan utnyttja de båda vägnäten (Tabell 1). På BK4_TRV kan skogsbruket transportera 9 % av volymen medan 4 % av transportarbetet. Om det vägnät som skogsbruket önskar öppnas kan 23 % av volymen med 19 % av transportarbetet utföras på BK4 vägnätet. Nyttan för skogsbruket ökar med nästan 5 gånger med näringens förslag.

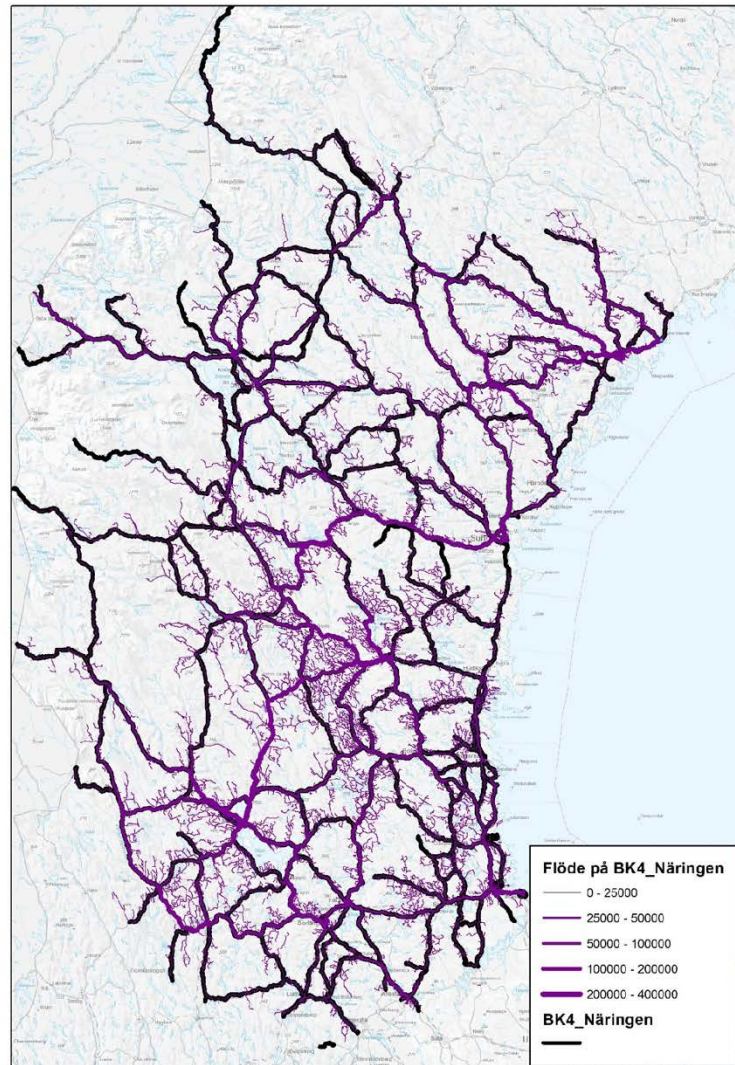
Tabell 1. Skogsbrukets transporter som sammanfaller med BK4_TRV respektive BK4_Näringen i region Mitt.

	VIKT (TON)	VIKT (%)	TRANSPORTARB. (MILJ. TONKM)	TRANSPORTARB. (%)
BK4_TRV	1 837 809	9 %	69 800	4 %
BK4_NÄRINGEN	4 879 712	23 %	326 000	19 %
TOTALT	20 854 682	100 %	1 687 960	100 %

Nedan följer kartor på hur skogsbruket skulle kunna utnyttja de båda vägnäten BK4_TRV (Figur 1) och BK4_Näringen (Figur 2). Observera att analysen enbart behandlar flöden som går inom Region Mitts geografi, därav uppstår en gränsområdesproblematik både norr och söder om analyserat område där skogsbruket med alla säkerhet skulle kunna nyttja vägnätet i något större omfattning än vad kartorna visar. Eftersom denna analys bygger på historiska transporter från 2012 kan det ha skett omstruktureringar i industrin som man bör beakta vid ett beslutstagande, det är också viktigt att påpeka att det kan finnas lokala fel i dataunderlaget.



Figur 1. Flödeskarta över hur skogsbruket kan utnyttja BK4_TRV, svaga broar som direkt berör vägnät eller kan vara ett hinder för att komma in på det utpekade vägnätet är med. Flödena är angivna i ton per vägsegment.



Figur 2. Flödeskarta över hur skogsbruket kan utnyttja BK4_Näringen. Flödena är angivna i ton per vägsegment.