



CHALMERS



Beräkning av koldioxidutsläpp från frakter mellan Kina, USA och Sverige

Skillnader i koldioxidutsläpp med eller utan
lagerhållning nära slutkund

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och
produktionsteknik

AMANDA AHO VANHATAPIO
KAJSA WENSING

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNISKA EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SERVICE MANAGEMENT AND LOGISTICS**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2021
www.chalmers.se
Rapportnummer E2021:071

Rapportnummer E2021:071

**Beräkning av koldioxidutsläpp från frakter
mellan Kina, USA och Sverige**
Skillnader i koldioxidutsläpp med eller utan lagerhållning
nära slutkund

**AMANDA AHO VANHATAPIO
KAJSA WENSING**

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Service management and logistics
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021

Beräkning av koldioxidutsläpp från frakter mellan Kina, USA och Sverige
Skillnader i koldioxidutsläpp med eller utan lagerhållning nära slutkund

AMANDA AHO VANHATAPIO
KAJSA WENSING

© AMANDA AHO VANHATAPIO, 2021
© KAJSA WENSING, 2021

Rapportnummer E2021:071
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Bild på framsidan: Prime Penguins företagslogga, källa: Prime Penguin (4 maj 2021)

Göteborg, Sverige 2021

Göteborg, Sverige 2021

Beräkning av koldioxidutsläpp från frakter mellan Kina, USA och Sverige
Skillnader i koldioxidutsläpp med eller utan lagerhållning nära slutkund

AMANDA AHO VANHATAPIO
KAJSA WENSING

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

En effekt av digitalisering och Covid-19 pandemin var att onlinehandeln ökade, vilket höjde kraven på transporter både nationellt och internationellt. Transporter utgör en stor andel av världens totala koldioxidutsläpp och är därmed en direkt orsak till globala uppvärmningen. Som känt handlar den globala uppvärmning om ökade temperaturer vilket bidrar till extrema väder. För att minska utsläppen måste transportplaneringen bli mer effektiv.

I rapporten behandlas metoder och modeller för att beräkna koldioxidutsläpp från transporter. Arbetet utvärderar koldioxidutsläppen för en produkt som produceras i Kina, för ett svenskt företags räkning, och sedan transporteras till slutkund på USA:s östkust. Jämförelser görs mellan om varan transporteras till lager i Sverige eller direkt till en tredjepartslogistik med lager i USA, i väntan på kundorder. Arbetet har gjorts i samarbete med företaget Prime Penguin, som är en mellanhand och hjälper företag att hitta en tredjepartslogistik med lagerhållning nära slutkund.

Flera rutter för *Shanghai - Stockholm - New York* och *Shanghai - New York* har undersökts. För sträckan mellan lagret i Sverige och slutkund i USA har både sjö- och flygtransport undersökts. Från producent till lager är det antagna transportmedlet alltid båt. När lager finns nära slutkund fraktas ordern med lastbil. Resultatet från denna rapport visar att för produkter som ska fraktas över hav kan ett lager nära slutkund, eventuellt genom en 3PL-partner, bidra till mindre koldioxidutsläpp tack vare kortare distans och möjlighet att använda mer klimatvänliga transportalternativ. Rapporten diskuterar också aspekterna kostnad, klimat och kundbehov i val av frakt.

Nyckelord: frakt, transport, sjöfart, tredjepartslogistik, lagerhållning, koldioxidutsläpp, hållbar utveckling, kundbehov, Kina, USA, Sverige

Gothenburg, Sweden 2021

Calculation of carbon dioxide emissions from freights between China, the USA, and Sweden

Differences in carbon dioxide emissions with or without warehousing close to the end customer

AMANDA AHO VANHATAPIO

KAJSA WENSING

The Department of Technology Management and Economics
Chalmers University of Technology

Abstract

Online shopping has increased as an effect of digitalization and the Covid-19 pandemic, which raises the requirements for freight transports, both nationally and internationally. Transports account for a large percentage of the total carbon dioxide emissions in the world and are a reason behind global warming. As is known, global warming refers to rising temperatures that contribute to more extreme weather. To reduce emissions, transport planning must be more efficient.

The report presents current methods and models for calculating carbon dioxide emissions in transports. Additionally, carbon dioxide emissions are evaluated of a product that is produced in China on behalf of a Swedish company and then transported to the end customer on the east coast of the USA. Comparisons of the emissions are made between the alternatives of transporting the product to a warehouse in Sweden or directly to a third-party logistician with a warehouse in the USA. This work is a collaboration with the company Prime Penguin, an intermediary that helps companies to find a third-party logistician with warehousing close to their end customer.

Several routes for *Shanghai - Stockholm - New York* and *Shanghai - New York* have been investigated. For the route between the warehouse in Sweden and the end customer, both sea transport and air freight have been investigated. With a warehouse in New York, close to the end customer, the order can be delivered by Van. From producer to the storage unit the assumed means of transport is by ship. The results from this report show that having a storage unit close to the end customer, possibly through a 3PL partner, can help reduce emissions due to shorter distances and the possibility to use more climate-friendly transport options. The report also discusses the relationship between cost, climate, and customer requirements when choosing an alternative for freight.

Keywords: freight, transport, sea freight, third-party logistics, warehousing, carbon dioxide emissions, sustainable development, customer demands, China, the USA, Sweden

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| Förord | 10 |
| 1. Inledning | 10 |
| 1.1 Bakgrund | 10 |
| 1.2 Syfte | 11 |
| 1.3 Forskningsfrågor | 11 |
| 1.4 Avgränsningar | 12 |
| 2. Teoretiska ramverk | 13 |
| 2.1 Flöden | 13 |
| 2.2 Supply chain management | 13 |
| 2.2.1 Warehouse management och Transport management | 13 |
| 2.3 Outsourcing och 3PL | 14 |
| 2.4 Godstransporter | 14 |
| 2.4.1 Sjötransporter | 14 |
| 2.4.2 Vägtransporter | 15 |
| 2.4.3 Flygtransporter | 15 |
| 2.4.4 Intermodala transporter | 15 |
| 2.5 Lager och distribution | 16 |
| 2.5.1 Centraliseringsgrad | 16 |
| 2.5.2 Distributionsstrukturer | 16 |
| 2.5.3 Lagerhållning och dess kostnader | 16 |
| 2.6 Kundservice | 17 |
| 2.7 Hållbar utveckling | 17 |
| 2.7.1 Växthusgaser och koldioxid | 18 |
| 2.7.2 Luftföroreningar | 18 |
| 2.7.3 Transporter och koldioxidutsläpp | 18 |
| 2.8 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp | 18 |
| 2.8.1 Beräkningsmetod från Naturvårdsverket | 18 |
| 2.8.2 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp från sjöfrakt | 19 |
| 2.8.3 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp från vägfrakt | 19 |
| 2.8.4 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp från flygfrakt | 19 |
| 2.9 Sjöfrakt Kina, USA och Europa | 20 |
| 3. Metod | 23 |
| 3.1 Metoder för datainsamling | 23 |
| 3.1.1 Kvantitativa- och kvalitativa metoder | 23 |
| 3.2 Arbetsgång | 23 |
| 3.3 Metodreflektion | 24 |
| 3.3.1 Reliabilitet | 24 |
| 3.3.2 Validitet | 25 |
| 3.3.3 Etik | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 4. Empiri | 27 |
| 4.1 <i>Fraktalternativ</i> | 27 |
| 4.1.1 Intervjuer om transporter, nätverk och fordon | 27 |
| 4.1.2 Intervjuer om båtfrakt | 27 |
| 4.1.3 Intervjuer om flygfrakt mellan Sverige och USA | 27 |
| 4.1.4 Sammanställning av fraktalternativ | 28 |
| 4.2 <i>Koldioxidberäkningar</i> | 31 |
| 4.2.1 Intervjuer om koldioxidberäkningar | 31 |
| 4.2.2 Indata till beräkningar | 32 |
| 4.2.3 Presentation av beräkningsverktyg | 33 |
| 4.2.4 Antaganden och användning av beräkningsverktygen | 35 |
| 4.3 <i>Kostnader för fraktalternativ</i> | 37 |
| 4.3.1 Intervjuer om kostnader | 37 |
| 4.3.2 Index för båtfrakt | 38 |
| 4.3.3 Kostnad för flygfrakt med DHL och DSV | 39 |
| 4.4 <i>Övriga intervjuer</i> | 40 |
| 4.4.1 Intervjuer om lagerhållning | 40 |
| 4.4.1 Intervjuer om kundbehov | 40 |
| 5. Resultat | 41 |
| 5.1 <i>Forskningsfråga 1</i> | 41 |
| 5.2 <i>Forskningsfråga 2</i> | 42 |
| 5.2.1 Leveranstider | 44 |
| 5.2.2 Kostnader | 44 |
| 5.3 <i>Forskningsfråga 3</i> | 45 |
| 5.3.1 Beräkningar för sträckor med tredjepartslogistik | 45 |
| 5.3.2 Beräkningar för sträckor utan tredjepartslogistik | 46 |
| 5.3.3 Resultat för totalt koldioxidutsläpp | 49 |
| 5.4 <i>Forskningsfråga 4</i> | 49 |
| 6. Analys | 50 |
| 6.1 <i>Analys forskningsfråga 1</i> | 50 |
| 6.2 <i>Analys forskningsfråga 2</i> | 50 |
| 6.3 <i>Analys forskningsfråga 3</i> | 51 |
| 6.4 <i>Analys forskningsfråga 4</i> | 52 |
| 7. Slutsats | 53 |
| 8. Diskussion | 55 |
| Källhänvisning | 57 |

Förord

Under vårterminen 2021 har följande examensarbete genomförts i samarbete med Prime Penguin. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och är ett avslutande arbete i högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och produktionsteknik på Chalmers Tekniska Högskola, 180 högskolepoäng.

Vi vill tacka vår handledare Joakim från Prime Penguin samt Nina från Chalmers för god feedback och stöttning på vägen. Vidare vill vi även tacka alla personer som har ställt upp på intervju. Vi är medvetna om att transportbranschen har stor press på sig just nu och vi är väldigt tacksamma för att ni har hjälpt oss trots detta.

1. Inledning

I inledningen presenteras arbetets bakgrund, syfte, forskningsfrågor samt avgränsningar.

1.1 Bakgrund

I takt med att digitaliseringen ökar växer även e-handeln. PostNord (2020) presenterar i e-barometern att e-handeln till följd av Covid-19 pandemin, under andra kvartalet av 2020, växt mer än aldrig förr. Det går även att se tydliga trender på e-handelns ökning de senaste åren. Redan 2009 hade e-handeln hunnit ersätta fem procent av den fysiska handeln och idag har det ökat till närmare 35 procent (Shopify, 2021). Samtidigt som e-handeln expanderar, växer också transportbehovet. Jonsson och Mattsson (2016) beskriver att snabbare och mer frekventa transporter leder till lägre kapitalbindning och bättre leveransservice men också lägre fyllnadsgrad i transporterna, vilket resulterar i ökade utsläpp.

Kunder ställer höga krav på både snabba leveranser och på företagens hållbarhetsarbete (Shopify, 2021). I en undersökning av International Business Machines Corporation, IBM, uttrycker åtta av tio kunder att hållbarhet är en viktig aspekt när de handlar (Haller et al., 2020). Ytterligare presenterar Källbäcker (personlig kommunikation, se *Tabell 1*) ett viktigt samband mellan kundbehov, kostnad och klimat som kan påverka valet av fraktalternativ, där alla aspekter bör tas i beaktning.

Naturskyddsföreningen (2021) menar att transportfordon som lastbilar och flyg har stora utsläpp av koldioxid, vilket bidrar till en förstärkt växthuseffekt. Vidare förklarar Zhongchao (2014) att växthuseffekten uppstår till följd av att växthusgaser, som exempelvis koldioxid och metan, absorberar värme och håller den inom jordens atmosfär. Detta resulterar i uppvärmning av jordens yta. Vidare berättar Zhongchao (2014) att växthuseffekten leder till extrema väderförhållanden och att dessa klimatförändringar har blivit ett stort globalt problem. Han nämner även att koldioxid är den växthusgas som bidrar mest till växthuseffekten. Förbättringar kring transporter, som att planera rutten för frakten, kan minska dessa utsläpp (Wei & Liu, 2020).

E-handelns frakter bidrar till utsläpp av koldioxid (Prime Penguin, u.å-a). Genom att använda tredjepartslogistik med lagerhållning nära kundbas är antagandet att företagen kan planera sina frakter till kund på ett mer klimatsmart sätt, samtidigt som leveransservicen blir hög (Prime Penguin, u.å-a). När ett företag lämnar över lageraktiviteter till en tredjepartslogistik kallas det för outsourcing (Jonsson & Mattsson, 2016). Ett känt problem med outsourcing är känslan av att förlora kontroll. Prime Penguins vision är att företag ska kunna utnyttja fördelar med tredjepartslogistik och samtidigt uppleva en känsla av kontroll (Prime Penguin, u.å-b). Prime Penguin är en mellanhand som hjälper e-handelsbolag att hitta partners för tredjepartslogistik i olika länder genom sin tjänst.

Med Prime Penguins tjänst som är en molnbaserad plattform, Prime Penguin Plattform (PPP), kan företaget alltid vara uppkopplade och få en tydlig helhetsbild över sitt lager. Företaget får även påminnelser när lagret behöver fyllas på samt information om förväntade kundorder. Prime Penguin är kopplad till flera e-handelsplattformar som kan integreras med PPP. Syftet

med tjänsten är att e-handelsföretagen kan fokusera på sina klienter, försäljning och hemsida samt, om man gör det rätt, minska koldioxidutsläppen från frakter. (Prime Penguin, u.å-b) Prime Penguin vill erbjuda sina kunder möjligheten att hitta en tredjepartslogistiker nära kund, vilket kan innebära ett lager utomlands. USA är Sveriges fjärde största handelspartner, och även den största utanför Europa (Westerberg et al., 2020), vilket gör USA till ett intressant land att fokusera arbetet på. McKinsey Global Institute (MGI) (2019) beskriver att Kina sedan 2009 har varit världens största exporterande land och idag står för 35 procent av all tillverkning som sker globalt. Kina ses därmed som ett intressant och relevant produktionsland att använda i arbetet.

1.2 Syfte

Syftet i arbetet är att beräkna och analysera koldioxidutsläppen vid frakt från producent i Kina till slutkund i USA med olika fraktalternativ. Syftet blir även att undersöka hur mängden koldioxidutsläpp kan skilja sig åt när möjligheten till lagerhållning nära kund finns. Slutligen har arbetet även som avsikt att redogöra för fraktkostnader och leveranstider för de olika fraktalternativen, samt att undersöka hur koldioxidutsläpp förhåller sig till dessa aspekter.

1.3 Forskningsfrågor

För att uppnå arbetets syfte behövs metoder samt modeller för att beräkna koldioxidutsläpp. Modellerna ska vara applicerbara för transporter och resultatet ska visa mängden koldioxidutsläpp som olika fraktalternativ bidrar till.

1. Hur kan koldioxidutsläpp från frakter beräknas och vilka faktorer bör inkluderas i beräkningarna?

För att analysera koldioxidutsläpp från frakter mellan Kina och USA behövs insikt i hur transporterna kan ske. *Forskningsfråga 2* syftar därmed till att undersöka vilka fraktalternativ som finns från en producent i Kina till en slutkund i USA. Fraktalternativen innefattar rutt, val av transportmedel, leveranstid och kostnad.

2. Hur ser fraktalternativen ut om man väljer att:

A) Frakta från producent i Kina till tredjepartslogistiker med lager nära kund i USA och därefter till slutkund i USA, eller

B) Frakta från producent i Kina till lager i Sverige och därefter till slutkund i USA?

När de två föregående frågorna har besvarats bör tillräckliga information finnas till hands för att beräkna koldioxidutsläppen från de fraktalternativ som togs fram i fråga två.

3. Hur mycket koldioxid släpps ut per produkt från de olika fraktalternativen?

Valet av fraktalternativ kan påverkas av de tre aspekterna klimat, kostnad och kundbehov. Kundbehovet är förväntningar kunden har på leveranstid och kostnader samt klimat avgör huruvida leveransalternativet är miljömässigt- samt ekonomiskt försvarbart.

4. Vilket fraktalternativ är bäst gällande aspekterna klimat, kostnad och kundbehov?

1.4 Avgränsningar

Arbetet kommer avgränsas till ett specifikt scenario. Scenariot som poneras är att Prime Penguin har ett svenskt företag i Stockholm som kund. Företaget antas ha sin produktion i Shanghai, Kina och sin slutkund i New York, USA. Endast leveransalternativ mellan *Shanghai - New York* och *Shanghai – Stockholm - New York* samt *Stockholm - New York* kommer att undersökas. Frakterna mellan *Shanghai – New York* och *Shanghai – Stockholm* görs alltid med sjöfart, eftersom frakterna sker innan kundorderpunkt. Kundorderpunkten ligger i lagret och all frakt fram tills denna punkt antas inte påverka kundens leveranstid. Detta motiverar valet av båt, som teoretiskt sett är ett långsamt alternativ men också kostnadseffektivt och mer miljövänligt. Eftersom båtfrakt alltid ingår i samtliga frakialternativ kommer också sjöfart ges störst fokus i arbetet.

Med grund i antaget ovan har arbetet valt att inte inkludera järnvägstransport. Förutom detta ligger Kina och USA på olika kontinenter, med hav emellan, vilket gör att järnväg inte kan vara det primära transportmedlet.

Scenariot kommer avgränsas till frakt av en sorts produkt med en storlek på paketet.

Antagandet om att frakter innan kundorderpunkt inte påverkar kundens leveranstid förutsätter att det alltid finns produkter att tillgå i lagret. Ytterligare ett antagande blir därmed att Prime Penguins tjänst fungerar felfritt. Detta betyder att företaget har tillgång till Prime Penguin Platform som bland annat visar lagersaldo, förväntade kundorder och när lagret bör fyllas på. Leveranstid och leveransprecision är de enda kundaspekterna inom leveransservice som arbetet kommer behandla. Kunden anses följaktligen endast bli nöjd respektive missnöjd om produkten levereras inom förväntad tidsram eller inte.

Vid benämningen hållbarhet inkluderas endast miljöaspekten. Social och ekonomisk hållbarhet analyseras inte i arbetet.

De beräkningar som görs kommer enbart behandla koldioxidutsläpp, inte utsläpp av andra gaser. Koldioxid är den mest relevanta växthusgasen att beräkna eftersom den påverkar växthuseffekten mest.

Beräkningarna av koldioxidutsläpp, fraktkostnader och leveranstider kommer endast beröra leverans till slutkund, inte retur. Beräkningarna tar ej hänsyn till koldioxidutsläpp som sker vid lagerhållning och vid diverse väntetider, exempelvis i hamn eller vid omlastning.

Ytterligare en avgränsning är att fraktkostnaderna är den enda faktorn som inkluderas i den ekonomiska aspekten. Det går att argumentera för att ytterligare kostnader som lagerhållningskostnader och tullavgifter är relevanta men arbetet anses bli för omfattande vid inkluderandet av dessa.

2. Teoretiska ramverk

I kapitlet Teoretiska ramverk presenteras den teori som är kopplad till forskningsfrågorna och relevant för förståelsen av arbetet.

2.1 Flöden

Jonsson och Mattsson (2016) beskriver att det finns tre typer av flöden: materialflöde, informationsflöde och monetärt flöde.

Materialflödet, vilket är materialet som flödas från ursprunglig källa till slutgiltig förbrukare, är logistikens primära flöde (Jonsson & Mattsson, 2016). Det finns materialtransporter inom och mellan anläggningar. En typ av materialförflyttning är godstransporter, exempelvis när material förflyttas mellan tillverkande företag och lager. Jonsson och Mattsson (2016) beskriver även att materialflödet har en direkt påverkan på miljön. Informationsflödet är en viktig faktor för att effektivisera materialflöden (Jonsson & Mattsson, 2016). Med prognoser samt försäljning- och kundorderinformation ges vetskap om den faktiska och förväntade efterfrågan. Med hjälp av detta kan materialflödet balanseras utefter kundens behov. Jonsson och Mattsson (2016) menar även att informationsflöde krävs för att möjliggöra god leveransservice till kund, bland annat genom orderbekräftelser och leveransaviseringar. Ett monetärt flöde är ett betalningsflöde i motsatt riktigt till materialflödet (Jonsson & Mattsson, 2016).

2.2 Supply chain management

I takt med att världen blir mer globaliserad ställs det högre krav på företags förmåga att tillgodose kunders behov effektivt och med hög kvalitet, för att kunna vara konkurrenskraftiga (Vasiliauskas & Jakubauskas, 2007). Från detta krav har supply chain management blivit en viktig del i organisationer (Scott et al., 2017). En supply chain eller en flödeskedja syftar på flödet från leverantör till slutkund och inkluderar flera olika flöden och aktörer (Scott et al., 2017). Materialflöde, informationsflödet och monetära flödet är inkluderat i flödeskedjan. Den mest enkla flödeskedjan inkluderar enligt Scott et al. (2017) de tre aktörerna: företaget, företagets leverantör och företagets kund.

2.2.1 Warehouse management och Transport management

Warehouse management eller lagerhantering, syftar på att hitta en optimal balans mellan att minimera lagerkostnaderna och att ha god lagerservice (Scott et al., 2017). God lagerservice syftar på att kunna tillgodose kunders behov genom att ha tillräckligt med produkter i lager. Scott et al. (2017) förklarar att lager ofta behöver stor arbetskraft vilket leder till större kostnader och att det kan vara svårt att balansera kostnaden och servicegraden.

Syftet med transport management är att säkerställa att produkter levereras till kund intakta och i överenskommen tid (Scott et al., 2017). Leveranstid, leveransprecision, säkerhet, kvalitet, miljö och kostnad är inkluderade i transport management. Transport management är en del av supply chain management som kan addera värde till en flödeskedja genom att erbjuda transportalternativ som passar en produkt gällande faktorerna ovan. Med en global ekonomi och utspridda aktörer i flödeskedjan ställs höga krav på transporter. Krav från ett

miljöperspektiv påverkar även transporterna när kunder vill ha låga priser men samtidigt klimatvänliga leveransalternativ (Scott et al., 2017).

2.3 Outsourcing och 3PL

Outsourcing innebär att ett företag flyttar delar av sin verksamhet till en tredje part, som kallas en tredjepartslogistiker eller 3PL (Scott et al., 2017). Vanliga delar att outsourca är lager, produktion och transport. Rushton et al. (2017) nämner att det ultimata vore att outsourca all logistisk verksamhet, det vill säga allt som inte är kärnverksamheten.

Scott et al. (2017) beskriver att ett företag ofta väljer att outsourca om de exempelvis saknar resurser för att genomföra en viss uppgift eller om det upplevs att en tredjepartslogistiker kan genomföra uppgiften bättre. Globalisering, ökad komplexitet och växande marknader har ökat behovet av att outsourca. Med en mer globaliserad värld har transportmöjligheterna till slutkund ökat, vilket leder till att företag kan behöva hjälp av en tredjepartslogistiker för att ordna sin logistik.

En positiv följd av outsourcing är att företaget kan fokusera på sin kärnverksamhet, det som företaget har mest kompetens inom (Rushton et al., 2017). Även kapitalbindningskostnader kan besparas genom att exempelvis hyra in sig i ett lager istället för att bygga ett eget, som kräver investeringar i facilitet samt utrustning (Rushton et al., 2017). Negativa aspekter med outsourcing kan vara att företaget upplever förlorad kundkontakt och kontroll över sina relationer (Scott et al., 2017). Även kulturella skillnader kan skapa spänningar mellan företagen enligt Rushton et al., (2017). För att lyckas med outsourcing är det viktigt att förstå vad 3PL företaget motiveras av samt att det finns gemensamma mål. Scott et al. (2017) beskriver att dålig kommunikation, otydliga kontrakt, mål och prestationsmått kan vara anledningar till varför ett samarbete potentiellt inte fungerar.

2.4 Godstransporter

Jonsson och Mattsson (2016) förklarar att godstransporter avser frakt mellan skilda anläggningar. Olika transportmedel kan användas för godstransporter, till exempel: sjöfart, vägfrakt och flygfrakt. Intermodala transporter förekommer också, vilket är kombinerade transporter. Transportval beror på kundens krav på beställningen samt typ av produkt (Scott et al., 2017).

Trafikverket (2012) nämner i sin underlagsrapport om godstransporter att transportbehovet förväntas dubblas mellan 2012 och 2050. Rushton et al. (2017) menar att det pågår en förändring i logistikens natur. När företag etablerar sig globalt blir det uppenbara konsekvenser för godstransporter. Idag transporteras produkter oftast långa distanser från platser där fabriker, med låga priser på tillverkning, är placerade.

2.4.1 Sjötransporter

Gleissner och Femerling (2013) skriver att sjöfrakt är vanligt vid stora volymer och har stor säkerhet. De berättar även att sjöfart passar för nästan alla godstyper samt att det är relativt billigt. Jonsson och Mattsson (2016) bekräftar att det är ett billigt transportmedel genom att säga sjötransporter har den lägsta driftkostnaden per tonkilometer i de flesta sammanhang. Tonkilometer är ett mått för transportprestation och mäts genom godsets lastvikt i ton

multipliserat med vägsträcka i kilometer (NE, u.å-a). Sjötransporter har dock ett högt tidskrav då dess hastighet är relativt långsam samt kräver bra väderförhållanden.

Rushton et al. (2017) skriver att vanliga fartygstyper är containerfartyg, bulkfartyg och roll-on-roll-off (RORO) fartyg. Containerskepp fraktar gods i containrar och under de senaste åren har skeppens användning, storlek och hastighet ökat (Rushton et al., 2017). Ett containerfartygs lastkapacitet mäts i TEU, twenty-foot equivalent unit eller tjugofotsekvivalent, vilket är ett mått på hur många 20-fots containrar som ett fartyg kan lasta (Logistics Glossary, u.å). Alternativt mäts lastkapacitet i 40-fots containrar, FEU, forty-foot equivalent unit. Bulkfartyg bär all typ av lös last som inte är blöt, dock har användningen av denna skeppstyp minskat efter containerskeppens ökade popularitet. Till sist är RORO skeppen designade för att bära fordon med hjul.

2.4.2 Vägtransporter

Jonsson och Mattsson (2016) nämner att vägbunden lasttrafik är det vanligaste transportmedlet för långa och korta transporter. Gleissner och Femerling (2013) menar att vägtransport är det viktigaste transportmedlet, men även att vägtransporter är väldigt kontroversiellt på grund av dess påverkan på miljön i form av avgasutsläpp, energiförbrukning, trafikstockningar och buller. Fördelar med vägtrafik är däremot dess goda nätverk, hög flexibilitet och förmåga att leverera varor från dörr till dörr (Gleissner & Femerling, 2013). Vägtransporter är det enda fraktalternativet som kan leverera direkt mellan leverantör och kund, de övriga transportmedlen levererar mellan terminaler. Rushton et al. (2017) beskriver att vägtransporter blir effektiva eftersom dubbelhantering och omlastning kan reduceras, vilket även reducerar risken för skador på godset. Vägtransporter konkurrerar ofta med flygtransporter vid små volymer och med produkter av högt värde (Jonsson & Mattsson, 2016). Med järnväg konkurrerar vägtransporter när det är stora volymer och produkter av lågt värde som ska fraktas.

2.4.3 Flygtransporter

Över långa distanser ger flygtransporter en mycket snabb service (Jonsson & Mattsson, 2016). Gleissner och Femerling (2013) menar att flygtransporter blir allt viktigare till följd av globalisering samt decentralisering av produktion och distribution. Flygtransporter har hög kostnad (Gleissner & Femerling, 2013). Även Jonsson och Mattsson (2016) menar att flyg är trafikslaget med den största kostnaden per tonkilometer. På grund av den stora kostnaden används flygtransporter oftast bara för gods med högt värde eller för expressgodis där tidskänsligheten är hög (Jonsson & Mattsson, 2016). Storlek och viktrestriktioner begränsar vilken typ av gods som kan flygas (Rushton et al., 2017).

2.4.4 Intermodala transporter

Jonsson och Mattsson (2016) beskriver intermodal transporter som en kombination av trafikslag. Genom att kombinera trafikslag kan det mest lämpade transportmedlet användas vid rätt tillfälle. Intermodala lösningar har en tydlig positiv miljömässig effekt.

2.5 Lager och distribution

Distribution innebär materialflödet från företag ut till kund (Jonsson & Mattsson, 2016). I avsnittet redogörs för centraliseringsgrad, distributionsstrukturer samt lagerhållning och dess kostnader.

2.5.1 Centraliseringsgrad

Gleissner och Femerling (2013) definierar centraliseringsgrad som antal lager i ett distributionssystem, där antalet motsvarar den horisontella strukturen. Det finns även olika nivåer av lager, hierarkier, vilket kallas för den vertikala strukturen. Desto färre lagerställen eller nivåer desto högre grad av centralisering (Jonsson & Mattsson, 2016). Det finns framförallt två fördelar med hög centraliseringsgrad. Jonsson och Mattsson berättar att eftersom materialflödet blir större i varje enskilt lager, till följd av färre lagringspunkter, skapas förutsättningar till att bygga effektiva automatlager. Mer effektiva lager leder till reducerade kostnader för transport och hantering. Färre lager innebär även mindre lagerhållning, vilket är en annan fördel med hög centraliseringsgrad.

Oskarsson et al. (2013) menar att det i vissa fall kan vara önskvärt att ha lager på många platser i distributionen, vilket motsvarar en decentraliserad struktur. När det finns ett stort geografiskt område med många spridda kunder beskrivs det som nödvändigt att ha regionala lager nära kund för att kunna erbjuda kunden korta leveranstider (Oskarsson et al., 2013). Låg centraliseringsgrad är också fördelaktigt för att undvika stora transportkostnader i förhållande till produkternas värde (Jonsson & Mattsson, 2016).

2.5.2 Distributionsstrukturer

Det är väsentligt att förstå distributionens roll i försörjningskedjan för att skapa effektiva distributionssystem (Jonsson & Mattsson, 2016). Jonsson och Mattsson (2016) presenterar fyra olika nyttovärden som måste tillgodoses för att tillfredsställa kunden:

- Formnytt, värde som skapas av förädling.
- Platsnytt, värde som skapas när produkter finns på rätt plats.
- Tidsnytt, värde som skapas när produkter finns vid rätt tillfälle.
- Ägandenytt, värde som skapas när kund ges äganderätten.

Det finns alltid gap mellan producerande företag och kund (Jonsson & Mattsson, 2016), vilka kan överbyggas med hjälp av mellanhänder. Ett av distributionens gap kallas för avståndsgapet och uppstår till följd av att producenterna finns på färre platser än kunderna. Jonsson och Mattsson (2016) skriver att mellanhändernas spridningsroll kan överbrygga avståndsgapet. Spridningsrollen innebär att en distributör med lagerhållning placeras nära kund för att kunna leverera inom bestämd leveranstid. Det lokala lagret får lågfrekventa leveranser från producerande företag eller centrallager, sedan sker frekventa leveranser från lokallagret ut till kund (Jonsson & Mattsson, 2016).

2.5.3 Lagerhållning och dess kostnader

Jonsson och Mattsson (2016) förklarar att begreppet lagerkostnader innehåller de tre kostnadsfaktorerna: kapitalkostnad, osäkerhetskostnad och lagerhållningskostnad. De berättar också att lagerhållning innebär kapitalbindning. Om kapitalbindning över tid ska jämföras

används lagrets omsättningshastighet som mått. Lageromsättningshastighet visar antal gånger per år som lagret omsätts och beräknas med följande formel (Jonsson & Mattsson, 2016):

$$\text{Lageromsättningshastighet} = \frac{\text{Årligt antal förbrukade}}{\text{Genomsnittligt antal enheter i lager}}$$

Ett alternativt uttryck för lageromsättningshastighet är lagrets liggtid (Jonsson & Mattsson, 2016). Lagrets liggtid visar hur lång tid en vara ligger lagerförd i genomsnitt. Liggtiden beräknas enligt följande (Jonsson & Mattsson, 2016):

$$\text{Lagrets liggtid} = \frac{52 \text{ veckor}}{\text{Lagrets omsättningshastighet}}$$

Kapitalkostnad motsvarar avkastningskravet för det bundna kapitalet (Jonsson & Mattsson, 2016). Osäkerhetskostnad innebär den kostnad som tillkommer för risken att binda kapital i lagervaror (Jonsson & Mattsson, 2016). Produkter som ligger i lager för länge riskeras att bli inkuranta och behöver kasseras. En produkt som lagerhållits under en längre period riskerar också att få bristande kvalitet vilket kan innebära ökade reklamationer.

Kostnad för den fysiska förvaringen, som kostnader för lagerlokalen och dess aktiviteter benämns lagerhållningskostnad (Jonsson & Mattsson, 2016). Aktiviteter relaterade till lagerhållning är exempelvis interna transporter, avskrivningar på anläggningen och kostnader för lagerpersonal.

2.6 Kundservice

Kundservice syftar till alla aktiviteter som skapar värde för kunden i anslutning till materialflödet (Jonsson & Mattsson, 2016). Leveransprecision beskriver till vilken grad kundens order levereras vid den tidpunkt som är överenskommet på förhand (Jonsson & Mattsson, 2016). Leveranstid beskriver Jonsson och Mattsson (2016) som den tid som fortlöper från att kunden beställt sin produkt till att kunden tar emot beställningen.

2.7 Hållbar utveckling

World Commission on Environment and Development definierar hållbar utveckling som “möter nutidens generations behov utan att äventyra framtida generationers möjligheter att möta sina behov” (United Nations, 1987, s.16) Hållbar utveckling är en del av hållbarhet (Portney, 2015). Portney (2015) förklarar vidare att hållbarhet fokuserar på tre aspekter: ekonomi, ekologi och rättvisa. För att ett resultat ska upplevas som hållbart måste alla tre aspekter vara inkluderade. Därmed fungerar det till exempel inte att försumma ekologin för att främja ekonomin och rättvisan. FN, Förenta nationerna, har tagit fram Agenda 2030 som fokuserar på hållbar utveckling. Agenda 2030 inkluderar de kända Sustainable Development Goals eller de globala målen för hållbar utveckling (United Nations, u.å). Det är 17 mål som alla länder i FN ska implementera och nå till 2030. Hållbara transporter tas upp i mål 3,9 och 11 i de globala målen för hållbar utveckling. FN nämner att hållbara transporter är en nyckel till hållbar utveckling och kan leda till ekonomisk tillväxt. Transporter står för nästan en fjärdedel av utsläppen av växthusgaser (United Nations, u.å).

2.7.1 Växthusgaser och koldioxid

Zhongchao (2014) berättar att koldioxid, metan, flourkolväten, prefluorerade organiska föreningar och andra gaser tillhör växthusgaser. Vidare beskriver Zhongchao att växthusgaser naturligt finns i atmosfären men att det är utsläppen, orsakade av människor, som bidragit till extrema väderförhållanden och globala klimatförändringar. Naturskyddsföreningen (2020) benämner detta som den förstärkta växthuseffekten. När halten växthusgaser ökar fastnar solens infraröda värmestrålning i atmosfären (Zhongchao, 2014). Ozonlagret, som ska fånga dessa infraröda strålar, har blivit tunnare och mer strålning når därför jordens yta, vilket leder till ökade temperaturer och klimatförändringar. Zhongchao (2014) säger att det således finns en korrelation mellan ökade temperaturer och halten koldioxid i atmosfären. Det är bland annat industrier, motorer och elproduktion som bidrar till koldioxidutsläpp (Zhongchao, 2014).

2.7.2 Luftföroreningar

Växthusgaser inkluderas i luftföroreningar. Luftföroreningar i sig är inte giftiga men i höga koncentrationer kan de påverka människors hälsa och miljön negativt (Zhongchao, 2014). Vidare berättar Zhongchao (2014) att "luftföroreningar sker när oönskat material adderas till luften, speciellt i överflöd, som resulterar i effekter på miljö och hälsa" (s. 1).

2.7.3 Transporter och koldioxidutsläpp

Wei och Liu (2020) nämner att under 2020 var vägtransport den näst största källan till koldioxidutsläpp. Wei och Liu (2020) förklarar att planering av fraktrutterna kan minska utsläppen. Utsläppen är kopplade till bränsleförbrukning som beror på fordonets, förarens, ruttens och logistikens effektivitet (Wei & Liu, 2020). Utsläppen ökar när bränsleförbrukningen ökar. Genom att ha en så kort transportlängd som möjligt kan bränsleförbrukningen och därmed utsläppen minskas.

2.7.3.1 Bränslets livscykelanalys

För att undersöka bränslets livscykel analyseras Well-to-Wheel (WTW), vilket betyder från källa till användning (Gupta et al., 2015). WTW kan delas upp i Well-to-Tank (WTT) och Tank-to-Wheel (TTW). WTT utvärderar mängden energi och emissioner från produktion av bränslet till att bränslet nått fordonets tank. TTW inkluderar mängden energi och emissioner som kan relateras till fordonets aktivitet.

2.8 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp

Avsnittet behandlar olika modeller för beräkning av koldioxidutsläpp. Modellerna är både generella och fordonsspecifika.

2.8.1 Beräkningsmetod från Naturvårdsverket

Naturvårdsverket (2020-a) presenterar en beräkningsmodell för koldioxidutsläpp baserat på bränsleförbrukning, värmevärde och emissionsfaktor. Värmevärde är energiinnehållet hos ett bränsle och emissionsfaktor beskriver utsläppen som sker när en viss mängd energi förbränns (Naturvårdsverket, 2020-b). Ekvationen lyder (Naturvårdsverket 2020-a):

$$Utsläpp [kg] = Bränsleförbrukning[ton] * Värmevärde \left[\frac{GJ}{ton} \right] * Emissionsfaktor \left[\frac{kg}{GJ} \right]$$

$$Utsläpp [kg] = Bränsleförbrukning [m^2] * Värmevärde \left[\frac{GJ}{m^2} \right] * Emissionsfaktor \left[\frac{kg}{GJ} \right]$$

2.8.2 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp från sjöfrakt

Veidenheimer (2014) visar att koldioxidutsläpp från sjöfrakt kan beräknas enligt ekvationen:

$$Utsläpp = MCR * LF * AT * EF (kg CO_2e)$$

- MCR är maximum continuous rating, i enheten kW, som syftar till den maximala effekt en motor kan producera kontinuerligt (Marineinsight, 2021).
- LF är motorns load factor, utnyttjandegraden, antingen till havs eller i hamnen.
- AT är activity time, aktiv tid till havs och i hamn
- EF är emissionsfaktorn

I beräkningarna framgår det att de faktorer som tas till hänsyn är:

- Distans,
- Antal mellanstopp i hamnar,
- Genomsnittlig tid till havs,
- Genomsnittlig tid i hamn,
- Utsläpp från framdrivningsmotor,
- Utsläpp från hjälpmotor till havs,
- Utsläpp från hjälpmotor i hamn

Det är möjligt att använda formeln för att beräkna koldioxidutsläppen i delmoment. För att tilldela en container ett värde av det totala koldioxidutsläppet adderas delmomenten till ett totalt koldioxidutsläpp och sedan används formeln (Veinheimer, 2014):

$$Utsläpp (TEU) = \frac{CO_2 \text{ utsläpp per fartyg}}{\text{fartygets kapacitet} * \text{utnyttjandegrad}} \left(\frac{kg CO_2e}{TEU} \right)$$

2.8.3 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp från vägfrakt

För att beräkna koldioxidutsläpp från vägfrakt används formeln (Veinheimer, 2014):

$$\text{Tonkilometer (tkm)} * \text{emissionsfaktorn} \left(\frac{kg CO_2}{tkm} \right)$$

Tkm beräknas genom:

$$\text{Distans sträcka (km)} * \text{godsets vikt (t)}$$

Som formeln visar för utsläppen från vägfrakt är koldioxidutsläppet direkt kopplat till distansen (Veidenheimer, 2014). Emissionsfaktorn är olika för olika fordonstyper och beror på faktorer som vägens lutning och trafik.

2.8.4 Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp från flygfrakt

Ett sätt att beräkna koldioxidutsläpp från flygfrakter är att fokusera på CCD-cykeln (Climb-Cruise-Descent, på svenska: Stigning-Planflykt-Nedgång) (Pagoni & Psaraki-Kalouptsidi, 2017). Först beräknas bränsleförbränning och sedan koldioxidutsläppen. Koldioxidutsläppen

är en summering av bränslevärden och emissionsvärden förklarar Pagoni och Psaraki-Kalouptsidi (2017). Beräkningarna delas upp i stigning, planflykt och nedgång, som är delmoment. Bränsleförbränning beräknas genom (Pagoni & Psaraki-Kalouptsidi, 2017):

$$\text{Bränsleflödet} * \text{tid i delmomenten}$$

Några faktorer som påverkar beräkningarna är (Pagoni & Psaraki-Kalouptsidi, 2017):

- Distans
- Flygläge (flight mode)
- Tid i olika lägen
- Flygplanstyp
- Flygplanets prestanda (aircraft performance)

2.9 Sjöfrakt Kina, USA och Europa

Avsnittet redogör för frakialternativ med sjöfart mellan Kina och USA samt Kina och Europa. Det finns flera olika rutter från hamnar i Kina till USA:s östkust. Första ruten är via Panamakanalen till östkusten, visas i *Figur 2* (Pham et al., 2018). Andra ruten är Panamakanalen till västkusten och via järnväg till östkusten, kallad "the North American landbridge", *Figur 3*. Till sist finns ruten via Suezkanalen till östkusten via Europa, *Figur 1*. Det intermodala systemet innebär att transporten startar från någon av de stora hamnarna i Kina, färdas till hamnen i Los Angeles och transporteras sedan med "the North American landbridge", ett järnvägssystem som kopplar samman Södra Kalifornien och New York via Chicago (Rodrigue, 2006), med ruten Los Angeles – Chicago - New York. Pham et al. (2018) förklarar även att sjöfrakt är möjlig genom Sydafrikas "Cape of Good Hope" samt genom Arktiska havet. Dessa rutter bortses eftersom ruten via Sydafrika innebär betydligt längre transporttid och för att det Arktiska havet har en tuff miljö med svåra utmaningar (Pham et al., 2018).

Mellan Kina och Europa finns huvudsakligen två rutter att välja mellan. Den vanligaste ruten går från Kina, via indiska oceanen, genom Suezkanalen och slutligen via medelhavet till Europa, vilket är samma rutt som *Figur 1* visar (Bersenev et.al., 2020). Som en konsekvens av global uppvärmning är det nu möjligt att köra fraktfartyg den norra vägen, genom den antarktiska oceanen. Denna väg har möjliggjort kortare transporttider till Europa (Bersenev et.al., 2020).

Figur 1.

Rutt för sjöfrakt från Yantian till New York via Suezkanalen



Kommentar: (Pham et al., 2018)

Figur 2.

Rutt för sjöfrakt från Shanghai till New York via Panamakanalen



Kommentar: (Pham et al., 2018)

Figur 3.

Rutt för sjöfrakt från Hongkong till New York via "the North American land bridge"



Kommentar: (Pham et al., 2018)

3. Metod

I metodkapitlet beskrivs metoder för datainsamling, arbetsgång, samt reflektion av metod.

3.1 Metoder för datainsamling

De metoder för datainsamling som behandlas är kvalitativa och kvantitativa metoder samt primär- och sekundärdata.

3.1.1 Kvantitativa- och kvalitativa metoder

I arbetet användes kvantitativa och kvalitativa metoder. NE (u.å-b) beskriver en kvantitativ metod som ett samlingsbegrepp där kvantifierbara data samlas in systematiskt. Arbetet inkluderar beräkningar relaterade till koldioxidutsläpp och kräver därmed insamling av kvantifierbara data, vilket är en kvantitativ metod. En kvalitativ metod beskrivs som ett arbetssätt där datainsamling sker samtidigt som en analys av verkligheten görs (NE, u.å-c). Ett exempel av en kvalitativ metod är intervjuer. Arbetet inkluderar intervjuer för att svara på forskningsfrågorna.

3.1.2 Primär- och sekundärdata

Primärdata beskrivs som information som samlas in på egen hand medan sekundärdata syftar på information som redan finns och samlats in av någon annan tidigare (Mälardalens Högskola, 2021). Arbetet använde sig av båda typerna av data. Primärdata är exempelvis intervjuer och sekundärdata är insamling av information från databaser, hemsidor och vetenskapliga rapporter.

3.2 Arbetsgång

Arbetsgången var huvudsakligen uppdelad i tre delar: litteraturstudie, empiri samt analys och diskussion. Arbetet startade med en litteraturstudie i syfte att samla relevant information för rapportens teoretiska ramverk. Litteraturstudien gjordes genom insamling av sekundärdata från diverse källor som vetenskapliga rapporter, böcker, artiklar och uppslagsverk.

Den andra delen, empirin, var den mest omfattande delen av arbetet. Både primär- och sekundär datainsamling användes i syfte att besvara arbetets forskningsfrågor. Empirin inleddes med att söka svar på arbetets två första forskningsfrågor.

Forskningsfråga 1 besvarades genom att undersöka koldioxidberäkningar i form av ekvationer och digitala verktyg. Det genomfördes intervjuer för att få rekommendationer på digitala verktyg. Ytterligare undersökningar kring vilka faktorer som påverkar koldioxidutsläppen gjordes genom att granska den data som modellerna och de digitala verktygen är baserade på. För att besvara *forskningsfråga 2*, som är relaterad till befintliga fraktalternativ, krävdes information om global frakt. Inledningsvis beslutades det var producent, lager och slutkund skulle vara placerade. Detta baserades på information från Prime Penguin samt undersökning av städer med stora hamnar och industrier. Vidare genomfördes intervjuer som bland annat gav information kring vilka fordon som passade för vilka sträckor.

Via fraktföretags hemsidor användes sökverktyg för schemalagda resor med båtfrakt. Två olika alternativ för båtfrakterna togs fram, från två olika bolag. Inledningsvis lades fokus på att hitta båttransporter från rederierna Maersk, MSC, COSCO samt CMA CGM. I första hand användes

Maersk och MSC men i de fall där dessa bolag inte erbjöd frakt mellan de valda destinationerna användes COSCO samt CMA CGM. De bolag som valdes är de största aktörerna inom branschen. För flygfrakt mellan Sverige och USA söktes rutter och lösningar från DHL och från DSV.

Efter att ha besvarat *forskningsfråga 1* och *2* fanns den information som behövdes för att genomföra beräkningar och därmed svara på *forskningsfråga 3*. Två digitala verktyg för beräkningarna valdes enligt rekommendation. Det undersöktes sedan hur verktygen och dess bakomliggande inställningar fungerade. Därefter valdes det vilken produkt som skulle skickas och dimensioner för paketet fastslogs. För beräkningarna valdes det att räkna på koldioxidutsläpp av en hel lastpall för att sedan kunna allokera ett utsläpp till enskilda produkten. Storlek på en hel lastpall undersöktes samt hur många paket som fick plats på en lastpall. Efter att detta fastställdes genomfördes koldioxidberäkningarna. Det testades i flera omgångar att göra beräkningar och när det kändes bra med sträckorna, fordonsvalen och annan indata gjordes de slutgiltiga beräkningarna i verktygen. Dessa korrekturräknades för validitet. Resultatet sammanställdes slutligen för de olika fraktalternativen.

För att svara på *forskningsfråga 4* undersöktes den ekonomiska aspekten genom studier på olika transportbolags hemsidor om priser. Flera rederier kontaktades för att fråga om kostnad i frakter. Information om priser för flygfrakter mellan Stockholm och New York återficks genom mailkonversationer och användning av digitala verktyg. För att få reda på information om kundbehov genomfördes ytterligare en intervju. Klimat-aspekten hade redan besvarats enligt *forskningsfråga 3*.

Till sist analyserades resultatet och slutsatser drogs inom de olika forskningsfrågorna. Arbetet avslutades med en diskussion som behandlade övriga reflektioner.

3.3 Metodreflektion

Lantz (2013) beskriver reliabilitet och validitet som krav på användbarhet från data insamlad från en intervju. Hon förklarar att reliabilitet syftar till tillförlitliga resultat och validitet till giltigheten hos resultatet.

3.3.1 Reliabilitet

Lantz (2013) förklarar två vanliga reliabilitetsproblem som kan förekomma vid tolkning av en intervju. För det första tenderar intervjuaren att söka stöd för sin egen tolkning och därmed inte utmana och granska sin tolkning. För det andra är personer sällan helt objektiva i bedömningen. För att reliabiliteten ska öka krävs ett kritiskt förhållningssätt. Lantz (2013) beskriver den duktiga intervjuaren som nyfiken, närvarande och sökande efter oväntade svar, vilket också har eftersträvat i intervjuerna i detta arbete.

Vidare beskriver Lantz (2013) vikten av att data från en intervju måste spegla källan. För att öka reliabiliteten har arbetet använt sig av en öppen intervjuform. Genom en öppen intervju tillåts den tillfrågade att svara fritt vilket minskar risken för att intervjuaren framtvingar önskade svar. Intervjupersonerna har också fått chansen att ställa följdfrågor. Ytterligare en viktig reliabilitetsaspekt är att välja att intervjua relevanta personer. De personer som intervjuats i detta arbete har alla ansetts ha goda kunskaper inom ämnet.

Genom att kritiskt granska de källor som informationen samlats in ifrån har tillförlitligheten hos sekundärdata ökat. I samtliga fall har det gjorts en bedömning av källans trovärdighet baserat på bland annat dess publiceringsdatum och författare.

I arbetet har antaganden behövt göras vilket påverkar resultatets reliabilitet. För att resultatet ska bli tillförlitligt har antaganden motiverats och de anses ha relevans. Arbetet speglar hur branschen ser ut just nu och eftersom rederibranschen befinner sig i ett undantagstillstånd på grund av Covid-19 kan resultaten i arbetet också ses som ett undantagstillstånd. Det är omöjligt att säga hur sjöfarten kommer se ut om ett år eftersom det sker mycket förändringar just nu, därför har arbetet utgått från värden under våren 2021.

3.3.2 Validitet

Lantz (2013) poängterar att en intervju endast ger svar på de frågor som ställs och endast svar från personer som intervjuats. Intervjupersonen avgör vad som sägs eller inte och har därmed en stor möjlighet att påverka underlaget för arbetets analys och slutsatser. För att öka validiteten har frågorna genomarbetats innan intervju i syfte att minska risken för felformulerade och felanpassade frågor. Frågorna har även skickats till intervjupersonerna några dagar innan planerad intervju för att ge tid för informationssökning och tolkning. Informationen från intervjuer har försökts verifieras genom ytterligare intervju eller insamling av sekundärdata för att slutsatserna inte ska vila på endast en persons uttalanden. Vid enstaka fall var denna verifiering inte möjlig, detta gäller bland annat känslig information, som priser.

För att validera resultaten på koldioxidberäkningarna användes två olika digitala verktyg. Samma antaganden användes för verktygen, i den mån det var möjligt, och resultaten jämfördes och diskuterades. Även rutterna som användes i beräkningarna kunde valideras genom att de först undersöktes genom insamling av sekundärdata och sedan via inmatning i ett av verktygen som automatiskt genererade rutten mellan start- och slutpunkt. Rutterna jämfördes och mellanstoppen från undersökning av rutter lades till.

3.3.3 Etik

Det faktum att data från intervjuer speglar det källan sagt är även viktigt ur en etisk synpunkt. Eftersom intervjuerna har varit öppna blir denna aspekt extra viktig. För att minska risken för feltolkningar har en sammanfattning gjorts av samtliga intervjuer och innan rapportens färdigställande skickades bifogad information till de intervjuade i syfte att verifiera att svaren tolkats och uttryckts rätt i skrift. Den intervjuade har således fått möjlighet att påverka de slutgiltiga formuleringarna och ändra dem vid önskemål. Samtliga intervjupersoner har även tillfrågats om deras namn får lov att nämnas i rapporten och det har funnits chans att vara helt anonym. Nedan bifogas en tabell (*Tabell 1*) med information om intervjupersonerna.

Tabell 1.*Intervjupersoner*

| Namn | Roll och företag | När | Via | Möjlighet till uppföljning |
|--------------------|--|------------|----------------------|-----------------------------------|
| Michael Källbäcker | First Choice & Quality Manager, DHL Express (Sweden) | 2021-02-25 | Intervju via Zoom | Ja, mail |
| Person X | Projektledare, cirkulär ekonomi och logistik | 2021-03-17 | Intervju via Zoom | Ja, mail |
| Maria Hüge-Brodin | Professor, Linköpings Universitet | 2021-03-22 | Intervju via Zoom | Ja, mail |
| Jonatan Östberg | Commercial Manager, CMA CGM (Sweden) | 2021-03-24 | Intervju via Zoom | Ja, mail |
| Person Y | Representant rederi | 2021-03-26 | Mailkontakt | Ja, mail |
| Jarno Vanhatapio | VD, NA-KD | 2021-04-08 | Intervju via telefon | Ja |
| Helena Larsson | Speditör, flygexport, DSV | 2021-04-23 | Mailkontakt | Ja, mail |

Kommentar: egen illustration

4. Empiri

I empirin presenteras primärdata, i form av exempelvis intervjuer och beräkningar, samt annan sekundärdata.

4.1 Fraktalternativ

Avsnittet presenterar information insamlad från intervjuer relaterade till fraktalternativ samt en sammanställning av de möjliga alternativen på frakt som finns mellan producent i Shanghai och slutkund i New York.

4.1.1 Intervjuer om transporter, nätverk och fordon

Maria Hüge-Brodin förklarade att om ett företag har kontrakt med en speditör går det mest troligt att få tillgång till exakta rutter. Om detta inte är möjligt ansåg hon att metoden att söka upp rutter online vara rimlig. Hüge-Brodin berättade också att Kina exporterar mycket via båtfrakter men att en order även kan flygas om det har högt värde.

I New York ansåg Hüge-Brodin att ett rimligt antagande var att från hamnen till lagret använda en tung lastbil medan sista sträckan, från lager till kund, sker med lätt lastbil eller leveransbil. Person X instämde med att en liten lastbil är ett rimligt antagande för den sträckan. Personen X sa även att det generellt kan antas att små lastbilar används för kortare sträckor och stora lastbilar för längre sträckor. Intervjupersonen konstaterade även att fraktalternativen i arbetet kommer kräva intermodala transporter och att alla omlastningspunkter bör tas till hänsyn i beräkningarna för koldioxidutsläpp.

4.1.2 Intervjuer om båtfrakt

Jonatan Östberg berättade att det just nu är kaotiskt inom sjöfartsbranschen. Mycket gods ska skeppas runt om i världen med kapaciteten räcker inte till. Trots att alla tillgängliga containers används får godset inte plats. Det råder containerbrist. Han nämnde också att det finns kapacitetsproblem även hos flyg. Östberg poängterade att situationen som den ser ut idag inte är det normala, det är en följd av pandemin.

4.1.3 Intervjuer om flygfrakt mellan Sverige och USA

Michael Källbäcker berättade att DHL jobbar med ett nätverksupplägg, vilket innebär fasta rutter med några mötespunkter, hubbar. I hubbarna bryts de ingående transporterna upp, sorteras och lastas om till nästa fordon som fortsätter resan. DHL har tre stora hubbar, en i USA, en i Europa och en i Asien, samt flera mindre hubbar på olika ställen.

Källbäcker berättade vidare att DHL Express flyger mellan Sverige och USA och att det dagliga går flyg från Arlanda till den europeiska hubben som ligger i Leipzig. Från Leipzig går sen flyg till olika delar av världen. Till USA finns bara en typ av transport, vilket är express och det finns ingen standardfrakt eller så kallat halvalternativ där en försändelse körs ner via vägtransport till Europa och sedan flygs över atlanten. Ledtiden är generellt sett 2 dagar men det beror på vart mottagaren finns.

I intervjun med Jarno Vanhatapio nämnde han att NA-KD samarbetar med DHL och flyger produkter till slutkunder i USA dagligen.

Vid kontakt med Helena Larsson förklarade hon att rutten mellan Arlanda och Newark beror på vilket flygbolag som godset går med. Till exempel flyger Lufthansa från Arlanda till Frankfurt och vidare mot Newark. Generellt sett har flygbolag sina hubbar i landet som företaget är grundat. Larsson berättade vidare att mycket gods går med lastbil till stor flygplats i Europa. Lastbilarna går varje dag. Gällande flygen är flighterna väldigt reducerade på grund av pandemin, men innan hade de flesta stora flygbolag dagliga fligheter. Ledtiden mellan Arlanda och Newark är runt 3 dagar.

4.1.4 Sammanställning av fraktalternativ

I *Tabell 2* presenteras fraktalternativ från producent till slutkund, som kommer användas i beräkningarna. Tabellen redogör för tre alternativa vägar. Varje alternativ består av delsträckor och de delsträckor som är markerade med en stjärna (*) beskrivs mer i detalj i *Tabell 3*. De delsträckor som inte är markerade med en stjärna ges en utförligare beskrivning i *Tabell 4*. Samtliga tre alternativen har baserats på antaganden, forskningsfrågorna och information från intervjuer. En illustration av fraktalternativen återfinns i *Figur 4*.

Tabell 2.

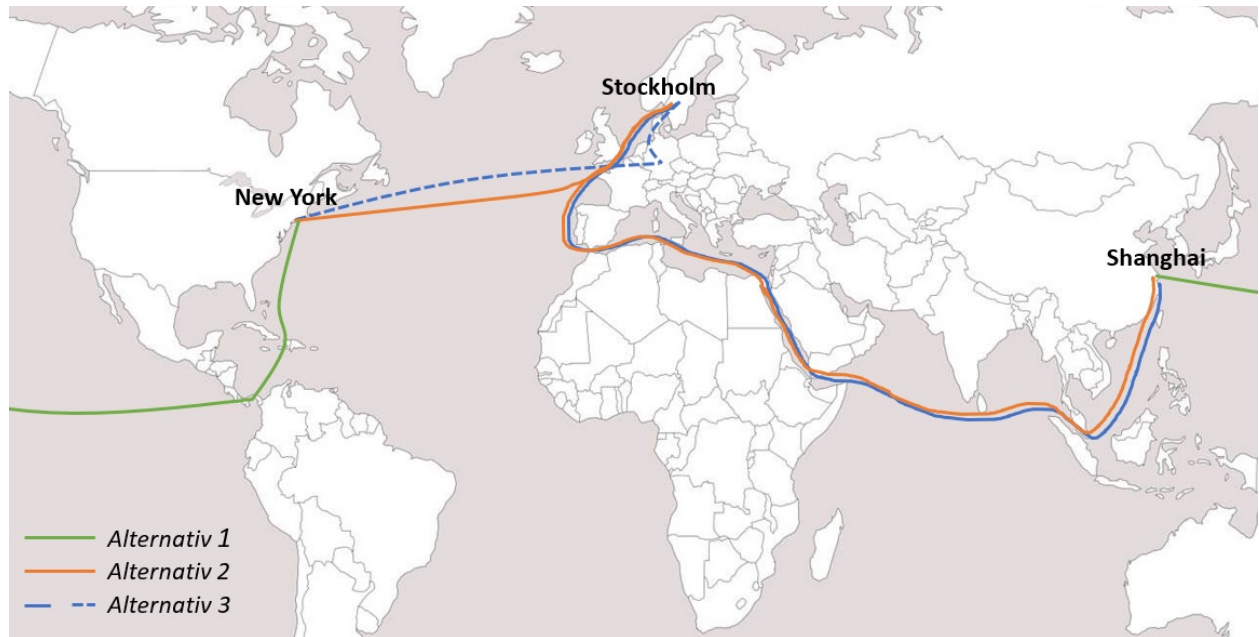
Fraktalternativ producent till slutkund

| |
|--|
| Alternativ 1 |
| Shanghai Producent -Shanghai Hamn 🚚 |
| Shanghai Hamn - New York Hamn* 🚢 |
| New York Hamn - New York Lager 🚚 |
| New York Lager - New York Slutkund 🚐 |
| |
| Alternativ 2 |
| Shanghai Producent -Shanghai Hamn 🚚 |
| Shanghai Hamn - Göteborg Hamn/Stockholm Hamn ** 🚢 |
| Göteborg hamn/Stockholm Hamn - Stockholm Lager 🚚 |
| Stockholm Lager - Stockholm Hamn 🚚 |
| Stockholm Hamn - New York Hamn*** 🚢 |
| New York Hamn - New York Slutkund 🚐 |
| |
| Alternativ 3 |
| Shanghai Producent -Shanghai Hamn 🚚 |
| Shanghai Hamn - Göteborg Hamn/Stockholm Hamn ** 🚢 |
| Göteborg Hamn/Stockholm Hamn - Stockholm Lager 🚚 |
| Stockholm Lager - Stockholm Flygplats 🚚 |
| Stockholm Flygplats - New York Flygplats***** ✈️ |
| New York Flygplats - New York Slutkund 🚐 |

Kommentar: Figur av lastbil hämtad från emojiopedia (u.å-a). Figur av fartyg hämtad från emojiopedia (u.å-b). Figur av minibuss/van hämtad från emojiopedia (u.å-c). Figur av flygplan hämtad från emojiopedia (u.å-d).

Figur 4.

Fraktalternativ



Kommentar: Karta hämtad från Freeworldmaps (u.å).

Tabell 3 presenterar de stjärnmarkerade delsträckorna från tabellen ovan, vilket innebär längre sträckor som körs med antingen båt eller flyg. I *Tabell 3* presenteras det vilket transportbolag som utför transporten, med vilket fordonsslag detta sker, vilken rutt transporten tar samt hur lång ledtiden är för sträckan. Delsträckorna har fastställts via information från intervjuerna och via ett sökverktyg för schemalagda resor på respektive bolags hemsida.

Tabell 3.*Delsträckor med båt eller flyg*

| Båt- och flygfrakt | Transportbolag | Fordonstyp | Rutt | Ledtid (dagar) |
|---|----------------|------------|---|----------------|
| Shanghai Hamn - New York Hamn* | COSCO | Båt | <i>Trans-Pacific AWE4</i> : Shanghai, Colón, New York | 24–26 |
| | MSC | Båt | <i>Empire</i> : Shanghai, Busan, New York | 23–27 |
| Shanghai Hamn - Göteborg hamn/Stockholm Hamn ** | MSC | Båt | <i>Albatros</i> : Shanghai - Tanjung Pelepas <i>Lion</i> : Tanjung Pelepas - Sines - Antwerpen <i>Baltic loop 8</i> : Antwerpen - Tallinn - Stockholm | 42–43 |
| | MAERSK | Båt | <i>AE5</i> : Shanghai - Tanjung Pelepas - Rotterdam - Bremerhaven - Göteborg | 38 |
| Stockholm hamn - New York hamn *** | MSC | Båt | <i>Baltic loop 8</i> : Stockholm - Gävle - Antwerpen <i>Neuatl 4</i> : Antwerpen - Rotterdam - Bremerhaven - Felixstowe - New York | 22–28 |
| | CGA CGM | Båt | Stockholm - Gävle - Bremerhaven <i>Liberty Bridge</i> : Bremerhave - Le Havre - New York | 16–20 |
| Stockholm Flygplats - New York Flygplats**** | DHL | Flyg | Stockholm - Leipzig - New York | 2 |
| | DSV | Flyg | Stockholm - Frankfurt - New York | 3 |

Kommentar: Linje Trans-Pacific AWE 4 hämtad från COSCO SHIPPING Lines (2021-a). Linje Empire hämtad från MSC (2021-a). Linje Albatros hämtad från MSC (2019-a). Linje Lion hämtad från MSC (2021-b). Linje Baltic Loop 8 hämtad från MSC (2019-b). Linje AE5 hämtad från MAERSK (2021-a). Linje NEUATL 4 hämtad från MSC (2018). Linje 204ZYZ hämtad från CMA CGM (2021-a). Linje Liberty bridge hämtad från CMA CGM (2021-b).

Ledtid för Shanghai Hamn - New York Hamn* från COSCO hämtad från COSCO SHIPPING Lines (2021-b), 2021-05-03. Ledtid för Shanghai Hamn - New York Hamn* från MSC och Shanghai Hamn - Göteborg hamn/Stockholm Hamn ** från MSC hämtad från MSC (2021-c), 2021-05-03. Ledtid för Shanghai Hamn - Göteborg hamn/Stockholm Hamn ** från MAERSK hämtad från MAERSK (2021-b), 2021-05-03. Ledtid för rutt Stockholm hamn - New York hamn ***från MSC hämtad från MSC (2021-d), 2021-04-13. Ledtid för Stockholm hamn - New York hamn *** från CMA CGM hämtad från CMA CGM (2021-c), 2021-04-13.

Tabell 4 presenterar de delsträckor som körs med vägtransport. Tabellen presenterar vilket transportbolag som utför transporten, vilken fordonstyp som används, postnummer för start- och slutpunkt samt ledtid för sträckorna. Samtliga sträckor har fastställts via intervjuerna och via ett sökverktyg för schemalagda resor på UPS hemsida (UPS, 2021). Verkyget heter *Beräkna tid och pris för frakt* och visar leveranstiden mellan två punkter.

För att hitta de rätta punkterna jämfördes kartan på DHL Carbon Calculator (verktyget presenteras i kapitel 4.2.3.1 *Information om NTMCalc Advanced 4.0*) med Google Maps där ett postnummer kunde hittas. Postnumren användes för undersökning av ledtid och de lades in i UPS verktyg som presenterade olika leveransalternativ med olika typer av frakt, som Express Saver eller Next Day Air.

Tabell 4.
Vägfrakter

| Vägfrakt | Transportbolag & tjänst | Fordonstyp | Från (postnummer) | Till (postnummer) | Ledtid (dagar) |
|--|---|------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Shanghai Producent - Shanghai Hamn | | Lastbil | | | |
| Göteborg hamn/Stockholm Hamn - Stockholm Lager | UPS (Express Saver, Express, Express Plus) | Lastbil | 41328/14930 | 11743 | 1 |
| Stockholm Lager - Stockholm Hamn | UPS (Express Saver) | Lastbil | 11743 | 14930 | 1 |
| Stockholm Lager - Stockholm Flygplats | UPS (Express Saver, Express) | Lastbil | 11743 | 19060 | 1 |
| New York Hamn - New York Lager | UPS (Next Day Air Early, Next Day Air, Next Day Air Saver, Ground, 2nd Day Air A.M., 2nd Day Air, 3 Day Select) | Lastbil | 10003 | 11365 | 1–3 |
| New York Lager - New York Slutkund | UPS (Next Day Air Early, Next Day Air, Next Day Air Saver, Ground, 2nd Day Air A.M., 2nd Day Air, 3 Day Select) | Van | 11365 | 11216 | 1–3 |

Kommentar: Ledtid för samtliga sträckor hämtad från UPS (2021), 2021-05-03.

4.1.4.1 leveranstider för sträckan Shanghai producent till Shanghai hamn

För denna sträcka hittades ingen fakta på UPS, men eftersom avståndet är kortare än den mellan Stockholm lager och Stockholm hamn antas 1 dag vara en rimlig leveranstid, det vill säga samma leveranstid som *Stockholm lager – Stockholm hamn*.

4.2 Koldioxidberäkningar

I detta kapitel presenteras relevant data för koldioxidberäkningarna. Inledningsvis presenteras information från intervjuerna, följt av fakta och antaganden om produkten som ska fraktas. Sedan presenteras beräkningsverktygen som används i arbetet och det redogörs för hur de används.

4.2.1 Intervjuer om koldioxidberäkningar

Källbäcker berättade att beräkningar för koldioxidutsläpp är komplexa eftersom flertalet aspekter bör inkluderas. Som exempel nämnde han sträckor, gods vikt, transportsätt, bränsletyp och bränsleförbrukning. Källbäcker tipsade om DHL:s koldioxidkalkylator, DHL carbon calculator, och visade hur den kunde användas.

I intervjun med Hüge-Brodin behandlades även koldioxidutsläpp. Gällande verktyg för att beräkna koldioxidutsläpp rekommenderades NTMcalc. Person X rekommenderade också detta beräkningsverktyg. Verktyget används av många företag berättade Hüge-Brodin. Vidare

nämnde hon att ur ett vetenskapligt perspektiv är en bra metod att använda flera olika koldioxidkalkylatorer och jämföra dem med varandra. Det rekommenderades att redovisa resultaten i ett spann i stället för att ta ett medelvärde från de olika verktygen.

I beräkningar av koldioxidutsläpp är fyllnadsgrad en viktig aspekt. Det konstaterades, med Hüge-Brodins hjälp, att det i detta arbete kan vara svårt att förutspå fyllnadsgrad. Ett rimligt antagande skulle vara att Prime Penguins kunder kontaktar en speditör. En speditör har i uppgift att sköta samlastning och därmed kan man i detta arbete anta att transportererna kommer samlastas och ha en god fyllnadsgrad. Hüge-Brodin nämnde några exempel av schablonvärden på fyllnadsgrad: 70% för vägtransport i Sverige och för transporter i stan brukar fyllnadsgraden vara högst 50%.

4.2.2 Indata till beräkningar

För att kunna genomföra beräkningarna behövs beslut och antaganden göras gällande den produkt som ska fraktas. I detta avsnitt presenteras dessa antaganden.

4.2.2.1 Storlek och vikt på paket och lastpall

Beräkningarna kommer baseras på en verklig och aktuell produkt från en av Prime Penguins nuvarande kunder. Produktens dimensioner är $7.1 * 7.1 * 21.5 \text{ cm}$ och väger 282 g .

Enligt PostNords förpackningsguide rekommenderas det att en produkt förpackas i en hård kartong tillsammans med något mjukt för att dämpa stötar (PostNord, u.å.). Föremålet ska inte vidröra lådans kanter efter att de placerats i lådan. Eftersom den antagna produkten har måtten $7.1 * 7.1 * 21.5 \text{ cm}$ och förpackningslådans storlek ska vara något större, antas lådan vara $10 * 10 * 25 \text{ cm}$. Vikten av förpackningslådan inkluderar plast för stötdämpning och antas ha en total vikt på 120 g . Viktantagandet är baserat på den vikt en paketlåda från Clas Ohlson uppges ha (u.å.). Tillsammans med produkten kommer paketet väga 402 g . *Tabell 5* sammanställer dessa mått.

Tabell 5.

Dimensioner på produkt, paket samt produkt och paket

| | Storlek (cm) | Vikt (g) |
|------------------------|------------------|----------|
| Produkt | 7.1 * 7.1 * 21.5 | 282 |
| Paket | 10*10*25 | 120 |
| Produkt + Paket | 10*10*25 | 402 |

För att förenkla hanteringen av en last krävs en lastbärare (NE, u.å-d). Lastpallar är en typ av lastbärare. Inom Europa finns en standardstorlek för en lastpall, vilket kallas en EUR-pall. Arbetet utgår ifrån att paketet därmed kommer lastas på en EUR-pall. Eftersom paketet lastas på en lastpall bör också varje paket på lastpallen tilldelas en rättvis andel av lastbärarens koldioxidutsläpp. För att bestämma denna andel måste antalet paket som ryms på en pall undersökas.

En EUR-pall har vikten 25 kg (Svenskt Trä, 2021). Enligt DHL Freight (2009) har en EUR-pall längden 1.2 m och bredden 0.8 m samt en lastbar höjd på max 2.0 m för utrikes gods. Volymen som ryms på en EUR-pall kan beräknas enligt följande:

$$1.2 * 0.8 * 2.0 = 1.92 \text{ m}^3$$

Volymen för produkten i sin förpackningslåda kan beräknas enligt nedanstående:

$$0.1 * 0.1 * 0.25 \text{ m} = 0,0025 \text{ m}^3$$

Därmed blir antalet produkter som ryms på en fullastad EUR-pall:

$$\frac{1.92}{0.0025} = 768 \text{ st.}$$

För att beräkna en total vikt för fullastad EUR-pall görs följande beräkning:

$$(\text{Paketvikt} * \text{Antal paket}) + \text{Vikt Europapall} = (0.402 \text{ kg} * 768 \text{ paket}) + 25 \text{ kg} \\ = \text{ca } 335 \text{ kg}$$

Den totala vikten för ett paket, med en del av lastpallens vikt inkluderad blir:

$$\frac{335}{768} = 0.436 \text{ kg}$$

Vilket är vikten som koldioxidberäkningarna kommer baseras på.

4.2.2.2 Adresser

Beräkningarna är baserade på områden i Stockholm, Shanghai och New York, som har hittats via Google maps. Hamnarnas adress hittades på Google och de hypotetiska lager- och producentlokalerna har tagits fram genom att söka på företag med lager eller industrier i vardera staden och sedan välja det området för beräkningar. Kunden i New York, en privatperson, är fiktiv och valdes efter enkel undersökning av medelklassområden i staden, ett sådant område valdes. I *Tabell 6* presenteras de valda adresserna.

Tabell 6.

Adresser för beräkningar

| | Shanghai | New York | Stockholm | Göteborg |
|-----------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------|
| Producent | Xuhui District, Shanghai | | | |
| Hamn | Port of Shanghai | Port of New York and New Jersey | Stockholm Norvik hamn | Göteborgs hamn |
| Flygplats | | Newark Liberty International Airport | Stockholm Arlanda Airport | |
| Lager | | Queens, New York | Liljeholmen, Stockholm | |
| Slutkund | | Brooklyn, New York | | |

4.2.3 Presentation av beräkningsverktyg

Avsnittet börjar med att presentera organisationen eller företaget som erbjuder verktygen, samt bakgrundsinformation om dessa. För att applicera verktygen till forskningsfrågorna kopplade till att beräkna koldioxid, har de undersökts och testats. En beskrivning av hur verktygen kan användas är inkluderat i detta avsnitt. Vidare, i avsnitt *6.1 Analys forskningsfråga 1*, kommer de digitala verktygen att jämföras.

4.2.3.1 Information om NTMCalc Advanced 4.0

NTM, eller Network for Transport Measures grundades 1993 av flera aktörer inom transportbranschen (NTM, u.å-a). Det är en ideell organisation med syftet att “etablera en gemensam värdegrund i hur man beräknar miljöprestanda för alla olika trafikslag, inklusive godstransporter och persontrafik” (NTM, u.å-b). Organisationen berättar att de riktar in sig på

säljare samt kunder till transportbolag, för att de ska kunna utvärdera utsläppen i sina transporter med hjälp av NTM Calc. NTM nämner i avsnittet om strategi att experter inom området har utvecklat metoden och den data som ligger till grund för beräkningsverktyget (NTM, u.å-c). Genom att vara oberoende och med långsiktigt engagemang är syftet att kunna erbjuda trovärdiga miljödata gällande transporter (NTM, u.å-c).

Den version som användes i arbetet var NTMCalc Advanced 4.0. (benämns NTMCalc i rapporten), det finns även en Basic-version för förenklade beräkningar. I verktyget skriver användaren in adress för start och slutpunkt. Valen som finns är att skriva en specifik adress, plats eller gata, stad eller flygplats (NTM, u.å-d). Verktyget ritar sedan ut en rutt på kartan som användaren själv kan ändra samt lägga till stopp i för vissa transportmedel. För flygtransport behöver användaren räkna ruten i flera steg om det finns en mellanlandning. NTMCalc visar distansen för ruten. I flygtransporten tar verktyget hänsyn till att den ideala flygruten oftast inte är möjlig och lägger till en "detour-distance", det vill säga en distans för omvägen. Användaren kan även välja att skriva in en egen distans.

När användaren har valt och plottat ut ruten, alternativt skrivit in en egen distans, väljs typ av transport och typ av fordon inom kategorin. Sedan fylls grundläggande parametrar i, som vikt eller volymetrisk vikt. Även extra parametrar kan läggas till, exempelvis, typ av bränsle och bränsleförbrukning. Vid sjö- och flygfrakt kan typ av vatten och typ av flygplan väljas. Verktyget ger ett svar på mängden koldioxidutsläpp i enheten kilogram. Svaret presenterar utsläpp från tank-to-wheel, well-to-tank och total. Förutom koldioxid visar verktyget även emissioner av andra växthusgaser, vilket inte var aktuellt för arbetet.

I parametern vikt (Shipment transport –weight) antar NTMCalc att vikten ligger till grund för dimensionering och fördelning, samt att produkten samlastas med andra försändelser för ökad utnyttjandegrad. Koldioxidutsläppet för produkten beräknas genom att den tillskrivs en del av utsläppet, den andel som produkten utgör av den totala lasten. Parametern volymetrisk vikt fokuserar både på hur stort utrymme som produkten tar upp av totalen samt vikten. Volymen multipliceras med en volymetrisk faktor, detta jämförs sedan med produktens vikt och det största värdet av dem väljs för att sedan tillskriva produkten sin andel av utsläppet (NTM, u.å-d).

4.2.3.2 Information om DHL Carbon Calculator

Företaget som har skapat verktyget DHL Carbon Calculator (benämns DHL CC i rapporten) är Deutsche Post DHL Group. Deutsche Post är Europas ledande post och paketleverantör (Deutsche Post DHL Group, 2021). Företaget har utvecklat sitt kalkyleringsverktyg för deras kunder och verktyget är därför baserat på data från produkter och tjänster som används av kunderna (DHL, 2021-a). Om verktyget används av en tredje part, som inte är kunden, tar Deutsche Post DHL Group inte ansvar för noggrannheten i beräkningarna.

Beräkningsverktyget använder faktorer och metoder som har verifierats av en extern part (DHL, 2021-a), företaget är dock noga med att påpeka att ingen verifiering av kundens ingångsdata kan göras. Verktyget baserar beräkningarna på en produkts transportarbete (*tkm*) och särskilda emissionsfaktorer, som tar hänsyn till utnyttjandegrad, för att fördela

koldioxidutsläppet (DHL, 2021-b). Verktøget hämtar dessa emissionsfaktorer från bland annat NTM, BSR CCWG och HBEFA, samt historiska data från DHL:s frakter.

I verktøget väljer användaren först ett transportslag. Användaren kan välja mellan “air”, “ocean”, “road” eller “rail”. Sedan skriver användaren in start- samt slutpunkt och det bildas en rutt som är baserad på specifika nätverk för det valda transportslaget (DHL, 2021-b). Om det inte redan finns en befintlig rutt från nätverket, gör en algoritm en anpassad rutt som baseras på den närmsta platsen som finns i nätverket (DHL, 2021-b). Användaren kan också lägga till mellanstopp och rutten planeras via denna eller dessa platser. För flygfrakter adderas alltid en extra distans på 95 km eftersom det sällan går att anta en ideal flygrutt (DHL, 2021-b).

För flygfrakt använder DHL CC en emissionsfaktor för samtliga flygfrakter (DHL, 2021-b). Faktorn är baserad på ett medelvärde från flera regionala frakter. I detta medelvärde ingår flyg av olika flygmodeller, med olika mellanlandningsplatser och med olika utnyttjandegrad. Även för båtfrakt använder DHL CC en emissionsfaktor för samtliga båtfrakter (DHL, 2021-b), som också är baserad på ett medelvärde. Precis som för flyg, beror båtfraktens emissionsfaktor på bland annat fartøysmodell, utnyttjandegrad, hastighet och väderförhållanden.

Vid vägfrakt specificeras lastbilsmodell och utnyttjandegrad (DHL, 2021-b). Emissionsfaktorerna har hämtats från HBEFA, Handbook emission factors for road transport. HGV>34-40t är DHL CC:s standard-inställning för lastbilsmodell, vilket betyder “Heavy Goods Vehicle”, 34–40 ton (DHL, 2021-b). Förutom standard-modellen kan användaren själv välja fordonsmodell. För både LTL (Less than truck load, ett delat lastutrymme mellan flera företag) och FTL (Full truck load, ett företag tar upp hela lastutrymmet) antas utnyttjandegraden vara 80 % hos en 34 – 40t lastbil.

Verktøget tar även hänsyn till dimensionering av paketet. Användaren fyller i paketets vikt i kilogram, och paketets volym i kubikmeter. Verktøget kräver att vikten måste vara större eller lika med 0,1 kg och att volymen måste vara större eller lika med 0,01 kubikmeter.

Resultaten som verktøget presenterar är (DHL, 2021-b):

- CO₂e Tank to Wheel
- CO₂e Well to Wheel
- Energy use Tank to Wheel
- Energy use Well to Wheel
- NO_x, SO_x, CO, HC and PM (alla i Tank to Wheel)

4.2.4 Antaganden och användning av beräkningsverktøgen

I avsnittet redovisas de val av inställningar som gjordes i respektive verktøg. Avsnittet presenterar och förklarar antaganden som gjorts.

4.2.4.1 Användning och antaganden NTMCalc Advanced 4.0

Tabell 7 visar inställningarna som användes i verktøget. Truck with trailer 20-28t är en tung lastbil med släp, med en vikt mellan 20–28 ton. Valet av lastbil baserades på Trafikverkets information om att en medeltunglastbil med släp max får väga 12 ton (Trafikverket, 2020). För beräkningarna valdes en tung lastbil med vikt 20–28 ton eftersom lastbilen antas användas vid

längre transportsträckor eller för en stor last. För kortare sträckor eller för mindre last valdes en Van. Dessa val grundades i information från intervjuerna.

Transportsträckor med båt valdes att göras med General cargo ship eftersom det i arbetet inte var känt vilka exakta fartygsmodeller som används i praktiken. Även Freight aircraft -range based avarages valdes av samma anledning. För båtfrakter valdes regional som vattentyp och för flygfrakt Intercontinental som flygplanstyp. Gällande beräkningsmodell var volymetrisk vikt det föredragna alternativet, eftersom produkten i arbetet hade låg densitet. Denna beräkningsmodell valdes när det var möjligt för att trovärdiga resultat.

Tabell 7.

Inställningar i beräkningsverktyget NTMCalc Advanced 4.0

| Sträcka | Typ av transport | Typ av fordon | Beräkningsmodell | Övriga antaganden |
|---------------------------|------------------|--|--|-------------------------------|
| Produktion - hamn | Road | Truck with trailer 20-28t | Shipment transport - volumetric weight | |
| Hamn - hamn | Sea | General cargo ship | Shipment transport - weight | Typ av vatten: regional |
| Hamn - lager | Road | Truck with trailer 20-28t | Shipment transport - volumetric weight | |
| Lager - hamn/flygplats | Road | Truck with trailer 20-28t | Shipment transport - volumetric weight | |
| Flygplats - flygplats | Air | Freight aircraft -range based avarages | Shipment transport - volumetric weight | Typ av flyg: intercontinental |
| Hamn/flygplats - slutkund | Road | Van | Shipment transport - volumetric weight | |

I beräkningarna användes inte NTMCalc:s egen funktion för att beräkna sträckor. De distanser som DHL Carbon Calculator gav skrevs in i NTMCalc för att samma distanser skulle användas i båda verktygen. Detta gjordes dels på grund av svårigheter i att plotta ut egna sträckor i NTMCalc. Verktyget krävde att användaren hade tillräckliga kunskaper för att plotta ut den exakta ruten, vilket DHL CC gjorde åt användaren. Ytterligare en anledning till att använda samma distanser var för att säkerställa att eventuella differenser i koldioxidutsläpp inte berodde

på distansen. I verktygets beräkningar redovisades resultaten på olika sätt, det valdes att i arbetet presentera det totala koldioxidutsläppet från transportererna, Well-to-Wheel, vilket är Well-to-tank tillsammans med Tank-to-Wheel.

4.2.4.2 Användning och antaganden DHL Carbon Calculator

Tabell 8 visar de inställningar som användes i verktyget. En 20-28t lastbil valdes för alla sträckor med lastbil och van valdes vid kortare sträckor. Dessa fordonsval valdes av samma anledning som presenteras i 4.2.4.1 Användning och antaganden NTMCalc Advanced 4.0. Som nämnt tidigare var det inte möjligt att välja fordonsmodell för båtfrakt samt flygfrakt. Verktyget tar fram en generaliserad modell baserat på ett verkligt medelvärde. Det gick inte heller att välja type of waters eller aircraft type, dessa ställdes automatiskt in till regional. Förutom inställningarna som redovisas i Tabell 8 valdes allt gods att samlastas med funktionen LTL.

Tabell 8.

Inställningar i beräkningsverktyget DHL Carbon Calculator

| Sträcka | Typ av transport | Typ av fordon | Beräkningsmodell | Övriga antaganden |
|---------------------------|------------------|---------------|-------------------|-------------------------|
| Produktion - hamn | Road | HGV > 20-28t | Volumetric weight | |
| Hamn - hamn | Ocean | | Volumetric weight | Typ av vatten: regional |
| Hamn - lager | Road | HGV > 20-28t | Volumetric weight | |
| Lager - hamn/flygplats | Road | HGV > 20-28t | Volumetric weight | |
| Flygplats - flygplats | Air | | Volumetric weight | Typ av flyg: regional |
| Hamn/flygplats - slutkund | Road | Van 3.5t | Volumetric weight | |

För att redovisa resultaten valdes att presentera det totala koldioxidutsläppet från transportererna, Well-to-Wheel, vilket är Well-to-tank tillsammans med Tank-to-Wheel.

4.3 Kostnader för fraktalternativ

Avsnittet börjar med att presentera information om kostnader för fraktalternativ från intervjuer. Sedan presenteras ett index för båtfrakt samt kostnader för flygfrakt.

4.3.1 Intervjuer om kostnader

Person X berättade att om en produkt är billig, är det orealistiskt att skicka den med flyg från Sverige till USA. Om frakt mellan Sverige och USA ska göras med kort ledtid berättade hen

att det är mer realistiskt att skeppa med båt en kortare sträcka och kombinera detta med vägtransport.

Person Y berättade att deras företag har strikta policier kring vad de får dela med sig av gällande kostnader. Östberg tipsade om Shanghai containerized freight index för att få en kostnadsuppfattning om var båtfraktsmarknaden ligger och vart den är på väg. Person Y instämmer med att Shanghai containerized freight index är bra för att få en överblick och se svängningar över tid. Personen poängterade dock att det däremot är ett “ganska grovt instrument”. I exempelvis import från Asien går det att se ganska stora svängningar. Östberg berättade även att tillgången på transport samt efterfrågan styr priset och att pandemin har påverkat priserna. I början av pandemin sjönk efterfrågan på transporter, men under mitten av 2020 förändrades köpbeteendet och onlinehandel ökade, vilket resulterade i att efterfrågan översteg den tillgängliga kapaciteten på fartyg samt containers, och att priserna ökade. Östberg nämnde att branschen inte ser ut som vanligt och att det troligen aldrig kommer gå tillbaka till hur det var förut. Vanhatapio nämnde även att containerfrakt med båt brukar vara det billigaste alternativet.

Källbäcker rekommenderade ett av DHL:s verktyg som kan användas för att ge prispförslag för flygleverans mellan Stockholm och Brooklyn, där slutkund befinner sig. Pris per kilogram till Newark, New York kan variera kraftigt i pandemitider enligt Larsson. Om ett kolli väger under 45kg finns ofta ett minimumpris, vilket skiljer sig mellan flygbolag. Frakten mellan Arlanda och New York kan man räkna med kostar ungefär 1900kr.

4.3.2 Index för båtfrakt

Shanghai Shipping Exchange är en icke vinstdrivande institution som ger information om sjöfartsrelaterade handelsuppgöranden (Shanghai Shipping Exchange, u.å-a). År 2009 utvecklades institutionen Shanghai Containerized Freight Index, SCFI (Shanghai Shipping Exchange, u.å-b). Indexet är baserat på viktade medelvärden av priser på frakter från Shanghai till 13 olika regioner. Shanghai Containerized Freight Index är det mest använda indexet för frakt från Kina och uppdateras varje vecka (DSV, u.å). Indexet presenterar priserna i enheten USD/TEU eller USD/FEU, amerikanska dollar per container. Det mest använda måttet är TEU. FEU används endast för exporter till USA.

Indexet baseras som nämnt på exporter från Shanghai till 13 olika regioner runt om i världen. Regionerna Europa och östkusten i USA är intressanta för arbetet. I regionen Europa inkluderas rutter med Hamburg, Rotterdam, Antwerpen, Felixstowe och Le Havre som slutdestination (Shanghai Shipping Exchange, u.å-b). Till östkusten i USA inkluderas rutter med New York, Savannah, Norfolk och Charleston som slutdestination. Antalet rapporterade rutter per region och per vecka motsvarar dess viktning (Shanghai Shipping Exchange, 2021). Minst fem rapporterade rutter krävs för att en region ska få viktning 5% av indexet. Minst sex rapporter för en viktning motsvarande 5 – 10%, minst sju för en viktning motsvarande 10–15% och minst åtta för en viktning motsvarande 15% eller mer. *Tabell 9* visar de olika regionernas viktning.

Tabell 9.

Shanghai Containerized Freight Index, viktning av regioner

| Omfattade regioner | Viktning av region (%) | Enhet |
|-------------------------------|------------------------|---------|
| Europa | 20 | USD/TEU |
| Medelhavet | 10 | USD/TEU |
| USA västkust | 20 | USD/FEU |
| USA östkust | 7,5 | USD/FEU |
| Persiska viken och röda havet | 7,5 | USD/TEU |
| Australien/Nya Zeeland | 5 | USD/TEU |
| Öst/Västafrika | 2,5 | USD/TEU |
| Sydafrika | 2,5 | USD/TEU |
| Sydamerika | 5 | USD/TEU |
| Japan västkust | 5 | USD/TEU |
| Japan östkust | 5 | USD/TEU |
| Sydöstra Asien | 7,5 | USD/TEU |
| Korea | 2,5 | USD/TEU |

Kommentar: Samtliga viktningar har hämtats från Shanghai Shipping Exchange (2021).

Tabell 9 visar exempelvis att Containerized Freight Index är baserat på fraktrutter mellan Shanghai och Europa till 20%. Detta betyder att priser för minst åtta rutter över denna sträcka har rapporterats under en veckas tid.

Från Tabell 10 går det att avläsa indexets värde samt dess utveckling under april 2021. Indexet ger en uppfattning kring priset för att frakta en container.

Tabell 10.

Shanghai Containerized Freight Index under april månad 2021

| Datum | Index (USD/TEU eller USD/FEU) |
|------------|-------------------------------|
| 2021-04-09 | 2652,12 |
| 2021-04-16 | 2833,43 |
| 2021-04-23 | 2979.76 |
| 2021-04-30 | 3100.74 |

Kommentar: Samtliga index har hämtats från Shanghai Shipping Exchange (2021).

4.3.3 Kostnad för flygfrakt med DHL och DSV

Som nämnt är expressleverans det enda alternativet till USA. Enligt DHL Express (2021) beräknas ett paket med dimensionerna 0.402 kg, 0.25 * 0.1 * 0.1 m att kosta 429kr med expressleverans om kunden lämnar in paketet på en DHL Service Point. Om företaget bokar upphämtning, det vill säga att DHL hämtar paketet från lagret och levererar hela vägen till slutkund, kostar det enligt DHL Express (2021) mellan 674kr och 733kr. Skillnaden i priset beror på vilken tid på dagen paketet ska levereras. Oavsett kostnad är paketet framme inom två dagar. Tabell 11 redogör för kostnaderna.

Tabell 11*Kostnad flygfrakt*

| Transportbolag | Storlek på sändning | Kostnad | Enhet |
|----------------|---------------------|---------|-------|
| DHL Express | Paket 0.402kg | 429–733 | kr |
| DSV | Kolli <45kg | 1900 | kr |

4.4 Övriga intervjuer

I avsnittet presenteras övriga intervjuer som har genomförts. Intervjuerna handlar om lagerhållning och kundbehov.

4.4.1 Intervjuer om lagerhållning

Vanhatapio berättade att NA-KD levererar varor både nationellt och internationellt. De säljer kläder, skor, smycken och underkläder. Företaget har lager i Landskrona, i Sverige, samt i Holland. I intervjun berättade Vanhatapio att NA-KD försöker hitta en distributionshubb i USA med ett litet lager där de populäraste plaggen alltid ska finnas tillgängliga. USA är inte en stor del av NA-KD:s kundbas, den utgör ungefär 1–2% av företagets omsättning. Vanhatapio sa att de inte har satsat mycket på USA, eftersom de varken har lager där eller rätt resurser för att garantera kundnöjdhet. Han nämner även att det behövs ett lager i USA för att det ska vara ekonomiskt gynnsamt att ha en stor kundbas där.

4.4.1 Intervjuer om kundbehov

Vanhatapio berättade att NA-KD alltid använder sig av flygfrakt till USA för att kunna garantera en snabb leverans. Han menar att snabba leveranser behövs för att vara aktuell på marknaden. Vanhatapio beskrev att USA fokuserar på inhemsk handel och att om en order inte är levererad inom tre dagar anses det vara onormalt. I USA används mycket Same Day- och Next Day-leveranser samt expressleveranser.

Källbäcker berättade om de tre aspekterna som kan styra valet av fraktalternativ: klimat, kostnader och kundbehov. Han berättade att kundbehov många gånger är den centrala aspekten. Om en kund förväntar sig få produkterna levererade inom en viss tid kommer transportalternativ väljas utifrån det kravet. Det kan finnas möjlighet till mer miljövänliga transporter, men det möter inte alltid kundens förväntningar på leveranstid och andra aspekter.

5. Resultat

I resultatet redovisas fynd från teori och empiri.

5.1 Forskningsfråga 1

I det teoretiska ramverket, 2.8 *Beräkningsmetoder för koldioxidutsläpp*, presenterades olika alternativ för att beräkna koldioxidutsläpp. I *Tabell 12* presenteras resultatet av dessa modeller för koldioxidberäkningar, vilka kommer jämföras med varandra och med digitala verktyg i avsnitt 6.1 *Analys forskningsfråga 1*.

Tabell 12

Resultat av ekvationer för koldioxidberäkningar

| Ekvation/metod | Fordonslag | Faktorer |
|--|------------|--|
| Utsläpp = bränsleförbrukning * värmevärde * emissionsfaktor | Ej angivet | Bränsleförbrukning, värmevärde, emissionsfaktorer |
| Utsläpp = Tonkilometer * Emissionsfaktorn (kgCO ₂ e/tkm) | Vägfordon | Distans, emissionsfaktorn (Bl.a. vägens lutning, trafik) |
| Utsläpp = MCR * LF * AT * EF (kgCO ₂ e) | Båt | Distans, mellanstopp i hamnar, genomsnittlig tid till havs/i hamn, utsläpp från framdrivningsmotor, utsläpp från hjälpmotor till havs/i hamn |
| Utsläpp (TEU) = CO ₂ utsläpp per fartyg / fartygets kapacitet * utnyttjandegrad (kgCO ₂ e/TEU) | | |
| Bränsleförbränning = bränsleflödet * tid i delmomentet | Flyg | Distans, flygläge, tid i flyglägen, flygplanstyp, flygplanets prestanda |
| Utsläpp är en summering av bränslevärden och emissionsvärden | | |

Förutom ekvationer finns det digitala verktyg, som är baserade på ekvationer. De verktyg som har använts i arbetet är DHL Carbon Calculator samt NTMCalc Advanced 4.0. I empirin, 4.2.3 *Presentation av beräkningsverktyg*, har det presenterats vad verktygen är baserade på samt vissa faktorer som är inkluderade i beräkningarna. I *Tabell 13* sammanfattas dessa faktorer.

Tabell 13

Resultat av verktyg för koldioxidberäkningar

| Verktygets namn | Fordonslag | Faktorer |
|-----------------------------|---|---|
| NTMCalc Advanced 4.0 | Truck with trailer 20- 28t | Distans, godsets vikt, godsets volym, beräkningsmodell (vikt/volyimetrisk vikt). Extra: bränsle, typ av väg, euroklass, vägens lutning, utnyttjandegrad (vikt/volyimetrisk vikt), volyimetrisk faktor, fordonets kapacitet (vikt), bränsleförbrukning |
| | Van | Distans, godsets vikt, godsets volym, beräkningsmodell (vikt/volyimetrisk vikt). Extra: bränsle, typ av väg, euroklass, vägens lutning, utnyttjandegrad (vikt/volyimetrisk vikt), volyimetrisk faktor, fordonets kapacitet (vikt), bränsleförbrukning |
| | General cargo ship | Distans, typ av vatten, godsets vikt, beräkningsmodell (vikt/volyimetrisk vikt). Extra: storlek på skepp, utnyttjandegrad (vikt), parameter om NOx, parameter om bränslefördelning |
| | Freight aircraft - range based avarage | Distans, typ av flygning, vikt på gods, volym på gods, beräkningsmodell (vikt/volyimetrisk vikt). Extra: utnyttjandegrad (vikt och volyimetrisk vikt), flygets kapacitet (vikt), volyimetrisk faktor |
| DHL Carbon Calculator | Truck 20- 28t | Distans, godsets vikt, godsets volym, typ av fordon, utnyttjandegrad, emissionsfaktorer, produktens transportarbete |
| | Van | Distans, godsets vikt, godsets volym, typ av fordon, utnyttjandegrad, emissionsfaktorer, produktens transportarbete |
| | Ship | Distans, godsets vikt, godsets volym, utnyttjandegrad, emissionsfaktorer, produktens transportarbete, typ av skepp |
| | Aircraft | Distans, godsets vikt, godsets volym, utnyttjandegrad, emissionsfaktorer, produktens transportarbete, typ av flygplan, typ av flygning |

5.2 Forskningsfråga 2

Fraktalternativen skulle enligt *Forskningsfråga 2* innehålla val av transportmedel, rutt, ledtid och kostnader. I *Tabell 14* redovisas de fraktalternativ som arbetet resulterade i. I tabellen visar *Alternativ 1* ett fraktalternativ för fråga A) och *Alternativ 2* och *Alternativ 3* ett fraktalternativ för fråga B).

Tabell 14

Fraktalternativ producent till slutkund

| | Transportmedel | Linje | Ledtid (dagar) |
|--|----------------|--|----------------|
| Alternativ 1 - A) | | | |
| Shanghai Producent -Shanghai Hamn | Lastbil | Xuhai district - Port of Shanghai | |
| Shanghai Hamn - New York Hamn* | Båt | <i>Trans-Pacific AWE4</i> : Shanghai, Colón, New York eller <i>Empire</i> : Shanghai, Busan, New York | 23-27 |
| New York Hamn - New York Lager | Lastbil | Port of New York - Queens | 1-3 |
| New York Lager - New York Slutkund | Van | Queens - Brooklyn | 1-3 |
| Alternativ 2 - B) | | | |
| Shanghai Producent -Shanghai Hamn | Lastbil | Xuhai district - Port of Shanghai | |
| Shanghai Hamn - Göteborg Hamn/Stockholm Hamn ** | Båt | <i>Albatros</i> : Shanghai - Tanjung Pelepas, <i>Lion</i> : Tanjung Pelepas - Sines - Antwerpen, <i>Baltic loop 8</i> : Antwerpen - Tallinn - Stockholm eller <i>AE5</i> : Shanghai - Tanjung Pelepas - Rotterdam - Bremerhaven - Göteborg | 38-43 |
| Göteborg hamn/Stockholm Hamn - Stockholm Lager | Lastbil | Port of Gothenburg/Norvik hamn - Liljeholmen | 1 |
| Stockholm Lager - Stockholm Hamn | Lastbil | | 1 |
| Stockholm Hamn - New York Hamn*** | Båt | <i>Baltic loop 8</i> : Stockholm - Gävle - Antwerpen, <i>Neuatl 4</i> : Antwerpen - Rotterdam - Bremerhaven - Felixstowe - New York eller Stockholm - Gävle - Bremerhaven, <i>Liberty Bridge</i> : Bremerhave - Le Havre - New York | 16-28 |
| New York Hamn - New York Slutkund | Van | Port of New York - Brooklyn | 1-3 |
| Alternativ 3 - B) | | | |
| Shanghai Producent -Shanghai Hamn | Lastbil | Xuhai district - Port of Shanghai | |
| Shanghai Hamn - Göteborg Hamn/Stockholm Hamn ** | Båt | <i>Albatros</i> : Shanghai - Tanjung Pelepas, <i>Lion</i> : Tanjung Pelepas - Sines - Antwerpen, <i>Baltic loop 8</i> : Antwerpen - Tallinn - Stockholm | 38-43 |

| | | | |
|---|----------|--|-----|
| | | eller <i>AE5</i> : Shanghai - Tanjung Pelepas - Rotterdam - Bremerhaven - Göteborg | |
| Göteborg Hamn/Stockholm Hamn - Stockholm Lager | Lastbil | Port of Gothenburg/Norvik hamn - Liljeholmen | 1 |
| Stockholm Lager - Stockholm Flygplats | Lastbil | Liljeholmen - Arlanda Airport | 1 |
| Stockholm Flygplats - New York Flygplats**** | Flygplan | Arlanda - Leipzig - Newark eller Arlanda - Frankfurt - Newark | 2-3 |
| New York Flygplats - New York Slutkund | Van | Newark - Brooklyn | 1-3 |

5.2.1 Leveranstider

I *Tabell 15* presenteras resultatet av leveranstiderna för frakt med eller utan tredjepartslogistik.

Tabell 15

Leveranstider för leveransalternativ

| Med tredjepartslogistik - A) | | |
|---|------------------|------------------|
| | Min (dgr) | Max (dgr) |
| Shanghai - New York | | |
| Leveranstid till lager | 24 | 30 |
| | | |
| New York - New York | Min (dgr) | Max (dgr) |
| Tid till slutkund efter kundorder | 1 | 3 |
| | | |
| Utan tredjepartslogistik - B) | | |
| | Min (dgr) | Max (dgr) |
| Shanghai - Stockholm | | |
| Leveranstid till lager | 40 | 45 |
| | | |
| Stockholm - New York: | Min (dgr) | Max (dgr) |
| Tid till slutkund efter kundorder, båt | 17 | 31 |
| Tid till slutkund efter kundorder, flyg | 2 | 3 |

Tabell 15 visar att ledtid efter kundorderpunkt med lager nära kund, med tredjepartslogistik är 1 – 3 dagar. Utan lagerhållningsmöjlighet i New York är ledtiden 2 – 3 dagar eller 17 – 31 dagar beroende på transportmedel.

5.2.2 Kostnader

I *Tabell 16* presenteras kostnader för frakter i delsträckor.

Tabell 16*Kostnad för delsträckor*

| Fordonsslag | Sträcka | Viktning | Transportbolag | Storlek på sändning | Kostnad | Enhet |
|-------------|--------------------------------|----------|----------------|---------------------|-----------|---------|
| Båt | Shanghai - Europa | 20% | | Container TEU | | USD/TEU |
| Båt | Shanghai - USA östkust | 7,5% | | Container FEU | 2652–3101 | USD/FEU |
| Flyg | Arlanda - Leipzig - New York | | DHL Express | Paket 0.402kg | 429–733 | kr |
| Flyg | Arlanda - Frankfurt - New York | | DSV | Kolli <45kg | 1900 | kr |

För förtydligande redogör *Tabell 16* för kostnader med olika enheter. Priset för båtfrakt redovisas för en hel container i valutan amerikanska dollar. För flygfrakt redovisas pris för två olika vikter i kronor. I de kostnader som rör flygfrakt är vikten mindre och antal produkter färre än vid båtfrakt. Ingen kostnad per enskild produkt för ett specifikt transportmedel har kunnat fastställas.

5.3 Forskningsfråga 3

I avsnitt 4.2.4 *Antaganden och användning av beräkningsverktygen*, presenteras det hur beräkningsverktygen används. I följande avsnitt redovisas resultatet av beräkningarna.

5.3.1 Beräkningar för sträckor med tredjepartslogistiker

I avsnittet presenteras koldioxidberäkningarna för fraktsträckor med tredjepartslogistiker, det vill säga med lagerhållning nära kund. *Tabell 17, 18, 19, 20* nedan visar delar av beräkningarna. Siffrorna är inte avrundande men som nämnt har vissa antaganden gjorts i arbetet, som påverkar beräkningarna. De exakta siffrorna som presenteras bör inte användas i eventuella framtida arbeten.

5.3.1.1 Shanghai – New York

Tabell 17 redovisar koldioxidutsläppen för de olika delsträckorna mellan producent i Shanghai och lager i New York. I tabellen presenteras både resultat från DHL:CC och NTMCalc.

Tabell 17

Koldioxidutsläpp Shanghai – New York

| | Färdmedel | Distans (km) | DHL Carbon Calculator | | NTMCalc Advanced 4.0 | |
|------------------------------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) |
| Shanghai Producent - Shanghai Hamn | Lastbil | 14,830 | 1,170 | 0,002 | 0,717 | 0,001 |
| Shanghai Hamn - New York Hamn | Fartyg | 24173,310 | 140,160– 147,300 | 0,183–0,192 | 122,900– 125,700 | 0,160–0,164 |
| New York Hamn - New York Lager | Lastbil | 27,420 | 2,170 | 0,003 | 1,326 | 0,002 |
| <i>Summa</i> | | 24215,560 | 143,500– 150,640 | 0,187–0,196 | 124,943– 127,743 | 0,163–0,166 |

5.3.1.2 New York – New York

Tabell 18 redovisar koldioxidutsläppen för sträckan mellan lager i New York till slutkund i New York. I tabellen presenteras både resultat för DHL:CC och NTMCalc.

Tabell 18

Koldioxidutsläpp New York – New York

| | Färdmedel | Distans (km) | DHL Carbon Calculator | | NTMCalc Advanced 4.0 | |
|------------------------------------|-----------|--------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) |
| New York Lager - New York Slutkund | Van | 17,120 | 3,630 | 0,005 | 4,486 | 0,006 |
| <i>Summa</i> | | 17,120 | 3,630 | 0,005 | 4,486 | 0,006 |

5.3.2 Beräkningar för sträckor utan tredjepartslogistik

I avsnittet presenteras koldioxidberäkningarna för fraktsträckor utan tredjepartslogistik, det vill säga med lagerhållningen i Sverige.

5.3.2.1 Shanghai - Stockholm

Tabell 19 redovisar koldioxidutsläppen för de olika delsträckorna mellan producent i Shanghai och lager i Stockholm. I tabellen presenteras både resultat för DHL:CC och NTMCalc.

Tabell 19

Koldioxidutsläpp Shanghai - Stockholm

| | | | DHL Carbon Calculator | | NTMCalc Advanced 4.0 | |
|--|-----------|--------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | Färdmedel | Distans (km) | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) | CO2 utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) |
| Shanghai Producent - Shanghai Hamn | Lastbil | 14,830 | 1,170 | 0,002 | 0,717 | 0,001 |
| Shanghai Hamn - Stockholm Hamn | Fartyg | 26444,090 | 121,060– 172,900 | 0,158–0,225 | 122,200– 134,500 | 0,159–0,175 |
| Stockholm Hamn/Göteborg hamn - Stockholm Lager | Lastbil | 58,610 | 4,630– 36,980 | 0,006–0,048 | 2,835– 22,620 | 0,029–0,004 |
| <i>Summa</i> | | 26517,530 | 159,210– 178,700 | 0,207–0,233 | 138,052– 145,537 | 0,180–0,190 |

5.3.2.2 Stockholm – New York

Tabell 20 redovisar koldioxidutsläppen för de olika delsträckorna mellan lager i Stockholm och slutkund i New York. I tabellen presenteras både resultat för DHL:CC och NTMCalc.

Tabell 20

Koldioxidutsläpp Stockholm – New York

| | Färdmedel | Distans (km) | DHL Carbon Calculator | | NTMCalc Advanced 4.0 | |
|--|-----------|--------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) | CO2-utsläpp pall (kg CO2) | CO2-utsläpp produkt (kg CO2) |
| Stockholm Lager - Stockholm Hamn | Lastbil | 58,610 | 4,630 | 0,006 | 2,835 | 0,004 |
| Stockholm Hamn - New York Hamn | Fartyg | 11721,390 | 101,890–118,340 | 0,133–0,154 | 53,160–79,830 | 0,069–0,104 |
| New York Hamn - New York Slutkund | Van | 17,800 | 3,770 | 0,005 | 4,664 | 0,006 |
| <i>Summa</i> | | 11797,800 | 110,290–126,740 | 0,144–0,165 | 60,659–87,329 | 0,079–0,114 |
| Stockholm Lager - Stockholm Flygplats | Lastbil | 47,400 | 3,750 | 0,005 | 2,293 | 0,003 |
| Stockholm Flygplats - New York Flygplats (via Leipzig) | Flygplan | 7597,790 | 2157,960–2198,240 | 2,810–2,862 | 1314,000–1325,000 | 1,711–1,725 |
| New York Flygplats - New York Slutkund | Van | 33,400 | 7,080 | 0,009 | 8,751 | 0,011 |
| <i>Summa</i> | | 7678,590 | 2168,790–2209,070 | 2,824–2,876 | 1325,044–1336,044 | 1,725–1,740 |

5.3.3 Resultat för totalt koldioxidutsläpp

Tabell 21 redovisar resultatet av koldioxidutsläpp för samtliga fraktalternativ som presenterades i Tabell 14. Tabellen visar även över vilken distans utsläppen sker.

Tabell 21

Resultat av koldioxidutsläpp i de olika fraktalternativen

| | Utsläpp (kg CO ₂) | | Distans (km) | |
|---------------------------------|-------------------------------|------|--------------|--------|
| | Min | Max | Min | Max |
| Med tredjepartslogistik | | | | |
| Alternativ 1 | 0,17 | 0,20 | 24 200 | 24 800 |
| Utan tredjepartslogistik | | | | |
| Alternativ 2 | 0,26 | 0,40 | 37 000 | 38 300 |
| Alternativ 3 | 1,91 | 3,11 | 34 200 | 34 300 |

Tabellen visar att alternativen utan tredjepartslogistik har större utsläpp och längre distanser än *Alternativ 1*. Det går att utläsa att *Alternativ 3* är alternativet med störst koldioxidutsläpp.

5.4 Forskningsfråga 4

Forskningsfråga 4 syftar till vilket alternativ som är bäst gällande aspekterna klimat, kostnad och kundbehov. Sett ur aspekten kundbehov, det vill säga ledtiden, är alternativet med vägfrakt från lager i New York till slutkund i New York snabbast och tar 1–3 dagar. Även alternativet att flyga produkten från lager i Sverige till slutkund i New York har en kort ledtid, vilket är 2–3 dagar. Följaktligen kan dessa två alternativ uppfylla kundbehovet bäst. Koldioxidutsläppen är som minst för *Alternativ 1*, det vill säga med tredjepartslogistik som möjliggör lagerhållning nära kund. *Alternativ 1* är därmed mest klimatvänligt. Gällande aspekten kostnad går det inte att redovisa ett resultat för vilket fraktalternativ som är billigast respektive dyrast.

Det går att konstatera att lager nära kund, i detta specifika fall med transport över hav, är det bästa alternativet sett utifrån kundbehov och koldioxidutsläpp. Ingen generell slutsats om koldioxidutsläpp och lager nära slutkund kan dras.

6. Analys

I kapitlet analyseras resultatet.

6.1 Analys forskningsfråga 1

För att beräkna koldioxidutsläpp finns det flera tillgängliga modeller. Det finns både generella ekvationer samt fordonsspecifika ekvationer, som är baserade på olika faktorer. Ett annat alternativ är att använda digitala verktyg. De verktyg som undersöktes och användes i arbetet var NTMCalc Advanced 4.0 samt DHL Carbon Calculator, båda rekommenderades av intervjupersoner. Jämförelsevis fanns det både likheter och skillnader mellan de digitala verktygen, samt mellan dessa och ekvationerna. De nämnda ekvationerna uppfattades vara omfattande, ställa höga krav på användares matematiska förkunskaper samt kräva extra kunskap om frakterna. Med grund i detta och enligt rekommendationer användes istället digitala verktyg som upplevdes mer användarvänliga och samtidigt pålitliga för slutresultatet. Beroende på vem som står bakom de digitala verktygen och för vilket syfte de har utvecklats, kan förutsättningarna för användande skilja sig åt. DHL CC anses vara ett verktyg för den genomsnittliga användaren som inte är väldigt insatt i detaljer. NTMCalc hade betydligt fler val och parametrar som användaren kunde fylla i samt jobbade med fler decimaler. En analys gällande verktygen är att NTMCalc har potential till att användas för mer komplicerade beräkningar, men att det också kräver mer information om transporten och produkten.

Eftersom verktygen har skilda egenskaper och är lämpade för olika syften gav beräkningarna olika resultat, trots försök till att använda samma ingående parametrar. Detta analyseras i *forskningsfråga 4*. Differensen i resultaten beror troligen på skillnader i parametrar som nämnts i arbetet, men det kan även finnas okända parametrar som inte uppmärksammats. Det är viktigt att undersöka vilka parametrar som beräkningsmodellerna bygger på samt att testa flera verktyg och dess inställningar för att kunna jämföra resultaten.

Efter analys konstaterades det att distans och emissionsfaktorer är parametrar som inkluderats i både ekvationer och i de digitala verktygen. I ekvationen från Naturvårdsverket (2020-a) nämns inte distansen men det är känt att bränsleförbrukning beror på bland annat distans. Även utnyttjandegrad är till synes inkluderat i de båda digitala verktygen, samt i ekvationen för utsläpp per TEU som är ekvationen för sjöfrakt. Det är möjligt att utnyttjandegrad är inkluderat i de övriga ekvationerna när formeln härleds. Eftersom det inte har genomförts beräkningar med ekvationerna i detta arbete går det inte att utesluta att utnyttjandegrad är inkluderat.

6.2 Analys forskningsfråga 2

En analys är att arbetet inte har behandlat alla befintliga fraktalternativ. Till exempel berättade Larsson att det är vanligt att köra gods från Sverige med lastbil till Centraleuropa och sedan flyga över Atlanten. Troligtvis finns det dessutom fler "halvalternativ" än de som Larsson informerat om. Förslagsvis kan det finnas alternativ där lastbil eller tåg kombineras med flyg eller båt. För beräkningarna valdes de tre alternativ som ansågs vara mest rimliga och passande utifrån förutsättningar i arbetet och den insamlade informationen.

Intervjuerna fastslår att pandemin har påverkat förutsättningarna för flyg- och båtfrakt, vilket påverkar ledtiden och priserna. Inom båtbranschen blir ledtiderna längre och priserna högre

eftersom efterfrågan är större än utbudet. Inom flygbranschen finns liknande problem, det vill säga att efterfrågan är hög samtidigt som antalet fligheter är reducerade. De ledtider och kostnader som presenterades återspeglar endast hur situationen såg ut vid tidpunkten då informationen hämtades, eftersom branschen är i konstant förändring.

Som nämnt i resultatet kunde det inte fastställas en kostnad per produkt för ett specifikt transportmedel. Därmed kunde det inte avgöras vilket fraktalternativ som var billigast respektive dyrast. Trots att olika rederier och transportbolag kontaktades kunde inget av dessa bolag dela med sig av exakta priser på grund av konfidensen. En analys är att kostnader beror på utbud och efterfrågan samt att transportbolag och deras kunder förhandlar om priser och skriver kontrakt som beror på lojalitet, antal förväntade frakter och övriga aspekter.

6.3 Analys forskningsfråga 3

Resultatet visade att *Alternativ 1* bidrog till lägst koldioxidutsläpp. Detta är till synes logiskt eftersom *Alternativ 1* även är det fraktalternativ med kortast distans. Dock är distansen inte den enda avgörande faktorn, vilket kan ses i *Alternativ 3* som har näst kortast distans men ändå störst utsläpp. I *Alternativ 3* flygs produkten mellan *Stockholm-New York* istället för att skeppas med båt. Detta tyder på att även fordonsvalet har en stor påverkan koldioxidutsläppen. En analys är att *Alternativ 1* och *Alternativ 2* är mer klimatvänliga än *Alternativ 3* tack vare deras primära fordonsval, vilket är båt. Det kan även konstateras att *Alternativ 1* är mer klimatvänligt än *Alternativ 2* på grund av den kortare distansen.

Det är intressant att reflektera över resultatens trovärdighet genom att utvärdera beräkningsverktygens resultat. En första analys som görs är gällande likheten mellan de två digitala verktygen, NTMCalc Advanced 4.0 och DHL Carbon Calculator. Det som kan utläsas från beräkningarna gällande fraktmedlen lastbil, båt och flyg, är att DHL CC visade större koldioxidutsläpp. Som presenterat i *Tabell 22* nedan utgjorde NTMCalc:s resultat för lastbil och flyg endast 61% av DHL CC:s resultat. Även båtfrakternas resultat skiftade märkvärt mellan verktygen där NTMCalc utgjorde mellan 52 – 100% av DHL:s utsläpp. Endast i frakt med Van gav NTMCalc ett större utsläpp, detta var 124% av DHL CC:s. Resultaten blev troligen olika eftersom verktygen baserar sina beräkningar på olika parametrar och värden, vilket redovisas i *Tabell 22*. Det går heller inte att utesluta den mänskliga faktorn, att författarna har gjort fel någonstans även fast beräkningarna har genomförts flera gånger. Resultaten upplevs trots detta vara trovärdiga eftersom de är relativt lika varandra och eftersom antagandena är grundade i fakta.

Tabell 22*Jämförelse av resultat i koldioxidutsläpp mellan NTMCalc och DHL CC*

| | |
|----------------------|---|
| Lastbilfrakt | NTMCalc utgjorde 61 % av DHL CC:s utsläpp |
| Flygfrakt | NTMCalc utgjorde 61 % av DHL CC:s utsläpp |
| Båtfrakt | NTMCalc utgjorde 52–100 % av DHL CC:s utsläpp |
| Frakt med Van | NTMCalc utgjorde 124 % av DHL CC:s utsläpp |

6.4 Analys forskningsfråga 4

Arbetet har lyft fram det beroendeförhållande som råder mellan klimat, kostnad och kundbehov och det har också poängterats att kundbehovet ses som den centrala aspekten. Detta skulle således innebära att både *Alternativ 1* och *Alternativ 3* är föredragna leveransalternativ. Efter analys kan däremot en svaghet med *Alternativ 3* lyftas fram, nämligen att det finns en större osäkerhetsaspekt om kundorder skickas från Stockholm istället för New York. Flygfrakt mellan Stockholm och New York har ledtid på minst 2 dagar och max 3 dagar, vilket inte är mycket längre än alternativet med Van i New York. Dock är det möjligt att flyg kan bli försenade och det är fler steg i leveransen som kan gå fel. Om det skulle uppstå en kris av något slag har företaget bättre förutsättningar att lösa problemet om produkten redan befinner sig i samma land, eller ännu bättre i samma stad som slutkunden.

Båtfrakter lyfts ofta fram som ett bättre fraktalternativ än flyg ur klimathänsyn, men det väljs ändå inte i lika stor utsträckning på grund av dess långa ledtid. Detta visar att klimatet och kundbehovet kan vara i konflikt med varandra. I *Alternativ 1* används båtfrakt för den längsta leveranssträckan *Shanghai – New York*, men denna långa transporttid är inte något som kunden faktiskt märker. Genom att ha lager nära kunden blir leveransen mellan *Shanghai – New York* på ett sätt tidsberoende. Detta eftersom tredjepartslogistik och Prime Penguins tjänst säkerställer att det finns produkter i lagret nära kunden. När kunden lägger sin order är produkten alltså redo att skickas från lagret. Dock blir sträckan från *lager i Sverige – slutkund i New York* tidspressad för att kund ska få varan inom önskad tidsram. Att köra båt hela vägen mellan *Sverige – New York* anses därför inte vara rimligt eftersom leveranstiden blir mellan 17–32 dagar. Resultatet visar att konflikten mellan klimat och kundbehov inte behöver vara aktuell, eftersom *Alternativ 1* har den bästa leveransservicen och det minsta koldioxidutsläppet trots att båtfrakt är det huvudsakliga fraktsättet.

Resultatet har visat att den kortaste ledtiden och det minsta koldioxidutsläppet mellan sträckan *Kina – USA* kan uppnås genom att ha lager i USA. Således kan det undvikas att transportera produkterna via Sverige, vilket även kan garantera en god leveransservice.

7. Slutsats

Kapitlet redogör för arbetets slutsatser av forskningsfrågorna.

1. Hur kan koldioxidutsläpp från frakter beräknas och vilka faktorer bör inkluderas i beräkningarna?

Koldioxidutsläpp kan beräknas med digitala verktyg samt med ekvationer. Olika fordonsslag tar hänsyn till olika faktorer i beräkningarna. De gemensamma faktorerna som går att utläsa från både de digitala verktygen samt ekvationerna är distans, emissionsfaktorer och till störst sannolikhet även utnyttjandegrad.

2. Hur ser fraktalternativen ut om man väljer att:

A) Frakta från producent i Kina till tredjepartslogistiker med lager nära kund i USA och därefter till slutkund i USA, eller

B) Frakta från producent i Kina till lager i Sverige och därefter till slutkund i USA?

Fraktalternativ A) resulterade i *Alternativ 1* och innebär båtfrakt från Shanghai till New York, lagerhållning i New York och frakt med Van till slutkund i New York. Leveranstid från kundorderpunkt blir 1–3 dagar.

Fraktalternativ B) resulterade i *Alternativ 2* och *Alternativ 3*.

Alternativ 2 innebär båtfrakt från Shanghai till Stockholm, lagerhållning i Stockholm och båtfrakt till slutkund i New York. Leveranstid från kundorderpunkt blir 17–31 dagar.

Alternativ 3 innebär båtfrakt från Shanghai till Stockholm, lagerhållning i Stockholm och flygfrakt till slutkund i New York. Leveranstid från kundorderpunkt blir 2–3 dagar.

Fraktkostnaderna har inte kunnat fastställas.

3. Hur mycket koldioxid släpps ut per produkt från de olika fraktalternativen?

Koldioxidutsläppen från *Alternativ 1* är minimum 0.17 kg CO₂ och maximum 0.20 kg CO₂.

Koldioxidutsläppen från *Alternativ 2* är minimum 0.26 kg CO₂ och maximum 0.40 kg CO₂.

Koldioxidutsläppen från *Alternativ 3* är minimum 1.91 kg CO₂ och maximum 3.11 kg CO₂.

4. Vilket fraktalternativ är bäst gällande aspekterna klimat, kostnad och kundbehov?

Alternativ 1 är bäst gällande aspekterna kundbehov och klimat. Ingen slutsats om kostnadsaspekten kan göras. *Alternativ 1* motsvarar att använda en tredjepartslogistiker med lager nära kund, vilket Prime Penguins tjänst möjliggör. Detta innebär att deras tjänst kan bidra till lägre koldioxidutsläpp från frakter, om varorna transporteras med båt till lagret.

8. Diskussion

I diskussionen presenteras övriga intressanta tankar angående forskningsfrågorna och resultatet.

Från resultatet och analysen går det att utläsa att *Alternativ 1* var bäst gällande kundbehov och klimat. Det är även möjligt att *Alternativ 1* skulle kunna vara det billigaste alternativet, enligt bland annat intervju med Vanhatapio, eftersom frakten görs med båt.

Som nämnt i analysen ansågs kundbehovet vara en central aspekt, men det är möjligt att kundbehovet inte har en lika avgörande roll i val av frakt som har uppfattats enligt intervjuer. Vad händer om antagandet, som säger att kunden kräver korta leveranstider, inte är rätt? Om kunden är villig att vänta betydligt längre på sin leverans kan det vara aktuellt att välja ett rent båtalternativ, som *Alternativ 2*. Det skulle även kunna vara relevant att undersöka "halvalternativ" där en order varken är ett rent flyg- eller båtalternativ. Ett exempel på halvalternativ skulle vara frakt med lastbil till Europa och sedan flyg till USA. Detta halvalternativ hade potentiellt kunnat resultera i en kortare leveranstid än båtfrakt, samtidigt som koldioxidutsläppen kan minska eftersom en sträcka med flygfrakt försvinner.

I intervjuerna upplevs åsikterna vara splittrade angående hur avgörande kostnaden är för val av frakt. Somliga hävdade att produktens värde avgör om flygfrakt är rimligt, medan andra menade på att produkten måste flygas oavsett värde för att inte förlora konkurrenskraft. Vanhatapio nämnde exempelvis att kunder i USA förväntar sig att produkten levereras inom 3 dagar. Han förklarade att NA-KD alltid flyger sina varor till USA, trots att ordern inte upplevs ha högt värde. En analys är att transportlösningar kan se annorlunda ut i teori och i praktik.

Om kund skulle önska kort ledtid blir diskussionen kring frakten *Stockholm – New York* extra intressant. För att flygalternativet ska vara aktuellt förutsätter det att kunden eller företaget tycker det är värt att betala en hög fraktkostnad, beroende på vem som står för frakten. En slutsats är att om flygalternativet utesluts av ekonomiska skäl innebär detta att lager nära kund blir den enda lösningen när kort ledtid krävs. Om kundbehov och klimat är de viktigaste aspekterna uppmuntras lager nära kund enligt resultatet i arbetet, eftersom flygalternativet ger stora koldioxidutsläpp.

Ytterligare en diskussionspunkt är att kostnader var konfidentiella och att som studenter eller som "icke-företag" var det svårt att få kostnadsförslag från rederier. Arbetet resulterade i några kostnader, men inga som var jämförbara. Eftersom prisbilden kan vara en avgörande faktor för beslut kring fraktalternativ rekommenderas det att flera typer av kostnader fastställas och jämföras med varandra, till exempel fraktkostnader och lagerhållningskostnader. Det rekommenderas också att beräkna koldioxidutsläpp för lagerhållning för en mer utvecklad jämförelse av utsläppen. Dessa vidare undersökningar kan resultera i en mer fullständig analys av aspekterna kundbehov, klimat och kostnader.

Slutligen bör ett antal felkällor belysas. Till att börja med bidrog pandemin till diverse komplikationer. I intervjuer var det tydligt att transportbranschen, speciellt rederibranschen, befann sig i en pressad situation med hög efterfrågan. Det uppstod svårigheter med att få kontakt med representanter från denna bransch. Flertalet rederier kontaktas via mail men majoriteten svarade inte och det gjordes även försök till telefonsamtal. Det eftersträvades att få

minst två källors uttalande inom varje ämnesområde, men på grund av de nämnda svårigheterna kunde detta inte alltid uppfyllas. En rekommendation är därför att samla in mer primärdata i framtida liknande arbeten.

Ytterligare en svårighet i arbetet var att förstå de globala fraktnätverken, oavsett typ av transportmedel, vilket behövdes till beräkningarna i de digitala verktygen. För att snabbare bestämma relevanta och trovärdiga rutter kunde fler speditörer kontaktats, eftersom dessa har erfarenheter av att kombinera flera trafikslag och transportföretags tjänster. Resultaten av koldioxidutsläppen baserades på två beräkningsverktyg. För att öka trovärdigheten och verifiera resultatet bör fler verktyg eller modeller användas. Det bör även poängteras att i arbetet har flertalet egna antaganden gjorts och en del generella inställningar har använts i de digitala verktygen, som påverkade noggrannheten i resultatet.

Källhänvisning

- Bersenev, A., Chikilevskaya, M., & Rusinov, I. (2020). Silk Road Rail Corridors Outlook and Future Perspectives of Development. *Procedia Computer Science*, 167, 1080–1087. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.407>
- Clas Ohlson. (u.å) *Paketlåda Mail Box*. https://www.clasohlson.com/se/Paketl%C3%A5da-Mail-Box/p/34-2372-2?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=google%20surfaces&gclid=CjwKCAjwu5CDBhB9EiwA0w6sLVO-g0sCHX25P1qKF32r5MMZvByli-0wWssLOnKu5LloUxvg2yrJnRoCbPgQAvD_BwE
- CMA CGM. (2021-a). *Voyage Details 204ZYZR* <https://www.cma-cgm.com/ebusiness/schedules/voyage/detail?voyageReference=204ZYZR>
- CMA CGM. (2021-b). *Liberty Bridge*. <https://www.cma-cgm.com/products-services/line-services/flyer/LIBERTY>
- CMA CGM. (2021-c). *Search port to port Schedules*. Hämtad 2021-04-13 <https://www.cma-cgm.com/ebusiness/schedules/routing-finder>
- COSCO SHIPPING Lines. (2021-a). *Trans-Pacific-AWE4*. <http://lines.coscoshipping.com/home/Services/route/12>
- COSCO SHIPPING Lines. (2021-b). *Sailing Schedules*. Hämtad 2021-05-03 <https://elines.coscoshipping.com/ebusiness/sailingSchedule/searchByCity/resultByCity>
- Deutsche Post DHL Group. (2021). *The world's leading logistics company*. <https://www.dpdhl.com/en/about-us.html>
- DHL. (2021-a). *Carbon Calculator*. <https://dhl-carboncalculator.com/#/home>
- DHL. (2021-b). <https://dhl-carboncalculator.com/#/scenarios>
- DHL Freight. (2009). *Ditt emballage. Allas säkerhet*. https://www.dhl.se/content/dam/downloads/se/logistics/se/DHL_Emballageinstrukt_513_022_10_02.pdf . Hämtad 2021-05-20.
- DHL Express. (2021). *Snabb prisberäkning*. <https://mydhl.express.dhl/se/sv/shipment.html#/rate-and-quote#address-details>
- DV. (u.å). *Shanghai Containerized Freight Index*. <https://www.nl.dsv.com/en-gb/sea-freight/scfi>
- emojipedia.(u.å-a). <https://emojipedia.org/delivery-truck/>
- emojipedia. (u.å-b). <https://emojipedia.org/ship/>

emojipedia.(u.å-c). <https://emojipedia.org/minibus/>

emojipedia.(u.å-d). <https://emojipedia.org/airplane/>

freeworldmaps. (u.å). <https://www.freeworldmaps.net/download/maps/world-outline-map.jpg>

Gleissner, H., & Femerling, J. C. (2013). *Logistics, Basic – Exercises – Case studies*. Springer. DOI 10.1007/978-3-319-01769-3.

Jupta, S., Patil, V., Himabindu, M., & Ravikrishna, R.V. (2015). *Life-cycle analysis of energy and greenhouse gas emissions of automotive fuels in India: Part 1 e Tank-to-Wheel analysis*. Elsevier. DOI 10.1016/j.energy.2015.11.031

Haller, K., Lee, J., & Cheung, J. (2020). Meet the 2020 consumers driving change. *Ibm*, 20. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/consumer-2020#>

Jonsson, P., & Mattsson, S. (2016). *Logistik Läran om effektiva materialflöden* (3:e uppl). Studentlitteratur AB.

Krantz, A. (2013). *Intervjumetodik* (3:2 uppl). Studentlitteratur.

Logistics Glossary. (u.å). TEU. <https://www.logisticsglossary.com/term/teu/>

MAERSK. (2021-a). *AE5 Westbound*. <https://www.maersk.com/local-information/shipping-from-asia-pacific-to-europe/ae5-westbound>

MAERSK. (2021-b). *Schedules*. Hämtad 2021-05-03.

<https://www.maersk.com/schedules/pointToPoint?from=2IW9P6J7XAW72&to=148LVMHYNW4N3&containerIsoCode=42G1&fromServiceMode=CY&toServiceMode=CY&numberOfWeeks=4&dateType=D&date=2021-06-01&vesselFlag=>

Marineinsight. (2021). *14 Terminologies Used for Power of the Ship's Marine Propulsion Engine*.

<https://www.marineinsight.com/main-engine/12-terminologies-used-for-power-of-the-ships-marine-propulsion-engine/>

McKinsey Global Institute. (2019). *China and the world. Inside the dynamics of a changing relationship*.

<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/china/china%20and%20the%20world%20inside%20the%20dynamics%20of%20a%20changing%20relationship/mgi-china-and-the-world-full-report-june-2019-vf.ashx>

MSC. (2018). *TRANSATLANTIC NETWORK UPDATE*. <https://www.msc.com/bgr/notices/2018-july/transatlantic-network-update>

MSC. (2019-a). *ASIA – NORTH EUROPE NETWORK*. https://www.msc.com/global-document-library/pdfs/east-west-network/msc_2m_presentation_asia_northeurope

MSC. (2019-b). *MSC IMPROVES CONNECTIONS BETWEEN BALTIC & OTHER EUROPEAN PORTS*. <https://www.msc.com/chl/notices/2019-march/msc-improves-connections-between-baltic-other-eu>

MSC. (2021-a). *TRANSPACIFIC US EAST COAST NETWORK*. https://www.msc.com/global-document-library/pdfs/east-west-network/msc_2m_presentation_transpacific_ecusa

MSC. (2021-b). *2020 EAST-WEST SERVICES*. https://www.msc.com/global-document-library/pdfs/east-west-network/msc_2m_presentation_full_guide

MSC. (2021-c). *SEARCH SCHEDULES*. Hämtad 2021-05-03. <https://www.msc.com/search-schedules>

MSC. (2021-d). *SEARCH SCHEDULES*. Hämtad 2021-04-13. <https://www.msc.com/search-schedules>

- Mälardalens Högskola. (2021). *Primära och sekundära data*.
<https://libguides.mdh.se/c.php?g=678062&p=4832329>.
- Naturskyddsföreningen. (2020). *Faktablad: Växthuseffekten*.
https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/faktablad-vaxthuseffekten_d
- Naturskyddsföreningen (2021). *Faktablad: Hållbara transporter?*
https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/faktablad-hallbara-transporter?gclid=Cj0KCCOiApY6BBhCsARIsAOI_GjZYrvRjQDXwRetxP_OXDul8bJm0_IAQlqE5eAH-NpN1BKtRf6l8kGcaApHYEALw_wcB
- Naturvårdsverket. (2020-a). *Beräkna dina utsläpp av luftföroreningar*.
<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Luft-och-klimat/Berakna-dina-utslapp-av-luftfororeningar/>
- Naturvårdsverket. (2020-b). *Förklaring av termer*. <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Luft-och-klimat/Berakna-dina-klimatutslapp/Forklaring-av-termer/>
- NE. (u.å-a) *Tonkilometer*
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/tonkilometer>
- NE. (u.å-b). *Kvantitativ metod*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kvantitativ-metod>
- NE. (u.å-c). *Kvalitativ metod*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kvalitativ-metod>
- NE. (u.å-d) *Lastbärare*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/lastb%C3%A4rare>
- NTM. (u.å-a). *13 Questions and 12 Answers on NTM*. <https://www.transportmeasures.org/en/about-ntm/13-questions-and-12-answers-on-ntm/>
- NTM. (u.å-b). *About NTM*. <https://www.transportmeasures.org/en/about-ntm/>
- NTM. (u.å-c). *Strategy*. <https://www.transportmeasures.org/en/about-ntm/strategy/>
- NTM. (u.å-d). *NTMCalc Advanced 4.0 Environmental Performance Calculator*.
<https://www.transportmeasures.org/ntmcalc/v4/advanced/index.html?signout=disabled#/>
- Östkarsson, B., Aronsson, H., & Ekdahl, B. (2013). *Modern logistik - för ökad lönsamhet* (4:e uppl.). Liber AB.
- Papadogianni, I., & Psaraki-Kalouptsidi, V. (2017). Calculation of aircraft fuel consumption and CO2 emissions based on path profile estimation by clustering and registration. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 54, 172–190. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.05.006>
- Pham, T. Y., Kim, K. Y., & Yeo, G. T. (2018). The Panama Canal expansion and its impact on East-West liner shipping route selection. *Sustainability (Switzerland)*, 10(12).
<https://doi.org/10.3390/su10124353>
- PostNord. (2015). *Sustainability*. The MIT Press.
- PostNord. (2020). *E-barometern Q2 2020*. <https://www.postnord.se/siteassets/pdf/rapporter/e-barometern-q2-2020.pdf>
- PostNord. (u.å). *Förpackning och Emballering*.
<https://www.postnord.se/siteassets/pdf/faktablad/forpackningsinstruktioner.pdf>
- Prime Penguin. (u.å-a) *Environment*. <https://www.primepenguin.com/environment/>
- Prime Penguin (u.å-b). *Effortless Logistics*. <https://www.primepenguin.com/>
- Rodrigue, J.-P. (2006). Intermodal Transportation and Integrated Transport Systems. *The Form of Nodal Space” Conference, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, July*.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.541.8783&rep=rep1&type=pdf>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2017). *The handbook of logistics and distribution management – understanding the supply chain* (6:e uppl.). KoganPage.

- Cott, C., Lundgren, H., & Thompson, P. (2017). Guide to Supply Chain Management. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- Shanghai Shipping Exchange. (u.å-a). *Brief Introduction*. <https://en.sse.net.cn/brief/introen.jsp>
- Shanghai Shipping Exchange. (u.å-b). *About SCFI*. https://en.sse.net.cn/indices/introduction_scfi_new.jsp
- Shanghai Shipping Exchange. (2021). *Shanghai Containerized Freight Index*. Hämtad 2021-04-09, 2021-04-16, 2021-04-23 & 2021-04-30. <https://en.sse.net.cn/indices/scfinew.jsp>
- Shopify. (2021). *The Future of Ecommerce Report 2021*. <https://www.mendeley.com/reference-manager/reader/7afe85dc-4f3e-3d5f-b2a4-4b16ea75455c/6bd1234b-4653-0e0f-0002-5709821fef22>
- Svenskt Trä. (2021). *Lastpallar*. <https://www.svensktra.se/bygg-med-tra/traforpackningar/val-av-emballagetyplastpallar/>
- Trafikverket. (2012). *Godstransporter*. https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10770/RelatedFiles/2012_119_Godstransporter.pdf
- Trafikverket. (2020). *Tung lastbil – behörighet C1, C1E, C, CE*. <https://www.trafikverket.se/korkort/korkortsprov/tung-lastbil/>
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- United Nations. (u.å). *Sustainable transport*. <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/sustainabletransport>
- UPS. (2021). *Beräkna tid och pris för frakt*. https://wwwapps.ups.com/fctc/timeandcost?loc=sv_SE
- Vasiliaskas, A. V., & Jakubauskas, G. (2007). Principle and benefits of third party logistics approach when managing logistics supply chain. *Transport*, 22(2), 68–72. DOI: 10.1080/16484142.2007.9638101
- Weidenheimer, K. (2014). *Carbon Dioxide Emission in Maritime Container Transport and comparison of European deepwater ports: CO2 Calculation Approach, Analysis and CO2*.
- Vei, R., & Liu, C. (2020). Research on carbon emission reduction in road freight transportation sector based on regulation-compliant route optimization model and case study. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 28, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2020.100408>
- Vesterberg, S., Axdorph, E., & Östholm, R. (2020). *Stockholm Sverige USA. En genomgång av våra ekonomiska relationer med USA*. <https://finansid.se/wp-content/uploads/2020/10/Ekonomisk-analys-handel-med-USA.pdf>
- Wongchao, T. (2014). *Air Pollution and Greenhouse Gases*. Springer. DOI 10.1007/978-981-287-212-8

INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR XXXXX
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS