



# CHALMERS

---

## **Valet mellan matlåda i plast och matlåda i glas**

En jämförande livscykelanalys

Kandidatarbete inom Energi och miljö

VIKTORIA BOGREN

TINA MOSTAFAVI



# Valet mellan matlåda i plast och matlåda i glas

En jämförande livscykelanalys

VIKTORIA BOGREN

TINA MOSTAFAVI

Institutionen för Energi och miljö  
Avdelningen för Miljösystemanalys  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2017

Valet mellan matlåda i plast och matlåda i glas

En jämförande livscykelanalys

VIKTORIA BOGREN

TINA MOSTAFAVI

© VIKTORIA BOGREN, 2017.

© TINA MOSTAFAVI, 2017.

Institutionen för Energi och miljö

Avdelningen för Miljösystemanalys

Chalmers Tekniska Högskola

SE-412 96 Göteborg

Sweden

Telephone + 46 (0)31-772 1000

# Sammandrag

Bristen på information om vilken typ av matlåda som resulterar i minsta möjliga miljöpåverkan leder till ett problem för konsumenter som vill göra ett miljömässigt val. Arbetet omfattas av en jämförande livscykelanalys där två specifika matlådor, en i plast och en i glas, jämförs för att behandla problemet för miljömedvetna konsumenter. Syftet är att utifrån livscykelanalysen bestämma vilken av matlådorna som har det minsta CO<sub>2</sub>-fotavtrycket, även benämnt som global uppvärmningspotential (GWP), och därmed har den minsta påverkan på växthuseffekten. Som stöd till analysen av CO<sub>2</sub>-fotavtryck undersöks även energiåtgång under matlådornas livscykler. Arbetet är avgränsat till att endast behandla de in- och utflöden som berör växthuseffekt samt energiåtgång. Funktionen för matlådorna är definierad till att de ska förvara mat under ett läsårs tid. Denna definition samt en enkätstudie ligger till grund för livslängden för respektive matlåda. Livslängden för respektive matlåda medför att en konsument behöver införskaffa två matlådor i plast respektive en matlåda i glas under ett läsår. Resultatet av livscykelanalysen visar att matlådan i glas har ett mindre CO<sub>2</sub>-fotavtryck. Resultatet anses vara robust utifrån parametrarna; livslängd och energikällor. Detta innebär att samma resultat åstadkoms när dessa parametrar förändras. En konsument som vill göra ett miljömässigt bättre val utifrån global uppvärmningspotential bör därmed välja matlådan i glas.

## **Nyckelord:**

livscykelanalys, matlåda, CO<sub>2</sub>-fotavtryck, global uppvärmningspotential, växthuseffekt

# Abstact

The lack of information regarding what type of lunchbox that has the smallest environmental impact causes a problem for environmentally conscious consumers. The work comprises a life cycle analysis which compares two specific lunchboxes, one made of plastic and one made of glass, to help environmentally conscious consumers. The purpose of the analysis is to determine which one of the two lunchboxes that has the lowest CO<sub>2</sub>-footprint and thereby has the smallest global warming potential (GWP). To support the analysis of the CO<sub>2</sub>-footprint the energy use during the life cycles of the lunchboxes will be examined. The work is delimited by the inputs and outputs that affects global warming and energy use. The function of the lunchboxes is defined to; being able to store food during one school year. The definition of the function and a survey are used to determine the lifespan of the lunchboxes. Due to the determined lifespan a consumer need to purchase two lunchboxes in plastic or one in glass during one school year. The result of the life cycle analysis shows that the lunchbox in glass has the lowest CO<sub>2</sub>-footprint of the two compared. The result can be classified as robust by the parameters lifespan and energy sources, which means that the same result is achieved when either of these parameters is changed. This means that an environmentally conscious consumer should buy the lunchbox in glass when considering global warming potential.

## **Keywords:**

life cycle analysis, lunchbox, CO<sub>2</sub>-footprint, global warming potential

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Problemformulering	1
1.2 Syfte	1
<b>2. Teori</b>	<b>2</b>
2.1 Livscykel	2
2.2 Livscykelanalys	3
2.2.1 Mål och omfattning	4
2.2.2 Inventering	4
2.2.3 Miljöpåverkansbeskrivning	5
2.2.4 Tolkning	6
<b>3. Mål och omfattning</b>	<b>7</b>
3.1 Mål	7
3.2 Omfattning	7
3.2.1 De matlådor som analyseras	7
3.2.2 Val av miljöpåverkanskategori	8
3.2.3 Definition av funktionell enhet	8
3.2.4 Avgränsningar under produkternas livscykler	9
<b>4. Metod</b>	<b>10</b>
4.1 Inventering	10
4.1.1 Inventering av matlådan i plast	10
4.1.1.1 Råvaruutvinning för matlådan i plast	11
4.1.1.2 Tillverkning av matlådan i plast	13
4.1.1.3 Efteranvändarfas för matlådan i plast	15
4.1.2 Inventering av matlådan i glas	16
4.1.2.1 Råvaruutvinning för matlådan i glas	17
4.1.2.2 Tillverkning av matlådan i glas	18
4.1.2.3 Efteranvändarfasen för matlådan i glas	20
4.2 Miljöpåverkansbeskrivning	21
4.2.1 Känslighetsanalys	23
4.2.2 Förbättringsanalys	24
<b>5. Resultat</b>	<b>26</b>
5.1 Resultat med ordinarie ingångsparametrar	26
5.2 Känslighetsanalys	27

5.3 Förbättringssanalys	29
<b>6. Diskussion - Tolkning</b>	<b>31</b>
6.1 Resultat	31
6.2 Osäkerheter	31
6.2.1 Energikälla	31
6.2.2 Transport	32
6.2.3 Livslängden på respektive matlåda	32
6.2.4 Mängd naturgas i råvara	32
6.2.5 Databaser	33
6.3 Avgränsningar	33
6.4 Förbättringspotential	34
<b>7. Slutsatser</b>	<b>36</b>
<b>Referenser</b>	
<b>Appendix A - Framtagning av matlådornas livslängd</b>	
Appendix A1 - Enkät	
Appendix A2 - Beräkningar i Matlab	
<b>Appendix B - Datasamlingar för matlåda i plast</b>	
<b>Appendix C - Datasamlingar för matlåda i glas</b>	
Appendix C1 - Länkar till datasamlingar för matlådan i glas	
Appendix C2 - Datasamling för tillverkning av glas	



# 1. Inledning

Hållbarhet och miljö är två ämnen som länge varit omdebatterade i Sverige (Luise J. & Nilsson M. 2007). En följd av detta är att konsumenter vill kunna göra miljömässiga val. Problemet som ofta uppstår för konsumenter är bristen på information kring vilken produkt som resulterar i minsta möjliga miljöpåverkan.

Ett sätt att undersöka en produkts totala miljöpåverkan är att genomföra en livscykelanalys, en så kallad LCA. Under en LCA beräknas produktens resursåtgång, utsläpp och avfall under dess hela livscykel. Dessa in- och utflöden sammanställs i olika miljöpåverkanskategorier, beroende på typ av utsläpp respektive avfall. Varje miljöpåverkanskategori beskriver olika sorters påverkan på miljön. Resultatet av en LCA skulle öka medvetenheten om produkterna hos konsumenten och därigenom underlätta i jämförandet av två produkter.

För att säkerställa att konsumenten kan tolka resultatet av livscykelanalysen väljs en miljöpåverkanskategori som denne kan relatera till. En miljöpåverkanskategori som uppfyller detta krav är växthuseffekten. Trots att många gaser har flera gånger högre klimatpåverkan än koldioxid, är det ändå koldioxid som står för den största delen av den samlade klimatpåverkan (Naturskyddsföreningen, 2016). Enligt NSF beror detta på den stora utsläppsnivån av koldioxid. De menar att alla växthusgaser kan räknas om i koldioxidekvivalenter för att dess miljöpåverkan ska kunna jämföras, vilket i slutändan resulterar i CO<sub>2</sub>-fotavtryck.

## 1.1 Problemformulering

Två olika typer av matlådor är IKEA-matlådorna 900.667.13 (PP-plast) och 902.337.88 (ofärgat glas). Något som därför skulle underlätta för en konsument som vill göra ett miljömedvetet val, hade varit om denne kände till vilken av dessa matlådor som har det minsta CO<sub>2</sub>-fotavtrycket. Som stöd till CO<sub>2</sub>-fotavtryck undersöks även energiåtgång under matlådornas livscykler då dessa bör korrelera.

## 1.2 Syfte

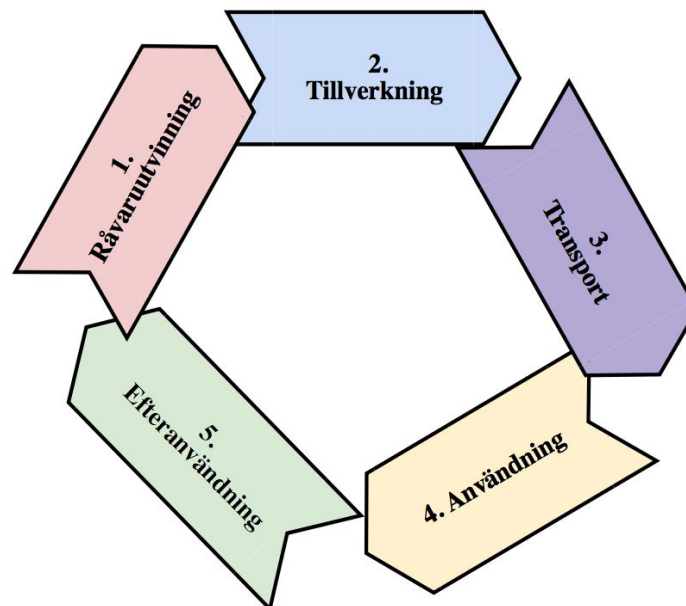
Syftet med studien är att genom en LCA bestämma vilken av IKEA-matlådorna 900.667.13 gjord i plast och 902.337.88 gjord i ofärgat glas som har det minsta CO<sub>2</sub>-fotavtrycket, även benämnt som minsta globala uppvärmningspotential (GWP), och därigenom har minst påverkan på växthuseffekten. Som stöd till CO<sub>2</sub>-fotavtryck undersöks även energiåtgång under matlådornas livscykler.

## 2. Teori

Detta avsnitt är till för att ge förståelse för begreppet livscykelanalys, vilka steg en livscykelanalys är uppbyggd av och vad de olika stegen innebär. Teorin som presenteras i detta avsnitt ligger till grund för studiens metod och förklarar varför metoden ser ut som den gör. Här introduceras även viktiga begrepp som används frekvent genom rapporten.

### 2.1 Livscykel

En livscykel beskriver en produkts hela liv, från vaggan till graven. Livscykeln delas in i olika faser. Detta för att ge en tydlig överblick över livscykelns struktur, vilket underlättar vid analys. Livscykeln för en produkt och dess stadier illustreras nedan i figur 2.1.



*Figur 2.1.* Bilden beskriver en produkts livscykel. Författarnas egna bild.

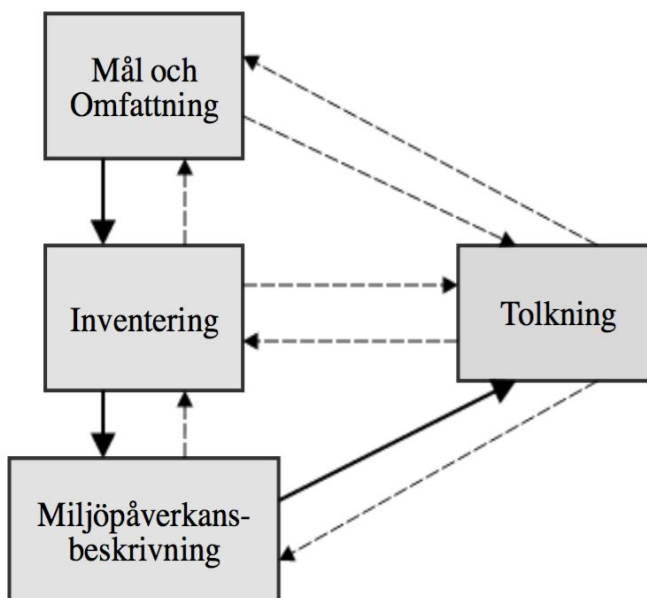
Efteranvändarfasen delas in i flertalet underkategorier som undersöks var för sig. Utslaget på miljön är starkt beroende på hur stor andel av produkten som hamnar inom varje underkategori då de har olika stor miljöpåverkan. De fyra underkategorierna som undersöks i denna analys är återanvändning, återvinning, energiutvinning och deponering. Dess miljöpåverkan kan beskrivas enligt avfallstrappan i figur 2.2. Hur stor andel av produkten som hamnar inom de olika underkategorierna skiljer sig åt beroende på produktens material.



Figur 2.2. En överskådlig bild över avfallstrappan. Ju högre upp i avfallstrappan en underkategori befinner sig desto bättre är denna ur miljösynpunkt. Författarnas egna bild.

## 2.2 Livscykelanalys

Ett sätt att undersöka en produkts totala miljöpåverkan under dess livscykel är genom att utföra en livscykelanalys, en så kallad LCA. Livscykelanalysen är en iterativ process som består av fyra steg, dessa illustreras i Figur 2.3.



Figur 2.3. En schematisk bild över livscykelanalysens metod. Rutorna illustrerar livscykelanalysens fyra steg och pilarna visar i vilken ordning dessa genomförs. De streckade

pilarna illustrerar möjliga iterationer. (se Baumann & Tillman, 2004, s.20) Författarnas egna bild.

### 2.2.1 Mål och omfattning

Första steget i en LCA är mål och omfattning. I detta steg definieras analysens mål, vilken eller vilka produkter som skall analyseras samt analysens omfattning (Baumann & Tillman, 2004, s.24). Syftet definieras utifrån vad resultatet ska användas till. Drivkraften för analysen diskuteras samt vilken målgrupp den är avsedd för. Under mål och omfattning specificeras en problemformulering som ligger till grund för relevanta avgränsningar och en tydligt definierad analys. Avgränsningarna är till för att analysen ska bli så korrekt som möjligt och hålla sig till syftet.

En av de viktigaste avgränsningarna under mål och omfattning är att definiera den funktionella enheten som ibland förkortas FU (kommer från functional unit). Den funktionella enheten beskriver produktens nytta samt vad detta motsvarar i kvantitativa termer, exempelvis flöde av massa (Baumann & Tillman, 2004, s.531). Den funktionella enheten är viktigt att definiera för att den används som referens under inventeringen och gör det möjligt att jämföra produkters miljöbelastning.

Det är även viktigt att definiera vilka typer av miljöpåverkan livscykelanalysen ska ta hänsyn till. Olika typer av miljöpåverkan delas in i olika kategorier, så kallade miljöpåverkanskategorier (Baumann & Tillman, 2004, s.77 & s.531). Exempel på miljöpåverkanskategorier är global uppvärmningspotential, ozonuttnuning, partikelföroreningar och toxicitet. Dessa kategorier beskriver vilka typer av resursåtgångar, utsläpp och avfall analysen kommer behandla.

### 2.2.2 Inventering

Andra steget i en LCA kallas för inventering. I detta steg undersöks produktens livscykel utifrån analysens mål och omfattning. Detta resulterar i ett flödesschema som skapas för att få en tydligare överblick över produktens processer, flöden mellan processerna samt systemets gränser (Baumann & Tillman, 2004, s.25-26). I flödesschemat inkluderas livscykelns olika faser. Dessa faser är råvaruutvinning, tillverkningsfas, användarfas samt efteranvändarfas, för tydligare överblick av dessa se figur 2.1.

Med hjälp av flödesschemat avgörs vilken datasamlingar som skall inhämtas. Datan i datasamlingarna sällas utifrån analysens specifikationer så att endast resurser, utsläpp och avfall av betydande storlek samt relevans betraktas vidare. Sällningen innebär att en toleransgräns kan sättas för att sälla bort de in-och utflöden som är för små. Sedan betraktas de valda

miljöpåverkanskategorierna för att sälla bort de in-och utflöden som inte är relevanta för dessa kategorier. Inventeringen är en iterationsprocess där resultatet modifieras och omstruktureras utefter datainsamling, framtagen information samt antaganden som görs.

Datasamlingar som är speciellt anpassade för LCA kan fås ur LCA-databaser där samlingarna oftast går under namnet Life cycle inventory, så kallade LCI. Dessa beskriver alla in-och utflöden vid en process. All data som kommer från datasamlingar måste räknas om så att mängden in-och utflöden är anpassade efter den funktionella enheten. Ett exempel på detta är en datasamling som har referensflödet 1 kg plast. Genom att multiplicera alla in-och utflöden i datainsamlingen med den funktionella enheten fås istället in-och utflöden med den funktionella enheten som referens.

### 2.2.3 Miljöpåverkansbeskrivning

Det tredje steget i en LCA kallas för miljöpåverkansbeskrivning. Resultatet från inventeringen blir en lång lista av resurser, avfall och utsläpp som kan vara svår att tolka. I miljöpåverkansbeskrivningen sammanställs denna lista i syfte att beskriva produktens påverkan på miljön i färre parametrar än i inventeringsfasen. Vilken eller vilka typer av miljöpåverkan som presenteras bestäms utifrån de valda miljöpåverkanskategorierna som definierats under mål och omfattning.

Först sorteras data från inventeringen inom respektive miljöpåverkanskategori, så kallad klassificering. Därefter beräknas det relativa bidraget till respektive miljöpåverkanskategori. Dessa beräkningar är baserade på förenklade vetenskapliga modeller, så kallad karaktärisering (Baumann & Tillman, 2004, s.29). Detta görs för att bättre kunna förstå det analyserade systemets potentiella påverkan på miljön. Om en analys behandlar flera miljöpåverkanskategorier vägs en miljöpåverkanskategori mot de andra miljöpåverkanskategorierna, så kallad viktning. Den relativa betydelsen för varje kategori kan mätas i kvalitativa termer eller kvantitativa termer (Baumann & Tillman, 2004, s.142).

När ett resultat är fastslaget för livscykelanalysen måste dess robusthet testas. Detta kan exempelvis göras med hjälp av känslighetsanalys. En känslighetsanalys går ut på att en ingångsparameter ändras så att resultatet vid förändring kan studeras. Om en liten förändring av en ingångsparameter resulterar i en stor förändring av slutresultatet anses denna parameter vara kritisk. För kritiska parametrar är det viktigt att den insamlade datan är korrekt (Baumann & Tillman, 2004, s.199). Om en stor förändring av en ingångsparameter inte ändrar på det slutgiltiga resultatet anses resultatet vara robust med avseende på denna specifika parametern. Ett exempel på en ingångsparameter i denna analys är livslängden på en matlåda. Vid förändring av livslängden påverkas den funktionella enheten vilket i sin tur påverkar slutresultatet.

Under miljöpåverkansbeskrivningen kan även potentiella förbättringar undersökas genom en så kallad förbättringsanalys. De potentiella förbättringarna diskuteras sedan i det fjärde steget av en livscykelanalys, tolkning. Exempel på förbättringar som kan undersökas är hur mycket bättre resultatet blir om en större del av materialflödet återvinns eller om delar av materialflödet substitueras mot bättre alternativ. Förbättringsanalysen behandlar inte osäkerheter, utan berör endast möjliga förbättringsområden hos undersökta produkter och visar hur resultatet hade kunnat se ut om dessa förbättringar utförts. Detta innebär att resultatet av en förbättringsanalys inte är kopplat till livscykelanalysens slutresultat och robusthet.

#### 2.2.4 Tolkning

Det fjärde steget i en LCA är tolkning. Under tolkningen analyseras de resultat som beskrivs i miljöpåverkansbeskrivningen. Analysens osäkerheter och förutsättningar diskuteras för att kunna avgöra hur stor inverkan dessa parametrar har på analysen och dess resultat. Detta görs exempelvis genom analys och diskussion angående resultat av känslighetsanalyser. Vidare diskuteras förbättringspotential utifrån resultatet av eventuell förbättringsanalys. Om någon fas ger signifikant miljöpåverkan kan även detta diskuteras under tolkningen. När tolkning, diskussion och granskning är färdig kan en slutsats fastställas.

## 3. Mål och omfattning

Under detta avsnitt presenteras den utförda livscykelanalysens avgränsningar, miljöpåverkanskategori och funktionella enhet. Dessutom presenteras de mål som analysen ska behandla. Specifikationerna har utformats från projektets syfte och förutsättningar.

### 3.1 Mål

Målet med undersökningen är att under våren 2017 bestämma vilken av IKEA-matlådorna 900.667.13 gjord i plast och 902.337.88 gjord i ofärgat glas som har det minsta totala CO<sub>2</sub>-fotavtrycket genom en jämförande analys. Som stöd till CO<sub>2</sub>-fotavtryck undersöks även energiåtgång under matlådornas livscykler.

Effektiva målet med undersökningen är att konsumenter utifrån undersökningens resultat ska kunna välja den matlåda har den minsta miljöpåverkan med avseende på växthuseffekt av de två valda matlådorna.

### 3.2 Omfattning

För att kunna utföra en LCA måste dess omfattning definieras genom tydliga avgränsningar. Dessa avgränsningar görs dels för att resultatet tydligt ska anknyta till målet för analysen, samt för att livscykelanalysen ska gå att genomföra under en begränsad tidsperiod och med begränsade resurser. Avgränsningar görs både generellt för hela analysen och inom varje del av livscykelnas faser. Nedan beskrivs de avgränsningar som gjorts för denna analys.

#### 3.2.1 De matlådor som analyseras

I denna livscykelanalys kommer enbart två specifika matlådor att undersökas i syftet att tolka vilket av materialen som har störst påverkan på valda miljöpåverkanskategorier. De två valda matlådorna har specifikationer enligt tabell 3.1. Observera att båda matlådorna har varsitt lock i plast som inte tas med i analysen. Denna förenkling beror på tidsbrist samt att locken antas ha ungefär lika stor inverkan på CO<sub>2</sub>-fotavtrycket, då de är tillverkade av samma material och väger ca 100 gram vardera. Vikten som är given i tabell 3.1 är exklusive lock för respektive matlåda.

Tabell 3.1. Specifikationer över valda matlådor

<b>Återförsäljare</b>	IKEA, Kålleröd	IKEA, Kålleröd
<b>Artikelnummer</b>	900.667.13	902.337.88
<b>Material</b>	Polypropylene (PP)	Ofärgat glas
<b>Volym [liter]</b>	0.7	0.6
<b>Vikt [kg]</b>	0.20	0.48
<b>Tillverkningsland</b>	Lettland	Tjeckien

### 3.2.2 Val av miljöpåverkanskategori

För att kunna uppnå ett resultat som är lätt att tolka då det kommer till att jämföra produkterna, kommer enbart en miljöpåverkanskategori att betraktas. Miljöpåverkanskategorin för denna livscykelanalys är Global Warming Potential (GWP). Detta innebär att endast de olika växthusgaserna tas med i beräkningar. Växthusgaserna kommer sedan översättas till GWP genom att de räknas om till CO<sub>2</sub>-ekvivalenter vilket resulterar i ett CO<sub>2</sub>-fotavtryck. Storleken på CO<sub>2</sub>-fotavtrycket beskriver hur stor påverkan produkten har på den globala uppvärmningen. Växthusgaser är ett välkänt begrepp och enkelt att relatera till. Följaktligen stödjer valet av miljöpåverkanskategori effektmålet för denna analys.

Som stöd till CO<sub>2</sub>-fotavtryck kommer även energiåtgång betraktas vid jämförandet. Genom att undersöka energiåtgången fås en överblick över mängden naturresurser som går åt under produkternas livscykler. Energiåtgång och CO<sub>2</sub>-fotavtryck bör även korrelera med varandra då mängden växthusgaser som släpps ut är beroende av vilka energikällor som används under livscykeln.

### 3.2.3 Definition av funktionell enhet

Resultatet kommer presenteras i mängd CO<sub>2</sub> per funktionell enhet samt mängd energi per funktionell enhet. Livscykelanalysen kräver därför en tydligt definierad funktionell enhet för att göra det möjligt att jämföra de två matlådorna mot varandra.

Den funktionella enheten för analysen definieras enligt följande; produkten ska kunna förvara mellan 0.6-0.7 liter mat över ett läsår. I definitionen av den funktionella enheten är det specificerat att matlådorna ska kunna förvara mat över en bestämd tid. Den funktionella enheten tar därmed hänsyn till matlådornas livslängd. Observera att den funktionella enheten inte tar hänsyn till andra egenskaper, såsom isolering och värmetolerans. Detta motiveras med att den primära funktionen är förvaring.



Genom en enkätstudie definieras de två matlådornas livslängd. Studenter vid Chalmers tekniska Högskola fick svara på frågor om deras matlådekonsumtion. Utifrån enkäten beräknades antalet dagar varje deltagare använt respektive matlåda. Urvalet av studenter visade sig vara normalfördelat vilket innebär att medelkonsumtionen av matlådor kunde beräknas för hela Chalmers utifrån urvalet. Medelkonsumtionen i antal dagar, samt ett t-baserat konfidensintervall beräknades i Matlab. För enkät samt beräkningar, se Appendix A.

Resultatet visade att en matlåda i glas håller mer än 160 dagar, vilket motsvarar mer än ett läsår. En matlåda i plast håller med 95% sannolikhet mellan 89-144 dagar, vilket är mindre än 160 dagar. Detta innebär att det krävs ett inköp av två matlådor i plast under ett läsår och resulterar i att det krävs en matlåda i glas á 0.48 kg respektive två matlådor i plast á 0.20 kg för att förvara 0.6-0.7 liter mat över ett läsår på Chalmers. Den funktionella enheten för de två produkterna definieras som:

- 0.40 kg/läsår för matlådan i plast
- 0.48 kg/läsår för matlådan i glas

### 3.2.4 Avgränsningar under produkternas livscyklar

Tillverkning sker enligt produktspecifikationer i Lettland för matlådan i plast och Tjeckien för matlådan i glas, se tabell 3.1. Därför avgränsas undersökningen av tillverkningsfasen för respektive matlåda till respektive tillverkningsland.

Då det finns många likheter under användarfasen, såsom transport av innehåll och rengöring av matlådorna, undersöks inte dessa vidare. Det som blir relevant att undersöka är olikheterna, såsom vikt och livslängd på matlådorna. Dessa olikheter inkluderas i den funktionella enheten vilket innebär att användarfasen inte kommer att undersökas närmare under inventeringen.

## 4. Metod

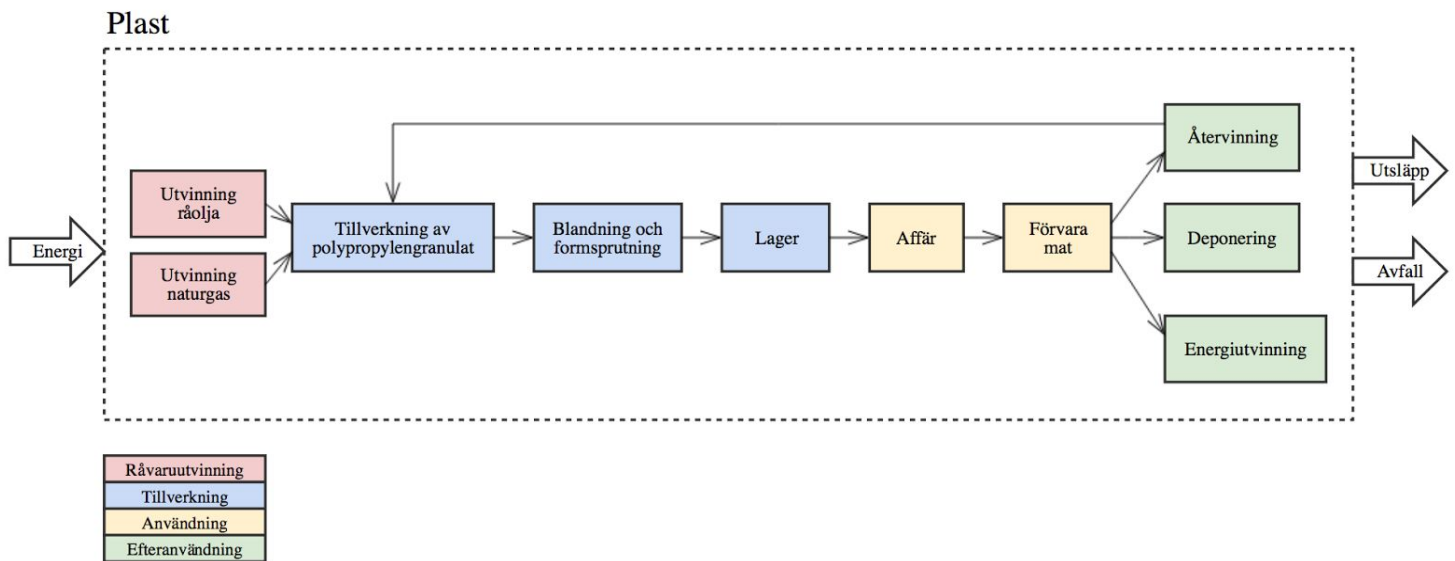
I detta avsnitt beskrivs metoden för huvuddelen av livscykelanalysen. Detta inkluderar tillvägagångssättet för inventeringen, miljöpåverkansbeskrivningen samt känslighets- och förbättringsanalyser.

### 4.1 Inventering

Inventeringen initieras med att strukturera upp ett flödesschema för respektive matlåda. Flödesschemat illustrerar systemgränser, in-och utflöden samt de processer respektive matlåda genomgår under livscykelns faser. Vidare sker datainsamling, faktasökning samt att antaganden görs i en iterationsprocess med flödesschemat som mall. Slutligen sållas in-och utflöden så att endast växthusgaser samt energiåtgång återstår. Den återstående datan räknas om så att den funktionella enheten för respektive matlåda är referens. Sållning och omräkning resulterar i att den slutgiltiga datan beskriver energiåtgång och utsläpp av växthusgaser för den funktionella enheten. Ekvationerna i följande avsnitt är framtagna med hjälp av enhetsanalys. Behandling av data samt beräkningar görs i Excel.

#### 4.1.1 Inventering av matlådan i plast

För att kunna tillverka plast krävs främst råolja och även en del naturgas. Råvarorna utvinns och transporteras till en fabrik där polypropylengranulat (så kallad PP-granulat) tillverkas. PP-granulatet omformas därefter genom formsprutning till den färdiga matlådan i plast. Matlådan kommer vidare transporteras till IKEA:s centrallager i Älmhult ("18 största lagerbyggnaderna," 2015) för att sedan distribueras till IKEA i Göteborg. Efter användning av matlådan kommer en andel återvinnas, en andel kommer gå till energiutvinning och resten kommer deponeras. Utifrån denna information utformas ett flödesschema för matlådan i plast som illustreras i figur 4.1. Varje ruta i flödesschemat refererar till en process. För varje process beräknas energiåtgång samt utsläpp av växthusgaser.



Figur 4.1. Flödesschemat ovan illustrerar systemgräns, in-och utflöden samt de processer som matlådan i plast genomgår. Författarnas egna bild.

#### 4.1.1.1 Råvaruutvinning för matlådan i plast

Den första fasen i livscykeln, råvaruutvinning, representeras av de röda rutorna i flödesschemat och är indelad i två processer, se figur 4.1. Dessa två processerna är *utvinning av råolja* och *utvinning av naturgas*. För vardera process beräknas energiåtgång och utsläpp av växthusgaser. Detta görs för den mängd råolja respektive naturgas som krävs för tillverkning av en funktionell enhet plast. Mängden naturgas som behövs som råvara är inte känd då informationen om andelen är inte definierad i datasamlingen för tillverkning av PP-granulat, se länk 4 i Appendix B. På grund av denna otillgängliga information antas hälften av naturgasen som presenteras i datasamlingen vara bunden i PP och den andra hälften antas gå till energiåtgång. Antagandet innebär att 80% av PP-granulatet består av råolja och resterande 20% av naturgas för denna analys.

Beräkningarna för råvaruutvinningen görs med hjälp av data från två datasamlingar, en ur databasen CPM för råolja (länk 1 i Appendix B) och en ur databasen EPLCA för naturgas (länk 6 i Appendix B). In- och utflödena i dessa datasamlingar sållas utifrån miljöpåverkanskategorin så att endast energiåtgång och utsläpp av växthusgaser för ett kg råolja respektive naturgas återstår. Den återstående datan beräknas om så att referensvärdet är den mängd råolja respektive naturgas som krävs vid tillverkning av en funktionell enhet plast. Beräkningarna görs enligt ekvationerna på nästa sida, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.1.

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgRåolja}} \cdot \frac{\text{kgRåolja}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgRåolja}} \cdot \frac{\text{kgRåolja}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgNaturgas}} \cdot \frac{\text{kgNaturgas}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgNaturgas}} \cdot \frac{\text{kgNaturgas}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

Därefter beräknas transporten av råoljan med hjälp av data från en datasamling ur CPM som beskriver resursåtgång, utsläpp samt avfall vid transport av ett ton last under en km med tankfartyg (länk 2 i Appendix B). Observera att transporten för naturgas är inkluderad i datasamlingen för utvinning av naturgas (länk 6 i Appendix B). Råoljan antas utvinnas i Saudi Arabien då det är världens största producent och exportör av olja (Globalis, 2017).

Datan beräknas om så att energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid transport av lasten (den mängd råolja som krävs vid tillverkning av en funktionell enhet plast) för hela transportsträckan (från Saudi Arabien till Lettland) skildras. Transportsträckan beräknas utifrån information om vanliga farleder, dessa hämtas från länk 3 i Appendix B. Beräkningarna görs enligt följande ekvationer, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.1.

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{tonRåolja} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgRåolja}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet för hela Resesträckan}}$$

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{tonRåolja} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgRåolja}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet för hela Resesträckan}}$$

Tabell 4.1. I denna tabell presenteras resultatet av inventeringen för processerna under råvaruutvinning. Resultatet tar hänsyn till återvinningsandel, beräkningarna kring återvinningen förklaras i avsnitt 4.1.1.3. Övriga beräkningar beskrivs ovan.

	Utvinning av råolja	Transport av råolja	Utvinning + transport av naturgas	Enhet
CH4 (metan)	0.0000000	0.0000000	0.0002526	kg/(crude oil*FU)
CO <sub>2</sub> (koldioxid)	0.0021043	0.0043105	0.0050873	kg/(crude oil*FU)
H <sub>2</sub> O (vattenånga)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/(crude oil*FU)
N <sub>2</sub> O (lustgas)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/(crude oil*FU)
O <sub>3</sub> (ozon)	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/(crude oil*FU)
Energi	0.0285988	0.0600198	0.0000000	MJ/(crude oil*FU)

#### 4.1.1.2 Tillverkning av matlådan i plast

Den andra fasen i livscykeln, tillverkningen, representeras av de blå rutorna i flödesschemat och är indelad i tre processer, se figur 4.1. För första processen under tillverkningen, *tillverkning av polypropylengranulat*, används en datasamling ur databasen CPM som beskriver den resursåtgång samt de avfall och utsläpp som uppkommer vid tillverkning av ett kg färdigproducerad PP-granulat, med 0% återvinningsandel (länk 4 i Appendix B). Datan i datasamlingen sällas utifrån miljöpåverkanskategorin och beräknas om så att referensvärdet är den mängd PP-granulat som krävs vid tillverkning av en funktionell enhet plast. Beräkningarna görs enligt följande ekvationer.

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgPolypropylen granulat}} \cdot \frac{\text{kgPolypropylen granulat}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgPolypropylen granulat}} \cdot \frac{\text{kgPolypropylen granulat}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

Resursåtgången samt de avfall och utsläpp som uppkommer vid den andra processen under tillverkningen, *blandning och formsprutning* av PP-granulat till ett kg färdigformad produkt i plast hämtades ur avhandlingen “An Enviromental Analysis of Injection Molding” (Thiriez & Gutowski, 2006). In- och utflödena i denna datasamling sällas utifrån miljöpåverkanskategorin och beräknas om så att referensvärdet är den mängd plast som krävs vid formsprutning och blandning av en funktionell enhet plast. Beräkningarna görs ekvationerna på nästa sida.

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgPlast}} \cdot \frac{\text{kgPlast}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgPlast}} \cdot \frac{\text{kgPlast}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

En av de största energikällorna i Lettland är rysk naturgas (Landguiden, 2013) och därför antas all energi som går åt under tillverkningen komma från rysk naturgas. Innan resultatet för tillverkningsfasen kan fastställas måste den förändrade energikällan beaktas. Utifrån antagande om energiresurs beräknas kgCO<sub>2</sub> vid tillverkningen om, eftersom den mängd CO<sub>2</sub> som släpps är starkt beroende av vilken typ energikälla som används. Utsläpp av övriga växthusgaser beräknas inte om på grund av informationsbrist. Omräkningen görs med hjälp av energivärdet (43.2 MJ/kgNaturgas) och specifika CO<sub>2</sub>-utsläppet (2.8 kgCO<sub>2</sub>/kgNaturgas) för naturgas (The Engineering Toolbox, 2017). Utöver det adderas även den mängd växthusgaser som tillkommer vid utvinning av naturgas, denna data hämtas ur databasen EPLCA (länk 6 i Appendix B). Omräkningen görs enligt nedan, där mängden energi är summan av den mängd energi som krävs för processerna under tillverkningen, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.2.

$$\left( \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}} \cdot \frac{1}{\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgNaturgas}}} \cdot \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgNaturgas}} \right) + \left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgUtvunnen Naturgas}} \cdot \frac{\text{kgUtvunnen Naturgas}}{\text{Funktionell enhet}} \right) = \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Funktionell enhet}}$$

Till följd av tidigare avgränsningar beräknas energiåtgång och utsläpp av växthusgaser endast för transporter mellan fjärde, femte och sjätte processen. Detta beror på att de relevanta olikheterna mellan matlådorna under dessa processer är inkluderade i den funktionella enheten. Med hjälp av artikelinformation kunde tillverkningslandet för matlådan i plast fastställas till Lettland. En plasttillverkare som exporterar plastprodukter till IKEA är Sunningdale Tech som ligger nära Riga (Panjiva, 2017). Riga kommer därför vara utgångspunkt för transporten av matlådan i plast. Detta resulterade i att matlådan i plast antas transporteras med lastfartyg från Riga till Stockholm och sedan vidare till Älmhult med lastbil. Allra sist transporteras matlådan i plast till Göteborg med lastbil.

Två datasamlingar tas fram ur databasen CPM som används vid beräkningar kring transporten från fabrik till affär för matlådan i plast.

- Den första datasamlingen beskriver resursåtgång, utsläpp samt avfall vid transport av ett ton last med lastbil (länk 7 i Appendix B).
- Den andra datasamlingen beskriver resursåtgång, utsläpp samt avfall vid transport av ett ton last med lastfartyg (länk 8 i Appendix B).

Datan i dessa datasamlingar sällas utifrån miljöpåverkanskategorin och beräknas om så att energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid transport av lasten (en funktionell enhet plast) för hela transportsträckan (från Riga till Göteborg) skildras. Beräkningarna görs enligt följande ekvationer, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.2.

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{tonPlast} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgPlast}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{tonPlast} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgPlast}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

Tabell 4.2. I denna tabell presenteras resultatet av inventeringen för processerna under tillverkningsfasen. Resultatet tar hänsyn till återvinningsandel, beräkningarna kring återvinningen förklaras i avsnitt 4.1.1.3. Övriga beräkningar beskrivs ovan.

	Nyproducerad PP	Melting recycled material	Formsprutning och blandning	Transport från tillverkning till fabrik	Enhet
<b>CH<sub>4</sub> (metan)</b>	0.0004153	0.0000000	0.0109396	0.0000	kg/FU
<b>CO<sub>2</sub> (koldioxid)</b>	0.0469588	0.2662563	0.3527724	0.0281	kg/FU
<b>H<sub>2</sub>O (vattenånga)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000	kg/FU
<b>N<sub>2</sub>O (lustgas)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000	kg/FU
<b>O<sub>3</sub> (ozon)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000	kg/FU
<b>Energi</b>	0.6847360	2.0952924	5.1440000	0.3854	MJ/FU

#### 4.1.1.3 Efteranvändarfas för matlådan i plast

Den sista fasen i livscykeln för matlådan i plast, efteranvändarfasen, representeras av de gröna rutorna i flödesschemat och är indelad i tre processer, se figur 4.1. Dessa tre processerna är *återvinning*, *energiutvinning* och *deponering*. För att kunna undersöka efteranvändarfasen vidare måste andelen plast som hamnar inom de olika underkategorierna identifieras.

I Sverige återvinns 40 % av all plast (FTI, 2015). Detta innebär att 40% av den plast som används vid tillverkningen av matlådan är återvunnet material och 60% av plasten måstenytillverkas. Den återvunna plasten förhindrar att ny plast tillverkas, även om den inte nödvändigtvis används till just tillverkning av matlådor. Därför genomgår inte den återvunna plasten den första processen i flödesschemat (utvinning av råolja) utan tillkommer vid tredje processen (blandning och formsprutning). Detta innebär att flödena för processerna under fasen råvaruutvinning multipliceras med 0.60 då detta motsvarar andelen nytillverkat material. Den återvunna plasten måste innan blandning och formsprutning smältas om, vilket kräver 66% mindre energi och släpper ut 37% mindre CO<sub>2</sub> i jämförelse med nyproducerad plast (MRC

Polymers, 2017). Även detta behöver tas med i beräkningarna och görs enligt följande ekvationer där mängden energi respektive CO<sub>2</sub> är den mängd som krävs vid process två, *tillverkning av PP*:

$$\left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.6 \right) + \left( \left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.4 \right) \cdot (1 - 0.37) \right)$$

$$\left( \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.6 \right) + \left( \left( \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.4 \right) \cdot (1 - 0.66) \right)$$

I Sverige energiutvinns all termoplast som inte återvinns vilket innebär att resterande 60% av matlådan kommer gå till energiutvinning (Stockholmsregionens avfallsråd, 2007). De rester som blir kvar efter energiutvinning deponeras. För att beräkna energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid energiutvinning av plast används en datasamling ur databasen CPM (länk 9 i Appendix B). Energiåtgången beräknas med hjälp av energivärdet för samtliga energikällor i datasamlingen och är hämtat från tekniska bilagan “The Emission Factors” (Covenant of Mayors, 2006). Resultatet presenteras i tabell 4.3.

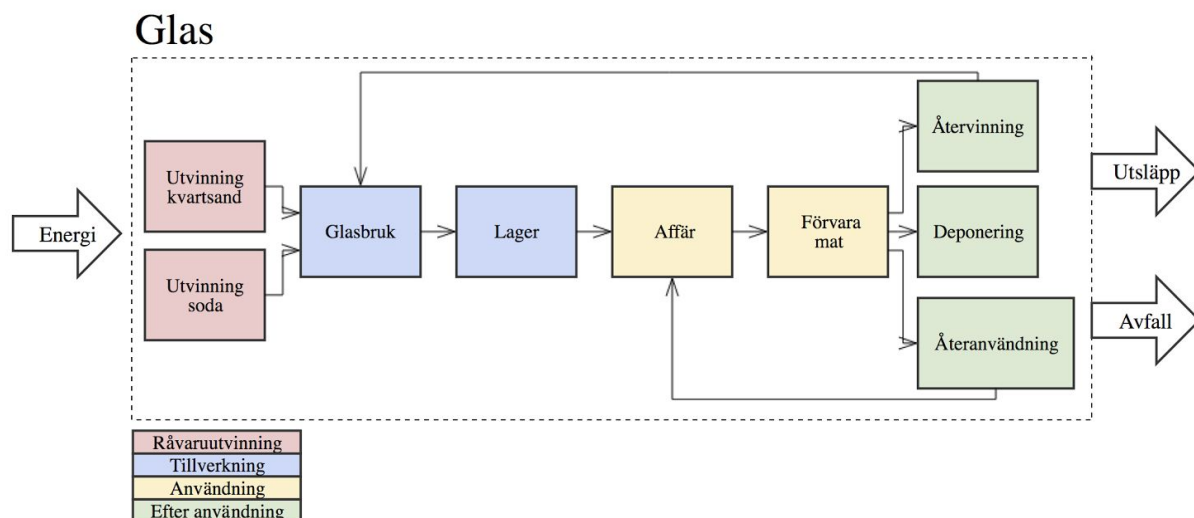
*Tabell 4.3.* I denna tabell presenteras resultatet av inventeringen för processerna under efteranvändarfasen. Den enda processen som har en *direkt* påverkan på miljöpåverkanskategorin är energiutvinning.

	<b>Energiutvinning</b>	<b>Enhet</b>
<b>CH<sub>4</sub> (metan)</b>	0.0000252	kg/FU
<b>CO<sub>2</sub> (koldioxid)</b>	0.0870497	kg/FU
<b>H<sub>2</sub>O (vattenånga)</b>	0.0000000	kg/FU
<b>N<sub>2</sub>O (lustgas)</b>	0.0000000	kg/FU
<b>O<sub>3</sub> (ozon)</b>	0.0000000	kg/FU
<b>Energi</b>	-0.3048520	MJ/FU

#### 4.1.2 Inventering av matlådan i glas

För att kunna tillverka glas krävs främst sand och soda. Råvarorna utvinns och transporteras till ett glasbruk där glas tillverkas och formas. Matlådan transporteras till IKEA:s centrallager i Älmhult (“18 största lagerbyggnaderna,” 2015) för att sedan distribueras till IKEA i Göteborg. Efter användning av matlådan kommer en andel återanvändas, en andel kommer återvinnas och resterande del kommer deponeras. Energiutvinning av glas är inte möjligt (Stockholmsregionens avfallsråd, 2007) och tas därför inte med i livscykel. Utifrån denna information utformas flödesschemat för matlådan i glas som illustreras i figur 4.2 Varje ruta i flödesschemat refererar till en process. För varje process beräknas energiåtgång samt utsläpp av växthusgaser.





Figur 4.2. Flödesschemat ovan illustrerar systemgräns, in-och utflöden samt de processer som matlådan i glas genomgår. Författarnas egna bild.

### 4.1.2.1 Råvaruutvinning för matlådan i glas

Den första fasen i livscykeln för matlådan i glas, råvaruutvinning, representeras av de röda rutorna i flödesschemat och är indelad i två processer, se figur 4.2. Dessa två processerna är *utvinning av kvartssand* och *utvinning av soda*. För vardera process beräknas energiåtgång och utsläpp av växthusgaser för den mängd kvartssand och soda som krävs vid tillverkning av matlådan i glas. Beräkningarna görs med hjälp av data från två datasamlingar ur databasen CPM (länk 1 i Appendix C1 för kvartssand och länk 2 i Appendix C1 för soda). In- och utflödena i dessa datasamlingar sållas utifrån miljöpåverkanskategorin och beräknas om så att referensvärdet är den mängd kvartssand respektive soda som krävs vid tillverkning av en funktionell enhet glas. Beräkningarna görs enligt nedanstående ekvationer, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.4.

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgKvartssand}} \cdot \frac{\text{kgKvartssand}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgKvartssand}} \cdot \frac{\text{kgKvartssand}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgSoda}} \cdot \frac{\text{kgSoda}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgSoda}} \cdot \frac{\text{kgSoda}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

Därefter beräknas transport av kvartssand och soda från utvinningsplats till glasbruk med hjälp av en datasamling ur CPM som beskriver resursåtgång, utsläpp samt avfall vid transport av ett ton last under en km med lastbil (länk 3 i Appendix C1). In-och utflödena i datasamlingen sållas utifrån miljöpåverkanskategorin så att energiåtgång och utsläpp av växthusgaser återstår. Både kvartssand och soda antas utvinnas i norra Tjeckien som ligger nära Prag. Datan beräknas därför om så att energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid transport av lasten (den mängd kvartssand och soda som krävs till tillverkning av en funktionell enhet glas) för hela transportsträckan (från norra Tjeckien till Prag) skildras. Beräkningarna görs enligt nedanstående ekvationer, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.4:

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{tonKvartssand} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgKvartssand}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{tonKvartssand} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgKvartssand}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{tonSoda} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgSoda}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{tonSoda} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgSoda}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

Tabell 4.4: I denna tabell presenteras resultatet av inventeringen för processerna under råvaruutvinningen. Resultatet tar hänsyn till återanvändning- och återvinningsandel, beräkningarna kring detta förklaras i avsnitt 4.1.2.3. Övriga beräkningar beskrivs ovan.

	Utvinning av		Transport av sand	Enhet
	Sand	Utvinning av Soda	och soda	
<b>CH<sub>4</sub> (metan)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>CO<sub>2</sub> (koldioxid)</b>	0.0003607	0.0000067	0.0039072	kg/FU
<b>H<sub>2</sub>O (vattenånga)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>N<sub>2</sub>O (lustgas)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>O<sub>3</sub> (ozon)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>Energi</b>	0.0065073	0.0000902	0.0533280	MJ/FU

#### 4.1.2.2 Tillverkning av matlådan i glas

Den andra fasen i livscykeln, tillverkningen, representeras av de blå rutorna i flödesschemat och är indelad i två processer, se figur 4.1. Under första processen under tillverkningen, *glasbruk*, tillverkas glaset och formas till en matlåda i glas. För denna process används data från en datasamling ur databasen Ecoinvent som beskriver den resursåtgång samt de avfall och utsläpp som uppkommer vid tillverkning av ett kg färdigformat glas, med 0% återvinningsandel, se

Appendix C2. Datan sällas utifrån miljöpåverkanskategorin och beräknas om så att referensvärdet är en funktionell enhet glas. Beräkningarna görs enligt följande ekvationer:

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{kgGlas}} \cdot \frac{\text{kgGlas}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgGlas}} \cdot \frac{\text{kgGlas}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}}$$

Den primära energikällan i Tjeckien är inhemskt kol (Landguiden, 2013), därför antas all energi som går åt under tillverkningen komma från tjeckisk kol. Innan resultatet för tillverkningsfasen kan fastställas måste den förändrade energikällan beaktas. Utifrån antagande om energiresurs beräknas kgCO<sub>2</sub> vid tillverkningen om, eftersom den mängd CO<sub>2</sub> som släpps ut är starkt beroende av vilken typ av energikälla som används. Utsläpp av övriga växthusgaser beräknas inte om på grund av informationsbrist. Omräkningen görs med hjälp av energivärde (26.6 MJ/kgKol) och specifika CO<sub>2</sub>-utsläppet (2.3 kgCO<sub>2</sub>/kgKol) för kol (The Enegenering Toolbox, 2017). Utöver det adderas även den mängd växthusgaser som tillkommer vid utvinningen av kol, denna data hämtas ur databasen EPLCA (länk 4 i Appendix C1). Omräkningen görs enligt nedanstående ekvation, där mängden energi är summan av den mängd energi som krävs för processen *glasbruk*, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.5:

$$\left( \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet}} \cdot \frac{1}{\frac{\text{MJenergi}}{\text{kgKol}}} \cdot \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgKol}} \right) + \left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgUtvunnen Kol}} \cdot \frac{\text{kgUtvunnen Kol}}{\text{Funktionell enhet}} \right) = \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Funktionell enhet}}$$

En följd av tidigare avgränsningar är att endast transporten mellan tredje, fjärde och femte processen betraktas. Detta beror på att de relevanta skillnaderna mellan matlådorna för dessa processer är inkluderade i den funktionella enheten. Med hjälp av artikelinformationen kunde tillverkningslandet för matlådan i glas fastställas till Tjeckien. En glasåterförsäljare som exporterar varor i glas till IKEA är Kavalierglass som ligger nära Prag (Panjiva, 2017). Därför kommer Prag vara utgångspunkt för transporten av matlådan i glas. Matlådan i glas antas därför transporteras med lastbil från Prag till Rostock i Tyskland, vidare med färja till Gedser och sedan vidare med lastbil till centrallagret i Älmhult. Allra sist transporteras matlådan i glas till Göteborg med lastbil.

Två datasamlingar tas fram ur databasen CPM som används vid beräkningar kring transporten för matlådan i glas.

- Den första datasamlingen beskriver resursåtgång, utsläpp och avfall vid transport av ett ton last med lastbil (länk 5 i Appendix C1).
- Den andra datasamlingen beskriver resursåtgång, utsläpp och avfall vid transport av ett ton last med färja (länk 6 i Appendix C1).

Datan i dessa datasamlingar sällas och beräknas därefter om så att energiåtgång och utsläpp av växthusgaser vid transport av lasten (en funktionell enhet glas) för hela transportsträckan (från Prag till Göteborg) skildras. Beräkningarna görs enligt följande ekvationer, resultatet efter beräkningarna presenteras i tabell 4.5:

$$\frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{tonGlas} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgGlas}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{kgUtsläpp}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

$$\frac{\text{MJenergi}}{\text{tonGlas} \cdot \text{km}} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{Resesträcka} \cdot \frac{\text{kgGlas}}{\text{Funktionell enhet}} = \frac{\text{MJenergi}}{\text{Funktionell enhet för hela resesträckan}}$$

Tabell 4.5: I denna tabell presenteras resultatet av inventeringen för processerna under råvaruutvinningen. Resultatet tar hänsyn till återanvändning- och återvinningsandel, beräkningarna kring detta förklaras i avsnitt 4.1.2.3. Övriga beräkningar beskrivs ovan.

	Glasbruk	Smält återvunnet material	Transport från glasbruk till affär	Enhet
<b>CH<sub>4</sub> (metan)</b>	0.0028599	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>CO<sub>2</sub> (koldioxid)</b>	0.0792056	0.4205818	0.0417170	kg/FU
<b>H<sub>2</sub>O (vattenånga)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>N<sub>2</sub>O (lustgas)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>O<sub>3</sub> (ozon)</b>	0.0000000	0.0000000	0.0000000	kg/FU
<b>Energi</b>	0.3934986	2.8331901	0.5687155	MJ/FU

#### 4.1.2.3 Efteranvändarfasen för matlådan i glas

Den sista fasen i livscykeln för matlådan i glas är efteranvändarfasen och representeras av de gröna rutorna i flödesschemat. Den sista fasen är indelad i de tre processerna är *återanvändning*, *återvinning* och *deponering*. För att kunna undersöka efteranvändarfasen vidare måste andelen glas som hamnar inom de olika underkategorierna identifieras.

Återanvändningsandelen antas vara 5%. Detta innebär att 5% av glaset inte genomgår de fyra första processerna utan tillkommer först vid femte processen, *förvaring av mat*. Utöver detta återvinns 90 % av allt glas i Sverige (SvenskGlasÅtervinning, 2017). Dessa två andelar innebär att 90% av det glas som används vid tillverkningen av matlådan är återvunnet material och att 5% är återanvänt. Det innebär att endast de återstående 5% av glaset måste tillverkas från grunden. Detta då både det återanvända och återvunna glaset förhindrar att nytt glas tillverkas, även om den inte nödvändigtvis används till just tillverkning av matlådor. Flödena för processerna under fasen råvaruutvinning multipliceras alltså med 0.05 då detta motsvarar andelen nytillverkat material.

Det återvunna glaset måste innan formning i glasbruket smältas om, vilket kräver 20% mindre energi (SvenskGlasÅtervinning, 2017) och släpper ut 41% mindre CO<sub>2</sub> (MRC Polymers, 2017) i jämförelse med nyproducerat glas. Även detta behöver tas med i beräkningarna och görs enligt följande ekvationer där mängden energi respektive CO<sub>2</sub> är den mängd som krävs vid tillverkning av glas (Appendix C2):

$$\left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.1 \right) + \left( \left( \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.9 \right) \cdot (1 - 0.41) \right)$$

$$\left( \frac{\text{Mjenergi}}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.1 \right) + \left( \left( \frac{\text{Mjenergi}}{\text{Funktionell Enhet}} \cdot 0.9 \right) \cdot (1 - 0.20) \right)$$

## 4.2 Miljöpåverkansbeskrivning

För att kunna bedöma den globala uppvärmningspotentialen sammanställs resultaten från inventeringen (för resultaten från inventering se tabell 4.1-4.5). Alla bidrag summeras för respektive matlåda och därefter räknas växthusgaser om till CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. CH<sub>4</sub> har ett värde 25 gånger större än CO<sub>2</sub> och N<sub>2</sub> har ett värde 298 gånger större än CO<sub>2</sub> (Naturvårdsverket, 2017). Resultatet skildrar CO<sub>2</sub>-fotavtrycket för respektive matlåda från vaggan till graven. Resultatet för matlådan i plast presenteras i tabell 4.6 och resultatet för matlådan i glas presenteras i tabell 4.7.

Tabell 4.6. I denna tabell illustreras de olika växthusgasernas bidrag till det totala CO<sub>2</sub>-fotavtrycket för en funktionell enhet av matlådan i plast.

**GWP, Plast**

Ämne	Kvantitet	Enhet
CO2 ekvivalent (metan)	0.290818457	kg/FU
CO2 ekvivalent (koldioxid)	0.792682487	kg/FU
CO2 ekvivalent (vattenånga)	0.000000000	kg/FU
CO2 ekvivalent (lustgas)	0.000000759	kg/FU
CO2 ekvivalent (ozon)	0.000000000	kg/FU
<b>Total CO2</b>	1.083501703	kg/FU

Tabell 4.7. I denna tabell illustreras de olika växthusgasernas bidrag till det totala CO<sub>2</sub>-fotavtrycket för en funktionell enhet av matlådan i glas.

**GWP, Glas**

Ämne	Kvantitet	Enhet
CO2 ekvivalent (metan)	0.067923391	kg/FU*(1-ReR)
CO2 ekvivalent (koldioxid)	0.5233345957	kg/FU*(1-ReR)
CO2 ekvivalent (vattenånga)	0.000000000	kg/FU*(1-ReR)
CO2 ekvivalent (lustgas)	0.000000000	kg/FU*(1-ReR)
CO2 ekvivalent (ozon)	0.000000000	kg/FU*(1-ReR)
<b>Total CO2</b>	0.591257987	kg/FU*(1-ReR)

Under miljöpåverkansbeskrivningen utförs även såkallade känslighets- och förbättringsanalyser. Parametrarna som används under ordinarie analys, känslighetsanalyser och förbättringsanalyser presenteras i tabell 4.8 för matlådan i plast och tabell 4.9 för matlådan i glas.

Tabell 4.8. I denna tabell presenteras de framtagna ingångsparametrarna för ordinarie analys samt de förändrade parametrarna vid känslighets- och förbättringsanalys vid beräkningar för matlådan i plast.

Variabler	Ordinare			
	analys	Livslängd	Vattenkraft	Återvinningsandel
Funktionell enhet [kg]	0.4	0.2	0.4	0.4
Återvinningsandel [%]	40	40	40	90
Återanvändningsandel [%]	0	0	0	0
Energiutvinning [%]	58	58	58	8
Deponering [%]	2	2	2	2
Kol under tillverkning [%]	0	0	0	0
Naturgas under tillverkning [%]	100	100	0	100
Vattenkraft under tillverkning [%]	0	0	100	0

Tabell 4.9. I denna tabell presenteras de bestämda ingångsparametrarna för ordinarie analys samt de förändrade parametrarna vid känslighets- och förbättringsanalys vid beräkningar för matlådan i plast.

Variabler	Ordinare analys			
	Livslängd	Vattenkraft	Återvinningsandel	
Funktionell enhet [kg]	0.48	0.4	0.4	0.4
Återvinningsandel [%]	90	90	90	90
Återanvändningsandel [%]	5	5	5	5
Energiutvinning [%]	0	0	0	0
Deponering [%]	5	5	5	5
Kol under tillverkning [%]	100	100	0	100
Naturgas under tillverkning [%]	0	0	0	0
Vattenkraft under tillverkning [%]	0	0	100	0

#### 4.2.1 Känslighetsanalys

I detta avsnitt ändras två av analysens osäkra ingångsparametrar, se tabell 4.8 för matlådan i plast och tabell 4.9 för matlådan i glas. Ändringarna görs för att se hur slutresultatet varierar med avseende på dessa och därigenom avgöra resultatets robusthet. De parametrar som ändras är livslängd och energikälla. Utöver detta undersöks även resultatet för om en större andel naturgas

hade varit bunden i matlådan i plast. Det som ligger till grund för undersökningarna beskrivs nedan.

Livslängden är baserad på en enkät vilket innebär att resultatet är starkt beroende av vilka som svarar på enkäten och deras kunskap kring deras matlådakonsumtion. Genom att undersöka hur resultatet förändras om de båda matlådorna har lika lång livslängd (och därmed är oberoende av enkäten) kan osäkerheter diskuteras och eventuellt elimineras. Livslängden sattes därför till ett läsår för båda matlådorna vilket resulterade i en förändrad funktionell enhet för matlådan i plast, se tabell 4.8. Resultatet för känslighetsanalysen presenteras i figur 5.3.

Valet av energikällor för respektive matlåda är baserat på information om tillverkningsländerna, dessa två energikällor skiljer sig från varandra. Detta val beror på ofullständig information om matlådorna från IKEA. I Sverige är den största förnyelsebara energikällan vattenkraft (Ekonomifakta, 2017). Genom att undersöka hur resultatet förändras om de båda matlådorna tillverkas i samma land (Sverige) och med samma energikälla (vattenkraft) kan osäkerheter kring energikällorna för respektive matlåda diskuteras och eventuellt elimineras. Eftersom matlådorna antas tillverkas i samma land tar även känslighetsanalysen hänsyn till olikheter och osäkerheter kring transportvägarna från tillverkning till IKEA. Det specifika CO<sub>2</sub>-utsläppet för vattenkraft är 7.2 gCO<sub>2</sub>/MJ (World Nuclear Association, 2011). För att se hur parametrarna förändrades för denna känslighetsanalys se tabell 4.8 för matlådan i plast och tabell 4.9 för matlådan i glas. Resultatet presenteras i figur 5.4.

På grund av ofullständig information angående andel naturgas bundet i matlådan i plast har antaganden kring denna andel gjorts. Antagandet som gjorts är att hälften av den naturgas som presenteras i datasamlingen för tillverkning av PP-granulat (se länk 4 i Appendix B) är bunden i matlådan. Detta motsvarar en andel på 20% naturgas i matlådan. Då detta är ett antagande uppstår osäkerheter kring slutresultatet av analysen. En känslighetsanalys har utförts där all naturgas som presenteras i datasamlingen (se länk 4 i Appendix B) antas vara bunden i matlådan. Detta motsvarar en andel på 40% vilken är den största möjliga andelen som kan vara bunden i matlådan. Genom att undersöka hur resultatet förändras om denna mängd naturgas är bundet i matlådan kan osäkerheter diskuteras och eventuellt elimineras. Resultatet för denna undersökning presenteras i figur 5.5.

#### 4.2.2 Förbättringsanalys

Förbättringsanalysen syftar till att illustrera möjliga förbättringsområden samt hur stor den potentiella förbättring kan bli. Eftersom den procentuella glasåtervinningen är mycket högre i Sverige än den procentuella plaståtervinningen finns potential att svenskarna blir lika bra att återvinna plast som glas. Därför har under första förbättringsanalysen återvinningsandelen för respektive matlåda satts till 90%, vilket motsvarar återvinningsandelen för matlådan i glas, för att



undersöka potentialen för matlådan i plast. Resultatet för denna förbättringsanalys presenteras i figur 5.6.

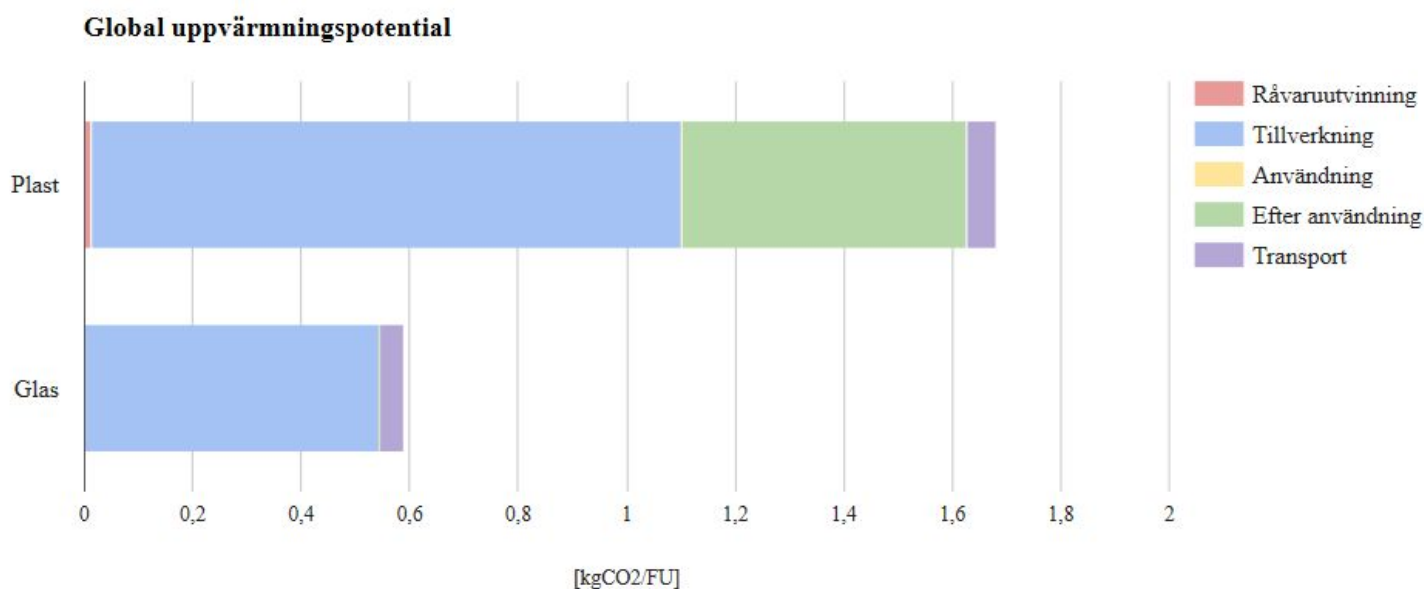
I denna analys har valet av energikällor för respektive matlåda baserats på information om tillverkningsländerna. Detta har resulterat i de relativt smutsiga energikällorna kol och naturgas. Genom att undersöka hur resultatet förändras om de båda matlådorna tillverkas med en miljömässigt bättre energikälla undersöks den potentiella förbättringar vid förändrat energikälla. I den andra förbättringsanalysen används den förnyelsebara energikällan vattenkraft. Det specifika CO<sub>2</sub>-utsläppet för vattenkraft är 7.2 gCO<sub>2</sub>/MJ (World Nuclear Association, 2011). Resultatet för denna förbättringsanalys presenteras i figur 5.7.

## 5. Resultat

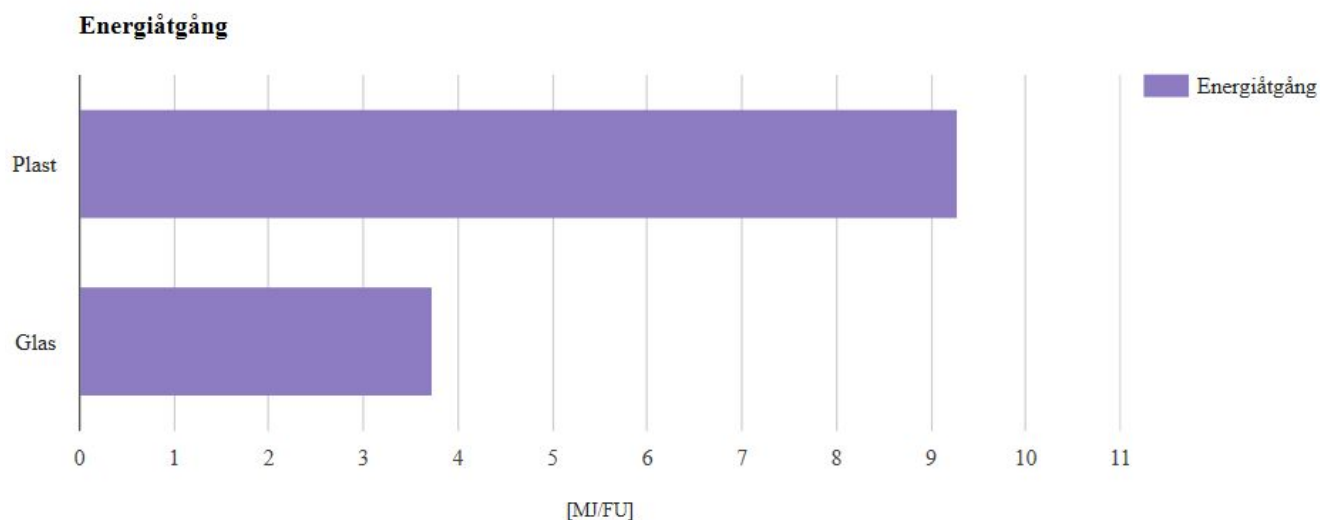
I detta kapitel presenteras resultatet av miljöpåverkansbeskrivningen som skildrar den globala uppvärmningspotentialen i form av CO<sub>2</sub>-fotavtryck för respektive matlåda i diagramformat. Resultatet av de utförda känslighetsanalyserna presenteras för att senare kunna verifiera ett robust resultat. Även resultatet av förbättringsanalyserna presenteras, dessa pekar på möjliga förbättringsområden. Slutligen presenteras energiåtgång för att ge en överblick över energiresurser som går åt under respektive matlådans livstid.

### 5.1 Resultat med ordinarie ingångsparametrar

I detta avsnitt presenteras resultatet för livsckelanalysen med ordinarie ingångsparametrar. Parametrarna presenteras i tabell 4.8 för matlådan i plast och tabell 4.9 för matlådan i glas. Resultatet presenteras i form av två diagram som skildrar CO<sub>2</sub>-fotavtrycket respektive energiåtgången för matlådorna.



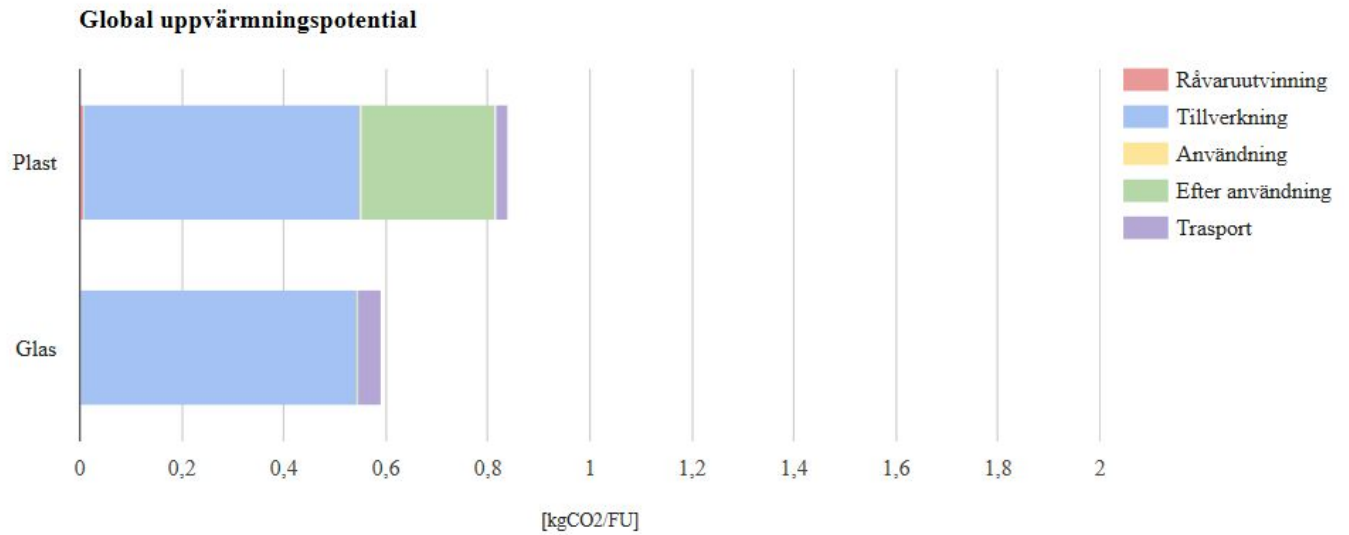
*Figur 5.1.* I ovanstående diagram presenteras CO<sub>2</sub>-fotavtrycket och därmed den globala uppvärmningspotentialen för de båda matlådorna. Den övre stapeln representerar matlådan i plast och den undre representerar matlådan i glas. De olika färgerna illustrerar mängden CO<sub>2</sub> som släppts ut under livscyklernas olika faser.



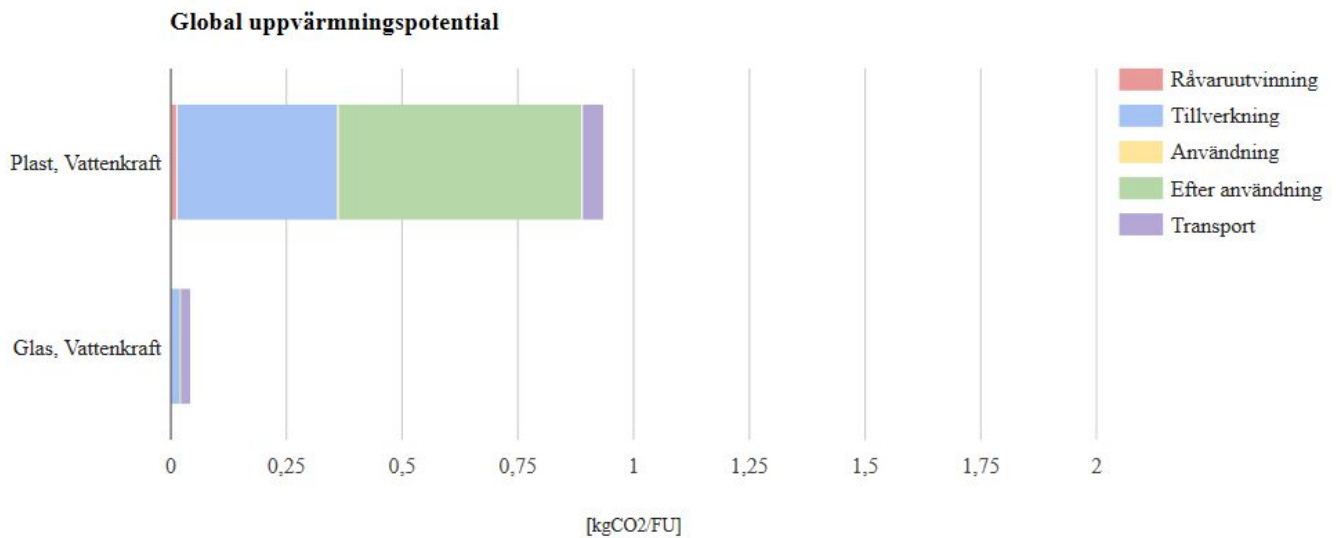
*Figur 5.2.* I ovanstående diagram presenteras den totala energiåtgången under båda matlådornas livscykel. Den övre stapeln representerar matlådan i plast och den undre representerar matlådan i glas.

## 5.2 Känslighetsanalys

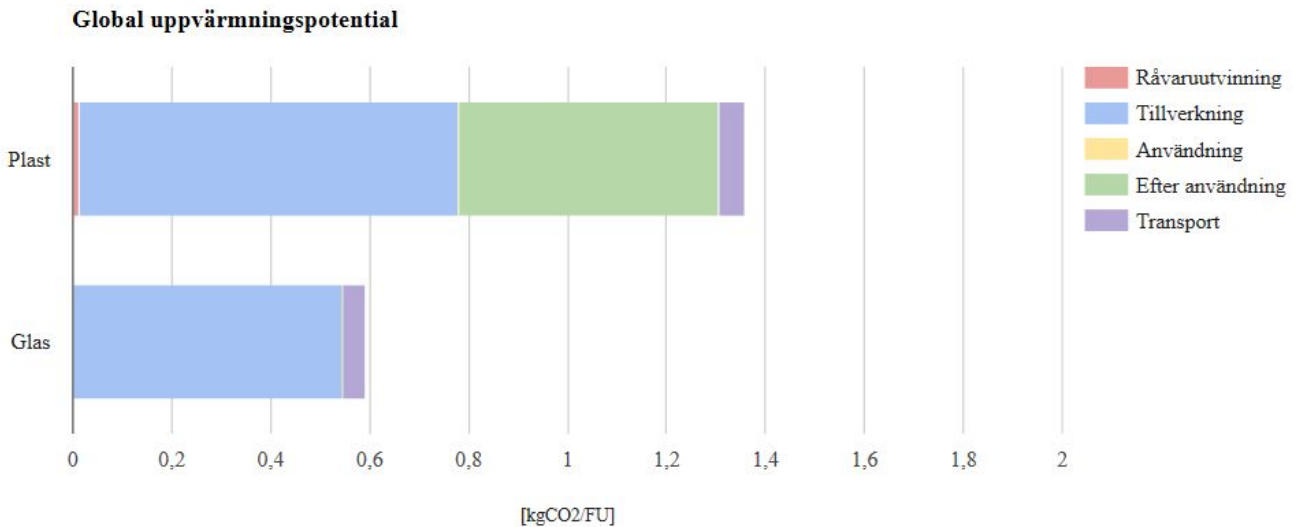
I detta avsnitt presenteras resultatet av känslighetsanalyserna där två av analysens osäkra ingångsparametrar ändras, dessa parametrar är livslängs och energiresurser. De förändrade parametrarna presenteras i tabell 4.8 för matlådan i plast och tabell 4.9 för matlådan i glas. Utöver detta visas resultatet för känslighetsanalysen då andelen naturgas bunden i matlådan i plast förändras. Dessa resultat presenteras för att kunna avgöra analysens robusthet med avseende på dessa parametrar.



*Figur 5.3.* Illustrerar resultatet om båda matlådorna hade haft samma livslängd. Den övre stapeln representerar matlådan i plast och den undre representerar matlådan i glas. De olika färgerna illustrerar mängden CO<sub>2</sub> som släppts ut under livscyklernas olika faser (en matlåda per läsår).



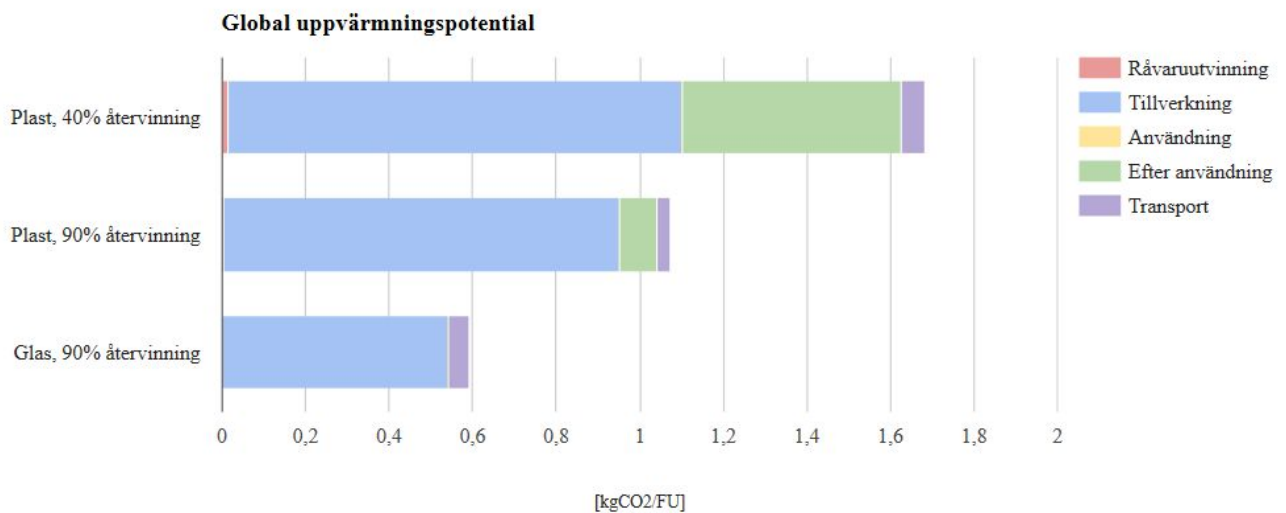
*Figur 5.4.* Illustrerar resultatet av att båda lådorna har samma energikälla (vattenkraft) samt är tillverkade i Sverige. De olika färgerna illustrerar mängden CO<sub>2</sub> som släppts ut under livscyklernas olika faser.



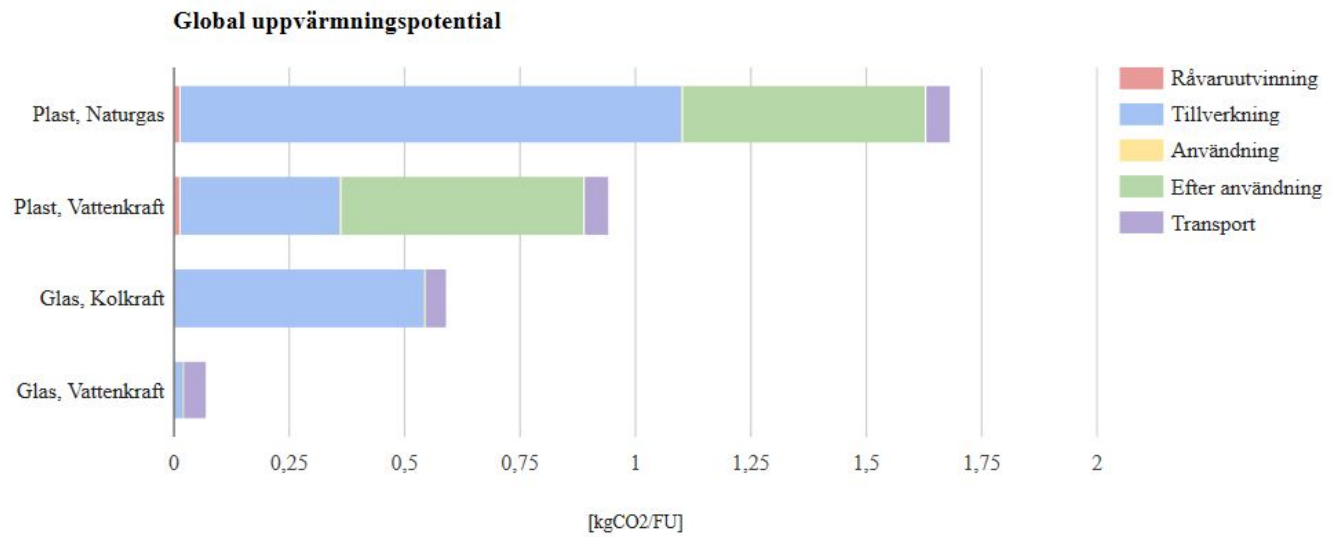
Figur 5.5. Illustrerar resultatet när all naturgas som presenteras i datasamlingen för tillverkning av PP-granulat (se länk 4 i Appendix B) är bundet i materialet för matlådan i plast. De olika färgerna illustrerar mängden CO<sub>2</sub> som släppts ut under livscyklernas olika faser.

### 5.3 Förbättringssanalys

I detta avsnitt presenteras resultatet för de två förbättringsanalyser som utförts. Resultaten illustreras i diagramform i figur 5.6 och figur 5.7 och visar på möjliga förbättringsområden.



Figur 5.6. Illustrerar resultatet av att båda lådorna har samma återvinningsandel (90%) samt matlådan i plastics nuvarande återvinningsandel (40%). De olika färgerna illustrerar mängden CO<sub>2</sub> som släppts ut under livscyklernas olika faser.



*Figur 5.7.* Illustrerar resultatet av att båda lådorna tillverkas med enbart den förnyelsebara energikällan vattenkraft samt hur de såg ut innan. De olika färgerna illustrerar mängden CO<sub>2</sub> som släppts ut under livscyklernas olika faser.

## 6. Diskussion - Tolkning

I nedanstående kapitel diskuteras och tolkas de olika resultaten. Denna diskussion innefattar osäkerhetsfaktorer och hur dessa har hanterats. Utöver detta analyseras resultatet av förbättringsanalyser.

### 6.1 Resultat

Resultat i figur 5.1 visar att CO<sub>2</sub>-fotavtrycket för matlådan i glas är mindre än för matlådan i plast. Dessutom visar figur 5.2 att även energiåtgången för matlådan i glas är mindre än för matlådan i plast. Förhållandet mellan matlådan i glas och matlådan i plast är ungefär densamma för både CO<sub>2</sub>-fotavtryck och energiåtgång, vilket bekräftar att dessa två faktorer korrelerar. Det ger ytterligare stöd till resultatet. Med avseende på detta anses matlådan i glas vara det bättre alternativet för vald miljöpåverkanskategori. Resultatet kan dock inte ensamt bekräfta något då det finns en del osäkerheten kring analysen.

### 6.2 Osäkerheter

En katalysator för de osäkerheter som har uppstått under analysen är informationsbrist från IKEA som tillverkar matlådorna. Trots många samtal så utgavs inte specifika uppgifter om matlådorna utöver de produktbeskrivningar som går att finna på IKEA:s hemsida. Detta har lett till att en del generella antaganden om framförallt tillverkning, transport och återvinning av matlådorna har gjorts.

#### 6.2.1 Energikälla

Under tillverkningen har energikällor baserats på respektive tillverkningslands primära energikälla. Detta är ett väldigt generellt antagande och resulterar i en hög osäkerhetsfaktor då det troligtvis inte är en energikälla som används vid tillverkningen, utan en blandning av flertalet med olika stor miljöpåverkan. En känslighetsanalys har därför utförts för att undersöka hur stor osäkerhetsfaktor energikällorna utgör och därigenom hur de påverkar slutresultatet. I figur 5.6 illustreras resultatet om båda matlådorna hade tillverkats av den förnyelsebara energikällan vattenkraft. Resultatet visar att båda matlådorna gynnas av ett byte till förnyelsebar energi. En stor förändring för båda matlådorna vid förändring av energikälla innebär att parametern energikälla anses vara kritisk och har därmed en stor inverkan på resultatet.

Resultatet i figur 5.6 visar även att det sker en stor förändring gällande förhållandet mellan matlådorna. Vid analys av de två livscyklernas olika faser framkommer att förändring av utsläpp för de båda matlådorna endast sker under tillverkningsfasen. Detta innebär att råvaruutvinning

och efteranvändarfas, som är markant större för matlådan i plast förblir oförändrade. Detta i sin tur resulterar i att utslaget av en förändrad energikälla blir mindre för matlådan i plast. Om endast tillverkningsfaserna jämförs är fortfarande matlådan i glas mycket bättre än matlådan i plast. Därför anses inte energikällorna tillföra stor osäkerhet till analysens slutresultat. Slutresultatet anses vara robust med avseende på parametern energikälla. Observera att det dock återstår en osäkerhet kring hur mycket bättre matlådan i glas är.

## 6.2.2 Transport

På grund av informationsbrist från IKEA har även transportvägar samt fordon estimerats utifrån kartor och datasamlingar från LCI. Då dessa vägar kan vara annorlunda samt att andra fordon kan ha använts vid transport finns viss osäkerhet kring huruvida utsläppen under transporten stämmer och om denna eventuella skillnad påverkar resultatet. Denna osäkerhetsfaktor kan elimineras då transporten utgör en relativt liten del av de båda matlådornas totala CO<sub>2</sub>-fotavtryck. Utöver detta visar jämförandet av figur 5.1 och figur 5.4 att ändring av transportsträckan inte ändrar transportutsläppet märkbart. Felmarginalerna under transporten anses därmed inte ha en stor påverkan på slutresultatet.

## 6.2.3 Livslängden på respektive matlåda

Den funktionella enheten specificerar förvaring över en viss tidsperiod. Att den funktionella enheten är tidsberoende gör att livslängden på matlådorna är avgörande. Då information angående matlådornas livslängd inte fanns tillgänglig estimerades livslängden med en enkätstudie som bas. Resultatet av enkätstudien är beroende av flertalet faktorer såsom utformning av enkäten, urvalets medvetenhet om deras matlådekonsumtion, urvalets storlek samt urvalets homogenitet. Alla dessa faktorer bidrar till en viss osäkerhet hos livslängden.

För att eliminera de osäkerheter som uppstått kring matlådornas livslängd och dess påverkan på resultatet har en känslighetsanalys utförts. Under känslighetsanalysen ändras parametern livslängd så att båda matlådorna håller minst ett helt läsår, det vill säga matlådorna har samma livslängd och bästa möjliga hållbarhet. Resultatet av känslighetsanalysen illustreras i figur 5.3 och visar att även om båda matlådorna har samma livslängd så har matlådan i glas, trots att den väger ungefär dubbelt så mycket som matlådan i plast, det minsta CO<sub>2</sub>-fotavtrycket. Detta innebär att resultatet är robust med avseende på parametern livslängd.

## 6.2.4 Mängd naturgas i råvara

För att tillverka PP krävs både råolja och naturgas. Den andel naturgas som krävs för tillverkningen är okänd, vilket har medfört att ett antagande om andelen naturgas gjorts. Den del som inte används i produkten används som energikälla vilket påverkar koldioxidutsläppet. En större andel naturgas bundet i matlådan innebär att CO<sub>2</sub>-fotavtrycket blir mindre. Ett mindre



CO<sub>2</sub>-fotavtryck påverkar matlådan i plast positivt. För att eliminera de osäkerheter kring den andel naturgas som bunden i matlådan i plast utförs en känslighetsanalys. För känslighetsanalysen ändras andelen naturgas som är bundet i matlådan till den största möjliga andel naturgassom kan vara bunde i matlådan. Resultatet visas i figur 5.5 där det kan utläsas att matlådan i plast fortfarande har ett större CO<sub>2</sub>-fotavtryck. Detta innebär att slutresultatet är oberoende av mängd bunden naturgas i matlådan i plast vilket stärker slutresultatet som visar att matlådan i glas har ett mindre CO<sub>2</sub>-fotavtryck.

### 6.2.5 Databaser

Databaserna har varit specifika med många begränsningar och restriktioner, vilket gjort det svårt att anpassa datan helt och hållet till de valda matlådorna. Med premiumdatabaser hade kanske mer generella datasamligar, som varit mer uppdelade över livscykeln kunnats användas. Bättre databaser kanske även hade löst frågan om andelen naturgas som är bunden i matlådan vilket har varit ett stort frågetecken.

## 6.3 Avgränsningar

Redan i syftet specificeras vilka matlådor som skulle undersökas. Det är viktigt att ha i åtanke att matlådor med andra specifikationer inte nödvändigtvis har samma inverkan på miljön som dessa specifika, däremot är denna analys en bra måttstock att gå efter när det gäller liknande produkter.

Den funktionella enheten för matlådorna specificerar endast en av funktionerna, vilket innebär att andra funktioner som matlådorna besitter inte ställs mot varandra. En av dessa funktioner är att matlådan i plast har ventilation på locket vilket kan vara en avgörande funktion för en konsument. Ett sådant val är inte grundat ur miljösynpunkt och står alltså utanför denna analys.

Den funktionella enheten avgränsar även analysen till att undersöka ett visst tidsspänn, ett läsår. Detta innebär att livslängden har formats efter det satta tidsspännet. I nuläget undersöks alltså hur många matlådor av vardera som en konsument måste införskaffa under ett läsår. Ett annat sätt att göra analysen på hade varit att sätta tidsspännet utifrån den matlåda som har längst livslängd. Anledningen till att så inte är fallet är att livslängden för matlådan i glas var svår att definiera, vilket hade medfört en osäkerhet. Om livslängden för matlådan i glas kunde definieras bättre hade analysen baserats på den längsta livslängden och potentiellt resultera i en annan mängd CO<sub>2</sub>-utsläpp för respektive matlåda.

Då är detta en jämförande analys, som har i syfte att bestämma vilken av matlådorna som har det *minsta* CO<sub>2</sub>-fotavtrycket, är den specifika mängden CO<sub>2</sub> som släpps ut för vardera matlåda av mindre betydelse. Det undersökta tidsspännet är lämpligt vid jämförandet av matlådorna och är dessutom en relaterbar tidsenhet för konsumenter. *Detsamma gäller avgränsningen att inte*

*undersöka användarfasen, det fungerar bra vid jämförandet av de två lådorna och passar därmed syftet för denna analys. Hade fokus däremot legat på att ta fram den specifika mängden CO<sub>2</sub> som släpps ut för respektive matlåda hade denna fas behövts undersökas vidare.*

Som tidigare nämnts finns det flera olika miljöpåverkanskategorier som hade kunna generera olika resultat. Det är viktigt att ha i åtanke att resultatet för denna analys endast beskriver påverkan på växthuseffekten genom CO<sub>2</sub>-fotavtryck. Det hade varit väldigt intressant att se resultatet av en jämförande analys på partikelutsläpp under matlådornas livscyklar. Dessa resultat hade även behövts viktas mot CO<sub>2</sub>-fotavtrycket vilket hade givit mer dynamik och fler dimensioner åt analysen då partiklarna direkt påverkar konsumentens hälsa vid exempelvis uppvärmning under användarfasen. Att även jämföra exempelvis partikelutsläpp mellan de två matlådorna hade öppnat upp för möjligheten att vidareutveckla analysen med ytterligare en enkät som hade undersökt hur konsumenter hade viktat dessa kategorier mot varandra. Då denna analys har varit tidsbegränsad har jämförande av fler miljöpåverkanskategorier inte varit en möjlighet. Att växthuseffekten tagits i beaktande berodde på att denna kategori är att den knyter an till effektmålet. Viktningar kring hälsa har inte behövts diskuteras utifrån denna kategori vilket givit ett relativt sakligt resultat.

## 6.4 Förbättringspotential

I figur 5.1 illustreras resultatet av analysen med ordinarie ingångsparametrar. En gemensam faktor för de båda lådorna i figur 5.1 är att den fas som bidrar mest till de totala CO<sub>2</sub>-fotavtrycket är tillverkningsfasen. Detta innebär att tillverkningsfasen har stor potential till förbättring. En tydlig förbättring av denna fas illustreras i figur 5.6 där den förnyelsebara energikällan vattenkraft används istället för naturgas respektive kolkraft. För matlådan i plast innebär detta en minskning av CO<sub>2</sub>-fotavtrycket på lite över 1 kg och för matlådan i glas en minskning på ca 0.65 kg av respektive tillverkningsfas.

Då matlådan i plast är mycket sämre än matlådan i glas, oberoende av energikälla, undersöks även den näst största fasen för matlådan i plast som är efteranvändarfasen, se figur 5.1. Att utsläppet under denna fas är stor beror på att plast har ett högt energiinnehåll och släpper därför ut mycket CO<sub>2</sub> vid energiutvinning. Om en större andel av materialflödet skulle återvinnas finns stor potential till förbättring. Detta illustreras i figur 5.6 där den procentuella återvinningsandelen för plast är lika hög som för glas i Sverige, det vill säga 90%. Förbättringsanalysen visar att om återvinningsandelen skulle öka från 40% till 90% skulle CO<sub>2</sub>-fotavtrycket minska med 0.88 kg under efteranvändarfasen. Detta motsvarar en minskning med över 80% av CO<sub>2</sub>-utsläppet under efteranvändarfasen. Det är lätt att tro att en ökad återvinningsandel enbart påverkar efteranvändarfasen, men så är inte fallet. En ökad återvinningsandel minskar dessutom materialflödet eftersom mindre nytt material krävs vid tillverkning.

Det kan noteras att trots att förbättringar av tillverkningsfas eller efteranvändarfas för matlådan i plast blir den inte bättre än matlådan i glas. Däremot kan en kombination av dessa samt andra faktorer leda till att matlådan i plast slutligen blir bättre. I nuläget är dock matlådan i glas markant bättre ur alla undersökta aspekter. Med detta sagt är alla förbättringar, av både glas och plast, en vinst i det stora hela. I ovanstående stycken har återvinning av materialflöde samt substitution av energikälla belysts. Det är viktigt att ha i åtanke att det finns fler möjligheter till förbättring, såsom att minska materialflödet genom att göra produkterna lättare eller öka deras livslängd. Ett annat exempel är att förbättra produktsystemets prestanda.

## 7. Slutsatser

Slutsatsen för denna analys är att matlådan i glas har ett mindre CO<sub>2</sub>-fotavtryck och är därmed ett bättre alternativ ur detta perspektiv. Observera att det inte dras några slutsatser kring hur mycket bättre matlådan i glas är, kring detta kvarstår osäkerheter. Resultatet anses robust utifrån samtliga känslighetsanalyser. Begränsningar såsom informationsbrist från IKEA och tillgång till databaser behandlas i avsnitt 6.2 och anses inte vara kritiska för slutresultatet, men är viktiga att ha i åtanke. Det är även viktigt att vara medveten om de aktiva avgränsningar som gjorts under analysens gång vilka presenteras i avsnitt 3.2 och behandlas i 6.3. För att minska CO<sub>2</sub>-fotavtrycket för matlådorna finns ett antal tillvägagångssätt som behandlas av förbättringsanalysen som diskuteras i avsnitt 6.4.

Syftet med studien anses vara uppfyllt då slutresultatet visar vilken av IKEA-matlådorna 900.667.13 gjord i plast och 902.337.88 gjord i ofärgat glas som har det minsta CO<sub>2</sub>-fotavtrycket och därigenom har minst påverkan på växthuseffekten. Analysen anses även ha uppfyllt effektmålet då konsumenter utifrån resultatet kan välja den matlåda, som av dessa två alternativ, utgör den minsta miljöpåverkan med avseende på växthuseffekten.

# Referenser

Baumann, H. & Tillman, A. (2004). The hitch hiker's guide to LCA

CML (2016) Characterisation Factors

Hämtat från:

[www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors](http://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors)

Covenant of Mayors (2006) The emission factors

Hämtad från: [http://www.covenantofmayors.eu/index\\_en.html](http://www.covenantofmayors.eu/index_en.html)

CPM (2014) Center of environmental assessment of product and material system

Hämtat från: [cpmdatabase.cpm.chalmers.se](http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se)

Ekonomifakta (2017) Elproduktion Hämtat från:

<http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Elproduktion/>

ELCD (2006) European Life Cycle Database Hämtat från: [eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/](http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/)

Fasighetsvärlden (2015) 18 största lagerbyggnaderna

Hämtad från:

<http://www.fastighetsvarlden.se/analys-fakta/topplistor/18-storsta-lagerbyggnaderna/>

Fjärås Lantmanna (2016) Produkternas Livscykel [elektroniskbild]

Hämtad från: <http://www.lantmanna.nu/garden/skottkarra/index.html>

FTI (2015) Återvinningsstatistik

Hämtat från: <http://www.ftiab.se/180.html>

Globalis (2017) Saudiearaben

Hämtat från: <http://www.globalis.se/Laender/Saudiarabien>

Landguiden. (2013) Naturtillgångar & energi

Hämtad från: <http://www.landguiden.se/Lander/Europa/Lettland/Naturtillgangar-Energi>

Landguiden. (2013) Naturtillgångar & energi

Hämtad från: <http://www.landguiden.se/Lander/Europa/Tjeckien/Naturtillgangar-Energi>

Lewis, J. Nilsson, M. (2007). Titel: Hållbar konsumtion – framtida hållbara verksamheter inom fordon och energibranschen ur ett miljöperspektiv (Magisteruppsats, 2007MF35)  
Borås Academic Digital Archive Hämtad från: <http://hdl.handle.net/2320/2437>

Low-tech magazine (2014) How much energy does it take (on average) to produce 1kilogram of the following materials?

Hämtad från: <http://www.lowtechmagazine.com/what-is-the-embodied-energy-of-materials.html>

MRC Polymers (2017) Recycling Facts

Hämtad från: <http://www.mrcpolymers.com/PlasticRecyclingFacts.php>

Naturskyddsföreningen. (2016) Faktablad: Växthuseffekten

Hämtad från: <http://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/faktablad-vaxthuseffekten>

Naturvårdsverket (2017) Beräkna dina klimatutsläpp

Hämtad från:

<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Luft-och-klimat/Berakna-dina-klimatutslapp/>

Panjiva (2017) Czech Manufacturers of ikea and Suppliers of ikea

Hämtad från: <https://panjiva.com/Czech-Manufacturers-Of/ikea> Ikea suppliers tjeckien

Panjiva (2017) Latvian Manufacturers of ikea and Suppliers of ikea

Hämtad från: <https://panjiva.com/Latvian-Manufacturers-Of/ikea>

Stockholmsregionens avfallsråd. (2007) Glas

Hämtad från: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=82>

Stockholmsregionens avfallsråd (2007) Återvinning

Hämtad från: <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=180>

SvensGlasÅtervinning (2017) Om svensk glasåtervinning

Hämtad från: <https://www.glasatervinning.se/om-svensk-glasatervinning/>

SvensGlasÅtervinning (2017) Sex starka argument varför vi skall återvinna glas

Hämtad från: <https://www.glasatervinning.se/sa-funkar-glasatervinning/varfor/>

The engineering ToolBox (2017) Combustion of Fuels - Carbon Dioxide Emission

Hämtad från: [http://www.engineeringtoolbox.com/co2-emission-fuels-d\\_1085.html](http://www.engineeringtoolbox.com/co2-emission-fuels-d_1085.html)

Thiriez, A & Gutowski, T. (2006). Titel: An Environmental Analysis of Injection Molding. MA, USA, Department of Mechanical Engineering Massachusetts Institute of Technology Cambridge

Hämtat från:

[http://www.mtmgroup.it/wp-content/uploads/2014/11/Enviromental-Analysis-of-Injection-Moldin\\_MIT\\_2006.pdf](http://www.mtmgroup.it/wp-content/uploads/2014/11/Enviromental-Analysis-of-Injection-Moldin_MIT_2006.pdf)

Återvinningsindustrierna -Framtidens ledande råvaruleverantörer (2017) Återvinningens klimatnytta

Hämtat från: <http://www.recycling.se/branschfragor/atervinningens-klimatnytta>

World Nuclear Association (2011) Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources. Hämtad från:

[http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working\\_Group\\_Reports/comparison\\_of\\_lifecycle.pdf](http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/comparison_of_lifecycle.pdf)

# Appendix A - Framtagning av matlådornas livslängd

Presentation av den enkät samt beräkningar i Matlab som användes vid framtagning av matlådornas livslängd.

## Appendix A1 - Enkät

Presentation av den enkät som användes vid framtagning av matlådornas livslängd och svaren som erfordrades vid undersökningen.

Tidstämpel	Hur ofta använder du matlåda i plast?	Hur många år har du använt matlåda i plast?	Hur många matlådor i plast har du slängt?
2017-02-14 11.53.36	3-4 dagar/skolvecka	3	10
2017-02-14 11.57.50	3-4 dagar/skolvecka	4	4?
2017-02-14 12.26.45	5 dagar/skolvecka	2	4
2017-02-14 12.27.15	3-4 dagar/skolvecka	4	4
2017-02-14 12.27.56	5 dagar/skolvecka	4	3
2017-02-14 12.47.49	3-4 dagar/skolvecka	4	3
2017-02-14 13.19.45	Använder ej matlåda i plast	3	8
2017-02-14 13.31.54	3-4 dagar/skolvecka	2	4
2017-02-14 13.40.58	1-2 dagar/skolvecka	4	1
2017-02-14 13.58.10	5 dagar/skolvecka	4	6
2017-02-14 14.04.09	Använder ej matlåda i plast	alla år innan jag upptäckte glasmatlådor hösten 2016	Närmre noll, väldigt få.
2017-02-14 14.20.28	Använder ej matlåda i plast	0	0
2017-02-14 15.06.53	5 dagar/skolvecka	3	0
2017-02-15 23.00.44	Använder ej matlåda i plast	2	5



Tidstämpel	Hur ofta använder du matlåda i glas?	Hur många år har du använt matlåda i glas?	Hur många matlådor i glas har du slängt?
2017-02-14 11.53.36	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 11.57.50	3-4 dagar/skolvecka	2	0
2017-02-14 12.26.45	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 12.27.15	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 12.27.56	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 12.47.49	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 13.19.45	1-2 dagar/skolvecka	1	0
2017-02-14 13.31.54	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 13.40.58	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 13.58.10	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 14.04.09	5 dagar/skolvecka	1	0
2017-02-14 14.20.28	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-14 15.06.53	Använder ej matlåda i glas	0	0
2017-02-15 23.00.44	5 dagar/skolvecka	1	1

## Appendix A2 - Beräkningar i Matlab

Här presenteras de beräkningar som gjordes i Matlab vid beräkning av livslängd för matlådorna.

```
% LIVSLANGD plottar en normalfordelningskurva for
% urvalet i matrisen A. Om datapunkterna foljer normal-
% fordelningslinjen ar urvalet i matris A normalfordelat.
% Darefter beraknar programmet Konfidens intervallet for
% urvalets medelvarde for ett visst alpha-varde.
% Metoden ar hamnad fran:
% https://onlinecourses.science.psu.edu/stat414/node/199

% INVARIBLER:
%     A - matris vilken innehaller antalet dagar var konsument
%         anvander sin matlada i plast.
%     alpha - significance level, ligger till grund f r sannolikheten
%
% Antalet dagar var konsument anvander sin matlada ar beraknad enligt
% foljande:
%     (1) (antal dagar/skolveckea)*(antal skolveckor/lasperiod)*(antal
%         laperioder) = antalet dagar per skolar som matladan anvands
%     (2) (resultat fr n (1))*(antalet ar matladan anvands)/(antalet
%         slangda matlador)
%
%     OBS! Vid berakning av CI tas avvikelser bort fr n urvalet
%
% Da urvalet ar for litet for matladan i glas kan ej berakningar goras pa
% denna, daremot ar det ingen matlada i glas som har slangts inom 160
% dagar, vilket innebar att livslangden pa matladan i glas bor vara mer an
% 160 dagar.
%
% Programmet ar skrivet av Tina Mostafavi 950522
% och Viktoria Bogren 940129 2017-02-16

%-----ENTER:-----
A=[33.6 112 80 112 213.3 149.3 56 192 106.7];

alpha=0.10;
%-----

% Kollar om urvalet ar normalfordelat
% Foljer linjen ---> Normalforelat
figure;
normplot(A);

%% Beraknar t-baserat CI:

% Antal detalgare som svarat p enkaten
n=length(A);
% Frihetsgrad
ny=n-1;
% Sannolikhet
p=1-alpha;
% Beraknar t-varDET
t_alpha=tinv(p,ny);

% Urvalets medelvarde for matladan i plast
X_sample=mean(A);
% Urvalets standard avvikelse for matladan i plast
s=std(A);

% Beraknar confidence intervall for matladan i plast
%(det intervall som livslangden ligger i med sannolikheten p)
CI=[X_sample-(t_alpha*(s/sqrt(n))) X_sample X_sample+(t_alpha*(s/sqrt(n)))];
```

## Appendix B - Datasamlingar för matlåda i plast

Presentation av de datasamlingar som använts för matlådan i plast

Nummer	Länk
1. Utvinning råolja	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth010-1998-06-10-855">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth010-1998-06-10-855</a>
2. Transport med oljefartyg	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=ABBCR0001325">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=ABBCR0001325</a>
3. Transportsträcka	<a href="http://www.planete-energies.com/en/medias/close/transporting-oil-sea">http://www.planete-energies.com/en/medias/close/transporting-oil-sea</a>
4. Produktion av PP	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=unknown01-20010207-91">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=unknown01-20010207-91</a>
5. Formsprutning	<a href="http://www.mtmgroup.it/wp-content/uploads/2014/11/Environmental-Analysis-of-Injection-Moldin_MIT_2006.pdf">http://www.mtmgroup.it/wp-content/uploads/2014/11/Environmental-Analysis-of-Injection-Moldin_MIT_2006.pdf</a>
6. Utvinning av naturgas	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=f3_2013-11-30_A25">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=f3_2013-11-30_A25</a>
7. Transport med lastbil	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth0071997-11-21256">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth0071997-11-21256</a>
8. Transport med fartyg	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=ABBCR0001323">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=ABBCR0001323</a>
9. Energiutvinning och deponering	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=ANSCSE0013319">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=ANSCSE0013319</a>

## Appendix C - Datasamlingar för matlåda i glas

Presentation av de datasamlingar som använts för matlådan i glas.

### Appendix C1 - Länkar till datasamlingar för matlådan i glas

Presentation av länkar till de datasamlingar som använts för matlådan i glas.

Nummer	Länk
1. Utvinning av kvartssand	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=unknown01-20021128-366">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=unknown01-20021128-366</a>
2. Utvinning av soda	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth321-6/11/98-847">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth321-6/11/98-847</a>
3. Transport av kvartssand och soda	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth0071997-11-21256">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth0071997-11-21256</a>
4. Utvinning av Kol	<a href="http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/datasetdetail/process.xhtml?uuid=df13196-75d9-4179-8b45-7b35891ac38e&amp;version=00.00.000&amp;stock=default">http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/datasetdetail/process.xhtml?uuid=df13196-75d9-4179-8b45-7b35891ac38e&amp;version=00.00.000&amp;stock=default</a>
5. Transport lastbil	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth0071997-11-21256">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=cpmcth0071997-11-21256</a>
6. Transport färja	<a href="http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=CTHLOM001-1999-03-10-866">http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se/Scripts/sheet.asp?ActId=CTHLOM001-1999-03-10-866</a>

### Appendix C2 - Datasamling för tillverkning av glas

Presentation av datasamlingen för tillverkning av glas.

Input			
Flow	Category	Amount	Unit
municipal solid waste	382:Waste treatment and disposal/3821:Treatment and disposal of non-haza...	-0.0011	kg
steel, unalloyed	241:Manufacture of basic iron and steel/2410:Manufacture of basic iron a...	1.37E-05	kg
Water, cooling, unspecified natural origin	Resource/in water	0.0007	m3

natural gas, high pressure	352:Manufacture of gas; distribution of gaseous fuels through mains/3520...	0.11596	m3
heavy fuel oil	192:Manufacture of refined petroleum products/1920:Manufacture of refine...	0.0738	kg
wastewater, from residence	370:Sewerage/3700:Sewerage	-0.00035	m3
flat glass factory	429:Construction of other civil engineering projects/4290:Construction o...	2.41E-10	Item(s)
natural gas, high pressure	352:Manufacture of gas; distribution of gaseous fuels through mains/3520...	0.00096	m3
tin	242:Manufacture of basic precious and other non-ferrous metals/2420:Manu...	9.16E-06	kg
refractory, fireclay, packed	239:Manufacture of non-metallic mineral products n.e.c./2391:Manufacture...	0.00107	kg
nitrogen, liquid	201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitrogen compounds, ...	0.00495	kg
soda ash, light, crystalline, heptahydrate	201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitrogen compounds, ...	0.22899	kg
electricity, medium voltage	351:Electric power generation, transmission and distribution/3510:Electr...	0.111	kWh
silica sand	081:Quarrying of stone, sand and clay/0810:Quarrying of stone, sand and ...	0.57799	kg
hydrogen, liquid	201:Manufacture of basic chemicals, fertilizers and nitrogen compounds, ...	3.60E-06	kg
lime, packed	081:Quarrying of stone, sand and clay/0810:Quarrying of stone, sand and ...	0.39999	kg
<b>Output</b>			
<b>Flow</b>	<b>Category</b>	<b>Amount</b>	<b>Unit</b>
flat glass, uncoated	231:Manufacture of glass and glass products/2310:Manufacture of glass an...	1	kg

NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Emission to air/unspecified	5.00E-05	kg
Hydrogen fluoride	Emission to air/unspecified	2.10E-05	kg
Water	Emission to water/unspecified	7.87E-05	m3
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/unspecified	0.69298	kg
Nitrogen oxides	Emission to air/unspecified	0.00327	kg
Hydrogen chloride	Emission to air/unspecified	9.25E-05	kg
Particulates, > 10 um	Emission to air/unspecified	2.30E-05	kg
Water	Emission to air/unspecified	0.27124	kg
Sulfur dioxide	Emission to air/unspecified	0.00404	kg
Particulates, < 2.5 um	Emission to air/unspecified	0.00018	kg
Tin	Emission to air/unspecified	9.13E-06	kg
Carbon monoxide, fossil	Emission to air/unspecified	5.00E-05	kg
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Emission to air/unspecified	2.30E-05	kg