



CHALMERS

Kostnadsförändring vid införande av DUO-trailer:

En systemanalys sträckan Falkenberg –
Malmö för en svensk dagligvarukedja

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik

Sissela Nyberg & Erik Ström

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Service Management and Logistics
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige
Rapport nummer E2018:051

Rapport nr. E2018:051

Kostnadsförändring vid införande av DUO-trailer:

En systemanalys sträckan Falkenberg-Malmö för en svensk dagligvarukedja

Sissela Nyberg
Erik Ström

Handledare och examinator:
Per-Olof Arnäs

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Service Management and Logistics
Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige 2018

Kostnadsförändring vid införande av DUO-trailer:
En systemanalys sträckan Falkenberg-Malmö för en svensk dagligvarukedja
Sissela Nyberg & Erik Ström

© Sissela Nyberg, Erik Ström, Sverige, 2018

Examensarbete E2018:051
Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Service Management and Logistics

Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Chalmers Reproservice
Göteborg, Sverige 2018

FÖRORD

Examensarbetet utgör 15 hp och har utförts på Chalmers Tekniska Högskola som en del av högskoleingenjörsutbildningen Ekonomi och Produktionsteknik. Arbetet utfördes våren 2018 på en svensk dagligvarukedja.

Vi vill tacka vår handledare Kjell Håkansson för att vi fick möjlighet att utföra det här arbetet samt för det stöd och den vägledning han gett oss under arbetets gång. Vi vill även rikta ett stort tack till övrig personal som tog sig tid för oss vid vårt besök i Bro. Utöver det vill vi rikta ett stort tack till Nicklas Blidberg som gjorde att vi fick kontakt med Kjell och som dessutom varit en stöttepelare under våren. Ytterligare ett stort tack till Viktor Åkesson för den värdefulla input han kommit med samt vägledning då det kommer till vilka personer som besitter vilken kunskap inom HCT och vem vi ska vända oss till med specifika frågor. Dessutom vill vi rikta ett stort tack till styrgruppen för Duo2 och ett extra tack till Lena Larsson, Helén Jarlsson och Lennart Cider, som varit till stor hjälp med alla frågor som berörde DUO-ekipage. Vi vill även rikta ett extra stort tack till Anders Clarén som möjliggjorde beräkningarna för nuläget samt delade med sig av sin kompetens om åkerier och dess kostnader.

Vi vill till sist rikta ett extra stort tack till Per-Olof Arnäs, vår handledare och examination på Chalmers, för våra inspirerande möten och stöttning genom hela arbetet.

Tack!

Göteborg, juni 2018

Sissela Nyberg & Erik Ström

Change in cost when implementing DUO Trailer:
A system's analysis of a Swedish FMCG flow
SISSELA NYBERG & ERIK STRÖM
Department of Technology and Management and Economics
Service Management and Logistics
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

There is tough competition among companies that carry out long-range transport in Sweden. Swedish road carriers have recently lost significant market shares to foreign competitors. HCT is short for High Capacity Transport, which means that goods are consolidated to a greater degree and thus perform with a lower number of runs. This is achieved through the use of larger vehicles with higher weight capacity than currently permitted. The utilization of HCT on the road is estimated to have the potential to reduce both transport costs and greenhouse gas emissions.

This paper explores through a system analysis, using a model, how costs vary when a Swedish grocery chain changes from current single trailer transport to one with DUO trailer, on the route Malmö-Falkenberg. This route is interesting because it is used for a high volume of high freight transport. A transport system for remote transport largely has the same cost variables, but the actual costs are unique in each case. For this reason, the costs of this system were identified through personal communication with the road carriers, the company and members of the steering committee for a pilot project named Duo2. Duo2 is interesting because the same vehicle type, which is in focus in this paper, is used for the majority of the transport distance. With Duo2, there are current regulations that allow that type of HCT vehicle to be operated on certain roads between Malmö and Gothenburg.

The present costs were compiled and three hypothetical scenarios for HCT expenses were raised. The first represents the most likely outcome, the second how the outcome may be under ideal conditions, and the final scenario represents when the costs are at their highest assumed value. The result shows a reduction in costs of 18.3 % in Scenario 1, 26.9 % in Scenario 2 and 3.6 % in Scenario 3. The main reason for reducing costs in all three cases is that the number of drivers is almost halved. As the drivers account for a large part of the cost in the system, a reduction in the number of drivers means that large savings can be made. In addition, Scenarios 1 and 2 indicate that fuel costs will be significantly reduced.

With the results as a basis, it is considered appropriate to investigate the possibilities for implementing DUO equipage on the studied transport distance. The findings that all three DUO cases show a cost reduction can be considered a reliable indication that that will also be the actual outcome. On the other hand, introducing DUO equipages will entail a number of

organizational changes both for the road carriers and for the company as well as a decrease in flexibility. The recommendations are therefore to start a dialogue between the company and the road carriers to determine how such an introduction should be addressed. Work should also be started in the near future to obtain a regulation that allows DUO equipage to be performed on the roads that are part of the transport journey in this paper.

Keywords: HCT, High Capacity Transport, intermodal transport, logistics, transport by road, truck, haulage, road carriers, FMCG.

SAMMANFATTNING

Det råder hård konkurrens bland företagen som bedriver fjärrtransport via väg i Sverige. De svenska åkeriföretagen har under senare tid förlorat stora marknadsandelar till utländska konkurrenter. HCT står för High Capacity Transport och innebär att gods till en högre grad samlastas och därmed framförs med ett lägre antal körningar. Detta möjliggörs genom ett nyttjande av större fordon med högre viktkapacitet än de i dagsläget tillåtna. Nyttjandet av HCT på väg bedöms att ha en stor potential att reducera både transportkostnader och utsläpp av växthusgaser.

Det här arbetet undersöker genom en systemanalys, med hjälp en framtagen modell, hur kostnaderna kan förändras då en svensk dagligvarukedja ändrar från nuvarande transportupplägg med singel-trailer till ett med DUO-trailer, på sträckan Malmö-Falkenberg. Sträckan är intressant med anledning att där dagligen framförs många vägtransporter med hög godsvikt. Ett transportsystem för fjärrtransporter har till stor del samma kostnadsvariabler men de faktiska kostnaderna är unika i varje fall. Av den anledningen identifierades kostnaderna för det här systemet genom personlig kommunikation med åkeriet, företaget samt personer i styrgruppen för ett pilotprojekt med namnet Duo2. Duo2 är intressant av anledningen att samma fordonstyp, som är intressant i det här arbetet, framförs på till stor del samma transportsträcka. I och med Duo2 finns därmed aktuella föreskrifter som tillåter den typen av HCT-fordon att framföras på bestämda vägar mellan Malmö och Göteborg.

Kostnaderna för nuläget sammanställdes och tre hypotetiska scenarier för kostnader med HCT ställdes upp. Det första representerar det mest troliga utfallet, det andra hur utfallet kan tänkas bli under ideala förhållande och det sista då kostnaderna är i sitt högsta antagna värde. Resultatet visar på en reduktion av kostnaderna på 18,3 % i scenario 1, 26,9 % i scenario 2 och 3,6 % i scenario 3. Den största anledningen till att kostnaderna reduceras i all tre fall är att antalet förare nästan halveras. Då förarna står för en stor del av kostnaden i systemet innebär en reduktion av antal förare att stora besparingar kan göras. Dessutom tyder scenario 1 och 2 på att bränslekostnaderna kommer reduceras avsevärt.

Med de resultaten som underlag anses det lämpligt att undersöka möjligheterna för att implementera DUO-ekipage på den studerade transportsträckan. Att alla tre DUO-fall visar på en kostnadsreduktion kan anses vara en pålitlig indikation på att så även kommer vara det faktiska utfallet. Däremot kommer ett införande av DUO-ekipage innebära en del organisatoriska förändringar både för åkeriet och för företaget samt att flexibiliteten minskar. Rekommendationerna är att öppna upp en dialog mellan företaget och åkeriet för att bestämma hur ett sådant här införande skall gå till. Ett arbete bör även startas inom en snar framtid för att få igenom en föreskrift som tillåter DUO-ekipage att framföras på de vägar som ingår i transportsträckan.

Nyckelord: HCT, High Capacity Transport, intermodal transport, logistik, vägtransport, lastbilstransport, åkeri, logistikflöde.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Precision av frågeställning	2
1.4 Avgränsningar	2
2. METOD	5
3. TEORETISK REFERENSRAM	7
3.1 Transport	7
3.1.1 Transport på väg	7
3.1.2 Åkeri	7
3.1.3 Nuvarande begränsningar för transport på väg	8
3.1.4 Dagens tillåtna fordonskombinationer	9
3.1.5 Intermodal transport	10
3.2 HCT - High Capacity Transport	10
3.2.1 HCT & Trafiksäkerhet	11
3.2.2 HCT & Infrastruktur	12
3.2.3 HCT & Miljöpåverkan	14
3.2.4 HCT & Framkomlighet	14
3.2.5 HCT:s effekter på transportmarknaden	14
3.2.6 Att införa HCT	15
3.2.7 Sammanfattning av HCT	15
4. ANALYSMODELL	17
5. FÖRETAGETS TRANSPORTSYSTEM I NULÄGET	21
5.1 Beskrivning av nuläget	21
5.1.1 Beställningssystem	21
5.1.2 Intermodalt transportupplägg	21
5.2 Befintligt transportupplägg	23
5.2.1 Transportsträckan	23
5.2.2 Flödesdata	24
5.2.3 Kostnadsvariabler för nuvarande transportupplägg	26
6. ALTERNATIVA SCENARIER	29
6.1 Beräknade förändringar för kostnaderna	29

6.2	Möjlighet att framföra ett DUO-ekipage.....	34
7.	ANALYS & DISKUSSION.....	37
7.1	Analys av modell	37
7.2	Analys av nuläge	37
7.3	Jämförelse mellan DUO- och singel-ekipage.....	38
7.4	Nuvarande begränsningar för företaget att införa HCT	41
9.	VIDARE ARBETE	45
	REFERENSER	46
	BILAGOR	50
	Bilaga 1. Tabeller över antal trailrar	50
	Bilaga 2. Karta över färdväg.....	54
	Bilaga 3. Excelberäkningar.....	56

BEGREPPSLISTA

HCT – High Capacity Transport

DUO-trailer – Fordon bestående av dragbil, containertrailer med dragkrok, dolly samt containertrailer.

Singel-trailer – Fordon bestående av dragbil och containertrailer.

Duo2 – Pågående pilotprojekt där DUO-trailrar framförs mellan Malmö och Göteborg.

VTI – Statens väg- och transportforskningsinstitut

FOI program – Totalförsvarets forskningsinstitut.

SÅCalc – Sveriges Åkeriföretags webbkalkyl.

NTM Calc Freight Advanced – Network for Transport Measures verktyg för bedömning av ett fordons bränsleförbrukning och miljöpåverkan.

SAMLAD BEGREPPSLISTA FÖR VARIABLER I MODELL

KST – Systemkostnad per år för Singel-trailer
KDT – Systemkostnad per år för DUO-trailer
LF - Förarlön
BK – Bränslekostnad
SK – Kostnad för slitage
FA – Avskrivningar för fordon
FK – Skatt och försäkring
LD – Antal leveranser beräknat på en dag
TLF – Timlön förare
ATL – Beräknad tid för leverans
AD – Antal dagar i perioden
BP – Pris för bränsle
BF. - Bränsleförbrukning
.ab – Sträcka a till b
.ba – Sträcka b till a
TS - Transportsträcka
DS - Däckslitage
RK - Reparationskostnad
IKL – Kostnad för inköp av lastbil
IKT – Kostnad för inköp av trailer
AAP – Antal använda dagar under perioden
APL – Period för avskrivning
SV – Skatt och vägavgift
FF - Fordonsförsäkring
TF – Försäkring av trailer
AAS – Avskrivning för ombyggnation av anläggning
OK – Kostnad för ombyggnation

1. INLEDNING

Det inledande kapitlet beskriver bakgrunden till varför företaget önskat få ämnet undersökt samt syfte, frågeställning och avgränsningar i rapporten. Stycket beskriver även rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

Transporten av gods är en förutsättning för att det moderna samhället skall fungera. Råvaror transporteras till produktionsställen där de förädlas för att sedan fortsätta hem till konsumenterna. I Sverige står logistikkostnaderna, det vill säga kostnaderna som uppkommer vid lagring, hantering och transport, för 8-10% av Sveriges bruttonationalprodukt (BNP) (Kyster-Hansen & Sjögren, 2013). Transportkostnaderna står själva för knappt hälften av den andelen. Järnväg-, sjö- och flygtransporter dominerar bland de långväga transporterna medan vägtransporter står för majoriteten av de medellånga samt korta transporterna.

Det råder hård konkurrens bland företagen som bedriver fjärrtransport via väg i Sverige. De svenska åkeriföretagen har under senare tid förlorat stora marknadsandelar till utländska konkurrenter som nyttjar sina konkurrensfördelar i form av lägre lönekostnader (Transportstyrelsen, 2015). HCT står för High Capacity Transport och innebär att gods till en högre grad samlastas och därmed framförs med ett lägre antal körningar (Kyster-Hansen & Sjögren, 2013). Detta möjliggörs genom ett nyttjande av större fordon med högre viktkapacitet än de i dagsläget tillåtna. Nyttjandet av HCT på väg bedöms att ha en stor potential att medföra reduktioner av både transportkostnader och utsläpp av växthusgaser.

År 2009 inleddes ett samarbete mellan Green Cargo AB och en stor svensk dagligvarukedja, hädanefter betecknad som "Företaget". Samarbetets syfte var att starta en multimodal tågpendel mellan Malmö och Bro för att minska utsläppen och samtidigt få en mer kostnadseffektiv transportlösning (Fält, 2014). Lösningen går ut på att lyftbara, isolerade lastbilstrailrar, vissa med temperaturaggregat, lastas på tågagnar. 36 trailrar på 18 järnvägsvagnar transporteras i vardera riktning cirka 260 dagar om året. Införandet av järnvägen har resulterat i en minskning med omkring 18 000 lastbilskörningar och 6 700 ton CO2 utsläpp per år, vilket visar på en minskning på de samhällsekonomiska kostnaderna med 22 miljoner kronor per år (Coop, 2018).

För att vara ett konkurrenskraftigt alternativ för transport räcker det inte att en multimodal transportkedja är miljömässigt hållbar, det måste även vara ekonomiskt hållbart (Fält, 2014). Enligt Håkansson (2018) står lastbilstransport av varor till och från tågen i dagsläget för en tredjedel av sträckans totala transportkostnad. Effektivisering av lastbilstransporter medför därför stor potential att reducera transportkedjans totala kostnad.

Carlsberg Sverige AB är en stor leverantör till företaget. Varje dag går ett flertal leveranser med hög godsvikt från Carlsberg i Falkenberg till kombiterminalen i Malmö. Företaget ser införandet av HCT för leveranserna på denna sträcka som en potentiell metod för att minska kostnaderna för deras intermodala transportsystem.

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utveckla en metod för att utvärdera ekonomisk hållbarhet för HCT, som går att tillämpa även vid komplexa transportrutter. Denna metod är tänkt att kunna fungera som beslutsunderlag vid eventuell implementering av HCT.

1.3 Precision av frågeställning

Utifrån den presenterade bakgrunden och syftet har följande frågeställningar formulerats:

- Är det med hjälp av metodik från teori och tidigare studier möjligt att utforma en modell som kan användas för att bedöma vilka de ekonomiska följderna en introduktion av HCT skulle bli på ett specifikt fall?
- Vilka är kostnaderna för nuvarande transportupplägg för leveranser mellan Malmö och Falkenberg?
- För vilka faktorer kommer kostnaden att skilja sig från dagens transportupplägg till ett leveranssystem med DUO-trailer?
- Utifrån den modell som tas fram i rapporten, vad blir de beräknade ekonomiska skillnaderna för ett logistikupplägg med DUO-trailer gentemot dagens upplägg på sträckan Malmö-Falkenberg?

1.4 Avgränsningar

Rapporten utgör en systemkostnadsanalys, vilket innebär att modellen inkluderar alla kostnader som identifieras inom den valda sträckan. Metoden gör inte skillnad på om kostnaderna ligger på företaget eller berörda åkerier. Detta innebär att den beräknade kostnadsförändringen inte enbart infaller på företaget utan är en kostnadsförändring för hela systemet.

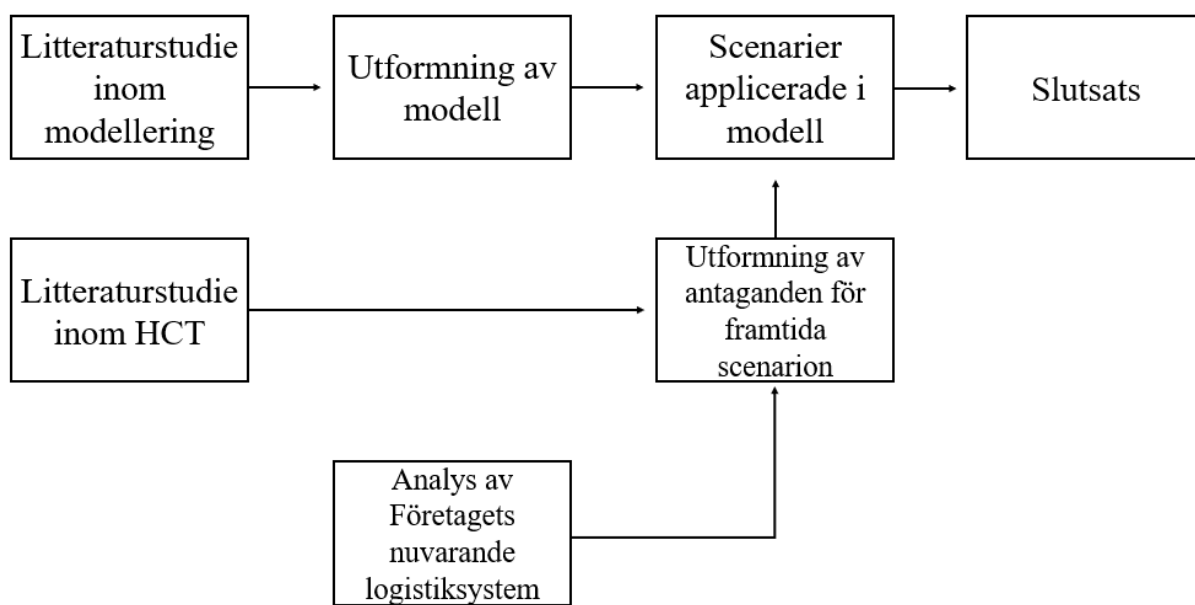
En övergång till Duo2 ekipage har stor potential att medföra en reduktion av transporternas CO₂ utsläpp. Denna rapport kommer dock främst fokusera på de ekonomiska aspekterna som en övergång till HCT skulle innebära. De regler och förordningar som i vissa fall begränsar framförandet av HCT-fordon kommer att nämnas men inte ha ett stort fokus i rapporten. Genom att analysera tidigare pilotprojekt kommer en uppskattning göras över hur väl anpassat infrastrukturen på den berörda sträckan är för att framföra HCT fordon på, men beräkningar kommer inte göras över vad eventuella förändringar kommer kosta.

Nordanå Transport AB är det åkeri som kör majoriteten av transporterna mellan kombiterminalen i Malmö och Carlsberg Sverige AB i Falkenberg. Även om enstaka transporter sköts utav Mertz Transport AB kommer beräkningar endast göras på den information som mottagits om de fordon som framförs av Nordanå Transport AB. Dessutom kör Nordanå Transport AB denna sträckan med lastbilar av flera olika fabrikat, såsom Volvo, Scania och MAN men nyligen gjordes inköp av nya lastbilar från Volvo av modell "FH 6x2 460 hk lång hög hytt Globetrotter". Beräkningarna kommer utgå från att alla körningar på sträckan görs med denna modell.

Förarnas lön baseras på kollektivavtal och antal timmar en leverans beräknas ta baseras på information som mottagits av personer som sköter planeringen av logistiken på företaget. Då leveranserna kan ske vilken tid på dygnet som helst samt varje dag i veckan görs en avgränsning att OB-tillägg inte kommer inkluderas i förarkostnader utan beräkningar görs endast på antal timmar som leveranser sker. Då majoriteten av transporter levererar varor till butiker längs transportsträckan görs inga beräkningar i rapporten på tomtransport.

2. METOD

För att skapa förståelse för transport i allmänhet och HCT i synnerhet görs en litteraturstudie där relevant fakta sammanställs. De argument som framförs mot HCT av organisationer i Europa belyses och teori som stärker eller motsäger argumenten presenteras. En sammanställning av pilotprojekt som utförs inom området HCT upprättas för att skapa en bild över hur långt införandet av HCT kommit på svenska vägar.



Figur 2.1 visar tillvägagångssättet som använts för att komma fram till rapportens slutsats

Grunden för den matematiska beräkningsmodellens utformning baseras på en studie av liknande arbeten som gjorts inom HCT samt beräkningsmodeller ämnade för andra områden som bedöms vara applicerbara i ett detta sammanhang. Upprättandet av modellen påbörjas med att tydliggöra det problem som önskar lösas. I nuläget saknas en metodik för att analysera de ekonomiska effekterna av att introducera HCT. Modellen upprättas och utvärderas iterativt genom att resultatet från fallstudien, som beskrivs nedan, appliceras i den. Resultatet undersöks varefter modellen justeras. Validiteten av den valda utformningen av modellen diskuterats sedan med handledare, examinator och andra intressenter.

Ett företag som bedriver yrkesmässig lastbilstransport kallas åkeri (Nationalencyklopedin, 2018b). Då det är åkeriet som äger den lastbil som utför transporten är det viktigt att ta deras kostnader i beaktning. Att identifiera kostnader för logistiksystemet ligger därför till stor del i att identifiera vilka kostnader ett åkeri har. En fallstudie genomförs där de kostnadsdrivande variablerna fastställs för sträckan Malmö-Falkenberg. Detta görs genom en kvantitativ undersökning där data samlas in från företagets logistikavdelning samt från berörda åkerier. Företagets orderdata står till grund för bedömandet av kvantiteten av gods som transporteras på sträckan. Ett års orderdata sammanställts. Den undersökta perioden löper mellan den 1a april 2017 till 31a mars 2018. Vid fastställandet av de olika kostnadsvariablernas värde vid ett framtida HCT-upplägg studerades data från Duo2 projektet, ett pilotprojekt där DUO-

trailrar testats i praktiken. De två digitala verktygen SÅCalc och NTM Calc Freight Advanced används för att fastställa kostnad för slitage respektive bränsleförbrukning.

De fastslagna variablerna appliceras sedan i modellen för att generera en approximation av hur kostnadsförändringar kan komma att se ut vid introduktion av DUO-ekipage. Då HCT inte ännu har introducerats på bred front råder det en viss osäkerhet kring vilka exakta värden vissa av variablerna kommer att anta vid dess introduktion. Därför genomförs en känslighetsanalys för att upprätta ett spann vari kostnaderna beräknas hamna om HCT introduceras. Känslighetsanalysen bygger på att tre scenarion upprättas, ett där variablerna antar det värde som bedöms vara troligast och två där variablerna antar det lägsta respektive högsta värdet som bedöms vara realistiskt.

Valet av fallstudie som metod görs av anledningen att den är väl lämpad för att ge kunskaper på djupet inom ett område (Höst et al, 2006). Det finns dessutom en inbyggd flexibilitet i en fallstudie. Metodiken för informationssamling i arbetet har byggts på en uppnyttande metodik där varje möte eller samtal haft potential att leda vidare till en ny kontakt. Detta skiljer sig från metodiken som används i en kartläggande studie, där det redan i förväg är bestämt vilka och hur många aktörer som skall intervjuas. Valet av metodik bygger på det faktum att en stor andel av arbetet gått ut på att hitta aktörer som besitter kunskap för att besvara frågor angående vilket värde variabler kommer att anta.

En fallstudie genererar inte bevis för att resultatet kommer att bli detsamma om studien upprepas i ett annat fall. Det är inte heller undersökningens syfte. Målet är att konstatera om en introduktion av HCT på denna specifika körsträcka skulle visa sig vara lönsam, inte huruvida en övergång till HCT alltid kommer att innebära lägre kostnader. Det bör dock påvisas att om förutsättningarna för två fall är lika är sannolikheten stor att även resultaten kommer att vara lika, även om fallstudie använts som metod.

Anledningen för att arbetet genomförts med en kvantitativt insamlade fallstudie istället för till exempel en intervjubaserad studie är för att området HCT fortfarande är relativt outforskat. Det finns i dagsläget begränsat med data från användandet av HCT i ett transportupplägg som motsvarar det som undersökts. Det finns därför ett behov att konstruera en jämförande studie från grunden. En serie intervjuer med berörda förare och logistikplanerare på företaget för att undersöka vilken syn de har på införandet av HCT genomfördes aldrig. Det hade kunnat vara intressant eller rentav önskvärt att inkludera deras perspektiv men det exkluderades av två anledningar. Dels för att det inte fanns tillräckligt med tid för att genomföra undersökningen samt att det inte var logistiskt möjligt att genomföra intervjuerna på plats då arbetet utfördes på en annan ort.

3. TEORETISK REFERENS RAM

Kapitlet ger inledningsvis en förståelse för begreppet transport samt en beskrivning av de fordon som är tillåtna att framföra på svenska vägar i dagsläget. Vidare presenteras HCT samt vad tidigare forskning och pilotprojekt kommit fram till gällande område som är i fokus vid införande av HCT.

3.1 Transport

3.1.1 Transport på väg

Det vanligaste sättet att framföra godstransport på är via lastbilstransport på väg (Jonsson & Mattsson, 2016). Till skillnad från övriga trafikslag som nästan enbart levererar mellan terminaler, är lastbilstransport i princip det enda trafikslag som levererar direkt från leverantör till kundens anläggning. Vägtransport är således mer flexibelt än vad transportlösningar av andra trafikslag är. Så länge det finns en körbar väg finns det nästan alltid möjlighet att skraddarsy en leverans. En nackdel för vägtransport är miljöpåverkan i form av utsläpp, köbildningar och buller.

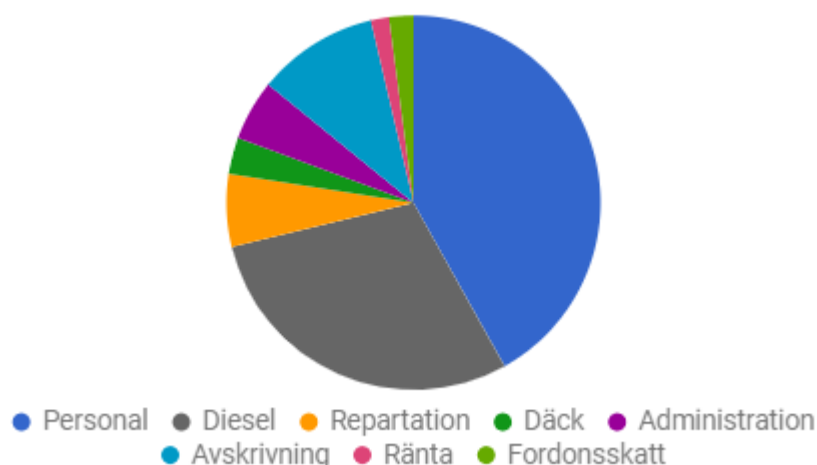
3.1.2 Åkeri

Ett företag som bedriver yrkesmässig lastbilstransport kallas för åkeri (Nationalencyklopedin, 2018b). Transportmarknaden karakteriseras av många små företag (Transportstyrelsen, 2015). Åkerier äger för det mesta de fordon som genomför transporterna. Ett åkeri kan välja att avtala bort risken till kunden. Detta innebär bland annat att kunden vid planering står för att den planerade transporten inte den överskrider maximala lastvikten. Hur ett åkeri väljer att ta betalt spelar stor roll för prissättningen mot kund. Åkeriet kan till exempel ta betalt per körning, per pall eller, som i den här rapporten, per timme.

En undersökning som genomfördes av transportstyrelsen 2015 konstaterade att det råder hård konkurrens bland åkeriföretagen som är verksamma i Sverige (Transportstyrelsen, 2015). Av den anledningen finns ett ökat behov för företag att se över sina kostnader. De svenska åkerierna har vissa nackdelar jämfört med konkurrerande företag från andra EU-länder. Dessa är främst högre löne- och personalkostnader än de europeiska konkurrenterna. Under senare tid har de svenska åkeriföretagen tappat marknadsandelar till de utländska företagen, framförallt inom fjärrtransport.

Enligt Transportstyrelsen rapport "Godstrafikmarknaden på väg - Producenter" från 2015 är kostnaderna för ett åkeri fördelade enligt figur 2.

Den svenska Kostnadsbilden för långväga distrubition



Figur 3.1 visar ungefärliga kostnadsfördelningen för ett åkeriföretag verksam inom långväga distribution 2012. Egen figur. Baserad på data från Transportstyrelsen (2015).

3.1.3 Nuvarande begränsningar för transport på väg

Inom EU är de största tillåtna gränserna för ett fordonståg en längd på maximalt 18 meter, bredd på 2,55 meter och en maximal bruttovikt på 40 ton, eller i vissa undantagsfall 44 ton (Transportstyrelsen, 2017; TransportXXL, 2018a; TransportXXL, 2018b).

Det finns däremot särskilda bestämmelser som ger Sverige, Finland, Danmark och Nederländerna möjlighet att kringgå EU:s bestämmelser. Därmed får de fordon som framförs ha en längd på upp till 25,25 meter och i Sverige även en bruttovikt på 64 ton (Transportstyrelsen, 2018a), förutsatt att fordonen uppfyller följande krav (Transportstyrelsen, 2017):

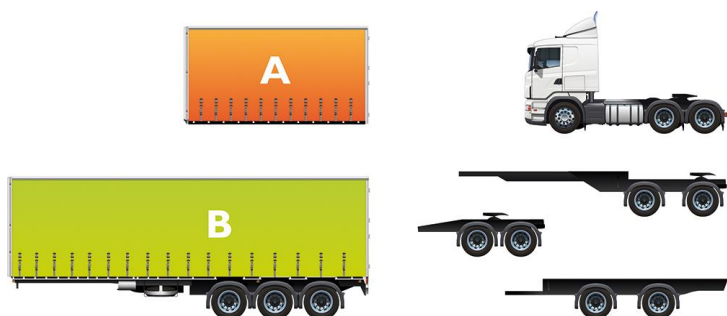
- Fordonen som ingår i fordonståget får maximalt vara 2,55 meter breda. En bredd på 2,6 meter tillåts om det gäller temperaturkontrollerade trailrar. Begränsningarna gäller även för containers, växelflak och annan avtagbar påbyggnad.
- Det motordrivna fordonet får maximalt ha en längd på 12 meter.
- Varje ingående släpvagn, utom påhängsvagn, får maximalt ha en längd på 12 meter.

För att fordonståget skall få framföras med en hastighet på högst 80 km/tim finns det dessutom krav på att (Transportstyrelsen, 2017):

- Fordonståget är utrustat med ABS-bromsar.
- Eventuell dolly har en lagrad vändskiva.
- Avståndet mellan kopplingstapp och mittpunkten på den bakre påhängsvagnens icke styrande axel är minst 7,5 meter. Den bakre släpvagnen är högst 4,0 meter hög och enbart framaxel/axlar är styrande i hastigheter över 40 km/tim.

3.1.4 Dagens tillåtna fordonskombinationer

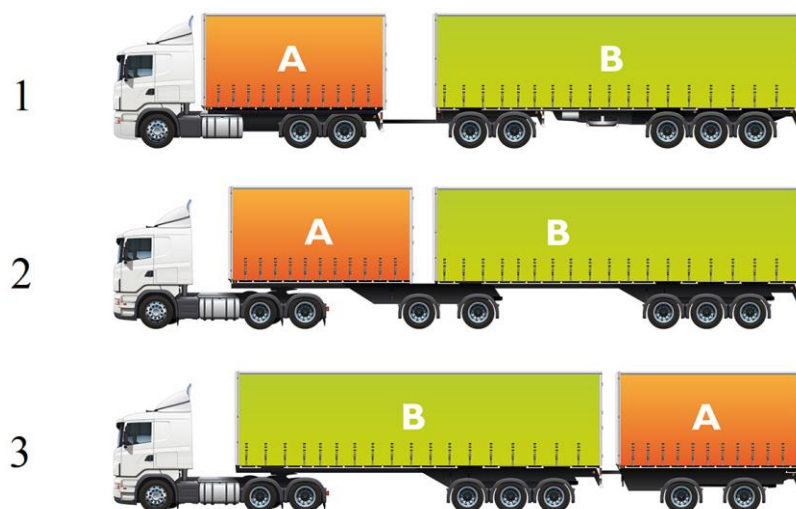
Som nämnts ovan är EU-regulationen för ett fordon's längd och vikt inte är samma som de speciella reglerna i Sverige. Därför används ett modulsystem för fordonen, vilket gör det möjligt att koppla av och på delar för att uppnå den längd och vikt som bestäms i EU-regulation, då en nationell gräns skall korsas (Kyster-Hansen & Sjögren, 2013). För att bilda ett fordonståg med längden 25,25 meter kan följande komponenter användas: dragbil, 7,82 meter långt flak, 13,6 meter lång påhängsvagn, dolly eller annan släpvagn (Transportstyrelsen, 2017).



Figur 3.2 visar potentiella fordonskomponenter i ett 25,25 meter långt fordonståg (Transportstyrelsen, 2017).

Komponenterna kan i princip kombineras på tre olika sätt (figur 3.3).

1. Lastbil med tillkopplad dolly och påhängsvagn
2. Lastbil med dubbla påhängsvagnar
3. Lastbil med tillkopplad påhängsvagn och kärria



Figur 3.3 visar möjliga kombinationer av moduler (Transportstyrelsen, 2017).

3.1.5 Intermodal transport

Med intermodal transport menas att två eller fler trafikslag kombineras (Jonsson & Mattsson, 2016). Då olika transportslag kan vara fördelaktiga vid olika delar av transportflödet går det, genom att kombinera olika trafikslag, få fördelarna för ett trafikslag vid en del och fördelarna för ett annat vid en annan del. Lastbilar är konkurrenskraftiga genom dess flexibilitet, flygtrafik är fördelaktig då något skall fraktas långa avstånd snabbt, sjötrafik är långsamma men ger generellt sätt den lägsta driftkostnaden av alla trafikslag och järnvägstransport är fördelaktigt då stora volymer skall fraktas långt.

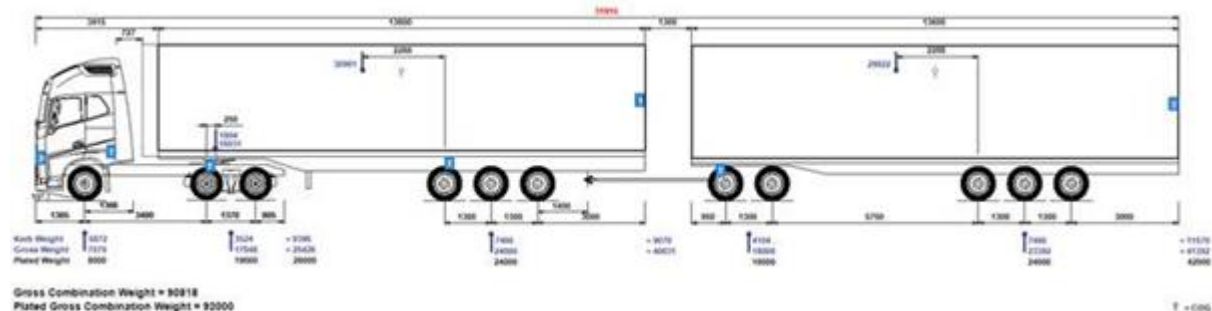
För att göra växlingen mellan olika trafikslag effektiv används standardiserade enhetslaster som bland annat semitrailrar, containrar och växelflak (Jonsson & Mattsson, 2016). Vid omlastningsterminaler finns hanteringsutrustning som enkelt flyttar dessa enhetslaster mellan de olika trafikslagen.

3.2 HCT - High Capacity Transport

HCT är ett samlingsord för de fordonstyper som överskrider den längd- eller viktbegränsning som finns i Sverige idag. Olika pilotprojekt har genomförts där fordonets längd eller bruttovikt varierat men som alla klassats inom HCT. I projektet En Trave Till (ETT), som genomfördes 2014-2016 av Skogfors, var syftet att analysera effekterna på miljö, ekonomi, trafiksäkerhet och vägslitage för fordon med bruttovikter på 74 ton samt 90 ton.

Duo2 är ett projekt där ett ekipage bestående av en dragbil och dubbeltrailer framförts via E6 mellan DB Schenkers terminaler i Malmö och Göteborg. Ekipaget är 32,5 m långt och har en bruttovikt på 80 ton (Duo2, 2018). Syftet med projektet var att undersöka hur mycket CO2 utsläpp per transporterad godsmängd som minskade genom att öka godsvolymen per fordon och på så sätt minska antalet fordon som framförs på sträckan.

Den fordonskombination som ligger i fokus i den här rapporten är av samma typ som en av de två typerna för Duo2. Den här fordonskombinationen benämns DUO-trailer och ekipaget är uppbyggt av en dragbil med två drivaxlar, containertrailer med dragkrok, dolly samt ytterligare en containertrailer, se figur 3.4. Ekipaget har totalt 11 hjulaxlar och har, som nämndes tidigare, en totallängd på 32,5 meter och en bruttovikt på 80 ton.



Figur 3.4 visar en DUO-trailer som består av dragbil - trailer - dolly - trailer (Helene Jarlsson, Volvo).

Det finns många aktörer som är för ett införande av HCT-fordon i Sverige. Företaget CLOSER har startat ett FOI-program med namnet HCT där de jobbar för att få till ett regelverk för att kunna introducera HCT-fordon på Svenska vägar. Argumenten för ett införande är många. En ökad användning av HCT-fordon innebär minskat CO2 utsläpp, lägre energianvändning per fraktat gods (CLOSER, 2018), ökad effektivitet samt en mer rationell användning av infrastrukturen vilket innebär att befintlig kapacitet bättre tas tillvara (Kyster-Hansen & Sjögren, 2013). HCT bedöms även vara både samhällsekonomiskt lönsamt och företagsekonomiskt lönsamt för både åkeri och dess kund. Cider (2018) belyser att det idag en brist på chaufförer. Genom att införa DUO-ekipage kan dubbelt så mycket gods fraktas med de chaufförer som är verksamma i dagsläget.

I Europa finns det dock ett visst motstånd mot införandet av HCT-fordon. Enligt en informationsplattform med namnet "no mega trucks" arbetar en rad organisationer runt om i Europa för att förbjuda införandet av HCT-fordon (No mega trucks, 2018), något även partnerskapet "freight on rail" belyser (Freight on Rail, 2018). Organisationerna argumenterar för att ett införande av HCT kommer vara skadligt mot både samhället, infrastrukturen och trafiksäkerheten.

3.2.1 HCT & Trafiksäkerhet

I Sverige har det gjorts studier för att analysera trafiksäkerheten vid införandet av HCT-fordon. Enligt Cider & Ranäng (2014) har ingen negativ påverkan på trafiksäkerheten märkts av i Duo2-projektet. VTI har gjort två specifika rapporter där den ena fokuserar på trafiksäkerheten vid omkörning av 30-metersfordon och den andra rapporten såg över trafiksäkerhetseffekterna vid införandet av HCT-fordon.

I den första rapporten använder sig författarna av fyra olika metoder för att titta på trafiksäkerheten vid omkörning av 30-metersfordon (Andersson et al., 2011). Intervjuer hölls med förare till tunga lastbilar, förare till längre lastbilar och en simulatorstudie samt en fältstudie gjordes med fokus på omkörningssituationer. Slutsatsen av studien är att det kan finnas vissa tendenser till att HCT-fordon kan påverka trafiksäkerheten negativt. Det är främst på landsväg risken vid omkörning ökar. Dock är det inte stora skillnader utan fler studier bör göras för att få ett säkert resultat. Värt att nämna är att införandet av större fordon antagligen skulle reducera antalet fordon på vägarna vilket Andersson et al (2011) menar skulle bidra till att olycksrisken minskar.

Det andra VTI projektet utfördes av Mattias Hjort och Jesper Sandin och innebar som sagt att trafiksäkerhetseffekter vid införandet av HCT-fordon sågs över (Hjort & Sandin, 2012). Detta gjordes genom att sammanställa och djupstudieanalysera dödsolyckor de senaste åren som HCT-fordon varit inblandade i. Även här användes de intervjuer med förarna som gjordes i omkörningsstudien för att ge en helhetsbild.

Projektet är en jämförelse av en rad olika studier där olycksstatistik analyserats och orsaker till att olyckan skett noterats. De olika studierna drar en del olika slutsatser. Några pekar på en viss förhöjning av olycksrisken per fordonskilometer för HCT-fordon. Andra studier visar

på att olycksfrekvensen på större och säkrare vägar blir liten i jämförelse till konventionella fordon. Gemensamt för många studier är slutsatsen att då olycksrisken bedöms utifrån antal olycksfall beräknat på per fraktat gods, så förväntas olycksrisken minska med HCT-fordon. Detta på grund av att eventuella negativa trafiksäkerhetseffekter vägs upp av att färre fordon krävs för att frakta samma mängd gods vilket innebär färre fordon på vägarna.

Vid frontalkollision av en personbil absorberas energin i bilens kaross och en deformation sker för att skydda de som färdas i bilen (Saxton, 2017). De allvarligaste konsekvenserna fås då frontalkollision sker mellan en personbil och lastbil. På grund av den stora viktskillnaden mellan lastbil och personbil är det istället hastighetsförändringen vid kollisionsogonblicket och inte lastbilens vikt som är avgörande för hur allvarlig skadan blir och Saxton (2017) menar på att en frontalkollision med lastbil är dödlig redan då lastbilens vikt uppnår 40 ton och att en ökning av lastbilens vikt därför har liten betydelse för krockvåldet.

Hjort och Sandin (2012) tog även fram en rad åtgärder de rekommenderar bör genomföras om HCT-fordon införs. Rekommendationerna innehåller sådant som att rastplatser bör byggas ut för att ha kapacitet att ta emot fler lastbilar. Detta skulle innebära att förare kan hålla sina kör- och vilotider för att motverka trötthet hos föraren. Dessutom rekommenderas hårdare krav på däck, bromsar, service och underhåll för att minska bristerna i bromssystemet hos tunga lastbilar. Skylten som varnar för ”lång last” kan ses över både gällande utformningen och synligheten.

Enligt Asp (2018) finns en önskan att ställa högre krav och införa hårdare kontroll av förare som framför HCT fordon, men i dagsläget styrs det av EU-regler vilka inte går att få dispens från. Däremot överses möjligheten att införa ett system som kallas för ITK, Intelligent Tillträdeskontroll, som innebär att förarna bland annat måste logga sin position, rutt och vikt och på så sätt fås en bättre koll på fordonen.

3.2.2 HCT & Infrastruktur

Med infrastruktur menas de vägar, järnvägar, hamnar, flygplatser etc. som utgör en grund för försörjning och är förutsättningar för att en produktion skall fungera (Nationalencyklopedin, 2018a). All transport påverkar infrastrukturen på något sätt och därför är det viktigt att de regler och förordningar som finns följs.

I Sverige finns det fyra bärighetsklasser (BK), vilka beskrivs i tabell 3.1, som anger hur tunga fordon som får framföras på en specifik väg eller bro i det allmänna vägnätet.

Tabell 3.1 är en tabell över de fyra bärighetsklasser som finns i Sverige idag (Transportstyrelsen, 2018b; Trafikverket, 2018).

Bärighetsklass	BK1	BK2	BK3	BK4
Bruttovikt (ton)	64	51,4	37,5	74
Axeltryck på axel som inte är drivande (ton)	10	10	8	10
Axeltryck på drivande axel	11,5	10	8	11,5

Då HCT innebär en högre bruttovikt än vad som tillåts för BK4 krävs att dispens fås av transportstyrelsen för att framföra dessa fordon på utvalda vägar. Framförallt är det viktigt att kontrollera så de broar som ingår i transportsträckan klarar av HCT lastbilens bruttovikt och de skjuvkrafter som uppstår vid inbromsning.

Duo2-projektet har fått dispens, som går att läsa i Transportstyrelsens författningssamling (TSFS 2015:57), från att framföra fordon med en längd på 32,5 meter och bruttovikt på 80 ton på specifika vägar mellan DB Schenkers terminaler i Malmö och Göteborg. Från början gällde enbart tillståndet nattetid men sedan 15 november 2015 gäller tillståndet alla timmar på dygnet (Duo2, 2015). Enligt Cider & Ranäng (2014) har ingen negativ påverkan på infrastrukturen märkts av under projektets gång.

De problem som identifierades i ETT-projektet var att en del broar inte klarade av HCT-fordonens bruttovikt (Asmoarp et al., 2018). Däremot innebar framförande av HCT-fordon mindre slitage på vägarna jämfört med framförandet av konventionella fordon.

Granlund och Lang gjorde 2016 en utredning där de undersökte vägslitage för elva fordonskombinationer. I utredningen kom de fram till att olika faktorer spelar in på vilken inverkan tunga fordon har på vägars slitage (Granlund & Lang, 2016). Faktorer som däcktryck, däckens storlek, hjulbelastning, vägens material och tjocklek etc. har betydelse för hur spårbildning och slitage utvecklas. De nämner även att kontakttrycket under respektive däck är den faktor som är mest avgörande för lastbilars vägslitage. Kontakttrycket avgörs främst av däckkonfigurationen och axellasten vilket innebär att en hög axellast skadar vägbanan. Då ett längre fordon består av fler hjulaxlar och ett minskat hjulavstånd, minskar medelaxeltrycket vilket i sin tur leder till mindre vägslitage.

3.2.3 HCT & Miljöpåverkan

Vägtrafiken påverkar naturen och miljön genom utsläpp av avgaser och partiklar (Naturvårdsverket, 2018). Förbränning av bensin och diesel medför utsläpp av koldioxid vilket har en negativ påverkan på klimatet då det bidrar till växthuseffekten. Slitage från vägbeläggning slits upp av bildäcken och tillsammans med vägdamm bildas partiklar som är giftiga för människor och djur.

Resultatet från Duo2-projektet visar på en minskning av CO₂ utsläpp med 27 % per transporterad godsmängd (Cider & Ranäng, 2014). Detta på grund av att samma mängd gods kan transporteras med färre antal transporter.

ETT-projekten visar på en minskning av antalet virkesfordon från 2000 till 1300 vilket medför en minskning av den totala bränsleförbrukningen på minst 20 miljoner liter diesel (12 %) per år (Asmoarp et al., 2018).

3.2.4 HCT & Framkomlighet

Några djupare forskningsstudier om hur framkomligheten påverkas av större fordon har inte funnits. I intervjuer med chaufförer i ETT-projektet framkom bland annat att körsättet inte ändrades nämnvärt vid framförandet av de större fordonen (Asmoarp et al, 2018). De skillnader som märktes var att HCT-fordon kunde vara en aning segare vid starten och vid tvära kurvor med slirigt underlag kunde styraxeln få lite svårare med fäste. Dock finns argument från motståndare till HCT att större fordon gör framkomligheten svårare, framförallt i stadskärnor. Dessutom kan stora fordon påverka medtrafikanter genom att blockera vägkorsningar samt rondeller etc.

3.2.5 HCT:s effekter på transportmarknaden

Ett av huvudargumenten för aktörer i Europa som jobbar mot införandet av HCT är att vägtransport kommer konkurrera ut järnvägstransport om det både blir effektivare och billigare. Eftersom järnvägstransport är ett mer miljövänligt transportalternativ skulle miljöeffekterna av att inför HCT vara negativa (No mega trucks, 2018).

För att undersöka risken att tågtransport konkurreras ut om kostnaderna för vägtransport minskar gjorde Henrik Pålsson och Henrik Sternberg en systemanalys 2018 (Pålsson & Sternberg, 2018). Studien kombinerar en makro- och en mikrostudie där mikrostudien påvisar att nuvarande transportlösning med järnväg är konkurrenskraftig även om HCT införs. Dock minskar den ekonomiska fördelen för järnväg mot väg så att skillnaden bli väldigt låg. En liten relativ effektivisering av vägtransporten eller en viss relativ ökad kostnad för järnvägen skulle göra att vägtransport med HCT blir ekonomiskt fördelaktigare än järnvägslösning.

Makrostudien visar hur stor andel ton-km som skulle flyttas över ur ett ekonomiskt perspektiv om fordon på 34 meter och 74 ton skulle införas för tre olika typer av tåg. Den visar på en övergång från tåg till lastbil på 6,7 % för tågtypen "kombitåg", 7,8 % för "Combi tran container/swap bodies" och 18 % för "Combi trains with lorries/semitrailer".

3.2.6 Att införa HCT

Som nämnts ovan krävs dispens genom föreskrifter för att få framföra HCT-fordon på svenska vägar. Genom Duo2 finns en föreskrift som tillåter DUO-ekipage att framföras på en bestämd transportsträcka. Då en önskan finns om att framföra liknande fordon på andra vägar krävs nya föreskrifter. En problematik med den här typen av föreskrifter är att de endast täcker specifika vägar. Skulle det ske en trafikolycka eller ett vägarbete, vilket resulterar i att trafiken leds om på närliggande vägar, innefattar inte föreskriften dessa vägar och ett DUO-ekipage får alltså inte framföras där. Enligt Cider (2018) är detta ett problem i Duo2-projektet de tagit upp med Transportstyrelsen och Trafikverket många gånger.

3.2.7 Sammanfattning av HCT

HCT har således, via studier och försök, visats vara effektivt för att höja energieffektiviteten, öka trafiksäkerheten och minska miljöpåverkan. Dock finns det ett antal aspekter som bör finnas i åtanke vid övervägande att införa HCT-transport och aspekter som framkomlighet bör studeras vidare. Dessutom bör varje enskilt fall studeras separat där de positiva effekterna ställs mot faktorer som minskad flexibilitet.

4. ANALYSMODELL

Den föreslagna modellen undersöker den relativa kostnaden mellan ett transportsystem som drivs inom ramarna av den nuvarande lagstiftningen med motsvarande kostnader vid användandet av HCT. Beräkningarna görs ur ett systemperspektiv, vilket innebär att modellen behandlar kostnader som både berör åkeriet, kunden samt leverantören. Beräkningarna utgår från att leveranser redan bedrivs med ett system som körs med Singel-trailrar.

För att förenkla analysen och förtydliga resultatet inkluderas endast de kostnader som kan komma att förändras vid introduktion av HCT. En liknande metodik användes när Mollenkopf et al. (2005) publicerade en rapport i vilken en modell togs fram vars syfte var att jämföra kostnaderna för ett logistikflöde som använder engångsförpackningar, med ett flöde som nyttjar återvinningsbara förpackningar. I det arbetet utvärderades kostnaderna som respektive alternativ skulle medföra, genom att enbart studera kostnaderna som var föränderliga mellan de två fallen. Att enbart fokusera på de relevanta kostnaderna motiveras genom att det inte bara förenklar analysen av data utan dessutom tydliggör vilka områden som är relevanta för beslutsfattare att fokusera på.

Modellen i denna rapport har ett enkelt additivt upplägg. Beräkningar görs över en period, förslagsvis på årsbasis, först för de nuvarande kostnaderna och därefter för kostnaderna i det framtida upplägget med DUO-trailer. I beräkningarna för nulägesanalys har fem kostnadsvariabler identifierats och summan av dessa utgör de totala systemkostnaderna per år. Samma metodik används för beräkningarna för upplägget med HCT men där inkluderas även en sjätte kostnadsvariabel, avskrivning för ombyggnation av anläggningar.

Nyckelvariabeln i modellen är antalet levererade trailrar per dag. Beräkningarna bygger alltså på att antalet levererade trailrar skiljer sig från dag till dag men att de andra parametrarna förblir detsamma. Då det i verkligheten är sannolikt att dessa värden varierar rekommenderas att en känslighetsanalys genomförs på modellens resultat.

Systemkostnad per år vid användande av Singel-trailer (*KST*)

För att beräkna systemkostnad per år för användning av Singel-trailer adderas den totala lönen för förarna (*LF*), bränslekostnaden (*BK*), kostnad för slitage (*SK*), avskrivningar för fordon (*FA*) samt försäkring- och skattekostnader (*FK*) för perioden.

$$KST = LF + BK + SK + FA + FK$$

De fem konstanterna härleds enligt följande:

Lönen för förarna (LF) beräknas genom att multiplicera antal leveranser en dag (LD) med förarens timlön (TLF) och antal arbetstimmar för en leverans (ATL). Motsvarande räknas ut för samtliga arbetade dagar (AD) i perioden, varefter de summeras.

$$LF = \sum_{K=1}^{AD} (LD \times TLF \times ATL)$$

Bränslekostnaden (BK) beräknas genom att multiplicera LD med bränslets pris (BP). Detta multipliceras sedan med mängden bränsle som går åt för att köra sträckan i båda färdriktningarna (BFab & BFba). Motsvarande räknas ut för samtliga arbetade dagar, varefter de summeras.

$$BK = \sum_{K=1}^{AD} (LD \times BP \times (BFab + BFba))$$

Kostnader för slitage (SK) beräknas genom att summera kostnader för däckslitage (DS) och reparationskostnaden (RK), båda beräknade i kronor per km. Därefter multipliceras summan med LD och transportsträckan (TS). Motsvarande räknas ut för samtliga arbetade dagar, varefter de summeras. DS och RK beräknas med hjälp av verktyget SÅCalc (Sveriges Åkeriföretag, 2018).

$$SK = \sum_{K=1}^{AD} (LD \times TS \times (DS + RK))$$

Beräkningarna för avskrivningar för fordon (FA) är anpassade för att kunna ta hänsyn till en situation med varierande varuflöde. I de fall dragbilar och trailrar inte används för den transportsträcka modellen avser kan de användas för att transportera gods på andra sträckor. Därför tillfaller avskrivningar bara de dagar som fordon och trailrar används.

FA beräknas genom att multiplicera LD med inköpskostnaden för fordonsekipaget som genomfört leveranserna. Denna utgörs av summan av kostnaden för inköp av lastbil (IKL) och för trailer (IKT). Denna produkt divideras sedan med produkten av antalet arbetsdagar under perioden (AAP) och antalet perioder det tar innan ekipaget är avskrivet (APL). Motsvarande tal räknas ut för samtliga arbetade dagar, varefter resultaten summeras.

$$FA = \sum_{K=1}^{AD} \frac{LD \times ((IKL + IKT))}{(AAP \times APL)}$$

Försäkring- och skattekostnader (FK) beräknas på samma sätt som FA i det avseende att det bara räknas de dagar ett fordon används på den transportsträcka modellen avser. FK är summan av skatt och vägavgift (SV), försäkringen för fordon (FF) och trailer (TF) vilket delas med AAP och sedan multipliceras med LD.

$$FK = \sum_{K=1}^{AD} (LD \times \left(\frac{FF + TF + SV}{AAP} \right))$$

Systemkostnad per år vid användande av DUO-trailer (KDT)

LF, BK, SK, FA samt FK beräknas på samma sätt för KDT som KST. Den variabel som tillkommer vid beräkningar av KDT är avskrivning för ombyggnad av anläggningar (AAS).

$$KDT = LF + BK + SK + FA + FK + AAS$$

AAS beräknas genom att dividera kostnaden för ombyggnationerna (OK) med perioden för avskrivning (APL)

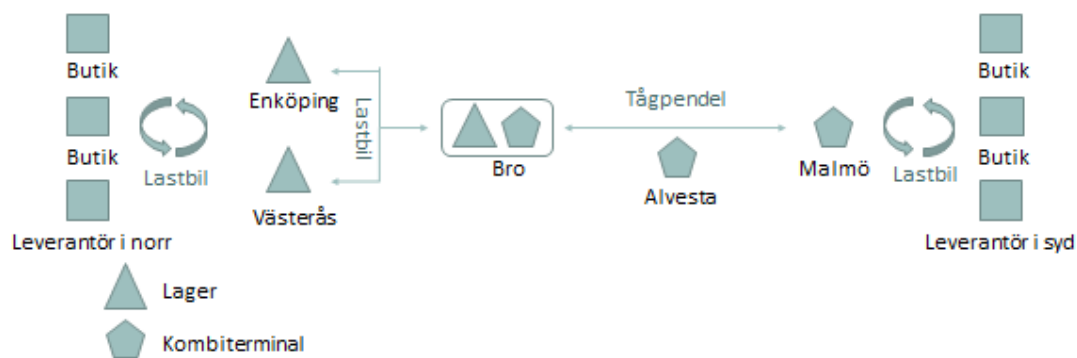
$$AAS = (OK/APL)$$

5. FÖRETAGETS TRANSPORTSYSTEM I NULÄGET

I och med upprättandet av modellen har det konstaterats vilka variabler som behövs för att genomföra beräkningarna. För att fastslå vilka värden dessa ska anta i företagets fall har en studie genomförts för att kartlägga företagets nuvarande logistiksystem.

5.1 Beskrivning av nuläget

Dagligvaruhandeln har omkring 655 butiker runt om i Sverige. För att tillgodose företagets butiker med varor krävs ett omfattande logistiksystem. I dagsläget förser tre centrallager, ett kylager i Västerås, ett fryslager i Enköping och ett kolloniallager i Bro, alla deras butiker i Sverige med varor. Dessa tre lager hämtar i sin tur in varor från ett stort antal leverantörer.



Figur 5.1 visar företagets intermodala logistikupplägg

5.1.1 Beställningssystem

Under ett besök på kolloniallagret och omlastningsterminalen i Bro berättade Håkansson (2018) att det varje dag tas emot beställningar från butiker i hela landet. Hur ofta beställningar görs i varje butik varierar från en gång i veckan för riktigt små butiker, till sex gånger i veckan för de största butikerna. Beställningarna görs antingen manuellt eller automatiskt via ett system av SAP med namnet F&R.

Företaget lämnar en 48 timmars garanti till sina butiker som säger att de skall få sina varor inom 48 timmar från det att beställningen görs. Med dagens transportupplägg brukar butikerna få sina varor redan efter 36 timmar.

Beställningssystemet för varor som beställs till lagret i Bro heter E3Trim och baseras på deras lagersaldo. Då beställningar görs hos Carlsberg hämtas de dagen efter. Enligt Salomonsson (2018) har de möjlighet att hämta varor hos Carlsberg redan samma dag som de beställs men den personal som planerar logistiken behöver tid för att planera all transport och av den anledningen görs beställningar en dag tidigare

5.1.2 Intermodalt transportupplägg

Samtliga in- och utgående leveranser till centrallagerna framfördes tidigare med vägtransporter. Detta förändrades 2009 i och med att ett samarbete startades med Green Cargo AB där ett intermodalt transportsystem som även nyttjade tågtransporter infördes.

Lösningen går ut på att lyftbara lastbilstrailrar lyfts på tågagnar som förs fram och tillbaka på sträckan Bro-Malmö. Tåget är 635 meter långt och består av 18 vagnar på vilka det finns kapacitet för att lasta 36 trailrar. Tåget genomför sina transporter omkring 260 dagar om året. De gånger leveransmängden överskrider tågets kapacitet kallas kompletterande lastbilar in för att köra varorna.

Företagets egna beräkningar har visat att införandet av järnvägstransport har resulterat i en minskning med omkring 18 000 lastbilstransporter och 6 700 ton CO₂ utsläpp per år. Detta leder i sin tur till en minskning på de samhällsekonomiska kostnaderna med omkring 22 miljoner kronor per år (Coop, 2018).

Varor som skall till butiker i Skåne, Blekinge och Småland transporteras intermodalt. Lastningen sker i omlastningsterminalen i Bro som är belägen på samma område som kolloniallagret. Varor som förvaras i kyllagret i Västerås och fryslagret i Enköping lastas på trailrar och körs sedan till terminalen i Bro där de lyfts på tåget. Lyften genomförs med hjälp av en reach stacker, som kan ses i figur 5.2, vilket är en form av truck utformad för att lyfta trailrar.



Figur 5.2 visar en av de tre reach stackers som används vid omlastningsterminalen i Bro för att lyfta på trailrar på tåget (Bild: Sissela Nyberg).

Tåget avgår från Bro varje vardag klockan 13.00 och ankommer i Alvesta klockan 20.00 där det gör sitt första stopp. Väl i Alvesta kopplas de sex främsta vagnarna av och ersätts med sex andra vagnar som ankom dagen innan. De avkopplande trailrarna transporteras sedan till en omlastningsterminal i Växjö för vidare transport till butiker i Småland med lastbil. Då varorna levererats körs de tomma trailrarna till terminalen i Alvesta för att kopplas på morgondagens tåg.

Efter bytet av trailrar är avklarat fortsätter tåget och ankommer till kombiterminalen i Malmö ca 23.00. Där lastas samtliga trailrar av och sätts på dragbilar. Kombiterminalen ägs av Mertz Transport AB vilka även är de som sköter lyften av trailrar på terminalen för en fix summa per lyft. Majoriteten av transportererna som utgår från Malmö sköts av Nordanå Transport AB men görs i vissa fall även av Mertz.

Från terminalen körs leveranser antingen direkt till butiker i Skåne och Blekinge eller till en omlastningsterminal i Malmö för omlastning av varor till mindre bilar. De mindre bilarna kör

sedan ut till de butiker som inte har möjlighet att ta emot leverans från en trailer. För att en butik skall ha möjlighet att ta emot leverans från en trailer behöver butiken en lastkaj då trailern inte har någon ramp att lyfta av varorna med.

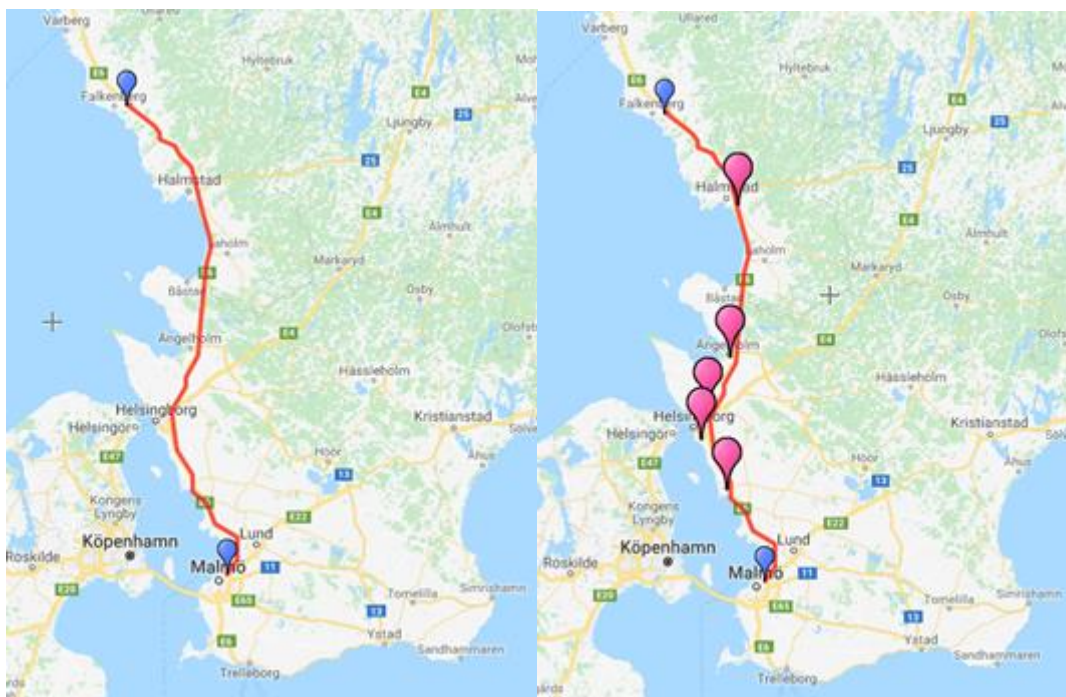
Till omlastningsterminalen kommer även importerade varor som lastas i trailrar och körs upp med tåget till lagret i Bro. En tom trailer hämtar upp varor hos leverantörer innan även de lastas på tåget som körs till Bro. Tåget lämnar Malmö 19.00 och är framme i Bro 03.00. På vägen upp stannar inte tåget i Alvesta vilket är anledningen till att de trailrar som lämnades av på vägen ner sedan kopplas på tomma nästa dag.

5.2 Befintligt transportupplägg

Här nedan presenteras de parametrar som bidrar till kostnader för dagens transportupplägg med en Singel-trailer sträckan Malmö-Falkenberg och Falkenberg-Malmö.

5.2.1 Transportsträckan

Transporterna framförs längs med E6 mellan kombiterminalen på Containergatan 1 i Malmö och Carlsbergs bryggeri på Årstadvägen i Falkenberg, en transportsträcka som ligger på 168 km enligt verktyget NTM Calc Freight Advanced och Google Maps. Då trailrar ankommer med tåget i Malmö, lastade med varor, körs de ut till de större butikerna längs transportsträckan, innan de kör vidare till Carlsbergs bryggeri i Falkenberg. Enligt Jaderholm (2018) kan leveranser ske till de stora butikerna i Landskrona, Helsingborg, Väla/Ödåkra, Ängelholm samt Halmstad. På grund av de hårt satta slottiderna för leverans hos butikerna, kan leverans endast göras till två butiker per transport. Undantag är för kyl- och frysvaror då de är beroende av att hållas kalla gäller inte de satta slottiderna. De transporteras i enskilda transporter och kan leverera till fler än två butiker på transportsträckan.



Figur 5.3 visar transportsträckan samt de mellanliggande butikerna längs vägen

I figur 5.3 går det att observera att de butiker som kan få leverans av ett trailer-ekipage på transportsträckan Malmö-Falkenberg ligger i nära anslutning till E6. Detta innebär att transportsträckan inte ökar markant för norrgående transporter jämfört med södergående transporter. Genom att kombinera olika butiker för leverans fås att transportsträckan kan antas öka med omkring 5-10 km. Då många av leveranserna går till butikerna i Helsingborg och Halmstad väljs även dessa ut som standard vid fortsatta beräkningar. En transportväg från Containergatan 1 i Malmö till Årstadvägen i Falkenberg med stopp vid Landskronavägen 16 i Helsingborg samt Prästvägen 6 i Halmstad, är enligt NTM Calc och Google Maps ungefär 173 km.

Enligt Jaderholm (2018) beräknar de vid logistikplaneringen en körtid på 2 h och 45 min för denna transportsträcka. Han poängterar dock att det oftast går snabbare men för att inte sätta ett för tight körschema för chaufförerna ges extra utrymme i körtiden. Jaderholm (2018) förklarar även att de beräknar att lastning/avlastning av varor beräknas ta omkring 40 min för 33 pall och 55 min för 42 pall. Detta innebär att arbetstiden för en chaufför som kör från Malmö till Falkenberg, lossa varor i Helsingborg och Halmstad på vägen upp och lastar varor i Falkenberg, för att sedan köra ner till Malmö igen, beräknas ligga omkring 7,5 h. Då antal trailrar som behövs för att hämta varor hos Carlsberg överskrider antal trailrar som har varor att leverera till butiker längs transportvägen, körs tomma trailrar raka sträckan till Carlsberg. Då majoriteten av transportererna levererar varor till butiker längs transportsträckan görs inga beräkningar i rapporten på tomtransport.

5.2.2 Flödesdata

Enligt Salomonsson (2018) används ett beställningssystem mot leverantör som bygger på Wilson formeln för att bestämma orderkvantitet. De strävar efter att varje order skall ligga på 33 eller 42 pallar. En trailer har golvyta för 33 pallar men om de inte överskrider en höjd på 135 cm går de att dubbelstaplas. Då pallar dubbelstaplas blir vikten den begränsande faktorn för orderkvantiteten och av den anledningen ligger en order i regel inte på mer än 42 pallar. De strävar efter att vikten på det transporterade godset inte överskrider 30 ton. Utifrån de färdplaner som analyserats, identifieras att de transporter som görs från Carlsberg i Falkenberg till kombiterminalen i Malmö, ligger vikten för en trailer mellan cirka 20 ton och 28 ton. Vikten för en trailer lastad med 33 pall ligger oftast mellan 21-23 ton och 42 pall omkring 27-28 ton. Vikten för ekipaget utan gods uppgår till omkring 20 ton vilket med dagens tillåtna bruttovikt på 64 ton ger en lastkapacitet på omkring 44 ton. Då lastbilen är full på 33 pall kommer totalvikten upp i omkring 45 ton och en last på 42 pall ger en totalvikt på omkring 50 ton.

Varje order i regel ligger omkring 33 till 42 pall och därför kan varje ordernummer ses som en enskild transport från Carlsberg till Malmö. Vid de tillfällen då varor blir restade kan det hända att en order endast innehåller någon enstaka pall. Salomonsson (2018) förklarar att det inte sker transporter av enstaka pall utan en sådan order försöker då samlas med en order som har möjlighet att ta emot fler pallar. Leveransdata för tidsperioden 1 april 2017 till 31 mars sammanställdes, men eftersom den var uppdelad på antal ordrar som levereras varje dag

gjordes en bedömning att ordrar som underskrider 10 pallar stryks, då de sannolikt samlas med en annan order.

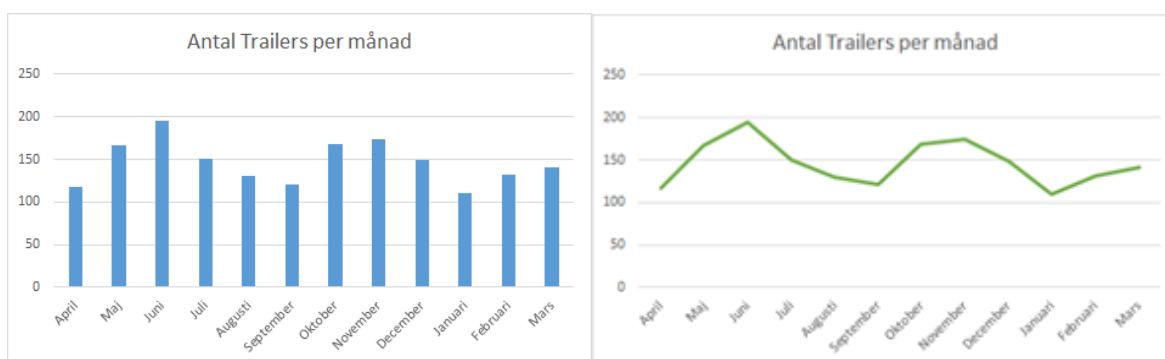
Antal trailrar som transporteras från Carlsberg till kombiterminalen i Malmö presenteras i form av diagram i figur 5.4 och figur 5.5. Data i diagrammen är hämtade från tabellerna i bilaga 1. Diagrammen är uppdelat på antal trailrar per dag och per månad från april 2017 till och med mars 2018.



Figur 5.4 visar diagram över antal trailrar som planerats levereras per dag och som faktiskt levererades per dag.

Från Carlsberg köps diverse drycker in, som till exempel läsk, kolsyrat vatten, alkoholfri öl, påsk- och julmust. Ibland går inte leveranser samma dag som de är planerade. I figur 5.4 visar den blå kurvan hur företaget planerat att få sina leveranser och den gröna kurvan visar när de faktiskt fick sina leveranser från Carlsberg, båda under tidsperioden april 2017 till och med mars 2018.

Vad som kan utläsas ur diagrammen är att deras leveranser är väldigt säsonsberoende. Den högsta toppen i det blå diagrammet är den som sticker ut och kan förklaras med att midsommar infaller den helgen. De stora skillnaderna mellan diagrammen är bland annat att den blå toppen är utjämnad i den gröna. Dessutom finns en del dalar i den gröna kurvan vilket kan förklaras med att sex leveranser behövde göras under söndagar då de inte gick iväg tidigare samma vecka. Dessa leveranser ligger då endast på 1-2 trailrar per söndag vilket gör att diagrammet ser väldigt oregelbundet ut. Om dessa dalar bortses ifrån följer kurvan för de faktiska leveranserna kurvan för de planerade leveranserna väldigt väl.



Figur 5.5 visar ett stapeldiagram samt ett linjediagram över antal trailrar transporterade per månad

För att få en tydligare bild över hur säsongsinriktad leveranserna är kan diagrammen över antal leveranser per månad observeras i figur 5.4. Förutom toppen vid midsommar går det att utläsa hur det under sommarmånaderna generellt är något fler trailrar som levereras från Carlsberg än under vintermånaderna. Under hösten syns en något stigande kurva vilket förklaras med att inköp av julmust startar redan i september månad. Enligt Salomonsson (2018) hålls ett större lager av den varan av den anledningen att den säljs i så stora mängder. Det sker även en ökning av leveranser inför påsk då det istället är påskmust som är orsaken.

5.2.3 Kostnadsvariabler för nuvarande transportupplägg

I Bilaga 3 kan fullständiga uträkningar observeras för nuläget samt de tre HCT scenarierna. Lönen för lastbilschaufförerna följer transportarbetarförbundets kollektivavtal vilket ligger på 145,44 kronor per timme (Transportavtalet, 2016). Efter grundlönen tillkommer arbetsgivaravgifter, semesterersättning och pensionskostnad vilket är ett pålägg på 54 % på lönen. Tiden som förarna arvoderas beror på den faktiska tiden en körning tar (Clarén, 2018). Denna fastställs genom kontrollfunktioner som GPS positionering och digitala färdskrivare. Den faktiska transporttiden kan påverkas av en rad faktorer som köbildning, fördröjd avlastning och andra oförutsägbara händelser.

För att uppskatta bränsleförbrukningen för en transport används verktyget NTMCalc Freight Advanced. Verktyget tar hänsyn till lastvikt, lastbilstyp och transportsträcka för att generera en uppskattning för hur mycket bränsle som förbrukas. Enligt Clarén (2018) används bränslet HVO och nettopriset beräknas ligga på 11,45 kronor per liter.

Kostnad för däckslitage beräknas med Sveriges Åkeriföretags webbaserade kalkylverktyg SÅCalc. Genom att mata in antal däck för framaxel, drivaxel, löp samt släp, och information för inköpspris, kostnad för byte av däck samt deras livslängd, uppskattas kostnaden för däckslitage till 0,55 kronor per km.

Enligt Clarén (2018) erbjuder Volvo och Scania ett komplett service- och reparationsavtal för en fast kostnad för en treaxlad dragbil. Utöver det tillkommer kostnader för sådant de själv kört sönder, som backspeglar, skärmar etc. och ingår då inte i avtalet. Totalt beräknas reparationskostnaderna ligga på 1,1 kronor per km.

Inköpspris för en Volvo lastbil av modell "FH 6x2 460 HK lång hög hytt Globetrotter" ligger på 1,1 - 1,2 miljoner kronor och en uppskattning ger då ett inköpspris på 1,15 miljoner kronor. Avskrivning av de här dragbilarna görs på 72 månader. Försäkringar uppgår till omkring 3000 kronor per månad per dragbil och 1000 kronor per månad per trailer.

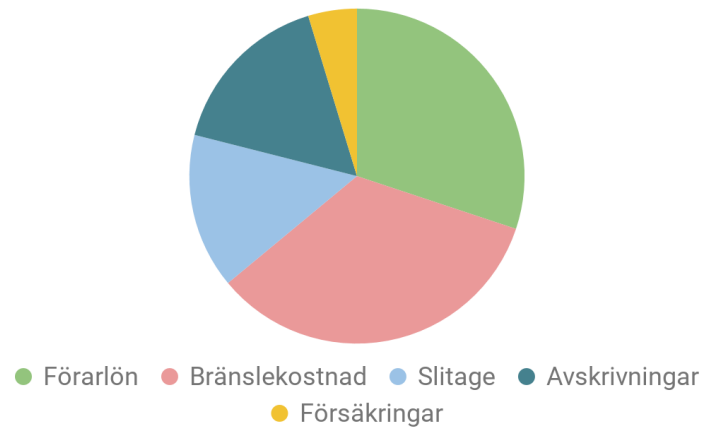
Fordonsskatt och vägavgift beror bland annat av fordonets vikt, typ, vilket bränsle som används etc. Skatten och vägavgiften fastslogs för de olika ekipagen fastslogs genom att skriva in motsvarande fordonsekipages registreringsnummer på transportstyrelsens hemsida för fordonsuppgifter. Det framkom att fordonsskatten uppgår till 9491 kronor och vägavgifterna till 11 991 kronor per år.

Påhängsvagnar med en skattevikt på över 3000 kg är skattebefriade så länge de endast dras av bilar som uteslutande har dieselolja som drivmedel eller av terminaltraktorer (Skatteverket, 2011). De trailrar som används uppfyller dessa kriterier och är då inte skattepliktiga.

Totalkostnad

Cirkeldiagrammet i figur 5.6 visar hur de identifierade kostnaderna är fördelade i systemet. Genom att observera cirkeldiagrammet fås en tydlig bild av att bränslekostnad och förarlönen är de två stora kostnaderna i systemet. Tillsammans utgör de omkring två tredjedelar av de totala kostnaderna.

Kostnadsfördelning nuläge



Figur 5.6 visar kostnadsfördelningen i nuläget för hela systemet

6. ALTERNATIVA SCENARIER

Förra kapitlet identifierade kostnaderna i dagens transportupplägg. Här ställs tre alternativa scenarier upp för att påvisa inom vilket spann kostnaderna förväntas infalla då HCT i form av DUO- ekipage introduceras.

6.1 Beräknade förändringar för kostnaderna

Uppskattningen av de framtida kostnaderna har tagits fram genom att applicera värden som fastställts genom att undersöka nuvarande transportupplägg samt genom att ta del av information från pilotprojektet duo2. Många kostnader är svåra att sätta ett exakt värde på utan hamnar oftast inom ett spann, av den anledningen presenteras tre möjliga scenarion. Scenario "Troligt" bygger på de precisa värden på variabler som fastställts och är därför det utfall inom vilket kostnaderna bedöms ha störst sannolikhet att hamna. Nästa scenario betecknas "Min", där antar kostnaderna det lägsta värdet som antas vara realistiskt. Här har införandet av HCT alltså gått så bra som möjligt. Det sista scenariot är Scenario "Max". I detta scenario är kostnaderna tvärtom satta så höga som de bedömts kunna bli.

Tabell 6.1 visar vilka nyckelantagen som skiljer de olika scenarierna åt.

	Nuläge	Troligt	Min	Max
Antal körningar Singel trailer	Baseras på data från företaget	En körning de dagar som ett udda antal trailers levereras	Inga körningar	En körning de dagar som ett udda antal trailers levereras
Antal körningar DUO-trailer	-	Antaget tillägg på 5% för antalet duokörningar.	Inga tillägg	Antaget tillägg på 10% för antalet duokörningar.
Timlön	Kollektivavtal*1,54 för sociala avgifter	Densamma som för nuläge	Densamma som för nuläge	Densamma som för nuläge
Arbetad tid	Enligt körplan från företaget	Tillägg på 1,5 h för längre lastningstid	Tillägg på 1 h för längre lastningstid	Tillägg på 2,5 h för längre lastningstid
Bränslekostnad	Förbrukning enligt NTM CALC	Förbrukning av bränsle enligt Duo2 projektets resultat.	Förbrukning av bränsle antas minska ytterligare jämfört med "Troligt"	Förbrukning enligt NTM CALC
Slitage	Slitage enligt Såcalc	Slitage enligt Såcalc	Samma värden som "Troligt"	Tillägg på 10% för däckslitage jämfört med "Troligt"
Avskrivningar	Infaller endast de dagar fordon används	Infaller endast de dagar fordon används	Infaller endast de dagar fordon används	Infaller endast de dagar fordon används
Inköpskostnad	Inköpskostnad enligt information från Nordanå	Inköpskostnad enligt information från Volvo	Inköpskostnad antas bli 5% lägre för fordon, dolly & trailrar än i scenario "Troligt"	Inköpskostnad antas bli 5% högre för fordon, dolly & trailrar än i scenario "Troligt"
Försäkringar och skatt	Enligt uppgifter från åkeri	Försäkring för fordon antas öka med 33% jämfört med nuläge	Försäkring för fordon antas förbli den samma som i nuläge	Försäkring för fordon antas öka med 67% jämfört med nuläge

Scenariot “Troligt” grundas i de uppgifter som bedöms vara mest relevanta och är det som troligast kommer ligga närmast det faktiska utfallet. Värdena i scenario troligt är för det mesta det exakta värde som identifierats genom undersökningarna. Då en variabel hamnar inom ett spann sätts variablerna i Scenario “Min” till den lägre kostnaden för att ge en uppfattning om vad den totala kostnaden hamnar på då alla variabler är så låga som möjligt. Scenario “Max” är istället tvärtom och visar ett resultat för när variablerna sätts till den högsta kostnaden i spannet.

Eftersom två trailrar kan framföras av en dragbil tas den data som presenteras i 5.2.2 och även i Bilaga 2, och halveras för varje dag. Då antal trailrar som levereras vissa dagar är udda kommer den sista trailern fortsatt behöva framföras likt dagens upplägg med singel-trailer. För den kommer då kostnaderna vara på det sätt som nämns i föregående stycke. Detta innebär att antal körningar inte helt halveras i ett system med DUO-trailer. Ett undantag görs i scenario “Min”. Där antas företaget acceptera reduktionen i flexibilitet och godkänna att variansen jämnas ut mellan dagarna. Vilket leder till att antalet körningar halveras i förhållande till nuläget. Hur antal transporter minskar är en återkommande faktor för hur kostnaderna förändras från ett system med singel-trailer till DUO-trailer.

Ett införande av DUO-trailer innebär att kapaciteten dubblas från att köra med en trailer till att köra med två. Däremot finns en viktbegränsning som innebär att trailrarna inte kan lastas med 42 pall vardera utan endast kan lasta de 33 pall som tar upp golvytan. Vid införande av en DUO-trailer beräknas vikten för ekipaget utan gods uppgå till omkring 35 ton. Då bruttovikten är 80 ton finns alltså en möjlighet att frakta gods för 45 ton. Två trailrar med vardera 33 pall och en vikt på 21-23 ton kommer därför hamna under en totalvikt på 80 ton, bortsett från att båda trailrarna hamnar på 23 ton vardera. Detta innebär att antal transporter förväntas öka. Av den anledningen görs ett tillägg på antal körningar av DUO-trailrar med 5 % i scenario “Troligt” och 10 % i scenario “Max”. I scenario “Min” förväntas den överskridna vikten jämnas ut på samtliga transporter och antal transporter beräknas då vara densamma som i nuläget.

Tabell 6.2 visar antal singel- samt DUO-trailrar som beräknas gå i de olika scenarierna

	Nuläge	Troligt	Min	Max
Antal Single-trailer	1754	170	0	170
Antal Duo-trailer	0	832	877	871

Transportvägen beräknas inte förändras utan stopp kommer fortfarande att kunna göras i två butiker vid norrgående transporter. Däremot beräknas lossning och lastning av varor ta längre tid för ett DUO-ekipage då det är den dubbla mängden gods som skall lossas eller lastas. Utifrån den tid Jaderholm* nämnt att det tar att lossa och lasta antas transporttiden ta 1,5 timme längre tid vilket ger en transporttid på 9 timmar. Denna tid appliceras i scenario “Troligt” och “Min” medan transporttiden i scenario “Max” beräkna ta ytterligare en timme och uppgår då till totalt 10 timmar.

Då antal transporter minskar kommer även den totala kostnaden för förare att minska. Eftersom en transport av ett DUO-ekipage dock förväntas ta något längre tid minskar inte kostnaden med samma faktor som antal transporter.

Tabell 6.3 visar en uppskattning av den totala kostnaden för förarlön under perioden, för nuläge och de tre HCT-Scenarierna.

	Nuläge	Troligt	Min	Max
Timlön (kr)	224	224	224	224
Arbetstid (h)	7,5	9	9	10
Total förarlön (Mkr)	2,95	1,96	1,77	2,24

Användandet av transporter av HCT-typ har visat sig ha potential att kunna ge kraftigt minskade CO2 utsläpp jämfört med dagens trailertransporter (Cider & Ranäng, 2014). Detta förväntas uppnås genom att den ökade tillåtna godsvolymen per fordon medför ett minskat antal fordon i drift och högre effektivitet i relativt mot det nuvarande användandet av Singel-trailer.

För uppskattning om bränsleförbrukningen för ett DUO-ekipage används data från duo2-projektet. För scenario "troligt" tas ett medelvärde på bränsleförbrukningen från 21 körningar, alla med en totalvikt mellan 71-82 ton, vilket ger en bränsleförbrukning på 0,61 liter per km. Vid "Min" används den lägsta bränsleförbrukningen för scenarierna och i "Max" används den högsta. De har på en bränsleförbrukning på 0,52 respektive 0,68 liter per km. Värt att observera är att totalvikten spelar stor roll för bränsleförbrukningen. Då bränsleförbrukningen var nere på 0,52 liter per km hade ekipaget endast en totalvikt på 70,9 ton medan den låg på 79,4 ton då bränsleförbrukningen var 0,68 liter per km.

Tabell 6.4 visar beräknad bränsleförbrukning samt total bränslekostnad för de olika HCT-scenarierna samt nuläget

	Nuläge	Troligt	Min	Max
Bränsleförbrukning Singel-Trailer (l)	165,1	165,1	-	165,1
Bränsleförbrukning DUO-Trailr (l)	-	241	231,1	319,3
Bränslepris (kr)	11,45	11,45	11,45	11,45
Total Bränslekostnad (Mkr)	3,32	2,62	2,32	3,51

Enligt Larsson (2018) måste dragbilen för ett DUO-ekipage ha två drivaxlar vilket innebär att en investering måste göras för inköp av nya dragbilar då nuvarande endast har en drivaxel. Dessutom behövs en investering göras över nya trailrar med dragkrok samt dollys. De pris som mottagits av Larsson (2018), vilka är 1,7 mkr för dragbil med två drivaxlar, 650 tkr för trailer med dragkrok och 250 tkr för dolly, används i scenario "Troligt". Dessa beräknas skrivas av på samma tid som dragbil med en drivaxel, det vill säga 72 månader. I scenario

“Min” beräknas priset kunna avtalas ner med 5 %. För att reservera för att priset som erhållits kan förändras görs därför även en prisökning med 5 % i scenario “Max”.

Tabell 6.5 visar en uppskattning av avskrivningen för fordon och släp under perioden, för nuläge och de tre scenarierna.

	Nuläge	Troligt	Min	Max
Inköpskostnad Singel-Trailer (Mkr)	1,45	1,45	1,45	1,45
Inköpskostnad DUO-Trailer (Mkr)	-	2,9	2,76	3,05
Avskrivningar per år (Mkr)	1,6	1,67	1,52	1,82

Däckslitage beräknas bli högre per fordon då fyra däck tillkommer på dollyn och 6 däck tillkommer på trailern med dragkrok. Dessutom tillkommer trailer och en dolly vilket gör att underhåll och reparation beräknas öka. I tabell 6.6 kan de beräknade kostnaderna observeras, för slitage och reparationer för dragbil med en (1) respektive två (2) drivaxlar samt servicekostnad för Singel- respektive DUO-trailer.

Tabell 6.6 visar kostnader för slitage och reparationer, beräknade per transport, samt den totala kostnaden för perioden.

	Nuläge	Troligt	Min	Max
Slitage & Reparationer, 1	564	564	564	564
Slitage & Reparationer, 2	-	975	975	1033
Servicekostnad Singel-Trailer	272	272	-	272
Servicekostnad DUO-Trailer	-	543	543	543
Totalt Slitage & Reparationer (Mkr)	1,47	1,41	1,33	1,51

Då ett ekipage av typ DUO-trailer till skillnad från singel-trailer innebär att en ny dragbil, en trailer med dragkrok samt en dolly behöver införskaffas anses det logiskt att försäkringskostnaderna för detta ekipage kommer öka. Dock är exakta siffror svåra att ta fram då försäkringar, som nämnts tidigare, beror av en rad olika faktorer. I scenario “Troligt” har därför en ökning gjorts på fordonsförsäkringen med 1000 kronor, till totalt 4000 kronor. Scenario “Min” har behållit den ursprungliga kostnaden på 3000 kr och i scenario “Max” har den istället ökat till 5000 kronor.

Däremot beräknas inte skatten öka för DUO-ekipaget då fordonsskatten är samma för fordon med en skattevikt över 20 000 kg och påhängsvagnar med en skattevikt på över 3000 kg är skattebefriade så länge vissa faktorer uppfylls. De trailrar som ingår i systemet är enligt skatteverkets hemsida skattefria.

Tabell 6.7 visar uppskattade försäkrings- & skattekostnader per år för perioden, visat för nuläge och de tre HCT-scenarierna, där S-T står för singel-trailer och D-T för DUO-trailer

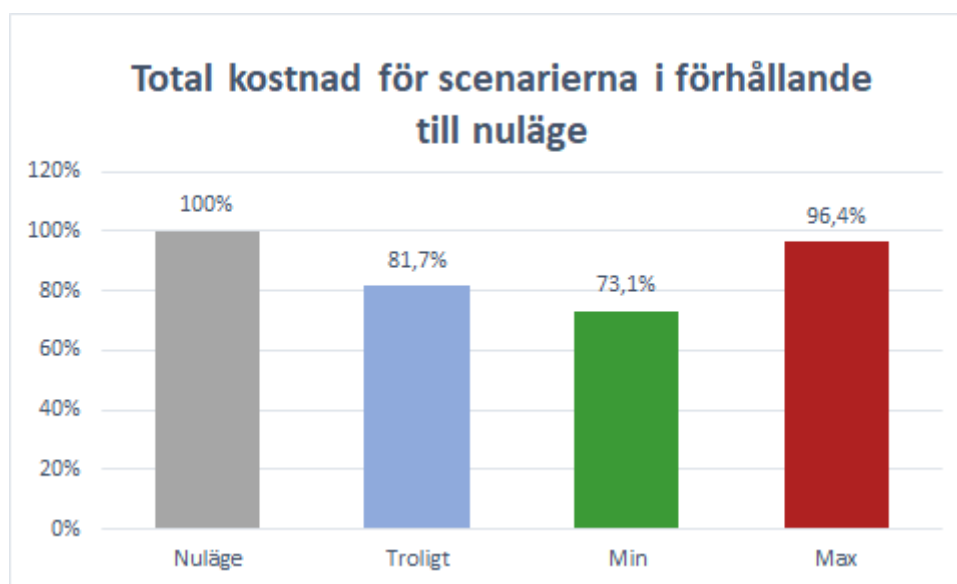
	Nuläge	Troligt	Min	Max
Fordonsförsäkring Singel-Trailer	36 000	36 000	36 000	36 000
Fordonsförsäkring DUO-Trailer	-	48 000	36 000	60 000
Försäkring för trailer Singel-Trailer	12 000	12 000	-	12 000
Försäkring för trailer DUO-Trailer	-	24 000	24 000	24 000
Skatter och vägavgift Singel-Trailer	21 482	21 482	-	21 482
Skatter och vägavgift DUO-Trailer	-	21 482	1790	21 482
Årskostnad (Mkr)	0,46	0,34	0,31	0,35

Totalkostnad

Tabell 6.8 visar de beräknade kostnaderna i systemet för nuläget samt de tre scenarierna med DUO-trailer

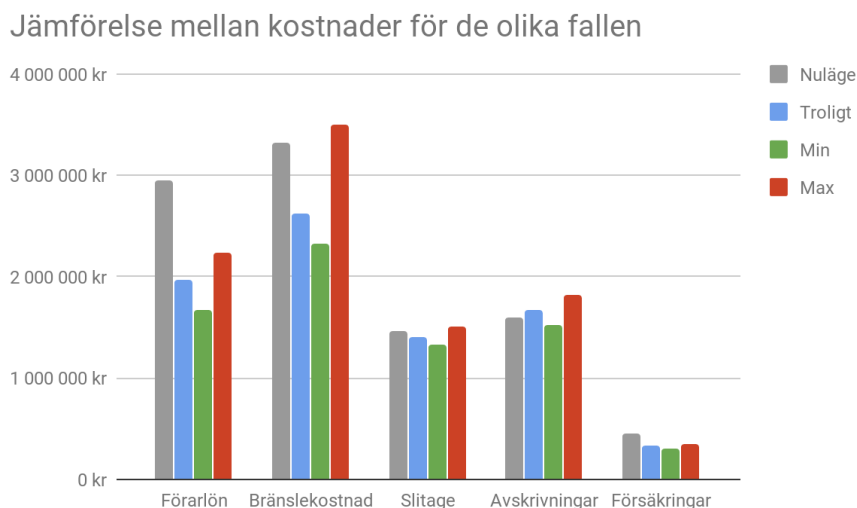
Kostnader	Nuläge	Troligt	Min	Max
Förelön	2,95	1,96	1,67	2,24
Bränslekostnad	3,32	2,62	2,31	3,51
Slitage	1,47	1,41	1,33	1,51
Avskrivningar	1,6	1,67	1,52	1,82
Försäkringar	0,46	0,34	0,31	0,35
Total kostnad	9,79	8,00	7,15	9,43

I figur 6.1 observeras att scenario "Troligt" uppgår till 81,7 % av nulägets kostnader, vilket tyder på en minskning de med 18,3 %. Scenario "Min" uppgår till 73,1 % av nulägets kostnader och innebär en kostnadsminskning på 26,9 % och scenario "Max" antas minska kostnaderna med 3,6 % och uppgår då till 96,4 % av nulägets kostnader.



Figur 6.1 visar total kostnad för de tre scenarierna i förhållande mot kostnaderna i nuläget

För en djupare förståelse för hur kostnaderna skiljer sig för de olika variablerna i de olika scenarierna observeras figur 6.2. Förarlönen minskar i samtliga fall av DUO-ekipage. Den andra variabeln kostnaderna skiljer sig märkbart är bränslekostnaden. Scenario "Min" visar på en betydande minskning medan Scenario Max visar på en ökad bränsleförbrukning. Övriga kostnader skiljer sig något i de olika scenarierna men inte nämnvärt.



Figur 6.2 visar hur kostnaderna skiljer sig i de olika scenarierna uppdelat mellan de olika variablerna

6.2 Möjlighet att framföra ett DUO-ekipage

Enligt Mertz (2018) är kombiterminalen i Malmö av den storleken att inga ombyggnationer behöver göras för att ett DUO-ekipage skall kunna framföras där. Samma information gav Clarén (2018) angående det transporterande åkeriets område. Dock ställs inga trailrar av på deras område utan då en trailer inte används ställs den antingen på kombiterminalen eller omlastningsterminal i Malmö. Omlastningsterminalen har även den möjligheten att ta emot DUO-ekipage samt att de har möjlighet att ställa av den bakre trailern för att lossa eller lasta den främre. Enligt Darhult (2018) är Carlsbergs område för lastning och lossning i Falkenberg av den storleken att de kan ta emot fordonsekipage där den bakre trailern behöver ställas undan för att lasta den främre.

Att inga ombyggnationer på anläggningar krävs för att införa DUO-ekipage på den transportsträcka som analyseras, innebär att i det här specifika fallet tillfaller inga avskrivningar på ombyggnation och anläggning.

I och med pilotprojektet duo2 finns en förordning utformad av transportstyrelsen där ett fordon med maximal längd på 32 meter och maximal bruttovikt på 80 ton får framföras på specifika vägar från DB Schenkers terminal i Malmö till deras terminal i Göteborg. Genom att analysera färdvägen från kombiterminalen på Containergatan 1 i Malmö till Carlsberg på

Årstadvägen och jämföra med den färdväg som fått godkännande att framföra duo ekipage på. I bilaga 2 observeras kartor över Malmö och Falkenberg, där rödmarkerade vägar är de som i dagsläget inte ingår i förordningen för duo2-projektet.

7. ANALYS & DISKUSSION

7.1 Analys av modell

Modellen som upprättats i rapporten har en väldigt enkel, additiv struktur. Det möjliggör för användare att göra tillägg och reduktioner av variabler för att anpassa modellen beroende på hur deras studieobjekt ser ut. Modellens enkelhet medför dock att beräkningarna kräver en stor mängd indata. Om kvaliteten i denna brister genom till exempel felaktiga antaganden kommer modellens output också vara bristfällig. Beräkningarna är alltså bara lika tillförlitliga som summan av dess delar. Den huvudsakliga nyttan modellen gör är att belysa vilka områden som kan utgöra kostnader i ett HCT upplägg. Fastställande av dessa måste användaren göra själv.

Beräkningsmodellen i dess nuvarande utformning är anpassad för att göra beräkningar på antalet levererade trailrar per dag. Hur detta fastställs är upp till användaren och får en stor inverkan på resultatet. Detta kan genomföras genom att studera mängden gods som transporteras under en period och fördela upp den genom kapaciteten av ett HCT ekipage. Desto längre den studerade perioden blir desto mindre hänsyn visas till flexibilitet. Detta bör tas till hänsyn genom att genomföra en känslighetsanalys.

7.2 Analys av nuläge

Vid genomförande av en jämförande studie är en väl konstruerad representation av nuläget helt essentiell. Det är utgångspunkten för bedömningen av alla framtida scenarion.



Figur 3.1 och 11 visar beräknad kostnadsfördelning för nuvarande transportupplägg samt Transportstyrelsens beräknade fördelning av kostnader för ett åkeri

Beräkningarna för fallet visar att de största kostnaderna i systemet är bränslekostnader samt förarlönen. Dessa faktorer står för 32 % respektive 34 % av de totala kostnaderna. Då de identifierade kostnaderna jämförs med det cirkeldiagram över kostnader Transportstyrelsen tagit fram för ett åkeri, kan några skillnader observeras.

Kostnaderna för administration inkluderas inte i beräkningarna för nulägesanalysen. Dessa hamnar utanför den systemram som upprättades i avgränsningen, då de är svåra att koppla direkt till framförandet av transporter. Det finns dock en möjlighet att administrationskostnaderna kan komma att förändras vid införandet av HCT. Kostnad för

framförallt logistikplanering kan komma att ändras. Det undersökta företaget har ett antal personer som varje dag sköter all planering av logistiken för hand. Vid införande av HCT kommer planeringen inkludera färre ekipage, men behöva ta hänsyn till fler olika typer av trailrar, då varje ekipage måste förses med en trailer med och utan dragkrok.

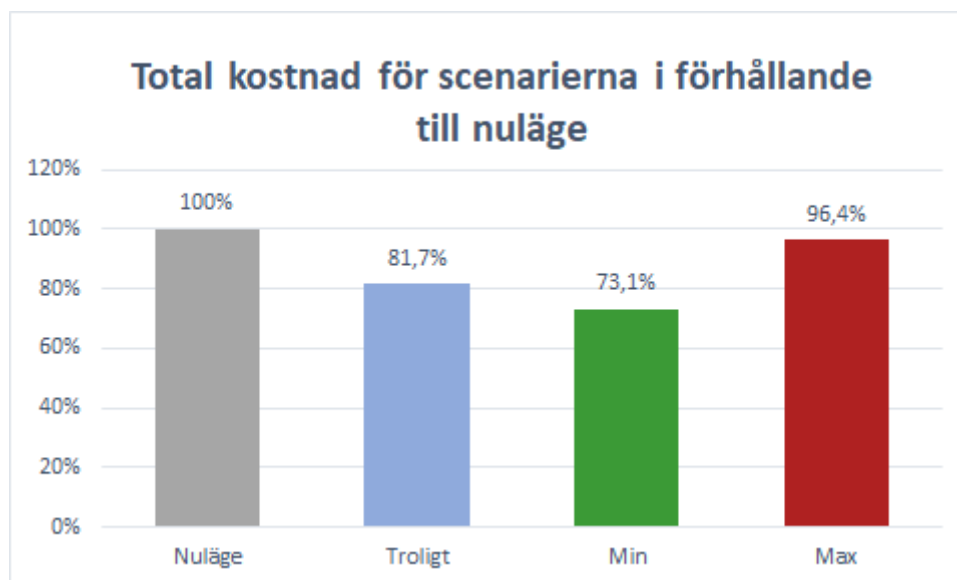
En kostnad som motsvarar ett års avskrivningar för de trailrar som använts under perioden har inkluderats i analysen. I verkligheten hade de flesta av företagets trailrar varit i bruk i över sex år och var alltså helt avskrivna. Då avskrivningsperioden är tänkt att avspegla trailerns livslängd gjordes antagandet att nya trailrar skulle behöva köpas in inom en närstående framtid, vilket motiverar att avskrivningar inkluderas.

Bränslekostnaderna står enligt Transportstyrelsens siffror, som kan ses i figur 5.6, för en lägre andel av kostnaderna än vad beräkningarna i fallstudien visat. Detta trots att vissa variabler som inkluderades i Transportstyrelsens undersökning exkluderats från fallstudien, vilket borde medföra att bränslekostnaderna utgör en större andel. Detta kan bero på en rad olika anledningar. Under styrgruppsmötet för Duo2 framgick att bränsleförbrukningen är svår att uppskatta. Den kan skilja sig åt en hel del beroende på årstid, väder, vägunderlag, godsvikt och även på vilken förare som framför fordonet. Dessutom kan den stora skillnaden i diagrammen emellan bero på att bränslepriset ökat sedan Transportstyrelsens undersökning genomfördes. En annan möjlig förklaring kan vara att körningarna i Transportstyrelsens analys gjorts med lägre lastvikt än körningarna som gjorts mellan Malmö och Falkenberg.

För personalkostnaderna gäller det omvända. Fallstudien visar att personalkostnaden utgör en mindre andel än resultatet från Transportstyrelsens undersökning pekar på. Detta trots att fler variabler inkluderats i transportstyrelsens analys, vilket borde bidra mot en relativ ökning av personalkostnaden i fallstudieresultatet.

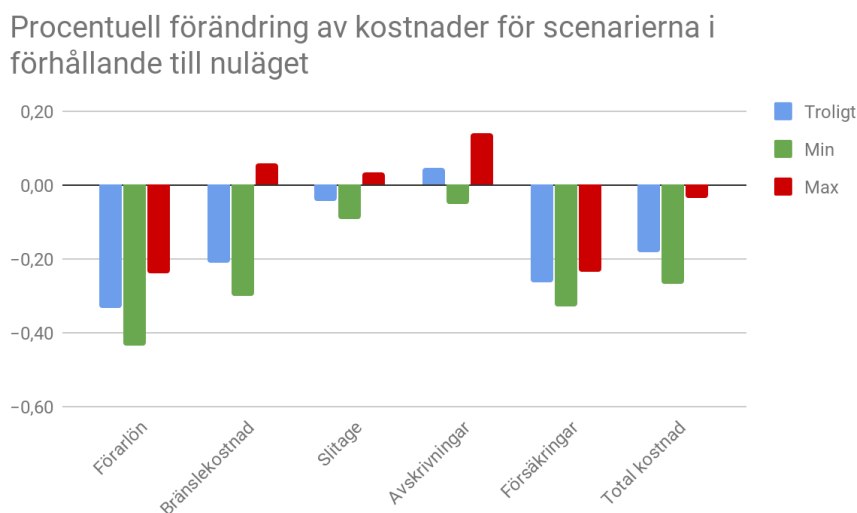
7.3 Jämförelse mellan DUO- och singel-ekipage

En stor andel av forskningen som genomförts inom HCT har varit av generell natur. Det har inte gjorts mycket forskning som går in på djupet när det gäller att studera hur införandet av DUO-ekipage skulle påverka ekonomin inom en specifik, redan etablerad transportkedja. Av den anledningen utgör många variabler ett frågetecken. För att visa variabelers känslighet för variation och hur de kan påverka den totala kostnaden, ställdes tre olika Duo scenarier upp. Utifrån deltagande i styrgruppsmöte för Duo2, kommunikation med avdelningen för logistikplanering på företaget samt kontakt med verksamhetsansvarig på det berörda åkeriet, ställdes scenariet "Troligt" upp som det mest troliga utfallet. Utifrån det ställdes scenarier "Min" och "Max" upp för att visa över vilket spann kostnaderna kan tänkas variera för de olika variablerna, där "Min" representerar hur låga kostnaderna kan tänkas bli och "Max" hur höga.



Figur 6.1 visar den procentuella förändringen hos de olika Scenarierna i förhållande till nuläget

En överblick visar på en kostnadsreducering för alla tre DUO-scenarion mot det nuvarande transportupplägget med Singel-trailer. Om så endast marginal reducering på 3,6 % i scenario “Max”.



Figur 7.1 visar den procentuella förändringen hos de olika kostnadstyperna för scenarierna i förhållande till nuläget

Den variabeln som tydligast förändras vid införande av ett DUO-ekipage är förarlönen vilket beror på att antal chaufförer nästan halveras vid införande av DUO-trailer. De variationer som gjorts i de olika scenarierna är att transporttiden förändras. Enligt Jaderholm* planeras en leverans i nuläget att ta 2h och 45min per riktning och att lasta/lossa varor tar omkring 45-60 min för 33-42 pall. I det första DUO-scenariet har därför ett pålägg gjorts på 1,5 h då en trailer med 33 pall beräknas lossas en gång och lastas en gång. Enligt Jaderholm (2018) kör chaufförerna i regel snabbare än den beräknade tiden, därför ställdes scenario “Min” upp med en beräknad transporttid på 30 min kortare än Scenario “Troligt”. I scenario “Max” har

transporttiden ökats till en timme längre än scenario "Troligt". Enligt Cider (2018) tar en av- och påkoppling av den bakre trailern endast någon enstaka minut för en van chaufför. För reservation att av- och påkoppling av släp tar längre tid än beräknat, ställdes scenario "Max" upp med en körtid på 1 h mer än i scenario "Troligt". Dessutom finns en chans att transporter vissa dagar tar längre tid då ekipaget fastnar i kö på motorvägen.

Sett till grafen för förarlönen har alla tre DUO-scenarier en markant lägre kostnad mot dagens upplägg med singel-trailer. Det är här stora kostnadsbesparingar kan göras genom att lägga upp transportsystemet så att färre transporter behöver genomföras och på så sätt minska kostnaderna för chaufförers arvode.

Nästa variabel som visar på stora variationer i kostnaden är bränsleförbrukningen. Då detta arbete innefattar samma typ av fordon som Duo2-projektet samt till stor del innebär samma transportsträcka anses de uträkningar de gjort för minskad bränsleförbrukning kunna appliceras här. Av den anledningen sattes den förväntade bränsleförbrukningen till att minska med 27 %. Eftersom bränsleförbrukningen kan variera mycket beroende på årstid, väderförhållande och även chaufför, gjordes en uppskattning att under perfekta förhållande kan bränsleförbrukningen till och med minska med 30 %.

För beräkning av bränsleförbrukning i nuläget användes som sagt verktyget NTMCalc Freight Advanced. Då framtagna variabler för DUO-ekipage matades in gjordes upptäckten att verktyget beräknar bränsleförbrukningen som linjär mot godsvikten. Av den anledningen ansågs inte den bränsleförbrukningen särskilt trolig men valdes ändå att ta med som scenario "Max", alltså som en högsta gräns för vad bränsleförbrukningen kan bli för ett DUO-ekipage.

Bränsleförbrukningen är den variabel i modellen med störst osäkerhet i dagsläget. Skulle den visa sig ändras på det sätt den gör i scenario "Max" kommer förvisso bränsleförbrukningen bli högre, vilket resulterar i ökat utsläpp och miljöpåverkan, men den totala kostnaden visar fortfarande på en lägre kostnad än i dagsläget.

En annan variabel som utgör stor osäkerhet är hur skatten kommer beräknas i framtiden. Beräkningarna i det här arbetet utgår ifrån dagens skattesats men under deltagande i styrgruppsmötet för Duo2 framgick det att skatten möjligen kommer baseras på antal hjulaxlar istället. Detta skulle innebära att skatten för ett DUO-ekipage kommer få en mycket högre skatt för sina elva hjulaxlar mot de sex som ett Singel-ekipage har. De övriga två variablerna, slitage- och avskrivningskostnader, visar inte så stor varians av kostnaden för DUO-trailer jämfört med Singel-trailer.

Under besöket i Bro framkom att leverans endast kan göras i två butiker på väg till Falkenberg på grund av de hårt satta slottiderna. Uträkningar i denna rapport bygger därför på att alla transporter gör leveranser till två butiker på vägen upp. I praktiken går det inte alltid till så här. Det finns ingen garanti för att det finns behov att leverera samma mängd som hämtas hos Carlsberg varje dag. Därför är det inte ovanligt att det idag går tomma lastbilar direkt till Carlsberg för att hämta upp varor. Vid ett eventuellt införande av DUO-trailrar

behövs därför de faktiskt leveranserna ses över. Om det är så att varor som skall levereras endast uppgår till hälften av vad som skall hämtas finns möjlighet att antingen endast fylla de bakre trailrarna med leveransvaror för att inte behöva koppla ifrån släpet vid lossning av varor i den främre trailern. Alternativt kan hälften av transportererna leverera varor medan den andra halvan kör direkt till Carlsberg. Vad som är mest kostnadseffektivt av de här två alternativen bör avgöras med kompletterande beräkningar. Faller valet på att fylla båda trailrarna i några ekipage och låta några gå tomma, uppkommer ytterligare en faktor att ta hänsyn till. Två singeltrailrar kan tillsammans leverera varor till fyra olika butiker medan en DUO-trailer endast kan leverera till två. Då minskar flexibiliteten för leverans av varor.

Genom att införa DUO-trailrar tillkommer en viktbegränsning. Liksom det står i kapitel 6.1 kan inte trailrarna lastas med 42 pall då totalvikten måste vara under den tillåtna bruttovikten på 80 ton. Detta kommer innebära en ökning av antal trailrar som behöver gå från Falkenberg till Malmö men valet i den här rapporten var att inte göra beräkningar på hur ofta det skulle hända under den analyserade perioden och hur många trailrar det handlar om.

7.4 Nuvarande begränsningar för företaget att införa HCT

Som nämnts tidigare krävs specifika föreskrifter för att framföra DUO-ekipage på svenska vägar. Föreskriften i Duo2 täcker den största delen av den önskade transportsträckan. Dock behöver denna föreskrift från Trafikverket utökas så den även inkluderar de vägar i Malmö, Falkenberg och mellanliggande butiker, som inte täcks av den nuvarande föreskriften.

Då samarbetet startade med Green Cargo gjordes en överenskommelse mellan företaget och åkeriet som innebär att inköp av alla trailrar görs av företaget. Enligt Håkansson (2018) är en önskan från företagets håll att åkeriet skall stå för inköp och ägande av trailrar då nya skall köpas in. Om en föreskrift skulle gå igenom som gör det möjligt för företaget att framföra DUO-ekipage på den tänkta sträckan finns områden som behövs diskuteras mellan företag och åkeri. Som nämnts får inte de dragbilar åkeriet har idag framföra ett DUO-ekipage. Dessutom krävs dollys samt nya trailrar med dragkrok för att koppla på dollyn och den bakre trailern. Det kan även vara lämpligt att investera i nya trailrar utan dragkrok då de som använts i dagsläget är avskrivna. Eftersom den investering som behöver göras är så stor krävs en överenskommelse mellan åkeri och företag för vem som kommer stå för vilka investeringar samt till vilken grad HCT skall introduceras. Ett alternativ är att starta med några DUO-ekipage för att göra mer noggranna beräkningar för vad det verkliga utfallet blir. Alternativt att ett beslut tas om att införa det här transportupplägget fullt ut och en stor investering görs direkt. Då införande av ett sådant transportupplägg även innebär omstrukturering för leveransplaneringen samt nya rutiner för koppling av de olika trailrarna efter tåget etc. kommer en del resurser krävas. Av den anledningen kan det antas mer lönsamt att implementera det nya systemet fullt ut.

Idag tar åkeriet betalt per timme. De beräkningar som gjorts visar hur kostnaderna kommer förändras för hela systemet och riktar sig framförallt till att visa hur åkeriets kostnader kommer minska. Hur åkeriet sedan väljer att fakturera företaget ligger utanför det här arbetets

gränser. Ett logiskt sätt att se på det är att en minskad kostnad för åkeriet innebär att de kan ta ut ett lägre pris mot företaget. Detta är dock något som behöver avtalas mellan de berörda parterna.

En viktig detalj som inte får bortses ifrån är att antal trailrar som behövs för att systemet skall gå runt beräknas, enligt Håkansson (2018), vara tre gånger så många som används på en sträcka en dag. Eftersom trailrarna lastas på tåget tar det två dagar innan de återvänds. Detta innebär att om det i genomsnitt beräknas gå tre DUO-ekipage per dag sträckan Malmö-Falkenberg, behövs nio trailrar med dragkrok samt nio trailrar utan dragkrok i systemet. Utifrån ett sådant tankesätt kan en storskalig investering vara att föredra då det antagligen innebär att systemet är mindre känsligt för att en trailer med dragkrok inte är på den tänkta platsen vid rätt tidpunkt.

Något den här rapporten inte tar hänsyn till är hur stor del av transportererna i norrgående riktning som levererar varor till butiker längs transportsträckan. Detta borde studeras närmare för att se om behovet finns att fylla dubbla trailrar med varor eller om det endast finns behov för att fylla en. Skulle det senare alternativet vara korrekt kan ett DUO-ekipage endast fylla den bakre trailern med varor för leverans, vilket hade sparat tid vid leveransen då den bakre trailern inte behöver kopplas av och ställas till sidan för att lossa alla varor. Alternativt att några DUO-ekipage kör tomma upp till Carlsberg medan andra är dubbellastade.

8. SLUTSATS & REKOMMENDATIONER

Genom den framtagna metoden har en systemkostnadsanalys utförts över dagens transportupplägg för att identifiera de olika kostnadsvariablerna i ett transportsystem. Dessutom har en systemkostnadsanalys genomförts för att undersöka transportkostnaderna för perioden 1 april 2017 till 31 mars 2018. Tre möjliga scenarier av HCT-transport har prövats i modellen där de ekonomiska utfallen har jämförts med den uträknade kostnaden för perioden.

Resultatet visar på en kostnadsreducering på 18,3 % för scenario "troligt", 26,9 % för scenario "Min" och 3,6 % för scenario "Max". Med de resultaten som underlag anses det lämpligt att undersöka möjligheterna för att implementera DUO-ekipage på den studerade transportsträckan. Att alla tre DUO-scenarier visar på en kostnadsreducering kan anses vara en pålitlig indikation på att så även kommer vara det faktiska utfallet. Däremot kommer ett införande av DUO-ekipage innebära en del organisatoriska förändringar både för åkeriet och för företaget samt att flexibiliteten minskar. Rekommendationerna är att öppna upp en dialog mellan de båda parterna för att bestämma hur ett sådan här införande skall gå till. Dialogen behöver även inkludera hur investeringarna skall delas upp sinsemellan samt hur många DUO-ekipage skall det finnas möjlighet till att framföra dagligen.

En utvärdering bör göras över vilka butiker som skall få leverans av DUO-ekipagen samt undersöka möjligheten för de att ta emot ett sådant ekipage, då detta arbete endast inkluderat att undersöka åkerierna samt Carlsberg.

Ett arbete bör även startas inom en snar framtid för att få igenom en föreskrift som tillåter DUO-ekipage att framföras på de vägar som ingår i transportsträckan. Då föreskrifterna för Duo2-projektet går ut 31 december 2018 och därför behöver förnyas inom kort, rekommenderas att starta en dialog med styrgruppen för Duo2 för att möjligtvis få igenom ett samarbete för att utöka de vägar som omfattas av den föreskriften.

9. VIDARE ARBETE

Då området för HCT fortfarande är ganska outforskat behövs fler pilotprojekt som täcker olika fordonstyper. Många av de pilotprojekt som gjorts har fokuserat på miljöpåverkan. Det vore därför intressant om fler projekt hade fokus på kostnader för att studera hur de förändras vid införande av olika fordonstyper. Om det dessutom påvisar en kostnadsbesparing samtidigt som minskad miljöpåverkan kan det anses troligt att fler företag väljer den typen av fordon. Dessutom känns det troligare att en ny bärighetsklass tas fram för det allmänna vägnätet om allt fler forskning och pilotprojekt visar på en minskad miljöpåverkan.

Som nämndes ovan i 7.4 borde företaget göra en analys över hur många trailrar i norrgående riktning som i dagsläget levererar varor till butiken längs transportsträckan. Detta för att se om det finns ett behov att fylla alla trailrar som framförs eller om det i dagsläget går tomma trailrar för att hämta en leverans.

I dagsläget har personalen som planerar leveranserna tre typer av trailrar som skall matchas på rätt ställe i logistikflödet. Det finns trailrar med temperaturaggregat, frystrailrar samt de utan någonting. Vid införande av DUO-trailer tillkommer även en fjärde typ, trailer med dragkrok. Dessutom finns det möjlighet att den trailern också skall finnas med temperaturaggregat eller vara frystrailer. Detta medför att det vid ett införande kommer finnas fler antal trailrar att hålla reda på vid planering av transporter. Hur detta kommer att påverka kostnaderna för logistikplaneringen bör undersökas vidare.

Om det blir så att DUO-ekipage introduceras på den tänkta transportsträckan kan företaget undersöka möjligheten till att samla transporter för att endast köra med DUO-trailer. Alltså att de fall en singel-trailer behöver framföras, förskjuts den transporten till nästa dag en singel-trailer behövs. Det skulle ge en minskad flexibilitet men större möjlighet att reducera kostnaderna.

REFERENSER

- Andersson, J., et al. (2011). *Trafiksäkerhetspåverkan vid omkörning av 30-metersfordon* (VTI rapport 732). Linköping: VTI
- Asmoarp, V., Enström, J., Bergqvist, M., von Hofsten, H. (2018). *Effektivare transporter på väg: Slutrapport för projekt ETT 2014-2016* (Arbetsrapport 962-2018). Uppsala: Skogfors
- Aspholm, L. (2018). *Personlig kommunikation*. Lars Aspholm AB
- Blidberg, N. (2018). *Personlig kommunikation*. CLOSER
- Cider, L., Ranäng, S. (2014). *Slutrapport Duo2-trailer*. Hämtad från: http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_001901_002000/Publikation_001910/2010-02849_publickrappport_SV.pdf
- Cider, L. (2018). *Personlig kommunikation*. Volvo lastvagnar
- Clarén, A. (2018). *Personlig kommunikation*. Nordana Transport AB
- Coop. (2018). *Coop tar hänsyn till klimatet*. Hämtad från: <https://www.coop.se/Vart--ansvar/Hallbar-verksamhet/Klimatet/>
- Darhult, M. (2018). *Personlig kommunikation*. Carlsberg Sverige AB
- Duo2. (2015). *Nya föreskrifter för DUO-trailern*. Hämtad från: <http://duo2.nu/?p=108>
- Duo2. (2018). *Om försöken*. Hämtad från: http://duo2.nu/?page_id=15
- Freight on Rail. (2018). *Mega trucks alert*. Hämtad från: <http://www.freightonrail.org.uk/NoMegaTrucks.htm>
- Fält, G. (2014). *Cooptåget: Spar miljö och pengar. Godset. s.3*. Hämtad från: https://www.trafikverket.se/contentassets/4531c3ae7ebf4bfc1565189fa1a5baf/godset_01_2014_webb.pdf
- Granlund J., Lang J., 2016, Förkortad väglivslängd – orsaker och kostnader, Reviderad slutrapport, WSP.), Hämtas från: <https://www.yumpu.com/sv/document/view/57043763/forkortad-vaglivslangd/2>
- Hjort, M., Sandin, J. (2012). *Trafiksäkerhetseffekter vid införandet av längre och tyngre fordon : En kunskapsöversikt* (VTI notat 17-2012). Linköping: VTI
- Håkansson, K. (2018). *Personlig kommunikation*. Coop Logistik AB
- Höst, M., Regnell, B & Runeson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete*. Lund: Studentlitteratur

Jaderholm, K. (2018). *Personlig kommunikation*. Coop Logistik AB

Jonsson, P., Mattsson, S-A. (2016). *Logistik: Läran om effektiva materialflöden*. (Upplaga 3.1). Lund. Studentlitteratur

Kyster-Hansen & Sjögren. (2013). *Färdplan High Capacity Transports - Väg*. Hämtad från: https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/resource/files/2013-04-10_fardplan_hct-vag_slutlig_2.pdf

Larsson, L. (2018). *Personlig kommunikation*. Volvo 3P

Mertz, C-J. (2018). *Personlig kommunikation*. Mertz Transport AB

Mollenkopf, D., Closs, D., Twede, D., Sangjin, L., Burgess, G. (2005). Assessing the viability of reusable packaging: A relative cost approach. *Journal of Business Logistics*; 2005; 26, 1; ABI/INFORM Global pg. 169

Nationalencyklopedin. (2018a). *Infrastruktur*. Hämtad från: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/infrastruktur>

Nationalencyklopedin. (2018b). *Åkeri*. Hämtad från: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/%C3%A5keri>

Naturvårdsverket. (2018). *Vägtrafikens miljöpåverkan*. Hämtad från: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Transporter-och-trafik/Vagtrafik/Vagtrafikens-miljopaverkan/#>

No Mega Trucks. (2018). *No mega trucks in Europe*. Hämtad från: <https://www.nomegatrucks.eu/>

Pålsson, H., Sternberg, H. (2018) *LRN 2016 SPECIAL – high capacity vehicles and modal shift from rail to road: combining macro and micro analyses*. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21:2, 115-132, DOI: 10.1080/13675567.2018.1430232

Saxton, B. (2017). *Automatiserad kolonnkörning - En lösning för framtiden?*. (Rapport 2016:22). Stockholm: Trafikanalys

SFS 1998:1276. *Trafikförordningen 4 kap §17*. Hämtad från: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Gods-och-buss/Matt-och-vikt/Grundregler/>

Skatteverket (2011). Fordonsskatttabeller. Hämtad från:
<https://www.skatteverket.se/download/18.b1014b415f3321c0de5d1a/1513089700288/fordonsskatttabeller-2017.pdf>

Sveriges Åkeriföretag. (2018). *SÅCalc, ett verktyg för att beräkna kostnader*. Hämtad från:
<http://www.akeri.se/transportekonomi/foretagsekonomi/sacalc-excel>

Salomonsson, S. (2018). *Personlig kommunikation*. Coop Logistik AB

Transportavtalet. (2016). *Transportavtalet: 1 april 2016 - 30 mars 2017*. Hämtad från:
<http://personal.almroths.se/pp/wp-content/uploads/2017/04/transportavtalet.pdf>

Transportstyrelsen. (2018a). *Bruttoviktstabeller*. Hämtad från:
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Gods-och-buss/Matt-och-vikt/Bruttoviktstabeller/>

Transportstyrelsen (2015). *Godstrafikmarknaden på väg – producenter*. Hämtad från:
(<https://www.transportstyrelsen.se/sv/Publikationer/marknadsovervakning/vagtrafik/godstrafikmarknaden-pa-vag--producenter/>)

Transportstyrelsen. (2017). *Lasta lagligt*. Hämtad från:
https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/vag/yrkestrafik/lasta-lagligt/tran-045-lasta_lagligt_sv_webb_2017.pdf

TransportXXL. (2018a). *Rules and regulations - Dimensioner*. Hämtad från:
http://www.transportxxl.eu/se/documents/eu_directive/dimensions

TransportXXL. (2018b). *Rules and regulations - Högsta tillåtna fordonsvikter*. Hämtad från:
http://www.transportxxl.eu/se/documents/eu_directive/vehicle_weights

TSFS 2015:57. *Transportstyrelsens föreskrifter om färd med lastbil med två påhängsvagnar mellan Malmö och Göteborg*. Hämtad från:
https://www.transportstyrelsen.se/TSFS/TSFS%202015_57.pdf

Åkesson, V. (2018). *Personlig kommunikation*. Schenker Consulting AB

Figurer:

Transportstyrelsen. (2017). *Lasta lagligt*. Hämtad från:
https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/vag/yrkestrafik/lasta-lagligt/tran-045-lasta_lagligt_sv_webb_2017.pdf

Tabeller:

Transportstyrelsen. (2018b). *Grundregler*. Hämtad från:

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Gods-och-buss/Matt-och-vikt/Grundregler/>

Trafikverket. (2018). *BK4 - Ny bärighetsklass effektiviserar industrins godstransporter*.

Hämtad från: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/barighetsklass-bk4/>

BILAGOR

Bilaga 1. Tabeller över antal trailrar

Tabell B1 visar antal trailrar som fraktades från Carlsberg till kombiterminalen i Malmö varje dag från april 2017 till och med mars 2018.

April	Antal Trailrar	Maj	Antal Trailrar	Juni	Antal Trailrar
2017-04-03	7	2017-05-01	7	2017-06-01	6
2017-04-04	7	2017-05-02	5	2017-06-02	5
2017-04-05	7	2017-05-03	5	2017-06-05	10
2017-04-06	6	2017-05-04	8	2017-06-06	7
2017-04-07	7	2017-05-05	7	2017-06-07	11
2017-04-10	11	2017-05-08	7	2017-06-08	7
2017-04-11	5	2017-05-09	6	2017-06-09	6
2017-04-12	5	2017-05-10	8	2017-06-11	1
2017-04-13	5	2017-05-11	7	2017-06-12	6
2017-04-14	5	2017-05-12	7	2017-06-13	7
2017-04-17	5	2017-05-15	10	2017-06-14	7
2017-04-18	5	2017-05-16	8	2017-06-15	8
2017-04-19	5	2017-05-17	7	2017-06-16	12
2017-04-20	6	2017-05-18	7	2017-06-18	2
2017-04-21	5	2017-05-19	7	2017-06-19	13
2017-04-24	5	2017-05-22	8	2017-06-20	10
2017-04-25	6	2017-05-23	8	2017-06-21	12
2017-04-26	4	2017-05-24	10	2017-06-22	7
2017-04-27	5	2017-05-25	7	2017-06-23	8
2017-04-28	6	2017-05-26	7	2017-06-26	13
		2017-05-29	7	2017-06-27	7
		2017-05-30	6	2017-06-28	11
		2017-05-31	8	2017-06-29	10
				2017-06-30	9

Juli	Antal Trailrar	Augusti	Antal Trailrar	September	Antal Trailrar
2017-07-03	10	2017-08-01	7	2017-09-01	5
2017-07-04	7	2017-08-02	6	2017-09-04	3
2017-07-05	7	2017-08-03	7	2017-09-05	2
2017-07-06	8	2017-08-04	8	2017-09-06	4
2017-07-07	7	2017-08-07	7	2017-09-07	6
2017-07-10	7	2017-08-08	6	2017-09-08	4
2017-07-11	7	2017-08-09	7	2017-09-11	7
2017-07-12	7	2017-08-10	5	2017-09-12	5
2017-07-13	7	2017-08-11	5	2017-09-13	6
2017-07-14	7	2017-08-14	6	2017-09-14	7

2017-07-17	7	2017-08-15	7	2017-09-15	6
2017-07-18	7	2017-08-16	4	2017-09-18	7
2017-07-19	7	2017-08-17	4	2017-09-19	7
2017-07-20	7	2017-08-18	6	2017-09-20	7
2017-07-21	7	2017-08-21	6	2017-09-21	6
2017-07-24	7	2017-08-22	5	2017-09-22	6
2017-07-25	7	2017-08-23	7	2017-09-25	6
2017-07-26	7	2017-08-24	6	2017-09-26	7
2017-07-27	7	2017-08-25	5	2017-09-27	7
2017-07-28	5	2017-08-28	4	2017-09-28	7
2017-07-30	2	2017-08-29	3	2017-09-29	6
2017-07-31	6	2017-08-30	6		
		2017-08-31	3		

Oktober	Antal Trailrar	November	Antal Trailrar	December	Antal Trailrar
2017-10-02	6	2017-11-01	8	2017-12-01	6
2017-10-03	7	2017-11-02	9	2017-12-04	7
2017-10-04	5	2017-11-03	8	2017-12-05	7
2017-10-05	7	2017-11-06	9	2017-12-06	7
2017-10-06	6	2017-11-07	11	2017-12-07	7
2017-10-09	6	2017-11-08	10	2017-12-08	7
2017-10-10	9	2017-11-09	11	2017-12-11	7
2017-10-11	7	2017-11-10	10	2017-12-12	7
2017-10-12	7	2017-11-13	4	2017-12-13	8
2017-10-13	7	2017-11-14	9	2017-12-14	7
2017-10-16	7	2017-11-15	9	2017-12-15	7
2017-10-17	8	2017-11-16	10	2017-12-18	7
2017-10-18	10	2017-11-17	9	2017-12-19	7
2017-10-19	8	2017-11-20	7	2017-12-20	6
2017-10-20	7	2017-11-21	6	2017-12-21	9
2017-10-23	9	2017-11-22	6	2017-12-22	7
2017-10-24	9	2017-11-23	6	2017-12-25	7
2017-10-25	9	2017-11-24	5	2017-12-26	10
2017-10-26	8	2017-11-27	8	2017-12-27	10
2017-10-27	9	2017-11-28	7	2017-12-28	4
2017-10-29	1	2017-11-29	6	2017-12-29	5
2017-10-30	7	2017-11-30	6		
2017-10-31	9				

Januari	Antal Trailrar	Februari	Antal Trailrar	Mars	Antal Trailrar
2018-01-01	4	2018-02-01	5	2018-03-01	5
2018-01-02	4	2018-02-02	3	2018-03-02	6
2018-01-03	1	2018-02-04	1	2018-03-05	7
2018-01-04	2	2018-02-05	2	2018-03-06	9
2018-01-05	7	2018-02-06	7	2018-03-07	10
2018-01-08	7	2018-02-07	7	2018-03-08	8
2018-01-09	3	2018-02-08	4	2018-03-09	9
2018-01-10	5	2018-02-09	10	2018-03-12	9
2018-01-11	4	2018-02-12	7	2018-03-13	9
2018-01-12	7	2018-02-13	7	2018-03-14	8
2018-01-15	7	2018-02-14	7	2018-03-15	7
2018-01-16	7	2018-02-15	7	2018-03-16	5
2018-01-17	7	2018-02-16	7	2018-03-19	4
2018-01-18	7	2018-02-19	11	2018-03-20	5
2018-01-19	6	2018-02-20	7	2018-03-21	5
2018-01-22	4	2018-02-21	7	2018-03-22	5
2018-01-23	4	2018-02-22	7	2018-03-23	6
2018-01-24	3	2018-02-23	7	2018-03-26	6
2018-01-25	5	2018-02-26	7	2018-03-27	4
2018-01-26	5	2018-02-27	7	2018-03-28	7
2018-01-29	3	2018-02-28	5	2018-03-29	3
2018-01-30	3			2018-03-30	4
2018-01-31	5				

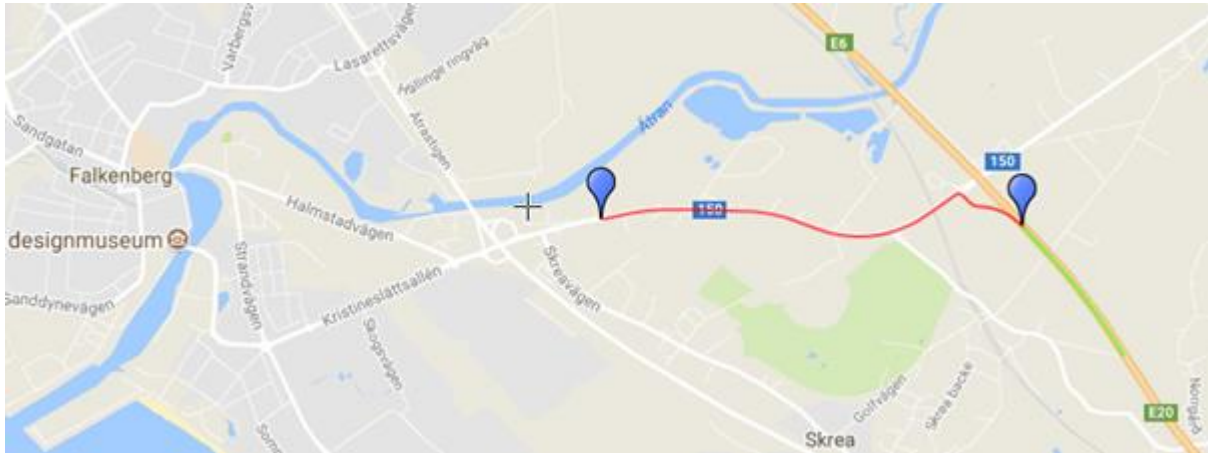
Tabell B2 visar antal trailrar som fraktades från Carlsberg till kombiterminalen i Malmö varje månad från april 2017 till och med mars 2018.

Månad	Antal Trailrar
April	117
Maj	169
Juni	195
Juli	150
Augusti	130
September	121
Oktober	168
November	174
December	149
Januari	110
Februari	132
Mars	141

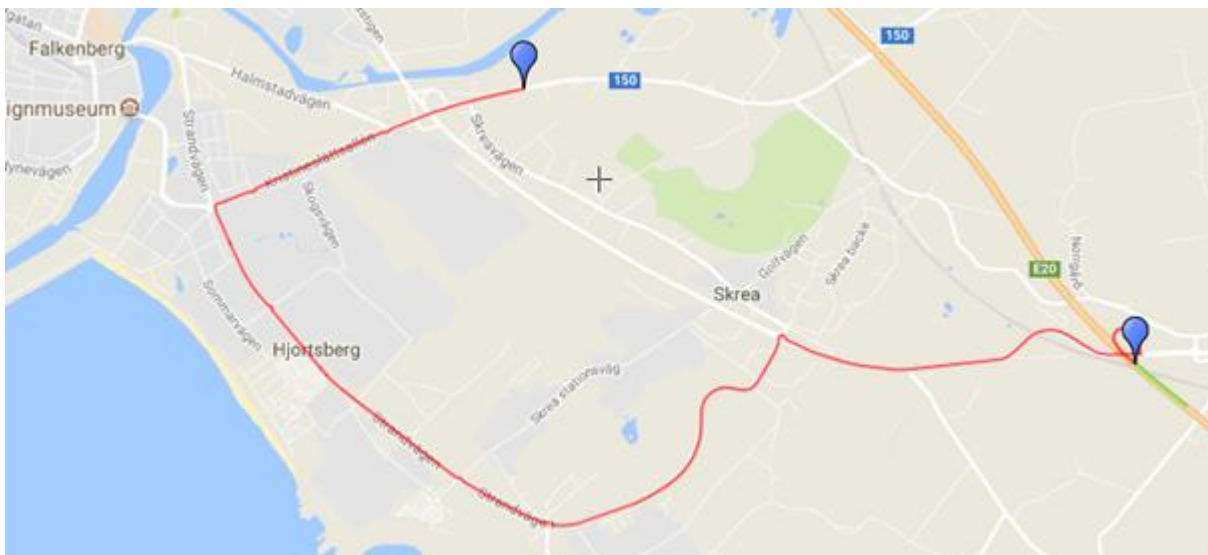
Bilaga 2. Karta över färdväg

Följande figurer visar i rött de färdvägar som inte inkluderas i trafikverkets författningssamling över vägar som duo ekipage får framföras på samt i grön då de inkluderas.

Falkenberg

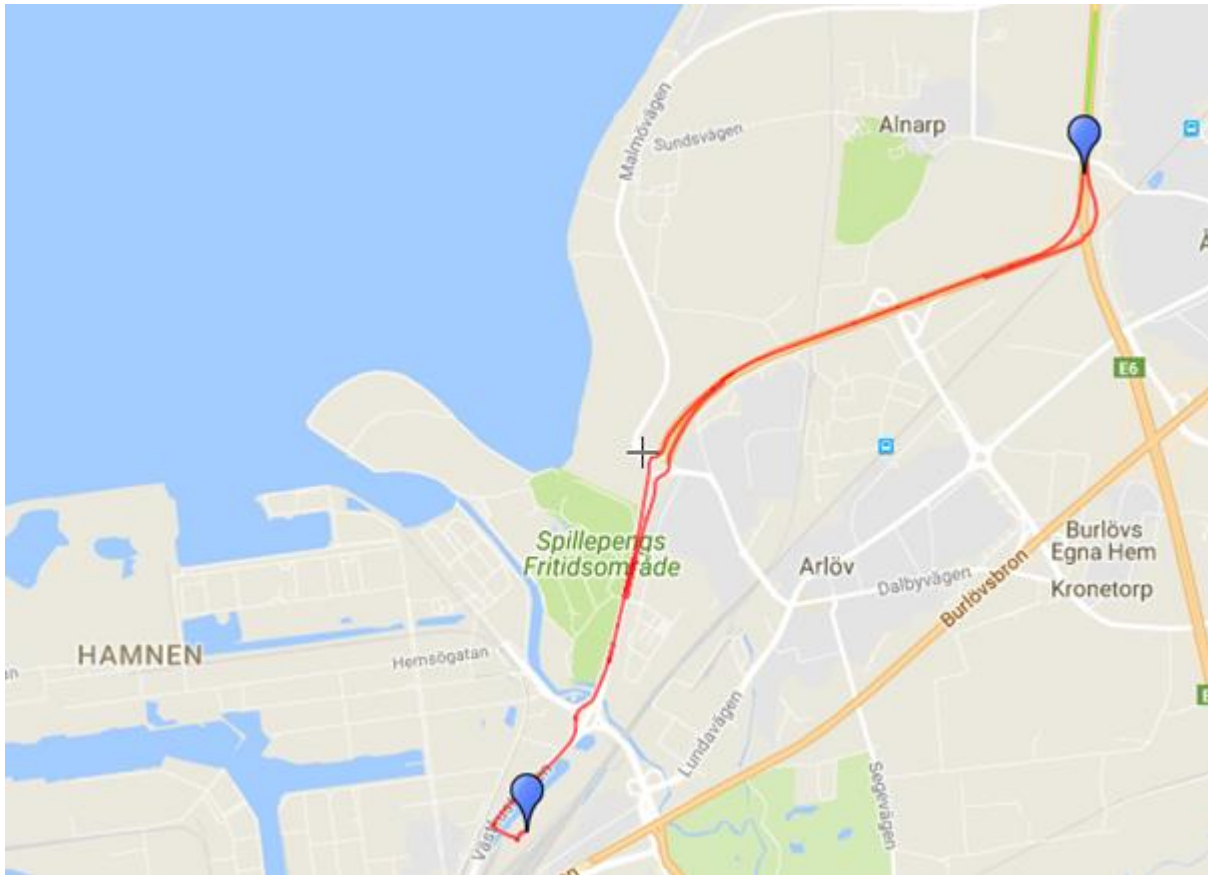


Figur B1 visar färdvägen från bryggeriet på Årstadvägen 6 i Falkenberg ut mot väg E6 mot Malmö.



Figur B2 visar den färdväg från E6 till Årstadvägen 6 som skiljer sig från tidigare nämnda färdväg.

Malmö



Figur B3 visar färdvägen i båda riktningar mellan kombiterminalen på Containergatan 6 och E6 mot Falkenberg och Göteborg.

Bilaga 3. Excelberäkningar

Systemanalys: Nuläget	
Leveransvolym: Antal trailrar	1754
Antal körningar	1754
Förarens arbetade tid Singel trailer	7,5
Timlön förare	224
förlön	2 946 425 kr
Bränsleförbrukning Malmö-Falkenberg tur och retur	165,1
Bränslekostnad	11,45
Bränsleförbrukning (kr)	3 315 753 kr
Transportsträcka Malmö-Falkenberg	174,5
Transportsträcka Falkenberg-Malmö	167,44
Däckslitage (kr/km)	0,55
Reparationer (kr/km)	1,1
Underhåll trailer (Kr/månad)	6000
Underhåll trailer kostnad per körning	272
Totalt slitage	1 466 167 kr
Antal körningar Singel trailer	1754
inköpskostnad fordon (kr)	1150000
Inköpskostnad dolly+trailer (kr)	300000
Antal dagar bilen framförs (st/år)	265
avskrivningsperiod (år)	6
Totala avskrivningar lastbil	1 599 560 kr
Fordonsförsäkring per månad	3000
Trailerförsäkring per månad	1000
Försäkringskostnad per dag per bil	181
Skatt och vägavgift Singel-trailer (kr) per körning	81
Försäkringar	459 892 kr

Totalkostnad singel-trailer	9 787 797 kr
-----------------------------	--------------

Systemanalys: HCT Scenario "Troligt"	
Leveransvolym: Antal trailrar	1754
Antal körningar Duo Trailer	832
Antal körningar Singel Trailer	170
Förarens arbetade tid Duo Trailer	9
Förarens arbetade tid Singel trailer	7,5
Timlön förare	224
förlön (kr)	1 962 716 kr
Bränsleförbrukning Malmö-Falkenberg Duo trailrar (tur & retur)	241,046
Bränsleförbrukning Malmö/Falkenberg Singel Trailrar (tur & retur)	165,1
Bränslekostnad	11,45
Bränsleförbrukning (kr)	2 617 668 kr
Transportsträcka Malmö/Falkenberg	174,5
Transportsträcka Malmö/Falkenberg	167,44
Däckslitage kr/km (Single Trailer)	0,55
Reparationer kr/km (Single Trailer)	1,1
Däckslitage kr/km (Duo Trailer)	0,85
Reparationer kr/km (Duo Trailer)	2
Underhåll trailer Kr/månad	6 000,00 kr
Slitage trailer kostnad per körning (Single Trailer)	272 kr
Slitage trailer kostnad per körning (Duo trailer)	543 kr
Totalt slitage	1 405 016,64 kr
Antal körningar Duo Trailer	832
Inköpskostnad fordon (Duo trailer)	1700000
Inköpskostnad dolly+trailer (duo Trailer)	1200000

Antal körningar (Single Trailer)	170
inköpskostnad fordon (single Trailer) (kr)	1150000
Inköpskostnad dolly+trailer (single Trailer)	300000
antal dagar bilen framförs (st/år)	265
avskrivningsperiod (år)	6
Totala avskrivningar llastbil	1 672 516 kr
Fordonsförsäkring per månad (Single Trailer)	3000
Trailerförsäkring per månad (Single trailer)	1000
Försäkringskostnad per bil och dag (Single Trailer)	181
Fordonsförsäkring per månad (Duo Trailer)	4000
Trailerförsäkring per månad (Dou trailer)	2000
Försäkringskostnad per bil och dag (Dou Trailer)	272
Skatt och vägavgift Singel-trailer (kr) per körning	81
Skatt och vägavgift DUO-trailer (kr) per körning	81
Försäkringskostnad	338 072 kr
Avskrivningar för ombyggnationer	
Totalkostand scenario "Troligt"	7 995 987 kr

Systemanalys: HCT Scenario "Min"	
Leveransvolym: Antal trailrar	1754
Antal körningar Duo Trailer	877
Antal körningar Singel Trailer	0
Förarens arbetade tid Duo Trailer	8,5
Förarens arbetade tid Singel trailer	7,5
Timplön förare	224
förlön (kr)	1669641,019
Bränsleförbrukning Malmö-Falkenberg Duo trailrar (tur & retur)	231,14

Bränsleförbrukning Malmö/Falkenberg Singel Trailrar (tur & retur)	165,1
Bränslekostnad	11,45
Bränsleförbrukning (kr)	2 321 027 kr
Transportsträcka Malmö/Falkenberg	174,5
Transportsträcka Malmö/Falkenberg	167,44
Däckslitage kr/km (Single Trailer)	0,55
Reparationer kr/km (Single Trailer)	1,1
Däckslitage kr/km (Duo Trailer)	0,85
Reparationer kr/km (Duo Trailer)	2
Underhåll trailer Kr/månad	6 000,00 kr
Slitage trailer kostnad per körning (Single Trailer)	272 kr
Slitage trailer kostnad per körning (Duo trailer)	543 kr
Totalt slitage	1 331 220 kr
Antal körningar Duo Trailer	877
Inköpskostnad fordon (Duo trailer)	1615000
Inköpskostnad dolly+trailer (duo Trailer)	1140000
Antal körningar (Single Trailer)	0
inköpskostnad fordon (single Trailer) (kr)	1150000
Inköpskostnad dolly+trailer (single Trailer)	300000
antal dagar bilen framförs (st/år)	265
avskrivningperiod (år)	6
Totala avskringar lastbil	1 519 581,76 kr
Fordonsförsäkring per månad (Single Trailer)	3000
Trailerförsäkring per månad (Single trailer)	1000
Försäkringskostnad per bil och dag (Single Trailer)	181
Fordonsförsäkring per månad (Duo Trailer)	3000
Trailerförsäkring per månad (Dou trailer)	2000
Försäkringskostnad per bil och dag (Dou Trailer)	272
Skatt och vägavgift Singel-trailer (kr) per körning	81
Skatt och vägavgift DUO-trailer (kr) per körning	81

Försäkringskostnad	309 372,51 kr
Askrivningar för ombyggnationer	
Totalkostnad scenario "Min"	7 150 843 kr

Systemanalys: HCT Scenario "Max"	
Leveransvolym: Antal trailrar	1754
Antal körningar Duo Trailer	871
Antal körningar Singel Trailer	170
Förarens arbetade tid Duo Trailer	10
Förarens arbetade tid Singel trailer	7,5
Timplön förare	224
förelön (kr)	2 236 416,34 kr
Bränsleförbrukning Malmö-Falkenberg Duo trailrar (tur & retur)	319,3
Bränsleförbrukning Malmö/Falkenberg Singel Trailrar (tur & retur)	165,1
Bränslekostnad	11,45
Bränsleförbrukning (kr)	3 505 730,09 kr
Transportsträcka Malmö/Falkenberg	174,5
Transportsträcka Malmö/Falkenberg	167,44
Däckslitage kr/km (Single Trailer)	0,55
Reparationer kr/km (Single Trailer)	1,1
Däckslitage kr/km (Duo Trailer)	1,02
Reparationer kr/km (Duo Trailer)	2
Underhåll trailer Kr/månad	6 000,00 kr
Slitage trailer kostnad per körning (Single Trailer)	272 kr
Slitage trailer kostnad per körning (Duo trailer)	543 kr

Totalt slitage	1 514 846,78 kr
Antal körningar Duo Trailer	871
Inköpskostnad fordon (Duo trailer)	1785000
Inköpskostnad dolly+trailer (duo Trailer)	1260000
Antal körningar (Single Trailer)	170
inköpskostnad fordon (single Trailer) (kr)	1150000
Inköpskostnad dolly+trailer (single Trailer)	300000
antal dagar bilen framförs (st/år)	265
avskrivningperiod (år)	6
Totala avskringar lastbil	1 823 078,62 kr
Fordonsförsäkring per månad (Single Trailer)	3000
Trailerförsäkring per månad (Single trailer)	1000
Försäkringskostnad per bil och dag (Single Trailer)	181
Fordonsförsäkring per månad (Duo Trailer)	5000
Trailerförsäkring per månad (Dou trailer)	2000
Försäkringskostnad per bil och dag (Dou Trailer)	272
Skatt och vägavgift Singel-trailer (kr) per körning	81
Skatt och vägavgift DUO-trailer (kr) per körning	81
Försäkringskostnad	351 829,29 kr
Askivningar för ombyggnationer	
Totalkostnad Scenario "Max"	9 431 901 kr