



Ekonomi vid användning av en 68-tonsflysbil istället för den traditionella 60-tonsflysbilen

Productivity and economics by usage of 68-tonne chip trucks instead of the traditional 60-tonne chip truck

Isak Forsberg

**Arbetsrapport 23 2017
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Dan Bergström**

Ekonomi vid användning av en 68-tonsflisbil istället för den traditionella 60-tonsflisbilen

Productivity and economics by usage of 68-tonne chip trucks instead of the traditional 60-tonne chip truck

Isak Forsberg

Nyckelord: High capacity transports, flislastbilar, lastfyllnadsgrad, bränsleförbrukning

Arbetsrapport 23 2017

Jägmästarprogrammet

EX0772, A2E

Examensarbete i skogshushållning vid Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi, 30hp

Handledare: Dan Bergström, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Examinator: Dimitris Athanassiadis, SLU, Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2017

Rapport från Institutionen för Skogens Biomaterial och Teknologi

Förord

Den här studien har genomförts som ett examenarbete motsvarande 30 högskolepoäng på avancerad nivå. Studien har utförts inom ämnet skogshushållning vid Institutionen för skogens biomaterial och teknologi vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå under hösten och vintern 2016/2017.

Arbetet utfördes på uppdrag från Norra och involverar även Kaj Johanssons Åkeri också.

För genomförandet av detta arbete vill jag tacka Patrik Jonsson och Anette Lindberg för att jag fick möjligheten att skriva detta arbete åt Norra och att de varit behjälpliga när jag haft funderingar och behövt hjälp. Vill fortsätta att Stefan Johansson och Nicklas Elfving som varit öppna med information som varit viktig för arbetet

Slutligen vill jag tacka min handledare vid Sverige lantbruksuniversitet, Dan Bergström, som agerat bollplank och hjälpt mig i skrivandet av examensarbetet.

Sammanfattning

Vid införskaffning av råvara till industrier är 1/3 av den totala kostnaden kopplat till transporter till industri. Dessa transporter släpper även ut stora mängder växthusgaser och för att minska både de ekonomiska kostnaderna och de miljömässiga konsekvenserna av transporter kan en ökning av nyttolasten på lastbilarna vara en väg att gå.

Syftet med denna studie var att ur ett ekonomiskt perspektiv jämföra en 68-tonslastbil med en traditionell 60-tonslastbil. För att kunna genomföra detta samlades information in om de olika kostnadsposterna som påverkar lastbilstransporter, därefter skapades en transportfunktion som byggde på en fast del, lastning och lossningsmomenten och en rörlig, transporten mellan lastning och lossning. Ett medeltransportavstånd för lastbilarna i denna studie bestämdes utifrån data från Dynafleet och en medellast baserades på SDC data om lastvikterna. En körstudie utfördes för att undersöka om förarnas erfarenhet påverkade bränsleförbrukningen.

Resultatet visade att vid ett medeltransportavstånd på 127km, var 68-tonslastbilen 7,8 % billigare jämfört med den traditionella 60-tonslastbilen. Vid ett transportavstånd på 4 km är kostnaden identisk mellan de två fordonen. De största kostnadsposterna är löner och bränsleförbrukningen. Bränsleförbrukningen sänktes när erfarna chaufförer körde 68-tonslastbilen.

Slutsatsen av detta arbete är att lastfyllnadsgraden är den viktigaste parametern eftersom med en sänkt lastvikt kommer den dyrare 68-tonslastbilen inte utnyttjas till sin potential och därför är det viktigt att vågarna som man mäter lastvikten med är korrekt inställda. Sen är det även viktigt att förarna är erfarna för att hantera tyngre lastbilar eftersom bränsleförbrukningen är en stor kostnadspost som är påverkbar.

Vidare forskning om de ekonomiska fördelarna med kortare kötider vid industrierna med en tyngre fordonsflotta behövs.

Nyckelord: High capacity transports, flislastbilar, lastfyllnadsgrad, bränsleförbrukning

Summary

At obtain raw material to the industry one third of the total cost is connected to transports. These transports emit greenhouse gases and to both reduce the economic costs and the environmental consequences an increase of loading weight on the truck be a way to go.

The purpose of this study was from an economic perspective to compare a 68-tonne truck with a traditional 60-tonne truck. To accomplish this, information about the different cost post that affects truck transports. From this information, a transport function was created with a static part and one flexible part. The static part consisted of the cost for loading and unloading times and the flexible part for the transport from loading place to the unloading place. A mean transport distance was calculated from Dynafleet-data and the mead loading weight comes from SDC. A drive study was performed to investigate if a more experience driver affects the fuel consumption.

The results show that at a mead distance of 127 km, 68- tonne truck was 7,8% cheaper compared to the 60-tonne truck. If the transport distance was 4 km the cost was the same for the trucks included the study. Wages and fuel consumption were the two biggest cost post. With more experienced driver the fuel consumption could be reduced.

The conclusions from this study is that how well you utilizing the loading weight determines how economic the 68-tonne truck is. With a lower loading weight the potential of the 68-tonne truck isn't used to its fullest. And because of that it is important to use well calibrated weighing-machine. With experienced drivers, the fuel consumption could be lowered.

Further research could be done about the economic benefits with shorter queuing times at industries with a heavier truck fleet.

Keyword: High capacity transports, chip trucks, loading utilizing, fuel consumption

Innehåll

1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
<i>Generellt om godstransporter</i>	7
<i>Transporter inom den svenska skogssektorn</i>	7
<i>HCT i världen</i>	8
<i>HCT konstruktioner</i>	9
<i>HCT i Sverige</i>	9
1.2 Tidigare studier	10
<i>Bränsleförbrukning</i>	10
<i>Transportkostnad</i>	11
<i>Vägslitage och säkerhet</i>	12
<i>Flisbilar</i>	12
<i>Konsekvenser med användning av HCT i Sverige</i>	12
1.3 Norra	13
1.4 Syfte och målsättning med arbetet	13
2. Metod och Material	14
2.1 Grunddata för funktionsuppbyggnad	14
2.2 Uppbyggnad kostnadsfunktion	18
<i>Fasta transportkostnader</i>	19
<i>Rörliga transportkostnader</i>	20
2.3 Körstudien	21
2.4 Känslighetsanalyser	22
<i>Olika lastfyllnadsgrader</i>	22
<i>Däckslitage</i>	22
<i>Avskrivning</i>	22
<i>Ränta</i>	22
3. Resultat	23
3.1 Körstudien	27
3.2 Känslighetsanalyser	28
<i>Olika fyllnadsgrader</i>	28
<i>Samma däckslitage för lastbils ekipagen</i>	28

<i>Avskrivningsvariation</i>	28
<i>Ränta</i>	29
4. Diskussion	30
Slutsats	33
Referenser	34
Trycka källor	34
Internetkällor	35
Personliga källor	37

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Generellt om godstransporter

I Sverige och i världen dominerar fyra transportsätt vid godstransporter, flyg, lastbil, tåg och båt. Utifrån ett flertal variabler, bland annat avstånd och möjlighet till på- och avlastning, väljs det mest lämpligaste transportsättet. Vid längre avstånd är båttransporter det billigaste alternativet, då stora volymer kan transporteras och den rörliga driftkostnaden är låg per transporterat ton. Nackdelen med båttransporter är att det krävs hamnar som det går att lasta och lossa vid (Vierth, et al., 2013). Av de olika transportsätten är lastbilar det mest flexibla. Det beror på det utbyggda vägnätet i förhållande till de andra transportsätten och de förhållandevis korta ledtiderna för lastbilarna. Därtill kan man styra om slutdestinationen under själva transporten vilket även går för båt och flyg men i en mer begränsad omfattning. Vid längre transportsträckor och ökad mängd som ska transporteras kommer järnvägstransporter att bli billigare än lastbilar. Det bygger på att de fasta kostnaderna för järnvägar är höga medan de rörliga är låga; vid längre transporter blir det mer ekonomiskt att använda järnväg. Nackdelen med järnvägstransporter är att transportsättet inte är flexibelt och styrs av järnvägsnätet (Jonsson & Mattson, 2005). När behov för snabba transporter finns är flyg ett alternativ då det inte finns något transportsätt som är snabbare. Baksidan med flygtransporter är både de höga terminalkostnaderna och rörliga kostnaderna (Lumsden, 2012).

År 2015 fanns det 61 521 registrerade lastbilar i Sverige, jämfört med 2014 är det en ökning med 6,6 promille. Dessa lastbilar utförde 39 miljoner varustransporter under året, 99 % av transportererna var inrikestransporter. De senaste 15 åren har antalet inrikestransporter legat stabilt. Under 2015 utförde lastbilarna ett transportarbete på 41 miljarder ton km. De två största varugrupperna av lastbilstransporter var produkter från gruvindustrin och produkter från jordbruk, skog och fiske. Dessa två varugrupper är också de två som kör mest tomkörning, körning utan last då i relation till den totala körningen per varugrupp. Produkterna från jordbruk, skog och fiske motsvarade 10 % av den totala transportmängden som var 417 miljoner ton (TrafikAnalys, 2016).

Transporter inom den svenska skogssektorn

Vid transporter av skoglig biomassa är lastbilar det största transportsättet där transportarbetet motsvarar 59 % av allt transportarbete (totalt 3,9 miljarder ton km), då är både de inhemska och de utländska lastbilarna inräknat. Järnvägstransporter och sjöfart är vardera lika stora och delar på resterade 41 %. Om man tittar på den mängd gods som transporteras ser man ännu tydligare att lastbilstransporter är det största transportsättet, 80 % av den totala mängd gods som transporteras någon gång sker med hjälp av lastbil (Trafikanalys, 2015).

De skogliga produkterna som transporteras med lastbil är timmer, massaved och skogliga rest- och biprodukter (Skogsstyrelsen, 2014). Under 2012 transporterade 62 891 000 ton skogliga produkter. Massaveden och timret stod för 29 921 000 ton respektive 28 023 000. De resterande knappa fem miljoner tonnen är olika former av skogsbränslen där flis utgör den största delen (Trafikanalys, 2015).

Kostnaderna kopplade till lastbilstransporter står för ungefär 25 % av anskaffningskostnaderna för skogsindustrierna. Av dessa 25 % är 1/3 kopplad till bränslekostnader (Löfroth & Svenson, 2012). En likande studie i Finland visar att bränslekostnaden är 27 % av transportkostnaderna (Metsäteho, 2015).

Då kostnaden vid transporter är en stor del av den totala kostnaden för produkterna som transporteras både inom skogsbruket och inom andra verksamheter är det därför viktigt att undersöka olika alternativ för att reducera dessa kostnader.

Inom den skogliga sektorn har en inriktning varit för ett införande av High Capacity Transports (HCT), vilket är en benämning på fordonskombinationer som har en högre kapacitet än vad som i dagsläget används (Von Hofsten & Funck, 2015). I andra länder förekommer begreppen LHV (längre och tyngre fordon), LCV (längre fordonskombinationer) och HPV (fordon med högre produktivitet) och sammantaget har de i princip samma betydelse som HCT (Mellin & Ståhle, 2010).

HCT i världen

Beroende var i världen man befinner sig varierar definitionen på en HCT-bil. Detta beror på den rådande lagstiftningen i just det landet. Inom Europas gränser varierar den maximala vikten på ekipage, med fem axlar eller fler, i de flesta fall mellan 40 till 50 ton. I Sverige och Finland är maxvikterna högre där Finland har 76 ton som maximal vikt, dock kräver det att lastbilen har minst 8 axlar och inte transporterar farligt gods, annars är gränsen är 68 ton. I Sverige är maxvikten 64 ton om inga dispenser finns (International Transport Forum, 2015).

Australien

I Australien har ett system för tyngre och längre lastbilar införts. Uppstarten av systemet som går under benämningen Performance Based System infördes för den ökade efterfrågan på landtransporter och en ökad tillit till dessa. Från 1960 tills idag har transportarbetet tiodubblats från 20 miljarder ton km till 200 ton km. Mellan 1970 till 1990 gjordes justeringar i regelverken för att underlätta transporter. Idag används lastbilar upp till 125 ton och 53 meter långa, dessa begränsas dock av de olika regelverken i de olika territorierna och beroende på vägens kvalité (NTC Australia, 2008). Vägnätet är indelat i fyra olika typer för att matcha lastbilarnas arbete och dess kapacitet mot risken för olyckor för att optimera transporter samtidigt som man minimerar olycksrisken. Dessa fyra typer är 1) General access, 2) Vägar för B-doubles, 3) Vägar för Doubles road train och 4) Vägar för triple road train. B-doubles motsvarar en 68,5 ton tungt lastbils ekipage med en längd 26 meter. Skillnaden mellan triple och doubles road train är att triple har ett släp mer och blir då både längre och får lasta tyngre upp till 125 ton (OECD, 2011).

Kanada

I Kanada har provinserna alltid reglerat lagarna gällande storleken och vikt för lastbilarna. De första föreskrifterna kom i början av 1900-talet. Under den tiden var körning mellan de olika provinserna inte särskilt betydande. Under 60- och 70-talet förbättrades det nationella vägnätet och lastbilskörningen mellan provinserna ökade. Regleringarna som fanns i provinserna gav problem då regleringar varierade mellan provinserna.

I slutet av 80-talet kom resultatet av en stor studie om principer på hur man ska bygga lastbilar, utifrån de principerna skapades en nationell "Memorandum of Understanding" (M.o.U) för lastbilsvikter och dimensioner. Varje provins har friheten att välja hur stora delar av vägnätet som M.o.U ska gälla på och om andra konfigurationer ska tillåtas. I dagsläget är den maximala vikten 63,5 ton och det är i provinsen Ontario som dessa gäller (Woodroofe, et al., 2010). M.o.U är ett dokument som ömsesidig överenskommelse mellan två parter inom ett ämne.

USA

Före 1956 styrde staterna över forskrifterna för storleken på lastbilarna och dess vikter, efter 1956 tog regeringen över det och bestämde nya föreskrifter. Stater som tidigare haft föreskrifter som tillät högre lastvikter fick då behålla dessa med överseende från regeringen. Den maximala vikten styrs av antalet axlar på lastbilekipaget (Woodroofe, et al., 2010). Från 1956 har både storleken och vikten på lastbilarna tillåtits öka, idag är de längsta fordonen 33,83 meter långt och finns i delstaten Colorado, det tyngsta får väga 74,39 ton, gäller i Michigan (U.S Department of Transportation, 2017).

HCT konstruktioner

Beroende på vad som ska transporteras och vilken vikt lastbilen får uppnå så varierar beståndsdelarna i uppbyggnaden och därmed även utseendet på lastbilekipaget. I Löfroth och Svensson (2012) beskrivs olika utföranden av Volvolastbilar som visar på olika möjliga kombinationer för lastbilekipagen (se Figur 1). I de olika kombinationerna har man använt link, dolly, semitrailer och full trailer. Benämningen på dragfordonet varierar mellan traktor och lastbil beroende om man använder en link eller en dolly som första påhängsvagn. En link är ett släp där lastmöjligheten finns medan dollyn fungerar som ett överförningsfordon där man kopplar ihop dragfordonet med efterföljande fordon och då kan man använda ett dragfordon som har lastmöjlighet. Linken är utformad så det finns en fästansordning längst fram på vagnen och en tom del i den bakre delen istället. Detta ger möjlighet att koppla samman flera linkar och kunna skapa ett längre fordon, likt det som görs när man skapar "road trains" (Löfroth & Svensson, 2012).

HCT i Sverige

År 2006 startade ett projekt på Skogforsk som benämns ETT, en trave till. Det kom som ett uppdrag från skogsindustrierna för att effektivisera transportererna inom skogssektorn och syftet med projektet var att minska koldioxidutsläpp, dieselförbrukning och andra emissioner genom att utveckla transporttekniken och öka bruttovikten på lastbilekipagen. De stora problemen när det gäller skogliga transporter är svårigheten med returkörning då industrierna till väldigt stor utsträckning är lokaliserade vid kusten medan råvaran är lokaliserad inåt landet vilket leder till en enkelriktad rörelse av transportflottan från inlandet till kusten (Löfroth & Svensson, 2010).

I april 2015 beslutade den svenska regeringen att höja den tidigare maxvikten på 60 ton till 64 ton (Regeringskansliet, 2016). Införande av 74-tonslastbilar utreds nu, där Trafikverket har förslagit 800 mil av det statliga vägnätet som skulle kunna klassas som BK 4 (Trafikverket, 2016).

Idag finns det tre olika väglklasser för det svenska vägnätet, BK 1 BK 2 och BK 3. År 2015 ökades det maximala vikten man fick köra på BK 1 vägar till 64-ton, För BK 2 och BK 3 gäller begräsningarna på den maximala vikten till 51,4 ton respektive 37 ton (Trafikförordningen 1998). Bakgrunden för att regeringen vill öka lastvikten är för att ”stimulera industrins konkurrenskraft och att utnyttja vägarna på ett effektivare sätt” (Trafikverket, 2016). I Sverige finns det 36 stycken aktiva HCT-bilar spridda från norr till söder (Skogforsk, 2016), det tyngsta och längsta fordonet är ”ETT demo 1 b”. Lastbilen är en timmerbil som opererar i Norrbotten där den ”transporterar virke mellan virkesterminalen i Överkalix och SCA:s industrier i Munksund (Skogforsk, 2016). Förutom införandet av 74-tonslastbilar har regeringen påbörjat ett arbete för att införa en avståndsbaserad väglitageskatt för att minska slitaget på vägarna och klimatpåverkan (Regeringskansliet, 2016).

1.2 Tidigare studier

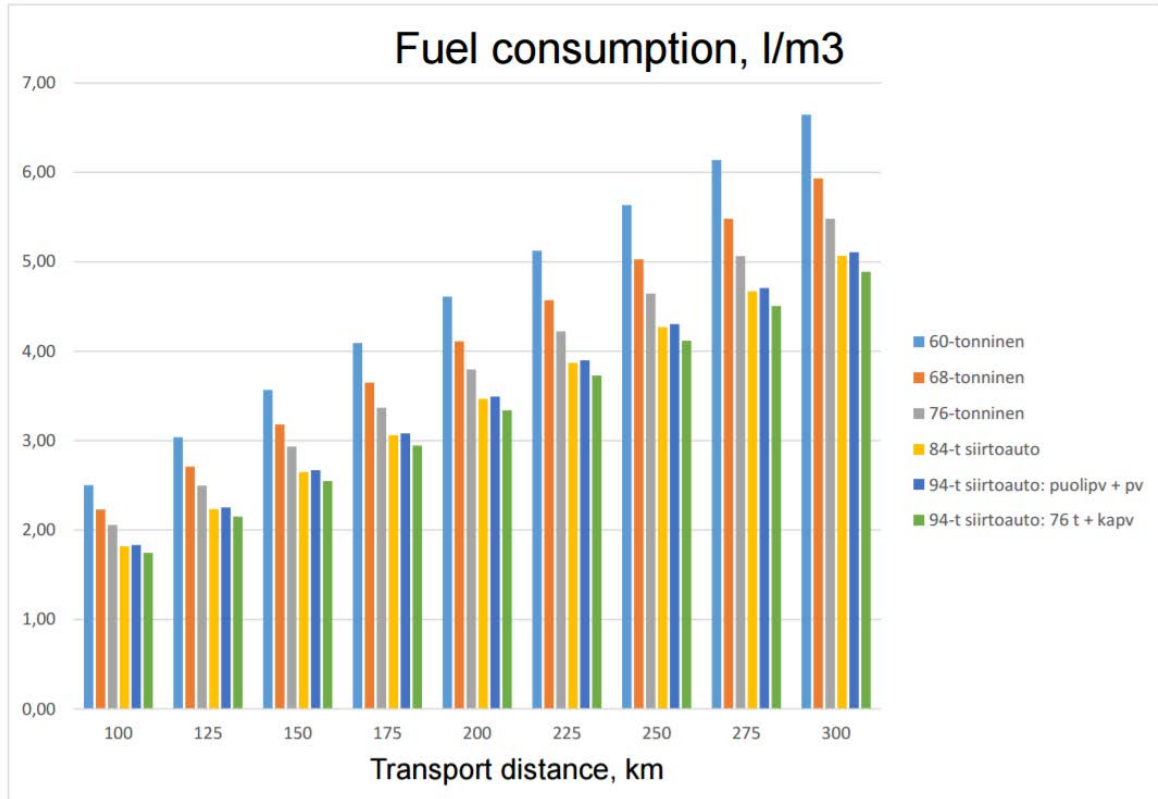
Det har gjorts många studier som handlar om effekterna av en ökad användning av HCT-bilar. Nedan tas ett flertal upp.

Bränsleförbrukning

I Löfroth och Svensson (2012) analyserades bränsleförbrukningen för både ETT-bilar och ST-bilar, större travar. Bränsleförbrukningen för de 74 ton tunga ST-fordonen i studien minskade med 8 % per ton km och transportkostnaden sänktes med 7–8% jämfört med referensfordonet på 60-ton. Denna rapport berörde rundvirkestransporter men kan ge en fingervisning om vilket resultat man kan förvänta sig med ett liknade ekipage även om det handlar om t.ex. flistransporter.

Johansson (2015) undersökte bränsleförbrukning för olika HCT-lastbilar som har skillnader i lastvikter och körning under olika vägförhållanden. I studien så fanns ETT-90, Gruppbil 68, Gruppbil 74, Kranbil 74 och Terminalbil 74. Siffrorna står för maxvikten på ekipaget. Studien visade att ETT-90 var den bränslesnålaste bilen om man mätte i ton km. Där var medel förbrukningen 16,8ml/ton km jämfört med Terminal 74 som drog mest bränsle, 28,3 ml/ton km. Skillnaden mellan dessa berodde dels på att lastfyllnadsgraden var 99 % för 90-tonsbilen och 81 % för Terminal 74 och på att körningen hos Terminal 74 innebar fler start och stopp. I studien var Gruppbil 68 den näst mest effektiva per ton km med en förbrukning på 21,7 ml/ton km och hade en hög lastfyllnadsgrad, 98 %.

Metsäteho (2015) visade att med ökad nettovikt på lastbilen minskar bränsleförbrukningen per ton km. I studien ingick 60-, 68-, 76-, 84- och 90-tons lastbilar. Man jämförde bränsleförbrukningar vid bestämda avstånd, från 10 mil till 30 mil. För 68-tonsbilen var bränsleförbrukningen 27,5ml/ton km vid en sträcka på 10 mil, den förbrukning sänktes till 24,5ml/ton km när sträckan blev 30 mil, bränsleförbrukningen är omvandlad från m³km till ton km utifrån att varje m³sub motsvara 0,8 ton (Bioenergiportalen, 2014). Figur 1 visar att med en ökad lastvikt minskar bränsleförbrukningen (Metsäteho, 2015).



Figur 1 Bränsleförbrukningar för lastbilskeppage med olika maxvikter tagen från Metsäteho (2015).
Figure 1 Fuel consumption for trucks with different max weight taken from Metsäteho (2015).

De miljömässiga fördelarna med HCT-fordon kan kopplas till bränsleförbrukningen. En lägre konsumtion av bränsle släpper ut mindre växthusgaser vilket är positivt för miljön (Naturvårdsverket, 2016). En liter diesel motsvarar ungefär 2,58 kg CO₂ det beroende på bränslets densitet (Svenska Petroleum & Biodrivmedel institutionen, 2016).

Transportkostnad

Transportkostnader mellan ett ETT-fordon och en konventionell lastbil jämfördes i Hamner (2014) som visade att ETT-fordonet gav lägre transportkostnader oavsett den transporterade sträckan som lastbilen färdades. Men skillnaden blev större desto längre transportsträckan blev. Studien undersökte även tidsåtgången för de olika lastbilarna, där ETT-fordonet hade en lägre tidsåtgång/ton.

Löf (2016) kom fram till att vid ett införande av 74-tonslastbilar i transportkedjorna skulle transportkostnaderna minska med 9–10% per ton km.

Med en övergång från 76 tons lastbilar till en 84-tonslastbil skulle transportkostnaden minska med 6,6 % om avståndet i snitt var 30 mil, vid kortare avstånd skulle skillnaden bli mindre (Metsäteho, 2015).

Vägslitage och säkerhet

Med en höjning till 74 ton som standardvikt kommer vägslitage att minska förutsatt att vägen är byggd enligt dem föreskrifter som finns och att axeltrycken inte ökar. Denna minskning beror på att transportarbetet kommer minska med en ökad totalvikt (Granlund & Lang, 2016).

En ökning av den maximala tillåtna vikten skulle ge en lägre kostnad för samhället kopplat till olyckor med lastbilar. De bygger på att färre bilar kommer finnas i trafiken och som kan vara inblandad i olyckor. Vid en ökad längd på lastbilarna kommer tiden man har på sig att köra om dessa fordon att öka vilket leder till en högre risk vid omkörning (Vierth, et al., 2008). Andra riskområden, för längre och tyngre lastbilar, är vid korsningar, tunnlar och cirkulationsplatser (Hjort & Sandin, 2012). Med en övergång till HCT-fordon i Australien så skulle antalet allvarliga olyckor minska med 76 % jämfört med konventionella lastbilar (Hassall, 2014).

Flisbilar

Studier har även gjorts på flisbilar inom ETT-projektet. Det projektet innehöll tre stycken 74-tonns flisbilar där de olika flisbilarna hade olika förutsättningar. För två av ekipagen fanns möjligheterna till returerna medan det tredje ekipaget körde skytteltrafik mellan värmeverket i Igelsta, Södertälje, och järnvägsterminalen i Nykvarn. För dessa fordon var lastfyllnadsgraden hög och varierade mellan 95 % till 97 %. Bränsleförbrukningen i studien var 7,5 % lägre per ton km för 74-tonns bilar jämfört med 60-tonns bilar (Enström & Hofsten, 2015). Palander (2016) kom fram till att bränsleförbrukningen varierade mellan 20,5 till 15 ml/ton km för en 68-tonns lastbil beroende på vilken väglklass som användes. I Palanders studie var vägnätet indelat i motorvägar och skogsbilvägar. Det som inte klassades som skogsbilvägar hamnade i kategorin motorvägar.

Laitila et al. (2016) visar att vid transport av helträdsflis blev fyllnadsgraden för en 69-tonsbil 96%. Jämfördes transportkostnaden med en 60-tonslastbil så var den tyngre 69-tonsbilen alltid billigare att köra. För den lättare 60-tonsbilen var fyllnadsgraden 98%. Även returflis analyserades och där fanns det ett stort bortfall i lastfyllnadsgrad både för 60- och 69-tonsbilen, där fyllnadsgraden var 79 % respektive 74% (Laitila, et al., 2016).

Konsekvenser med användning av HCT i Sverige

Von Hoffsten och Funck (2015) visar att man med HCT-bilar har svårigheter att nå den maximala vikten då volymen i många fall har varit mer begränsande än lastvikten. Detta är troligen väldigt beroende vad lasten består av och vilken fukthalt det materialet har. Torrt stormvirke som körts väger mindre och då begränsar volymen.

1.3 Norra

Norra äger två sågverk som ligger i Sävar och Kåge och även en stolpfabrik som ligger i Agnäs. År 2015 omsatte Norra 1,9 miljarder och hade 331 anställda under året. Inom koncernerna skedde virkesleveranser av totalt 1,810 miljoner fast kubik (m³f) av dessa var fördelat till stora delar på timmer (801 000 m³f) och massaved (947 000 m³f). De kvarvarande 62 000 kubiken är övriga sortiment och dit hör skogsbränslen (Norra, u.d.)

Transporterna sker i stor utsträckning med flertalet olika typer av lastbilar. I nuläget används en 68-tonsflysbil med dispens längs norrlandskusten från Sävar som den nordligaste punkten och Husum som den sydligaste (Jonsson, 2016, pers. komm.).

1.4 Syfte och målsättning med arbetet

Syftet med detta arbete var att kvantifiera och jämföra arbetet och kostnaden för en 60 tons och en 68 tons lastbil vid transport av cellulosaflis och bark längs norrlandskusten från Sävar i norr till Husum i söder. Studien begränsades till att analysera arbetet för en specifik transportsträcka från 1 januari 2015 till 10 oktober 2016.

Frågeställningar som avsågs att besvaras:

- Hur skiljer sig transportkostnaden mellan fordonstyperna beroende på lastfyllnadsgrad och transportavstånd?
- Vid vilken fyllnadsgrad och medeltransportsträckor ger 68 tonslastbilen samma transportkostnad som 60 tonslastbilen med full lastfyllnadsgrad.
- Hur varierar lastfyllnadsgraden under året?
- Finns ett samband mellan förarnas erfarenhet att köra 68-tons lastbil och bränsleförbrukningen?

Hypotes:

Med bakgrund av tidigare studier inom detta område kommer bränsleförbrukningen minska med ungefär 7–8 %. De siffrorna bygger på den förbrukning som 74-tonsflysbilarna uppvisade i Enström och Hofsten (2015) där körningarna liknar den körning som kommer genomföras i denna studie. Transportkostnaden bör vara lite lägre än Lööfs (2016) studie då detta projekt är på en mindre fordonskombination och enligt finska studier så minskar transportkostnaden med ökad storlek på fordonet. Därför bör en minskning i transportkostnad på 5 % vara rimlig. Detta är dock helt beroende av lastfyllnadsgraden som i tidigare studier har varierat beroende på transporterad råvara.

2. Metod och Material

Den här studien bestod av tre delar. Den första delen var att insamla information om lastbilarna i studien. Andra delen var att utifrån den insamlade informationen skapa kostnadsfunktioner och därefter ur ett ekonomiskt perspektiv jämföra lastbilarna. Den tredje delen i studien omfattade en körstudie för att undersöka hur förarberoendet påverkar bränsleförbrukningen.

2.1 Grunddata för funktionsuppbyggnad

Denna studies huvudmål var att utföra en ekonomisk analys för den 68-tonslastbil, som Kaj Johanssons Åkeri i Vännäsby äger, mot traditionella 60-tonslastbilarna. Som referensfordon valdes därför två lastbilar ut från Kaj Johanssons lastbilsflotta, som hade under studien kört samma leveranser som 68-tonslastbilen. De valda lastbilarna blev två Volvolastbilar där den ena var från 2011 och den andra från 2012. Båda dessa lastbilar hade begränsningen att de lagligt bara fick lasta till en totalvikt på lastbils ekipaget på 60-ton. Datat för de två lastbilarna slogs samman och ett medelvärde skapades för att jämföras med 68-tonslastbilen (Tabell 1).

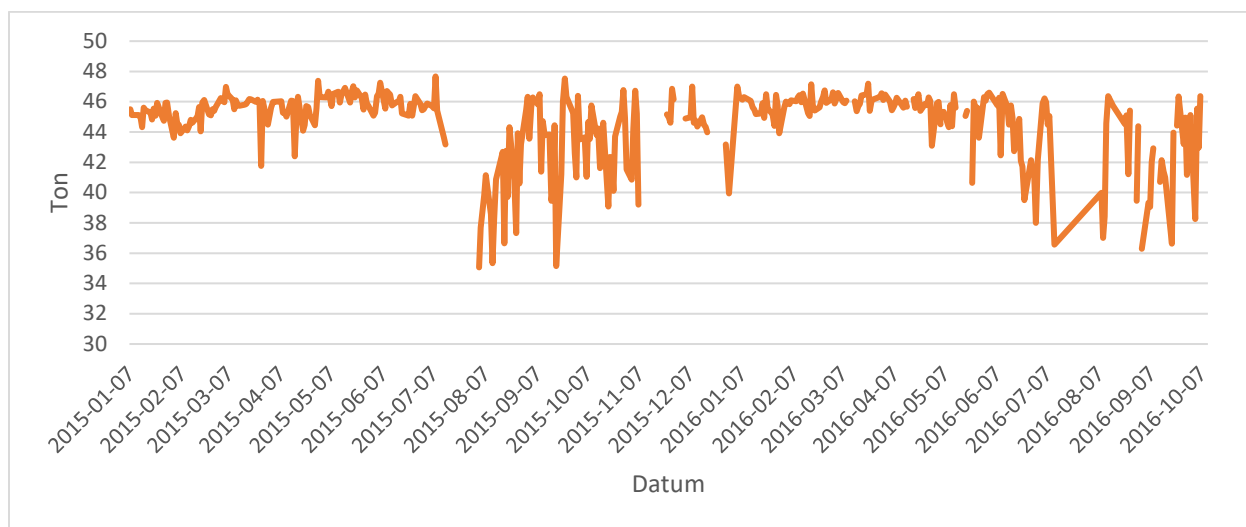
68-tonslastbilen som analyseras i detta arbete var även det en Volvo. Den togs i bruk under slutet av 2014 och har sedan dess bara körts av tre chaufförer. Jämför man med de två referensfordonen så är lastbilen för 68-tonsekipaget ungefär en meter kortare, detta varierar då referensfordonen inte är lika långa. Släpvagnen hos 68-tonslastbilen är däremot längre än vad den är för referensfordonen så den totala längden på ekipagen skiljer inte mer än 24 cm mellan fordonen.

68-tonslastbilen trafikerar norrlandskusten från Sävar i norr till Husum i söder. Rutterna går från Norras sågverk i Sävar där cellulosaflis lastas på. Denna flis distribueras sedan antingen till SCAs massabruk i Obbola (SCA, 2016) eller Metsä's massabruk i Husum (MetsäBoard, 2016). Från Husum körs även bark till Dåva i Umeå som ägs av Umeå Energi. Därtill körs även cellulosaflis från Sävar till Dåva.

Rutterna utnyttjar nästan uteslutande E4: ans dragning och gör bara avsteg från den när 68-tonsbilen ska lasta eller lossa. Den ruttdragning som används idag, med utgång från Sävar, går längs E4:an söderut till Umeå där man sedan följer den norra länken på den östra sidan om staden. Ska man lossa i Obbola så byter man till E12 när man kommer till rondellen vid Alvik, Umeås flygplats. Ska däremot lasten lossas i Husum fortsätter man längs E4:an vid nämnda rondell. Vid körningen till Husum så ökar andelen landsvägskörning och antalet passerade rondeller per km minskar jämfört med körning till Obbola.

Det är för dessa rutter som Norra (när denna rapport började skrivas) fått dispens för att köra med ökad lastvikt. Dispensen begränsas till en total vikt på 68-ton. Den totala lastvikten för 68-tonsbilen blir då 47,09 ton. Den kommer dock att minska med smuts och avlagringar som uppkommer med tiden och lägger sig på balkar och axlar. Så 47,09 ton är bara den optimala och lagliga lastvikten.

Innan jag började samla in mer specifika uppgifter om lastbilarna beslutade jag mig för att begränsa tidsspannet som studien skulle omfatta. Jag valde att inte använda de första månaderna som lastbilen var i drift utan istället bestämde att bara använda data från årsskiftet 2014–2015 fram till den 10 oktober 2016, vilket användes för alla lastbilar. Bakgrunden till de första månaderna exkluderades beror att jag räknade de första månaderna som en inkörningsperiod då förarna lärde sig lastbilens köregenskaper, hur mycket det var lagom att lasta och hur rutterna gick. Eftersom lastbilarna är Volvolastbilar finns det ett system, Dynafleet, som samlar in information under den tiden som lastbilarna används. Informationen från detta system som inkluderades i denna studie var bränsleförbrukningar där även användningen av adBlue ingår som registrerar den körda sträckan och hur länge lastbilen kört. Lastvikten är också information som finns i Dynafleet men då det inte kan sorteras utifrån vilket sortiment som transporterats användes data från SDC istället eftersom 68-tonslastbilen även kunde användas till andra ändamål än att transportera skogsbränslen. Informationen från Dynafleet var uppdelat på dagsbasis. För uppgifterna från SDC var varje lass var för sig med information om vikt, avlossningsplats och vilket sortiment som hade fraktats. För att kunna kombinera Dynafleets information med SDC så aggregerades alla lass under samma dag till en medellast per dag. Från denna medellast per dag skapades Figur 2 som visar fluktuationer för lastvikten under studie för 68-tonslastbilen och som användes både till att få en visuell bild hur lastvikten förändrades under året och vid körstudiejämförelsen eliminera årstidspåverkan.



Figur 2. Lastviktsvariation för den 68-ton tunga flislastbilen under studien.

Figure 2. Load weigh variation for the 68-tonne chip truck during the whole study.

För att kunna modellera och beräkna transportkostnader insamlades information om faktorer som påverkar lastbils ekonomi. Detta genomfördes utifrån sju huvudgrupperna i Gilles kalkylblad (Gille, 2016), dessa var:

- Investeringsvärden
- Gummiutrustning
- Försäkringar
- Fordonskatter
- Diversekostnader
- Administrationskostnader
- Lönekostnader

Till dessa adderades fler kostnadsposter och några omformulerades. De slutliga kostnadsposter som inkluderades i studien var (se även Tabell 2):

- Räntekostnader
- Försäkringar
- Diversekostnader
- Administrationskostnader
- Skatter
- Lönekostnader
- Gummiutrustning
- Bränslekostnader och adBluekostnader
- Service
- Fast och rörlig avskrivning

Räntekostnader för lastbilarna baseras på investeringskostnaden (där däckerna är borträknade) och restvärdet för lastbilen. Restvärdena för lastbils ekipagen sattes till 150 000 kr för 68-tonslastbilen och 100 000 kr för de traditionella flisbilarna på inrådan av Bo Karlsson anställd av Wisp Last & Buss i Umeå. Wisp Last & Buss är en återförsäljare för Volvos lastbilar (Karlsson, 2016, pers. komm)

Försäkringarna är en årskostnad som är lika oavsett lastbils ekipage och informationen om storleken på försäkringen kommer från Kaj Johannssons Åkeri.

Diversekostnaderna och administrationskostnaderna är ytterligare två kostnader på årsbasis och kommer från Kaj Johannssons Åkeri. Inom diversekostnader inräknas parkeringsplatser, motorvärmare, dataprogram i bilen, verktygslådor och spännband. De administrativa kostnaderna är kopplade till transportledning och kontorsarbete. Dessa kostnader skiljer sig inte mellan de olika ekipagen eftersom 68-tonslastbilen inte behöver fler parkeringsplatser eller mer transportledning.

Inom skatter så innefattas skatter för både lastbilen och släpvagnen samt vägavgiften för lastbilen. Information om detta kommer både från Kaj Johannssons Åkeri och Wisp Last & Buss.

Lönekostnaderna kommer från Kaj Johanssons Åkeri och motsvarar den timkostnad de har för chaufförernas lön. I den igår både chaufförens lön och arbetsgivaravgifterna.

Gummikostnaderna är kostnader för förbrukningen av däck och kommer från en sammanställning gjord av Kaj Johanssons Åkeri.

Bränslekostnaderna bygger på snittförbrukning som lastbilarna hade över hela studieperioden som sedan multiplicerats med kostnaden för diesel och adBlue under studien.

Kostnaden för service baseras på en sammanställning från Kaj Johanssons Åkeri och beräknas per körd kilometer.

Avskrivningen är fördelat i både en fast och en rörlig del. Fördelningen mellan den fasta och den rörliga delen var att 70 % av avskrivningen var kopplad till den rörliga delen. Eftersom det både handlar om den tekniska utvecklingen och slitaget bör avskrivningen både vara fast och rörlig. Liknande räntekostnaderna är investeringsvärdet exklusive däckkostnader. Fördelningen mellan fast och rörlig valde jag efter att varit i kontakt med Lars Aspholmer över mejl att sätta den rörliga delen till 70 %.

Tabell 1. Grundläggande data för lastbilarna i studien

Table 1. Basic data about the trucks involved in the study

	68-tonsbil	Referens
Total längd på ekipaget (cm)	24 625	24 825
Tjänstevikt (kg)	20 905	19 955
Max vikt (kg)	68 000	60 000
Max last (kg)	47 095	42 042
Snittlast (kg)	44 590	39 084
Medelhastighet (km/h)	57,4	63,6
Livslängd (LLFE)(år)	7	7
Körsträcka (km/år)	138740	132099
Drifttimmar (år)	2596	2560

Tabell 2. Kostnadsposters storlekar för lastbilarna i studien
Table 2. The different kinds of costs for trucks in the study

		68-tonsbil	Referens
	Enhet		
Investeringskostnad	Kr	3 050 000	2 680 000
Däck kostnad	Kr	143 820	125 108
Investeringskostnad exklusive däck (IKEDK)	Kr	2 906 180	2 554 892
Restvärde (RV)	Kr	150 000	100 000
Avskrivning	Kr/år	393 740	350 699
Fast Avskrivning (FAS)	Kr/år	118 122,00	105 209,66
Ränta (r)	%	5 %	5 %
Räntekostnader (RK)	Kr/år	80000	69500
Försäkring	Kr/år	35000	35000
Diversekostnader	Kr/år	41740	41740
Skatter	Kr/år	27500	26171
Administrativa kostnader	Kr/år	200 000	200 000
Lönekostnader	Kr/timme	280	280
Gummiutrustning	Kr/km	0,8	0,69
Bränslekostnader	Kr/km	6,83	6,45
adBluekostnader	Kr/km	0,254	0,182
Service	Kr/km	2	2
Rörlig avskrivning	Kr/år	275 618	245 489

2.2 Uppbyggnad kostnadsfunktion

Utifrån informationen från del ett skapades transportfunktioner för att jämföra lastbilarna. Enligt Lumsden (2012) kan transportkostnader delas in i fyra grupper: förflyttning, lastning, omlastning och lossning. För denna studie sker ingen omlastning. Kostnaden för lastningen och lossningen beror på hur lång tid det tar. Förflyttningen beror både på tiden som används för transporten och hur lång sträcka det är. Med dessa kan man skapa en transportfunktion med en fast del och rörlig del. Den slutliga transportfunktionen såg ut enligt följande:

$$TTK = FTK + RTK * s \quad (1)$$

TTK = Den totala transportkostnaden för en last vid en specifik sträcka (kr/ton)

FTK = Den fasta transportkostnaden för en last (kr/ton)

RTK = Den rörliga transportkostnaden (kr/ton km)

s = Sträcka (km).

Fasta transportkostnader

De fasta transportkostnaderna är en tidsbaserad kostnad som beror på hur lång tid som lastningen och lossningen tar för ett lass. Utifrån tabell 2 avgjordes vilka kostnadsposter som var tidsberoende. Dessa var den fasta avskrivningen, räntekostnader, försäkringar, skatter, diverse kostnader, administrativa kostnader och lönekostnader. För att kunna fastställa den fasta timkostnaden beräknade jag varje kostnadsposts totala årskostnad och dividerade den i antalet timmar för året. Detta gjordes för avskrivningen, räntekostnaderna och lönekostnaderna och gjordes med följande formler:

$$FAS = 0,3 * \frac{(IKEDK - RV)}{LLFE} \quad (2)$$

FAS = Fast avskrivning (kr/år)

IKEDK= Investeringskostnaden exklusive däckkostnaderna (kr)

RV = Restvärde (kr)

LLFE = Livslängd för ekipaget (år)

0,3 = Andel av avskrivningen som är fast

$$RK = \frac{(IK + RV)}{2} * r \quad (3)$$

RK = Räntekostnad (kr/år)

IK = Investeringskostnad (kr)

RV = Restvärde (kr)

r = Räntesats (%).

I grundförutsättningarna är räntesatsen satt till 5 %.

Formeln för att beräkna kostnaden per tontimme formulerades enl. följande:

$$KPT = \frac{(FAS + RK + Fö + Sk + Dk + Ak)}{TPÅ * m} + \frac{Lök}{m} \quad (4)$$

KPT = Timkostnad (kr/tontimme)

FAS = Fast avskrivning (kr/år)

RK = Räntekostnad (kr/år)

Lök = Lönekostnad (kr/timme)

Fö = Försäkring för lastbils ekipaget (kr/år)

Sk = Skatter (kr/år)

Dk = Diversekostnader (kr/år)

Ak = Administrativa kostnader (kr/år)

TPÅ = Totala tidsåtgång per år (timmar)

m = Medellast per fordon (ton)

För att därefter fastställa den fasta kostnaden per last krävs det att veta hur lång tid det tar att lasta och lossa för lastbilarna, vilket baserades på Hadders (2002), eftersom vid körstudien missades det att göras för denna studie. I den studien undersöktes tidsåtgången för lastning av träflis från energiskogar och studien visade att med en hjullastare tog lastningen 49 min och lossningen 20 min. I denna tid är även tid för invägning och dokumentation och stickprov inräknat. För den här studien valde jag att för 68-tonslastbilen använda 69 min som den sammanlagda medeltidsåtgången för lastningen och lossningen. För 60-tonslastbilen bestämdes medeltidsåtgången till 61 minuter eftersom det är mindre att lasta och lossa och är baserad på skillnaden i lastkapacitet.

För att beräkna den fasta kostnaden använde jag denna formel:

$$FTK = KPT * TLL \quad (5)$$

TLL = Tidsåtgången för momentet lastning och lossning (timmar).

Rörliga transportkostnader

De rörliga kostnaderna består både av en tidsbaserad del (se formel (4)) och en sträckberoende del. Den sträckberoende delen innehåller kostnader för däckslitage, bränslekostnader, adBluekostnader, service och den rörliga avskrivningen.

Bränslekostnaderna och adBluekostnader beräknades med följande två formler:

$$BK = BF * BP \quad (6)$$

BK= Bränslekostnader (kr/km)

BF= Bränsleförbrukningen under studien (l/km)

BP= Bränslepriset under studietiden (kr/l)

$$aBK = aBF * aBP \quad (7)$$

aBK= adBluekostnader (kr/km)

aBF= adBlueförbrukning under studien (l/km)

aBP= adBluepriset under studietiden (kr/l)

Den rörliga avskrivningen beräknades enl.

$$RAS = \frac{(0,7 * \frac{IKEDK - RV}{LLFE})}{\text{ÅK}} \quad (8)$$

RAS= Rörlig avskrivning (kr/km)

IKEDK= Investeringskostnaden exklusive däckkostnaderna (kr)

RV = Restvärde (kr)

LLFE =Livslängd för ekipaget (år)

ÅK= Årlig körning för lastbilsekipaget (km)

0,7= Andel av den totala avskrivningen som är rörlig

Kostnaden per last beräknades enl.

$$RTK = \frac{aBK + RAS + BK + SC + DSK}{m} \quad (9)$$

SC= Service (kr/km)

DSK= Däckslitagekostnad (kr/km)

Med formel (1) jämfördes därefter lastbilarna vid det genomsnittliga transportavståndet ur en ekonomisk synvinkel. Formlerna bygger från SIKA (2002).

2.3 Körstudien

Körstudien utformades som följande:

68-tonsbilen kör i dagsläget dubbelskift med två förare. Dessa två har kört lastbilen i stor sett sedan 68-tonsbilen togs i bruk. Under den tiden har bränsleförbrukningar lagrats i Dynafleet. Dessa två förare byttes ut mot två oerfarna chaufförer som tidigare inte kört den specifika lastbilen. Vid valet av vilka chaufförer som skulle ingå i studien utgick jag från de lastbilarna som hade två chaufförer för att kunde byta dem mot varandra. Förarna körde sedan lastbilarna under en veckas tid och då trafikerades de som brukligt. För 68-tonslastbilen innebar de körning från Sävar och antingen till Dåva, Obbola eller Husum. Under den veckan lagrades bränsleförbrukningarna i Dynafleet och lastvikterna samlades hos SDC.

För att undersöka om bränsleförbrukningarna skiljde mellan chaufförerna gjordes ett two sample t-test. Two sample t-test används för att bestämma om två populationer har samma medelvärde. Då sattes en nollhypotes som menar att bränsleförbrukningen för de ordinarie chaufförerna var detsamma som för de oerfarna chaufförerna. Bränsleförbrukningen för de ordinarie chaufförerna motsvarade bränsleförbrukningen under november december januari och februari månader 2015 och 2016 detta för att körstudien utfördes i november och att försöka utesluta årstidens påverkan valdes sommar och vårmånaderna bort. Jämförelsen gjordes i Minitab och då satts signifikansnivån till 95 % och blir p-värdet lägre än 0,05 kan man förkasta nollhypotes som i detta fall var att bränsleförbrukningarna skulle vara lika (Samuels & Jeffrey A., 2003).

2.4 Känslighetsanalyser

I studien gjordes det även fyra olika känslighetsanalyser om transportkostnaden där olika parametrar varierades.

Olika lastfyllnadsgrader

En av känslighetsanalyserna var att se hur en sänkning av lastfyllnadsgrad påverkade transportekonomin för 68-tonslastbilen. Analysen utgick från maximalt utnyttjande av lastfyllnadsgraden hos 68-tonslastbilen och sedan sänktes lastfyllnadsgraden stegvis med 5 procentenheter. För 60-tonslastbilen baserades lastfyllnadsgraden på medelvärdet på data om fyllnadsgraden från SDC.

Däckslitage

Denna analys görs då däcken som finns på 68-tonsbilarna inte är dimensionerat för en 68-tonsbil utan slitaget sägs vara högre för 68-tonsbilen på grund av det. Med mer dimensionerade däck så torde däckförbrukningen minska. Därför sänktes priset för 68-tonsbilen däckslitage med intervall om 0,5 kr/km tills lastbilarna hade likvärdiga däckslitagekostnader. Därefter gjordes ny beräkning av den ekonomiska vinsten med en 68-tonsbil.

Avskrivning

Ursprungsläget var att 70 % av avskrivningen var rörlig och 30 % var fast. Fördelningen mellan andelen rörlig och fast avskrivning varierade från 0/100 till 100/0 för att se hur valet av avskrivning påverkade resultatet.

Ränta

I huvudanalysen var räntan satt till 5 %. I denna känslighetsanalys förändrades den från 1 % till 7 % för att analysera vilken påverkan räntan har på det slutgiltiga resultatet.

3. Resultat

Insamlingen av lastvikter för lastbilarna gav möjligheten att undersöka hur lastvikterna varierade under studietiden och hur de varierade i förhållande till den lagliga vikten. Dessa resultat visas i figur 2, 3 och 4. I figur 3 och 4 markerar den röda stapelns högre gräns den högsta lagliga vikten för ekipagen. Lastvikterna fluktuerade över året och de sammanställda värdena för 68-flisbilen finns redovisade i Tabell 3. Den tabellen är indelade i de fyra årstiderna och en sammanlagt över hela studietiden.

Tabell 3. Lastvikter för 68-tonflisbilen
Table 3. Load weight for the 68-tonne chip truck

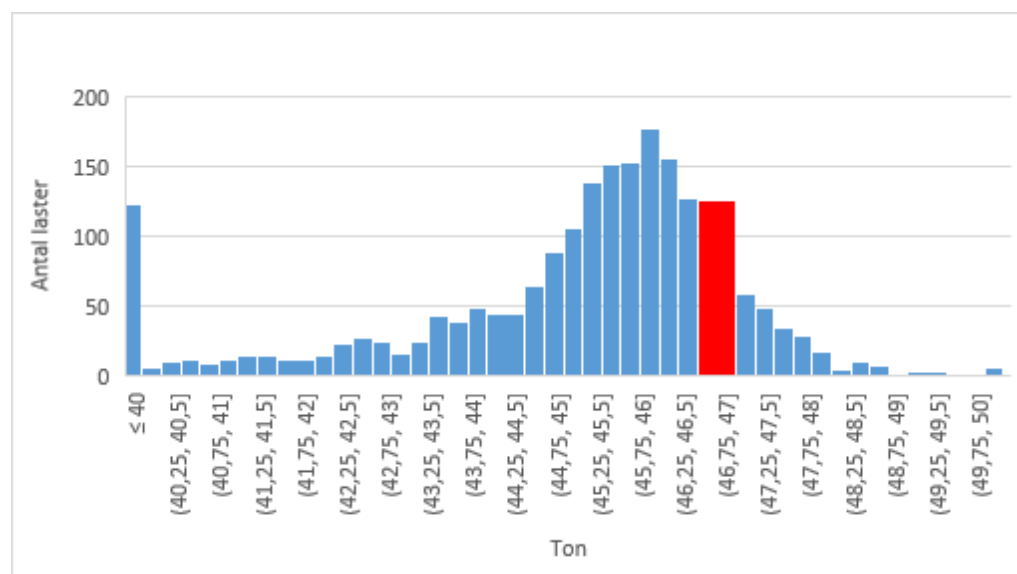
Period	Medelvikt (ton)	Max vikt (ton)	Min vikt (ton)	Median (ton)	Andel överlast	Standardavvikelse (ton)
Vinter	44,99	54,22	35,66	45,58	7,3 %	1,66
Vår	45,75	50,88	11,56	46,00	11,7%	2,30
Sommar	44,91	51,70	21,62	45,81	9,1%	3,29
Höst	43,26	50,67	24,68	44,84	9,4%	4,93
Medel	44,83	54,22	11,56	45,68	9,7%	3,38

Vinter= december, januari och februari

Vår = mars, april och maj

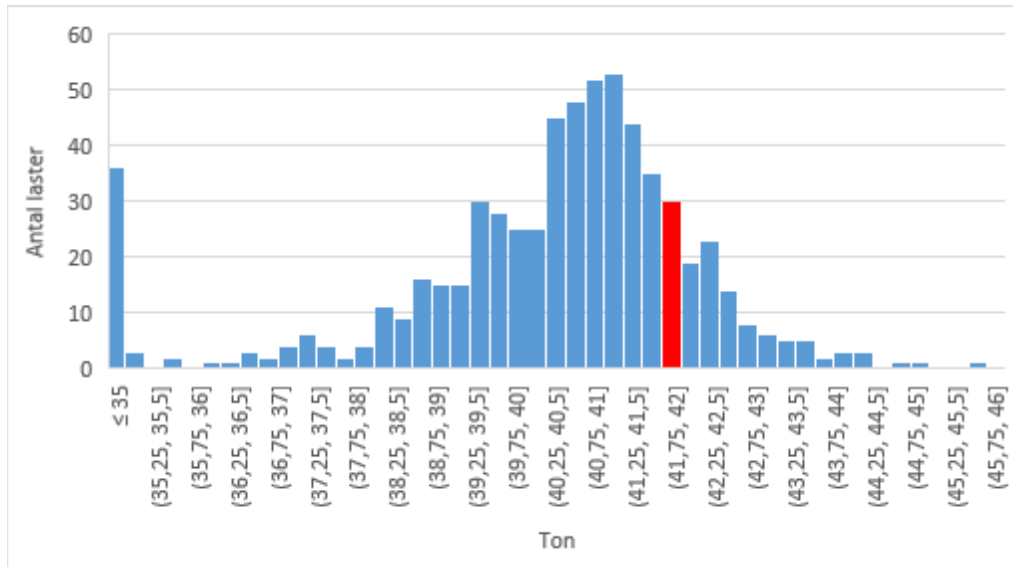
Sommar = juni, juli och augusti

Höst = september, oktober och november



Figur 3 Fördelning av lastvikter för 68-tonsflisbilen i studien där varje stapel motsvarar antalet laster vid en specifik vikt. Varje spalt spannar över 0,25 ton.

Figure 3 Distribution of loading weights for 68-tonne chipping truck in the study were every bar are equivalent to the count of loads at a specific weight. Every bar counts for 0.25 tonne.



Figur 4 Fördelning av lastvikter för de traditionella lastbilarna i studien där varje stapel motsvarar antalet laster vid en specifik vikt. Varje stapel spänner över 0,25 ton.

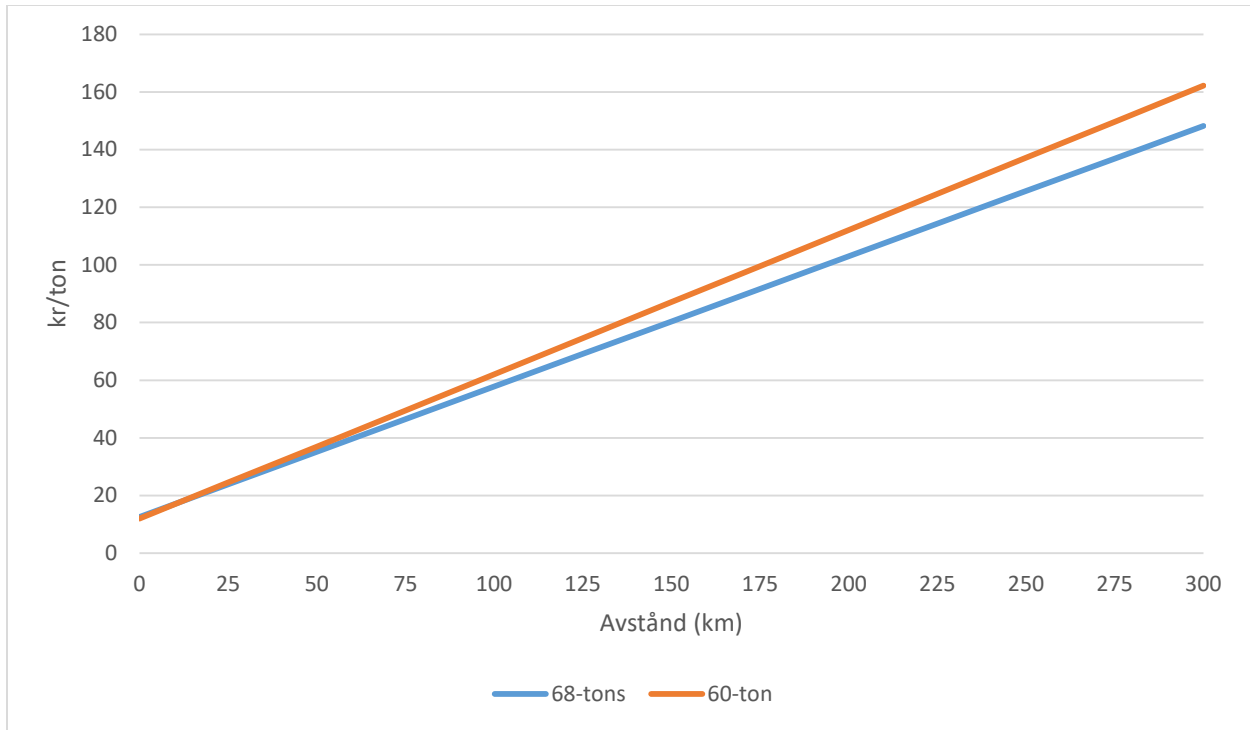
Figure 4 Distribution of loading weights for the conventional truck in the study were every bar are equivalent to the count of loads at a specific weight. Every bar counts for 0.25 tonne.

Transportkostnadsfunktionerna som var resultatet från Formel (1) finns redovisade i Tabell 4. Resultatet från den transportfunktionen visar att vid korta transporter, 3 km, är referensfordonet billigare. Brytpunkten när 68-tonsbilen är lika dyr som referensfordonen sker vid 4,7 km. Vidare i figur 5 visas hur de olika lastbilarnas kostnader förändras med ökad transportlängd. Desto längre transporter desto större blir skillnaden till 68-tonsflixbilens fördel. Vid genomsnittliga transportavståndet, 127 km, är 68-tonsflixbilen 7,81 % billigare än referensfordonet. 69,68 kr/ton jämfört med 75,59 kr/ton (Figur 5,6).

Tabell 4. Konstanter till Formel 1 med en rörlig del och en fast del

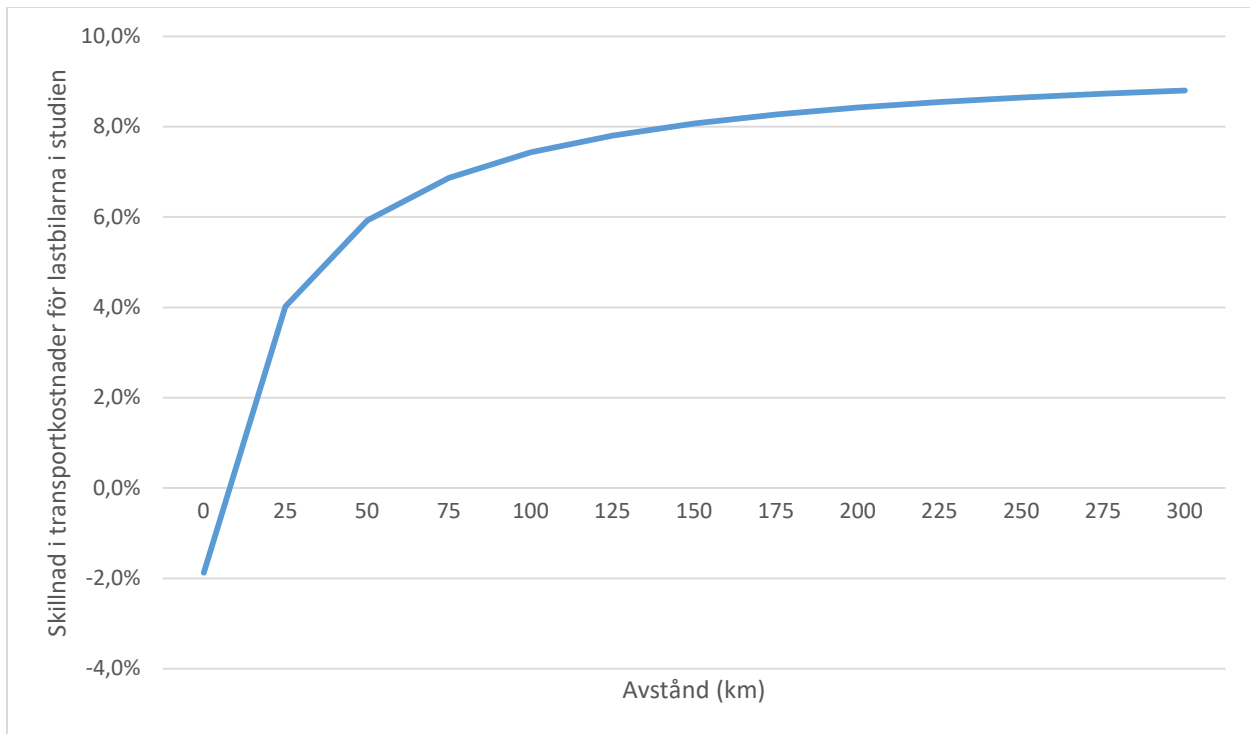
Table 4. Constant used in Formula 1 functions with one fixed part and one flexible part

	68-tonsbil	Referens
Rörlig del (kr/ton km)	0,453	0,501
Fast del (kr/ton)	12,21	11,98



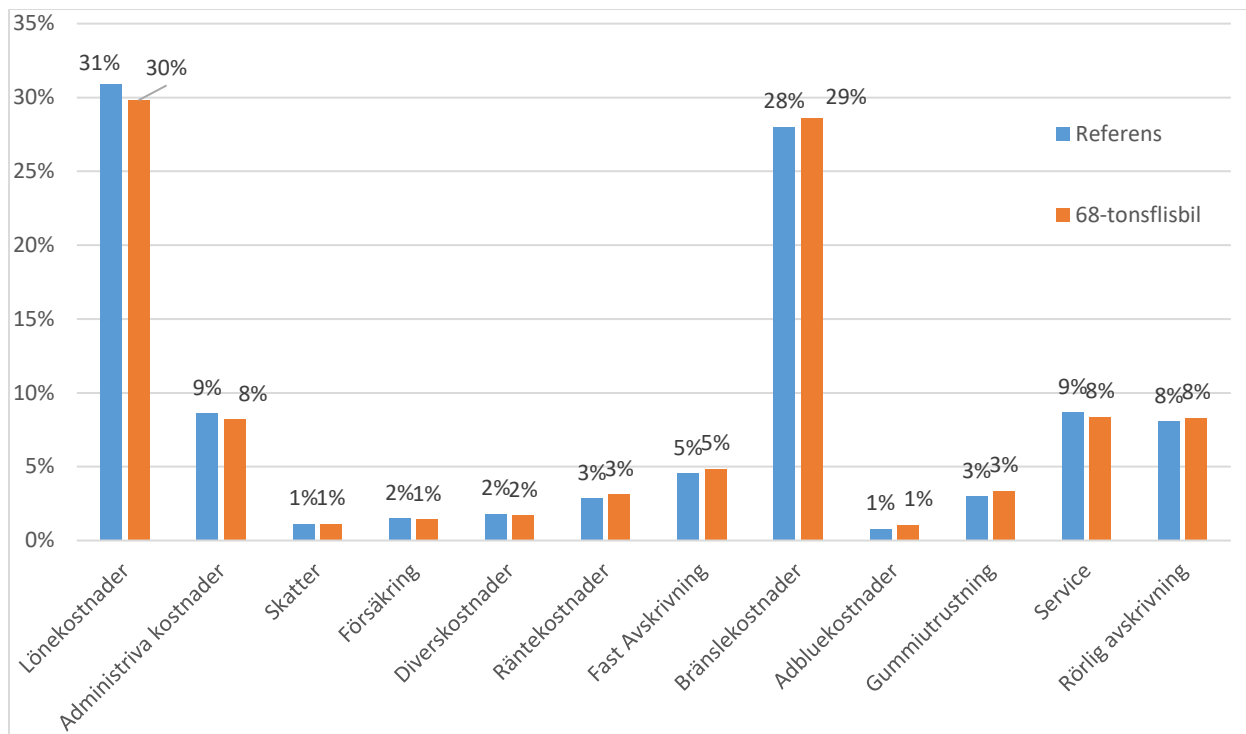
Figur 5 Transportkostnader för en last gällande lastbilarna i studien beroende på avståndet som lasten transporteras. Avståndet är en sammanvägning av både tomkörning och lastad körning som bygger på hela studiens lastfyllnadsgrad.

Figure 5 Transport cost for one cargo for the trucks involved in the study depending on the transport distance. The distance is a combination of both empty and loaded driving built on this wholes studies loadcapacityutilizing.



Figur 6 Den procentuella skillnaden i transportkostnad mellan lastbilarna i studien vid olika avstånd. Negativ % -sats visar att referensfordonet är billigare och vid positiv % -sats är 68-tonnsflisbilen billigare.
Figure 6 The difference (%) between the trucks in the study at different transport distance. Negative values show that the reference truck is cheaper and positive values that the 68-tonne chipping truck is cheaper.

De två största kostnadsposterna vid transporter för denna studie är lönerna till förarna och bränslekostnaderna. Staplarna för referensfordonet och 68-tonnsflisbilen kan inte jämföras med varandra eftersom att staplarna bygger på respektive totala transportkostnad. Därför kan man bara se hur kostnadsposterna inom respektive lastbil förhåller sig till den totala transportkostnaden.



Figur 7 Fördelning mellan kostnadsposter för lastbilarna i studien vid 127km körning. Procentsatsen anger hur stor del av transportkostnaden, kr/ton km, som varje kostnadspost står för.

Figure 7 Distribution between the costs for the trucks in this study at 127 km driving. %-sats show how big part of the transportcost, kr/tonkm, that each costpost stands for.

3.1 Körstudien

Tabell 5. Bränsleförbrukningsdata från Minitab data N=antal observationer, Medel= Medel förbrukning, *Table 5.* Fuel consumptions taken Minitab data N=Numbers of observations, Medel= Mean, Standardavvikelse=Standard deviation, Medelfel= Standard error of mean

	N	Medel	Standardavvikelse	Medelfel
Erfarna	74	0,4972	0,0353	0,0004
Oerfarna	5	0,5723	0,0056	0,0025

P-värdet för testet blev <0,001 vilket visar att vi kan förkasta nollhypotesen. Vilket betyder att bränsleförbrukningen påverkas av vilken förare som kör lastbilen. Enligt Tabell 5 så blir bränsleförbrukningen lägre när chaufförer som är vana att köra 68-tonslastbilen än om oerfarna lastbilar kör. Spridningen mellan bränsleförbrukningarna hos de erfarna chaufförerna var högre vilket kan beror på vilka sortiment som kördes och vart de kördes under dessa dagar. Eftersom de erfarna inkluderar fler observationer blir medelvärdet säkrare men kan varje enskild mätning kan variera mer om det under en vecka körs enbart till Husum och en vecka enbart till Obbola. För de oerfarna som innehåller färre observationer, 5 dagar från samma vecka, blir standardavvikelsen låg troligen för att destinationen av råvaran har varit detsamma hela veckan och råvaran har varit homogen.

3.2 Känslighetsanalyser

Olika fyllnadsgrader

Vid en förändring av lastvikten för 68-tonsflysbilen påverkas den totala kostnaden per tripp, med tripp innefattas lastning, körning från lastningsplatsen till lossningsplatsen och lossningen, (Tabell 6). En sänkning av lastfyllnadsgraden påverkar transportekonomin negativ. Resultatet visar att transportkostnaden ökar när lastfyllnadsgraden sjunker.

Tabell 6. Transportkostnader (kr/ton) för 68-tonsflysbilen vid olika lastfyllnadsgrader (%) vid olika sträckor. Tabellen innehåller lastfyllnadsgrader som en parameter, avstånd som den andra

Table 6. Transport cost (kr/ton) for 68-tonne truck with different load capacity (%) use at different transport distances. The table includes load capacity (%) as one parameter and the other in the transport distance (km).

Avstånd (km)	Lastfyllnadsgrad (%)				
	100	95	94,7*	90	85
0	11,6	12,2	12,2	12,8	13,6
50	33,0	34,7	34,8	36,6	38,8
100	54,4	57,3	57,5	60,4	64,0
150	75,8	79,8	80,1	84,2	89,2
200	97,2	102,3	102,7	108,0	114,4
250	118,6	124,9	125,3	131,8	139,6

* Ursprungsvärde i studien

Samma däckslitage för lastbilsekipagen

Känslighetsanalysen utgick från en däckkostnad på 0,8 kr/km för 68-tonsflysbilen som sedan sänktes till 0,60 kr/km. I tabell 7 redovisades de totala transportkostnaderna vid 127 km men med olika däckkostnader. Vid en minskad däckkostnad minskar även transportkostnaden med till en begränsad omfattning.

Tabell 7. Transportkostnad (SEK/ton) för 68-tonsflysbilen där kostnaden för däckslitage varierar. Parametrarna i tabellen är däckslitagekostnaden/km och avstånd.

Table 7. Transport cost (kr/ton) for 68-tonne truck at differens tyre cost. The parameters in the table is tyre cost and transport distance

Avstånd (km)	Däckslitagekostnad SEK/km				
	0,8*	0,75	0,70	0,65	0,6
0	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
50	34,8	34,8	34,7	34,7	34,6
100	57,5	57,4	57,2	57,1	57,0
150	80,1	79,9	79,8	79,6	79,4
200	102,7	102,5	102,3	102,0	101,8
250	125,3	125,1	124,8	124,5	124,2

* Ursprungsvärde i studien

Avskrivningsvariation

Vid ökad fördelning mot rörlig avskrivning blir transportkostnaden lägre vid kortare sträckor och högre vid riktigt långa sträckor (Tabell 8).

Tabell 8. Transportkostnad (kr/ton) för 68-tonslisbilen när fördelningen mellan fast och rörlig avskrivning varierar. 100 % betyder bara fast avskrivning.

Table 8. Transport cost (kr/ton) for the 68-tonne truck when the fixed depreciation and the flexible depreciation vary. 100 % means only fixed depreciation.

Avstånd	Andel fast avskrivning (%)						
	100	80	60	40	30*	20	0
0	15,0	14,2	13,4	12,6	12,2	11,8	11,0
50	37,4	36,7	36,0	35,2	34,8	34,5	33,7
100	59,9	59,2	58,5	57,8	57,5	57,1	56,4
150	82,4	81,7	81,1	80,4	80,1	79,8	79,1
200	104,9	104,3	103,6	103,0	102,7	102,4	101,8
250	127,4	126,8	126,2	125,6	125,3	125,0	124,5

* Ursprungsvärde i studien

Ränta

En förändring i vald ränta resulterar i en högre respektive lägre tidskostnad eftersom räntekostnaden är en tidsbaserad kostnad. Den förändrade tidskostnaden resulterar även i en förändrad transportkostnad (Tabell 9). Stiger räntan kommer även transportkostnaderna stiga och sjunker ränta sjunker även transportkostnaden. Eftersom räntekostnaderna inte är en betydande del av den totala transportkostnaden (Figur 7) blir skillnaderna av en förändrad ränta inte stora (Tabell 9).

Tabell 9 Transportkostnad (kr/ton) för 68-tonslisbilen vid varierad ränta

Table 9 Transport cost (kr/ton) for the 68-tonne truck at different interests

Avstånd (km)	Ränta (%)						
	1	2	3	4	5*	6	7
0	11,6	11,7	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5
50	33,7	34,0	34,3	34,6	34,8	35,1	35,4
100	55,9	56,3	56,7	57,1	57,5	57,9	58,3
150	78,0	78,5	79,0	79,6	80,1	80,6	81,1
200	100,1	100,8	101,4	102,1	102,7	103,4	104,0
250	122,3	123,0	123,8	124,6	125,3	126,1	126,9

*. Ursprungsvärde i studien

4. Diskussion

För att diskutera de resultat jag kommit fram till kommer jag återkoppla till de frågeställningar jag utgick ifrån vid starten av detta arbete.

Dessa var:

- Hur varierade lastfyllnadsgraden under året?
- Hur skiljer sig transportkostnaden mellan fordonstyperna beroende på lastfyllnadsgraf och transportavstånd?
- Vid vilken lastfyllnadsgrad och medeltransportsträcka ger 68-tonslastbilen samma transportkostnad som 60-tonslastbilen med full lastfyllnadsgrad
- Finns det ett samband mellan förarnas erfarenhet att köra 68-tonslastbilen och bränsleförbrukningen.

Eftersom att andra studier hade påvisat hur viktigt lastfyllnadsgraden är för transportekonomi när det gäller lastbilar så undersöktes detta. Resultatet från den här studien visade på en hög genomsnittliga lastfyllnadsgrad men med variationer beroende på vilket årstid det var (Tabell 3 och Figur 2). De månader som i rapporten har definierats som vår innehöll den högsta medel lastfyllnadsgraden och flest överlast. För höstmånaderna var däremot medel lastfyllnadsgraden lägst under året och hade även störst standardavvikelse av de fyra årstiderna. Att hösten fick större spridning på sina mätningar och hade ett lägre medel tror jag kan bero på fler orsaker. Två av dessa kan vara antalet laster som kördes under dessa månader och fukthalten i råvaran. Eftersom att studien avslutades i mitten av oktober 2016 innehåller årstiden höst färre antal observationer jämfört med de andra årstiderna. Vid en förändrad fukthalt på råvaran kommer även fukthalten på slutprodukten, i detta fall cellulosafilisen, att förändras. Får virke ligga under sommaren och torka kommer vikten på flisen att minska och en hög lastfyllnadsgrad kan bli svårt att nå. Om råvara med olika fukthalt blandas i sågverket kommer flisen väga olika mycket och därför blir även standardavvikelsen störst under hösten. Under studietiden var medellastvikten för 68-tonslastbilen 94,7 % av den tillåtna lastvikten, där överlast var begränsade till den maximalt godkända lastvikten. Att nå 100 % utnyttjade är svårt eftersom det lagras smuts, snö och andra avlagringar på balkarna som sänker den möjliga lastvikten. Men eftersom det är svårt att ange i vilken omfattning som dessa avlagringar förekommer har detta inte inkluderats i studien. Jämför man lastfyllnadsgraden i denna studie ligger det i paritet med tidigare studier som Laitila et al. (2016). De problem som Von Hoffsten och Funck (2015) hade med svårigheter att nå full lastfyllnadsgrad kunde inte ses i denna studie.

Figur 3 och 4 visar antalet laster inom varje viktclass för 68-tonslastbilen och referensfordonet. Från 68-tonslastbilen fanns det fler värden att inkludera därför skiljer y-axlarnas skalor mellan figurerna. Vid en visuell analys kunde man se en tvärare nedgång när den maximala lagliga lasten nåts för 68-tonslastbilen jämfört med referensfordonet på 60-ton. Den skillnaden kan bero på att chaufförerna kanske är mer försiktiga när det ska lasta 68-tonslastbilen eftersom att den kör på dispens. Vid en överlast riskeras ett hårdare straff än om överlasten sker på referensfordonen. En orsak till att de kan ske överlast kan bero på hur väl vågarna fungerar.

Är dessa vågar inkorrekt finns en överhängande risk att överlast kan ske omedvetet men även att man inte utnyttjar den kapacitet som finns hos 68-tonsflysbilen.

Eftersom ett flertal av de tidsbaserade kostnadsposterna i den här studien var identiska mellan de två fordonen (Tabell 2) blir skillnaden i kronor/timme låg. Med den större lastningskapaciteten blir kostnaden lägre för 68-tonsflysbilen räknat i tontimmar men den fasta delen i transportkostnadsfunktionen (Tabell 4) blir högre genom den lastnings och lossningsmomenten tar längre tid istället då. Vid det genomsnittliga transportavståndet för denna studie, 127 km, är 68-tonsflysbilen 7,8 % billigare än referensfordonet. Även om bränsleförbrukningen och slitagekostnaderna (Tabell 2) är högre kompenserar den högre lastvikten för 68-tonsflysbilen för det och den rörliga delen i transportkostnadsfunktionen blir lägre (Tabell 4). Vid de förutsättningar som denna studie hade är brytpunkten när 68-tonsflysbilen blir billigare än referensfordonet vid 4 km (Figur 5). Är avståndet längre blir det mer ekonomisk att använda 68-tonsflysbilen om lastfyllnadsgraden är samma som i denna studie. Minskningen med 7,8 % transportkostnad är högre än vad min hypotes förutsåg och ligger nära siffrorna från Lööf (2016) där en 74-tonslastbil hade utvärderats. De kan vara den höga lastfyllnadsgraden som är den bakomliggande orsaken till den högre transportkostnadsminskningen än vad som var förutspått. Det resultat visade att min hypotes på en 5 % lägre transportkostnad var räknad i underkant.

Lastnings- och lossningstiden är tagen från Hadders (2002) där tidsåtgången vid lastning med hjullastare mätts. Anledningen till att den här informationen användes berodde på att det saknades data om lastning och lossningstiden för lastbilarna i denna studie. Skillnaderna i tidsåtgången berodde på den procentuella skillnaden i lastvikterna mellan lastbilarna. Att utgå att skillnaden i lastnings- och lossningstiden mellan dessa är direkt korrelerat mot respektive lastvikt överskattar skillnaderna eftersom att det finns fler moment än bara lastningen och lossningen som tar tid. Transportekonomin med en förbättring på 7,8 % bör därför vara högre vid en mer korrekt skillnad mellan lastbilarna i studien gällande lastning- och lossningstider.

Om man ser till ett större perspektiv så finns det fler aspekter som skulle väga till 68-tonsflysbilens fördel. En av dem handlar om den totala kapaciteten under ett år. Detta för att 68-tonslastbilens kan transportera av viss volym vid specifika förutsättningar och jämför man det med 60-tonsbilen och utgår från samma förutsättningar så kommer den inte kunna transportera samma mängd volym under ett år. För att kompensera för den mindre volymen så kan man behöva anställa fler chaufförer eller köpa fler lastbilar vilket kostar mer pengar.

Ett av resultaten från denna studie var hur fördelningen av kostnaderna var på de olika kostnadsposterna. Där de två största var löner och bränsleförbrukning. Bränsleförbrukningen var 28 % respektive 29 % beroende på vilken lastbil man undersöktes (Figur 7). Dessa resultat stämmer väl överens med de tidigare studierna om bränsleförbrukningar där Löfroth och Svensson (2012) skrev att bränsleförbrukningen motsvarade 33 % av kostnaden för lastbilstransporter. Vidare från figur (7) ses även att däckslitagekostnaderna inte påverkar den slutgiltiga transportkostnaden eftersom bara 3 % av den totala kostnaden vid 127 km körning är kopplat till däckslitagekostnaderna. Det ses även i känslighetsanalysen där däckslitagekostnaden varierade för 68-tonslastbilens (Tabell 6). Vid en teoretisk transportsträcka på 150 km ger en sänkning från 0,8kr/km till 0,6kr/km enbart 0,7 kr för den totala kostnaden.

Det som däremot påverkar den totala transportkostnaderna är hur väl 68-tonslastbilen utnyttjar den ökade lastvikt och hur stor del av avskrivningen som kopplas till fasta avskrivningen. För att kunna jämföra två lastbilar som kan lasta olika mycket behöver man finna en gemensam enhet där man kan jämföra dessa. För lastbilar handlar det om mängd som transporteras och i denna studie om ton. Eftersom att 60-tonslastbilarna är billigare i inköp och drar mindre bränsle om man bortser hur mycket som transporterats. Därför blir det viktigt för 68-tonflisbilen att utnyttja sin högre kapacitet och görs inte detta inte ökar transportkostnaderna snabbt (Tabell 6).

Valet hur stor del av avskrivningen som bör var fast och rörlig påverkar transportkostnaderna (Tabell 6). Vid ett avstånd på 150 km är skillnaden 2,8 kr/ton om avskrivningen bara är fast eller bara är rörlig. En kombination av både fast och rörlig är mest verklighetstroligt vilket även nämndes under metod och material. Hur stor del av avskrivningen som bör vara fast respektive rörlig beror på vilken körning som utförs och hur mycket de sliter på lastbilen och hur fort den tekniska utvecklingen går framåt.

I grundförutsättningarna användes en räntesats på 5 % vilken kan varit hög. Därför gjordes en känslighetsanalys för att analysera vilken påverkan räntekostnaderna har på transportkostnaderna. I figur 7 kan man se att räntekostnaderna står för 3 % av den totala kostnaden. Därför varierade inte resultaten i mellan de olika räntorna så mycket (Tabell 9).

Körstudien visade på att de erfarna chaufförerna hade en lägre bränsleförbrukning men en större spridning av observationer. Att det blev en skillnad mellan chaufförerna var oväntad då alla chaufförer har kört lastbil tidigare och använder Eco-drivning så mycket som det går. Osäkert om valet av chaufförer skulle kunna påverka detta, om de valda chaufförerna inte var motiverade att genomföra denna studie kan det påverka prestationen hos den chauffören. Detta kan vara en möjlig orsak till den högre bränsleförbrukningen. Eftersom att körstudien bara inkluderade en vecka är det svårt att se hur lång tid de tar innan en ny chaufför har lärt sig att använda den nya lastbilen på ett effektivt sätt.

Svagheter med denna studie är kopplat med osäkerheten i datat. Då tänker jag främst det underlag som fanns för körstudien där längden för körstudien blev kortare än vad man kunde önska. Sen är även avsaknaden av lastnings- och lossningstider en osäkerhetsparameter som påverkar de slutgiltiga resultatet. Men jag anser inte att siffrorna är orimliga då flertal studier har kommit från till liknade resultat gällande både transportkostnaderna och storleken på bränsleförbrukningarna. Därför tror jag resultatet från denna studie går att anse som korrekta och lita på så länge dessa resultat inte ses som generella eftersom detta är en fallstudie med specifika förutsättningar. Bränsleförbrukningen är beroende vart transporterna sker och hur vägen från lastning till lossning är konstruerad. I detta fall innehöll 68-tonslastbilen inga svåra transportförhållanden med kuperade områden eller mycket stadskörning och därför blir bränsleförbrukningen därefter. Nackdelen med detta är att man inte kan utgå från att dessa resultat skulle vara generella utan det påverkas av yttre faktorer som inte är inkluderade i studien.

Resultatet från denna studie visade att det var 7,8 % billigare att använda en 68-tonslastbil istället för traditionell 60-tonsbil med de förutsättningarna som fanns för denna studie.

Men en ökad efterfrågan på 68-tonsflysbilar kommer denna skillnad att öka till fördel för 68-tonsflysbilen eftersom investeringskostnaderna då kommer minska, fler prototyper ger lägre kostnad per enhet. Därtill kommer även tillverkarna och åkerierna få mer kännedom om lastbilarna och därför kunna modifiera mer effektiva motorer, drivlinor och växellådor som är anpassade bättre för 68-tonsflysbilar. Sker därför en ökad efterfrågan på 68-tonsflysbilar kommer dessa att bli mer effektivare också.

Studier inom ämnet som undersöker lastnings- och lossningsmomentet borde undersökas och därifrån göra en ekonomisk analys hur mycket pengar som sparas med högre lastvikter med färre köer och väntetider vid industrierna eftersom det då krävs ett färre antal lastbilar för att transportera samma mängd råvara till industrierna.

Slutsats

Utifrån denna studie kan flera slutsatser dras.

Lastfyllnadsgraden är a och o för att det ska vara av ekonomiskt intresse att använda en 68-tonsflysbil istället för en traditionell 60-tonsflysbil. Med den högre investeringskostnaden och högre drivskostnader/km så krävs det att lastbilen utnyttjas till sin fulla kapacitet annars är det inte värt att investera i 68-tonsflysbilar. För att kunna utnyttja lastkapaciteten till fullo krävs vågar på lastbilarna som kan med precision ange lastvikten på ekipaget.

En annan slutsats är att bränsleförbrukningen är en av de stora kostnadsposterna som går att förändra med ett förändrat körbeteende. Körstudien i denna studie visade att erfarenheten med tyngre lastbilar ger en lägre bränsleförbrukning. För att kunna nå en lägre förbrukning behövs därför utbildad personal som är van att köra dessa lastbilar och även incitament för att motivera dessa att planera sin körning för att minimera sina bränslekostnader.

Referenser

Trycka källor

- Enström, J. & Hofsten, H. v., 2015. ETT-Flis 74-ton: En projektrapport över drift tagandet och ett års uppföljning av tre 74-tons flisfordon, Uppsala: Skogforsk.
- Gille, S.-E., 2016. Gilleskalkylblad. Umeå, Sven-Erik Gille.
- Gille, S.-E., u.d. Gille Kalkyl. Excelkalkylblad, u.o.: u.n.
- Granlund, J. & Lang, J., 2016. Förkortad väglivslängd - orsaker och kostnader, Borlänge: WSP.
- Haddar, G., 2002. Skörd, lastning och transport av träflis (Salix) från jordbruksmark, Uppsala: Inst. för jordbruk och miljöteknik.
- Hamner, J., 2014. En jämförande kostnadsstudie mellan ETT-fordon och konventionella gruppilar i Norrlands inland, Umeå: Inst. för Skogens biomaterial och teknologi.
- Hassall, K., 2014. Quantifying the benefits of high productivity vehicles, Sydney: Austroads.
- Hjort, M. & Sandin, J., 2012. Trafiksäkerhetseffekter vid införande av längre och tyngre fordon, Linköping: VTI.
- Johansson, F., 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014, Uppsala: Skogforsk.
- Jonsson, P. & Mattson, S.-A., 2005. Logistik. 3:e red. Lund: Studentlitteratur.
- Laitila, J., Asikainen, A. & Ranta, T., 2016. Cost analysis of transporting forest chips and forest industry by products with large truck-trailers in Finland. *Elsavie*, 90(1), pp. 252-261.
- Lumsden, K., 2012. Logistikens grunder. 3:e red. Lund: Studentlitteratur.
- Löfroth, C. & Svenson, G., 2010. ETT - Modulsystem för skogstransporter En trave till (ETT) och Större travar (ST) Delrapport för de första två åren Nr723, Uppsala: Skogforsk.
- Löfroth, C. & Svenson, G., 2012. ETT - Modulsystem för skogstransporter En trave till (ETT) och Större travar (ST) Nr 758, Uppsala: Skogforsk.
- Löf, M., 2016. En systemanalys av tyngre lastbilars påverkan på tågtransporter, Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mellin, A. & Stähle, J., 2010. Omvärlds- och framtidsanalys- längre och tyngre väg- och järnvägsfordon, Linköping: VTI.
- NTC Australia, 2008. Performance based standards, Discussion paper, Melbourne: National Transport Commission.
- OECD, 2011. Moving Freight with Better Trucks: Improving Safety, Productivity and Sustainability, Paris: OECD.

Palander, T., 2016. The environmental emission efficiency of larger and heavier vehicles - A case study of road transportation in Finnish forest industry. *Cleaner Production*, 1(1), pp. 1-6.

Samuels, M. L. & Jeffrey A., W., 2003. *Statistics for the Life Sciences*. 3:e red. New Jersey: Pearson Education, Inc.

Trafikanalys, 2015. Skogens transporter- en trafikslagsövergripande kartläggning, Stockholm: Brita Saxton.

Vierth, I. o.a., 2008. Långa och tunga lastbilars effekter på transportsystemet: Redovisning av regeringsuppdrag, Linköping: VTI.

Vierth, I., Mellin, A. & Karlsson, R., 2013. Externa kostnader och avgifter för fem svenska, gränsöverskridande godstransporter, Stockholm: Vti.

Von Hofsten, H. & Funck, J., 2015. Utveckling av HCT-Fordon i Sverige, Uppsala: Skogforsk.

Woodrooffe, J. o.a., 2010. Review of Canadian Experience with the Regulation of Large Commercial Motor Vehicles, Washington, D.C.: National cooperative highway research program.

Internetkällor

Bioenergiportalen, 2014. Omräkningstal Skogsbränsle. [Online]

Available at: <http://www.bioenergiportalen.se/?p=6851>

[Använd 15 Mars 2017].

International Transport Forum, 2015. Permissible Maximum Weights of Lorries in Europe.

[Online] Available at: http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/weights_0.pdf

[Använd 23 Januari 2017].

MetsäBoard, 2016. Husum board and pulp mill. [Online] Available at:

<http://www.metsaboard.com/About-Us/Husum-board-and-pulp-mill/Pages/default.aspx>

[Använd 21 September 2016].

Metsäteho, 2015. Metsäteho (Impact of HCT articulated vehicles in boosting efficiency of timber transport. [Online]

[Använd 26 september 2016].

Naturvårdsverket, 2016. Fakta om Klimat. [Online] Available at:

<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/>

[Använd 25 september 2016].

Naturvårdsverket, 2016. Utsläpp av växthusgaser. [Online] Available at:

<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/utslappen-av-vaxthusgaser/>

[Använd 25 september 2016].

Naturvårdsverket, 2016. Vägtrafikens miljöpåverkan. [Online] Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallat/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Transporter-och-trafik/Vagtrafik/Vagtrafikens-miljopaverkan/> [Använd 13 februari 2017].

Norra, u.d. Årsberättelse 2015 Norra. [Online] Available at: <http://viewer.zmags.com/publication/7ce813e6#/7ce813e6/1> [Använd 20 September 2016].

Regeringskansliet, 2016. Regeringskansliet: 74 tons lastbilar för klimat smartare transporter och fler jobb. [Online] Available at: <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/10/74-tons-lastbilar-for-klimatsmartare-transporter-och-fler-jobb/> [Använd 12 februari 2017].

SIKA, 2002, 34–41. *Kostnader i godstrafik*, Stockholm: SIKA [Online] Available at: http://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-rapport/sr_2002_15.pdf

SCA, 2016. SCA Obbola. [Online] Available at: <http://www.sca.com/obbola> [Använd 21 09 2016].

Skogforsk, 2016. HCT demonstrationer. [Online] Available at: <http://www.skogforsk.se/EnergiEffektivaTransporter/Aktiva-fordon/ABC123/> [Använd 12 februari 2017].

Skogforsk, 2016. HCT Demonstrationer: Energieffektiva Transporter. [Online] Available at: <http://www.skogforsk.se/EnergiEffektivaTransporter/> [Använd 12 februari 2017].

Skogsstyrelsen, 2014. Skogsstatiska årsboken 2014 -08 Virkestransporter. [Online] Available at: [http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk%20%C3%A5rsbok/01.%20Hela%202014%20-%20Entire%202014/Skogsstatistiska%20%C3%A5rsboken%202014%20\(hela\).pdf](http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk%20%C3%A5rsbok/01.%20Hela%202014%20-%20Entire%202014/Skogsstatistiska%20%C3%A5rsboken%202014%20(hela).pdf) [Använd 25 september 2016].

Svenska Petroleum & Biodrivmedel institutionen, 2016. Energiinnehåll, densitet och koldioxidemission. [Online] Available at: <http://spbi.se/blog/faktadatabas/artiklar/berakningsmodeller/> [Använd 22 februari 2017].

TrafikAnalys, 2016. Lastbilstrafik 2015 Swedish national and international road goods transport 2015. [Online] Available at: <http://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/lastbilstrafik/lastbilstrafik-2015.pdf?> [Använd 22 januari 2017].

Trafikförordningen. 1998:1276
<http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19981276.htm>
[Använd 16 Juli 2017]

Trafikverket, 2016. 800 mil kan öppnas för 74-ton. [Online] Available at: <http://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/Nationellt/2016-12/800-mil-kan-oppnas-for-74-ton/> [Använd 12 februari 2017].

U.S Department of Transportation, 2017. Federal Size Regulations for Commercial Motor Vehicles. [Online] Available at: https://ops.fhwa.dot.gov/freight/publications/size_regs_final_rpt/ [Använd 11 februari 2017].

Wisp Last & Buss, 2016. Wisp Last & Buss. [Online] Available at: <http://www.dealer.volvotrucks.se/wist-last-buss/our-depots.html> [Använd 25 februari 2017].

Personliga källor

Jonsson, P., 2016. Marknadschef cellulosafiber/biobränsle [Intervju] (22 september 2016).

Aspholmer, L., 2016 [Intervju] (01 februari 2017)