



**CHALMERS**



# Jämförelse av kylmetoder för sista kilometern-leveranser av matkassar

Kandidatarbete inom Industriell ekonomi

ALBIN OREBRAND  
IVAR NORDBLOM  
LYDIA VIBERUD

SARA PETERSSON  
SOFIA NORRBY  
TOM BANJAC

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

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2022  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)  
Kandidatarbete TEKX04-22-11



# Jämförelse av kylmetoder för sista kilometern- leveranser av matkassar

Comparison of cooling methods for last mile deliveries  
of meal kits

ALBIN OREBRAND  
IVAR NORDBLOM  
LYDIA VIBERUD

SARA PETERSSON  
SOFIA NORRBY  
TOM BANJAC

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
Avdelning för Service Management and Logistics

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022

## Jämförelse av kylmetoder för sista kilometern-leveranser av matkassar

ALBIN OREBRAND      SARA PETERSSON  
IVAR NORDBLOM      SOFIA NORRBY  
LYDIA VIBERUD      TOM BANJAC

© ALBIN OREBRAND, 2022  
© IVAR NORDBLOM, 2022  
© LYDIA VIBERUD, 2022

© SARA PETERSSON, 2022  
© SOFIA NORRBY, 2022  
© TOM BANJAC, 2022

Kandidatarbete TEKX04-22-11  
Teknikens ekonomi och organisation  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Illustration av transport av en matkasse.

Göteborg, Sverige 2022  
Gothenburg, Sweden 2022

## Comparison of cooling methods for last mile deliveries of meal kits

ALBIN OREBRAND  
IVAR NORDBLOM  
LYDIA VIBERUD

SARA PETERSSON  
SOFIA NORRBY  
TOM BANJAC

Department of Technology Management and Economics  
Chalmers University of Technology

### **ABSTRACT**

#### **Background**

The demand for meal kits is larger than ever, which sharpens the requirements for companies in the industry. It is crucial for meal kit companies to choose the cooling method of best fit, partially due to higher requirements regarding environmental sustainability, partially to keep the operations profitable.

#### **Problem**

There is currently an absence of a thorough mapping regarding which cooling methods are being used, and how efficient these are both from an environmental and an economic perspective. The absence entails difficulties for meal kit companies to make well-informed decisions. A mapping can help meal kit companies make a more informed decision when choosing cooling method for their deliveries.

#### **Aim**

This thesis aims to evaluate how the most common passive cooling methods used for last mile deliveries of meal kits relate to the active solution used by Gordon Delivery. The different cooling methods are compared from a carbon dioxide equivalent perspective and a cost perspective.

#### **Theoretical framework**

The theoretical framework describes the concepts of food logistics, cooling systems, meal kits, environmental footprint methods, carbon dioxide equivalents, and cost analysis.

#### **Method**

A mixed method research, MMR, was conducted using a combination of quantitative and

qualitative data. Thence, the results were analyzed with a cost analysis and a carbon dioxide equivalent analysis.

## **Results and implications**

The results show that most of the meal kit companies worldwide use passive cooling. The results from the study also imply that several passive cooling methods are being used. However, the most common solution is that meal kits are packed in a cardboard box with an insulating liner and refrigerants. The four most common insulated liners are cotton, bubble foil, wool, and starch. The two most used refrigerants are ice packs and gel packs. Furthermore, there are solutions that replace the cardboard box and insulated liners with an expanded polystyrene box, also known as an EPS box. The carbon dioxide equivalent comparison implies that passive cooling methods generate more pollution than active cooling methods. EPS boxes result in more emissions than cardboard boxes, and gel packs result in more emissions than ice packs. The cost analysis shows that EPS boxes are more expensive than cardboard boxes combined with insulating liners, and that solutions with cotton insulated liners are the most expensive, whilst insulating liners made of bubble foil result in the least costs.

Key words: Cooling methods, Carbon dioxide equivalents, MMR, Last mile, Meal kits, Cold chain logistics for food

Note: The report is written in Swedish.

## **SAMMANFATTNING**

Efterfrågan på matkassar växer snabbare än någonsin, vilket ställer krav på bolag i branschen. Det är av största vikt för bolag i branschen att välja rätt kylmetod för sina leveranser, dels på grund av skärpta krav kring miljömässig hållbarhet, dels för att verksamheten ska vara lönsam.

### **Problem**

Idag saknas en kartläggning av vilka kylmetoder som används, samt hur dessa förhåller sig till varandra ur ett miljömässigt och ett ekonomiskt perspektiv. Avsaknaden gör det svårt för bolag att ta välgrundade beslut. En kartläggning som kan utgöra beslutsunderlag för matkassebolag vid val av kylmetod skulle innebära en möjlighet att jämföra de olika kylmetoderna och deras konsekvenser.

### **Syfte**

Syftet med rapporten är att redogöra för hur de vanligaste passiva kylmetoderna för sista

kilometern-leveranser av matkassar förhåller sig till varandra och till Gordon Deliverys aktiva kylmetod. Kylmetoderna jämförs sedan ur ett kostnadsperspektiv och ur ett koldioxidekvivalentperspektiv.

### **Teoretiskt ramverk**

Det teoretiska ramverket redogör för begreppen: logistik för livsmedel, kylsystem, matkassar, kylmetoder, miljöredovisningsmetoder, koldioxidekvivalenter samt kostnadsanalys.

### **Metod**

I syfte att besvara rapportens frågeställningar utfördes en mixed method research, MMR, där en kombination av kvantitativa och kvalitativa metoder användes. Resultaten analyserades därefter med hjälp av en kostnadsanalys och en koldioxidekvivalentanalys.

### **Resultat och implikationer**

Resultatet av studien visar att det förekommer flera olika passiva kylmetoder, men det vanligaste är att matkassar kyls genom att packas i en wellpappkartong med isolering, samt någon form av kylmedel. De fyra mest använda isoleringstyperna är bomull, bubbelfolie, ull och stärkelse, och de två förekommande kylmedlen är gelpåsar och ispåsar. Vidare förekommer också lösningar där wellpappkartongen och isoleringen ersätts med en expanderad polystyrenbox, även kallat EPS-box. Jämförelsen av koldioxidekvivalenter visar att passiva kylmetoder genererar mer koldioxidekvivalenter än aktiva kylmetoder. EPS-boxar ger upphov till mer utsläpp än wellpappkartonger, och gelpåsar ger mer utsläpp än ispåsar. Kostnadsanalysen visar att EPS-boxar är dyrare än wellpappkartonger och isolering, samt att lösningar med bomullsisolering är dyrast medan isolering av bubbelfolie medför lägst kostnader.

Nyckelord: Kylmetoder, Koldioxidekvivalenter, MMR, Sista kilometern, Matkassar, Kylkedja för livsmedel

Notera: Rapporten är skriven på svenska.

## **FÖRORD**

Denna kandidatuppsats genomfördes på institutionen för Teknikens ekonomi och organisation under avdelningen Service Management and Logistics vid Chalmers Tekniska Högskola under våren 2022 och motsvarar 15 högskolepoäng. Studiens författare studerar på civilingenjörsprogrammet Industriell ekonomi samt civilingenjörsprogrammet Maskinteknik.

Inledningsvis vill vi rikta ett tack till vår handledare Dan Andersson, docent på avdelningen Service Management and Logistics samt kontaktperson Kristina Liljestrand, Head of Expansion på Gordon Delivery. Båda har stöttat oss under arbetets gång, och bidragit med kunskap och engagemang, vilket vi är mycket tacksamma för. Ytterligare tack till alla övriga som bidragit med värde för studien, både intervjuobjekt och övrig personal på Chalmers som bidragit med engagemang och vägledning.

Tillsammans har ni alla hjälpt oss i rätt riktning.



# Innehållsförteckning

<b>1. INTRODUKTION .....</b>	<b>1</b>
1.1. BAKGRUND .....	1
1.2. SYFTE .....	3
1.3. PROBLEMATISERING OCH FRÅGESTÄLLNINGAR .....	3
1.4. AVGRÄNSNINGAR .....	5
<b>2. TEORETISKT RAMVERK.....</b>	<b>7</b>
2.1. LOGISTIK FÖR LIVSMEDEL.....	7
2.1.1. <i>Logistik för färskvaror</i> .....	7
2.1.2. <i>Sista kilometern-leveranser</i> .....	8
2.2. KYLSYSTEM.....	8
2.2.1 <i>Passiva kylsystem</i> .....	9
2.2.2 <i>Aktiva kylsystem</i> .....	9
2.3. MATKASSAR .....	9
2.3.1. <i>Matkassens komponenter</i> .....	9
2.3.2. <i>Matkassebolag</i> .....	10
2.4. ANALYSMODELLER .....	10
2.4.1. <i>Miljöredovisningsmetoder</i> .....	10
2.4.2 <i>Koldioxidekvivalenter</i> .....	11
2.4.3 <i>Kostnadsanalys</i> .....	11
<b>3. METOD .....</b>	<b>13</b>
3.1. UTFORMNING AV STUDIENS METOD .....	13
3.2. DEFINITION AV STANDARDLEVERANS.....	14
3.3. DATAINSAMLING .....	15
3.3.1. <i>Insamling av primärdata</i> .....	15
3.3.2. <i>Insamling av sekundärdata</i> .....	19
3.4. ANALYS AV INSAMLADE DATA .....	21
3.4.1. <i>Koldioxidekvivalentanalys av insamlade data</i> .....	22
3.4.2. <i>Kostnadsanalys av insamlade data</i> .....	24
3.5. KVALITETSSÄKRANDE AV METOD .....	26
3.5.1. <i>Validitet</i> .....	26
3.5.2. <i>Reliabilitet</i> .....	26
3.5.3. <i>Etik</i> .....	28
<b>4. RESULTAT OCH ANALYS .....</b>	<b>29</b>
4.1. KARTLÄGGNING AV MATKASSEBOLAG OCH DERAS KYLMETODER.....	29
4.1.1. <i>Verksamma matkassebolag på marknaden</i> .....	29
4.1.2. <i>Identifierade passiva kylmetoder</i> .....	31
4.1.3. <i>Beskrivning av komponenter för passiva kylmetoder</i> .....	33
4.2. BERÄKNADE KOLDIOXIDEKVIVALENTER .....	36
4.2.1. <i>Koldioxidekvivalenter för den yttre förpackningen</i> .....	36
4.2.2. <i>Koldioxidekvivalenter för aktiv kylning i terminal</i> .....	37
4.2.3. <i>Koldioxidekvivalenter för aktiv kylning under sista kilometern-leverans</i> .....	38
4.2.4. <i>Koldioxidekvivalenter för kylmedel</i> .....	39
4.2.5. <i>Koldioxidekvivalenter för förpackningsisolering</i> .....	41
4.3. JÄMFÖRELSE AV UTSLÄPP I KOLDIOXIDEKVIVALENTER.....	43
4.3. BERÄKNADE KOSTNADER .....	45

4.3.1. <i>Kostnader för förpackningsmaterial</i> .....	45
4.3.2. <i>Lagerkostnader</i> .....	49
4.4 SAMMANFATTANDE RESULTAT .....	55
<b>5. DISKUSSION</b> .....	<b>57</b>
5.1. OSÄKERHETER OCH ANTAGANDEN .....	57
5.1.1. <i>Osäkerheter och antaganden kopplade till lagerkostnader</i> .....	57
5.1.2. <i>Osäkerheter och antaganden kopplade till förpackningskostnader</i> .....	58
5.1.3. <i>Osäkerheter och antaganden kopplade till standardleveranser</i> .....	59
5.1.4 <i>Osäkerheter och antaganden kopplade till koldioxidekvivalentanalys</i> .....	59
5.2. DISKUSSION KRING RESULTATET .....	61
5.2.1. <i>Jämförelse av kylmetoder</i> .....	61
5.2.2 <i>Diskussion kring aspekter relaterade till resultatet</i> .....	62
<b>6. SLUTSATSER</b> .....	<b>65</b>
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>67</b>
<b>BILAGA 1</b> .....	<b>77</b>
INTERVJUGUIDE FÖR REPRESENTANTER FRÅN GORDON DELIVERY .....	77
INTERVJUGUIDE FÖR REPRESENTANTER FRÅN MATKASSEBOLAG .....	78
<b>BILAGA 2</b> .....	<b>80</b>
MEDELVÄRDE AV RÖRLIGT ELPRIS I SVERIGE .....	80

# 1. Introduktion

I takt med den snabbt växande efterfrågan på matkassar, en prenumerationsbaserad måltidstjänst där kunden får den exakta mängden ingredienser till ett antal recept, ställs allt högre krav på leveransernas kostnadseffektivitet och hållbarhet. Val av metod för att kyla matkassarna under transport till slutkund har en betydande roll i att uppnå dessa krav, både de ekonomiska och de miljömässiga, varför det kan vara av intresse att undersöka möjliga kylmetoder. Gordon Delivery, ett bolag som utför sista kilometern-leveranser av kylda matkassar, initierade arbetet och bistår med information och handledning. I följande avsnitt ges inledningsvis en bakgrund kring e-handeln för livsmedel, marknaden för matkassar, sista kilometern-leveranser och kylmetoder under transport. Därefter presenteras rapportens syfte och frågeställningar, följt av rapportens avgränsningar och struktur.

## 1.1. Bakgrund

Under 2010-talet har e-handelns tillväxt i Sverige varit stor, och mellan åren 2010 och 2020 femdubblades e-handelns omsättning (Postnord, 2021). Även globalt är e-handeln kraftigt ökande (Postnord, 2022). Dagligvaruhandeln har länge varit den branschen i detaljhandeln med lägst e-handelsandel, men den växer snabbt och branschen fördubblade sin e-handelsandel mellan 2019 och 2020 (HUI Research, u.d.). Matkassebolag är en del i dagligvaruhandeln, och även dessa bolag har sett en stor försäljningsökning de senaste åren (Lindsten, 2020). Matkassar är en typ av måltidsleveransservice som normalt är prenumerationsbaserad och leveranserna innehåller ingredienser med tillhörande recept (MealFinds, 2020). Grand View Research (2022) förutspår att matkassebranschens årliga tillväxt kommer att vara 17,4 % mellan 2022 och 2030, från ett värde på 20,5 till 63,5 miljarder USD.

I all e-handel av matkassar måste matvarorna nå kunderna. Det görs genom distribution, vilket är ett sätt att sprida en produkt geografiskt för att tillgängliggöra den för kunder (Jonsson & Mattsson, 2016). Den sista delen i en distributionskedja, där en produkt når slutkunden, refereras till som last mile, vilket i denna studie översätts till sista kilometern (Gevaers, Van de Voorde, & Vanelander, 2011). Transporter av matkassar kräver en obruten kyld transportkedja, en process innefattande temperaturkontrollerade aktiviteter från råvaruutvinning till slutkund, för att bibehålla varornas kvalitet (Khan & Ali, 2021). För kylda transporter till slutkund finns det huvudsakligen två typer av kylsystem, aktiva och passiva

system, men även hybridlösningar förekommer (Reports and Data, 2020). Aktiv kylning använder mekaniska eller elektriska system som drivs av en energikälla för att reglera temperaturen på varorna i terminalerna eller i fordon, medan passiva lösningar gör detta med hjälp av exempelvis is i förpackningen (Cold Jet, 2020; Reports and Data, 2020). Hybridlösningar är en kombination av aktiv och passiv kylning.

Den kraftigt växande matkassebranschen ställer allt högre krav på att leveranserna skall genomföras på ett hållbart sätt (Sonneberg, Leyerer, Kleinschmidt, Knigge, & Breitner, 2019). I branschen har även kraven från konsumenter ökat gällande förpackningsmaterial i matkassarna, exempelvis kring minskad användning av plast (LINCHPIN, 2022). Vidare rör kundernas ökade miljömedvetenhet även maten och råvarorna som levereras, där trenden är ekologisk mat som vid produktion tar hänsyn till att ekosystem, biologisk mångfald samt vattentillgångar hanteras på ett hållbart sätt (LINCHPIN, 2022). Dessutom är vegetariska och växtbaserade matkassar ett växande segment (Grand View Research, 2022).

På grund av de ökade kraven är det viktigt att aktörer i försörjningskedjan har tillgång till relevant information och ser över vilka möjligheter som finns för att kunna fatta de bästa besluten utifrån ett hållbarhetsperspektiv. För transporter av kylda varor är en viktig aspekt i beslutsfattandet vilken metod för temperaturreglering som väljs (Coulomb, 2008). Att välja rätt kylmetod utifrån ett hållbarhetsperspektiv kräver först och främst kunskap om vilka alternativ som finns tillgängliga, men också kring hur de olika metoderna påverkar olika delar av bolagets verksamhet. Kostnader kan variera beroende på vald kylmetod, men även miljöpåverkan kan skilja sig åt, exempelvis kopplat till energikonsumtion, utsläpp av växthusgaser eller restprodukter (Fan, 2021).

För att kunna jämföra miljöpåverkan från utsläpp av olika växthusgaser kan de konverteras till koldioxidekvivalenter, vilket gör att de kan uttryckas i samma enhet (WWF, 2019). Koldioxidekvivalenter är en konvertering av växthusgasutsläpp till motsvarande mängd koldioxid (NE, u.d.). Att genomföra en direkt jämförelse av olika kylmetoder för sista kilometern-lösningar kan vara svårt, då olika bolags prioriteringar skiljer sig åt (Skärlund, 2020). Vidare menar Skärlund (2020) att det kan finnas olika motiv för företag att utföra miljöarbete. Det kan exempelvis öka ett företags anseende eller vara ekonomiskt gynnsamt. Olika kyllosningar kan ge upphov till olika kostnadsposter och koldioxidekvivalenter, varför det är av intresse att behandla båda aspekterna i studien.

Gordon Delivery, som initierat den här studien, är ett företag som erbjuder kylda sista kilometern-leveranser och deras kundportfölj inkluderar flertalet matkassebolag. De genomför över 500 000 leveranser per månad och har sett en årlig tillväxt på över 300 % sedan 2020, något som delvis kan kopplas till matkassebranschens tillväxt. I dagsläget använder Gordon Delivery uteslutande aktiva kylsystem för sina leveranser av matkassar. Inför en kommande expansion av bolaget, där det planeras etablering i ett flertal länder där passiva kylsystem för närvarande är vanligt förekommande, är det av intresse att kartlägga olika alternativ för kylning vid leveranser. Gordon Delivery understryker att det idag saknas en kartläggning av de kylmetoder som används samt hur dessa förhåller sig till varandra, framför allt sett till kostnader och utsläpp i koldioxidekvivalenter, vid sista kilometern-leveranser.

## 1.2. Syfte

Studiens syfte är att redogöra för hur de vanligaste passiva kylmetoderna för sista kilometern-leveranser av matkassar förhåller sig till varandra och till Gordon Deliverys aktiva kylmetod, med avseende på kostnader och koldioxidekvivalenter.

## 1.3. Problematisering och frågeställningar

För att uppnå syftet angrips problemet i tre delar. Inledningsvis krävs en kartläggning av vilka passiva kylmetoder som matkassebolag använder sig av idag. Genom att identifiera vilka kylmetoder olika bolag använder sig av, samt vilka av dessa som är vanligast förekommande, kan beslut angående vilka metoder som ska studeras närmare tas. Kartläggningen av kylmetoder blir således ett underlag för resterande del av studien. Följande frågeställning definieras:

- Vilka passiva kylmetoder använder sig matkassebolag av idag?

Den andra delen som identifierats för att uppfylla syftet är att en miljöanalys behöver genomföras för att kunna jämföra de olika kylmetodernas utsläpp i koldioxidekvivalenter. För att presentera hur kylmetoderna förhåller sig till varandra kopplat till koldioxidekvivalenter behöver en analys utföras av de aktiviteter som genererar olika mängd utsläpp. Därigenom kan relativa utsläpp erhållas, och användas för att motivera matkassebolags val av kylmetod. Den andra frågeställningen som formuleras är följande:

- Hur ser skillnaderna mellan koldioxidekvivalenter ut för de identifierade kylmetoderna?

Den tredje delen för att kunna uppfylla syftet är att olika kostnadsposter kopplade till identifierade passiva kylmetoder beräknas och jämförs med Gordon Deliverys aktiva kylmetod. För att ta fram och presentera dessa kostnader på ett strukturerat sätt, med syfte att utgöra underlag för beslutsfattande, kan en kostnadsanalys utföras (Oskarsson, 2019; Hayes, 2021). En kostnadsanalys är ett systematiskt tillvägagångssätt för att identifiera enskilda kostnader som tillsammans utgör den totala kostnaden för en produkt eller tjänst (Oskarsson, 2019). För att jämföra de kostnadsmässiga skillnader som finns mellan de kartlagda kylmetoderna utsluts kostnadsposter som är gemensamma för samtliga kylmetoder från analysen. Den sista definierade frågeställningen lyder:

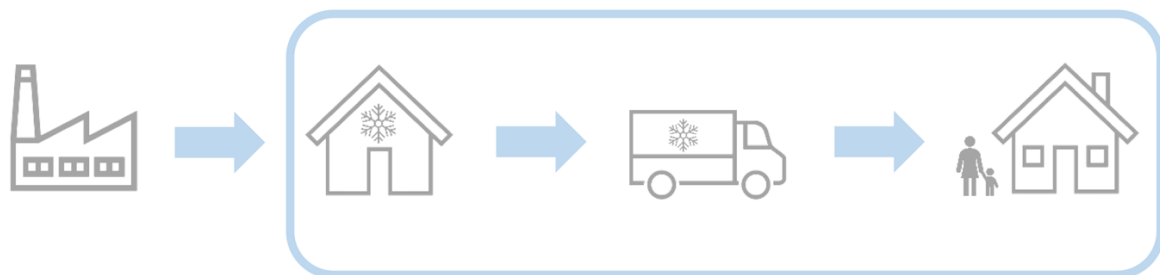
- Hur ser skillnaderna mellan kostnader ut för de identifierade kylmetoderna?

Genom att jämföra de kostnader respektive utsläpp som skiljer sig åt mellan kylmetoderna, kan relativa förhållanden erhållas. I studien definieras ett system bestående av de processer där ett matkassebolags kostnader eller utsläpp i koldioxidekvivalenter skiljer sig beroende på val av kylmetod i sista kilometern-leveranser. Systemet har sin början i tillverkning, inköp, hantering och lagring av det förpackningsmaterial som krävs för sista kilometern-leveranserna av matkassarna. Vidare ingår kylning av matkassarna i den sista terminalen innan leverans till slutkund och under transporten från denna terminal till slutkundens hem. Slutligen ingår hantering av förbrukat förpackningsmaterial. Systemets omfång fastslås i samråd med Gordon Delivery.

I systemet finns det aktiviteter som behöver inkluderas i analysen kopplat till kostnader men inte koldioxidekvivalenter, samt tvärtom. Miljöanalysen och kostnadsanalysen kommer således att inkludera olika processer. Analyserna utgår från samma definierade system, men inkluderar olika delar av det. Detta tillvägagångssätt tillämpas för att uppnå en så rättvis jämförelse som möjligt av de skillnader som finns mellan kylmetoderna.

Figur 1.1 nedan visar en förenklad bild av sista kilometern-leveranser för matkassar inkluderande tre huvudsakliga steg. Den första ikonen, fabriken, motsvarar matkassebolag vilka skickar matkassar med en transportör som kommer och hämtar dem. Därefter transporteras matkassarna till efterföljande terminal eller terminaler. Antalet terminaler som passeras kan variera beroende på hur långt sändningen ska skickas, men i Sverige är det oftast en eller två terminaler enligt Gordon Delivery. Nästa ikon motsvarar transportbolagens sista

terminal innan leverans till slutkund. Sista kilometern-leveransen har sin utgångspunkt i denna terminal då transportören hämtar upp matkassarna. Därefter kör transportören ut matkassarna till respektive hushåll, vilket illustreras i den tredje ikonen. Slutligen levereras matkassen hem till slutkund vilket visas i den fjärde ikonen. Observera att endast de inramade ikonerna inkluderas i sista kilometern-leveranser. Den första ikonen är med i bilden för att visa leveransernas början.



Figur 1.1. Illustration av sista kilometern för matkassar, transporten från sista distributionscentret till slutkund.

#### 1.4. Avgränsningar

I detta avsnitt presenteras arbetets avgränsningar, det vill säga vad som utesluts och varför. Arbetet innefattar inte alla olika storlekar på leveranser utan endast standardleveranser och motsvarande mått, detta på grund av studiens tidsbegränsning. En standardleverans är den vanligaste typen av leveranser som ett företag utför och genomsnittliga siffror på detta arbetes standardleverans hämtas från Gordon Delivery. Gordon Delivery agerar i dagsläget huvudsakligen i Norden och därför kan det finnas en risk att dessa värden inte är representativa för andra delar av världen. Eftersom detta arbete syftar till att jämföra skillnader i kostnader och koldioxidekvivalenter bör resultaten dock fortfarande vara tillförlitliga.

Gällande kostnadsanalysen utelämnas transport- och terminalkostnader från studien på grund av att dessa kostnadsposter fluktuerar mycket, bland annat på grund av makrotrender, både över tid och i olika geografiska regioner. En effekt av denna avgränsning är att resultaten gällande kostnader inte är helt rättvisande, utan erhållna resultat kommer vara lägre än de faktiska kostnaderna. På grund av att transport- och terminalkostnader exkluderas från studien, inkluderas inte heller priset för den aktiva kylningen. Anledningen till att det inte inkluderas är att den aktiva kylningen utförs med temperaturreglerade transporter och terminaler, och därmed ingår i priset för sista kilometern-leverans vid aktiv kylmetod. Ett alternativ hade varit

att inkludera dessa kostnadsposter och utföra en känslighetsanalys på resultatet, vilket dock inte är möjligt i denna studie på grund av tidsbegränsningen.

## 2. Teoretiskt ramverk

I följande avsnitt identifieras, presenteras och förklaras de begrepp och system som innefattas i rapporten och som ligger till grund för kommande analyser. Inledningsvis beskrivs logistik för livsmedel, och en definition ges av vad sista kilometern-leveranser innebär i arbetet. Vidare introduceras nyckelbegreppen kylsystem, matkassar, miljöredovisningsmetoder, koldioxidekvivalenter och kostnadsanalys.

### 2.1. Logistik för livsmedel

Följande del presenterar logistikkedjan för livsmedel. I synnerhet beskrivs logistik för färskvaror, samt definitionen av sista kilometern-leveranser.

#### 2.1.1. Logistik för färskvaror

I Accorsi och Manzinis (2019) definition av färskvaror ingår färska matvaror som olika jordbruksprodukter, men även processade produkter, som är temperaturkänsliga. Logistik för färskvaror är mer utmanade än logistik för torra varor, då hänsyn inte enbart behöver tas till kostnadseffektivitet och punktlighet utan även kvalitetsförsämringen av produkterna. Eftersom varorna är temperaturkänsliga kräver de en obruten kyld transportkedja. En obruten kyld transportkedja är en process som innefattar temperaturkontrollerade aktiviteter, från utvinning av råvaror till att varorna når slutkund, för att bevara produkterna färska (Khan & Ali, 2021).

Enligt de Keizer et al. (2017) är det viktigt att i ett logistknätverk för färskvaror tänka på att kvalitetsförfallet som kan förekomma ger upphov till värdoförluster och svinn. Orjuela-Castro et al. (2017) beskriver att försörjningskedjan både måste vara snabb och möjliggöra bevarande av produkternas kvalitet genom att utrusta lager och fordon med lämpliga bevaringstekniker. Även Abbasi-Tavallali et al. (2021) understryker att kvalitetsförfallets största påverkansfaktorer är hur lång tid transport, lagring och hantering av varorna tar, samt temperaturen under nämnda logistikaktiviteter.

Utöver att olika färskvaror har olika förlopp för kvalitetsförsämring varierar även graden av försämring mellan laster av samma produkt (de Keizer et al., 2017). Vidare förklarar de Keizer et al. (2017) att skillnaden i hur produktkvaliteten försämras över tid måste beaktas vid planeringen av ett logistknätverk. Eftersom miljöpåverkan för en försörjningskedja av färskvaror inte är begränsad till koldioxid- och vattenavtryck, utan även innefattar svinn på grund av kvalitetsförsämring och produktförstöring, är hållbarhet en omfattande utmaning

enligt Accorsi & Manzini (2019). För att påverka hållbarheten i kyldvärdekedjan krävs, utöver den direkta bränsleförbrukningen vid transporter, även att de ytterligare energibehov som finns för att bevara kylan i transporter tas i beaktning (Accorsi & Manzini, 2019).

### 2.1.2. Sista kilometern-leveranser

Distribution är den del av försörjningskedjan där en produkt sprids på marknaden för att tillgängliggöra den för kunder (Jonsson & Mattsson, 2016). En distributionskedja bör ha ett väl fungerande transportsystem som tillåter geografisk spridning och dessutom möjliggör spårning av produkter. Inom samtliga typer av industrier är välutvecklade distributionssystem kritiskt för lönsamhet. Bolag som har välfungerande distributionssystem har således möjlighet att nå fler kunder och därmed sälja fler produkter än konkurrenter (Jonsson & Mattsson, 2016).

Sista kilometern-leverans är den sista transporten i distributionskedjan där en produkt når slutkund (Gevaers et al., 2011). Denna del i logistiken är enligt Gevaers et al. (2011) den mest kostsamma på grund av dess ineffektivitet. Transporten från det sista distributionscentret till slutkund tenderar att vara komplicerad eftersom transportfordon måste stanna frekvent och leverera produkter till kunder. Denna komplikation förekommer specifikt i miljöer där framkomligheten är begränsad, till exempel inne i städer och i områden med bristfällig logistisk infrastruktur, vilket kan resultera i trafikstockningar (Cardenas et al., 2017).

Sonneberg et al. (2019) menar att i takt med den ökade e-handeln och urbaniseringen har kraven på transporter i städer ökat. Med dessa ökande krav följer utmaningar i form av att utveckla logistiklösningar och leveransprocesser som möter de ökade kraven från kunderna (Cardenas et al., 2017). Gällande sista kilometern-leveranser av kylda livsmedel krävs en obruten kylkedja för att kvalitetssäkra produkterna, eftersom kylda varor enligt Livsmedelsverket (2022) ska skyddas mot kontaminering och kunna hålla låg temperatur. Följaktligen levereras kylda livsmedel framför allt med mindre lastbilar där lastutrymmet kyls av ett aggregat, alternativt är livsmedelsvarorna förpackade, isoleras och kyls på ett sätt som säkerställer en obruten kylkedja (Svensk Dagligvaruhandel, 2021; Aste et al., 2017).

## 2.2. Kylsystem

För att kunna upprätthålla en obruten kyltransportkedja krävs någon typ av kylsystem eller en kombination av flera. Det finns två huvudsakliga kategorier av system som kan användas för att bibehålla önskad temperatur på kylda föremål, passiva och aktiva (CEVA Logistics, u.d.).

Klassificeringen baseras på hur systemet i fråga utför nedkylningen, om extern energi behöver tillsättas eller inte.

### 2.2.1 Passiva kylsystem

Passiva kylsystem kräver ingen extern energikälla, utan använder i stället kylmedel för att utföra kylningen (Comes et al., 2018). Anledningen till att dessa system kallas passiva är för att det inte finns någon aktiv kylningsmekanism i systemet. Exempel på kylmedel som kan användas är gelpåsar (CEVA Logistics, u.d.). För att varorna skall hålla sig kalla en längre period under transporttiden krävs, utöver kylmedel, en förpackning med isolering som håller förpackningens innehåll skyddat från omgivande temperatur (Skrzekut, 2019). Comes et al. (2018) poängterar att tidsaspekten är viktig när det handlar om passiva kylsystem, då förseningar kan leda till att kylmedlet tar slut, vilket bryter kylkedjan.

### 2.2.2 Aktiva kylsystem

Aktiva kylsystem kräver till skillnad från passiva lösningar en extern energikälla, exempelvis ett kylaggregat, som tillför mekanisk eller elektrisk energi för att kyla luftutrymmet (CLN Worldwide, 2020; Krautz, u.d.). Kylaggregatet genererar nedkyld luft, som därefter förs in i det utrymme där temperaturen skall kontrolleras (Krautz, u.d.). Metoden innebär därmed att aggregatet kan styra utrymmets temperatur exakt. Exempel på aktiva kylsystem är kylskåp (Chen et al., 2015).

## 2.3. Matkassar

Matkassar är en typ av måltidsleveransservice som normalt är prenumerationsbaserad (MealFinds, 2020). En matkasse innehåller vanligtvis färska ingredienser, färdiga såser samt kryddblandningar. Utöver dessa ingredienser bifogas recept på måltiderna i matkassen. Vissa matkassebolag erbjuder färdiga måltider snarare än enbart råvaror, vilket kan underlätta ännu mer för kunden (Godio, 2022). Kunden kan ofta välja från en mängd olika måltidsplaner och serveringsstorlekar. Det finns även möjlighet att välja antal måltider per vecka, vanligtvis mellan två och fem, samt önskad leveransdag och frekvens av leveranserna. Det vanligaste sättet för ett matkassebolag att nå ut med sina matkassar är att leverera dem till kundernas hem, men leverans till upphämningsställen förekommer också (Shaw, 2018).

### 2.3.1. Matkassens komponenter

En matkasse som transporteras med passiv kylmetod packas ofta med följande huvudsakliga delar: en yttre förpackning, isolering samt kylmedel (Mcgoff, 2021). Den yttre förpackningen

håller ihop matkassen och ska skydda den under transport. Förpackningen fylls med isolering vars uppgift är att bibehålla konstant temperatur. Kylmedlet absorberar värmen och håller tillsammans med isoleringen temperaturen i boxen inom ett önskat intervall (Mcgoff, 2021). Används däremot aktiv kylmetod packas matkassen endast i en yttre förpackning eftersom matkassarna kyls med hjälp av ett kylaggregat.

### 2.3.2. Matkassebolag

Företag som komponerar och distribuerar matkassar kallas för matkassebolag (Lee, 2016). Till skillnad från traditionella livsmedelsaffärer kan matkassebolag köpa in den exakta kvantitet livsmedel som kunder lagt order på, vilket minskar mängden matavfall och därmed kostnaderna (Lambert, 2019). Det första matkassebolaget, Middagsfrid, startades i Sverige 2007 (MealFinds, 2020). Middagsfrid växte snabbt och spreds till andra länder i Europa. Det dröjde till 2012 innan det första matkassaföretaget startades i USA (MealFinds, 2020), men idag är Nordamerika den största marknaden för matkassar med 46,2 % av de globala intäkterna (Grand View Research, 2022). Marknaden för matkassar har växt kraftigt de senaste åren, den globala marknaden uppgick 2017 till cirka 2,5 miljarder USD (Hexa Research, 2019) och 2021 var den siffran 15,21 miljarder USD (Grand View Research, 2022). Marknaden uppskattas, som tidigare nämnt, ha en framtida årlig genomsnittlig årlig tillväxttakt på 17,4 % fram till 2030, enligt Grand View Research (2022).

## 2.4. Analysmodeller

I följande avsnitt förklaras de modeller som ligger till grund för studiens analyser. Två typer av analyser utförs, en miljöanalys och en kostnadsanalys.

### 2.4.1. Miljöredovisningsmetoder

Denna studie syftar delvis till att jämföra olika kylmetoders miljöpåverkan och därför behöver metodernas miljöpåverkan kvantifieras, vilket kan göras med miljöredovisningsmetoder (Manfredi et al., 2015; Muralikrishna & Manickam, 2017). Livscykelanalys, vidare benämnt LCA-analys, är en typ av miljöredovisningsmetod där miljöpåverkan från en produkts olika faser, från anskaffning av råvaror till bortskaffandet av produkten, inkluderas (Muralikrishna & Manickam, 2017). LCA-analyser kan ha olika omfattningar när det gäller vilka faser som undersöks (Cao, 2017). Två vanliga omfattningar är vagga till grind, som innefattar faser från resursutvinning till färdig slutprodukt, och vagga till grav, som också börjar i anskaffningen av råvarorna men täcker alla faser fram till och med bortskaffandet av produkten. Manfredi et al.

(2015) jämför ett antal välanvända europeiska miljöredovisningsmetoder som alla har ett livscykelnsynsätt. Miljöpåverkan är ett mångfasetterat begrepp som kan innefatta väldigt olika saker och kan kvantifieras med hjälp av en mängd olika parametrar. Manfredi et al. (2015) beskriver att hur många parametrar som används, skiljer sig mellan olika miljöredovisningsmetoder. Klimatförändring är den parameter som är mest använd och majoriteten av de jämförda miljöredovisningsmetoderna inkluderar den.

#### 2.4.2 Koldioxidekvivalenter

Klimatförändringar är ett stort problem som drivs på av den globala uppvärmningen (Naturskyddsföreningen, 2021). Den globala uppvärmningen påverkas i sin tur av mängden växthusgaser i atmosfären. Varav koldioxid är den mest omtalade växthusgasen när det kommer till den globala uppvärmningen, men det finns flera andra växthusgaser också. Koldioxidekvivalenter, förkortat CO<sub>2</sub>e, används för att kunna beskriva och jämföra växthusgasers miljöpåverkan i samma enhet (Brander, 2012). För vilken mängd och typ av växthusgas som helst innebär dess koldioxidekvivalenter mängden koldioxid som skulle ha motsvarande globala uppvärmningseffekt. En mängd av en växthusgas kan uttryckas som koldioxidekvivalenter genom att multiplicera mängden växthusgas med dess globala uppvärmningspotential, förkortat GWP. GWP anger mängden uppvärmning en gas orsakar under en given tidsperiod, normalt 100 år, och koldioxid har värdet 1 (Brander, 2012).

#### 2.4.3 Kostnadsanalys

Studien avser även undersöka hur de olika kylmetoderna förhåller sig till varandra ur ett kostnadsperspektiv. Ett sätt att göra detta är att utföra en kostnadsanalys. En kostnadsanalys är ett systematiskt tillvägagångssätt för att identifiera enskilda kostnader som tillsammans utgör den totala kostnaden för en produkt eller tjänst (Oskarsson, 2019). De kostnader som inkluderas är råmaterialkostnader, tillverkningskostnader, arbetskraftskostnader, transportkostnader samt skattetariffer. Kostnadsanalyser kan vara av intresse i många olika situationer, däribland vid beslutsfattande där olika alternativ behöver jämföras med varandra (Oskarsson, 2019). Det är därför viktigt att beakta samtliga kostnader vid ett beslut, något som benämns totalkostnadsanalys. Att utföra en totalkostnadsanalys innebär att identifiera samtliga kostnader som kan påverkas av beslutet, beräkna eller uppskatta kostnader för de olika alternativen och sedan välja det alternativ med lägsta totalkostnad (Oskarsson, 2019). Sönne (2019) betonar svårigheten att vid tillämpning identifiera alla faktorer som påverkar samt ge dem ett representativt värde, då det ofta finns stora osäkerheter i samband med beslut.

Vidare kan en totalkostnadsanalys delas in i fem olika steg (Oskarsson, 2019). Det första steget är planeringsfasen vilket består av identifiering av olika alternativ som ska jämföras samt definiering av systemet som ska analyseras. Nästa steg är kostnadsmodellering. Här väljs dels vilka kostnadskategorier som ska inkluderas, dels vilka beräkningsmodeller som ska användas, samt vilka data som behöver samlas in. Beräkningar, vilka är det tredje steget i en totalkostnadsanalys, omfattar hämtning och bearbetning av data. Eftersom tidigare steg baseras på flera antaganden krävs en kritisk granskning. Det fjärde steget innebär identifiering av osäkerheterna samt analys av deras effekter på resultatet. Slutligen ska analysen presenteras, vilket görs i det femte steget (Oskarsson, 2019).

En kostnadsanalys kan enligt Lantz et al. (2014) utföras utifrån tre olika perspektiv beroende på syftet; volymperspektivet, kalkylobjektsperspektivet samt beslutsperspektivet. Volymperspektivet delar upp kostnaderna i rörliga samt fasta kostnader beroende på om kostnaderna påverkas av ändringar i produktions- eller försäljningsvolymen. I kalkylobjektsperspektivet delas kostnaderna i stället in i direkta kostnader, då kostnaden kan hänföras till ett enskilt kalkylobjekt, samt indirekta kostnader, då kostnaden är gemensam för flera kalkylobjekt (Lantz et al., 2014). I beslutsperspektivet delas kostnaderna in i särkostnader och samkostnader. En särkostnad är en kostnad som påverkas av vilket beslut som fattas i en viss beslutssituation medan en samkostnad, å andra sidan, är en kostnad som inte påverkas av vilket beslut som fattas i en viss beslutssituation. Sär- och samkostnader varierar dock mellan olika beslutssituationer, och vad som är en särkostnad i en situation kan vara en samkostnad i en annan. Vidare kan särkostnader vara antingen rörliga eller fasta (Lantz et al., 2014).

### 3. Metod

I följande avsnitt beskrivs de metoder som användes i arbetet för att uppnå syftet och besvara frågeställningarna. Studien baserades på en kombination av olika metoder, både kvalitativa och kvantitativa. Studien utfördes i Sverige, men omfattar data från andra europeiska länder samt USA, vilket är länder där det finns en stor marknad för matkassebolag, utifrån de identifierade matkassebolagen.

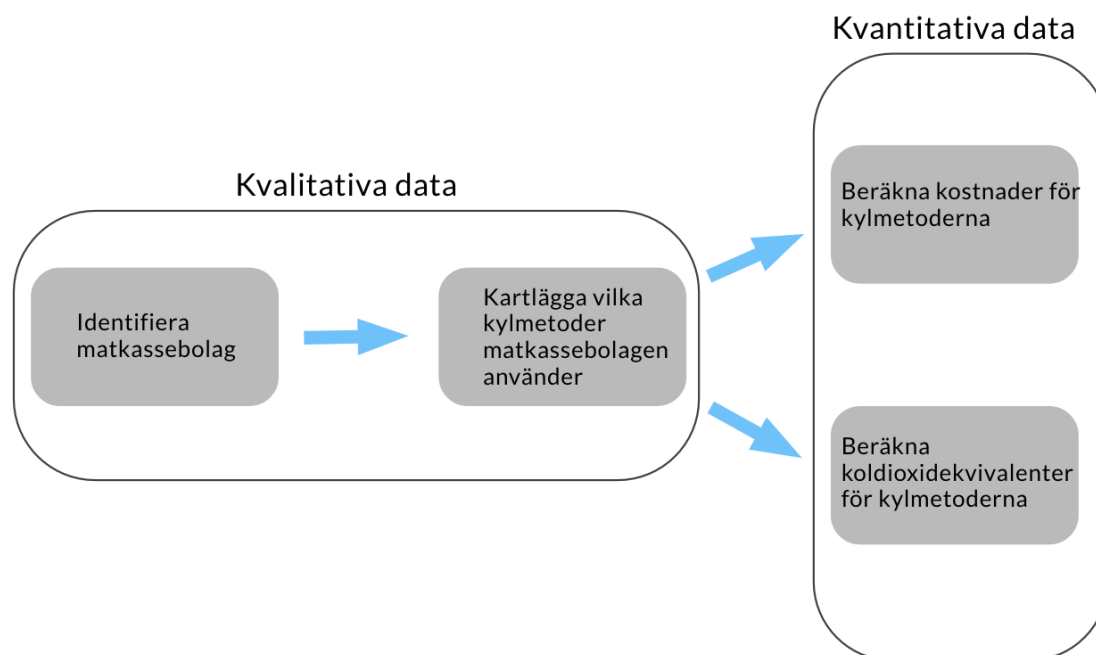
#### 3.1. Utformning av studiens metod

I studien användes en kombination av olika metoder, en så kallad mixed-method research, vidare benämnt MMR. Guetterman et al. (2019) argumenterar för att en MMR är fördelaktigt att använda vid studier där integrering av kvalitativ och kvantitativ datainsamling samt analys tillämpas för att uppnå syftet. Eftersom denna studie syftar till att både kartlägga olika kylmetoder för sista kilometern-leveranser matkassar samt att kalkylera kostnader och koldioxidekvivalenter, krävdes insamling av både kvalitativa och kvantitativa data. Därför var MMR ett lämpligt metodval för att besvara studiens frågeställningar.

En MMR kan vara utformad på flera olika sätt och det finns tre huvudsakliga tillvägagångssätt för att utföra den: konvergerande, förklarande och utforskande (Guetterman et al., 2019). Varianterna skiljer sig utifrån hur de kvalitativa och kvantitativa data används och relaterar till varandra. I den här studien används en utforskande MMR, vilken kännetecknas av att den kvantitativa datainsamlingen baseras på en initial kvalitativ datainsamling. Resultatet från den kvalitativa datainsamlingen kan därför användas för att identifiera variabler som testas i den kvantitativa delen (Guetterman et al., 2019). I studien krävde frågeställningarna gällande kostnader och koldioxidekvivalenter en kvantitativ datainsamling. Vidare krävde denna att kvalitativa data fanns att tillgå gällande vilka kylmetoder som skulle undersökas. Att använda en utforskande MMR är därför rimligt för att besvara frågeställningarna.

Inledningsvis gjordes en kartläggning av matkassebolag för att se vilka aktörer som finns och var dessa aktörer är verksamma. Den första frågeställningen behandlar kvalitativa data, varför denna datainsamling gjordes först. En kartläggning med hjälp av skrivbordundersökningar och intervjuer med matkassebolag gjordes för att finna vilka passiva kylmetoder som används inom sista kilometern-leveranser av matkassar. Intervjuer användes i så stor mån som möjligt, men kompletterades med skrivbordsundersökningar för de bolag där intervju inte var möjligt. Skrivbordsundersökningar är insamling av befintlig information till en egen studie, och kan

baseras på både litteratur och internetsökningar (Cambridge University Press, u.d.). Här avser skrivbordsundersökning enbart internetsökningar, medan termen litteraturstudie används för att benämna datainsamling via vetenskapliga artiklar, böcker samt rapporter. Frågeställningarna gällande vilka skillnader det finns i koldioxidekvivalenter och kostnader vid användning av de olika kylmetoderna besvarades genom miljö- och kostnadsanalyser i kombination med resultatet från den första frågeställningen. Data till analyserna hämtades genom litteraturstudier, skrivbordsundersökningar samt intervjuer, och användes sedan för att kalkylera koldioxidekvivalenter och kostnader för de olika kylmetoderna. Figur 3.1 nedan illustrerar hur data samlats in och i vilken ordning, samt vilka steg som behandlar kvalitativa respektive kvantitativa data.



Figur 3.1: Illustration av datainsamlingen

### 3.2. Definition av standardleverans

För att kunna jämföra kylmetoderna och presentera deras skillnader på ett likvärdigt sätt krävs en gemensam utgångspunkt för analysen. Därför behövde jämförelsen utgå från en definierad standardleverans i form av volym och vikt av en förpackning samt genomsnittlig tid per leverans av en matkasse. Genomsnittlig tid per leverans är den totala körtiden för en rutt, dividerat med antalet stopp. Beräkningarna som utfördes i analyserna baserades på den

definierade standardleveransen. Resultatet kunde således presenteras i termer av koldioxidekvivalenter och kostnader per standardleverans. I studien definierades en standardleverans som en förpackning innehållande en volym på 46 liter, vikt på 10 kilogram och en genomsnittlig tid per leverans på 6 minuter, vilket fastslogs i samråd med Gordon Delivery.

### 3.3. Datainsamling

Studiens datainsamling delades in i två delar, insamling av primärdata och insamling av sekundärdata. Primärdata hämtas från primärkällor, där förstahandsinformation om ett ämne finns (Lunds Universitet, 2022). I studien hämtades primärdata från intervjuer. Sekundärdata är data som redan finns tillgänglig från tidigare studier och undersökningar (Frisk, 2019).

#### 3.3.1. Insamling av primärdata

Den primära datainsamlingen gjordes genom intervjuer där både kvalitativa och kvantitativa data samlades in. Dels utfördes intervjuer med relevanta individer som arbetar på transportföretag eller matkassebolag, för att undersöka vilka passiva kylmetoder som förekommer. Intervjuer användes även för att samla in vissa data, såsom pris och produktbeskrivningar, för att besvara frågeställningen om vilka skillnader i kostnader som uppstår för ett matkassebolag beroende på användning av kylmetod i sista kilometern-leveranser. Exempelvis utfördes intervjuer med anställda på Gordon Delivery, med tillverkare av förpackningsmaterial och annat material till passiva kylmetoder samt med matkassebolag för att samla in denna data. Intervjuobjekten utgjordes i de flesta fall av lämplig representant från företag av intresse, exempelvis försäljningsansvarig, men vissa personer kontaktades via rekommendation från Gordon Delivery. För utförda intervjuer har representerade bolag anonymiserats då viss information kring priser och bolagens leverantörer kan vara känslig. Anonymisering av bolagens exakta val av kylmetod har även genomförts, för att säkerställa att ingen möjlighet ska ges att identifiera respektive bolag. Intervjuobjekt presenteras anonymiserat i tabell 3.1 med tillhörande bransch. Representanter från Gordon Delivery är inte anonymiserade i tabellen. Däremot hänvisas de till som Gordon Delivery och inte som specifika intervjuobjekt vid de tillfällen som data från dem används i rapporten.

Beroende på vilken av studiens tre frågeställningar som behandlades var fokus för intervjuerna olika. Tillvägagångssättet för att besvara den första frågeställningen var skrivbordsundersökning och intervjuer. För den andra frågeställningen, som berör

koldioxidekvivalenter, krävdes intervjuer i kompletterande syfte, när skrivbordsundersökning eller litteraturstudie inte var tillräckligt. Exempel på data som samlades in via intervjuer var hur mycket bränsle eller energi som diesel-, HVO- och eldrivna kylaggregat och kylterminaler förbrukar samt produktspecifikationer för förpackningsmaterial. De som intervjuades i syfte att samla in data var anställda på Gordon Delivery, transportbolag och tillverkare av förpackningsmaterial. För den sista frågeställningen, kopplad till skillnader i kostnader, användes intervjuer i två syften, dels för att bekräfta priser som erhållits från tillverkarens hemsidor, dels för att komplettera i de fall där prisuppgifter inte återfanns via skrivbordsundersökning. Intervjuerna utfördes med anställda på förpacknings-, isolerings- och kylmedelsföretag.

I arbetet användes semistrukturerade intervjuer, vilka grundar sig på relativt detaljerade intervjuguider, men där både intervjuaren och intervjuobjekten har utrymme att påverka riktningen på intervjun (Adams, 2015; McIntosh & Morse, 2015). Att använda semistrukturerade intervjuer är fördelaktigt då intervjun kan anpassas efter den intervjuade, medan intervjuguiden ser till att intervjun behandlar relevanta områden (McIntosh & Morse, 2015). Semistrukturerade intervjuer användes för att kunna erhålla ytterligare relevant information från intervjuobjekten, utöver intervjufrågorna. Vidare menar McIntosh och Morse (2015) att intervjuguiderna bör tas fram med grund i de data som krävs för att kunna besvara studiens syfte och frågeställningar. Under framtagningen av arbetets intervjuguider applicerades detta tankesätt, intervjuguiderna utformades på så vis att kostnadsposter och miljöpåverkan efterfrågades, alternativt information som möjliggjorde beräkningar av dessa värden. De intervjuguider som användes i studien redovisas i Bilaga 1, och diskuterades med handledare på Gordon Delivery, för att inga relevanta frågor skulle utelämnas. Intervjuguiderna skickades till intervjuobjekten i förväg, så att de kunde förbereda sig. Vidare användes dessa intervjuguider huvudsakligen för den kvalitativa datainsamlingen, alltså för intervjuer med Gordon Delivery och matkassebolag. Till viss del behandlade dock frågorna i intervjuguiden även kvantitativa data i syfte att ersätta eller komplettera skrivbordsundersökningen. Adams (2015) påpekar att frågorna i en intervjuguide kan vara en blandning av öppna och slutna. I denna studie har mer öppna frågor använts vid intervjuer vars syfte var att kartlägga kylmetoder medan mer slutna frågor användes när syftet var att insamla kostnadsposter eller produktspecifikationer. För majoriteten av den kvantitativa datainsamlingen, som främst utfördes i kompletterande syfte, var frågorna, till skillnad från kvalitativa, situationsspecifika

och baserades på data som saknades efter skrivbordsundersökning. Frågorna krävde i de fallen endast kortfattade svar i form av värden på kostnader eller koldioxidequivivalenter. På grund av dessa omständigheter användes ingen generell intervjuguide för den kvantitativa datainsamlingen, utan situationsspecifika frågor ställdes.

Tillvägagångssättet för intervjuerna skiljde sig åt beroende på situation. I studien användes telefonintervju, videointervju och mejlintervjuer. I de fall då det var möjligt med telefon- eller videointervjuer valdes det, men i andra fall användes mejlintervjuer på grund av exempelvis tidsbrist, att endast korta frågor skulle ställas eller uppföljning av andra typer av genomförda intervjuer. De använda tillvägagångssätten har olika för- och nackdelar (Kerson & McCoyd, 2006; Novick, 2008). Telefonintervjuer har fördelen att intervjuobjektet kan känna sig mer avslappnat, vilket kan vara svårare att uppnå vid videointervjuer. Novick (2008) menar att nackdelar med telefonintervjuer är att djupet på diskussionerna kan reduceras och frånvaron av visuella signaler kan påverka intervjuens utfall, aspekter som kan utgöra fördelar vid videointervjuer. Vidare finns det skillnader mellan telefon- och videointervjuer och mejlintervjuer (Kerson & McCoyd, 2006). Exempelvis tar mejlkorrespondens i genomsnitt längre tid medan telefon- eller videointervjuer innehåller fler ord (Shapka et al., 2016). Bryman et al. (2019) poängterar att en mejlintervju har fördelen att intervjuobjektet har tid att förbereda och tänka igenom sina svar. Kerson och McCoyd (2006) argumenterar för att mejlintervjuer är ett bra sätt att genomföra intervjuer, exempelvis på grund av att svaren blir mer omfattande och att intervjuobjekten inte behöver känna någon social press.

Videointervjuerna spelades in i de fall då intervjuobjekten godkände det. Det finns en risk att intervjuobjekten påverkades av det, men enligt Belson (1967) ökar precisionen i svaren snarare om intervjun spelas in. Inspelning möjliggör även för observation av icke-verbala signaler, som kroppsspråk, utan att gå miste om viktig information. Däremot hävdar Rutakumwa et al. (2020) att transkriberad data från inspelade och icke inspelade intervjuer inte skiljer sig åt kvalitetsmässigt.

Tabell 3.1: Presentation av intervjuobjekt med tillhörande bransch samt intervjutyp och datum för intervju.

Intervjuad person (titel/roll)	Företag	Typ av intervju (längd på intervju)	Datum
Kristina Liljestrand (Head of Expansion)	Gordon Delivery	Videointervju (43 min) Veckovisa handledningstillfällen	14 mars 2022 24 januari – 5 maj
Jakob Skriver (General Manager Commercial)	Gordon Delivery	Videointervju (58min)	16 februari 2022
Martin Lagerlöf (Business Excellence Manager)	Gordon Delivery	Mejlkommunikation	30 mars 2022
Elion Najim (Fleet Manager)	Gordon Delivery	Mejlkommunikation	21 mars 2022
Johannes Falk (Operations Manager)	Gordon Delivery	Mejlkommunikation	28 mars 2022
Intervjuobjekt A (Grundare och VD)	Matkassebolag	Videointervju (46 min) Mejlkommunikation	13 mars 2022 18 mars 2022
Intervjuobjekt B (Marketing Specialist)	Matkassebolag	Videointervju (56 min)	11 mars 2022
Intervjuobjekt C (VD)	Matkassebolag	Videointervju (35 min)	14 mars 2022
Intervjuobjekt D (Grundare)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	7 mars 2022
Intervjuobjekt E (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	9 mars 2022
Intervjuobjekt F (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	9 mars 2022
Intervjuobjekt G (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	9 mars 2022
Intervjuobjekt H (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	14 mars 2022
Intervjuobjekt I (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	11 mars 2022
Intervjuobjekt J (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	10 mars 2022
Intervjuobjekt K (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	11 mars 2022
Intervjuobjekt L (Kundtjänst)	Matkassebolag	Mejlkommunikation	14 mars 2022

<b>Intervjuobjekt M (Distriktschef)</b>	Förpackningsbolag	Mejlkommunikation	15 mars 2022
<b>Intervjuobjekt N (Kundtjänst)</b>	Förpackningsbolag	Mejlkommunikation	16 mars 2022
<b>Intervjuobjekt O (Account Manager)</b>	Förpackningsbolag	Mejlkommunikation	21 februari 2022 23 mars 2022
<b>Intervjuobjekt P (Sales Director)</b>	Förpackningsisoleringsbolag	Mejlkommunikation	17 mars 2022
<b>Intervjuobjekt Q (Sales Manager)</b>	Förpackningsisoleringsbolag	Mejlkommunikation	16 mars 2022
<b>Intervjuobjekt R (Sales Coordinator)</b>	Isolerings- och kylmedelsbolag	Mejlkommunikation	5 april 2022 21 april 2022
<b>Intervjuobjekt S (Kundtjänst)</b>	Kylmedelsbolag	Telefonsamtal (7 min)	24 mars 2022
<b>Intervjuobjekt T (Kundtjänst)</b>	Kylmedelsbolag	Mejlkommunikation	17 mars 2022
<b>Intervjuobjekt U (Kundtjänst)</b>	Kylmedelsbolag	Mejlkommunikation	19 april 2022
<b>Intervjuobjekt V (National Logistics Manager)</b>	Kylmedelsbolag	Mejlkommunikation	19 april 2022
<b>Intervjuobjekt W (Teknisk support)</b>	Transportföretag	Mejlkommunikation	21 mars 2022
<b>Intervjuobjekt X (Kundtjänst)</b>	Förpackningsisoleringsbolag	Telefonsamtal (3 min)	14 april 2022

### 3.3.2. Insamling av sekundärdata

Insamling av sekundärdata användes för att kartlägga de olika kylmetoderna, samt för att identifiera och samla in den data som krävdes för att beräkna kostnader respektive koldioxidekvivalenter för varje metod. I de fall data hämtats från Gordon Deliverys hemsida källhänvisas det inte specifikt, utan hänvisas som allmän information gällande bolaget. För att besvara den första frågeställningen användes skrivbordsundersökning i form av internetsökningar för att kartlägga olika matkassebolag och deras kylmetod vid sista kilometern-transporter. Varje nytt bolag och dess kylmetod sparades i ett Excel-ark. För frågeställningarna gällande kostnader och koldioxidekvivalenter användes sekundärdata, skrivbordsundersökningar samt litteraturstudier, för att erhålla information som behövdes för beräkningar.

Vid insamling av kvantitativa data för kostnadsberäkning kunde dessa till stor del hittas via skrivbordsundersökning på olika företags hemsidor, exempelvis matkassebolag samt tillverkare av boxar, isolering och kylmedel. I de fall priser inte framgick tydligt, var alternativet att insamla primärdata genom intervjuer. Gällande insamling av data för beräkning av koldioxidekvivalenter gjordes, förutom skrivbordsundersökning på nämnda hemsidor, dessutom litteraturstudier för att identifiera relevanta forskningsstudier kring de olika materialens koldioxidekvivalenter. Litteraturstudier innebär att fakta enbart hämtas från litteraturen (Forsberg & Wengström, 2016). Enligt Lewis-Beck et al. (2004) är en litteraturstudie en transparent och replikerbar forskningsprocess där syftet är att samla in relevant information för att besvara olika forskningsfrågor. Eftersom syftet var att identifiera kylmetodernas relativa utsläpp i koldioxidekvivalenter var det relevant att söka efter utförda LCA-analyser. Att utgå från en LCA-analys innebär alltså att alla utsläpp ifrån exempelvis en produkts livscykel inkluderas, varför det enligt RISE (u.d.) är en bra utgångspunkt vid jämförelse av olika alternativ.

I litteraturstudien användes artiklar och böcker hämtade från biblioteksdata-baser, exempelvis Chalmers bibliotek, samt vetenskapliga databaser, exempelvis Google Scholar. Dessutom användes rekommenderade artiklar och böcker från handledare på Chalmers samt områdesinsatta på Gordon Delivery. I tabell 3.2 redovisas vilka sökord som användes för att hitta litteratur inom specifika områden.

Tabell 3.2: Sökord beroende på ämne.

Ämne	Sökord
LCA-analys: Wellpappkartong	"Life cycle analysis" OR "LCA" AND "Corrugated cardboard"
LCA-analys: Expanderad polystyren	"Life cycle analysis" OR "LCA" AND "Expanded polystyrene"
LCA-analys: Diesel	"Life cycle analysis" OR "LCA" OR "Carbon footprint" AND "Diesel"
LCA-analys: HVO	"Life cycle analysis" OR "LCA" OR "Carbon footprint" AND "HVO"
LCA-analys: Gelpåsar	"Life cycle analysis" OR "LCA" OR "Carbon footprint" AND "Gel-pack" OR "Polyacrylate" OR "Polymer gel"
LCA-analys: Isolering	"Bubble wrap" OR "Aluminum foil" OR "Wool insulation" OR "Cotton insulation" OR "Starch insulation" OR "Cellulose insulation" AND "Life cycle analysis" OR "LCA"
Egenskaper: Wellpappkartong	"Corrugated cardboard" AND "properties"
Egenskaper: Expanderad polystyren	"Expanded polystyrene" AND "properties"
Egenskaper: Gelpåsar	"Gelpåsar" OR "Refrigerants" OR "Super absorbent polymers"
Egenskaper: Isolering	"Bubble foil insulation" OR "Wool insulation" OR "Denim insulation" OR "Starch insulation" OR "Cellulose insulation".

### 3.4. Analys av insamlade data

En komparativ analys av de olika kylmetoderna gjordes baserat på insamlade data. I analysen jämfördes matkassebolags relativa kostnader och koldioxidekvivalenter vid användning av valda kylmetoder. Utifrån kartläggningen av passiva kylmetoder valdes de mest frekvent använda metoderna till underlag i analyserna. Kartläggningen utgjorde därmed grunden för vilka kylmetoder som skulle inkluderas i analyserna.

### 3.4.1. Koldioxidekvivalentanalys av insamlade data

För att uppskatta kylmetodernas miljöpåverkan, och därigenom besvara frågeställningen om skillnader i koldioxidekvivalenter för matkassebolag beroende på deras val av kylmetod, genomfördes miljöanalyser för de olika kylmetoderna. Mängden koldioxidekvivalenter som en standardleverans av en matkasse ger upphov till vid användning av respektive kylmetod beräknades. Beräkningar gjordes på följande komponenter i systemet: den yttre förpackningen, förpackningsisoleringen, kylmedlet samt den aktiva kylningen i transportörens terminal och under sista kilometern-leveransen. Enligt Gordon Delivery är det dessa komponenter som har störst miljöpåverkan vilket är anledningen till att de inkluderades i miljöanalysen. I så stor utsträckning som möjligt inkluderades miljöpåverkan från komponenternas hela livscykel, men för en del komponenter var det inte möjligt. De data som behövdes för att beräkna de olika komponenternas miljöpåverkan hämtades, som beskrivits ovan, från litteraturstudier, skrivbordsundersökning och intervjuer.

För att beräkna de yttre förpackningarnas, förpackningsisoleringens samt kylmedlens miljöpåverkan behövdes data för kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram material samt antal kilogram material som används under en sista kilometern-leverans av en matkasse. Mängd koldioxidekvivalenter per standardleverans som kan härledas till de olika materialen beräknades med formel 1 nedan.

$$Koldioxidekvivalenter_{material}[CO_2e] = Koldioxidekvivalenter\ per\ massa\ material\ \left[\frac{CO_2e}{kg}\right] * Massa\ material\ [kg] \quad (1)$$

I vissa fall beräknades koldioxidekvivalenter i stället på kvadratmeter material som tillverkats, exempelvis för bubbelplast. I de fallen användes formel 2.

$$Koldioxidekvivalenter_{material}[CO_2e] = Koldioxidekvivalenter\ per\ area\ material\ \left[\frac{CO_2e}{m^2}\right] * Area\ material\ [m^2] \quad (2)$$

Koldioxidekvivalenter beräknades även i en del fall utifrån antalet kilogram koldioxidekvivalenter per kubikmeter material. Då användes formel 3.

$$Koldioxidekvivalenter_{material}[CO_2e] = Koldioxidekvivalenter\ per\ volym\ material\ \left[\frac{CO_2e}{m^3}\right] * Volym\ material\ [m^3] \quad (3)$$

Beräkning av den miljöpåverkan som den aktiva kylningen under sista kilometern-leveranser bidrar till krävde följande data: antal förbrukade liter bränsle eller kilowattimmar förbrukad el per timme, hur lång tid en sista kilometern-leverans av en matkasse tar samt kilogram koldioxidekvivalenter per liter bränsle eller kilowattimma el. Mängd koldioxidekvivalenter per

matkasse till följd av den aktiva kylningen under en sista kilometern-leverans beräknades med hjälp av formel 4 och 5.

$$Koldioxidekvivalenter_{bränsle} [CO_2e] = Koldioxidekvivalenter \text{ per liter bränsle } \left[ \frac{CO_2e}{l} \right] * Förbrukade liter bränsle [l] \quad (4)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{el} [CO_2e] = Koldioxidekvivalenter \text{ per kilowattimme el } \left[ \frac{CO_2e}{kWh} \right] * Förbrukade kilowattimmar el [kWh] \quad (5)$$

För att komma fram till hur många kilowattimmar som hade förbrukats under en standardleverans gjordes beräkningar enligt formel 6 på kylaggregatet.

$$Energiförbrukning_{standardleverans} [kWh] = Andel förbrukad batterikapacitet * Batterikapacitet [kWh] + \\ \text{Energiförbrukning från bilens batteri [kWh]} \quad (6)$$

För att kalkylera den miljöpåverkan som den aktiva kylningen i transportörens terminal bidrar till behövdes följande data: kilowattimmar förbrukad el per timme, hur lång tid en matkasse förvaras i en transportörs terminal innan leverans samt kilogram koldioxidekvivalenter per kilowattimme. Den förbrukade elen i kilowattimmar beräknas genom att multiplicera antalet watt per kvadratmeter med lagerytan och tid enligt formel 7. I formel 8 redovisas beräkningen för mängd koldioxidekvivalenter till följd av den aktiva kylningen i terminalen per matkasse.

$$Förbrukad el [kWh] = Förbrukad el \left[ \frac{kW}{m^2} \right] * Ytan [m^2] * Tiden [h] \quad (7)$$

$$Koldioxidekvivalenter \text{ per leverans } [CO_2e] = Förbrukade el [kWh] * \frac{Koldioxidekvivalenter \text{ per kWh } \left[ \frac{kg}{kWh} \right]}{\text{Antal boxar}} \quad (8)$$

För att beräkna koldioxidekvivalenter från transportörens terminaler utgick datainsamlingen från en av Gordon Deliverys terminaler i Köpenhamn. För denna terminal fanns det tillgänglig statistik kring elförbrukning, vilket användes för att beräkna koldioxidekvivalenter. Således är resultaten kopplade till terminaler specifika för just denna terminal, men applicerbara för andra terminaler av snarlik storlek.

För att få ut koldioxidekvivalenterna för kylningen av de passiva kylmedlen används ekvation 4. Först måste dock energin som krävs för nedkylningen beräknas. Energin kalkyleras genom att multiplicera massan, med kylmedlets värmekapacitet, och temperaturskillnaden enligt formel 9 (Ekholm, Fraenkel, & Hörbeck, 2014).

$$Energi [J] = Massa [kg] * Värmekapacitet \left[ \frac{J}{kg * K} \right] * Temperaturskillnad [K] \quad (9)$$

För fasövergången krävs endast massan och värmekapaciteten då ingen temperaturskillnad sker, enligt formel 10 (Ekholm et al., 2014).

$$\text{Energi [J]} = \text{Massa [kg]} * \text{Värme kapacitet } \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}}\right] \quad (10)$$

Energien är i enheten joule och kan omvandlas om till kilowattimmar genom att dela med 3600.

### 3.4.2. Kostnadsanalys av insamlade data

För att jämföra aktiva och passiva kylmetoder ur ett kostnadsperspektiv utfördes en kostnadsanalys inspirerad av en totalkostnadsanalys struktur och innehåll, med utgångspunkt i de fem steg som Oskarsson (2019) föreslår. Vidare utfördes kostnadsanalysen ur vad Lantz et al. (2014) benämner som ett beslutsperspektiv, då syftet är att jämföra olika alternativa kylmetoder. Fokus lades på särkostnader, alltså de kostnader som skiljer sig åt beroende på vilket beslut som tas, i detta fall vilken kylmetod som väljs. För att säkerställa att kostnadsanalysen genererade ett rättvisande resultat krävdes en kritisk granskning där antaganden förankrades, i enlighet med Oskarsson (2019). Kostnadsanalysrelaterade antaganden gjordes i samråd med intervjuobjekt och representanter från Gordon Delivery, och i övrigt följde kostnadsanalysen studiens tillvägagångssätt för validitet och reliabilitet, som presenteras i avsnitt 3.5. Presentation av analysen sker i rapportens resultatdel. En avgränsning i studien var att transport- och terminalkostnader exkluderades. Beräkningarna genererade således kostnader för passiv kylning, då denna utförs av förpackningsmaterialet, medan kostnader för aktiv kylning inte inkluderades, på grund av att dessa är sammankopplade med transport- och terminalkostnader. Resultaten indikerar därmed vilka prisintervall där en aktiv kylmetod är billigare respektive dyrare än en passiv kylmetod.

#### **Bestämna omfattning**

Initialt bestämdes kostnadsanalysens omfattning, där utgångspunkten var att beräkna de kostnader som skiljer sig åt mellan de olika kylmetoderna, särkostnaderna. Gemensamma kostnader, samkostnader, beräknades därmed ej, då dessa inte påverkar studiens resultat. För att fastställa omfattningen utgick kostnadsanalysen från studiens redan definierade system.

#### **Kostnadsmodellering och beräkningar**

Kostnadsmodelleringen innebar exempelvis att bestämma vilka kostnader som skulle inkluderas i analysen (Oskarsson, 2019). De kategorier som valdes var förpackningsmaterialkostnader och lagerkostnader, där förpackningsmaterialkostnader omfattar inköpskostnader för den yttre förpackningen, förpackningsisoleringen och kylmedlet.

Lagerkostnader inkluderar kostnader kopplade till lagerhållning av förpackningsmaterial samt nedkylning av kylmedel. Transportkostnader exkluderas från kostnadsanalysen, även om det kan tänkas finnas skillnader här.

Priser på förpackningsmaterial inhämtades från leverantörer och återförsäljares prislistor, vilka nåddes via skrivbordsundersökning. I de fall där det fanns flera prisnivåer beroende på orderkvantitet valdes det lägsta priset, då matkassebolag antas köpa in förpackningsmaterial i stora volymer, vilket troligtvis genererar bulkpriser. Även alternativ med en avvikelse på upp till 15 % från standardleveransens volym inkluderades för att få större underlag för studien. Vidare beräknades priset per liter eller kilogram, och konverterades till standardleveransens storlek, där alternativens medelvärde och medianvärde beräknades. Medelvärdet valdes i första hand, men i de fall där något alternativ särskilde sig anmärkningsvärt från övriga är det enligt SCB (u.d.) fördelaktigt att i stället välja medianvärdet, varför det då valdes. Medianen användes för att resultatet inte skulle påverkas av en sned fördelning och extremvärden. Då bulkpriser och företagsspecifika rabatter kan förekomma, användes intervjuer med matkassebolag för att erhålla indikationer på faktiska priser.

Lagerkostnader definieras i studien som kostnader för att lagervarv förpackningsmaterial som krävs för en standardleverans för de olika kylmetoderna. För att ta fram lagerkostnader beräknades först volymen för de olika komponenterna enligt formel 11 nedan. Volymen för komponenterna beräknades i den form de har vid lagerhållning, exempelvis beräknades volymen för en hopvikt kartong i stället för en uppvikt. I vissa fall fick antaganden göras kring hur förpackningsmaterial viks ihop till formen för lagerhållning, och därmed förekom antaganden kring volymen för hopvikta komponenter. Priser för lagerhyra per kvadratmeter erhöles från intervju med Gordon Delivery. För att kunna kalkylera lagerkostnaden per volym antogs en genomsnittlig lagerhöjd genom att utgå från en motviktstrucks lyfthöjd och addera höjden av en fullt lastad pall. Lagerkostnaden per standardleverans beräknades sedan som förpackningsmaterialets volym multiplicerat med lagerhållningspriset per volymenhet, enligt formel 12 nedan.

$$\text{Volym för komponent [m}^3\text{]} = \text{Längd [m]} * \text{Höjd [m]} * \text{Bredd [m]} \quad (11)$$

$$\text{Lagerhållningspris per standardleverans [kr]} = \text{Volym standardleverans [m}^3\text{]} * \text{Lagerhållningspris per volym [kr]} \quad (12)$$

Vidare behövde även kostnaden för nedkylning av gelpåsar tas i beaktning. För denna beräkning användes formel 9 och 10 initialt för att bestämma hur mycket energi denna process kräver, angivet i kilowattimmar. Beräkningen av denna energi utfördes med antagandet att det endast var vatten som skulle kylas ned. Sedan kalkylerades elpris per kilowattimme baserat på ett medelvärde för Sverige de senaste tolv månaderna, inklusive skatt men exklusive elnätsavgifter. Det erhållna priset användes då för att beräkna kostnaden för att kyla ned det antal gelpåsar som ingår i en standardleverans.

### 3.5. Kvalitetssäkrande av metod

För att säkerställa att studien utförs på ett sätt som genererar tillförlitliga resultat krävs olika typer av kvalitetssäkring. Nedan presenteras hur studien förhåller sig till validitet, reliabilitet och etiska aspekter. Slutligen förs en kritisk diskussion kring metodval.

#### 3.5.1. Validitet

En studies validitet bedömer om den verkligen studerar det den är avsedd att studera (Patel & Davidsson, 2011). För att bedöma en studies validitet undersöks exempelvis om forskningsfrågan är lämplig för att nå det önskade resultatet, om valet av metod är lämpligt för att besvara forskningsfrågan samt om designen för metodiken är korrekt gjord (Leung, 2015). Ett tillvägagångssätt för att validera studien var att låta områdesinsatta på Gordon Delivery granska resultatet för att bedöma dess validitet. Utöver denna granskning har löpande dialog förts med handledare på Chalmers för att kunna fatta beslut och utföra arbetet i linje med studiens syfte.

En stor del av studiens insamlade data erhöles från intervjuer. Bryman et al. (2019) poängterar vikten av att anpassa intervjuguidens frågor till studiens syfte och frågeställningar. För att uppnå denna anpassning läts områdesinsatt på Gordon Delivery granska intervjuguiden innan denna sändes till intervjuobjekten. På så vis kunde relevanta och täckande frågor säkerställas. Vidare deltog minst två personer vid varje intervju och intervjuerna spelades in i de fall det tilläts av intervjuobjekten. Övriga gruppmedlemmar tittade på inspelningarna och transkriberade intervjuerna i ett utvärderande syfte.

#### 3.5.2. Reliabilitet

Om en studie har god extern reliabilitet innebär det att någon annan ska kunna upprepa studiens procedur och få samma resultat och slutsats. Målet är att minska misstag och partiskhet i arbetet (Yin, 2009). Studien baserades både på kvalitativa och kvantitativa data. Vid användning av

kvalitativa data är det, enligt Bryman et al. (2019) vanligtvis svårt att uppnå extern reliabilitet eller replikerbarhet. För att öka den externa reliabiliteten i studien användes relevanta och anpassade sökord för att inte utelämna viktiga data och därmed oavsiktligt vinkla studien. Intern reliabilitet vid kvalitativ undersökning betyder enligt Bryman et al. (2019) att alla projektmedlemmar är överens om vad som observeras i undersökningen, och hur resultatet tolkas. Alla gruppmedlemmar deltog i studiens inledande fas, där introduktion till ämnet gavs och omfattning bestämdes. Dessutom var samtliga i gruppen med när studiens syfte och frågeställningar formulerades. Under arbetets gång har minst två författare arbetat med varje del i rapporten och sedan har delarna utvärderats och omarbetats av andra författare i gruppen.

Studien medför en risk för subjektivitet både vid datainsamling och analys. Grunden till denna risk är att arbetet initierades av Gordon Delivery och att vissa data är hämtad direkt därifrån. Data gällande Gordon Deliverys egna verksamhet har antagits vara korrekt, medan information rörande andra aspekter i största mån har jämförts med andra källor. Studien bygger även på en jämförelse mellan olika passiva kylmetoder och en specifik aktiv kylmetod, Gordon Deliverys metod. Därmed går det inte att utesluta att någon annan aktörs aktiva kylmetod skulle kunna generera andra resultat. Det är därför av stor vikt att tolka resultat med hänsyn till att det är just Gordon Deliverys aktiva kylmetod som jämförs med de passiva kylmetoderna. En annan aktör hade kunnat använda en annan typ av kylaggregat, transportfordon eller storlek på terminaler. För en fullständig jämförelse hade det krävts en kartläggning av andra aktörers aktiva kylmetoder, liksom studiens tillvägagångssätt för de passiva kylmetoderna.

Vidare måste även osäkerheter kring data beaktas, då det kan ha stor påverkan på resultatet. Ett sätt att hantera osäkerheter är att antalet värdesiffror i resultaten och beräkningarna anpassats till en lägre detaljnivå, och osäkerheterna diskuteras i rapportens avslutande delar. Vidare behöver även slumpens inverkan tas i beaktning. Exempelvis har priser erhållits från relativt få tillverkares hemsidor och det är därmed inte säkert att priserna återspeglar alla tillverkares priser på ett rättvist sätt. Inget systematiskt urval har alltså skett, utan priser har hämtats där de funnits tillgängliga, antingen via skrivborsundersökning eller intervju. Ett annat exempel på att slumpen påverkar resultatet är urvalet av matkassebolag. Urvalet gjordes inte med några specifika kriterier och det finns därför en risk att det inte representerar den globala marknaden för matkassar. Även kostnadsposter för energiförbrukning vid nedfrysning av

gelpåsar är en datapunkt med mycket osäkerhet och inverkan av slumpen, då elpriser fluktuerar både med tid och geografiskt område.

### 3.5.3. Etik

När det kommer till etik inom forskning och rapportskrivande är plagiering förekommande och otillåtet (Gahmberg, 2018). Eftersom många källor använts i arbetet är det av stor vikt att referenshantering och citering görs på ett korrekt sätt. Korrekt referenshantering har säkerställts genom att minst två av författarna har granskat varje källa. Vetenskapsrådet (2017) understryker även vikten av att medverkande individer skyddas från skada och kränkningar. För att säkerställa att individer skyddas vid intervjuer undveks frågor gällande känsligt material. Vidare informerades intervjuobjekten om deras roll i arbetet och vad informationen skulle användas till. De informerades också om att rapporten offentliggörs och hade möjlighet att ångra sin medverkan i studien fram till publiceringsdatum. Dessutom förblev intervjuobjekten och deras företag anonyma.

## 4. Resultat och analys

Nedan presenteras resultat som bygger på data insamlad via litteratur, skrivbordsundersökning och intervjuer. Avsnittet är uppdelat i tre delar där den första delen presenterar de matkassebolag som kartlagts samt de vanligaste kylmetoderna för kylda sista kilometern-leveranser. Nästa del redogör för hur de olika kylmetoderna förhåller sig till varandra utifrån koldioxidekvivalenter, och i den sista delen presenteras kostnaderna för de olika metoderna.

### 4.1. Kartläggning av matkassebolag och deras kylmetoder

I följande avsnitt presenteras en kartläggning av olika matkassebolag och vilken typ av kylmetod de använder sig av, passiv eller aktiv, samt vilka länder bolagen är aktiva i. Sedan följer en presentation av de vanligast förekommande passiva kylmetoderna och deras respektive komponenter, det vill säga vilka förpackningar, kylmedel och förpackningsisoleringar som används i kylmetoderna.

#### 4.1.1. Verksamma matkassebolag på marknaden

Via skrivbordsundersökning kartlades 54 matkassebolag, vilka redovisas i tabell 4.1 (Grand View Research, 2022; Matkassarna.com, u.d.; Statista, 2022). Enligt önskemål från Gordon Delivery inkluderas specifikt danska, norska och engelska bolag i kartläggningen, men även bolag verksamma i andra länder omfattas. Vidare visar tabell 4.1 vilka länder de olika bolagen är verksamma i, samt om aktiv eller passiv kylning används för sista kilometern-transporter. Tabell 4.1 visar att majoriteten av alla identifierade bolag använder sig av passiv kylning. Vidare är det främst på den svenska marknaden som aktiv kylning används, medan företaget i övriga världen nästan uteslutande använder passiva kylmetoder.

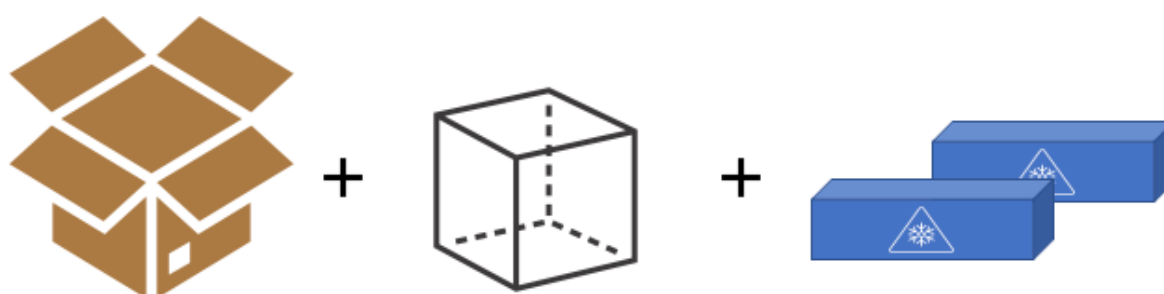
Tabell 4.1: Matkassebolag, deras verksamhetsländer samt typ av kylning.

Bolag	Verksamhetsländer	Typ av kylning
Abel & Cole	UK	Passiv
Adams Matkasse	NO	Passiv
Allplants	UK	Passiv
Better Feast	Flera	Passiv
Blue Apron	US	Passiv
Chefsplate	CA	Passiv
CookUnity	US	Passiv
Diet-To-Go	US	Passiv
Dinnerly	AU	Passiv
Eatmise	US	Aktiv
EveryPlate	AU	Passiv
Ecoviva	SE	Aktiv
Factor75	US	Passiv
FamilyFood	SE	Aktiv
FeastBox	UK	Passiv
Fresh n' Lean	US	Passiv
Freshly Inc.	US	Passiv
Gobble	US	Passiv
Godt Levert	NO	Passiv
Good Eggs	US	Passiv
Good Food	CA	Passiv
Gousto	UK	Passiv
Green Chef	US	Passiv
HelloFresh	SE, US, UK, NZ, AU, CA, DE, DK, BE, NL	Aktiv och passiv
Hololi Foods	DK	Aktiv
HomeChef	US	Passiv
Hungryroot	US	Passiv
Kokkeloren	NO	Passiv
Kokkens Hverdagsmad	DK	Passiv
Linus Matkasse	SE	Aktiv
Marley Spoon	SE, AU, DK, DE, AT, US, BE, NL	Aktiv och passiv
Mat & Ro	SE	Aktiv
Mat.se	SE	Aktiv
Matkomfort	SE	Aktiv
Middagsfrid	SE	Aktiv
Mindful Chef	UK	Passiv
My Cooking Box	IT	Passiv
My Food Bag	NZ	Passiv
Nemlig	DK	Passiv
Phomo	UK	Passiv
Purple Carrot	US	Passiv
RealEats	US	Passiv

Riverford	UK	Passiv
Simple Feast	SE	Aktiv
Skagen Food	SE, DK, US	Passiv
Snap Kitchen	US	Passiv
Sunbasket	US	Passiv
Splendid Spoon	US	Passiv
Tastily	UK	Passiv
Trifecta	US	Passiv
Veckansmiddag	SE	Aktiv
Wellocks	UK	Passiv
Yes Chef	UK	Passiv
Årstiderna	SE, DK	Passiv

#### 4.1.2. Identifierade passiva kylmetoder

Enligt kartläggning av kylmetoder består de flesta passiva kylmetoder av tre komponenter: en yttre förpackning, förpackningsisolering samt kylmedel. Det finns även fall där den yttre förpackningen och isoleringen är sammanfogade till en enda komponent, vilket vanligtvis är fallet med boxar gjorda av expanderad polystyren, vidare benämnt EPS-boxar. I fallen där EPS-boxar används som yttre förpackning behövs ingen isolering, utan endast kylmedel. Komponenterna yttre förpackning, förpackningsisolering och kylmedel illustreras i figur 4.1 nedan.



Figur 4.1: Illustration av komponenter i en matkasse: yttre förpackning, isolering samt kylmedel.

I tabell 4.2, 4.3 och 4.4 presenteras antalet bolag som använder respektive kylmetod. Dessa tabeller inkluderar kylmetoder som används av fler än fyra bolag. Till följd av det låga antalet bolag som använder andra kylmetoder, exkluderas dessa metoder från vidare analyser. Exempel på kylmetoder som exkluderas är speciella kylboxar med kyllock samt olika

hybridlösningar. Ett exempel på en hybridlösning är att använda aktiv kylning men också ha isolering och kylmedel i matkassen. Värt att notera är att fördelningen mellan antalet bolag som använder respektive kylmetod kan påverkas av urvalet av studerade matkassebolag.

Tabell 4.2 presenterar identifierade yttre förpackningar samt antalet bolag som använder dem. I tabellen framkommer det att olika typer av förpackningar används av både företag med aktiv och passiv kylning. Bolag som använder aktiv kylmetod använder sig av antingen pappkassar eller wellpappkartonger. Bolag med passiv kylmetod använder sig av antingen wellpappkartonger eller EPS-boxar, men av de bolag som studien omfattar är det endast fyra som använder EPS-boxar.

Tabell 4.2: Identifierade matkassebolags förpackningstyper.

Förpackningstyp	Antal
Aktiv - Wellpappkartong eller pappkasse	14
Passiv - Wellpappkartong	30
Passiv - EPS-box	4

Tabell 4.3 presenterar identifierade isoleringsmaterial, samt antalet bolag som använder sig av respektive sort. Alla bolag som använder passiva kylmetoder och wellpappkartonger använder isolering i förpackningarna. Vilken typ av isolering företagen använder sig av framkommer inte i alla fallen, men bomull, bubbelfolie, ull och stärkelse är vanligast, vilket redovisas i tabell 4.3.

Tabell 4.3: Identifierade matkassebolags förpackningsisolering.

Förpackningsisolering	Antal
Passiv - Bomull	9
Passiv - Bubbelfolie	7
Passiv - Ull	4
Passiv - Stärkelse	8

I tabell 4.4 presenteras identifierade kylmedel som matkassebolag använder sig av. För bolag med en passiv kylmetod används ispåsar eller gelpåsar. Av de passiva kylmetoderna är gelpåsar vanligare än ispåsar. Fördelningen mellan ispåsar och gelpåsar är dock inte nödvändigtvis helt

korrekt för studiens urval av bolag. Genom att undersöka produktbeskrivningen av flera företags ispåsar konstateras att vissa företag felaktigt benämner gelpåsar som ispåsar, samt använder olika benämningar vid olika tillfällen. När tillgång till produktbeskrivning av ispåsar funnits tillgänglig, och varit felaktig, har det korrigerats i tabellerna. Flertalet företag använder endast begreppen gelpåsar eller ispåsar på sina hemsidor utan vidare specifikation. Följaktligen är andelen företag som använder sig av gelpåsar troligtvis högre än vad som framkommer i tabellen. Kylaggregat används vid aktiva lösningar och motsvarar de gel- och ispåsar som används för passiva kylmetoder.

Tabell 4.4: Identifierade matkassebolags kylmedel.

Kylmedel	Antal
Aktiv - Kylaggregat	14
Passiv - Ispåsar	14
Passiv - Gelpåsar	21

#### 4.1.3. Beskrivning av komponenter för passiva kylmetoder

Nedan följer en beskrivning av egenskaper och användningsområden för de komponenter som de olika passiva kylmetoderna består av. De komponenter som behandlas är wellpappkartonger, EPS-boxar, förpackningsisolering och kylmedel.

##### **Wellpappkartonger**

Enligt tabell 4.3 använder många företag wellpappkartonger, oavsett om de utnyttjar passiva eller aktiva kylmetoder. Wellpapp består av två huvudkomponenter, planskikt och vågskikt, vilka båda är tillverkade av tjockt papper (Fibre Box Association, u.d.). Planskikt är ett platt material som vanligtvis utgör den yttre delen av wellpappen, men det återfinns även på insidan i vissa strukturer, och fäster till vågskiktet. Vågskiktet är papper som formats till bågar eller räfflor och limmas mellan planskikt. Det finns olika typer av vågskikt för olika användningsområden och det som skiljer dem åt är hur många räfflor det är per längdenhet. Olika kompositioner av planskikt och vågskikt resulterar i olika varianter av wellpappkartonger (Svenska Wellpappföreningen, u.d.-a). De mest förekommande varianterna är trewell med tre vågskikt och fyra planskikt, tvåwell med två vågskikt och tre planskikt, enwell med ett vågskikt och två planskikt, och ensidig wellpapp med ett vågskikt och ett planskikt. Det vanligaste är

att wellpappkartonger är gjorda av enwell (Svenska Wellpappföreningen, u.d.-b). Wellpapp har många fördelar såsom låg densitet, billigt, miljövänligt, låg energianvändning och bra återvinningsmöjligheter (Bi, 2012). Materialet har även många tillämpningsområden inom förpackning, exempelvis förpackning av vitvaror, livsmedel, medicin, textilier och lätta industriprodukter.

### **Boxar av expanderad polystyren**

Boxar gjorda av expanderad polystyren, EPS-boxar, förekommer bland matkassebolag som använder passiva kylmetoder enligt tabell 4.3. För att tillverka EPS måste först polystyren, ett derivat av eten och bensen, produceras genom en polymerisationsprocess (Corrosionpedia, 2018). Därefter expanderas polystyrenet genom att ånga appliceras (The British Plastics Federation, u.d.). Denna expanderingsprocess resulterar i att EPS består av 98 % luft och har därav en mycket låg densitet. EPS har många fördelaktiga egenskaper utöver låg densitet, till exempel god termisk isolering, slitstyrka samt bra fuktmotstånd (Chen et al., 2015). Dessa egenskaper gör att det finns flera applikationsområden för EPS, exempelvis inom förpackning, byggmaterial och hjälmar. Denna extremt låga densitet har dock en nackdel när det kommer till återvinning. EPS kan återvinnas om rätt infrastruktur finns tillgänglig, men på grund av den låga densiteten återvinns det idag inte storskaligt globalt sett (The British Plastics Federation, u.d.). Andelen som återvinns i Europa är också låg, 2017 var det endast 27 %, enligt Conversio Market & Strategy (2018).

### **Förpackningsisolering**

Det finns, som nämnt ovan, fyra vanligt förekommande material som används som förpackningsisolering vid passiv kylning. Dessa material är bomull, bubbelfolie, ull och stärkelse. Bomullsisolering tillverkas av återvunna klädesplagg och textilier (BuildDirect, 2015). En vanlig variant av bomullsisolering är denimisolering, som består av en kombination av återvunna jeans samt post-industriell denim och bomull. Materialet har en liknande isoleringsförmåga som stärkelse. Däremot är materialet dyrt, upp till tre gånger dyrare än andra material med samma värmeisoleringsförmåga (BuildDirect, 2015). Bubbelfolie, mer specifikt bubbelplast täckt med aluminiumfolie, är en isoleringstyp som består av lågdensitetspolyeten, förkortat LPDE, samt ett tunt lager aluminium (FlexiPack, u.d.). Eftersom det är ett kompositmaterial där aluminium är sammansatt med LPDE är det inte återvinningsbart (fcgov, u.d.). Sett till den termiska konduktiviteten har materialet i sig dålig isoleringsförmåga, och det

är först när materialet är omgivet av luft som det kan isolera effektivt (Foil-Faced, 2003). Om det är i direkt kontakt med andra ytor fungerar det i stället som en konduktor och har inte längre någon reflekterande förmåga (Foil-Faced, 2003).

Ull är ett annat material som ofta utgör isolering i matkassar. Materialet har fördelen att det både är återvinningsbart och komposterbart, samt kan återanvändas (Jayawanth, 2020). Materialet tillverkas av fårull som tvättas med varmt vatten och milda rengöringsmedel enligt ISO-standard. Därefter skärs ullen i remsor och förseglas i en återvinningsbar polyetenfilm (Jayawanth, 2020). Enligt Jayawanth (2020) krävs färre ispåsar vid användning av ullisolering jämfört med EPS. En möjlig nackdel med ull är dock att det har en speciell lukt, vilket inte alltid är önskvärt (Jayawanth, 2020). Stärkelse är ett isoleringsmaterial som både är förnyelsebart och komposterbart (Illera-Perozo et al., 2018). Stärkelseisolering tillverkas av malda pappersfibrer, ofta från återvunnet papper och gamla tidningar, och har en liknande konsistens som ull (Jelle, 2011). Materialets termiska konduktivitet är något högre än ull, och stärkelsen har en liknande isoleringsförmåga som denim och EPS (TemperPack, u.d.).

### **Kylmedel**

Ett vanligt förekommande kylmedel som används vid passiv kylning är gelpåsar. Till skillnad från ispåsar, som är plastpåsar fyllda med is, är gelpåsar plastpåsar som innehåller en kylande gel (Stream Peak, u.d.). Den yttre plasten för både is- och gelpåsar är tillverkad av lågdensitetspolyeten, ofta benämnt LDPE, och är direkt återvinningsbar (Förpackningsinsamlingen FTI, u.d.; HelloFresh Group, u.d.; Nordic Cold Chain Solutions, u.d.). Innehållet i gelpåsen är en gel som ofta innehåller 98–99 % vatten, och resterande innehåll är vätskebindande polymerer vilka bidrar till gelens konsistens och flexibilitet (Nordic Cold Chain Solutions, u.d.; Galal, Jones, & Coward, 2021). Polymererna kan vara av olika typer men de vanligaste är superabsorbenta polymerer, ofta benämnt SAP, där natriumpolyakrylat är en möjligt förekommande variant (Hydropac, u.d.). Vidare anses gelpåsar lämpliga vid transport av känsliga kylda varor som livsmedel, kosmetika och läkemedel eftersom gelen vid plusgrader hålls kyld längre än is, samt har högre viskositet än vatten (IPC Insulated Products Corp, u.d.). När en gelpåse tinar bildas inte kondens i samma mängd som när en ispåse tinar vilket styrker gelpåsars lämplighet för transport av känsliga kylda varor, då varorna inte riskerar att bli fuktskadade (Stream Peak, u.d.). Om en gelpåse innehåller vätskebindande polymerer är den inte återvinningsbar och innehållet ska tömmas i

hushållsavfall innan den yttre plastpåsen kan källsorteras som mjukplast (Nordic Cold Chain Solutions, u.d.). Vissa andra typer av gelpåsar, vars innehåll antingen går att tömma i avloppet eller i komposten, förekommer dock, men i mindre skala (Sunbasket, u.d.).

Olika aktörer rekommenderar olika mängd gelpåsar, men vanligt förekommande är att gelpåsar skall utgöra en tredjedel av matkassens vikt, enligt Intervjuobjekt U, kundsupport på ett kylmedelsbolag. Det betyder att ungefär 3 kilogram gelpåsar krävs för att kyla definierad standardleverans på 10 kilogram. Vidare betonar Intervjuobjekt U att det vid höga utomhustemperaturer är vanligt att bolag adderar minst en extra gelpåse à 500 gram per matkasse. Intervjuobjekt R, säljkoordinator på ett kylmedelsbolag, hävdar att mängden kylmedel varierar mycket beroende på omständigheter, såsom utomhustemperatur och önskad kyltid, och att det därför är viktigt för varje enskilt företag att utföra tester innan en specifik mängd fastslås. Att mängd kylmedel är situationsspecifik bekräftas av Intervjuobjekt V, logistikansvarig på ett kylmedelsbolag. Vidare menar Intervjuobjekt R att det vanligtvis rör sig om 1–1,5 kilogram kylmedel för en matkasse på 10 kilogram. Intervjuobjekt B, marknadsföringsspecialist på ett matkassebolag, säger att de använder sig av ungefär 1 kg gelpåsar per matkasse, vilket korresponderar med Intervjuobjekt R:s rekommendation. Den mängd kylmedel som används vid beräkningar i studien är dock 3 kilogram per standardleverans, då detta är den vanligaste rekommendationen.

## 4.2. Beräknade koldioxidekvivalenter

De olika kylmetodernas miljöpåverkan jämförs med hjälp av koldioxidekvivalenter. De komponenter som tas hänsyn till är den yttre förpackningen, förpackningsisoleringen, kylmedlet samt den aktiva kylningen i transportörens terminal och under sista kilometern-leveransen.

### 4.2.1. Koldioxidekvivalenter för den yttre förpackningen

Enligt tabell 4.3 använder matkassebolag två typer av förpackningar: wellpappkartonger och EPS-boxar. Mängd koldioxidekvivalenter per kilogram wellpapp hämtas från en vagga till grav-LCA-analys utförd 2018 av The European Federation of Corrugated Board Manufacturers (u.d.). Enligt denna rapport är mängden koldioxidekvivalenter per kilogram wellpapp 0,531 kilogram. Värdet baseras på antagandet att wellpappen består av 91 % återvunnet material. Mängd koldioxidekvivalenter, 3,11 kilogram, per kilogram EPS inhämtas från en annan vagga-

till-grav LCA-analys (Lim et al., 2021). Detta värde baseras på antagandet att inget EPS återvinns eftersom det, som tidigare nämnts, är ovanligt att materialet återvinns (The British Plastics Federation, u.d.). Eftersom Gordon Deliverys kunders standardboxar har en volym på 46 liter används vikten för en 45,6 liter wellpappkartong, 0,5 kilogram, vid beräkning av wellpappkartongens miljöpåverkan (Boxon Group AB, u.d.). Vikten för en EPS-box fås som ett medelvärde av en box som företaget som Intervjuobjekt O arbetar på använder, vilken har volymen 45 liter, och en annan box med volymen 45 liter (Asplan Viak AS, 2019). Medelvärdet beräknas till 0,59 kilogram. Med hjälp av denna data beräknas mängden koldioxidekvivalenter till följd av användningen av boxarna enligt formel 1 i ekvation 13 och 14 nedan.

$$Koldioxidekvivalenter_{Wellpappkartong} = 0,531 * 0,5 = 0,2655 \text{ kg} \quad (13)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{EPS-box} = 3,11 * 0,59 = 1,8349 \text{ kg} \quad (14)$$

#### 4.2.2. Koldioxidekvivalenter för aktiv kylning i terminal

För aktiv kylning krävs terminaler där mat hålls kyld i väntan på leveranser. För att säkerställa att maten, och därmed förvaringslokalerna, kyls till rätt temperatur krävs energi. Gordon Deliverys utvalda kylanläggning har en yta på 1300 kvadratmeter och antas förbruka 80 watt per kvadratmeter. Terminalen har ungefär 20 000 leveranser per vecka. För att beräkna koldioxidekvivalenterna per leverans behöver den totala energiförbrukningen under en vecka inledningsvis beräknas, vilket görs enligt formel 7 i ekvation 15.

$$Energiförbrukning_{vecka} = 80 * 1300 * 24 * 5 = 12480 \text{ kWh} \quad (15)$$

Varje producerad kilowattimma resulterar i en mängd koldioxidekvivalenter. Denna mängd varierar dock avsevärt beroende på vilken metod som används vid produktionen, men också på hur metoden utförs (Naturskyddsföreningen, 2021). Energiåtgången skiljer sig exempelvis mellan kolkraft och vattenkraft, men också mellan olika vattenkraftverk. Intervallet omfattar 1–2200 gram (Naturskyddsföreningen, 2021). Den svenska elproduktionen har historiskt sett varit relativt konstant, med ett värde på 20 gram koldioxidekvivalenter per kilowattimma (Energiföretagen, 2016). Motsvarande siffra har i Europa varit 337 gram koldioxidekvivalenter per kilowattimma. Ett värde räknas ut efter Europavärdet och ett efter Sverigevärdet. Koldioxidekvivalenter på grund av kylning i terminalen beräknas enligt formel 8 i ekvation 16 och 17.

$$Koldioxidekvivalenter \text{ per leverans}_{Europa} = 12480 * \frac{0,337}{20000} = 0,210 \text{ kg} \quad (16)$$

$$Koldioxidekvivalenter \text{ per leverans}_{Sverige} = 12480 * \frac{0,02}{20000} = 0,01248 \text{ kg} \quad (17)$$

#### 4.2.3. Koldioxidekvivalenter för aktiv kylning under sista kilometern-leverans

Om aktiv kylning används för att kyla matkassar under leverans kommer drivning av ett kylaggregat att skapa en klimatpåverkan. Tiden för Gordon Deliverys standardleverans är som ovan nämnt 6 minuter. Gordon Delivery använder tre olika drivmedel för sina aggregat: HVO, diesel och el. Gordon Deliverys nuvarande aggregat förbrukar 0,013 liter bränsle per standardleverans, oavsett om det drivs av HVO eller diesel. För att beräkna de koldioxidekvivalenter som drivning av kylaggregaten genererar krävs data på hur mycket koldioxid som släpps ut per liter av bränsle som förbränns eller kilowattimmar el som förbrukas. En liter förbränd diesel genererar i genomsnitt 2,66 kilogram koldioxidekvivalenter (National Highway Traffic Safety, 2010; Statens väg och transportforskningsinstitut, 1989; The U.S. Energy Information Administration, 2014). En liter förbränd HVO genererar i genomsnitt 0,695 kilogram koldioxidekvivalenter (Energimyndigheten, 2021). Med dessa värden som utgångspunkt kan koldioxidekvivalenter för aktiv kylning under sista kilometern-leverans vid användning av bränsle beräknas enligt formel 4 i ekvation 18 och 19.

$$Koldioxidekvivalenter_{Diesel} = 2,66 * 0,013 = 0,035 \text{ kg} \quad (18)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{HVO} = 0,695 * 0,013 = 0,009 \text{ kg} \quad (19)$$

För att beräkna koldioxidekvivalenter för eldrivna kylaggregat är utgångspunkten en typ av aggregat som Gordon Delivery ska använda i framtiden. Enligt Intervjuobjekt W har aggregatet ett eget batteri med en kapacitet på 2160 wattimmar. En utvärdering som Intervjuobjekt W:s bolag gjort vid sista kilometern-leverans av matkassar visar att aggregatet drar ungefär 1,11 % av denna kapacitet under en standardleverans på 6 minuter. Aggregatet har även en DC/DC-omvandlare som tar 96 watt från bilens batteri under en standardleverans. Den totala energiförbrukningen under standardleverans beräknas därmed enligt formel 6 i ekvation 20.

$$Energiförbrukning_{standardleverans} = 0,011 * 2160 + 96 = 119,976 \text{ Wh} = 0,12 \text{ kWh} \quad (20)$$

Nästa steg är att beräkna hur mycket utsläpp i koldioxidekvivalenter denna energiförbrukning motsvarar. Enligt samma argument som i avsnitt 4.2.2 beräknas ett värde efter Europavärdet

för koldioxidekvivalenter per kilowattimma och ett efter Sverigevärdet. Detta redovisas i ekvation 21 och 22 nedan som följer beräkningarna i formel 5.

$$Koldioxidekvivalenter \text{ per leverans}_{Europa} = 0,12 * 0,337 = 0,040 \text{ kg} \quad (21)$$

$$Koldioxidekvivalenter \text{ per leverans}_{Sverige} = 0,12 * 0,02 = 0,002 \text{ kg} \quad (22)$$

#### 4.2.4. Koldioxidekvivalenter för kylmedel

För passiva kylmedel visar kartläggningen att de vanligaste kylmedlen är ispåsar och gelpåsar, se tabell 4.2. Både ispåsar och gelpåsar har en tunn plasthinna gjord av LDPE-plast. Tillverkningen av denna LDPE-plast genererar koldioxidekvivalenter vid tillverkning. Ytterligare koldioxidekvivalenter släpps ut då kylpacken fryses ned. Slutligen finns det också koldioxidekvivalenter kopplade till gelpåsar, på grund av polymergel-lösningen som ger kylmedlet dess karaktäristiska gelsubstans.

##### **Plasthölje för passivt kylmedel**

Enligt Intervjuobjekt T, som arbetar med kundtjänst på ett kylmedelsbolag, har en ispåse eller gelpåse på 1 kilogram en plasthinna på ungefär 0,083 kvadratmeter. För en standardleverans på 10 kilogram innebär detta 3 kilogram kylmedel, det vill säga 0,249 kvadratmeter plasthölje. För att beräkna koldioxidekvivalenterna för plasthöljet på en standardleverans multipliceras plasthinnans area med antalet koldioxidekvivalenter per kvadratmeter, samma värde som för isoleringen. Detta redovisas i ekvation 23 som följer formel 2.

$$Koldioxidekvivalenter_{Plasthölje} = 0,249 * 0,227 = 0,0565 \text{ kg} \quad (23)$$

##### **Nedkylning av passivt kylmedel**

Förutom plasthöljet kring kylmedlet behöver kylmedlet också frysas ned. Även om det finns lite polymergel i gelpåsarna antas det att det krävs ungefär lika mycket energi för gelpåsar som för ispåsar i brist på information. Intervjuobjekt H påpekar att vatten med en temperatur på 20 grader måste kylas och frysas till is med temperaturen -19 grader inför användning av kylmedlen. Energin för att kyla 3 kilogram vatten från 20 grader till 0 grader beräknas som  $E_1$  enligt formel 9 i ekvation 24.

$$E_1 = 4,18 * 3 * 20 = 250,8 \text{ J} \quad (24)$$

Vidare beräknas energin för fasövergången, att frysa 3 kilogram vatten, som E2 enligt formel 10 i ekvation 25.

$$E_2 = 334 * 3 = 1002 J \quad (25)$$

Därefter beräknas energin som krävs för att kyla ned 3 kilogram is från 0 grader till -19 grader som E3 i ekvation 26 som följer formel 9.

$$E_3 = 2,2 * 3 * 19 = 125,4 J \quad (26)$$

Slutligen summeras E1, E2 och E3 för att erhålla den totala energin och allt omvandlas till kilowattimmar. Denna addition presenteras i ekvation 27.

$$E_{tot} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3600} = 0,38283 kWh \quad (27)$$

Används samma siffror för produktion av elen som för den aktiva kylningen fås ett Europavärde och ett Sverigevärde. Beräkning av dessa värden redovisas i ekvation 28 och 29 enligt formel 8.

$$Koldioxidekvivalenter_{Europa} = \frac{0,38283 * 0,337}{1} = 0,129 kg \quad (28)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Sverige} = \frac{0,38283 * 0,02}{1} = 0,00766 kg \quad (29)$$

## Polymergel

Innehållet i gelpåsar består ungefär av 1-2 % polymergel enligt Intervjuobjekt S, T, U och V, varför utgångspunkten i följande beräkningar är 1,5 %. Enligt en LCA-analys på natriumpolyakrylat resulterar en produktion av 1 kilogram natriumpolyakrylat i 40–140 kilogram koldioxidekvivalenter (Gontia, 2014). De olika värdena beror på att natriumpolyakrylat tillverkas på olika ställen och med olika metoder. Eftersom det är svårt att veta tillverkningsomständigheterna för polymererna som används i gelpåsar används ett genomsnitt av de olika värdena från Gontias LCA-analys (2014). Genomsnittet av värdena är ungefär 82 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram natriumpolyakrylat. Standardleveransen på 10 kilogram innehåller 3 kilogram kylmedel vilket innebär att 0,045 kilogram polymergel används per standardleverans. Mängden koldioxidekvivalenter kopplat till användningen av gelpåsar beräknas enligt formel 1 i ekvation 30.

$$Koldioxidekvivalenter_{Polymergel} = 82 * 0,045 = 3,690 kg \quad (30)$$

## **Totalt antal koldioxidekvivalenter för passivt kylmedel**

Genom att summera koldioxidekvivalenterna från plasthinnan, nedkylningen och polymertillverkningen fås de totala utsläppen för ispåsar och gelpåsar. Beräkningarna presenteras i ekvation 31–34.

$$Koldioxidekvivalenter_{Ispåsar\ tot\ (Sverige)} = 0,00766 + 0,0565 = 0,0642\ kg\ (31)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Ispåsar\ tot\ (Europa)} = 0,129 + 0,0565 = 0,186\ kg\ (32)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Gelpåsar\ tot\ (Sverige)} = 0,00766 + 0,0565 + 3,690 = 3,754\ kg\ (33)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Gelpåsar\ tot\ (Europa)} = 0,129 + 0,0565 + 3,690 = 3,876\ kg\ (34)$$

### 4.2.5. Koldioxidekvivalenter för förpackningsisolering

Nedan följer en presentation av utsläppen i koldioxidekvivalenter kopplade till de olika förpackningsisoleringarna som studerats. De isoleringar som inkluderas är isoleringar gjorda av bomull, ull, bubbelfolie och stärkelse. Utgångspunkten är att alla olika isoleringar ska passa i en box på 46 liter oavsett isoleringsmaterialets tjocklek. Beräkningarna är baserade på att det ska vara ett lager isolering i hela boxen. Innerarean för en box på 46 liter har beräknats till 0,7722 kvadratmeter. Beroende på tjockleken på isoleringen har sedan volymen för varje typ av isolering kunnat uppskattas. Vidare, tillsammans med framtagen densitet, har en vikt per isoleringstyp kunnat tas fram.

På grund av avsaknad av LCA-analyser för isolering som används vid transporter används värden från LCA-analyser för byggnadsisolering. Ett antagande har således gjorts att isoleringens utsläpp per viktenhet är samma oavsett om den används i byggnader eller matkasseförpackningar.

#### **Förpackningsisolering av bomull**

Förpackningsisolering tillverkad av bomull, inkluderande en omslutande plastfilm, har ett uppskattat utsläpp på 1,117 kilogram koldioxidekvivalenter per standardleverans. Uträkningarna bygger på att densiteten för bomullsisoleringen är 40 kilogram per kubikmeter och tjockleken är 25 millimeter, samt att utsläppen är 1,22 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram isoleringsmaterial (Echeverria, 2021; Tempack). Storleken på utsläpp per kilogram baseras på isoleringsmaterial för byggnader och grundar sig i en vagga till grind-LCA-analys. Det omslutande plasthöljet har ett utsläpp på 0,227 kilogram koldioxidekvivalenter per

kvadratmeter från vagg till grav (Choi et al., 2018). I ekvation 35, 36 och 37, som utgår från formel 1 och 2, presenteras beräkningarna.

$$Koldioxidekvivalenter_{Bomullsisolering} = 0,7722 * 1,22 = 0,942 \text{ kg} \quad (35)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Plasthölje} = 0,7722 * 0,227 = 0,175 \text{ kg} \quad (36)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Bomullsisolering \text{ och } plasthölje} = 0,942 + 0,175 = 1,117 \text{ kg} \quad (37)$$

### **Förpackningsisolering av ull**

Utsläppen för förpackningsisolering av ull är framräknat till 0,467 kilogram koldioxidekvivalenter och även detta inkluderar en omslutande plastfilm. Isolering som används i en matkasseförpackning har en tjocklek på 25 millimeter enligt Intervjuobjekt X. Den totala mängden koldioxidekvivalenter beräknas från utsläpp i koldioxidekvivalenter per kilogram byggnadsisolering, som är 0,839 kilogram från vagg till grind (Cascione et al., 2022). Isoleringens densitet är 18 kilogram per kubikmeter. Plasthöljet som omger ullen har en uppskattad miljöpåverkan på 0,227 kilogram koldioxidekvivalenter per kvadratmeter med perspektivet vagg till grav (Choi et al., 2018). Beräkningarna redovisas i ekvation 38, 39 och 40 som utgår från formel 1 och 2.

$$Koldioxidekvivalenter_{Ullisolering} = 0,347 * 0,839 = 0,292 \text{ kg} \quad (38)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Plasthölje} = 0,7722 * 0,227 = 0,175 \text{ kg} \quad (39)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Ullisolering \text{ och } plasthölje} = 0,292 + 0,175 = 0,467 \text{ kg} \quad (40)$$

### **Förpackningsisolering av bubbelplast med aluminiumfolie**

Det totala utsläppet för förpackningsisolering bestående av bubbelplast och aluminiumfolie kalkyleras till 1,463 kilogram koldioxidekvivalenter. Utsläppen för bubbelplast är 1,722 kilogram koldioxidekvivalenter per kvadratmeter, baserat på en vagg till grav-LCA-analys (Pilfold, 2013). För aluminiumfolie är utsläppen 8 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram material enligt European Aluminiums (2018) LCA-analys innefattande miljöpåverkan från vagg till grind. Tjockleken på aluminiumfolien är 8 mikrometer och totala tjockleken för isoleringen är 4 millimeter (Macfarlane Packaging, u.d.). Densiteten för aluminiumfolie är 2700 kilogram per kubikmeter vilket ger att aluminiumfolien per standardleverans väger 0,018 kilogram (American Elements, u.d.). I ekvation 41, 42 och 43, som utgår från formel 1 och 2, presenteras kalkyleringarna.

$$Koldioxidekvivalenter_{Bubbelplast} = 0,7722 * 1,722 = 1,330 \text{ kg} \quad (41)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Aluminiumfolie} = 0,017 * 8 = 0,133 \text{ kg} \quad (42)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Bubbelplast \text{ och aluminiumfolie}} = 1,330 + 0,133 = 1,463 \text{ kg} \quad (43)$$

### Förpackningsisolering av stärkelse

Förpackningsisolering av stärkelse beräknas på stärkelseisolering, inklusive ett omslutande plasthölje, och har ett totalt uppskattat utsläpp på 0,286 kilogram koldioxidekvivalenter. Uppskattningen baseras på att isoleringen som används i matkassar har en tjocklek på ungefär 40 millimeter (Uline, u.d.). Vidare baseras detta på en LCA-analys som har beräknat miljöpåverkan av byggnadsisolering av stärkelse utifrån ett vaggas till grav-perspektiv, motsvarande 3,6 kilogram koldioxidekvivalenter per kubikmeter (Petrovic et al., 2019). Den omslutande plastfilmen har ett utsläpp på 0,227 kilogram koldioxidekvivalenter per kvadratmeter under sin livstid (Choi et al., 2018). Beräkningarna presenteras i ekvation 44, 45 och 46, som utgår från formel 2 och 3.

$$Koldioxidekvivalenter_{Stärkelseisolering} = 0,031 * 3,6 = 0,111 \text{ kg} \quad (44)$$




















































$$Koldioxidekvivalenter_{Plasthölje} = 0,7722 * 0,227 = 0,175 \text{ kg} \quad (45)$$

$$Koldioxidekvivalenter_{Stärkelseisolering \text{ och plasthölje}} = 0,111 + 0,175 = 0,286 \text{ kg} \quad (46)$$

### 4.3. Jämförelse av utsläpp i koldioxidekvivalenter
















































Nedan följer en sammanställning av de totala utsläppen i koldioxidekvivalenter för respektive kylmetod, som beror på val av förpackning, förpackningsisolering och kylmedel. Tabell 4.5 presenterar en jämförelse av utsläpp där beräkningar är gjorda med utgångspunkt att svensk elmix används. Resultaten visar att den kylmetod som genererar minst koldioxidekvivalenter är aktiv kylning med aggregat drivet på el, medan den kylmetod som genererar mest koldioxidekvivalenter är kombinationen med EPS-box och gelpåsar.

Tabell 4.5: Koldioxidekvivalenter [kg] per standardenhet vid användning av svensk elmix.

Kombination	Wellpappkartong + Aggregat drivet på el	Wellpappkartong + Aggregat drivet på diesel	Wellpappkartong + Aggregat drivet på HVO	Wellpappkartong + Isolering bomull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bomull + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Gelpåsar	EPS-box + Ispåsar	EPS-box + Gelpåsar		
Aggregat	 El	 Diesel	 HVO	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -		
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0,0020	0,035	0,0090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Terminal	 El	 El	 El	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0,012	0,012	0,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Box	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 EPS-box	 EPS-box
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1,8	1,8
Isolering	-	-	-	 Bomull	 Bubbelfolie	 Stärkelse	 Ull	 Bomull	 Bubbelfolie	 Stärkelse	 Ull	-	-		
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0	0	0	1,1	1,5	0,29	0,47	1,1	1,5	0,29	0,47	0	0		
Kylmedel	-	-	-	 Ispåsar	 Ispåsar	 Ispåsar	 Ispåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Ispåsar	 Gelpåsar
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0	0	0	0,064	0,064	0,064	0,064	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,064	3,8
<b>Totalt [CO<sub>2</sub>e]</b>	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>	<b>0,29</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>0,62</b>	<b>0,80</b>	<b>5,1</b>	<b>5,5</b>	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>	<b>1,9</b>	<b>5,6</b>		

Tabell 4.6 nedan presenterar en jämförelse av utsläpp med utgångspunkt att europeisk el används. Tabellen visar att den kylmetod som genererar minst koldioxidekvivalenter är aktiv kylning med aggregat drivet på HVO. De kylmetoder som genererar mest koldioxidekvivalenter är kombinationen med EPS-box och gelpåsar.

Tabell 4.6: Koldioxidkvaliteter [kg] per standardenhet vid användning av europeisk elmix.

Kombination	Wellpappkartong + Aggregat drivet på el	Wellpappkartong + Aggregat drivet på diesel	Wellpappkartong + Aggregat drivet på HVO	Wellpappkartong + Isolering bomull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bomull + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Gelpåsar	EPS-box + Ispåsar	EPS-box + Gelpåsar
Aggregat													
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0,040	0,035	0,0090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0,21	0,21	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Box													
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1,8	1,8
Isolering	-	-	-									-	-
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0	0	0	1,1	1,5	0,29	0,47	1,1	1,5	0,29	0,47	0	0
Kylmedel	-	-	-										
Utsläpp [CO <sub>2</sub> e]	0	0	0	0,19	0,19	0,19	0,19	3,9	3,9	3,9	3,9	0,19	3,9
Totalt [CO <sub>2</sub> e]	0,52	0,51	0,48	1,6	1,9	0,74	0,92	5,3	5,6	4,4	4,6	2,0	5,7

### 4.3. Beräknade kostnader

Kostnader som kan hänföras till respektive kylmetod jämförs med hjälp av en kostnadsanalys och presenteras i tabeller i följande avsnitt. Kostnadsposter som tas hänsyn till är förpackningskostnader, vilka omfattar yttre förpackningar, förpackningsisolering och kylmedel, samt lagerkostnader. Kostnaderna för aktiv kylning omfattar endast förpackningsmaterial och lagerhållning av detta, men inte kostnaden för utförandet av den aktiva kylningen. Därför visar resultaten det prismässiga utrymmet för en aktiv kylmetod jämfört med passiva kylmetoder.

#### 4.3.1. Kostnader för förpackningsmaterial

I följande avsnitt presenteras kostnadsposter för förpackningsmaterial. Förpackningsmaterial omfattar en yttre förpackning, förpackningsisolering samt kylmedel.

#### Materialkostnader för förpackningar

I tabell 4.7 presenteras kostnader för yttre förpackningar av typer enlagers wellpappkartong, samt EPS-boxar. Tabellen visar dels tillverkarnas priser för storlekar närliggande definierad standardleverans, dels dessa priser konverterat till standardleveransens exakta volym. Vidare presenteras även ett beräknat medelvärde och medianvärde för wellpappkartong respektive

EPS-box per standardleverans, samt prisindikationer som erhållits från matkassebolag. För wellpappkartong är medelvärdet 15 kronor per standardleverans och medianen är 14,3 kronor per standardleverans. Av dessa värden valdes medianen eftersom tillverkare 2 hade ett avvikande pris. Värt att notera är dock att även tillverkare 3 avviker från övriga priser. För EPS-boxar är medelvärdet 236,4 kronor och medianen är 257,8 kronor. Enligt uppgift från Gordon Delivery betalar matkassebolag dock betydligt lägre priser för inköp av yttre förpackningar i stora volymer än vad som hittats vid skrivbordsundersökningen. I genomsnitt betalar de 1,5 kronor per wellpappkartong respektive 20 kronor per EPS-box, vilket betyder att matkassebolags kostnader för förpackningar är ungefär 10 % av de priser som genereras via skrivbordsundersökning.

Tabell 4.7: Materialkostnader för förpackningar.

Bolag (Förpackningar)	Förpackningstyp	Pris [kr/stk]	Volym [liter]	Pris/volym [kr/liter]	Pris/standardleverans à 46 liter [kr/stk]	Medelvärde Pris/standardleverans [kr/stk]	Median Pris/standardleverans [kr/stk]	Valt värde Pris/standardleverans [kr/stk]
Tillverkare 1	Wellpapp kartong	18,2	54,0	0,34	15,6	<b>15,0</b>	<b>14,3</b>	<b>14,3</b>
Tillverkare 2	Wellpapp kartong	14,3	46,0	0,31	14,3			
Tillverkare 3	Wellpapp kartong	25,5	48,0	0,53	24,4			
Tillverkare 4	Wellpapp kartong	11,1	49,0	0,23	10,6			
Tillverkare 5	Wellpapp kartong	11,2	49,0	0,22	10,1			
Tillverkare 6	EPS-box	130	47,0	2,76	127	<b>222</b>	<b>215</b>	<b>222</b>
Tillverkare 7	EPS-box	165	45,0	3,67	169			
Tillverkare 8	EPS-box	332	52,0	6,39	294			
Tillverkare 9	EPS-box	407	52,0	7,83	360			
Tillverkare 10	EPS-box	136	45,0	3,02	139			
Tillverkare 11	EPS-box	284	41,0	6,92	319			
Tillverkare 12	EPS-box	226	40,0	5,65	260			
Tillverkare 13	EPS-box	119	49,0	2,43	112			
Prisindikation 1	Wellpapp kartong	1,50	-	-	-	-	-	<b>1,50</b>
Prisindikation 2	EPS-box	20,0	-	-	-	-	-	<b>20,0</b>

## Materialkostnader för förpackningsisolering

I tabell 4.8 presenteras resultatet av de kostnader för förpackningsisolering som erhållits via skrivbordsundersökning samt intervjuer. De varianter av isolering som undersökts är bomull, bubbelfolie, ull samt stärkelse. För bomullsisolering har endast ett pris erhållits, vilket är 94,3 kronor per standardleverans. Medelpriset per standardleverans för bubbelfolie är 58,6 kronor och medianen per standardleverans är 43,7 kronor, valt värde är 43,7 kronor eftersom priset från tillverkare 2 avviker. För ullisoleringen är både medelpriset och medianen per standardleverans 52,8 kronor, varför detta värde väljs. För isolering tillverkad av stärkelse är både medelpriset och medianen per standardleverans 82,6 kronor. Inga prisindikationer har erhållits för kostnadsposter kopplade till isolering, därav har ett pris med samma avvikelse som för förpackningar och kylmedel använts. Värdena för prisindikationer är därmed 10 % av resultatet från skrivbordsundersökning.

Tabell 4.8: Materialkostnader för förpackningsisolering.

Bolag	Isoleringstyp	Pris [kr/st]	Volym [liter]	Pris/volym [kr/liter]	Pris/standardleverans à 46 liter [kr/st]	Medelvärde Pris/standard leverans [kr/st]	Median Pris/standard leverans [kr/st]	Valt värde Pris/standard leverans [kr/st]
Tillverkare 1	Bomull	109	53,0	2,05	94,3	<b>94,3</b>	<b>94,3</b>	<b>94,3</b>
Tillverkare 2	Bubbelfolie	89,0	46,0	1,93	88,8	<b>58,6</b>	<b>43,7</b>	<b>43,7</b>
Tillverkare 3	Bubbelfolie	42,3	45,0	0,94	43,2			
Tillverkare 4	Bubbelfolie	39,9	42,0	0,95	43,7			
Tillverkare 5	Ull	31,1	39,0	0,80	36,8	<b>52,8</b>	<b>52,8</b>	<b>52,8</b>
Tillverkare 6	Ull	71,1	48,0	1,48	68,8			
Tillverkare 7	Stärkelse	106	47,0	2,30	108	<b>82,6</b>	<b>82,6</b>	<b>82,6</b>
Tillverkare 8	Stärkelse	55,1	45,0	1,23	56,6			
Prisindikation 1	Bomull	9,4	-	-	-	-	-	<b>9,4</b>
Prisindikation 2	Bubbelfolie	4,4	-	-	-	-	-	<b>4,4</b>
Prisindikation 3	Ull	5,3	-	-	-	-	-	<b>5,3</b>
Prisindikation 4	Stärkelse	8,3	-	-	-	-	-	<b>8,3</b>

## Materialkostnader för kylmedel

I tabell 4.9 nedan presenteras de kostnader för kylmedel som identifierats vid skrivbordsundersökningen. Medelpriset för standardleverans för gelpåsar är 25,6 kronor och medianen per standardleverans är 24,2 kronor, valt värde är 24,2 kronor eftersom priset från tillverkare 2 avviker. För ispåsar är medelvärdet för standardleverans 24,7 kronor och medianen för standardleverans 24,5 kronor, och valt värde är 24,7 kronor då inget av priserna avviker. Prisindikationer från Gordon Delivery visar dock på betydligt lägre priser på kylmedel. Indikationerna visar att matkassebolag betalar 4–5 kronor per gelpåse och 0,70 kronor per ispåse. Vidare anger intervjuobjekt B att de betalar kring 3 kronor per gelpåse, vilket ligger i intervallet för prisindikationerna. Även denna prisindikation, likt prisindikationen för förpackningar, är ungefär 10 % av det pris som kalkylerats via skrivbordsundersökning.

Tabell 4.9: Materialkostnader för kylmedel.

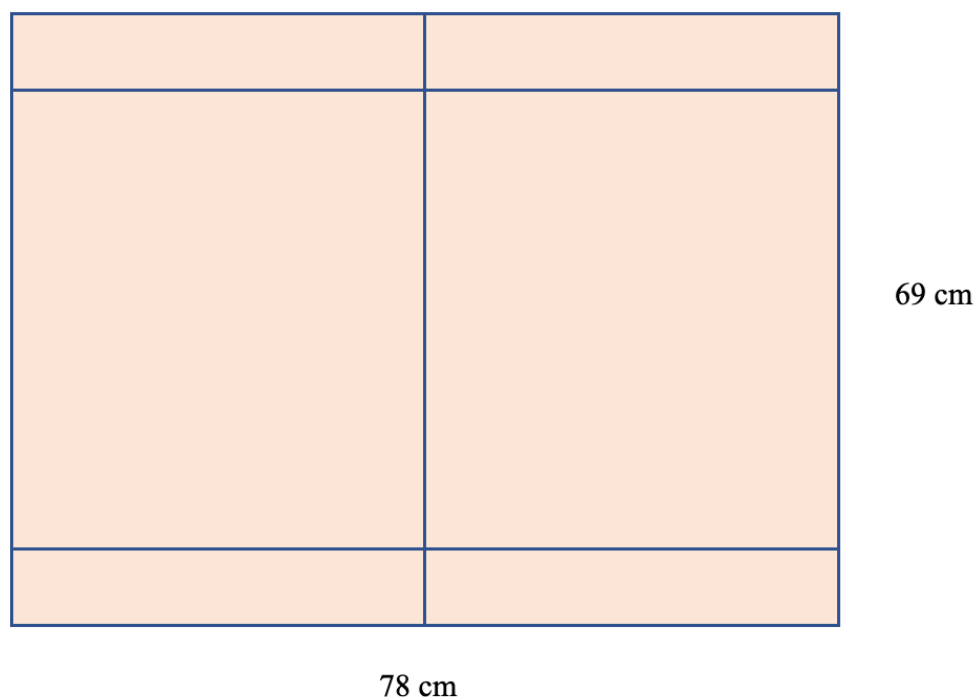
Bolag	Kylmedels- typ	Pris [kr/st]	Massa [kg]	Pris/massa [kr/kg]	Pris/standard leverans à 3 kg [kr/st]	Medelvärde Pris/standa rdleverans [kr/st]	Median Pris/standar dleverans [kr/st]	Valt värde Pris/stand ardlevera ns [kr/st]
Tillverkare 1	Gelpåse	3,80	0,70	5,60	16,8	25,7	24,3	24,3
Tillverkare 2	Gelpåse	6,20	0,50	12,4	37,2			
Tillverkare 3	Gelpåse	7,40	1,00	7,40	22,2			
Tillverkare 4	Gelpåse	8,80	1,00	8,80	26,4			
Tillverkare 5	Ispåse	3,60	0,50	7,20	21,5	24,7	24,5	24,5
Tillverkare 6	Ispåse	3,70	0,40	9,30	28,0			
Tillverkare 7	Ispåse	4,10	0,50	8,20	24,5			
Prisindikation 1	Gelpåse	3,00	1,00	3,00	9,00	11,3	11,3	11,3
Prisindikation 2	Gelpåse	4,50	1,00	4,50	13,5			
Prisindikation 3	Ispåse	0,70	1,00	0,70	2,10	2,10	2,10	2,10

### 4.3.2. Lagerkostnader

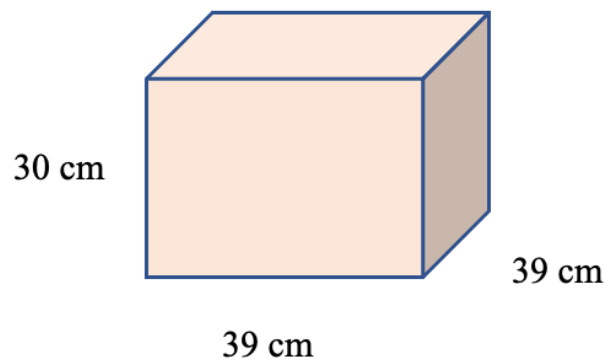
I följande delavsnitt presenteras de lagerkostnader för förpackningsmaterial och komponenter som skiljer sig beroende på vald kylmetod. Kostnaden för lagerhyra kan antas vara 1000 kronor per kvadratmeter och år, enligt Gordon Delivery. För att kunna kalkylera kostnad per volymenhet antas en lagerhöjd på 7,5 meter, då en motviktstrucks lasthöjd är 7 meter (JM Förarutbildning AB, u.d.). Detta värde används för att beräkna kostnaden för lagerhyra per kubikmeter till 133 kronor per kubikmeter och år. Kostnaderna för att lagra vanliga wellpappkartonger jämförs med kostnaderna för att lagra EPS-boxar. Wellpappkartonger kan vikas ihop vid förvaring medan EPS-boxarna inte har den möjligheten. Vidare uppskattas kostnaderna för att lagrhålla kylmedel och förpackningsisolering.

#### **Lagerkostnader för boxar av expanderade polystyren samt wellpappkartonger**

I figur 4.2 nedan, illustreras en EPS-box alternativt en monterad wellpappkartong. Den har en höjd på 30 centimeter samt bredd och djup på 39 centimeter. I figur 4.2 visas måtten för en hopvikt wellpappkartong. Längden är 78 centimeter och bredden är 69 centimeter. Tjockleken på en enwell wellpappkartong är 3 millimeter (Orderinvest, u.d.) .



*Figur 4.2. Illustration av wellpappkartong eller EPS-box i standardstorlek*



Figur 4.3: Illustration av hopvikt wellpappkartong

En EPS-box eller en monterad wellpappkartongs volym beräknas enligt formel 11 i ekvation 47.

$$\text{Volym för EPS box} = 0,3 * 0,39 * 0,39 = 0,0456 \text{ m}^3 \quad (47)$$

Den uträknade volymen i ekvation ger att 21,93 EPS-boxar ryms i en kubikmeter.

Vidare beräknas volymen på en hopvikt wellpappkartong. En enwell wellpappkartong har en tjocklek på 3 millimeter och vid vikning av wellpappkartongen kommer tjockleken dubblas till 6 millimeter. Denna beräkning redovisas i ekvation 48 och utgår från formel 11.

$$\text{Volym för hopvikt kartong} = 0,78 * 0,69 * 0,006 = 0,00323 \text{ m}^3 \quad (48)$$

Antalet hopvikta wellpappkartonger som kan lagras i en kubikmeter är 309,67 baserat på den beräknade volymen i ekvation 48.

I ekvation 49 jämförs relationen mellan lagervolymen för en EPS-box och lagervolymen för en hopvikt wellpappkartong.

$$\frac{\text{Volym EPS box}}{\text{Volym hopvikt kartong}} = \frac{0,0456}{0,00323} = 14,12 \quad (49)$$

Utifrån ekvation 49 tar en EPS-box ungefär 14 gånger mer lagervolym än en hopvikt wellpappkartong. För att lagra samma mängd EPS-boxar som det antal wellpappkartonger som ryms i en kubikmeter, krävs strax över 14 kubikmeter.

I tabell 4.10 ges kostnaden för att lagerhålla en hopvikt wellpappkartong samt en EPS-box, baserat på en lagerhyra på 133 kronor per kubikmeter och år. Kostnaden ges i kronor per styck

och år. Exempelvis, om det maximala antalet boxar som lagerhålls samtidigt är 100 så multipliceras priset per standardleverans med 100 för att få fram kostnaden för lagerhållning av boxar under ett år.

Tabell 4.10: Lagerkostnader förpackningar.

Förpackning	Volym/standardleverans [m <sup>3</sup> ]	Pris/standardleverans [kr/styck och år]
Wellpapp	0,00430	0,570
EPS-box	0,0456	6,08

### Lagerkostnader för förpackningsisolering

Lagerkostnader för respektive isoleringsmaterial presenteras i tabell 4.11. Bubbelfolieisolering tar upp minst volym vid lagring och har därmed den lägsta lagringskostnaden på 0,7 kronor per styck och år. Näst billigast är lagring av ullisolering, som kostar 1,2 kronor styck per år, medan isolering gjord av stärkelse kostar 1,5 kronor styck att lagerhålla. Dyrast att lagerhålla är bomullsisolering, som har lagerkostnader på 3,1 kronor styck och år.

Tabell 4.11: Lagerkostnader isolering.

Isolering	Volym/standardleverans(m <sup>3</sup> )	Pris/standardleverans (kr/styck och år)
Bomull	0,0232	3,09
Bubbelfolie	0,00500	0,670
Ull	0,00927	1,24
Stärkelse	0,0116	1,54

### Lagerkostnader samt kostnader för nedkyllning av kylmedel

I tabell 4.12 presenteras lagerkostnader för gel- och ispåsar. Volymen för en gel- eller ispåse beräknas genom att bottenarean multipliceras med tjockleken. Bottenarean och tjocklek erhålls genom angivna mått från tillverkare (Cold Chain Technologies, u.d.). Priset för att lagerhålla en standardleverans av gelpåsar under ett år är 0,23 kronor.

Tabell 4.12: Lagerkostnader kylmedel.

Kylmedel	Volym/standardleverans (m <sup>3</sup> )	Pris/standardleverans (kr/styck och år)
Gelpåsar och ispåsar	0,00171	0,230

En del i lagerhållningen av kylmedel är nedkylning inför transport av matkassarna, vilket presenteras i tabell 4.13. Energin som går åt för att kyla ned en standardleverans på 3 kilogram gelpåsar är 0,383 kilowattimmar, enligt ekvation 24 till 27 i avsnitt 4.2.4. Energibehovet multipliceras med priset för el per kilowattimma, 1,0 kronor, vilket resulterar i priset 0,4 kronor för att kyla ned 3 kilogram gelpåsar. Priset per kilowattimma är ett genomsnitt för hela Sverige under de senaste tolv månaderna, se bilaga 2. I priset inkluderas rörligt elpris samt elskatt exklusive moms, men inte elnätsavgifter. Ett alternativ till att matkassebolaget kyler ned gelpåsar är att köpa färdigkylda till ett pris på 4,4 kronor per gelpåse (Hydropac, u.d.). Priset för en standardleverans på 3 kilogram kylmedel, det vill säga 6 gelpåsar á 500 g, blir då 26,2 kr.

Tabell 4.13: Pris för nedkylning av gelpåsar och ispåsar.






























Kylmedel	Energi för att kyla 3 kg gelpåsar (kWh)	Pris för el per kWh (kr/kWh)	Pris för att kyla 3 kg gelpåsar (kr/3 kg gelpacks)
Gelpåsar och ispåsar	0,383	1,01	0,388

### Sammanställning av kostnader

I tabell 4.14 sammanställs de kostnadsposter som beräknats genom skrivbordsundersökning för de olika kylmetoderna och således vilka priser tillverkare anger. Lagerkostnader redovisas för sig, då dessa anges i pris per styck och år. Baserat på skrivbordsundersökningen är aktiv kylning den kylmetod med lägst förpackningsmaterialskostnader, vilka uppgår till 14,3 kronor per standardleverans. Den kombination för passiv kylning vilken resulterar i lägst

förpackningsmaterialkostnader inkluderar wellpappkartong, bubbelfolieisolering och ispåsar. Kostnaderna för den kombinationen uppgår till 82,3 kronor per standardleverans, vilket är nästan 6 gånger dyrare än för aktiv kylning. Vidare är passiv kylning med EPS-box den kombinationen med högst förpackningsmaterialkostnader per standardleverans. Kostnaden uppgår till 247,1 kronor per standardleverans, vilket är en skillnad på 232,8 kronor jämfört med den billigaste kylmetoden.






























Tabell 4.14: Totala kostnader för de olika kylmetoderna, baserat på beräkningar.

Kombination	Wellpappkartong + (Aktiv kylning)	Wellpappkartong + Isolering bomull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bomull + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Gelpåsar	EPS-box + Ispåsar	EPS-box + Gelpåsar
<b>Box</b>											
<b>Kostnad [kr]</b>	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	222	222
<b>Isolering</b>	-									-	-
<b>Kostnad [kr]</b>	0	94,3	43,7	52,8	82,6	94,3	43,7	52,8	82,6	0	0
<b>Kylmedel</b>	-										
<b>Kostnad [kr]</b>	0	24,3	24,3	24,3	24,3	24,5	24,5	24,5	24,5	24,3	24,5
<b>Totalt [kr]</b>	<b>14,3</b>	<b>133</b>	<b>82,3</b>	<b>91,4</b>	<b>121,2</b>	<b>133,1</b>	<b>82,5</b>	<b>91,6</b>	<b>121,4</b>	<b>246,3</b>	<b>246,5</b>

Tabell 4.15 presenterar en sammanställning av förpackningsmaterialkostnader som erhållits via prisindikationer från matkassebolag. Även detta resultat visar att aktiv kylning är den kylmetod med lägst förpackningsmaterialkostnader, vilka uppgår till 1,5 kronor per standardleverans. Den passiva kylmetod med lägst förpackningsmaterialkostnader är wellpappkartong, bubbelfolieisolering samt gelpåsar, vilken uppgår till 8 kronor per standardleverans. Den kombination av komponenter för passiv kylning som generar lägst kostnader är alltså 6,5 kronor dyrare än förpackningskostnaderna för aktiv kylning. Således kan skillnaden på 6,5 kronor per standardleverans indikera hur mycket en aktör som erbjuder aktiv kylning kan ta betalt för den aktiva kylningen per standardleverans. Dock inkluderar priset för aktiv kylning oftast transportkostnader, vilket har exkluderats för passiva kylmetoder i denna studie. Högst förpackningsmaterialkostnad har kombinationen EPS-box med ispåsar,






























vilken kostar 29 kronor per standardleverans och är drygt 19 gånger dyrare än förpackningsmaterialkostnaderna för aktiv kylning.

Tabell 4.15: Totala kostnader för de olika kylmetoderna, baserat på prisindikationer.

Kombination	Wellpappkartong + (Aktiv kylning)	Wellpappkartong + Isolering bomull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bomull + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Gelpåsar	EPS-box + Ispåsar	EPS-box + Gelpåsar
Box											
Kostnad [kr]	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	20,0	20,0
Isolering	-									-	-
Kostnad [kr]	0	9,40	4,40	5,30	8,30	9,40	4,40	5,30	8,30	0	0
Kylmedel	-										
Kostnad [kr]	0	2,10	2,10	2,10	2,10	9,00	9,00	9,00	9,00	2,10	9,00
<b>Totalt [kr]</b>	<b>1,50</b>	<b>13,0</b>	<b>8,00</b>	<b>8,90</b>	<b>11,9</b>	<b>19,9</b>	<b>14,9</b>	<b>15,8</b>	<b>18,8</b>	<b>22,1</b>	<b>29,0</b>

I tabell 4.16 presenteras lagerkostnaderna för förpackningsmaterial för respektive kombination. Lägst totala lagerkostnader per standardleverans har aktiv kylning, vilka uppgår till 0,57 kronor. Den passiva kylmetoden med lägst lagerkostnader är kombinationen av wellpappkartong, bubbelfolieisolering och ispåsar, eller gelpåsar. Lagerkostnaden för den kombinationen är 1,5 kronor per standardleverans. Högst lagerkostnad kombinationerna som inkluderar EPS-boxar, dessa uppgår till 6,3 kronor per standardleverans.

Tabell 4.16. Lagerkostnader för förpackningsmaterial för de olika kylmetoderna.

Kombination	Wellpappkartong + (Aktiv kylning)	Wellpappkartong + Isolering bomull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bomull + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Gelpåsar	EPS-box + Ispåsar	EPS-box + Gelpåsar
Box											
	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	Wellpappkartong	EPS-box	EPS-box
Kostnad [kr]	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	6,10	6,10
Isolering	-									-	-
		Bomull	Bubbelfolie	Stärkelse	Ull	Bomull	Bubbelfolie	Stärkelse	Ull		
Kostnad [kr]	0	3,10	0,670	1,20	1,50	3,10	0,670	1,20	1,50	0	0
Kylmedel	-										
		Ispåsar	Ispåsar	Ispåsar	Ispåsar	Gelpåsar	Gelpåsar	Gelpåsar	Gelpåsar	Ispåsar	Gelpåsar
Kostnad [kr]	0	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Totalt [kr]	0,570	3,90	1,50	2,00	2,30	3,90	1,50	2,00	2,30	6,30	6,30

#### 4.4 Sammanfattande resultat
















































I detta avsnitt presenteras en sammanställning av kostnader och utsläpp i koldioxidekvivalenter. Användning av aktiv kylning resulterar i lägst förpackningsmaterialkostnader samt lagerkostnader för matkassebolag oavsett om kostnaderna baseras på egna beräkningar eller prisindikationer från matkassebolag. Dock tillkommer utöver detta kostnader för utförandet av den aktiva kylningen, något som ej inkluderas i resultaten. Aktiv kylning resulterar även i minst mängd koldioxidekvivalenter, men vilket drivmedel som bör användas till kylaggregaten under sista kilometern-leveransen skiljer sig beroende på vilken el som används. Om svensk el används är det fördelaktigt att driva aggregaten med el, men om europeisk el används är drivning med HVO bättre.

Den passiva kylmetoden med lägst förpackningsmaterialkostnader och lagerkostnad enligt skrivbordsundersökningen är kombinationen med wellpappkartong, bubbelfolieisolering och ispåsar. Förpackningsmaterialkostnaden uppgår till 82,3 kronor per standardleverans vilket innebär att ett transportföretag som använder aktiv kylning kan lägga på ett tillägg på upp till 68 kronor per standardleverans med avseende på förpackningskostnader. Lagerkostnaden för samma kombination, som även den är billigast, uppgår till 1,5 kronor per standardleverans vilket innebär att en transportör som använder aktiv kylning kan lägga på ett tillägg på upp till 0,93 kronor per standardleverans med avseende på kostnader.

Om kostnaderna däremot baseras på prisindikationer är det den passiva kylmetoden som inkluderar wellpappkartong, bubbelfolieisolering samt gelpåsar som resulterar i lägst förpackningsmaterialkostnader och lagerkostnader. Förpackningsmaterialkostnaderna uppgår till 8 kronor per standardleverans vilket innebär att en transportör som använder aktiv kylning kan lägga på ett tillägg upp till 6,5 kronor per standardleverans med avseende på förpackningsmaterialkostnader. Lagerkostnaderna för kombinationen uppgår till 1,5 kronor vilket innebär att en transportör som använder aktiv kylning kan lägga på ett tillägg på upp till 0,93 kronor per standardleverans med avseende på lagerkostnader.

En sammanställning av alla lösningars kostnader, baserat både på prisindikationer och beräkningar, och utsläpp i koldioxidekvivalenter, både vid användning av svensk och europeisk elmix, presenteras i tabell 4.17.

Tabell 4.17: Kostnader och koldioxidekvivalenter för de olika kylmetoderna.

Kombination	Wellpappkartong + Aggregat drivet på el	Wellpappkartong + Aggregat drivet på diesel	Wellpappkartong + Aggregat drivet på HVO	Wellpappkartong + Isolering bomull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Ispåsar	Wellpappkartong + Isolering bomull + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering bubbelfolie + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering stärkelse + Gelpåsar	Wellpappkartong + Isolering ull + Gelpåsar	EPS-box + Ispåsar	EPS-box + Gelpåsar
Aggregat	 El	 Diesel	 HVO	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -	 -
Terminal	 El	 El	 El	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Box	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 Wellpappkartong	 EPS-box	 EPS-box
Isolering	-	-	-	 Bomull	 Bubbelfolie	 Stärkelse	 Ull	 Bomull	 Bubbelfolie	 Stärkelse	 Ull	-	-
Kylmedel	-	-	-	 Ispåsar	 Ispåsar	 Ispåsar	 Ispåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Gelpåsar	 Ispåsar	 Gelpåsar
Totala utsläpp svensk el [kg CO <sub>2</sub> e]	0,28	0,31	0,29	1,7	1,9	0,83	1,0	5,4	5,8	4,5	4,8	1,9	5,6
Totala utsläpp europeisk el [kg CO <sub>2</sub> e]	0,88	0,51	0,49	1,9	2,1	0,95	1,2	5,4	5,6	4,5	4,7	2,0	5,6
Totala kostnader baserat på beräkningar [kr]	14			130	82	91	120	130	83	92	120	250	250
Totala kostnader baserat på prisindikation [kr]	1,5			20	15	16	19	13	8,0	8,9	12	29	22

## 5. Diskussion

I följande avsnitt diskuteras ovan presenterad litteratur och insamlade data. Diskussionen är uppdelad i två delar, där den första delen behandlar de osäkerheter och antaganden som finns i resultatet. Den andra delen diskuterar det faktiska resultatet utifrån ett ekonomiskt samt miljömässigt perspektiv. Dessutom lyfts fler aspekter fram som inte behandlats i studien men som ändå kan påverka valet av kylmetod.

### 5.1. Osäkerheter och antaganden

I följande avsnitt diskuteras osäkerheter och antaganden i studien, och hur dessa kan påverka resultatet. De osäkerheter som diskuteras rör lagerkostnader, förpackningskostnader, standardleveranser samt koldioxidanalys.

#### 5.1.1. Osäkerheter och antaganden kopplade till lagerkostnader

För beräkningar av lagerkostnader görs tre huvudsakliga antaganden, varav det första är kopplat till lagerhyra, det andra till lagerhöjd och det tredje till komponenternas volym vid lagerhållning. Kostnader för lagerhyra kan variera mycket beroende på geografiskt område, dels beroende på vilket land som lagret ligger i, dels beroende på lokalens position i förhållande till städer. Exempelvis kan en lagerlokal som ligger nära en stad vara dyrare att hyra än en som ligger längre bort. Däremot blir transportkostnaderna dyrare för en lagerlokal ju längre bort från ett urbant område den ligger, om kunderna befinner sig i det urbana området, men denna aspekt inkluderas inte i studien. I rapporten används ett genomsnittligt pris för lagerhyra på 1000 kronor per kvadratmeter och år. Värdet erhålls från Gordon Delivery och är enligt bolaget en vedertagen uppskattning som många företag använder sig av. På grund av att uppskattningen är ett genomsnittligt värde kan studiens resultat för lagerkostnader variera mycket från kalkylerat värde beroende på vilken lagerhyra som antas.

För att möjliggöra beräkningar av kostnader för lagerhållning av komponenter, behöver lagerhyran som anges i pris per areaenhet omvandlas till pris per volymenhet. Således görs ett antagande kring en utnyttjad lagerhöjd på 7,5 meter, vilket resulterar i ett pris på 133 kronor per kubikmeter och år. För andra lagerhöjder kommer lagerkostnaderna därmed skilja sig från studiens resultat. Exempelvis leder en lagerhöjd på 5 meter till ett pris på 200 kronor per kubikmeter och år, medan en lagerhöjd på 10 meter kostar 100 kronor per kubikmeter och år. Kostnaden för lagerhyra per areaenhet används för beräkningen av lagerhyra per volymenhet,

varför osäkerheten ökar. Osäkerheten ökar för att båda antaganden, lagerhyran och lagerhöjden, används vid framtagning av den lagerhyra som används i studiens beräkningar.

En annan osäkerhet kopplad till lagerkostnaderna är komponenternas volym vid lagerhållning. Via skrivbordsundersökning erhålls mått på komponenterna i den form de har vid leverans, men inte vilka mått de har eller hur de ser ut i hopvikt form. Antaganden görs därmed kring hur komponenterna kan vikas ihop, och ett värde för volymen har beräknats utifrån dessa antaganden. Dessa antaganden berör huvudsakligen förpackningsisoleringen, då olika varianter har olika form, och det är inte självklart hur dessa lagerhålls. Vidare görs också ett antagande kring gelpåsars tjocklek där den optimala formen för lagring väljs, alltså den som upptar minst volym och därmed resulterar i lägst lagerkostnader. Det leder till att lagerkostnaden per komponent och år blir högre om optimal form inte används vid lagringen. Lagerkostnaderna kan således vara något högre än i studiens resultat.

#### 5.1.2. Osäkerheter och antaganden kopplade till förpackningskostnader

Osäkerheter kopplade till förpackningskostnader rör huvudsakligen tillförlitligheten till insamlade data. Resultaten från skrivbordsundersökningen kan ifrågasättas då kostnaderna för förpackningsmaterialen kan uppgå till matkassarnas värde och ibland även överstiga det. Via skrivbordsundersökningen erhålls listpriser där de högsta ordervolymerna väljs för att få ett så lågt pris som möjligt, vilket väntades motsvara den mängdrabatt matkassebolag får. Trots detta skiljer sig listpriserna väldigt mycket från de prisindikationer som erhålls från Gordon Delivery. I genomsnitt är prisindikationerna endast 10 % av de listade priserna. Ett exempel är priset på EPS-boxar där den beräknade medianen av listpriserna uppgår till 222 kronor per standardleverans medan prisindikationen från matkassebolag, via Gordon Delivery, är 20 kronor per standardleverans. Sett till detta är därför skrivbordsundersökning inte en lämplig metod för att ta reda på förpackningskostnader för matkassebolag. Anledningen är troligtvis att matkassebolag får specifika mängdrabatter beroende på inköpta kvantiteter, vilket inte finns tillgängligt att hämta på nätet. Det kan också röra sig om att de bolag som studeras vid skrivbordsundersökningen, de där priser var tillgängliga, inte har priser som är representativa för alla tillverkare. Vidare används intervjuer med tillverkare av förpackningsmaterial för att erhålla priser på förpackningsmaterial, men intervjuobjekten hänvisar i samtliga fall till listpriserna som går att hitta på deras hemsidor. Ett sätt att erhålla mer representativa priser är att begära offerter för förpackningsmaterialet från tillverkare, men detta görs inte i studien på

grund av den begränsade tidsperioden. Problemet med att inte få tillgång till de data som krävs för att göra en realistisk kostnadsanalys är ett vanligt förekommande hinder (Oskarsson, 2019). Enligt Oskarsson (2019) är detta problem vanligt för externa undersökare, som konsulter och studenter, vilket stämmer väl överens med utmaningarna som visat sig påtagliga i detta arbete.

### 5.1.3. Osäkerheter och antaganden kopplade till standardleveranser

Vidare görs en förenkling i form av användandet av en standardleverans, som utgör grunden för uträkningar i rapporten. De satta siffrorna utgår som beskrivet från Gordon Deliverys statistik på vad en genomsnittlig matkasse väger, volym av förpackning och tid för en leverans. Då Gordon Delivery i dagsläget huvudsakligen agerar i Norden finns det en risk att dessa värden inte är representativa för andra delar av världen. För att öka studiens användningsområden hade även andra storlekar på leveranser kunnat användas för att kalkylera kostnader och koldioxidekvivalenter. Vidare hade andra mått eventuellt genererat andra resultat. Dock är det viktigt att poängtera att det är skillnaderna mellan de olika kylmetoderna som huvudsakligen har undersökts. Skillnaderna mellan de olika kylmetoderna är troligen liknande oberoende av vilken storlek på leverans som undersöks. Ytterligare en aspekt att beakta vid granskning av val av måtten på en standardleverans är att Gordon Delivery har ett begränsat antal matkassebolag som kunder. Olika matkassebolag har olika profiler, exempelvis levererar några enbart ingredienser och andra färdiga måltider. Olika matkassebolag har således olika genomsnitt på vad en matkasse väger och storleken på förpackningen, vilket kan komma att påverka resultatet.

Standardmåtten som används ligger till grund för beräkningen av hur mycket kylmedel som ska användas i en leverans. Enligt Intervjuobjekt S ska mängden kylmedel motsvara ungefär en tredjedel av vikten på matkassen. Det finns dock olika behov av mängd kylmedel beroende på årstid, var matkassarna transporteras och längden på transporterna. Vid en utomhustemperatur på 30 grader är behovet av kylmedel större än vid en temperatur på 0 grader. Mängden kylmedel beror också på transportens längd och om varorna förväntas vara kyllda i exempelvis 24 eller 72 timmar. Dessa aspekter tas inte hänsyn till i studien.

### 5.1.4 Osäkerheter och antaganden kopplade till koldioxidekvivalentanalys

Vid uppskattning av olika komponenters miljöpåverkan samlas data in från LCA-analyser. Som nämnt i det teoretiska ramverket kan LCA-analyser omfatta olika faser av en produkts

livscykel (Cao, 2017). I denna studie används analyser med två typer av omfattningar: vagga till grind, som innefattar faser från resursutvinning till färdig slutprodukt, och vagga till grav, som också börjar i anskaffningen av råvarorna men täcker alla faser fram till och med bortskaftet av produkten. Det optimala är att endast utgå ifrån LCA-analyser som har ett vagga till grav-perspektiv, men detta är inte möjligt för denna studie då den typen av analyser inte finns att tillgå för alla komponenter. Därmed hade mycket omfattande beräkningar krävts, vilket hade varit för tidskrävande. Eftersom de två typerna av LCA-analys täcker in olika delar av livscykeln är jämförelsen mellan olika komponenters miljöpåverkan inte helt rättvis, vilket bör tas i beaktning när resultatet tolkas.

Vidare är tillgängligheten på befintliga LCA-analyser för förpackningsisoleringsstyperna väldigt begränsad. Några återförsäljare berättar att det finns utförda miljöberäkningar men att de inte kan dela med sig av dem, medan vissa berättar att de håller på att genomföra miljöberäkningar på sina produkter. Att återförsäljare inte delar med sig av miljökalculer till sina kunder hade kunnat bero på att produkten inte är miljömässigt hållbar. För att kunna erhålla ett resultat har LCA-analyser för specifika material, alternativt för isolering av byggnader, använts. Att inte använda LCA-analyser för de exakta produkterna medför att det finns en relativt stor osäkerhet i resultaten. Antagandet görs att isoleringen i förpackningar för matkassar motsvarar den i byggnader, och att materialet har genomgått likande processer. Ytterligare en aspekt att ta i beaktning är att när LCA-analyser för förpackningsisolerings inte kan användas finns risk att en felaktig livstid för produkten används i analysen. Exempelvis har troligen isolering i byggnader en längre livstid än isoleringen i en matkassförpackning. Det här leder till att utsläppen i koldioxidkvivalenter troligen är större än beräknat i de fall där LCA-analyser för byggnadsisolering har använts.

Brist på LCA-analyser är en utbredd problematik, exempelvis undersökte Croft et al. (2019) tillgängligheten av LCA-analyser i Sverige och deras slutsats var att det fanns färre än förväntat. Croft et al. (2019) kunde även se att majoriteten av analyserna var akademiska vilket tyder på att den största bristen råder för industriella produkter. Det är i enlighet med studiens utmaning kring att finna LCA-analyser för specifika produkter. Vidare är tillgängligheten på LCA-analyser större för produkter i stora och väletablerade industrier och marknader, vilket också kan vara en möjlig anledning till att svårigheten att hitta analyser (Engelbrecht, et al., 2018; Ladenika, et al., 2019).

Slutligen görs energiberäkningar för nedkylning av passiva kylmedel i stället för att använda verkliga värden från företag, eftersom detta inte finns att tillgå. Att göra energiberäkningar behöver inte vara en sämre metod, men beräkningarna täcker bara den minimala energiförbrukningen. Det kan finnas andra källor till energiförbrukning i anläggningen som kan kopplas till nedkylningen. Kylmedlen används med stor sannolikhet inte heller direkt utan måste fortsätta hållas kylda även efter att de nått önskad temperatur. Hänsyn behöver också tas till att kyla försvinner när kylutrymmen öppnas. Således krävs mer energi för kylning av passiva kylmedel än studiens resultat visar, vilket genererar större mängd koldioxidekvivalenter. Detta bör tas i beaktning vid tolkning av resultatet.

## 5.2. Diskussion kring resultatet

I följande avsnitt diskuteras studiens erhållna resultat. En diskussion kring resultaten för aktiv och passiv kylning förs inledningsvis i avsnitt 5.2.1. Därefter diskuteras, i avsnitt 5.2.2., aspekter som relaterar till resultatet, både aspekter som studien behandlar och som exkluderats.

### 5.2.1. Jämförelse av kylmetoder

Denna studie visar att användning av aktiv kylning resulterar i lägst förpackningsmaterialkostnader och lagerkostnader, samt minst koldioxidekvivalenter. Trots den aktivas kylmetodens fördelar är det bara 14 av de 48 matkassebolagen som redovisade sin kylmetod som använder aktiv metod, resterande 34 använder passiva lösningar. Det finns flera möjliga förklaringar till att fördelningen mellan aktiva och passiva lösningar bland matkassebolag ser ut så här. För det första finns det ingen tidigare studie som jämför kostnader och miljöpåverkan för olika kylmetoder. Det kan därför råda en okunskap om att aktiv kylning är fördelaktig gentemot passiv kylning från ett utsläppsperspektiv. En annan förklaring kan vara att slutkunderna litar mer på att maten har varit kyld om de ser att det finns isolering och kylmedel i förpackningen. Om slutkunderna litar mer på passiv kylning än aktiv kylning finns det incitament för matkassebolag att använda passiv kylning för öka kundnöjdheten. Att företag och branscher är trögrörliga är ytterligare ett troligt skäl till att passiv kylning används i stor utsträckning. Tradition och en ovilja att förändra sin verksamhet ska inte underskattas och om passiv kylning har varit standard i branschen länge kan det mycket väl hindra övergången till aktiv kylning. Det kan också röra sig om att det inte finns aktörer som erbjuder aktiv kylning tillgängliga på marknaden. Dessa möjliga förklaringar har inte behandlats i studien.

Resultaten visar att aktiv kylning är den bästa kylmetoden ur ett miljömässigt perspektiv. Vidare visar resultaten även att aktiv kylning har lägre förpackningskostnader än de passiva kylmetoderna, både sett till inköp och lagerhållning. Därför finns det anledning att tro att aktiva kylmetoder är billigare än passiva, dock krävs en totalkostnadsanalys för att bekräfta det. Det kan dock finnas andra aspekter som gör att passiv kylning är ett lämpligare alternativ för vissa matkassebolag. För ett matkassebolag som beslutar sig för att använda passiv kylning kan företagets prioriteringar kring kostnader och miljö påverka vilken passiv kylmetod som väljs. Detta eftersom den kartlagda passiva kylmetoden med lägst kostnader inte är den kylmetod som genererar lägst utsläpp. Den passiva kylmetod som har lägst kostnader är den som kombinerar wellpappkartong, bubbelfolie och ispåsar, följt av kombinationen med ullisolering i stället för bubbelfolie. Kostnadsmässigt är därför någon av dessa kylmetoder att föredra. Ur ett miljöperspektiv resulterar användandet av kombinationen wellpappkartong, stärkelse och ispåsar minst koldioxidekvivalenter, följt av samma kombination fast med ullisolering. Både kylmetoderna som har lägst kostnader och koldioxidekvivalenter har en wellpappkartong som yttre förpackning samt ispåsar som kylmedel, och det som skiljer dem åt är isoleringsmaterialet. Den optimala kombinationen om både kostnader och koldioxidekvivalenter viktas lika är med ullisolering, som är näst bäst i båda fallen. För vissa bolag väger dock miljöaspekten tyngre än kostnadsperspektivet, exempelvis om företaget har en strategi inriktad på hållbarhet. I sådana fall bör stärkelseisolering användas. Andra bolag prioriterar det ekonomiska perspektivet och därmed kan bubbelfolieisolering som har lägst kostnader tänkas väljas trots dess större utsläpp. Något som också kan påverka valet är kylmetodens prestanda, vilket diskuteras vidare i avsnitt 5.2.2.

### 5.2.2 Diskussion kring aspekter relaterade till resultatet

Vid användning av passiva kylmetoder är det viktigt att beakta att det krävs ett större lagerutrymme då fler komponenter behöver lagerhållas. Vid aktiv kylning krävs endast lagerhållning av wellpappkartong, medan passiv kylning, utöver yttre förpackning, kräver lagerhållning av isolering och kylmedel. Vidare kan även EPS-boxar användas vid passiv kylmetod, vilka tar ungefär 14 gånger så stor plats som wellpappkartonger vid lagerhållning. Anledningen till att EPS-boxar tar ungefär 14 gånger så stor plats är att de inte går att vika ihop och således genererar högre lagerkostnader. Trots att passiv kylning kräver mer lagerutrymme bör hänsyn även tas till att aktiv kylning kräver en kyld terminal, vilket blir mer kostsamt och genererar mer utsläpp. Kostnadsposten för den kylning har inte behandlats i studien, eftersom

terminaler inte ingår i den del av studiens system som rör kostnader. Däremot är terminaler inkluderade i den del av systemet som rör koldioxidekvivalenter och således är de högre utsläppen från kyllda terminaler inkluderade i resultaten.

Vid aktiv kylning finns det, som nämnt i resultatet, tre olika sätt att driva kylaggregat: med diesel, HVO eller el. Om svensk el används resulterar det i minst mängd koldioxidekvivalenter som kan hänföras drivning av kylaggregaten. Om däremot europeisk el nyttjas blir utsläppen kopplade till kylaggregaten ungefär dubbelt så stora som med diesel eller HVO som drivmedel, där HVO har minst miljöpåverkan. Anledningen till detta är att en större andel av elen i Sverige är förnybar jämfört med den genomsnittet i Europa (Eurostat, 2018). Skulle transportbolagen säkerställa att elen som används i deras fordon kommer från förnybara källor, skulle dock detta alternativ vara att föredra.

Perspektiv som inte inkluderas i den här studien är hur de olika lösningarna ställer sig mot varandra utifrån fler aspekter än kostnader och koldioxidekvivalenter. Det finns dock några punkter som har uppdagats under studiens gång som är nämnvärda. För det första har olika lösningar olika prestanda. Tjockare isolering leder ofta till att ett en matkasse kan hållas kyld längre, medan en tunnare kan vara fullt tillräcklig för kortare leveranser. Aktiv kylning är oberoende av längden på transporten för att hålla en matkasse kyld. De olika kylmedlen som studeras, gelpåsar och ispåsar, har som nämnt tidigare även de olika kylförmåga, där gelpåsar kyler bättre än ispåsar. Gelpåsar har även andra fördelar, exempelvis flexibla förpackningar, vilket gör dem lättare att packa i en matkasse. Dessutom genererar gelpåsar mindre kondens, vilket minimerar risken för att innehållet i matkassen fuktskadas. Prestandan är något som bolag behöver ta hänsyn till vid valet av kyllosning för att kunna säkerställa kyllda varor till sina kunder.

För det andra så behandlar studien inte aspekter kopplade till matsvinn. Vid användandet av passiva lösningar kan det uppstå svinn till följd av att kylningen inte är tillräcklig om det uppstår en störning eller försening i leveransen. Å andra sidan har passivt kyllda matkassar fördelen att de kan levereras när kunden inte är hemma, då de håller kylan även utanför lastbilen. Detta kan leda till möjligheter kring leveranser vid tidpunkter då trängseln i städer är lägre, exempelvis nattliga leveranser, något som Intervjuobjekt C anser hade varit en stor fördel. Att nattliga leveranser minskar trängseln i urbana områden styrks av en studie utförd på KTH, som visar att en lastbil som levererar på natten kan ersätta tre lastbilar på dagen (Ardell,

2017). Däremot är buller ett problem vid nattliga leveranser. Aktivt kyllda matkassar måste däremot överlämnas direkt till kund för att kvaliteten skall kunna garanteras, annars kan svinn uppstå.

För det tredje tar inte rapporten hänsyn till att olika lösningar medför möjlighet för olika förpackningsvolymen. I rapporten har utgångspunkten varit att innervolymen för den yttre förpackningen ska vara 46 liter. Vid användning av en aktiv kyllosning kan matkassebolagen utnyttja hela volymen, medan isoleringen och kylmedlet tar upp en del av utrymmet för de passiva kylmetoderna. Är isoleringen exempelvis 25 millimeter försvinner mer än en tredjedel av den totala innervolymen. För att kunna packa samma kapacitet kommer följaktligen en större förpackning behöva användas, vilket leder till att matkassarna tar mer plats i lager och transporter, vilket i sin tur leder till större kostnader och miljöutsläpp.

För det fjärde kommer olika kyllosningar generera olika vikter på matkassarna. Den tyngsta komponenten är kylmedel vilket, som presenterats tidigare, kan ta upp så mycket som en tredjedel av vikten av en matkasse. Enligt Gordon Delivery är det vikten som är den begränsande faktorn när de lastar sina fordon, och de hänvisar till att så ofta är fallet även för aktörer som genomför passiva leveranser. Det betyder att en lägre vikt kan leda till att fler matkassar kan packas i en transport och på så vis minska antalet turer. Ett minskat antal transporter genererar både lägre kostnader och minskade utsläpp.

## 6. Slutsatser

Det finns, utifrån kartläggning av 54 matkassebolag, flera möjliga kombinationer av komponenter till passiva kyllosningar för matkassebolag. Kylmetoder som bolag använder sig av är wellpappkartonger fyllda med olika typer av isolering, eller EPS-boxar, i kombination med ispåsar eller gelpåsar. Resultatet visar dock att ingen av de identifierade passiva lösningarna är bättre än Gordon Deliverys aktiva kyllosning ur ett koldioxidekvivalentperspektiv. Resultaten indikerar även att aktiv kylmetod troligtvis är bättre än passiva kylmetoder ur ett kostnadsperspektiv. Trots detta visar kartläggningen att passiva lösningar är mycket vanligare än aktiva lösningar i Europa och Nordamerika. Fortsättningsvis kan det finnas fler aspekter som påverkar valet av kylmetod än kostnader och koldioxidekvivalenter, vilka inte behandlas i denna studie. Några av dessa aspekter kan vara slutkundens upplevelse, förmågan att hålla rätt temperatur, samt mått och vikt på de olika lösningarna. Då få liknande studier gjorts på området, leder det till att även kunskapsbrist kan vara en betydande faktor vid val av kylmetod.

Matkassebranschen växer kraftigt och det finns många olika matkassebolag för kunder att välja bland. För att bolagen ska vara konkurrenskraftiga krävs att rätt kylmetod väljs, bland annat sett till kostnader och utsläpp, vilket studiens resultat kan användas till. Inledningsvis kan studien ge matkassebolag en uppfattning både kring vilka andra matkassebolag som finns på marknaden och vilka olika kylmetoder som förekommer samt vilka som är vanligast. Vidare kan resultaten användas av matkassebolag för att komponera kylmetoder som möter både sina egna och kundernas kriterier kopplade till ekonomiska och miljömässiga aspekter, och på så vis stärka sin position på marknaden. Utöver detta kan studiens resultat kopplat till kostnader användas av transportbolag som erbjuder aktiv kylning, exempelvis Gordon Delivery, för att prissätta sina tjänster.

Arbetet ökar kunskapen inom matkassebranschen genom att göra en jämförelse av olika kylmetoder, en jämförelse som inte existerar sedan innan. Rapporten kan också användas som underlag för framtida studier. Vidare forskning på ämnet kan innefatta ett mer omfattande system, där exempelvis en fullständig totalkostnadsanalys används för att erhålla resultat som inkluderar alla kostnadsposter. Utöver det kan också miljöanalysen byggas ut genom användning av LCA-analyser med vagg till grav-perspektiv på samtliga komponenter. Vidare kan fortsatta studier behandla även sociala aspekter, så som kundupplevelse eller arbetsvillkor,

men också kvalitetsjämförelse av kylmetoder. En kvalitetsjämförelse kan exempelvis omfatta mätningar på hur väl kylmetoderna håller rätt temperatur och hur länge, samt hur mycket svinn som genereras. Ytterligare studier skulle kunna ta fram en kalkylator där matkassebolag kan infoga egna värden kring matkassarnas vikt, volym och förpackningsmaterial. Från denna kalkylator erhålls kostnader och koldioxidekvivalenter för olika kylmetoder, vilket skulle underlätta ytterligare vid val av kylmetod och generera företagsspecifika värden.

## Litteraturförteckning

- Abbasi-Tavallali, P., Feylizadeh, M. R., & Amindoust, A. (2021). A system dynamics model for routing and scheduling of cross-dock and transportation in reverse logistics network of perishable goods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 10417-10433.
- Accorsi, R., & Manzini, R. (2019). i *Sustainable Food Supply Chains - Planning, Design, and Control through Interdisciplinary Methodologies* (ss. 167-183). Elsevier.
- Adams, W. C. (2015). Conducting Semi-Structured Interviews. i J. S. Wholey, H. P. Hatry, & K. E. Newcomer, *Handbook of practical program evaluation* (4 uppl., ss. 492-505). John Wiley & Sons Inc.
- American Elements. (u.d.). *Aluminum Foil*. Hämtat från American Elements: <https://www.americanelements.com/aluminum-foil-7429-90-5> den 14 April 2022
- Ardell, P. (den 7 Juni 2017). *Nattliga varuleveranser minskar dagliga bilköer*. Hämtat från KTH: <https://www.kth.se/om/nyheter/centrala-nyheter/nattliga-varuleveranser-minskar-dagliga-bilkoer-1.732930> den 12 Maj 2022
- Asplan Viak AS. (2019). *ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION*. The Norwegian EPD Foundation.
- Aste, N., Del Pero, C., & Leonforte, F. (Augusti 2017). Active refrigeration technologies for food preservation in humanitarian context – A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 22, ss. 150-160.
- Belson, W. A. (1967). Tape Recording: Its Effect on Accuracy of Response in Survey Interviews. *Journal of Marketing Research*, 4(3), 253-260.
- Bi, L. J. (2012). Research on Corrugated Cardboard and its Application. *Advanced Materials Research*, 535–537, 2171–2176.  
doi:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.535-537.2171>
- Boxon Group AB. (u.d.). *Wellåda 390x390x300mm*. Hämtat från <https://www.boxon.se/produkter/forpackningar-emballage/lador-och-kartonger/standardlador/wellada-390x390x300mm> den 3 Mars 2022
- Brander, M. (2012). *Greenhouse Gases, CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>e, and Carbon: What Do All These Terms Mean?* Ecometria.
- Bryman, A., Bell, E., & Harley, B. (2019). *Business Research Methods*. Oxford: Oxford University Press.
- BuildDirect. (den 9 Oktober 2015). *Denim Insulation: The Good And The Bad*. Hämtat från BuildDirect: <https://www.builddirect.com/blog/denim-insulation-the-good-and-the-bad/> den 9 Mars 2022
- Cambridge University Press. (u.d.). *Meaning of desk research in English*. Hämtat från Cambridge Dictionary: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/desk-research> den 10 Maj 2022

- Cao, C. (2017). Sustainability and life assessment of high strength natural fibre composites in construction. i M. Fan, & F. Fu, *Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction* (ss. 529-544). Woodhead Publishing.
- Cardenas, I., Borbon-Galvez, Y., Verliden, T., Van de Voorde, E., Vanelslander, T., & Dewulf, W. (2017). City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. *Competition and Regulation in Network Industries*, 18(1-2), ss. 22-43.
- Cascione, V., Roberts, M., Allen, S., Dams, B., Maskell, D., & Shea, A. (2022). Life Cycle Assessment of Circular Bio-Based Construction. *Construction Technologies and Architecture*, 124-134. doi:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/cta.1.124>
- CEVA Logistics. (u.d.). *Active and passive packaging*. Hämtat från CEVA Logistics: <https://www.cevalogistics.com/en/your-industry/healthcare/healthcare-solutions/active-and-passive-packaging> den 15 Mars 2022
- Chen, W., Hao, H., Hughes, D., Shi, Y., Cui, J., & Li, Z. X. (2015). Static and dynamic mechanical properties of expanded polystyrene. *Materials & Design*, 69, 170-180. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.12.024>
- Choi, B., Yoo, S., & Park, S. (2018). Carbon Footprint of Packaging Films Made from LDPE, PLA, and PLA/PBAT Blends in South Korea. *Sustainability*, 10(7). doi:<https://doi.org/10.3390/su10072369>
- CLN Worldwide. (den 18 November 2020). *Active or Passive Cold Chain Logistics: Which Do You Need?* Hämtat från CLN Worldwide: <https://www.clnusa.com/post/active-or-passive-cold-chain-logistics-which-do-you-need> den 14 Mars 2022
- Cold Chain Technologies. (u.d.). *Cold Chain Technologies*. Hämtat från Ice Gel Packs: <https://www.coldchaintech.com/product-details/gel-packs/> den 13 April 2022
- Cold Jet. (den 17 Februari 2020). *The cooling solution for last mile deliveries*. Hämtat från Cold Jet: <https://blog.coldjet.com/the-cooling-solution-for-last-mile-deliveries> den 18 Februari 2022
- Comes, T., Bergtora Sandvik, K., & Van de Walle, B. (den 5 Januari 2018). Cold chains, interrupted: The use of technology and information for decisions that keep humanitarian vaccines cool. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 8(1), ss. 49-69.
- Conversio Market & Strategy GmbH. (2018). *Post-Consumer Waste Generation and Management in European Countries 2017 EPS Packaging Waste & EPS Construction Waste*.
- Corrosionpedia. (den 5 November 2018). *Expanded Polystyrene (EPS)*. Hämtat från <https://www.corrosionpedia.com/definition/2473/expanded-polystyrene-eps> den 15 Mars 2022

- Coulomb, D. (2008). Refrigeration and cold chain serving the global food industry and creating a better future: two key IIR challenges for improved health and environment. *Trends in Food Science & Technology*, 19(8), ss. 413-417.
- Croft, J., Engelbrecht, S., Ladenika, A. O., MacGregor, O. S., Maepa, M., Bodunrin, M. O., & Harding, K. G. (2019). Review: the availability of life-cycle studies in Sweden. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(1), 6-11.
- de Keizer, M., Akkerman, R., Grunow, M., Bloemhof, J. M., Haijema, R., & van der Vorst, J. G. (2017). Logistics network design for perishable products with heterogeneous quality decay. *European Journal of Operational Research*, 262(2), 535-549.
- Echeverria, D. V. (2021). *Process-Based Modeling Framework for the Life-Cycle Environmental, Economic and Social Sustainability Dimensions of Cellulose-Based Materials*. Raleigh: North Carolina State University.
- Ekholm, P. U., Fraenkel, L., & Hörbeck, S. (2014). *Formler & tabeller i fysik, matematik & kemi* (Vol. 9). Göteborg: Konvergenta HB.
- Energiföretagen. (September 2016). *energiforetagen.se*. Hämtat från Energiföretagen: [https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/statistik/energiaret/energiaret2016\\_miljo\\_27-september.pdf](https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/statistik/energiaret/energiaret2016_miljo_27-september.pdf) den 11 Mars 2022
- Energimyndigheten. (den 11 November 2021). *Växthusgasutsläpp*. Hämtat från <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/drivmedelslagen/vaxthusgasutslapp/> den 21 April 2022
- Engelbrecht, S., Ladenika, A. O., MacGregor, O. S., Maepa, M., Bodunrin, M. O., Burman, N. W., & Harding, K. G. (2018). A discussion on the availability of life-cycle assessment studies in New Zealand. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(8), 1708-1713.
- European Aluminium. (2018). *ENVIRONMENTAL PROFILE REPORT: Life-Cycle inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe*. Brussels: European Aluminium.
- Eurostat. (Januari 2018). *Archive: Statistik över förnybar energi*. Hämtat från [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Statistik\\_%C3%B6ver\\_f%C3%B6rnybar\\_energi&oldid=430517](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Statistik_%C3%B6ver_f%C3%B6rnybar_energi&oldid=430517) den 19 April 2022
- Fan, Y. d. (Augusti 2021). Trading off cost, emission, and quality in cold chain design: A simulation approach. *Computers & Industrial Engineering*, 158(C).
- fcgov. (u.d.). *Reflective Bubble Wrap and Foil Bubble Mailers*. Hämtat från fcgov: <https://www.fcgov.com/recycling/atoz/items/?item=323> den 12 April 2022
- Fibre Box Association. (u.d.). *What is Corrugated?* Hämtat från <https://www.fibrebox.org/viewpage.aspx?ContentID=105> den 27 Mars 2022

- FlexiPack. (u.d.). *Air Bubble Insulation: Applications and Advantages*. Hämtat från FlexiPack: <https://www.flexipack.com/blog/air-bubble-insulation> den 18 Mars 2022
- Foil-Faced. (September 2003). Foil-Faced Bubble Pack Under Slabs. *Energy Design Update*, 23(9), s. 8.
- Förpackningsinsamlingen FTI. (u.d.). Hämtat från Återvinningsprocessen: Från schampooflaska till blomkruka: <https://www.ftiab.se/839.html> den 10 Mars 2022
- Forsberg, C., & Wengström, Y. (2016). *Att göra systematiska litteraturstudier*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Frisk, E. (2019). *Sekundärdata*. Hämtat från Statistisk ordbok: <https://www.statistiskordbok.se/ord/sekundardata/> den 1 April 2022
- Gahmberg, C. G. (2018). Etik inom forskningen. *Finska Läkaresällskapets Handlingar*, 178(1), ss. 36-41.
- Galal, S., Jones, C., & Coward, K. (2021). Applications for sexual and reproductive health. i *Long-Acting Drug Delivery Systems*. Woodhead Publishing Series in Biomaterials. Hämtat från Polymer Gel: <https://nordiccoldchain.com/products/refrigerants/gel-packs/>
- Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T. (2011). Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context. i *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives* (ss. 56-71). Edward Elgar Publishing.
- Godio, M. (den 21 January 2022). 8 best meal kit delivery services in 2022, according to experts. *NBC News*. Hämtat från <https://www.nbcnews.com/select/shopping/best-meal-kit-delivery-services-ncna1287814>
- Gontia, P. (2014). *Life cycle assessment of bio-based sodium poly-acrylate production from pulp mill side streams-Case at a TMP and sulphite pulp mill*. Göteborg: Chalmers.
- Grand View Research. (2022). *Meal Kit Delivery Services Market Size, Share & Trends Analysis Report By Offering (Heat & Eat, Cook & Eat), By Service (Single, Multiple), By Platform (Online, Offline), Meal Type (Vegan, Vegetarian, Non-Vegetarian), By Region, And Segment Forecasts, 202*.
- Guetterman, T. C., Babchuk, W. A., Howell Smith, M. C., & Stevens, J. (2019). Contemporary Approaches to Mixed Methods–Grounded Theory Research: A Field-Based Analysis. *Journal of Mixed Methods Research*, 13(2), 179-195.
- Hayes, A. (den 19 Augusti 2021). *Cost-Benefit Analysis*. Hämtat från Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/c/cost-benefitanalysis.asp> den 25 Mars 2022
- HelloFresh Group. (u.d.). *5 Packaging innovations made by HelloFresh*. Hämtat från HelloFresh Group: <https://www.hellofreshgroup.com/en/newsroom/stories/5-packaging-innovations-made-by-hellofresh/> den 11 Mars 2022

- Hexa Research. (den 13 March 2019). *Global Meal kit Delivery Service Market Size And Forecast, By Type (Fresh Food, Process Food) And Trend Analysis, 2015 - 2025*. Hexa Research.
- HUI Research. (u.d.). *E-handeln i Sverige*. Hämtat från Handelsfakta: <https://handelsfakta.se/insikt/e-handeln-i-sverige/> den 17 Februari 2022
- Hydropac. (u.d.). Hämtat från Frequently Asked Questions: <https://hydropac.co.uk/faqs/> den 10 Mars 2022
- Hydropac. (u.d.). *Pre-Frozen Ice Packs*. Hämtat från Hydropac: <https://hydropac.co.uk/product/pre-frozen-ice-packs/> den 15 Mars 2022
- Illera-Perozo, D., Mesa, J. A., Gomez, H., & Ramirez, H. E. (den 28 September 2018). Cellulose Aerogels for Thermal Insulation in Buildings: Trends and Challenges. *Coatings*, 8(10), 345.
- IPC Insulated Products Corp. (u.d.). *Refrigerant Gel Packs*. Hämtat från IPC Insulated Products Corp: <https://ipcpack.com/products/gel-packs/> den 10 Mars 2022
- Jayawanth, M. (den 22 Maj 2020). *Woolcool – Sustainable packaging made from sheep’s wool*. Hämtat från ecosistant: <https://www.ecosistant.eu/en/wool-cool/> den 15 April 2022
- Jelle, B. P. (Oktober 2011). Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions – Properties, requirements and possibilities. *Energy and Buildings*, 43(10), 2549-2563.
- JM Förarutbildning AB. (u.d.). *Motviktstruck – B1*. Hämtat från <https://www.jmforarutbildning.se/nyheter/motviktstruck-b1/> den 10 Maj 2022
- Jonsson, P., & Mattsson, S.-A. (2016). *Logistik: läran om effektiva materialflöden*. Studentlitteratur AB.
- Kerson, T. S., & McCoyd, J. (den 1 September 2006). Conducting Intensive Interviews Using Email. *Qualitative Social Work*, 5(3), ss. 389-406.
- Khan, A. U., & Ali, Y. (2021). Sustainable supplier selection for the cold supply chain (CSC) in the context of a developing country. *Environment, Development & Sustainability*, 23(9), 13135-13164.
- Krautz. (u.d.). *Cold chain with active cooling systems*. Hämtat från TEMAX: <https://www.krautz.org/cold-chain-active-cooling/> den 23 Mars 2022
- Ladenika, A. O., Bodunrin, M. O., Burman, N. W., Croft, J., Engelbrecht, S., Goga, T., & Harding, K. G. (2019). Assessing the availability of life cycle assessments in Austria. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(4), 614-619.
- Lambert, J. (den 25 April 2019). *Meal Kits Have A Smaller Carbon Footprint Than Grocery Shopping, Study Says*. Hämtat från NPR: <https://www.npr.org/sections/thesalt/2019/04/22/716010599/meal-kits-have-smaller->

carbon-footprint-than-grocery-shopping-study-says?t=1650833900006 den 21 Februari 2022

- Lantz, B., Löfsten, H., & Isaksson, A. (2014). *Industriell ekonomi - Grundläggande ekonomisk analys*. Lund: Studentlitteratur.
- Lee, J. (den 24 Augusti 2016). *Meal Delivery Services Put Dinner on Your Doorstep*. Hämtat från Consumer Reports: <https://www.consumerreports.org/food/meal-delivery-services-put-dinner-on-your-doorstep/> den 17 Februari 2022
- Leung, L. (2015). Validity, reliability, and generalizability in qualitative research. *Journal of family medicine and primary care*, 4(3), 324-327. doi:10.4103/2249-4863.161306
- Lewis-Beck, M., Bryman, A., & Futing Liao, T. (2004). The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods. *Thousand Oaks*.
- Lim, Y. S., Izhar, T. N., Zakarya, I. A., Yusuf, S. Y., Zaaba, S. K., & Mohamad, M. A. (2021). Life cycle assessment of expanded polystyrene. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 920(1).
- LINCHPIN, T. (den 13 Januari 2022). *Trends Shaping The Meal Kit Industry Outlook In 2022*. Hämtat från Linchpin seo: <https://linchpinseo.com/trends-shaping-the-meal-kit-industry/> den 4 Mars 2022
- Lindsten, P. O. (den 28 November 2020). *Vinlådor och matkassar - allt exploderar under pandemin*. Hämtat från Dagens Industri: <https://www.di.se/nyheter/vinlador-och-matkassar-allt-exploderar-under-pandemin/> den 28 Februari 2022
- Livsmedelsverket*. (den 22 Mars 2022). Hämtat från Transport: <https://kontrollwiki.livsmedelsverket.se/artikel/350/transport> den 4 April 2022
- Lunds Universitet. (den 7 April 2022). *Historia: Källvärdering*. Hämtat från Libguides: <https://libguides.lub.lu.se/c.php?g=296971&p=1989128> den 10 Maj 2022
- Macfarlane Packaging. (u.d.). *Thermal Insulated Packaging - CooliMate®*. Hämtat från <https://temperature-controlled-packaging.co.uk/products/coolimate-insulated-shipper/> den 21 Februari 2022
- Manfredi, S., Allacker, K., Pelletier, N., Schau, E., Chomkhamsri, K., Pant, R., & Pennington, D. (2015). Comparing the European Commission product environmental footprint method with other environmental accounting methods. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(3), 389-404. doi:DOI 10.1007/s11367-014-0839-6
- Matkassarna.com. (u.d.). *Matkassaföretag i Sverige*. Hämtat från Matkassarna.com: <https://matkassarna.com/matkassaforetag> den 4 Februari 2022
- Mcgoff, J. (den 2 Februari 2021). *Meal Kits Are Growing But Need Smarter Packaging For a Sustainable Future*. Hämtat från Closed Loop Partners:

- <https://www.closedlooppartners.com/meal-kits-are-growing-but-need-smarter-packaging-for-a-sustainable-future/> den 28 Februari 2022
- McIntosh, M. J., & Morse, J. M. (2015). Situating and Constructing Diversity in Semi-Structured Interviews. *Global Qualitative Nursing Research*. doi:<https://doi.org/10.1177%2F2333393615597674>
- MealFinds. (den 29 September 2020). *The Evolution of Meal Kits and COVID's Impact on the Market*. Hämtat från Subscription Trade Association (SUBTA): <https://subta.com/the-evolution-of-meal-kits-and-covids-impact-on-the-market/> den 24 Mars 2022
- Muralikrishna, I. V., & Manickam, V. (2017). *Environmental Management: Science and Engineering for Industry*. Butterworth-Heinemann.
- National Highway Traffic Safety. (2010). *Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards; Final Rule*. Federal Register.
- Naturskyddsföreningen. (den 18 Februari 2021). *Naturskyddsföreningen*. Hämtat från <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vaxthuseffekten/> den 22 Mars 2022
- Naturskyddsföreningen. (2021). *naturskyddsföreningen.se*. Hämtat från Naturskyddsföreningen: [https://old.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/bilaga\\_1\\_lagg\\_om\\_vaxeln\\_utslopsnivaer\\_fran\\_olika\\_energislager.pdf](https://old.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/bilaga_1_lagg_om_vaxeln_utslopsnivaer_fran_olika_energislager.pdf) den 22 Mars 2022
- NE. (u.d.). *Koldioxidkivalent*. Hämtat från NE: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/koldioxidkivalent> den 3 April 2022
- Nordic Cold Chain Solutions. (u.d.). *Gel Refrigerant Packs*. Hämtat från Nordic Cold Chain Solutions: <https://nordiccoldchain.com/products/refrigerants/gel-packs/> den 8 Mars 2022
- Novick, G. (2008). Is there a bias against telephone interviews in qualitative research? *Research in nursing & health*, 31(4), 391-398.
- Orderinvest. (u.d.). *Kartong, 180x120x80 mm, tjocklek 3 mm, 25 st/fp*. Hämtat från Orderinvest: <https://orderinvest.se/verkstadsinredning/produkter/forpackning/kartongerochwellpap/kartong-180x120x80-mm-tjocklek-3-mm-25-st-fp> den 10 Maj 2022
- Orjuela-Castro, J. A., Gamez, G. L., & Celemin, M. P. (2017). *Model for Logistics Capacity in the Perishable Food Supply Chain*. Springer International Publishing.

- Oskarsson, B. (2019). *Total Cost Analysis in Logistics - Practical Execution, Learning, and Teaching in Higher Education*. Linköping: Linköping Studies in Science and Technology.
- Parsmo, R. (2019). *En jämförelse av elasticyklar och konventionella fordon för transporter av små laster*. IVL Svenska Miljöinstitutet, Stockholm.
- Patel, R., & Davidsson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.
- Petrovic, B., Myhren, J. A., Zhang, X., Wallhagen, M., & Eriksson, O. (2019). Life Cycle Assessment of Building Materials for a Single-family House in Sweden. *Energy Procedia*, 158, 3547-3552. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.913>
- Pilfold, K. (2013). *A Comparative Life Cycle Assessment of Protective Mailers in the Postal Industry*. Calgary: University of Calgary. doi:10.11575/PRISM/24667
- Postnord. (2021). *E-barometern 2020*.
- Postnord. (2022). *E-commerce in Europe 2021*.
- Reports and Data. (September 2020). *Refrigerants Market Size, Trends & Growth, By Type of Refrigerants, By Geographical Impact, By Application, Segment Forecasts To 2028*. Hämtat från Reports and Data: <https://www.reportsanddata.com/report-detail/refrigerants-market> den 15 Februari 2022
- RISE. (u.d.). *Livscykelanalys genererar miljöfakta för hållbar utveckling*. Hämtat från <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/amnesomraden/livscykelanalys> April 3 2022
- Rutakumwa, R., M. J., Bernays, S., Kabunga, E., Tumwekwase, G., Mbonye, M., & Seeley, J. (2020). Conducting in-depth interviews with and without voice recorders: a comparative analysis. *Qualitative Research*, 20(5), 565–581. doi:<https://doi.org/10.1177/1468794119884806>
- SCB Statistikmyndigheten. (u.d.). *Medelvärde eller median?* Hämtat från SCB Statistikmyndigheten: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-ekonomi-hek/produktrelaterat/Fordjupad-information/medelvarde-eller-median/> den 1 Mars 2022
- Shapka, J. D., Domene, J. F., Khan, S., & Yang, L. M. (2016). Online versus in-person interviews with adolescents: An exploration of data equivalence. *Computers in Human Behavior*, 58, 361-367.
- Shaw, R. (den 4 October 2018). *Will Meal Kit Delivery Survive? Is In-Store Pick-Up The Future Of The Industry?* Hämtat från Assemblies Unlimited: <https://www.assemblies.com/meal-kit-delivery-packaging/> den 23 Februari 2022

- Skärlund, S. (2020). Minskade kostnader och ökad lönsamhet. Hållbarhet och föredömlighet som mål och medel hos svenska företag med statligt ägande. *Tidsskriftet Sakprosa*, 12(2), 1-34.
- Skrzekut, T. (den 30 Juli 2019). *How to ship perishables*. Hämtat från Pac Worldwide: <https://www.pac.com/2019/07/how-to-ship-perishables/> den 14 Mars 2022
- Sönne, M. (den 19 November 2019). *Tolv steg för bättre kostnadsanalyser*. Hämtat från Linköpings Universitet: <https://liu.se/nyhet/tolv-steg-for-battre-kostnadsanalyser> den 14 Mars 2022
- Sonneberg, M. O., Leyerer, M., Kleinschmidt, A., Knigge, F., & Breitner, M. H. (2019). Autonomous unmanned ground vehicles for urban logistics: Optimization of last mile delivery operations. *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*. doi:10.24251/HICSS.2019.186
- Statens väg och transportforskningsinstitut. (1989). *Beräkning av koldioxidproduktion vid bensin*.
- Statista. (den 13 Januari 2022). *Market share of the leading meal kit companies in the United States as of February 2018*. Hämtat från Statista: <https://www.statista.com/statistics/654783/market-share-meal-kit-start-ups-united-states-based-on-dollar-spend/> den 16 Februari 2022
- Stream Peak. (u.d.). *Keep Items Cool With Ice Gel Packs*. Hämtat från Stream Peak: <https://streampeak.com.sg/blog/ice-gel-packs/> den 2 Mars 2022
- Sunbasket. (u.d.). *Our meals are the full package*. Hämtat från <https://sunbasket.com/recycle/> den 13 April 2022
- Svensk Dagligvaruhandel. (2021). *Rätt temperatur för lagring och transport för kylda och frysta livsmedel*. Hämtat från Svensk Dagligvaruhandel: [https://www.svenskdagligvaruhandel.se/wp-content/uploads/BRL.Ratt\\_.temperatur.lagringochtransport.kyldaochfrysta.livsmedel.pdf](https://www.svenskdagligvaruhandel.se/wp-content/uploads/BRL.Ratt_.temperatur.lagringochtransport.kyldaochfrysta.livsmedel.pdf) den 2 Mars 2022
- Svenska Wellpappföreningen. (u.d.-a). *Welltyper*. Hämtat från <https://swif.se/welltyper/> den 28 Mars 2022
- Svenska Wellpappföreningen. (u.d.-b). *Ordlista*. Hämtat från <https://swif.se/ordlista/> den 28 Mars 2022
- Tempack. (u.d.). *Greenin SU: Single Use*. Hämtat från [https://www.tempackcoldchainstore2door.com/product\\_solutions/thermal-packaging-made-of-recycled-cotton/?gclid=Cj0KCQjwr-SSBhC9ARIsANhzu15ZMJyxKj8rS5AKmhg3gfqHGve6OXs2mjBBae1bcH7U7LxGMzBAGdoaAqAVEALw\\_wcB](https://www.tempackcoldchainstore2door.com/product_solutions/thermal-packaging-made-of-recycled-cotton/?gclid=Cj0KCQjwr-SSBhC9ARIsANhzu15ZMJyxKj8rS5AKmhg3gfqHGve6OXs2mjBBae1bcH7U7LxGMzBAGdoaAqAVEALw_wcB), den 13 April 2022

- TemperPack. (u.d.). *ClimaCell thermal liners help you protect perishable shipments without unnecessary plastic waste*. Hämtat från TemperPack:  
<https://www.temperpack.com/climacell/> den 17 Mars 2022
- The British Plastics Federation. (u.d.). *Expanded and Extruded Polystyrene (EPS/XPS)*. Hämtat från <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/expanded-and-extruded-polystyrene-eps-xps.aspx> den 5 April 2022
- The European Federation of Corrugated Board Manufacturers. (u.d.). *Ecodesign*. Hämtat från <https://www.fefco.org/circular-by-nature/ecodesign> den 22 Februari 2022
- The U.S. Energy Information Administration. (2014). *Frequently Asked Questions How much carbon dioxide is produced by burning gasoline and diesel fuel?* Hämtat från <https://www.patagoniaalliance.org/wp-content/uploads/2014/08/How-much-carbon-dioxide-is-produced-by-burning-gasoline-and-diesel-fuel-FAQ-U.S.-Energy-Information-Administration-EIA.pdf>
- Uline. (u.d.). *RECYCLABLE THERMAL PANELS*. Hämtat från [https://www.uline.com/BL\\_2813/Recyclable-Thermal-Panels](https://www.uline.com/BL_2813/Recyclable-Thermal-Panels) den 12 April 2022
- Vattenfall. (den 1 Mars 2022). *Historik över rörligt elpris*. Hämtat från <https://www.vattenfall.se/foretag/elavtal/liten-forbrukning/rorligt-elpris/historik-rorligt-elpris/> den 12 Mars 2022
- Vetenskapsrådet. (2017). *God Forskningsred*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- WWF. (den 8 Mars 2019). *Vad är CO2-ekvivalenter?* Hämtat från WWF:  
<https://kontakt.wwf.se/org/wwf/d/koldioxidekvivalenter-co2e/> den 11 Mars 2022
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. SAGE Publications Inc.

## Bilaga 1

Nedan redovisas de intervjuguider som används i intervjuerna.

### Intervjuguide för representanter från Gordon Delivery

- Priset som Gordon har för sina tjänster?
  - Finns det olika prismodeller och får olika kunder olika erbjudanden?
  - Genomsnittligt pris för en leverans?
  - Är priset beroende på boxarnas storlek?
  - Vad baseras priset på? Är det antalet boxar?
  - Vad ingår i priset (upphämtning, terminal, transport osv?)?
- Vilka matkassebolag är Gordons kunder?
- Hur ser en standardleverans av en matkasse ut?
  - Vikt
  - Volym på boxarna
  - Längd på transporten
- Vilka försöker Gordon sälj till just nu som idag använder sig av passiva metoder?
- Hur många leveranser kan inte levereras?
  - Vid första tillfället?
  - Inom 24h?
  - inom 72h?
  - Aldrig?
  - Vad är gränsen?
- Hur mycket matsvinn har Gordon?
- Vet Gordon vilka leverantörer av boxar som deras kunder använder?
- Utsläpp av kylning av terminaler?
  - Kan vi få ner vad utsläppet blir per leverans?
- Arbetet i terminalerna
  - Klargörande kring vad Gordons terminaler innefattar, vad utförs för arbete här?

- Frågor kring lastning och sträckor
  - Hur många lådor/matkassar får plats i en lastbil/per leverans?
    - Är det volymen eller vikten som framför allt begränsar lastningen?
    - Åker bilen tillbaka till terminalen under en dag och fyller på med boxar?
- Frågor kring Gordons lastbilars elförbrukning, samt diesel och HVO-förbrukning
  - Hur mycket el drar ellastbilarna i kWh per mil?
  - Hur mycket diesel/HVO drar lastbilarna per mil?
  - Hur mycket bränsle/energi drar fordonens kylaggregat?
    - Drivs av HVO
    - Drivs av diesel
    - Drivs av el

### Intervjuguide för representanter från matkassebolag

- Vilken lösning använder ni er av för sista kilometern-transport av era matkassar? (Passiva, aktiva eller hybrider)
  - Vilka länder agerar ni i?
  - Har ni olika lösningar i olika länder?
- Varför har ni den metoden ni har?
- Vilka för- och nackdelar ser ni med den metod ni använder?
- Har ni siffror på det totala CO<sub>2</sub>-utsläppet från terminal till kund?
- Vilka kartonger/boxar använder ni er av? (Modell, mått, vikt)
  - Vad betalar ni för boxen?
  - Vad är CO<sub>2</sub>-utsläppen för boxen?
  - Går det att återvinna boxarna?
  - Vilken storlek på box använder ni? Är det olika storlekar? Vad är den vanligaste storleken? Vad väger den tomma kartongen/boxen i snitt?
  - Hur många kartonger krävs per matkasse?
  - Vem köper ni kartonger/boxar av?
- Vilket kylmedel använder ni?

- Vad betalar ni för detta?
- Hur mycket kylmedel använder ni per matkasse?
- Vad är CO2-utsläppen för detta?
- Vad händer med kylmedlet efter leverans?
- Vem köper ni kylmedlet av?
- Vilka typ av transport för sista milen använder ni?
  - Vilka företag använder ni er av?
  - Vad betalar ni för detta?
- Hur stort lager har ni av boxar och kylmedel?
  - Hur mycket lageryta används för kartonger och kylmedel?
  - Hur mycket tid/jobb läggs på hantering av dessa boxar och kylmedel (exempelvis för packning)?
  - Var ligger lagret? Hur långt från slutkunderna är det?
  - Vad har ni för hyreskostnader per kvadratmeter för lagret?
- Hur många leveranser returneras?
  - Hur många av leveranserna kan inte levereras alls?
  - Hur mycket matsvinn resulterar returerna i?
    - CO2-utslag per leverans?
    - Kostnadsutslag per leverans?
- Finns det några övriga kostnadsposter kopplade till sista kilometern-leveranserna?

## Bilaga 2

I följande avsnitt redovisas hur elpris kalkylerats i studien.

### Medelvärde av rörligt elpris i Sverige

I tabellen nedan presenteras de rörliga priserna för el i Sverige, uppdelat på månader och geografiska zoner (Vattenfall, 2022).

Elpris rörligt (öre/kWh)	Södra Sverige	Södra Mellansverige	Norra Mellansverige	Norra Sverige	Medel
Mars 21	49.99	40.97	28.51	28.47	<b>36.99</b>
Apr 21	45.86	36.65	29.24	29.44	<b>35.30</b>
Maj 21	52.16	47.48	42.46	42.27	<b>46.09</b>
Juni 21	77.23	43.8	37.47	37.4	<b>48.98</b>
Juli 21	73.58	62.77	55.67	54.7	<b>61.68</b>
Aug 21	89.83	71.33	61.73	61.85	<b>71.19</b>
Sep 21	126.9	96.02	58.11	58.05	<b>84.76</b>
Okt 21	92.15	70.08	25.75	25.56	<b>53.39</b>
Nov 21	124.3	96.89	53.72	54.01	<b>82.22</b>
Dec 21	197.5	192.1	72.33	71.25	<b>133.3</b>
Jan 22	117.6	112.3	32.04	31.94	<b>73.48</b>
Feb 22	88.84	82.95	28.75	28.47	<b>57.25</b>
<b>Medel (utan skatt, utan elnät)</b>	<b>94.66</b>	<b>79.44</b>	<b>43.82</b>	<b>43.62</b>	<b>65.38</b>
<b>Medel (med skatt, utan elnät)</b>	<b>130.66</b>	<b>115.4</b>	<b>79.82</b>	<b>79.62</b>	<b>101.4</b>

Elskatt exklusive moms (öre/kWh)	36
Elskatt inklusive moms (öre/kWh)	45

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
AVDELNINGEN FÖR SERVICE MANAGEMENT AND LOGISTICS  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2022  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**