

Livscykelanalys på SRS helpall



Författare:

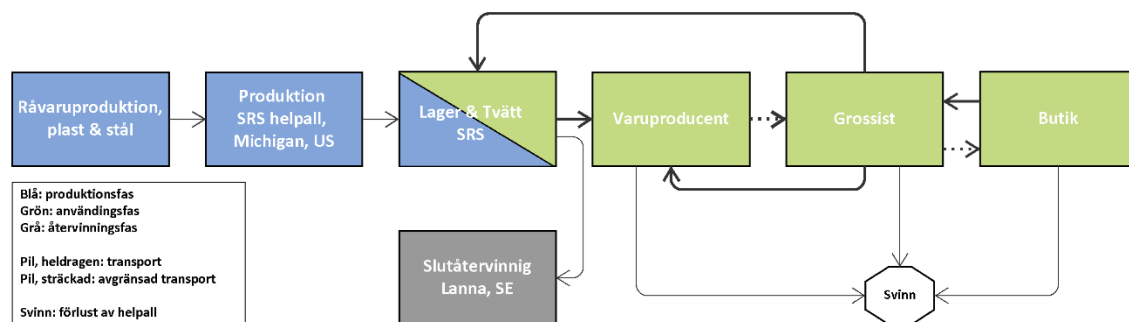
Christian Fickler
Tobias Jakobsson

Stockholm
2016-08-16

Sammanfattning

Svenska Retursystem AB (SRS) bildades 1997 för att driva och utveckla ett gemensamt retursystem med returlådor, och senare även returpallar, på uppdrag av den svenska dagligvarubranschen. Grundidén är att branschens distribution ska ske i returenheter som hela tiden återanvänds i ett system till fördel för miljön i stället för leverans i engångsemballage. Detta medför ett effektivare och miljövänligare system. Under uppbyggnaden av systemet har intressenter, så som leverantörer, grossister och handlare, samverkat för att utveckla ett miljövänligt och effektivt system som även är kompatibelt med andra distributionsflöden.

I detta projekt har en grupp om två studentkonsulter från civilingenjörsprogrammet energi-miljömanagement fått i uppdrag att analysera SRS helpalls miljöpåverkan från vagg till vagg. För att få en helhetsbild har metoden livscykelanalys (LCA) använts, vilken innefattar alla faser i systemets livscykel. I Figur 1 presenteras en schematisk bild över det studerade systemet med alla processer som inkluderats i analysen. En utförlig förklaring ges i kapitel 2.1.



Figur 1. Processtråd över det studerade systemet.

De senaste åren har flertalet LCA:er gjorts på liknande distributionssystem, både för trä- och plastpallar. Det finns i dagsläget ingen enhetlig bild av vilket material som är bäst att använda ur miljösynpunkt då flera parametrar varierar i analyserna och framförallt behandlas återvinningsfasen olika för olika system.

Sedan 2013, då den senaste LCA:n gjordes för SRS helpall, har flera av processerna i helpallens livscykel effektiviserats och utvecklats vilket, enligt SRS, sammantaget borde leda till en minskad miljöpåverkan. År 2015 gjordes också en studie för en träpall i samma system som SRS plastpall. Denna prospektiva LCA på en träpall har inkluderats i jämförande syfte även i denna studie. En stor skillnad är dock att i de förra LCA:erna på SRS helpall och träpallen är transportlänkarna från varuproducent till grossist till butik, i denna studie transport 3.2 mellan varuproducent och grossist samt 3.3 mellan grossist och butik, inkluderade i basscenariot. Denna studie har istället valt att inte ha med transport 3.2 och 3.3 i basscenariot men de är presenterade i Tabell 1 i jämförande syfte.

Syftet med studien har därför varit att ta fram en ny plastpalls-LCA från grunden med uppdaterade processer. Dessutom skulle resonemanget kring sluthanteringsscenariot för både trä- och plastpall utvecklas och vilka effekter det får för respektive palls miljöpåverkan.

Flertalet känslighetsanalyser har gjorts för att studera systemets robusthet och ge en ökad förståelse för hur modellen påverkas av olika faktorer. Resultatet för basscenariot för SRS helpall, SRS helpall inklusive de avgränsade transporterna och den tidigare studerade träpallen ses i Tabell 1 för samtliga miljöpåverkanskategorier.

Tabell 1. Studiens resultat presenterat per miljöpåverkanskategori.

Miljöpåverkanskategori	SRS Helpall	SRS helpall, inkl. trsp 3.2-3.3	Träpall, inkl. trsp 3.2-3.3
Primär energianvändning	3,90 kWh	5,92 kWh	17,7 kWh
Global uppvärmningspotential	743 g CO ₂ -ekv	1139 g CO ₂ -ekv	490 g CO ₂ -ekv
Försurningspotential	3,50 g SO ₂ -ekv	5,30 g SO ₂ -ekv	6,1 g SO ₂ -ekv
Övergödningspotential i sjöar och vattendrag	0,13 g P-ekv	0,17 g P-ekv	2,8 g PO ₄ ³⁻ -ekv
Bildande av marknära ozon	4,20 g NMVOC	6,73 g NMVOC	8,43 g C ₂ H ₄ -ekv
Luftburna partiklar	1,76 g PM ₁₀ -ekv	2,82 g PM ₁₀ -ekv	N/A
Utarmning av fossila resurser	304 g olje-ekv	463 g olje-ekv	N/A

Observera att studien och resultatet för träpallen är infogat från en tidigare LCA genomförd av Krewer et al. (2015) och därmed finns skillnader i modellerna. Dessutom är miljöpåverkanskategorierna inte helt jämförbara då beräkningsmetoderna skiljer sig åt. SRS helpall är beräknad med *ReCiPe*, medan träpallen är beräknad med *CML*. Skälet till detta är att indikatorerna mäts i olika enheter och har olika skalningsfaktorer för respektive miljöpåverkanskategori. *ReCiPe* valdes som beräkningsmetod för att den är efterträdare till *Eco-indicator 99* samt *CML* och därmed mer aktuell med uppdaterade värden (PréSustainability, 2016b).

Sent i projektet tillkom ny information kring energianvändning i produktion, denna information är inte med i basscenariot men resultatet med dessa nya värden kan ses i Appendix 12 Reviderat resultat.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
1 Inledning.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte	6
1.3 Mål	6
1.4 Intressenter	6
1.5 Tidigare studier	7
1.6 Disposition	8
2 Omfattning	8
2.1 Observerat system och avgränsningar.....	8
2.1.1 SRS helpall.....	8
2.1.2 Träpall.....	10
2.2 Funktionell enhet	12
2.2.1 SRS helpall.....	12
2.2.2 Träpall.....	13
2.3 Miljöpåverkanskategorier	13
2.3.1 SRS helpall.....	13
2.3.2 Träpall.....	14
2.4 Programvara för LCA-beräkningar SRS helpall	15
2.5 Datakvalitet	15
2.5.1 SRS helpall.....	15
2.5.2 Träpall.....	16
3 Inventering	18
3.1 Grundläggande antaganden.....	18
3.1.1 Livslängd och återanvändning för SRS helpall.....	18
3.1.2 Livslängd och återanvändning för träpall	19
3.1.3 Livslängd jämförelse.....	19
3.1.4 Svinn SRS helpall	19
3.1.5 Antaganden i Simapro och Ecoinvent för SRS helpall	19

3.1.6	Antaganden i Simapro och Ecoinvent för träpall.....	20
3.1.7	Transport SRS helpall	20
3.1.8	Transport träpall.....	22
3.2	Produktion.....	24
3.2.1	Råvaruförädling SRS helpall	24
3.2.2	Råvaruförädling träpall	26
3.2.3	Tillverkning SRS helpall.....	27
3.2.4	Tillverkning träpall	30
3.3	Användning.....	31
3.3.1	Behandlingar under användningen SRS helpall.....	31
3.3.2	Behandling under användning träpall	35
3.3.3	Transport SRS helpall	36
3.3.4	Transport träpall.....	39
3.4	Återvinning	41
3.4.1	Sluten materialåtervinning SRS helpall	41
3.4.2	Sluten materialåtervinning träpall	41
3.4.3	Sluthantering SRS helpall	41
3.4.4	Sluthantering träpall.....	43
3.4.5	Transport SRS helpall	44
3.4.6	Transport träpall.....	46
4	Resultat basscenario	47
4.1	Resultat för SRS helpall.....	47
4.1.1	Primär energianvändning	47
4.1.2	Global uppvärmningspotential.....	49
4.1.3	Försurningspotential.....	50
4.1.4	Övergödningspotential	51
4.1.5	Bildande av marknära ozon.....	52
4.1.6	Luftburna partiklar	53
4.1.7	Utarmning av fossila resurser	55
4.1.8	Miljöpåverkansfördelning mellan faserna i funktionella enheten.....	56
4.2	Resultat för träpall.....	57

4.2.1	Primär energianvändning	57
4.2.2	Global uppvärmningspotential	58
4.2.3	Försurningspotential	59
4.2.4	Övergödningspotential	60
4.2.5	Bildande av marknära ozon	61
4.2.6	Miljöpåverkansfördelning mellan faserna i funktionella enheten	62
5	Känslighetsanalys	63
5.1	Känslighetsanalyser för SRS helpall	63
5.1.1	Grundläggande antaganden	63
5.1.2	Tillverkning	64
5.1.3	Transport	65
5.1.4	Tvätt	67
5.1.5	Svinn	68
5.2	Känslighetsanalyser för träpall	69
5.2.1	Andelen transporter från pallföretag till svenska aktörer	69
5.2.2	Träpallens material	70
5.2.3	Förbränningen	71
5.2.4	Träpallens vikt	71
5.2.5	Metodvalet	72
6	Diskussion	73
6.1	Diskussion SRS helpall	73
6.2	Diskussion träpall	74
6.2.1	Träpallens vikt och transporteffektivitet	74
6.3	Fortsatta studier	76
	Referenser	77
	Appendix	80
	Appendix 1 Figurförteckning	80
	Appendix 2 Tabellförteckning	82
	Appendix 3 Beskrivning av antaganden i basscenario	84
	Appendix 4 SRS helpall med sluten återvinning	86
	Appendix 5 Miljöpåverkanskategorier	90

Primär energianvändning	90
Global uppvärmningspotential	90
Försurningspotential.....	90
Övergödningspotential	91
Bildande av marknära ozon.....	91
Luftburna partiklar	91
Utarmning av fossila resurser.....	91
Appendix 6 Skalning av elmix.....	92
Appendix 7 Ecoinvent databasbeskrivning.....	94
Appendix 8 Ordlista	96
Appendix 9 Livscykelanalys	98
Appendix 10 Data för lastbilstransportflöden	100
Lastbil 14-20 ton Euro 3 70 %	100
Lastbil 14-20 ton Euro 4 70 %	101
Lastbil med släp 20-28 ton Euro 5 70 %	102
Lastbil med släp 50-60 ton Euro 4 80 %	103
Lastbil med släp 34-40 ton Euro 4 50 %	104
Lastbil med släp 28-34 ton Euro 4 80 % (Standardflöde)	105
Lastbil med släp 28-34 ton Euro 5 90 % (Resursbil)	106
Appendix 11 Fråge-svar-matris.....	107
Appendix 12 Reviderat resultat.....	114

1 Inledning

I detta inledande kapitel introduceras syftet med studien, vilka parter som varit inblandade, vilka studier som gjorts tidigare på området och hur denna rapport är disponerad.

1.1 Bakgrund

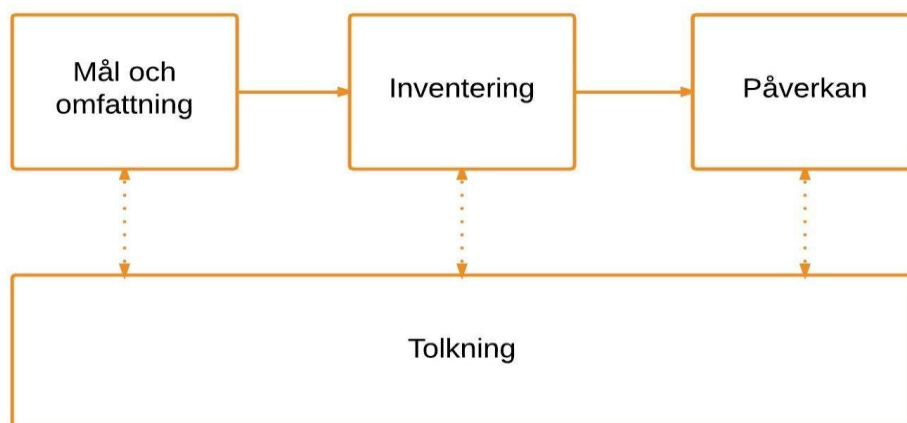
På uppdrag av Svenska Retursystem (SRS) har en av företagets returpallar analyserats. Detta för att skapa en ökad förståelse inom företaget för den miljöpåverkan som dess system ger upphov till och för att identifiera de största förbättringspotentialerna kopplat till miljöpåverkan. SRS returpall har sedan jämförts med en tidigare livscykelanalys, Krewer et al. (2015) gjord på en träpall i liknande system, även denna beställd från SRS. Rapporten och studien på SRS helpall har genomförts av två civilingenjörsstudenter inom energi, miljö och management på masternivå vid Linköpings Universitet och den jämförande studien på träpallen är gjord av Krewer et al. (2015). Studenterna har tidigare gjort en LCA studie på en av SRS returlådor genom universitetet men denna studie på SRS helpall är fristående från Linköpings Universitet.

SRS ägs av Dagligvaruleverantörers Förbund (DLF) och Svensk Dagligvaruhandel (SvDH) och har som uppdrag att effektivisera och miljöanpassa varuflöden genom att driva och utveckla retursystem för livsmedel. Tack vare effektiva system baserade på standardiserade lastbärare uppnås effektiva varuflöden för alla aktörer i hela kedjan; från producent till grossist och slutligen ut till butik.

Den svenska marknaden för godsbärare att distribuera livsmedel på består till största del av EUR-pallar i trä, vidare kallad träpall, samt SRS returpallar. I denna studie har fokus legat på SRS helpall, som vidare kallas SRS helpall, samt även jämförelse med motsvarande träpall. För att tydliggöra datainsamlingen och resultatet av jämförelsen, presenteras träpallen efter SRS helpall genom hela rapporten. Text och resultat för träpallen är från Krewer et al. (2015) med små grammatiska ändringar och enstaka förtydliganden av texten.

Tillverkningen av SRS returpallar görs av Shuert Technologies som är placerade i Sterling Heights utanför Detroit. De levererar returpallar i två storlekar till SRS, halvpall och helpall, enligt EU-standardiserade dimensioner. Returpallarna tillverkas av jungfrulig HDPE som förstärks med ingjutna stålskenor.

Enligt Swedish Standards Institute (SIS, 2011) ökar allmänhetens intresse för att förstå hur människans livsstil påverkar vår livssituation och miljö. För att visa på detta finns det flera olika verktyg, där ett av de vanligaste är livscykelanalys (LCA). Projektet genomfördes i enlighet med ISO 14040 för att underlätta jämförande analyser inom branschen och för att få en helhetsbild av miljöpåverkan från vagga till grav för SRS helpall och motsvarande träpall. För att läsa mer om hur en livscykelanalys modelleras och används, se Appendix 9 Livscykelanalys.



Figur 2. En LCA:s fyra delar enligt ISO 14040.

1.2 Syfte

Studien syftar till att lyfta fram skillnader och likheter i miljöpåverkan mellan SRS helpall och en träpall med samma funktion. Uppdragsgivaren vill få ett uppdaterat underlag för att identifiera miljömässiga förbättringspotentialer i plastpallssystemet. Därför ska jämförelsen vara objektiv och miljöpåverkan hellre överskattas än underskattas för SRS helpall. Rapporten ska även kunna användas för intern och extern kommunikation.

1.3 Mål

Studien ska leda fram till följande leverabler:

- En jämförande rapport som är tydlig för läsaren, oavsett om denne är kunnig inom LCA-området eller ej
- Dokumentation som tydligt redovisar vilka frågor som ställts, när och vem som besvarat dem, för att underlätta för framtida studier
- En bred och djup känslighetsanalys som visar systemens styrkor och svagheter, samt genomgående testar modellernas robusthet
- Möjliggöra en jämförelse mellan SRS helpall och motsvarande träpall

1.4 Intressenter

Följande intressenter, se Tabell 2, har varit inblandade i studien och rapportens utformning. Leverantörer och producenters information har huvudsakligen tillhandahållits genom SRS. Viss rådgivning har erhållits av anställda vid avdelning för Industriell Miljöteknik på Linköpings Universitet.

Tabell 2. Projektets intressenter.

Uppdragsgivare & kontaktpersoner på SRS		Utförare av uppdraget	
Anders Jonasson		Christian Fickler	
Marie Winslow Andersson		Tobias Jakobsson	
Daniel Löfgren			
Övriga intressenter			
Shuert Industries	DHL	Träpallsproducenter	NLP

1.5 Tidigare studier

Flertalet studier och livscykelanalyser har gjorts på liknande system tidigare men de har inte gemensamt resulterat i en enhetlig bild som visar om returpallar i plast eller trä är bättre ur miljösynpunkt. Parametrar som råmaterial, tillverkningsprocess, antalet användningscykler, återvinningshantering och transporternas prestanda medför olika resultat gällande systemens miljöpåverkan.

År 2013 genomförde SP, dåvarande SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB, en LCA för SRS helpall med samma funktionella enhet (Florén & Gustavsson, 2013). År 2015 genomförde SP en prospektiv LCA för motsvarande träpall för att möjliggöra en objektiv jämförelse mellan plast- och träpallen (Krewer et al., 2015). Vid en jämförelse visade det sig att träpallen hade betydligt lägre global uppvärmningspotential i basscenariot jämfört med SRS helpall. Främst på grund av för att energiåtervinningen för träpallen gav en stor miljövinst för de studerade miljöpåverkanskategorierna, se Tabell 3. Båda studierna beräknades med *CML*.

Tabell 3. Resultat från tidigare studier.

Miljöpåverkanskategori	LCA SRS helpall 2013	LCA träpall 2015
Primär energianvändning	19 MJ-ekv	17,7 kWh
Global uppvärmningspotential	1,0 kg CO ₂ -ekv	490 g CO ₂ -ekv
Försurningspotential	3,9 g SO ₂ -ekv	6,1 g SO ₂ -ekv
Övergödningspotential i sjöar och vattendrag	1,3 g PO ₄ ³⁻ -ekv	2,8 g PO ₄ ³⁻ -ekv
Bildande av marknära ozon	176 mg C ₂ H ₄ -ekv	843 mg C ₂ H ₄ -ekv

Det finns flertalet andra parametrar som gett upphov till det varierande resultatet i tidigare studier. Gasol et al. (2008); Koskela et al. (2014) konstaterar bland annat att följande parametrar spelar stor roll för resultatet, där förmodad miljöpåverkan står i fallande ordning:

- använda transportslag och bränsle under hela livscykeln
- geografiskt läge för produktion, både gällande landets elmix och transportavstånd till marknaden
- sluthanteringsscenario och systemexpansion – hur tillgodoräknas återvinningen/återanvändningen av materialen

För att öka denna studies stabilitet och robusthet gällande miljöpåverkan, med hänsyn till ovanstående parametrar, har utförliga känslighetsanalyser gjorts. De visar huruvida resultatet kan betraktas som robust och trovärdigt för avgränsningarna som gjorts. Dessutom visar känslighetsanalyserna vilka parametrar som är viktiga att säkra ur miljösynpunkt och ger även indikationer på vilka områden SRS bör undersöka ytterligare för att minska systemets miljöpåverkan.

1.6 Disposition

Rapportens struktur är inspirerad av ISO 14040:s indelning av en livscykelanalys, se Appendix 9 Livscykelanalys samt Figur 2 ovan.

Först beskrivs mål och omfattning av arbetet, där systemgränser och funktionell enhet presenteras för att skapa ett utgångsläge för kommande datainsamling. Nästa fas är inventering, där basscenariot tydliggörs i kapitel 3.1, och all ingående data presenteras, uppdelat på de olika livscykelfaserna för SRS helpall i kronologisk ordning. Därefter presenteras miljöpåverkansbedömningen för de olika områdena. Resultatet visar systemets faktiska miljöpåverkan, sett till basscenariot och i känslighetsanalysen ändras vissa parametrar för att se hur en del antaganden och allokeringar påverkar bassceniots resultat.

Motsvarande träpall presenteras efter SRS helpall för omfattning, inventering, resultat och känslighetsanalys. I diskussionen nyanseras och jämförs systemens miljöpåverkan för att belysa intressanta aspekter och ge förslag på framtida studier.

I Appendix 8 Ordlista beskrivs ämnesspecifika ord som dyker upp i rapporten.

2 Omfattning

I detta kapitel beskrivs studiens system och påverkansfaktorer som det är viktigt att vara medveten om under resterande delar i denna rapport. Bland annat beskrivs vilka hjälpmedel som använts för att leverera studiens resultat, vilka miljöpåverkanskategorier som beaktats samt vilka grundläggande faktorer som datakvaliteten bygger på.

2.1 Observerat system och avgränsningar

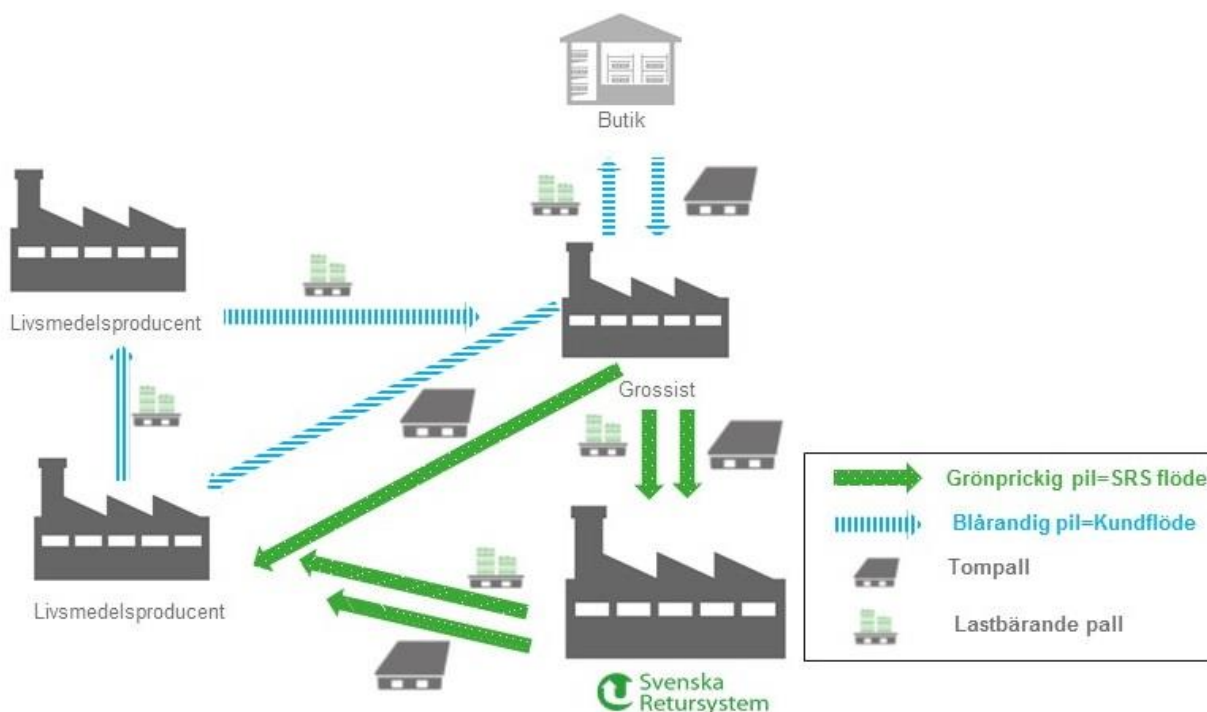
Nedan presenteras de observerade systemen för SRS helpall och motsvarande träpall.

2.1.1 SRS helpall

Nedan beskrivs det system som har analyserats i denna livscykelanalys, små avvikelser från det analyserade systemet förekommer i verkligheten men de sker så få gånger att de inte har tagits med i modellen. Då verkligheten inte går att analysera fullt ut är det en modell som analyseras vilket gör att det finns skillnader mellan resultatet i studien och verkligheten.

Under SRS helpalls livslängd från vagga till grav är användningscykeln som möjliggör flera återanvändningar mycket viktig för systemets miljöpåverkan. SRS levererar plastpallar till leverantörer/producenter inom livsmedelsindustrin, vilka sedan lastar pallarna med lådor fyllda med varor. Dessa leverantörer/producenter styr själva när och hur många pallar de vill få levererade. Pallarna fungerar också som lastbärare åt SRS returlådor när de levereras till varu-

/livsmedelsproducenterna. När pallarna är fyllda med varor fraktas de till grossister. Från grossisten går plastpallen sedan ut till butik där lådorna lastas av, töms och varan säljs och pallen skickas sedan tillbaka till grossist. Därefter skickas pallarna antingen direkt tillbaka till varu-/livsmedelsproducent utan att tvättas eller till SRS för tvätt. Flödet som går från grossist till varu-/livsmedelsproducent benämns i denna rapport som det matchade flödet. För en övergripande bild av SRS returpallssystem se Figur 3.



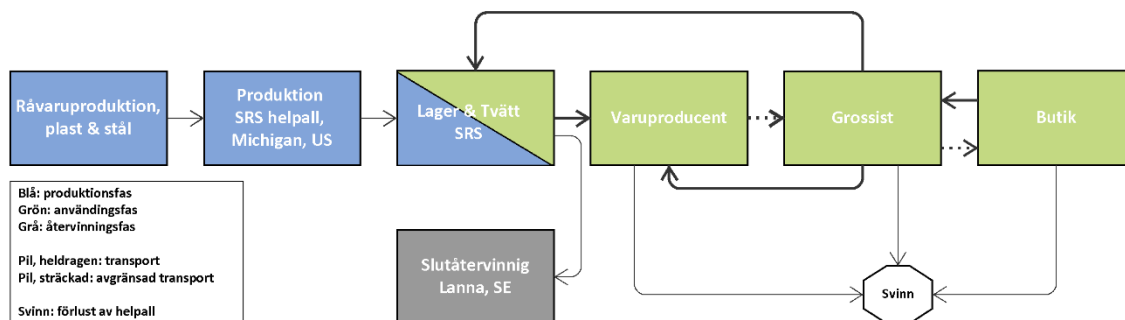
Figur 3. Övergripande bild för SRS returpallssystem.

SRS system bygger på att pallarna kan återanvändas i varuflödet flera gånger tack vare att de är hela och rena. I genomsnitt tvättas pallarna 58 % av gångerna. Resterande 42 % går i ett matchat flöde direkt till en ny varuproducent, mer om detta presenteras i kapitel 3.3.1.1. För att hantera detta har SRS fyra tvättanläggningar, lokaliserade i Helsingborg, Mölnlycke, Västerås och Örebro. Den presenterade användningscykeln visualiseras som en del i returlådans sammantagna livscykel genom de gröna rutorna i Figur 4.

Systemet är observerat utifrån ett holistiskt top-down perspektiv från vagga till vagga där inflöden och utflöden har använts för att modellera de olika processerna. De blå rutorna i Figur 4 representerar produktionsfasen av en SRS helpall, detta inkluderar framtagningen av råvara, produktionen med bland annat varmformning och SRS lager dit pallarna anländer innan de distribueras ut till varuproducenterna. När SRS helpall inte längre håller tillräckligt hög kvalitet för att användas, kasseras den och skickas till öppen materialåtervinning. Detta syns i den grå rutan i Figur 4. Det sker också ett litet svinn av SRS helpall under användningsfasen. För dessa antas att pallarna först har en sekundär användning en viss tid utan utsläpp, men att de till sist förbränns i en genomsnittlig svensk förbränningsanläggning där SRS helpall tillskrivs utsläppen från förbränningen och tillgodoräknas för undviken förbränning av annat material.

De heldragna pilarna representerar transporter som SRS har mätdata för där ökad tjocklek indikerar att transporten sker oftare i det studerade basscenariot (definierat i kapitel 3.1). De

streckade pilarna är transporter som SRS ej har mätdata för och har avgränsats från i basscenariot men har antagits i en känslighetsanalys. Dessa är avgränsade från eftersom det inte är SRS som sköter transporter och det är helpallens last som är den primära produkten och borde därför ta miljöbelastningen. Flera tidigare studier har använt samma metod och resonemang.



Figur 4. Processträd för SRS helpalls livscykel.

2.1.2 Träpall

All information i denna rapport om träpallen kommer från den livscykelanalys som SP utförde genom Krewer et al. (2015).

SRS arbetade tillsammans med Norsk Lastbærer Pool (NLP) för att göra studien på träpall och NLP, som är SRS motsvarighet i Norge, har EU-träpallen i sin produktkatalog. NLP bidrog därför med mycket kunskap och data när det gäller träpallsystemet.

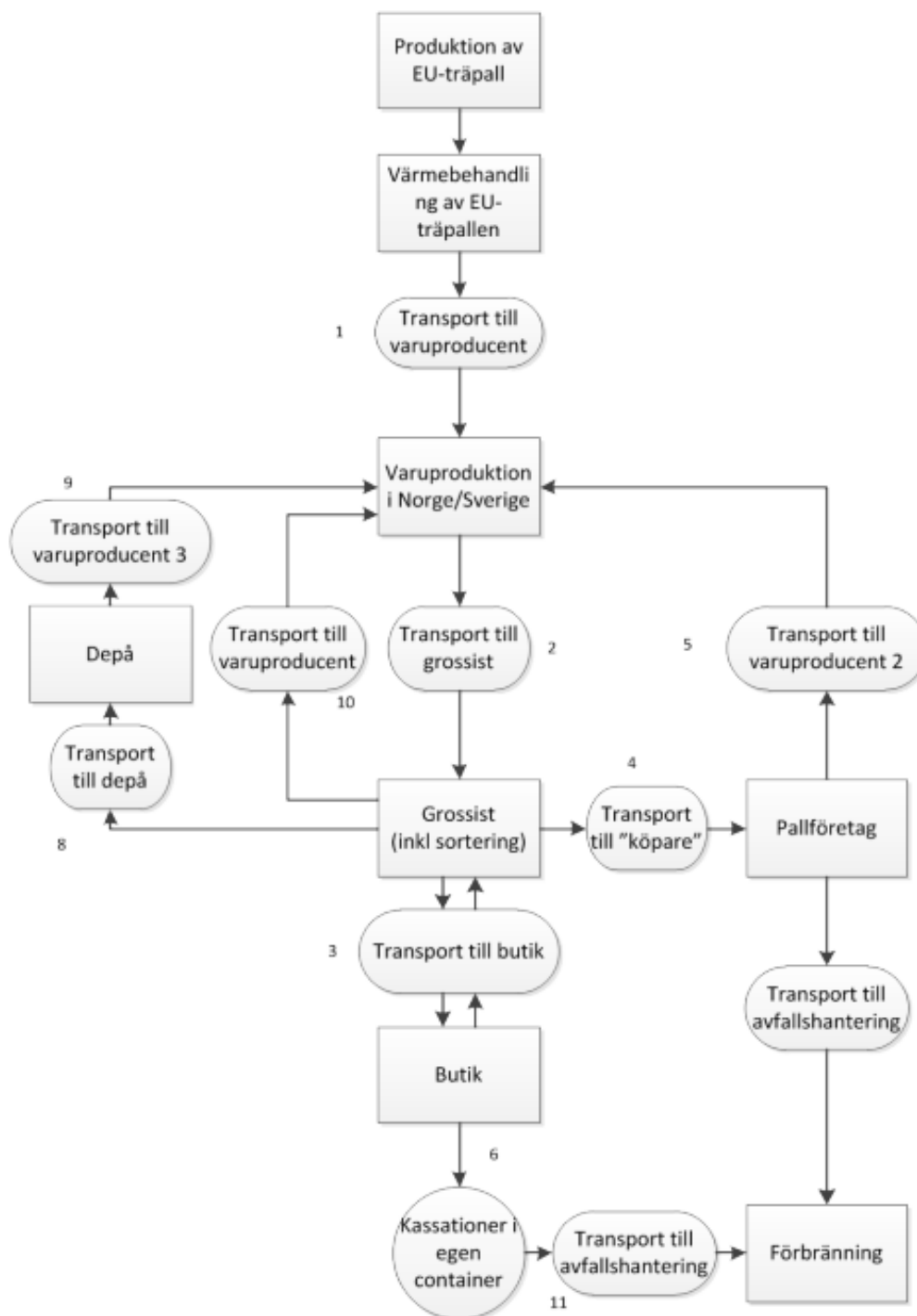
Omfattningen av systemet som studeras är livscykeln för returpallen under en användningsrutt inklusive streckade objekt som exkluderats i studien se Figur 5. Studien börjar med skogsbruk och produktion av träråvara för framställning av, bräddor, klossar och pallar, och slutar med att de uttjänta pallarna avfallshanteras.

Efter grossist antas pallen ha 3 returloopar/flöden tillbaka till varuproducenten:

1. Via köpare, sortering, reparation och värmebehandling, flöde 4 och 5.
2. Via depå, flöde 8 och 9
3. Direkt retur från grossist till varuproducent, flöde 10

Systemet modelleras så att det avspeglar hur systemet skulle ha sett ut om SRS erbjöd sina kunder samma tjänst som idag fast med EUR-träpall istället för plastpall. Det innebär att de depåer, producenter och grossister som var med i Florén och Gustavsson (2013) används, men att SRS även anlitar svenska pallföretag för att reparera pallar och på så vis utökar systemet.

Miljöpåverkan från pallens livscykel utgörs av råvaruuttag av såväl råvaror som energi från naturen samt utsläpp till luft, vatten och mark. D.v.s., utsläpp från utvinning av bränslen och material, produktion av el och förbränning av bränslen är inkluderade i miljöberäkningen.



Figur 5. Översikt över träpallens system

Transporter är inkluderade och är av varierande typ, bl.a. beroende på vilken sort och storlek av fordon som används, Euro-klass på fordon och hur transportrutterna går. Produktion, avfallshantering och underhåll av vägar och fordon är inkluderat. Data på transportavstånd och transporttyper som används är från Florén och Gustavsson (2013) i så stor utsträckning som möjligt, dels för att systemen skall vara jämförbara och dels för att inga bättre data finns till hands. Transporterna mellan varuproducent-grossist-butikgrossist är baserade på antagna förutsättningar som skulle kunna variera beroende på vilken produkt som använder pallen medan övriga transporter skulle Svenska Retursystem kunna ha kontroll över. Därför antas i så stor utsträckning som möjligt samma förutsättningar som i Florén och Gustavsson (2013) råda.

En liten andel av returpallarna försvinner ur systemet men andelen uppskattas som mycket liten och därför har den negligerats (Romanich, 2014). Eftersom Norge och Sverige nettoimporterar varor, d.v.s. att fler varor importeras än exporteras så betyder det att pallar måste sändas tillbaka tomma igen. Till skillnad från plastpallssystemet så säljer NLP både hela och trasiga träpallar i Norge till olika köpare som fraktar ut pallarna ur landet och säljer dem vidare till varuproducenter eller råvaruproducenter. Därför sker både ett in- och ett utflöde i landet. De företag som är medlemmar hos NLP kan utgöras av varuproducenter både inom och utanför landets gränser, så därför kan pallar i flöde 5 i Figur 5 transporteras både till varuproducenter i och utanför landet. För att studien skall bli jämförbar med Florén och Gustavsson (2013) har systemgränserna definierats som inom landet och enbart till dagligvaruhandel.

Miljöpåverkan från tillverkningen och avfallshanteringen ska slås ut på hela pallens livslängd eftersom basen för beräkningarna i denna studie är en användarrutt. På motsvarande sätt belastas en användarrutt inte med hela miljöpåverkan från reparationen av pallen utan endast med 21 %, då det är den genomsnittliga andelen av pallarna som repareras efter att de varit hos kund.

Livslängden antas vara 15 månader och den återanvänds 7,4 gånger innan den är förbrukad och förbränns (Krewer et al., 2015). Det medför att en användningsrutt kräver 14 % nytillverkad träpall vilket har använts i träpallsstudien. Enligt uppgift från en annan studie håller träpallen istället 15 rutter, vilket medför att en användningsrutt kräver 7 % nytillverkad träpall (Brindley, 2010).

2.2 Funktionell enhet

Den funktionella enheten är definitionen av den studerade produktens funktion som LCA:n modelleras för. Vid användning av LCA-metodiken är det viktigt att bidraget från produkter eller delprocesser i en livscykel jämförs med och relateras till rätt funktion. Därför behöver en räknebas definieras, en så kallad funktionell enhet. Den funktionella enheten ska avspegla produktens nytta och vara praktiskt mätbar. De båda pallarnas funktion är att bära livsmedelsprodukter hos varuproducent, grossist, butik och vid transporter däremellan.

2.2.1 SRS helpall

För SRS helpall är den funktionella enheten satt till *"en användningsrutt för en pall med maximal dynamisk lastvikt 3000 kg"*. Referensflödet, den vikten som behövs för att tillgodose den funktionella enheten, för SRS helpall är baserat på dess vikt, vilket motsvarar 14,8 kg.

SRS helpall har en maximal lastvikt på 1000 kg i stallage, 3000 kg dynamiskt och 5000 kg statiskt vilket medför att den jämförande träpallen behöver klara samma lastvikt genom hela

flödet. Enligt Winslow-Andersson och Jonasson (2016) spelar inte skillnader i maximal lastvikt någon roll för jämförelsen av de olika systemen då livsmedelstransporter är volymbegränsade istället för viktbegränsade.

Då den funktionella enheten ser till en användningsrutt gör det att vissa processer inte får 100 % påverkan för varje funktionell enhet. Till exempel så delas produktionen med hur många användningsrutter som SRS helpall används. Likaså gäller för vissa transporter som inte sker varje användningsrutt utan om de sker till exempel 20% av gångerna en pall gör en användningsrutt så räknas 20 % in av miljöpåverkan från denna transport i den funktionella enheten.

Det finns ingen standardiserad funktionell enhet för liknande system, vilket gör det svårt att jämföra olika livscykelanalyser sinsemellan då skalning av miljöpåverkan inte sker linjärt med pallens vikt. Däremot lämpar sig den funktionella enheten väl för att allokera miljöpåverkan framåt i produktleden när SRS helpall är fylld med produkter. Om t.ex. 150 st paprikor kan transporteras på en pall, kan 1/150-del av pallens miljöpåverkan allokeras till paprikans miljöpåverkan.

2.2.2 Träpall

För motsvarande träpall är den funktionella enheten satt till *”användning av en pall under en användningsrutt*. Referensflödet, den vikten som behövs för att tillgodose den funktionella enheten, för motsvarande träpall är baserat på dess vikt, vilket motsvarar 26,24 kg (Krewer et al., 2015).

Ecoinvent (2013) har felaktigt dokumenterat pallens vikt som 22 kg, men summan av massan av ingående material ger en vikt på 26,24 kg inklusive fukt. Detta stämmer också överens med uppgiften att en träpall väger mellan 23 till 30 kg (Romanich, 2014). Viktigt att notera är att under en användarrutt så är det flera steg i livscykeln som inte belastas med en hel palls miljöpåverkan (exempelvis produktionen av pallen som delas upp på hela pallens livslängd).

2.3 Miljöpåverkanskategorier

Inom ramen för en LCA kan flera olika miljöpåverkanskategorier ingå. Nedan presenteras de valda miljöpåverkanskategorierna för SRS helpall respektive träpallen.

2.3.1 SRS helpall

Denna studie inkluderar sju kategorier:

- Primär energianvändning
- Global uppvärmningspotential
- Försurningspotential
- Övergödningspotential
- Bildande av marknära ozon
- Luftburna partiklar
- Utarmning av fossila resurser

Ovanstående sju miljöpåverkanskategorier har valts i samråd med SRS. Det ger en bred bild av systemets globala (t.ex. global uppvärmningspotential), regionala (t.ex. förurningspotential) och lokala (t.ex. luftburna partiklar) miljöpåverkan. I liknande LCA:er har samma kategorier valts, vilket underlättar jämförelser mellan studierna. Dessutom fås en bredare bild av systemets miljöpåverkan än om färre kategorier hade valts. Global uppvärmningspotential är SRS primära miljöpåverkanskategori och därför baseras känslighetsanalysen främst på de värdena. Däremot diskuteras avvikande resultat för de andra kategorierna löpande i texten.

Tillhörande karakteriseringsfaktorer som används för att omvandla systemets utsläpp till dess miljöpåverkanskategori presenteras i Tabell 4. För en fördjupad presentation av dessa, se Appendix 5 Miljöpåverkanskategorier.

Tabell 4. Miljöpåverkanskategorier för SRS helpall med tillhörande karakteriseringsfaktor.

Miljöpåverkanskategori	Karakteriseringsfaktor	Enhet
Primär energianvändning	CED	kWh
Global uppvärmningspotential	GWP	g CO ₂ -ekvivalenter
Förurningspotential	AP	g SO ₂ -ekvivalenter
Övergödningspotential i sjöar och vattendrag	EP	mg P-ekvivalenter
Bildande av marknära ozon	POCP	g NMVOC
Luftburna partiklar	PM	g PM ₁₀ -ekvivalenter
Utarmning av fossila resurser	ADP	g olje-ekvivalenter

2.3.2 Träpall

Kartläggningen av energi är relaterat till systemets inflöden medan miljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, förurning, övergödning samt fotokemisk oxidantbildning är relaterade till systemets utflöden. Karakteriseringsfaktorer från metoden CML 2001 (Guinée et al., 2002) har använts för att översätta emissionerna till grupper av utsläppsekvivalenter. För just global uppvärmningspotential har dock de senaste karakteriseringsfaktorerna från IPCC använts (Forster et al., 2007). För primär energianvändning har metoden Cumulative Energy Demand – CED (Bösch et al., 2007) använts. Båda metoderna finns i programvaran Simapro (PréSustainability, 2014) som använts för att modellera upp systemet och för att räkna ut potentiell miljöpåverkan.

Tabell 5. Miljöpåverkanskategorier för träpall med tillhörande karakteriseringsfaktor.

Miljöpåverkanskategori	Karakteriseringsfaktor	Enhet
Primär energianvändning	CED	kWh
Global uppvärmningspotential	GWP	g CO ₂ -ekvivalenter
Försurningspotential	AP	g SO ₂ -ekvivalenter
Övergödningspotential i sjöar och vattendrag	EP	g PO ₄ ³⁻ -ekvivalenter
Bildande av fotokemiska oxidanter	POCP	mg C ₂ H ₄ -ekvivalenter

2.4 Programvara för LCA-beräkningar SRS helpall

Systemet har modellerats i programvaran Simapro från PRé Sustainability som är framtagen för att utföra LCA:er (PRéSustainability, 2016a). Simapro kopplas till olika databaser och gör beräkningar utifrån olika metoder för att få fram vilken miljöpåverkan olika material, produkter och processer har. I denna LCA har den schweiziska databasen Ecoinvent använts som innehåller data om utsläpp och resursbehov för olika material, produkter och processer där all data är livscykeldata som tar med processer långt bak i kedjan, exempelvis data för nödvändig infrastruktur (Ecoinvent, 2013).

I Simapro kopplas material, produkter och processer samman för att få fram den sammantagna miljöpåverkan för ett helt systems livscykel. Metoderna som Simapro använder för att beräkna ett systems miljöpåverkan är uppbyggda med olika miljöpåverkanskategorier, viktning av ämnen samt tidsperspektiv. I den här studien har metoderna *Cumulative Energy Demand* och *ReCiPe hierarchical mid-point* använts.

För mer information om databasen och metoderna som använts, se 2.5 Datakvalitet och 3.1.5 Antaganden i Simapro och Ecoinvent.

Inga nya beräkningar har gjorts för träpallen sedan den senaste LCA:n utförd av Krewer et al. (2015).

2.5 Datakvalitet

Nedan presenterar en kritisk granskning gällande datakvalitet för SRS helpall och motsvarande träpall.

2.5.1 SRS helpall

Data som ligger till grund för studiens resultat är tagen från olika källor. De uppgifter som SRS har haft möjlighet att bistå med, genom sin egen verksamhet och kontakt med exempelvis leverantörer, har använts i största möjliga utsträckning. För data som inte funnits att tillgå från det studerade systemet har istället data från databasen Ecoinvent version 3 använts.

Databasen Ecoinvent uppdateras kontinuerligt, men vissa processer och material som har använts är gamla och om de bakomliggande faktorerna har förändrats så kan data snabbt bli utdaterad.

Det gäller bland annat processer som varmformning där el har ersatt värme i den studerade produktionsanläggningen. Vissa nyare processer finns inte heller representerade i databasen, t.ex. det förnyelsebara bränslet Hydrotreated Vegetable Oil (HVO). I några fall har leverantörernas data kunnat användas, men det finns en problematik i att blanda olika insamlings- och beräkningsmetoder med varandra vilket också påverkar resultatet och modellens trovärdighet.

Då Simapro utgör ett verktyg för att modellera verkligheten och kvantifiera miljöpåverkan är inte resultatet nödvändigtvis helt rättvisande för systemets faktiska miljöpåverkan. Resultatet ska snarare ses som en modell av verkligheten där verkligheten har efterliknats genom användandet av tillgängliga processer och data. I de fall som flera alternativ har funnits har i de flesta fall osäkerhetsprincipen tillämpats och det alternativ som inneburit störst miljöpåverkan har använts för SRS helpall, ett så kallat "worst case".

2.5.2 Träpall

All information om träpallen kommer från den livscykelanalys som SP utförde genom Krewer et al. (2015).

Inventeringen av fördelningen av volymer eller flöden av pallar som går från grossist till depå, varuproducent och reparatör baseras i första hand på specifika data för NLP:s träpallssystem. Anledningen till detta är att det inte finns någon information om hur den fördelningen skulle kunna se ut i SRS träpallssystem (plast- och träpallssystemen är olika, t.ex. så sorteras träpallen ut som C-pall istället för att tvättas, vilket innebär att träpall snarare säljs som C-pall än åker till depån för att tvättas) och att samla in liknande information för svenska förhållanden skulle kräva inblandning av en projektpartner med kännedom om t.ex. PÖS, vilket ligger utanför projektets ramar. Detta betyder också att det antas att SRS både skulle sälja hel och trasig pall till pallföretag på samma sätt som NLP gör. Att använda norsk data för att uppskatta ett framtida svenskt SRS-träpallssystem handlar om att definiera hur det systemet skall se ut, och därför kan inget uttalande göras huruvida datakvaliteten i det här fallet skulle blivit bättre om det funnits uppgifter för t.ex. det svenska PÖS-systemet.

För inventeringen av transportavstånd och fyllnadsgrad i transporter har data från Florén och Gustavsson (2013) använts i så stor utsträckning som möjligt. Eftersom det antas att det rör sig om samma producenter och grossister, men ett utökat antal depåer genom att reparatörer anlitas för träpall antas datakvaliteten vara god. För produktion av träpallen har medelvärdesdata hämtats från Ecoinvent (Ecoinvent, 2013). Dessa data antas vara representativa för studien och datakvaliteten bedöms vara god. Energiåtgång och materialåtgång för reparation av träpallar har inventerats av NLP och data är från den största köparen och reparatören av träpall i Norge. Datakvaliteten bedöms därför vara god, eftersom det är representativa data för Norge och eftersom det antas att det inte råder stor skillnad mellan Sverige och Norge.

Energiproduktionen antas vara svensk medelmix och hämtas från Ecoinvent (Ecoinvent, 2013). Ecoinvent innehåller de senaste uppdaterade publika nationella data på energi- och elproduktion i Sverige och Norge och anses vara tillräckligt bra för studiens syfte. Data gällande hur stor mängd pallar som säljs av pallföretag till företag inom Sverige saknas och därför görs en känslighetsanalys för att se hur det kan påverka resultatet. Data saknas även för transporter från butiker och pallföretag till förbränningsanläggningar. Dessa flöden är dock så små att det bedöms att ingen känslighetsanalys behöver göras. Data som använts kan överlag anses vara av

god kvalitet. Det är dock viktigt att notera att förutsättningar och metodval i en livscykelanalys också påverkar studiens resultat.

3 Inventering

Inventeringen består av de fyra delarna grundläggande antaganden, produktion, användning och återvinning. Inventeringen är baserad på kvantitativ data och har därefter skalats om för att anpassas till den funktionella enheten.

3.1 Grundläggande antaganden

De grundläggande antaganden som är av betydelse för inventeringen presenteras i efterföljande stycken uppdelat på respektive process eller systemantagande för att undvika upprepningar i de olika livscykelfaserna. Grundläggande antaganden kring basscenariot presenteras även i Appendix 3 Beskrivning av antaganden i basscenario samt i Appendix 11 Fråge-svar-matris.

3.1.1 Livslängd och återanvändning för SRS helpall

Livslängden för SRS helpall är svår att bestämma eftersom systemet ännu inte funnits i tillräckligt många år för att se hur den teoretiska livslängden stämmer överens med praktiken. Enligt tillverkaren har SRS helpall en estimerad livslängd på 15 år i aktiv användning. Dock finns det redan nu en kassation av pallar då bland annat klossarna körs sönder av truckgafflar. För att minska antalet kassationer sker reparation av SRS helpallar vilket leder till en längre livslängd. Utifrån tillverkarens estimerade livslängd och diskussioner med SRS, Winslow-Andersson och Jonasson (2016), har därför medellivslängden för SRS helpall i basscenariot satts till 15 år. En känslighetsanalys av livslängden görs i kapitel 5.1.1.1.

Under ett år används SRS helpall ca 7 gånger vilket baserar på antalet helpallar som går till varuproducent delat med antal det genomsnittliga antalet helpallar i beståndet under 2015, se Tabell 6. Detta har tagits fram i samråd med SRS (Löfgren, 2016).

Utifrån ovanstående resonemang används SRS helpall i genomsnitt ca 104 gånger, se Tabell 6. Det innebär att det behövs 1/104-del nyproducerad helpall per användningsrutt. Denna siffra används för att fördela de processer som händer en gång under SRS helpalls livscykel, så som tillverkningen och slutåtervinningen av helpallen.

Tabell 6. Nyckeltal för SRS helpalls livslängd och användningar under sin livstid

Livslängd	15 år
Helpall till varuproducent	3 172 279 st
Helpall i beståndet	457 798 st
Användningar per år	6,93 st
Användningar per livstid	103,95 st

3.1.2 Livslängd och återanvändning för träpall

Träpallens livslängd antas vara 15 månader och den återanvänds 7,4 gånger innan den är förbrukad och förbränns (Krewer et al., 2015). Det medför att en användningsrutt kräver 14 % nytillverkad träpall. Enligt uppgift från en annan studie håller träpallen istället 15 rutter, vilket medför att en användningsrutt kräver 7 % nytillverkad träpall (Brindley, 2010).

3.1.3 Livslängd jämförelse

Eftersom livslängden drastiskt påverkar hur stor andel nytillverkad plast- och träpall som behövs för att tillgodose den funktionella enheten blir antagandet mycket viktigt för studiens jämförande resultat. Beroende på tidigare studiers intressenter varierar den antagna livslängden för både plast- och träpall (Brindley, 2010). Då träpallen är producerad av förnybart material spelar livslängden störst roll för antagandet gällande hur stor kolsänka den anses vara. För plastpallen blir livslängden viktig eftersom den påverkar betydelsen av att jungfrulig plastråvara används.

I denna studie har träpallens livslängd i basscenariot baserats på den tidigare utförda LCA:n av Krewer et al. (2015), medan SRS helpall har baserats på SRS information som stämts av med tillverkarens information. Mer diskussion om detta följer i kapitel 5.1.1.1 SRS helpalls livslängd.

3.1.4 Svinns SRS helpall

Redovisningsmässigt anger inte SRS något svinn men efter diskussioner med Winslow-Andersson (2016) antas ett mindre svinn i modellen då det är osannolikt att inget svinn sker sett över en användningsrutt. Den tidigare LCA:n på SRS helpall, utförd av Florén och Gustavsson (2013), antog 0,35 % i svinn per användningsrutt. I diskussion med Winslow-Andersson och Jonasson (2016) antas denna uppskattning fortfarande aktuell och används i modellen.

Svinnet antas uppstå på olika noder i användningsfasen där helpallen först antas ha en sekundär användning utan miljöpåverkan och därefter skickas till ett kraftvärmeverk för energiåtervinning. Florén och Gustavsson (2013) antog ett medelavstånd på 130 km för denna transport samt att den sker med 50 % fyllnadsgrad och en 16 tons lastbil Euro 4.

3.1.5 Antaganden i Simapro och Ecoinvent för SRS helpall

Inom ramen för den valda databasen Ecoinvent finns flera dataset att välja på, där miljöpåverkan allokeras mellan livscyklar på olika vis, vilket spelar stor roll för systemets slutgiltiga miljöpåverkan. Databasen som använts är *Ecoinvent 3.1 allocation, default – unit* som använder en ekonomisk allokeringsmodell där ingående råmaterial är jungfruligt och eventuell undsluppen miljöpåverkan tillgodoses genom systemexpansion. I modellen användes *unit* istället för alternativet *system*. Detta medförde att enskilda processer kunde följas bakåt och därmed modifieras i de fall som specifika data har erhållits från företaget.

Beräkningsmetoden som använts för alla miljöpåverkanskategorier, utom primär energianvändning som inte finns med i metoden, är *ReCiPe Midpoint H version 1.12*. För primär energianvändning har istället *Cumulative Energy Demand version 1.09* använts. Genom att använda dessa beräkningsmetoder har en karakterisering av miljöpåverkan gjorts som utmynnar i ekvivalenssiffror för de valda miljöpåverkanskategorierna.

Mer detaljerad information om hur databasen är uppbyggd och fungerar finns i Appendix 6 Skalning av elmix.

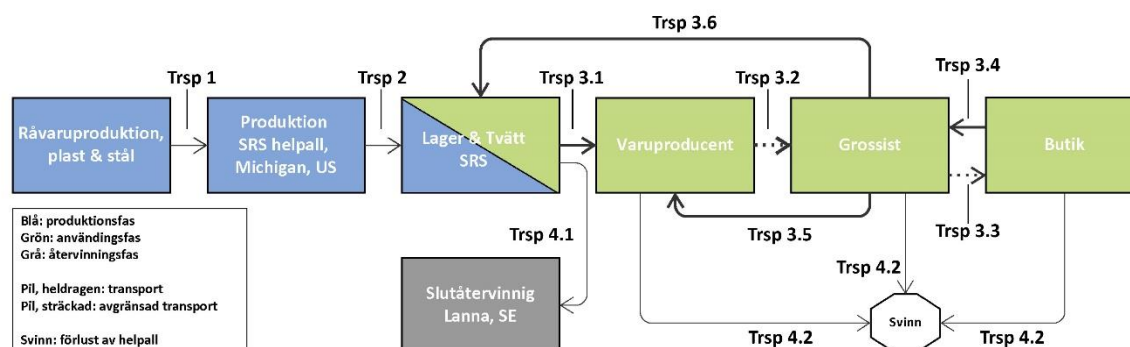
3.1.6 Antaganden i Simapro och Ecoinvent för träpall

Inom ramen för den valda databasen Ecoinvent finns flera dataset att välja på, där miljöpåverkan allokeras mellan livscyklerna på olika vis, vilket spelar stor roll för systemets slutgiltiga miljöpåverkan. Databasen som använts är *Ecoinvent 3.1 allocation, default – system* som använder en ekonomisk allokeringsmodell där ingående råmaterial är jungfruligt och eventuell undsluppen miljöpåverkan tillgodoräknas genom systemexpansion.

Beräkningsmetoden CML 2001 (Guinée et al., 2002) har använts för att översätta emissionerna till grupper av utsläppsekvivalenter. För just växthuseffekten har dock de senaste karakteriseringsfaktorerna från IPCC använts (Forster et al., 2007). För primär energianvändning har metoden Cumulative Energy Demand – CED (Bösch et al., 2007) använts. Alla metoderna finns i programvaran SimaPro som använts för att modellera upp systemet och för att räkna ut potentiell miljöpåverkan (PréSustainability, 2014).

3.1.7 Transport SRS helpall

För att ge en rättvis bild av transporterna har specifika uppgifter för respektive transportsteg använts. Dessa presenteras löpande under rubriken ”Transport” för de tre huvudområdena produktion, användning och återvinning. En översikt över samtliga transporter fås i Figur 6.



Figur 6. Översikt över transporterna för SRS helpall.

I produktionsfasen ingår transport 1-2, vilka sker en gång per livslängd för en SRS helpall. I användningsfasen, kapitel 3.3, ingår transport 3.1–3.6 vilka utgör en transportcykel som möjliggör återanvändning av SRS helpall och sker 104 gånger under en SRS helpalls livslängd. Av dessa är de streckade transporterna (3.2 och 3.3), från varuproducent till grossist till butik, exkluderade i enlighet med avgränsningarna i kapitel 2.1. I återvinningsfasen, kapitel 3.4, ingår transport 4 som är uppdelad mellan materialåtervinning för kasserade pallar (4.1) och energiåtervinning för svinnade helpallar (4.2). Transport 4.1 till materialåtervinning sker en gång under en SRS helpalls livslängd. Transport 4.2 till energiåtervinning för svinnade pallar sker ca

0,4 % per funktionell enhet, ett flöde som antagits i samråd med SRS då inga exakta nyckeltal finns tillgängliga för att beräkna dess storlek.

Samtliga fordonskilometer är baserade på transporter där pallen är antingen lastbärare eller tomtransporterad mellan noderna.

3.1.7.1 Beräkning av tonkm

Fyllnadsgraderna antas vara volymbegränsade och därför har en volymbaserad fyllnadsgrad tagits fram för respektive transportlänk. Utsläpp för tank-to-wheel för en tonkm har beräknats i NTM (2016) för de flesta lastbilarna och dessa värden har sedan förts in i Ecoinvent processer. I NTM (2016) har viktbaserad fyllnadsgrad med samma fyllnadsgrad som den volymbaserade använts. För SRS standardflöde och för deras resursbilar har specifik utsläppsdata från DHL genom Löfgren (2016) använts för tank-to-wheel. Utsläpp som sker för well-to-tank ingår i Ecoinvent processerna och har inte ändrats i modellen. Då Ecoinvent processerna har lägre fyllnadsgrad än den som har använts i modellen antas miljöpåverkan från well-to-tank troligtvis vara något överskattad, i enlighet med ”worst case”-metodiken.

För tåg och båttransporter har oförändrade processer i Ecoinvent använts well-to-wheel.

3.1.7.2 SRS Flöde

De flesta transporterna i Sverige sker med SRS egna flöde som består av ett Standardflöde, där transporten sker genom DHL som samlastar med andra transportköpare samt av Resursbilar, dedikerade endast till SRS transporter. För att möjliggöra modellering har Standardflöde och Resursbilar viktats gentemot varandra baserat på tonkm då de kör med olika fordon, på olika bränslen och har olika fyllnadsgrad vilket kan ses i Tabell 7. Dock skiljer sig fördelningen mellan dessa för transport 3.4–3.5 och 4.2 som inte kontrolleras av SRS på samma sätt som övriga transporter i SRS flöde.

Tabell 7. Specifikation av fordonstyp, bränsle och fyllnadsgrad för SRS flöde.

SRS Flöden	Andel av flödet	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Bränsle	Fyllnadsgrad
Standardflöde	63,64 %	16-32 ton lastbil, Euro 4	28-34 ton lastbil med släp, Euro 4	Diesel	80 %
Resursbilar	36,36 %	16-32 ton lastbil, Euro 5	28-34 ton lastbil med släp, Euro 5	Evolution diesel+ (HVO40)	90 %

Fyllnadsgraderna är volymbaserade och baseras på uträkningar av Löfgren (2016). För Standardflödet angavs fyllnadsgraden till 80 % med hänsyn tagen till tomtransporter vid exempelvis framkörning. Då Resursbilarna är dedikerade till SRS transporter har de en högre fyllnadsgrad på 90 % som också tar hänsyn till eventuella tomtransporter, för att inte underskatta miljöpåverkan.

Uppgifter gällande fordonstyp och bränsle för transporterna är tillhandahållna av Löfgren (2016). När det gäller fordonstyp för Resursbilarna har Euro 5 angetts då dessa går antingen med Euro 5

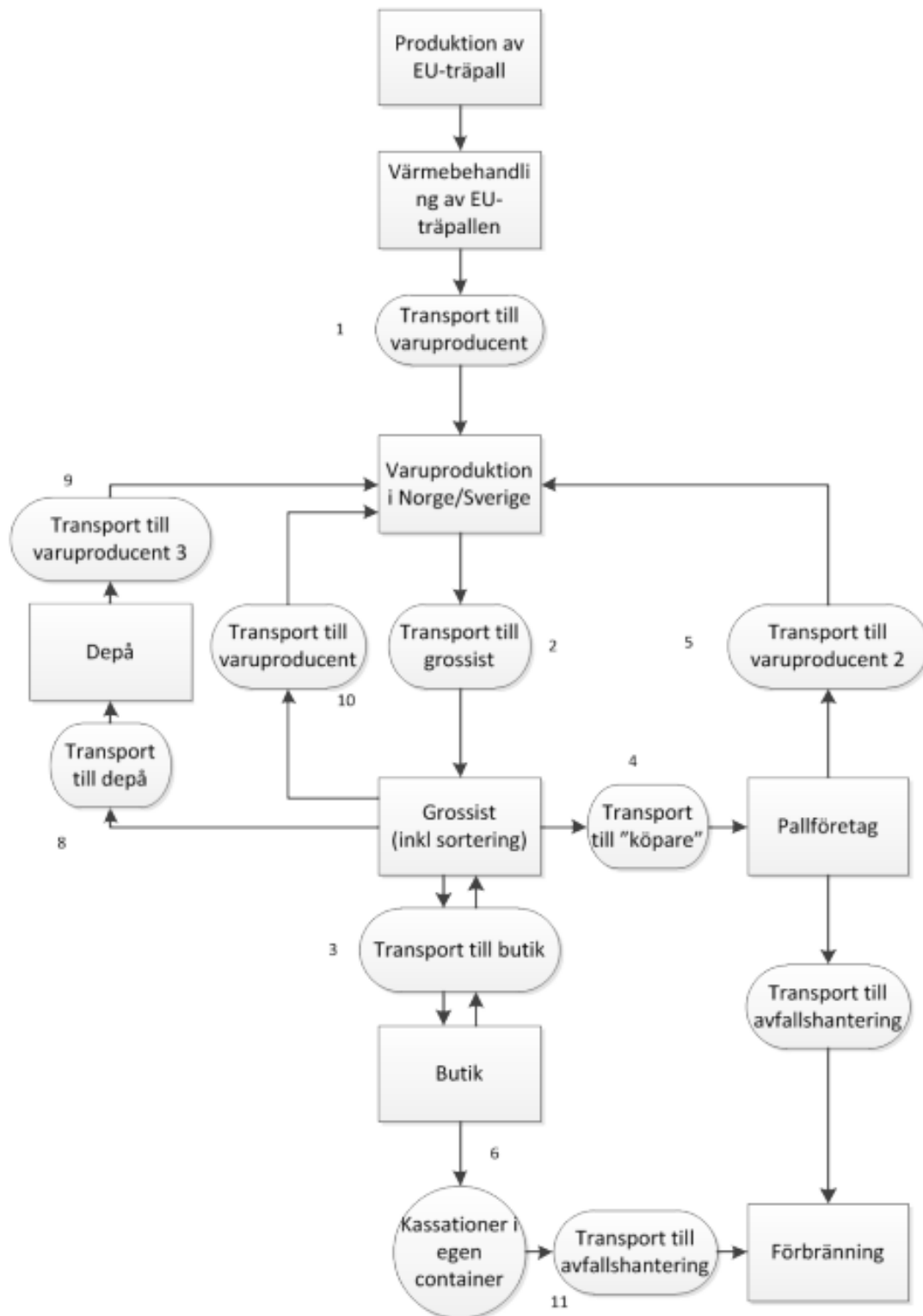
eller Euro 6 för att inte riskera att underskatta bidraget från denna transport. Vad gäller bränslet har standarddiesel använts som inflöde från well-to-tank medan tank-to-wheel har ersatts med SRS exakta utsläpp för CO₂ givna av DHL genom Löfgren (2016) för Standardflödet (se Appendix 10 Data för). Även för Resursbilarna har SRS egna utsläppsvärden för CO₂ använts för tank-to-wheel medan 40 % av standarddieseln ersatts med vegetabilisk oljemetylster från rapsolja på den europeiska marknaden för well-to-tank. Det var det förnyelsebara bränslet i Ecoinvent som ansågs ligga närmast HVO40 i miljöpåverkan och energiinnehåll (JRC et al., 2014). Enligt Preems innehållsdeklaration består Evolution Diesel+ av 7 % vegetabilisk oljemetylster från rapsolja, upp till 40 % hydrerad vegetabilisk olja från svensk skogsindustri och resterande är fossil diesel miljöklass 1 (Preem, 2016), vilket gör att miljöpåverkan från Resursbilarna troligtvis är något överskattad.

3.1.7.3 Interna transporter

Den interna transporten i SRS tvättanläggningar sker med eltruckar vars elanvändning inkluderas i tvättanläggningarnas elanvändning. Därför går det inte att urskilja vilken el som går till respektive process i tvätten, se kapitel 3.3.1.1.1. Tillverkning och service av truckarna har inte inkluderats. Interna transporter som inte sker i SRS tvättanläggningar har avgränsats då detta ligger utanför SRS kontroll och att det inte finns information kring hur denna transport sker. Dessutom sker hanteringen på liknande sätt för både plast- och träpall vilket gör att jämförelsen inte påverkas av avgränsningen.

3.1.8 Transport träpall

Alla antaganden för transporter av träpall är baserade på samma antaganden som gjort för SRS helpall, 2013 års LCA, (Krewer et al., 2015). Den tidigare LCA:n som gjordes för en prospektiv införsel av träpallar i SRS system baserades på att enda skillnaden i systemet var vilken pall som transporterades (Krewer et al., 2015). Därför gäller samma fyllnadsgrader, fordonskilometer och noder som i den tidigare LCA:n för SRS helpall (Florén & Gustavsson, 2013). Den enda skillnaden i grundläggande antaganden gällande transporter blir därför pallens vikt som antas vara 26,24 kg i träpallens basscenario (Krewer et al., 2015). I Figur 7 presenteras transportflödena för det studerade träpallssystemet.



Figur 7. Översikt över transporterna för träpallen.

3.2 Produktion

Nedan presenteras inventeringen av produktionsfaserna för först SRS helpall och därefter motsvarande träpall. En kortare jämförelse mellan modellerna görs efter avsnitten för att visa på skillnader och likheter som är viktiga att ta i beaktning vid resultat och analys av resultatet. I Figur 1 ses denna fas i de blå rutorna.

3.2.1 Råvaruförädling SRS helpall

I detta kapitel presenteras de jungfruliga och återvunna råvarorna, hur data har inhämtats, transporterna från råvaruproducent till tillverkning samt fördelningen mellan återvunnen och jungfrulig råvara samt en kort uppsummering av effekten att använda återvunnet material.

3.2.1.1 Jungfrulig råvara

De jungfruliga råvarorna som ingår i SRS helpall är HDPE (high density polyethylene) och stål. Utöver detta har SRS helpall en RFID-hållare i PP (polypropen), men vikten är marginell vilket leder till att den antas vara samma som övrig HDPE. För exakt vikt på SRS helpalls beståndsdelar se Tabell 8 och de exakta dimensionerna är presenterade i Tabell 9. Figur 8 visar hur SRS helpall ser ut.



Figur 8. Bild på SRS helpall.

Tabell 8. Vikt på råvaror för SRS helpall.

	HDPE [kg]	Stål [kg]	Totalt [kg]
SRS Helpall	12,8	2,0	14,8

Tabell 9. SRS helpall dimensioner.

	Längd [mm]	Bredd [mm]	Höjd [mm]
SRS Helpall	1200	800	150

3.2.1.1.1 HDPE

Enligt uppgifter från ShuertTechnologies (2016) köps HDPE in från Exxon Mobil Chemicals i Louisiana, USA. Data för framställningen av HDPE är hämtade från rapporten "Cradle to gate life cycle inventory of nine plastic resins and four polyurethane precursors" av FranklinAssociates (2011). Rapporten redogör för genomsnittlig miljöpåverkan från produktion av plaster i USA, bland andra HDPE och informationen är baserad på 17 producenter och ca 80 produktionsanläggningar. Den HDPE som ShuertTechnologies (2016) använder i sin produktion av SRS helpallar framställs av främst naturgas och inte olja. Fördelningen stämmer överens med genomsnittsproduktionen i FranklinAssociates (2011) rapport, vilken används i modellen. Rapporten tar hänsyn till all in- och utförsel av material och energi, inklusive internprocesser, från vagga till färdigt plastgranulat samt de utsläpp som uppstår i samband med granulatproduktionen.

Energiprofilen som ligger till grund för produktionen av HDPE i rapporten presenteras i Tabell 10.

Tabell 10. Energiprofil HDPE-produktion enligt FranklinAssociates (2011).

Energikälla	GJ per 1000 kg	Andel [%]
Naturgas	63,6	81
Petroleum	11,3	14
Kol	2,29	3
Kärnkraft	0,85	1
Vattenkraft	0,10	0
Övrigt	0,16	0

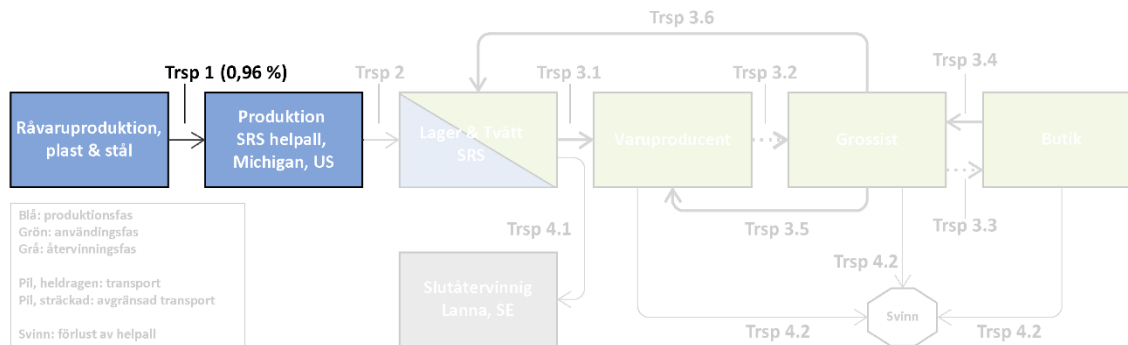
3.2.1.1.2 Stål

Ingen specifik information har inventerats för tillverkningen av stålskenorna som används i produktionen av SRS helpall. Istället har europeiska medeldata använts i en standardprocess i Ecoinvent (2013) som heter (Reinforcing steel [RER] | production | Alloc Def, U). Databasen bygger på siffror från europeiska ståltillverkare och började samlas in 2000 med senaste revideringen 2014. Resursbehov (energi och material), utsläpp från hela utvinningskedjan och miljöbördan från använd infrastruktur är inräknad i processen. Även interntransporter vid tillverkningen tas med.

3.2.1.2 Transport

I denna fas ingår transport 1 från Råvaruproducent till Tillverkning. Den sker 0,96 % per användningsrutt baserat på att SRS helpall kan användas ca 104 gånger under en livslängd. Inräknat i den siffran är förlusterna som sker under en användningsrutt i form av svinn och kassation av trasiga pallar. Det innebär att massflödet in och ut ur systemet är balanserat. Uträkningen för den procentuella andelen syns i ekvationen nedan.

$$\frac{1 \text{ pallproduktion}}{104 \text{ användningsrutter}} = 0,0096 \text{ pallar/användningsrutt}$$



Figur 9. Översikt över transporter för råmaterialet till SRS helpall från Råvaruproducent till Produktion.

3.2.1.2.1 Transport 1 från Råvaruproducent till Produktion

Transport 1 är uppdelad mellan transport av HDPE och stål presenterade i Tabell 11.

Tabell 11. Transportdata för jungfruliga råvaror till SRS helpall.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Fyllnadsgrad
HDPE	Exxon Mobil Chemicals i Louisiana, USA - Shuert Technologies i Sterling Heights, USA	1808	Frakttåg, diesel	N/A	70 %
Stål	Råvaruförädling i York, USA – Shuert Technologies i Sterling Heights, USA	970	16-32 ton lastbil, Euro 3	14-20 ton lastbil, Euro 3	70 %

Data för transporterna baseras på information från Löfgren (2016) som i sin tur har haft kontakt med SRS kontaktperson på DHL för att få uppgifter gällande antagen fordonstyp i det amerikanska flödet. Sammantaget innebär det att en Euro 3 lastbil på 16-32 ton och fyllnadsgrad 70 % antagits för lastbilstransporterna och för tågtransporterna ett frakttåg som drivs med diesel och en fyllnadsgrad på 70 %. Tank-to-wheel för lastbilen är modellerad i NTM (2016) som Euro 3 lastbil 14-20 ton. Transportlängden för lastbil är uppmätt med NTM (2016) och med DistancesFrom (2015) för tåg.

3.2.2 Råvaruförädling träpall

Data för träpallen hämtas från Ecoinvent och heter (EUR-flat pallet [RER] | production | Alloc Rec, U) och representerar europeisk medelvärdesproduktion. Pallen är i modellen sammansatt av olika material i olika mängd enligt Tabell 12. Dimensionerna för träpallen presenteras i Tabell 13 Databasmaterialet och kvantiteterna som används är redovisade i Tabell 14.

Tabell 12. Vikt på råvaror för träpall

	Trä (virke) [kg]	Träflis (klossar) [kg]	Stål (spik) [kg]	Totalt [kg]
Träpall	18,09	7,96	0,20	26,24

Tabell 13. Dimensioner för träpall

	Längd [mm]	Bredd [mm]	Höjd [mm]
Träpall	1200	800	144

Tabell 14. Ingående material för träpall från Ecoinvent

	Databasnamn	Kvantitet
Trä	Sawnwood, softwood, raw, air dried [RER] market for Alloc Rec, U	0,0335 m3
Träflis	Particle board, for outdoor use [GLO] market for Alloc Rec, U	0,0117 m3
Stål	Steel, low-alloyed, hot rolled [GLO] market for Alloc Rec, U	0,195 kg

Spånskivan antas approximera spånklossarna och är sammansatt av flera olika material, bl.a. fenolharts (eng. phenolic resin), formaldehyd, fenol och isopropylbenzen. Det sågade virket är en produktionsmix av olika dimensioner utan bark. Eftersom det är biogent koldioxid tas inte detta med klimatpåverkansberäkningen i kapitel 4.2.2.

3.2.3 Tillverkning SRS helpall

Tillverkningen av SRS helpall sker hos Shuert Technologies i Sterling Height, Michigan, USA. Shuert Technologies gör en mängd olika produkter som baseras på samma typ av tillverkningsprocess, men siffrorna som används i denna modell är enligt ShuertTechnologies (2016) specifika för just SRS helpall.

Processen börjar med att plastgranulatet smälts och formas till ett ark. Därefter används en teknik som heter *Twin-Sheet Thermoforming*. Det innebär att två plastark smälts ihop till en SRS helpall, vilket gör det möjligt att lägga in stålskenorna mellan lagren (ShuertTechnologies, 2016). Det ger även möjligheten att göra olika tjocklekar på plastlagren och en textur på ytan för att öka vidhäftningsförmågan på ytskiktet. Metoden är snabb och kostnadseffektiv jämfört med andra tillverkningsprocesser och produktionscykeln för en helpall är ca en minut (ShuertTechnologies, 2016).

I den tidigare livscykelanalysen Florén och Gustavsson (2013) uppgavs produktion av en helpall kräva 1,5 kWh från information från producenten. Under inventeringen av denna livscykelanalys uppgav samma producent ShuertTechnologies (2016) att produktion av en helpall kräver 62 kWh. Produktionen av en helpall borde inte ha ändrats så radikalt att denna skillnad i energiåtgång är berättigad och författarna misstänker att beräkningsmetoderna skiljer sig åt.

Därför valdes det i denna LCA att använda den energiåtgång som standardprocessen i Ecoinvent har, cirka 14 kWh per helpall. En känslighetsanalys av båda de andra alternativen kan ses i 5.1.2.1. Då uppdaterade energiåtgångssiffror erhöles sent från tillverkaren, finns ett uppdaterat resultat presenterat i Appendix 12 Reviderat resultat.

Tabell 15. Elmix DTE Energy.

Energikälla	DTE Energy [%]
Kol	62,7
Kärnkraft	17,1
Naturgas	2,6
Olja	0,3
Förnybar energi	15,2
<i>Biobränsle</i>	1,6
<i>Vattenkraft</i>	0,2
<i>Vindkraft</i>	11
<i>Geotermisk</i>	2,4
Total	100

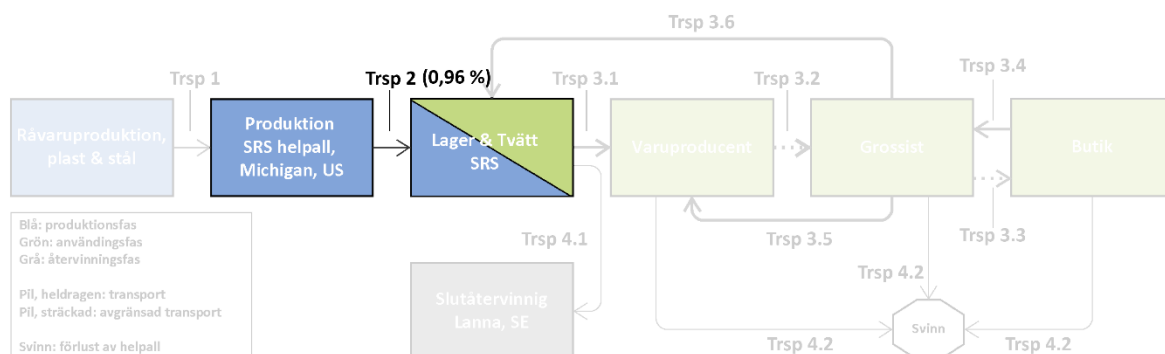
I Simapro har den generella elmixen för den amerikanska marknaden använts och därefter skalats om enligt uppgifterna i Tabell 15. Mer information gällande omskalningen finns i Appendix 6 Skalning av elmix.

Det finns ingen standardprocess för *Twin-Sheet Thermoforming* i Ecoinvent vilket har medfört att en standardprocess för vanlig varmformning har använts och modifierats med data som erhållits från ShuertTechnologies (2016). Bland annat används ingen värme i Shuerts process vilket är den största skillnaden jämfört med standardprocessen (Thermoforming, with calendering [RER] | production | Alloc Def, U).

Enligt ShuertTechnologies (2016) är spillet lågt och återcirkuleras direkt i processen, vilket leder till att det antas vara noll. Däremot är inte tillverkningsprocessen 100 % effektiv enligt Ecoinvent (2013), utan 1 kg av processen ger 0,977 kg varmformad plastpall.

3.2.3.1 Transport

I denna fas ingår transport 2 från Produktion till SRS lager. Den sker lika ofta som transport 1, vilket är uträknat i kapitel 3.2.1.2.1 Transport 1 från Råvaruproducent till Produktion.



Figur 10. Översikt över transporterna för SRS helpall från Produktion till SRS Lager.

3.2.3.1.1 Transport 2 från Produktion till SRS Lager

En nyproducerad SRS helpall transporteras med lastbil till tågomlastningen och därifrån vidare till hamnen. Från hamnen går den vidare med pråm i två transportlänkar och slutligen i lastbil till SRS Lager. Transportdata för denna sträcka redovisas i Tabell 16 och en detaljerad förklaring till värdena följer nedan.

Tabell 16. Transportdata för SRS helpalls transport från produktionen i Sterling Heights till något av SRS tre ingående lager.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Fyllnadsgrad
SRS helpall	Produktion i Sterling Heights, USA – Tågcentral i Detroit, USA	40	16-32 ton lastbil, Euro 3	14-20 ton lastbil, Euro 3	70 %
	Tågcentral i Detroit, USA – Hamn i New York, USA	989	Frakttåg, diesel	N/A	70 %
	Hamn i New York, USA – Hamn i Rotterdam, NL	6265	Transatlantiskt fartyg	N/A	70 %
	Hamn i Rotterdam, NL – Hamn i Sverige (3 st)	1136	Pråm, inlandsvatten	N/A	70 %
	Hamn i Sverige (3 st) – SRS lager (3 st)	9,53	16-32 ton lastbil, Euro 4	14-20 ton lastbil, Euro 4	70 %

Observera att antalet tonkm är baserade för en SRS helpall och för en funktionell enhet genomförs den här transporten betydligt färre gånger än så, närmare bestämt 0,96 % av en

användningsrutt. Avstånden är hämtade från NTM (2016) för lastbilstransporterna, DistancesFrom (2015) för frakttåget samt Sea-Distances.com (2016) för båtsträckorna. Fyllnadsgraden är antagen till 70 % för alla deltransporter vilket är samma som i tidigare utförd LCA av Florén och Gustavsson (2013).

3.2.4 Tillverkning träpall

I standardprocessen, hämtad från Ecoinvent (2013), som använts för att modellera träpallen (EUR-flat pallet [RER] | production | Alloc Rec, U) är tillverkningen, som består av att sätta ihop de olika delarna av träpallen inte är inkluderad. Det betyder att bl.a. elförbrukning från verktyg, uppvärmning av lokaler, byggande av lokaler med mera inte är medräknade (Krewer et al., 2015).

År 2014 fördes det in 1,7 miljoner pallar i Norge (Romanich, 2014; Winslow-Andersson, 2016). Alla dessa är inte nytillverkade, utan det är en blandning av nya och redan använda pallar. Här antas att de pallar som kasseras och de pallar som används i andra system än dagligvaruhandeln i det studerade systemet är pallar som går förlorade och som måste ersättas. Pallarna som används i andra system antas att ”knuffa” ut andra pallar som då förbränns. Det betyder att en motsvarande mängd pallar som summan av flöde 6, 11 och flödet av C-pallar som lämnar pallföretagen måste ersättas med nyproducerade pallar, se Figur 5.

Från flöde 6: Totalt 1,7 miljoner pallar tas om hand av pallköpare och reparatörer. I detta fall används den beräknade fördelningen som ger att 2 % av dessa kasseras vilket innebär att 34 000 pallar kasseras efter sortering.

Från flödet av C-pallar som lämnar systemet från pallföretagen: Av de totala 1,7 miljonerna sorteras 62 % ut som A- och B-pall, och kan användas igenom inom livsmedelssektorn. Resterande 38 % är C-pall, eller av sämre kvalitet, vilket betyder att 650 000 pallar går till användning inom andra sektorer.

Från flöde 11: Enligt Romanich och Winslow-Andersson (2014) kasseras 60 000 pallar i butik varje år, vilket ger att 1 % per rutt måste ersättas.

Totalt måste alltså 744 000 pallar nyproduceras p.g.a. kassation eller utflöde ur systemet. Den procentuella andelen från nytillverkning som tillskrivs en rutt (FE) av det totala antalet rutter på 5,5 miljoner är 14 %.

Eftersom 744 000 pallar måste nyproduceras varje år och eftersom det görs 5,5 miljoner rutter varje år så förbrukar de 5,5 miljoner rutterna 744 000 pallar. Delar man antalet pallarna med antalet rutter så framgår att 0,135 pallar per rutt förbrukas. Delar man istället antalet rutter med antalet pallar så framgår att en palls livslängd är 7,4 rutter. I denna siffra är det inte inräknat att pallarna gör fler rutter som C-pall i andra system.

3.2.4.1 Transport

3.2.4.1.1 Transport träpallproduktion till varuproducent (flöde 1)

Distansen från nytillverkning till varuproducent är satt till 50 km utifrån norska förhållanden (Romanich & Winslow-Andersson, 2014) med en fyllnadsgrad på 80 %. Anledningen till detta är att data för svenska förhållanden saknas. Lastbilstypen modelleras som truck 60/40, svensk medel-Euro-klass (NTM, 2012).

3.3 Användning

I detta avsnitt presenteras en genomsnittlig användningsfas för SRS helpall respektive motsvarande träpall. I Figur 1 kan denna fas ses i de gröna rutorna.

3.3.1 Behandlingar under användningen SRS helpall

SRS helpall genomgår endast tvättning som behandling under en användningsfas. I Figur 4, som visar processträdet för SRS helpalls livscykel, är behandlingsfasen markerad som ”SRS Tvätt & Lager” i den gröna användningscykeln.

3.3.1.1 Tvättning

SRS helpallar tvättas i fyra anläggningar lokaliserade i Helsingborg, Örebro, Västerås & Mölnlycke. Data som använts för att beräkna tvättens miljöpåverkan är ett genomsnitt för dessa anläggningar under 2015.

I tvättanläggningarna behandlas två typer av produkter, returpallar och returlådor, där lådorna finns i flera olika storlekar och pallarna finns som helpall och halvpall. En fysisk allokering har gjorts mellan dessa produkter för att fördela tvättens miljöpåverkan där en standardtvätt baseras på en tvättning av en hellåda, se allokering i Tabell 17. Returlådorna har approximerats till två storlekar, hellådor och halvlådor, då de olika returlådevarianterna är liknande varandra i storlek.

- En helpall motsvarar areamässigt två halvpallar och en hellåda motsvarar areamässigt två halvlådor.
- En helpall motsvarar areamässigt fyra hellådor.
- Tvätthastigheten är snabbare för en returlåda än för en returpall och att detta till största del beror på arean av respektive produkt.
- Ovanstående punkter ger att en SRS helpall motsvarar samma miljöbelastning som fyra hellådor.

Tabell 17. Allokering för returlådor och returpallar för varje anläggning

	Hbg Antal	Hbg All.	Öre Antal	Öre All.	Vås Antal	Vås All.	Möl Antal	Möl All.
Hellåda	22 264 532	57,9 %	8 951 644	50,1 %	21 091 628	58,4 %	9 986 240	54,6 %
Halvlåda	23 462 752	30,5 %	13 093 624	36,6 %	20 673 408	28,6 %	11 891 640	32,5 %
Helpall	646 739	6,7 %	355 901	8,0 %	651 692	7,2 %	319 207	7,0 %
Halvpall	941 917	4,9 %	472 444	5,3 %	1 030 029	5,9 %	544 343	5,9 %

Alla helpallar går inte tillbaka till tvätten varje gång, i 41,6 % av fallen går de i ett direktflöde till en ny varuproducent utan att tvättas. Resten av SRS helpallar går till tvätten, alla SRS helpallar som går till tvätten antas tvättas. Miljöpåverkan från tvätten har därför fördelats så att pallen bär 58,4 % av tvättens miljöpåverkan per funktionell enhet, som är en genomsnittlig användningsrutt. I Tabell 18 kan transporterna som använts för ovanstående beräkningar ses.

Tabell 18. Transporter som används för fördelning av tvätt och fördelningen av tvätt

Grossist-Varuproducent (Trsp 3.5)	1 491 768 st
Grossist-SRS tvätt (Trsp 3.6)	2 095 525 st
Matchat flöde (ej tvättat)	41,6 %
Del som tvättas	58,4 %

3.3.1.1.1 Energi & Vatten

Energi används både till tvättprocessen och till stödprocesser, som uppvärmning av lokaler, belysning, kontor etc. Enligt Winslow-Andersson (2016) SRS köper el från förnybara energikällor (95 % vatten och 5 % vind). I anläggningen i Helsingborg används även fjärrvärme för både tvättningsprocessen och uppvärmning av lokal. Anläggningen i Örebro har sedan 2016 installerat fjärrvärme.

Fjärrvärmen i Helsingborg kommer från både kraftvärmeverk och värmeverk (Öresundskraft, 2015). Då miljöpåverkan för fjärrvärme från ett kraftvärmeverk, ska tas fram kan olika allokeringar göras. Detta val av allokering ger stor effekt på resultatet. Antingen kan den producerade elen bära all miljöpåverkan och fjärrvärmen ses då som en biprodukt. Det andra alternativet är att se fjärrvärmen som primärprodukt och låta den bära all miljöpåverkan från kraftvärmeverket. Det går också att låta fjärrvärmen och elen dela på miljöpåverkan. Då denna studie inte vill ta ställning i frågan om vad som är den mest realistiska allokeringen och Ecoinvent inte har data som representerar fjärrvärmeproduktionen i Helsingborg avgränsas fjärrvärmen från basscenariot. Fjärrvärmen i Helsingborg kommer från ett flertal olika källor, så som träpellets, biogas, sopor etc. (Öresundskraft, 2015).

Tvättprocessen återanvänder tvättvatten och rent vatten tillförs endast i det sista sköljsteget innan torkning. Värmeinnehållet i tvättvattnet utnyttjas också under flera steg av tvättprocessen. Det vatten som går in i processen är svenskt kranvatten utan någon extra behandling (Jonasson, 2016). Det vatten som sedan går ut ur processen innehåller diskmedelsrester som neutraliseras med koldioxid och kan då släppas ut i det kommunala avloppssystemet (Jonasson, 2016). I Tabell 19 kan förbrukningen av vatten och de utsläpp till vatten som har en påverkan på de undersökta miljöpåverkanskategorierna. Påverkan från behandlingen av avloppsvattnet beräknas

utifrån att det är vanligt bostadsavloppsvatten in i en modern reningsanläggning. För både in- och utloppsvatten har schweiziska värden använts. Detta för att de förhållandena är de som mest liknar svenska förhållanden av de olika alternativ som Ecoinvent innehåller. Sammantagen energianvändning för tvättning av låda, fastighetsel och vattenförbrukning ses i Tabell 19.

Tabell 19. Energi- & vattenförbrukning i tvättprocessen per funktionell enhet

Energi- & vattenförbrukning per funktionell enhet	
El tvättprocess	0,39 kWh
El kontor	0,004 kWh
Fjärrvärme	0,068 kWh
Vattenförbrukning	2,91 liter

3.3.1.1.2 Diskmedel, skumdämpare och koldioxid

Säkerhetsdatablad för diskmedlet har använts för att få fram information kring de olika komponenterna i diskmedlet men där skrivs endast namn på komponenterna, vilket inte är tillräckligt utförlig information för studiens ändamål. Allt innehåll i diskmedlet står inte heller på säkerhetsdatabladet eftersom de utgör en så liten del av innehållet att säkerhetsdatabladet inte behöver skriva ut det. Ecoinvent innehåller inte heller alla de komponenter som listas i säkerhetsdatabladet. Den totala mängden diskmedel som används per SRS helpall är 9,6 g och i Tabell 20 redovisas de delar av diskmedlet som har använts för beräkning av diskmedlets påverkan. För känslighetsanalys av diskmedlets påverkan se 5.1.4.

För skumdämparen som används under tvättning har säkerhetsdatablad använts för att få fram information, men som för diskmedlet så var inte information tillräckligt utförlig för studiens ändamål. Mängden är försumbar vilket gör att miljöpåverkan från skumdämparen avgränsas på samma sätt som i den tidigare livscykelanalysen av Florén och Gustavsson (2013). Ovanstående avgränsningar medför att miljöpåverkan från diskmedlet och skumdämparen är något underskattad.

Koldioxiden används för att neutralisera vatten från tvättanläggningarna så att det kan släppas ut som avloppsvatten. Den koldioxid som SRS använder är trycksatt i gasform men den koldioxid som har använts från Ecoinvent är i flytande form eftersom Ecoinvent inte innehåller någon trycksatt koldioxid i gasform. Detta gör att den miljöpåverkan som koldioxiden står för har en högre osäkerhet än om Ecoinvent haft data för flytande koldioxid.

Produkter som används för städning och dylikt används i så små mängder att de är försumbara. De har därför inte tagits med i beräkningarna.

Tabell 20. Vikt av diskmedel som tagits med i beräkningar, koldioxid för neutralisering & skumdämpare.

Diskmedel, koldioxid & skumdämpare	Mängd per funktionell enhet (g)
NaOH (15 % av diskmedlets vikt)	1,45
Polykarboxylat (5 % av diskmedlets vikt)	0,48
Koldioxid (CO₂)	0,87

Skumdämpare	0,27
-------------	------

3.3.1.1.3 Förbrukningsartiklar

De förbrukningsartiklar som används i tvätten uppstår till nästintill uteslutande del på grund av returlådesystemet och därför har inte helpallen tillskrivit någon miljöpåverkan från förbrukningsartiklar. Detta har beslutats i samråd med Winslow-Andersson (2016).

3.3.1.1.4 Avfall från tvättanläggningar

Det avfall som uppstår i tvätten uppstår till nästintill uteslutande del på grund av returlådesystemet och därför har inte helpallen tillskrivit någon miljöpåverkan från avfallet i tvättanläggningarna. Detta har beslutats i samråd med Winslow-Andersson (2016).

3.3.1.2 Reparation

Under användning kan det uppstå skador på SRS helpallar som går att reparera. Dessa skador uppstår oftast då en truck stöter i kanterna på helpallarna och att det då uppstår en spricka i pallen, oftast på pallens klossar. När skadorna inte är för stora lagas helpallarna genom att en plastråd svetsas ihop med pallen för att reparera sprickan. Reparationerna utförs för hand av personal på SRS i SRS tvättlokaler. Det är endast SRS helpallar som repareras i dagsläget (Winslow-Andersson, 2016).

Materialet som används är HDPE plast som i beräkningarna antas vara av samma sort som SRS helpall är tillverkad av. Det går åt ca 30 cm HDPE tråd vid varje lagning och svetspistolerna använder el där elanvändningen från svetspistolerna är inräknat i tvättlokalernas elanvändning (Hansson, 2016).

Verktyg och arbetskraften har avgränsats från studien.

HDPE tråden antas väga ca 12 g per meter tråd (Drader, 2016) vilket medför att det går åt ca 3,6 g HDPE för att laga en helpall. Transporter och tillverkning av HDPE tråden har exkluderats.

Under maj-dec 2015 reparerades 7 368 st SRS helpall och under jan-maj 2016 reparerades 3 686 st SRS helpall (Hansson, 2016). Då SRS inte reparerade helpallar under hela 2015 används siffrorna från både 2015 och 2016 för beräkningar av reparationens miljöpåverkan alltså, 11 054 st SRS helpallar. Eftersom medelbeståndet var 457 798 st under 2015 innebär det att 2,41 % av SRS helpallar reparerades. För att få ut hur många procent denna siffra är per funktionell enhet har därför siffran delats med antalet användningsrutter per år, vilket är ca 7 st. Det medför att 0,348 % av pallarna lagas per funktionell enhet vilket ses i Tabell 21.

Tabell 21. Nyckeltal för reparationsberäkningar.

Nyckeltal	Antal
Antal helpallar 2015	457 798 st
Antal lagade pallar maj 2015 – maj 2016	11 054 st
Andel lagade pallar 2015	2,41 %
Andel lagad pall per funktionell enhet	$2,41/6,93 = 0,348 \%$

3.3.2 Behandling under användning träpall

3.3.2.1 Värmebehandling

Träpallen värmebehandlas för att avdöda förekomsten av eventuellt insektsangrepp som påverkar skogsbruket negativt. Gasning förekommer inte längre som behandlingsmetod (Morén, 2015). Värmebehandling sker normalt första gången hos pallproducenten när träpallen är nyproducerad (om pallen är producerad enligt standarden ISPM 15, som många nationer ställer krav på). Värmebehandling kan också ske hos företag som köper in och reparerar begagnad träpall. Det går dock inte att svara säkert på hur många gånger per rutt som en träpall värmebehandlas (Morén, 2015; Romanich, 2014). Den uppgift som används i studien är att träpallen värmebehandlas två gånger per livslängd, vilket innebär att om en träpall går ca 10 rutter under sin livslängd så värmebehandlas den i snitt 0,2 gånger per rutt (Romanich & Winslow-Andersson, 2014).

Värmebehandlingen är inventerad som 50 Wh per pall (El). (Romanich & Winslow-Andersson, 2014)

3.3.2.2 Reparation

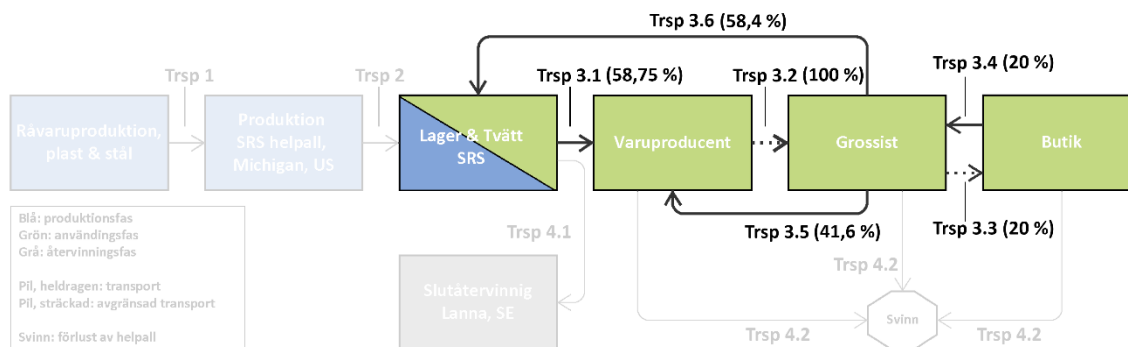
Enligt Romanich och Winslow-Andersson (2014) så skickar Norges grossister, totalt 1,7 miljoner pallar till alla pallföretag på den norska marknaden och av dessa är 1,2 miljoner trasiga. Differensen av detta är 525 000 som pallar ej behöver repareras men kan vara av lägre kvalitet. 525 000 pallar utgör 31 % av 1,7 miljoner pallar. Det resulterar i att 69 % måste repareras eller kasseras och det antas att 2 % går till förbränning enligt tidigare beräkning

Ersättningsklossar behöver köpas in, eftersom det uppstår mest skador på klossarna (Romanich, 2014). Data som används i studien för reparationerna är från 2014 och är inventerade enligt följande:

- Verktygen förbrukar 15 Wh per pall (El)
- Energianvändning för uppvärmningen är 110 Wh per pall (El är antaget)
- Det går åt två tråklossar per pall där hälften utgörs av trä och andra hälften av komposit. En tråkloss väger 0,6 kg. (Romanich, 2014)
- Det går åt 12 spikar per pall, som totalt väger 72 g. (Romanich, 2014)
- Det går inte åt ytterligare trä vid reparationen, utan endast ca 2 kg trä per pall från andra trasiga pallar. (Romanich, 2014)

3.3.3 Transport SRS helpall

I denna fas ingår transport 3 som är en transportcykel för återanvändning av SRS helpall. Cykeln går från varuproducent-grossist-butik-grossist-tvättning och sedan tillbaka till varuproducent. De streckade transporterna är avgränsade i basscenariot, men testas senare i känslighetsanalysen. I Figur 11 ses transporterna i användningsfasen samt den procentuella andelen som de sker per funktionell enhet. Observera att transporter till och från varuproducent inte summerar till 100 % i bilden eftersom det finns svinn- och kassationstransporter som presenteras i kapitel 3.4.5.



Figur 11. Översikt över transporterna i SRS helpalls användningsfas.

3.3.3.1 Transport 3.1 från SRS Lager & Tvätt till Varuproducent

Alla nya SRS helpallar som tillförs systemet antas anlända till SRS lager som är detsamma som tvättanläggningarna. I Figur 11 heter rutan Lager & Tvätt, SRS. Därför blir den första transporten i användningsrutten den som sker från dessa anläggningar ut till varuproducent. Transporten är i genomsnitt 158 km enligt uppgift från Löfgren (2016). Siffran är baserad på genomsnittsavståndet för både tomma palltransporter samt när pallen används som lastbärare fylld med lådor. Då detta flöde är en del av SRS Flöde gäller de transportdata som presenterades tidigare i Tabell 7. Sammanställd transportdata för transport 4.1 ses i Tabell 22.

Tabell 22. Transportdata från SRS lager & tvätt till varuproducent.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp
SRS helpall	SRS Lager & Tvätt – Varuproducent	158	SRS Flöde

3.3.3.2 Transport 3.2 från Varuproducent till Grossist

Denna transport exkluderas i basscenariot i enlighet med presenterade avgränsningar i kapitel 2.1. Däremot är den medräknad i jämförelsen med träpallen senare och transportdata i Tabell 23 visar vilken data som använts då. Då exakt data för längd på denna sträcka inte har funnits till förfogande har samma längd som i tidigare studie Florén och Gustavsson (2013) antagits.

Tabell 23. Transportdata från varuproducent till grossist.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Fyllnadsgrad
SRS helpall	Varuproducent – Grossist	400	32 ton lastbil, Euro 4	50-60 ton lastbil med släp, Euro 4	80 %

3.3.3.3 Transport 3.3 från Grossist till Butik

Denna transport exkluderas i basscenariot i enlighet med presenterade avgränsningar i kapitel 2.1. Däremot är den medräknad i jämförelsen med träpallen senare och transportdata i Tabell 24 visar vilken data som använts då. Från grossist till butik används uppgifter från Alander et al. (2016) som i samråd med Löfgren (2016) har antagit en lastgrad på 50 %, och en sträcka på 64 km. Denna transport antas ske 20 % av en funktionell enhet.

Tabell 24. Transportdata från grossist till butik

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Fyllnadsgrad
SRS helpall	Grossist – Butik	64	16-32 ton lastbil, Euro 4	34-40 ton lastbil med släp, Euro 4	50 %

3.3.3.4 Transport 3.4 från Butik till Grossist

Från butik till grossist är pallen inte lastbärare vilket leder till att transporten är medräknad i basscenariot. Uppgifterna som använts kommer från Alander et al. (2016) som i samråd med Löfgren (2016) har antagit en lastgrad på 50 %, och en sträcka på 64 km. Denna transport antas ske 20 % av en funktionell enhet, analys av detta antagande kan ses i 5.1.3.2.

Tabell 25. Transportdata från butik till grossist.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Fyllnadsgrad
SRS helpall	Butik – Grossist	64	16-32 ton lastbil, Euro 4	34-40 ton lastbil med släp, Euro 4	50 %

3.3.3.5 Transport 3.5 från Grossist till Varuproducent

Den matchade transporten från grossist direkt till varuproducent är uppskattad till 211 km enligt uppgift från Löfgren (2016) och sker för 41,6 % av SRS helpallar. Denna transport sköter SRS och enligt Löfgren (2016) går 10 % med resursbilar och 90 % med standardflödet. Fullständig transportdata ses i Tabell 26.

Tabell 26. Transportdata från grossist till varuproducent.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp, bränsle & fyllnadsgrad
SRS helpall	Grossist – Varuproducent	211	SRS Flöde (90/10)

3.3.3.6 Transport 3.6 från Grossist till SRS Lager & Tvätt

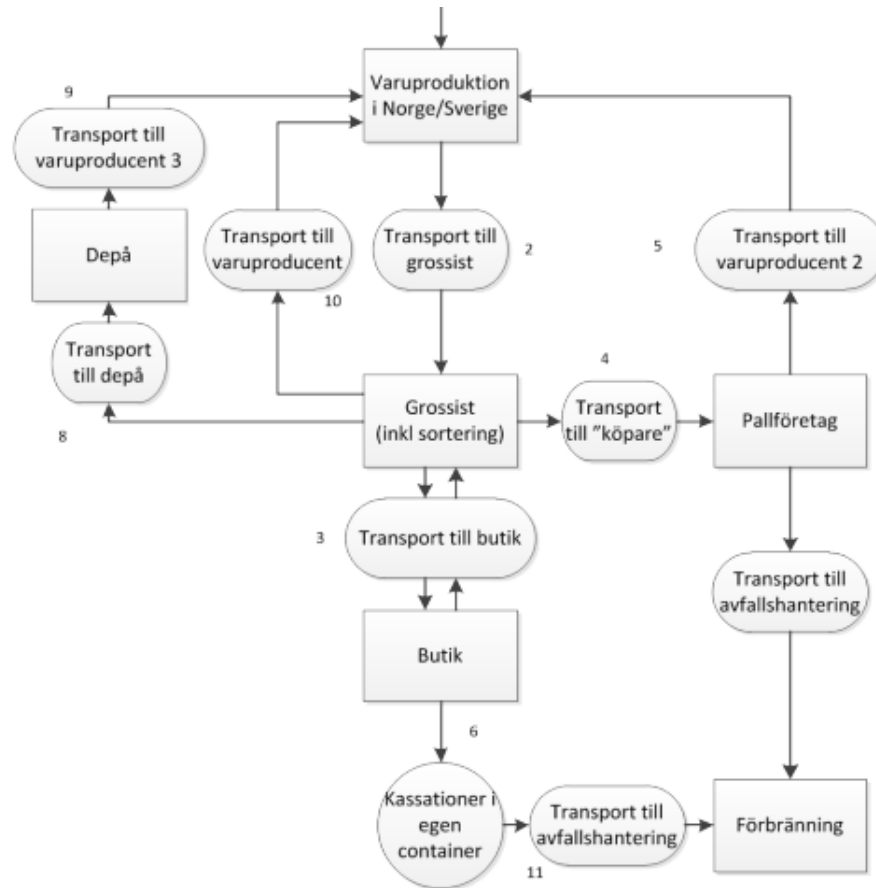
Transporten från grossist till tvättning är i snitt 158 km enligt uppgift från Löfgren (2016) och sker för 58,4 % av SRS helpallar. Då denna transport är en del av SRS Flöde gäller de värden som presenterades tidigare i Tabell 7. Fullständig transportdata ses i Tabell 27.

Tabell 27. Transportdata från grossist till SRS lager & tvätt.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp, bränsle & fyllnadsgrad
SRS helpall	Grossist – SRS Lager & Tvätt	158	SRS Flöde

3.3.4 Transport träpall

I Figur 12 syns transportflödena som sker för användningscykeln för den studerade träpallen. I kommande text presenteras varje transportflöde kopplat till användningsfasen mer ingående.



Figur 12. Processträd för träpallen inklusive transportflöden.

3.3.4.1 Transport pallföretagen till varuproducent (flöde 5)

Den specifika uppköparen sorterar ut 62 % till A- och B-pall. Denna uppgift används för att approximera alla pallföretag. 62 % av 1,7 miljoner skickas tillbaka in till systemet, medan 38 % sorteras ut som C-pall och används inom andra områden än dagligvaruhandeln. A- och B-pallarna skickas både till företag inom och utanför Norge, men i Norge är flödet som består av transporter till nationella företag nästintill obefintligt, eftersom norska producenter inte behöver några pallar utöver de som de redan får in tillsammans med råvaror. I Sverige ser det annorlunda ut och pallar säljs av pallföretag och grossister till varuproducenter och andra pallföretag både i och utanför Sverige.

Som en förenkling antas att SRS bara kommer att sälja pallar till pallföretag i Sverige. Enligt systemgränserna i kapitel 4.2 exkluderas transporten av de pallar som skickas till utländska aktörer. Enligt uppgift så säljer Ica mycket pall till utländska pallföretag och eftersom Ica har ca 50 % av svenska marknaden antas det att 40 % av pallarna transporteras till ort utomlands. Flöde 5 beräknas alltså som att pallköparen får 31 % av referensflödet, kasserar 2 %, skickar vidare 62

% som A- och B-pall och att 40 % av dessa går till svenska aktörer, vilket innebär att 7,2 % av pallarna tillräknas flöde 5. Hur detta antagande påverkar det slutgiltiga resultatet undersöks senare i en känslighetsanalys. I likhet med antagandet för flöde 4 så antas att transporterna från tvättarna till varuproducenterna i Florén och Gustavsson (2013) kan användas för att approximera transporterna i flöde 5, men att flöde 5 antas ske med 5 % kortare transportavstånd.

3.3.4.2 Transport SRS till varuproducent (flöde 9)

Enligt Romanich (2014) så går 0,6 miljoner pallar till en depå. Av 5,5 miljoner så utgör det 11 % av en rutt. Dessa siffror används enligt tidigare resonemang även i denna studie.

I studien för träpallen antas det att samma förhållanden som i Florén och Gustavsson (2013) råder. Avståndet sätts till 171 km och både egna resursbilar och DHL-lastbilar används.

3.3.4.3 Transport grossist till varuproducent (flöde 10)

Enligt Romanich (2014) för norska förhållanden så går 3,2 miljoner pallar den här vägen. Av 5,5 miljoner så utgör det 59 % av en rutt. Dessa siffror används i träpallsstudien.

I Florén och Gustavsson (2013) så gäller följande för motsvarande transport: ”Transporten modelleras som ”truck 60/40, svensk medel-Euro-klass med 80 % lastgrad (NTM, 2016) och med ett antaget avstånd på 233 km.” Enligt tidigare resonemang så användes siffrorna från Florén och Gustavsson (2013).

3.3.4.4 Transport varuproducent till grossist (flöde 2)

Flöde 2 definieras i enlighet med Florén och Gustavsson (2013) som referensflödet och är satt till 100 %. Flödet är 5,5 miljoner pallar som skickas från varuproducenter till grossister varje år (Romanich, 2014).

I Florén och Gustavsson (2013) så gäller följande för motsvarande transport: ”Transporten modelleras som ”truck 60/40, svensk medel-Euro-klass med 80 % lastgrad (NTM, 2016) och med ett antaget avstånd på 400 km.” Träpallsstudien valde att använda samma uppgifter som i Florén och Gustavsson (2013).

3.3.4.5 Transport grossist till butik och tillbaka till grossist (flöde 3)

Den här transporten antas att ske för 20 % av samtliga pallar, i enlighet med Florén och Gustavsson (2013).

I Florén och Gustavsson (2013) så gäller följande för transport till och från butik: ”Båda transporterna modelleras som ”truck 40/30” svenskt medel-Euro-klass med 50 % lastgrad (NTM, 2016) och med snittavståndet enkel väg på 64 km.”, vilket även används träpallsstudien.

3.3.4.6 Transport grossist till pallföretag (flöde 4)

1,7 miljoner pallar köps upp. Av 5,5 miljoner rutter så utgör detta 31 % av huvudflödet. I sin tur så säljs 31 % av dessa pallar vidare utan reparation, 67 % repareras och 2 % kasseras. 62 % av de pallar som inte kasseras av pallföretaget säljs vidare som A- och B-pall och 38 % säljs vidare som C-pall. Genom att ta 67 % av 31 % erhålls 21 % som alltså är den del av en reparation som belastar en rutt.

För den här studiens syfte så antas det att orter för SRS palltvättar kan likställas med de orter där det förekommer reparation av träpall, något som är möjligt om man tänker sig att SRS anlitar träpallsföretag. En undersökning av var i Sverige som träpall repareras visade att det sker i Stockholm, Ljungby, Helsingborg (Erico), Göteborg, Helsingborg, Kristianstad, Örebro, Sundsvall, Umeå (Norrländspall), Karlstad och Örebro (Kjell & Co). Förutom orterna där SRS har sina befintliga depåer finns det alltså pallföretag i Sundsvall, Umeå och Ljungby. Denna bakgrundsinformation används för att göra antagandet att transportererna i flöde 4 från grossist till pallreparatör kan approximeras genom att använda data på transportererna mellan tvättarna och grossisterna i Florén och Gustavsson (2013), men med antagandet att transportavstånden blir 5 % kortare (Winslow-Andersson, 2016). Övrig modellering som val av lastbilstyp, fördelning mellan DHL- och egna resursbilstransporter antas vara samma som i Florén och Gustavsson (2013).

3.3.4.7 Transport grossist till SRS depå (flöde 8)

Här transporteras samma volymer som i flöde 9. I träpallsstudien antas att samma förhållanden som i Florén och Gustavsson (2013) råder. Avståndet sätts alltså till 130 km och både egna resursbilar och DHL-lastbilar används.

3.4 Återvinning

I detta avsnitt beskrivs hur återvinningen av SRS helpall ser ut, vilken insamlad data som erhållits och vilka antagen som har gjorts för att modellera basscenariot. Inventeringen av motsvarande träpall är också presenterad. I Figur 4 som visar processträdet för SRS helpall syns detta steg i den grå fasen och är markerat som och "Sluthantering" och i Figur 7 som visar processträdet för träpallen syns detta steg i rutan "Förbränning".

3.4.1 Sluten materialåtervinning SRS helpall

Det förekommer ingen sluten återvinning för SRS helpall men en analys av miljöpotentialen med sluten materialåtervinning kan ses i Appendix 4 SRS helpall med sluten återvinning.

3.4.2 Sluten materialåtervinning träpall

Det förekommer ingen sluten materialåtervinning för träpallen.

3.4.3 Sluthantering SRS helpall

Enligt Löfgren (2016) skickades 11 198 st pallar till materialåtervinning 2015 på grund av kassation. Det innebär att 2,446 % av SRS helpall utgick ur systemet till följd av kassation under 2015. Eftersom en SRS helpall gör i genomsnitt 6,93 st användningsrutter per år innebär det att 0,353 % av SRS helpall kasseras per användningsrutt. Eftersom beståndet har en relativt låg ålder sett till livslängden kan andelen materialåtervunna helpallar förväntas öka framöver till följd av högre genomsnittslivslängd (på samma sätt som den ökat sedan den förra LCA som utfördes 2013). Det andra flödet som utgår ur systemet är i form av svinn, vilket är uppskattat till 0,35 % per funktionell enhet. Detta innebär en differens på 0,259 % mellan materialåtervunnen helpall och kasserad helpall detta antas uppstå till följd av ett åldrande bestånd som leder till en ökad andel materialåtervinning. Denna andel har därför inkluderats i processen för materialåtervinning av pallar som totalt uppgår till 0,612 % per funktionell enhet.

Materialåtervunnen pall och energiåtervunnen pall (svinn) blir tillsammans lika mycket som tillförd pall i produktionen, 0,962 %.

Swerec AB i Lanna, Bredaryd återvinner kasserade pallar som levereras från Svenska Retursystem. Produktionsdata för materialåtervinningen är 0,52 kWh/kg producerad plast. Det krävs 1,07 kg ingående plast för att göra 1 kg återvunnen plast. 0,43 liter diesel förbrukas per ton för lossning/lastning (Sabel, 2012).

För materialåtervinningen och förbränningen har en så kallad systemexpansion använts för att tillgodoräkna miljövinsten som uppstår vid materialåtervinning av en produkt. Det innebär att man drar ifrån motsvarande produktion av material, värme och el som vårt systems materialåtervinning och förbränning gett upphov till i andra system. I Sverige antas 40 % av all plast vara av återvunnen råvara (FTI, 2016). Det medför att plasten som ersätts när 100 % SRS helpall materialåtervinns är 40 % återvunnen och 60 % jungfrulig råvara. Den återvunna andelen bär endast miljöpåverkan för återvinningsprocessen, medan den jungfruliga bär miljöpåverkan hela kedjan bak till råvaruutvinning. Det medför att materialåtervinningen av 100 % helpall undviker 60 % jungfrulig produktion och 40 % av återvinningsprocessen.

På samma sätt modelleras materialåtervinningsprocessen för stålskenorna med skillnaden att 73 % av Sverige stål är återvunnet och 27 % är jungfruligt (FTI, 2016). Energiåtgången för materialåtervinning antas vara 26 MJ/kg stål (Johnson et al., 2008).

För systemexpansion av förbränningen som antas ske av de helpallar som räknas som svinn (0,35 %) har ca 78 % av den värmeenergi som blir antagits undvika fjärrvärmeproduktion och 22 % elproduktion. Detta utifrån total svensk energitillförsel från förbränning på ca 69 TWh där ca 54 TWh är fjärrvärme och ca 15 TWh är el (Energimyndigheten, 2015). I förbränningen är det endast plasten i SRS helpall som har beräknats ha någon miljöpåverkan. Stålet har antagits bli oförbränt och då bli avfall från förbränningsanläggningen, stålets miljöpåverkan har därför avgränsats.

Ecoinvent innehåller inga processer som motsvarar svensk fjärrvärme och därför har fjärrvärmeproduktionen approximerat med processer i Ecoinvent och efter den bränslemix som svensk fjärrvärme hade år 2015 (Fjärrvärme, 2015). För fördelning av bränslemix och processer som approximerats som fjärrvärmeproduktion se Tabell 28.

Den modellerade fjärrvärmeprocessen i denna studie släpper ut 126 g CO₂-ek per kWh och i förra livscykelanalysen Florén och Gustavsson (2013) släppte fjärrvärme ut 139 g CO₂-ek per kWh. Enligt Gode et al. (2011) släppte svensk fjärrvärme 2008 ut 86 g CO₂-ek per kWh. Då fjärrvärmen används som en process som blir undviken vid energiåtervinning av svinnet gör det att desto större utsläpp från processen så blir SRS helpalls miljöpåverkan mindre. Jämfört med tidigare studie blir alltså klimatpåverkan på SRS helpall större i denna modellering och jämfört med Gode et al. (2011) blir den lägre.

Tabell 28. Data för modellering av fjärrvärme

Bränsle i svensk fjärrvärme	Del av svensk fjärrvärme	Process i Ecoinvent som approximerar fjärrvärme i modellen
Biobränsle	41 %	Heat, central or small-scale, other than natural gas [CH] heat production, softwood chips from forest, at furnace 50kW Alloc Def, U
Fossilt och övrigt	23 %	Heat, central or small-scale, other than natural gas [CH] market for Alloc Def, U
Avfall	21 %	Heat for reuse in municipal waste incineration only [SE] treatment of municipal solid waste, incineration Alloc Def, U
Spillvärme	8 %	Spillvärme räknas som att inga utsläpp allokeras till fjärrvärme
Värmepumpar	7 %	Heat, central or small-scale, other than natural gas [Europe without Switzerland] heat production, at heat pump 30kW, allocation exergy Alloc Def, U

3.4.4 Sluthantering träpall

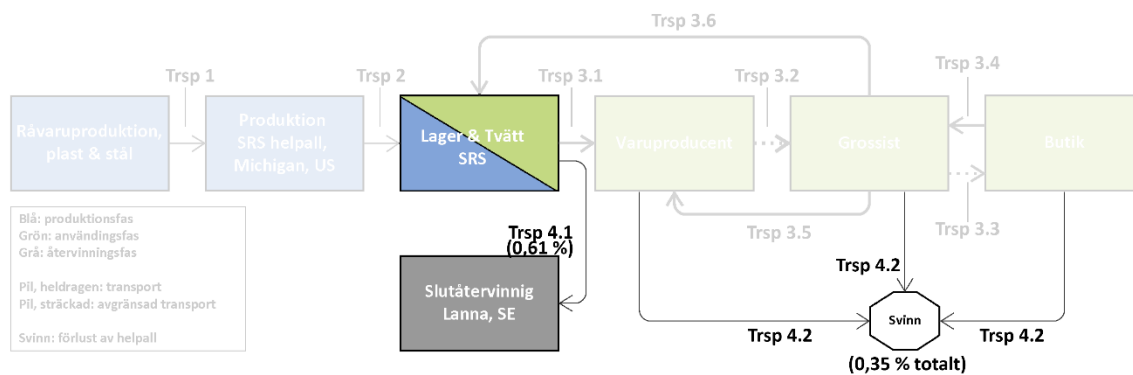
Träpallens avfallshantering antas endast utgöras av förbränning. Data för förbränningsprocessen som används är från Ecoinvent (2013) och den energi som skapas görs det systemexpansion på, i enlighet med Florén och Gustavsson (2013). Fukthalten i pallen beräknas utifrån Ecoinvent (2013) till 13,4 %, det kalorimetriska värmevärdet antas vara 20,4 MJ MJ/kg torrsvikt och det effektiva värmevärdet på träpallen beräknas till 13,87 MJ/kg inklusive fukt. Spikarna exkluderas från totalvikten och klossarna antas ha samma energiinnehåll som trä.

Det antas att alla träpallar flisas ner av ett miljöföretag eller ett flisföretag och går in i ett flöde som kallas vit RT-flis, eller klass 1-RT-flis och detta flöde förbränns i större biobränslepannor, som är vanligt förekommande i Sverige. Biobränslepannan på Mölndals energi används för att approximerar förbränning av träpall i Sverige, i samråd med Johansson (2015). Verkningsgraden är 110 % med rökgaskondensering (RGK) och fördelningen av värme och el som skapas är 76 % för värme och 24 % el med RGK (Karlsson, 2015).

Det effektiva värmevärdet för en pall som väger 26, 24 kg beräknas till 361 MJ och med RGK så är mängden värme som kan användas för värme- och elproduktion 397 MJ per pall, vilket ger 302 MJ till värme och 95 MJ till el. Andelen pallar som förbränns antas vara 100 % men detta antagande undersöks senare i en känslighetsanalys. Denna information används för att göra antaganden om transporter.

3.4.5 Transport SRS helpall

I denna fas ingår transport 4 som förflyttar SRS helpall från SRS Tvätt till öppen materialåtervinning (4.1) samt den antagna svinntransporten från SRS användningscykel till energiåtervinning (4.2).



Figur 13. Översikt över transporterna från SRS Lager & Tvätt till slutåtervinning och det antagna svinnet i systemet.

3.4.5.1 Transport 4 – Återvinning

3.4.5.1.1 Transport 4.1 från SRS Tvätt till öppen materialåtervinning

I kapitel 4 Resultat basscenario syns inte denna transport som en egen kategori utan den är medräknad i kategorin "återvinning".

Då denna transport sker inom SRS Flöde gäller samma värden som presenterades tidigare i Tabell 7 för fordonstyp, bränsle och fyllnadsgrad. Avstånden är uppmätta i NTM (2016) från SRS Tvättanläggningar till Swerecs återvinning i Lanna, Bredaryd och viktade utifrån hur stor andel av pallarna de tar omhand, vilket visas i Tabell 29. Data som använts för beräkning av transportlänken mellan SRS Tvätt och återvinning ses i Tabell 30. Den här transporten sker inte varje användningsrutt och är därför nerskalad för att anpassas till den funktionella enheten.

Tabell 29. Viktning av transport till öppen materialåtervinning.

Anläggning	Andel SRS helpallar som tvättas	Avstånd [km]	Viktat avstånd [km]
Helsingborg, Trintegatan 15, 253 68	33 %	195	64,35
Örebro, Nastagatan 6, 702 27	18 %	283	50,94
Västerås, Stenbygatan 3, 721 36	33 %	381	125,73
Mölnlycke, Fraktvägen 5, 435 33	16 %	133	21,28
Totalt	100 %		262,3

Tabell 30. Transportdata för den otjänliga helpallen från SRS Tvätt till återvinningen i Lanna, SE.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp, bränsle & fyllnadsgrad
SRS helpall (otjänlig)	SRS Tvätt – Återvinning Lanna, SE	262,3	SRS Flöde

3.4.5.1.2 Transport 4.2 från SRS användningscykel till energiåtervinning

Som tidigare beskrivits i kapitel 3.1.4 antas ett svinn uppstå i systemets användningscykel som uppgår till 0,35 %. Denna transport ligger utanför SRS kontroll och är därför antagen enligt data som presenteras i Tabell 31. Transportsträckan är baserad på ett antagande att avståndet bör vara ca hälften av sträckan för transport 4.1. Antagandet har gjorts i samråd med Winslow-Andersson (2016) och gjordes även av Florén och Gustavsson (2013) i senaste livscykelinventeringen. Lastbilen är modellerad med Ecoinvent (2013) well-to-tank och med NTM (2016) tank-to-wheel.

Tabell 31. Transportdata för svinnet från användningscykeln till energiåtervinning.

	Transportsträcka	Antal km	Fordonstyp Ecoinvent	Fordonstyp NTM	Fyllnadsgrad
SRS helpall	SRS användningscykel – energiåtervinning	130	16-32 ton lastbil, Euro 4	34-40 ton lastbil med släp, Euro 4	50 %

3.4.6 Transport träpall

3.4.6.1 Transport pallföretag till avfallshantering (flöde 6)

Detta flöde avser transporten från uppköparen av träpall till förbränningen. Enligt kapitel 5.10.3 i Krewer et al. (2015) är det beräknade flödet satt till 2 % av 31 %, vilket ger att 0,61 % av en rutt kasseras.

I Florén och Gustavsson (2013) är avståndet och lastgraden från varuproducent, grossist och butik till plastförbränningsanläggning uppskattade till 130 km och 50 %. Mot bakgrund av informationen som ges i kapitel 5.11 görs antagandet att träflisförbränningen sker på fler platser än plastförbränningen, vilket gör att transportavståndet blir betydligt kortare. Därför sätts avståndet mellan pallföretagen och träflisförbränningsanläggningarna till 50 km med en lastgrad på 50 %. Lastbilstypen modelleras som truck 40/30” svenskt medel-Euro-klass (NTM, 2012). Eftersom flödet är så pass litet görs bedömningen att ingen känslighetsanalys behöver göras.

3.4.6.2 Transport butik till avfallshantering (flöde 11)

Enligt Romanich och Winslow-Andersson (2014) så kasseras 60 000 träpallar i butik varje år. Av 5,5 miljoner så utgör det 1 % av en rutt.

I (Florén & Gustavsson, 2013) är avståndet från varuproducent, grossist och butik till plastförbränningsanläggningarna satt till 130 km och 50 % lastgrad. Enligt Sandberg (2015) så sorteras oftast kasserade träpallar separat från det brännbara avfallet som t.ex. utgångna livsmedel som ligger i containers. Träpallarna hämtas sedan på flakbil som hanterar grovsopsflöden och körs till någon av deras centrala anläggningar där pallen flisas. Flisen hämtas sedan av större bilar som kör flisen med höglastgrad till Mölndal Energi eller Stora Enso. Hur lastgraden ser ut för returtransporten är okänt. Enligt Hederström (2015) så körs antingen pallen till en av deras gårdar, eller så körs den direkt till flisning och förbränning.

På gårdarna så flisas antingen pallen direkt och lagras, eller så kommer speciella flisföretag (som t.ex. Neova) och flisar allt kasserat trävirke på plats. Flisföretagen transporterar sedan flisen därifrån till en förbränningsanläggning som beställer flis från dem. Det antas att transporten av kasserad pall från butik är mindre effektiv än transporten av flis från en gård eller från ett pallföretag, delvis eftersom det är en slingtransport som kör mellan butiker och eftersom den troligen går genom stadstrafik i större utsträckning. Baserat på att avståndet från ett pallföretag till en förbränningsanläggning har antagits till 50 km (flöde 6) så görs det förenklade antagandet att det totala avståndet från butik till förbränningsanläggning är 75 km och att lastgraden är 50 %. Eftersom flödet är så pass litet görs bedömningen att ingen känslighetsanalys behöver göras. Lastbilstypen modelleras som truck 40/30” svenskt medel-Euro-klass (NTM, 2012).

4 Resultat basscenario

Detta avsnitt visar en resultatsammanställning för de olika miljöpåverkanskategorierna vid ett basscenario. Totala utsläpp i respektive kategori och en fördelning mellan produktion, användningsfas (transport och tvättning) samt återvinning presenteras. Dessutom är transporterna uppdelade för att enklare kunna exkludera eller inkludera dessa vid fortsatta beräkningar.

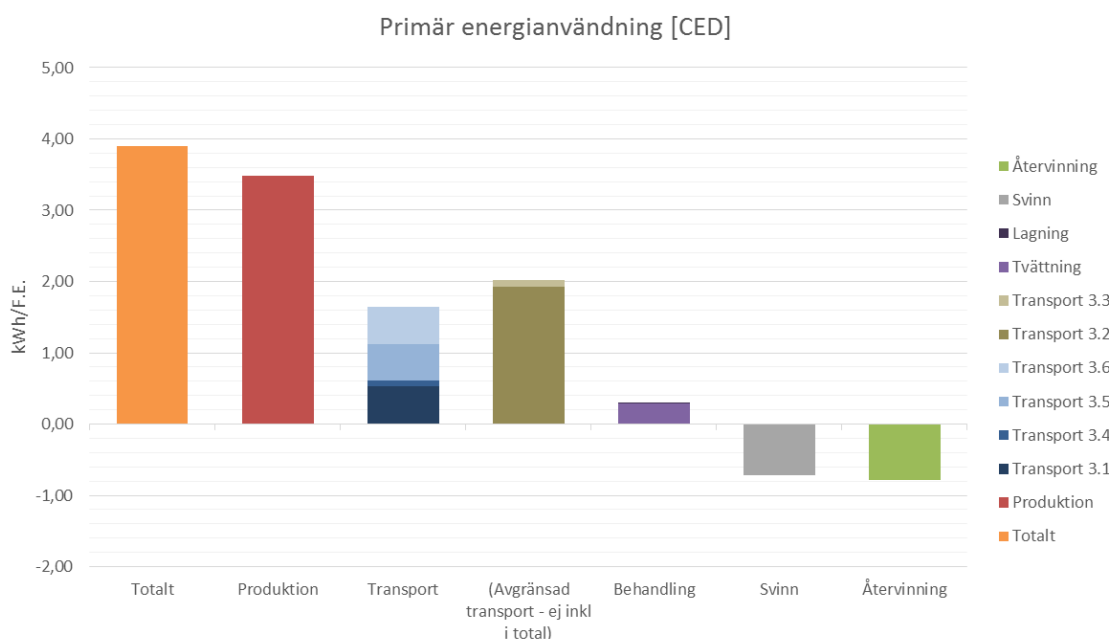
Sammanfattning av vad som bygger upp ett basscenario finns bifogad i Appendix 3 Beskrivning av antaganden i basscenario. Då en del antaganden kan ge stor inverkan på resultatet för studien så har känslighetsanalyser utförts vilka presenteras i känslighetsanalysen i kapitel 5.

4.1 Resultat för SRS helpall

Resultatet visas utifrån den funktionella enheten som beskrivs i kapitel 2.2.1. Det som i diagram heter ”svinn” innebär att SRS helpall går till energiåtervinning efter sekundär användning i ett flöde som SRS inte kontrollerar, detta flödes mängd är uppskattat, mer om svinn i kapitel 3.1.4. Det som i diagram heter ”återvinning” är materialåtervinning och består av det flöde av kasserade helpallar som SRS själva styr över, mer om detta i kapitel 3.4.3.

4.1.1 Primär energianvändning

I basscenariot använder SRS helpall 3,90 kWh per funktionell enhet. Detta kan ses i Figur 14, där det också går att se fördelningen mellan de olika livsrykelfaserna. Svinn och återvinning har negativa staplar och detta beror på att svinnet går till energiåtervinning och i materialåtervinningen undviks tillverkning av jungfrulig plast vilket tillgöroräknas till SRS i modellen.



Figur 14. Primär energianvändning för SRS helpall, basscenario.

Produktion och transport bidrar mest till primär energianvändning och den avgränsade transporten från varuproducent till grossist har större påverkan än alla andra transporter i användningsfasen tillsammans. Mer om det i kapitel 5.1.3.

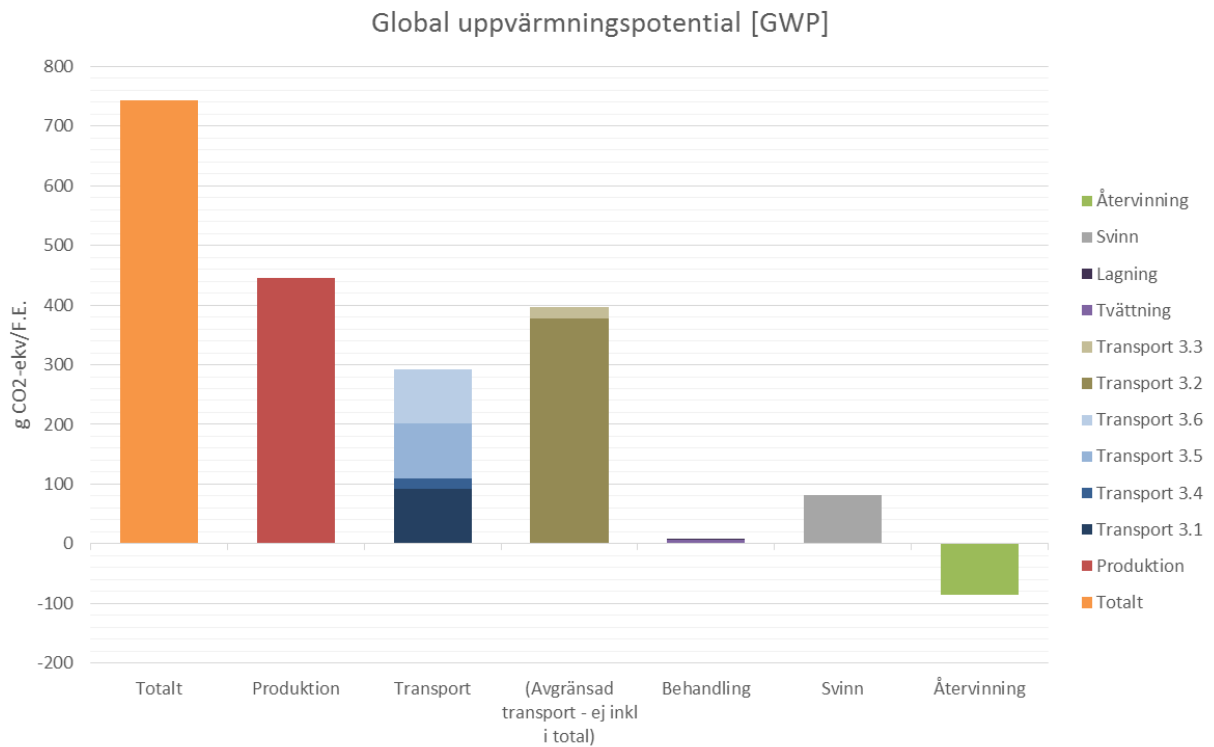
I Tabell 32 ses resultatet i siffror för respektive process.

Tabell 32. Primär energianvändning för SRS helpall, basscenario.

CED [kWh]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport - ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	3,90	3,49	1,64	(2,02)	0,29	-0,72	-0,79
<i>Trsp 3.1</i>			0,52				
<i>Trsp 3.4</i>			0,09				
<i>Trsp 3.5</i>			0,51				
<i>Trsp 3.6</i>			0,52				
<i>Trsp 3.2</i>				1,93			
<i>Trsp 3.3</i>				0,09			

4.1.2 Global uppvärmningspotential

I basscenariot för SRS hellåda bidrar den till att 743 g koldioxidekvivalenter släpps ut under sin livscykel. Detta kan ses i Figur 15, där det också går att se fördelningen mellan de olika livscykelfaserna.



Figur 15. Global uppvärmningspotential för SRS helpall, basscenario.

För GWP har ökar transporternas påverkan i förhållande till de andra produktfaserna, vilket får anses väntat då de flesta transporterna fortfarande sker med fossilt drivmedel. Inblandningen av förnybart drivmedel i både resursbilar och standardflöde medför en minskning av GWP, vilket även analyseras i kapitel 5.1.3. De avgränsade transporterna 3.2 och 3.3 har stor inverkan på helpallens livscykel även för GWP, vilket också analyseras i 5.1.3.

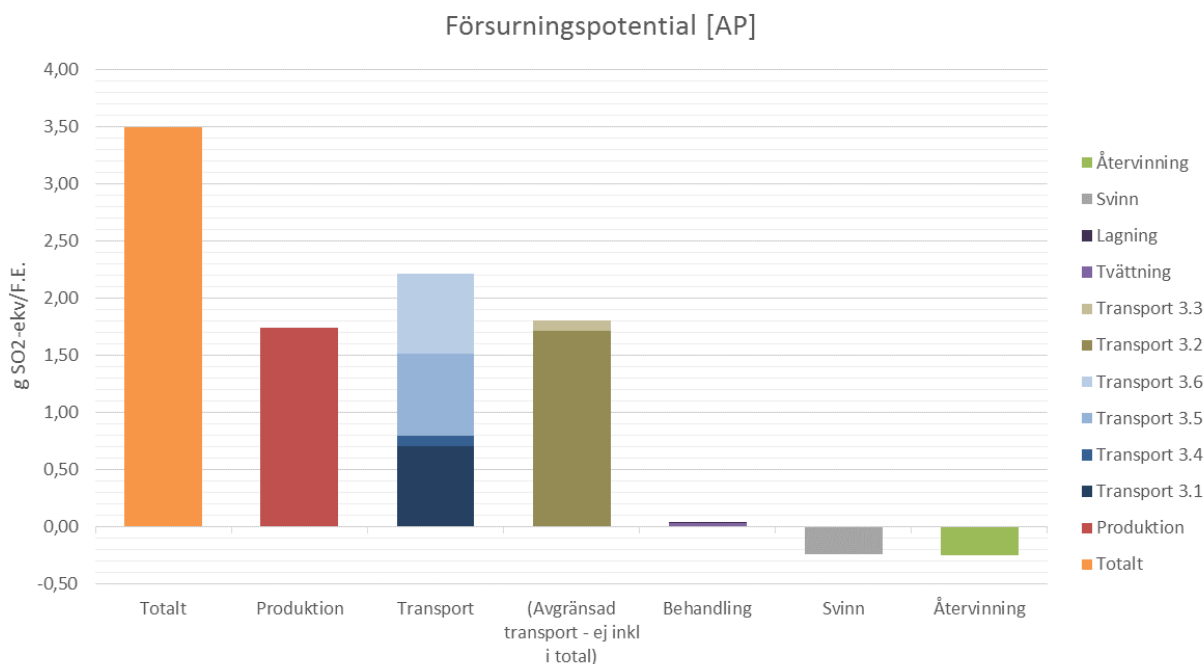
Att svinnet för en ökande påverkan för GWP beror till största del på att det antas att pallarna förbränns då de räknas som svinn. Det medför stora utsläpp av fossil CO₂ eftersom plasten är jungfrulig. Om plasten istället hade kommit från förnybara råvaror hade de fossila utsläppen från den processen varit betydligt mindre. Dessutom är det ett antagande att allt svinn förbränns och om det istället materialåtervinns skulle GWP istället minska. Det medför att GWP-påverkan från svinnet förmodligen inte är underskattat i basscenariot. I Tabell 33 ses resultatet för GWP i tabellform där siffrorna för respektive process presenteras.

Tabell 33. Global uppvärmningspotential för SRS helpall, basscenario.

GWP [g CO ₂ -ekv]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport – ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	743	446	293	(396)	6	83	-86
<i>Trsp 3.1</i>			91				
<i>Trsp 3.4</i>			18				
<i>Trsp 3.5</i>			92				
<i>Trsp 3.6</i>			91				
<i>Trsp 3.2</i>				378			
<i>Trsp 3.3</i>				18			

4.1.3 Försurningspotential

I basscenariot för SRS helpall bidrar den till att 3,50 g SO₂-ekvivalenter släpps ut per funktionell enhet. Detta kan ses i Figur 16, där det också går att se fördelningen mellan de olika livscykelstadierna. Både svinn som går till energiåtervinning och materialåtervinningen gör att försurningspotentialen minskar, främst för att förbränning och råvaruutvinning undviks till följd av de processerna.



Figur 16. Försurningspotential för SRS helpall, basscenario.

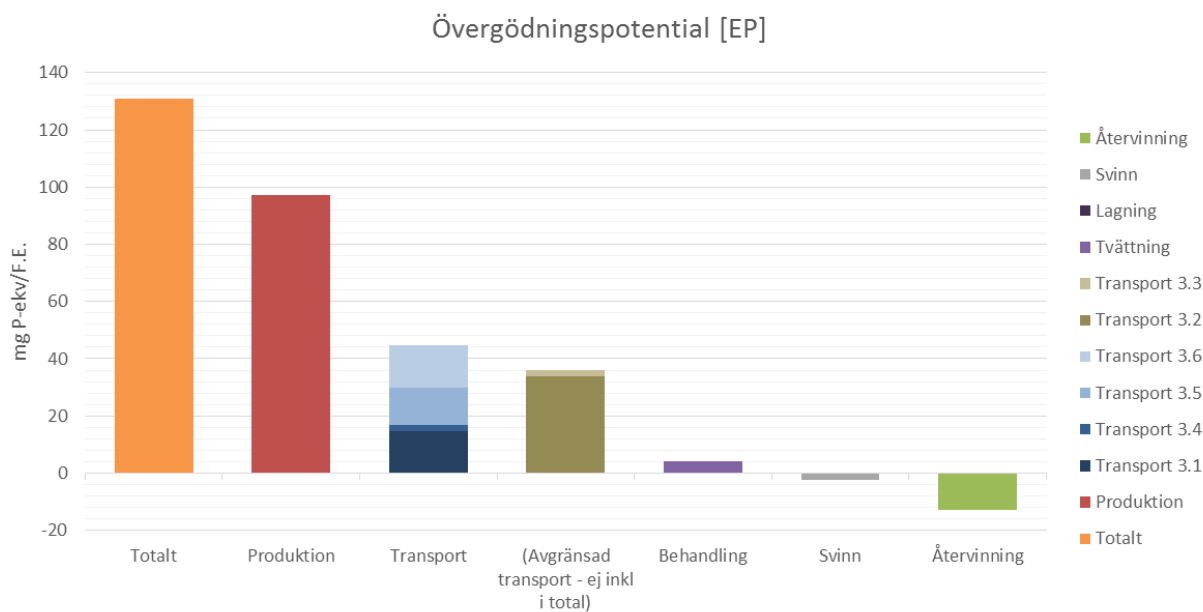
Behandlingen inkluderar lagning och tvättning, vilka båda har mycket lite påverkan på totalresultatet. Återigen är det produktion och transport som har störst påverkan, vilket också ses i Tabell 34 där de exakta utsläppssiffrorna för modellen presenteras.

Tabell 34. Försurningspotential för SRS helpall, basscenario.

AP [g SO ₂ -ekv]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport – ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	3,50	1,74	2,22	(1,8)	0,03	-0,24	-0,25
<i>Trsp 3.1</i>			0,71				
<i>Trsp 3.4</i>			0,09				
<i>Trsp 3.5</i>			0,72				
<i>Trsp 3.6</i>			0,70				
<i>Trsp 3.2</i>				1,71			
<i>Trsp 3.3</i>				0,09			

4.1.4 Övergödningspotential

I basscenariot för SRS helpall bidrar den till att 131 mg P-ekvivalenter släpps ut. Detta kan ses i Figur 17, där det också går att se fördelningen mellan de olika livsrykelfaserna.



Figur 17. Övergödningspotential för SRS helpall, basscenario.

Här är det främst produktionen som bidrar till den totala påverkan, men även transport står för en betydande del. Inom produktionen är det varmformning och stålproduktion som står för ca 90 %

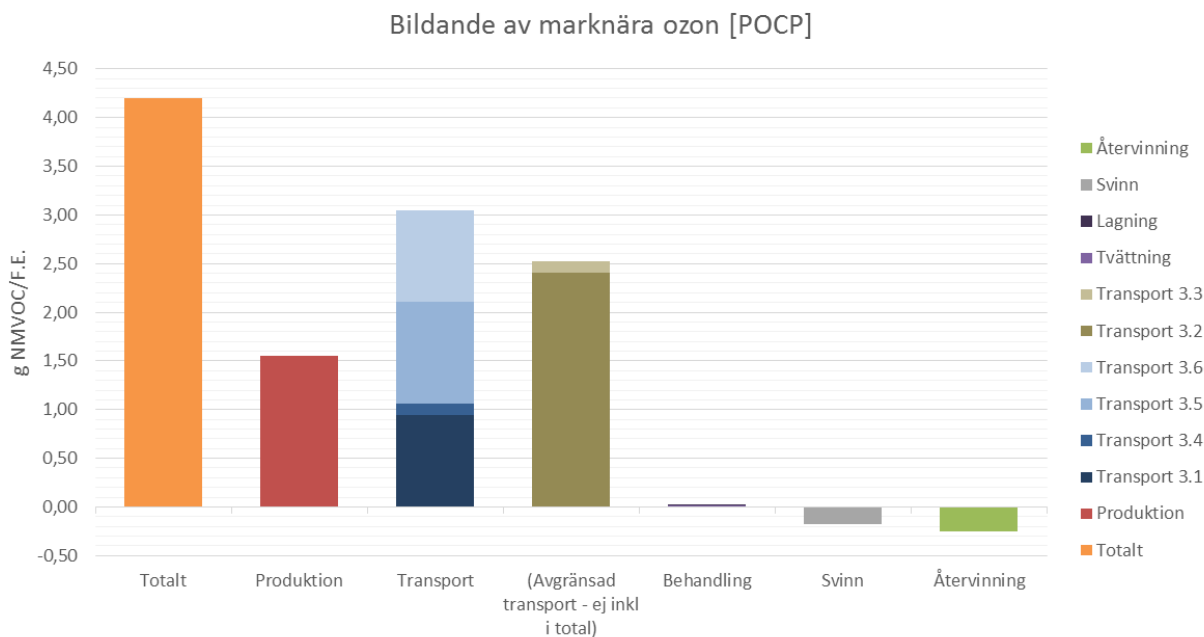
av hela produktionsprocessen. Den modellerade elmixen för DTE Energy spelar stor roll och det är nästan enbart den stora användningen av kol som bidrar till utsläppen av P-ekvivalenter. I Tabell 35 ses resultatet i tabellform med exakta siffror för modellen.

Tabell 35. Övergödningspotential för SRS helpall, basscenario.

EP [mg P-ekv]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport - ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	131	97	45	(36)	4	-2	-13
<i>Trsp 3.1</i>			15				
<i>Trsp 3.4</i>			2				
<i>Trsp 3.5</i>			13				
<i>Trsp 3.6</i>			15				
<i>Trsp 3.2</i>				34			
<i>Trsp 3.3</i>				2			

4.1.5 Bildande av marknära ozon

I basscenariot för SRS helpall bidrar den till att 4,20 g NMVOC släpps ut per funktionell enhet. Detta kan ses i Figur 18, där det också går att se fördelningen mellan de olika livscyckelfaserna.



Figur 18. Bildande av marknära ozon för SRS helpall, basscenario.

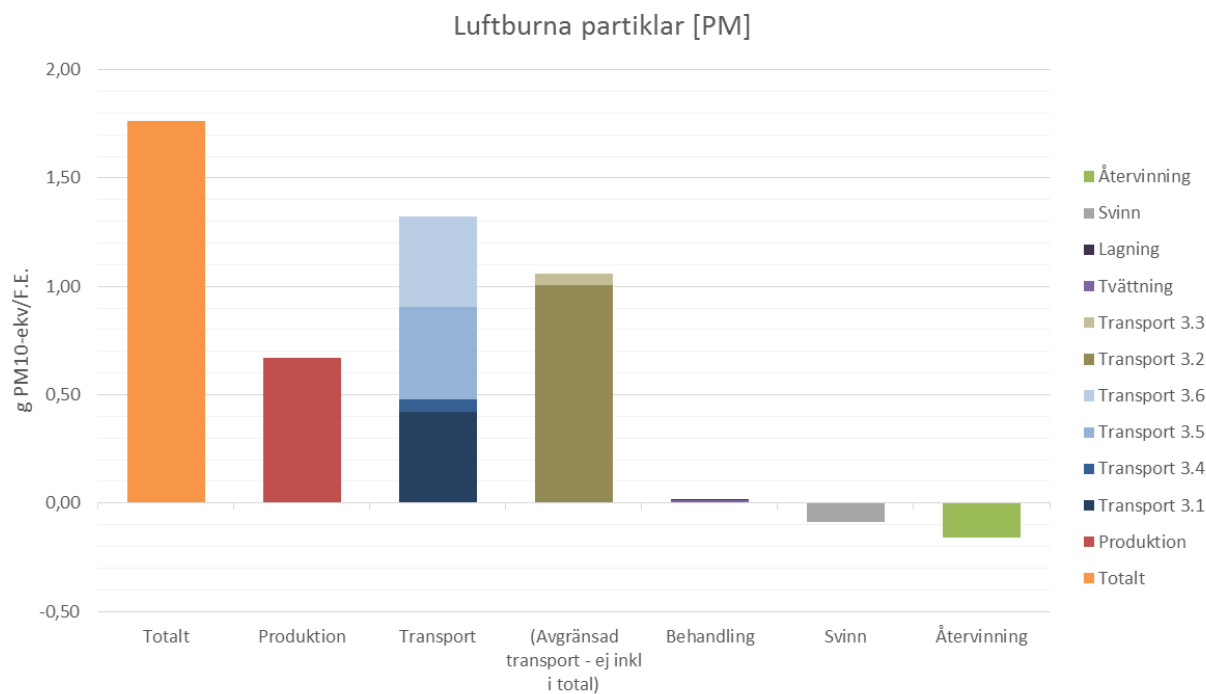
Här är det transporterna som står för den största andelen av utsläppen, vilket är väntat då bildande av marknära ozon till stor del uppstår på grund av trafik- och energisektorn (Naturvårdsverket, 2014). I Tabell 36 ses resultatet i sifferform för bildning av marknära ozon.

Tabell 36. Bildande av marknära ozon för SRS helpall, basscenario.

POCP [g NMVOC]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport - ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	4,20	1,55	3,05	(2,53)	0,02	-0,17	-0,25
<i>Trsp 3.1</i>			0,94				
<i>Trsp 3.4</i>			0,12				
<i>Trsp 3.5</i>			1,05				
<i>Trsp 3.6</i>			0,93				
<i>Trsp 3.2</i>				2,41			
<i>Trsp 3.3</i>				0,12			

4.1.6 Luftburna partiklar

I basscenariot för SRS helpall bidrar den till att 1,76 g PM10-ekvivalenter släpps ut per funktionell enhet. Detta kan ses i Figur 19, där det också går att se fördelningen mellan de olika livscykel faserna. Precis som för bildning av marknära ozon är det transporterna som står för majoriteten av påverkan. Just luftburna partiklar är något som de senaste Euroklassningarna av motorer har fokuserat på bland annat luftburna partiklar (EU, 2011).



Figur 19. Utsläpp av luftburna partiklar för SRS helpall, basscenario.

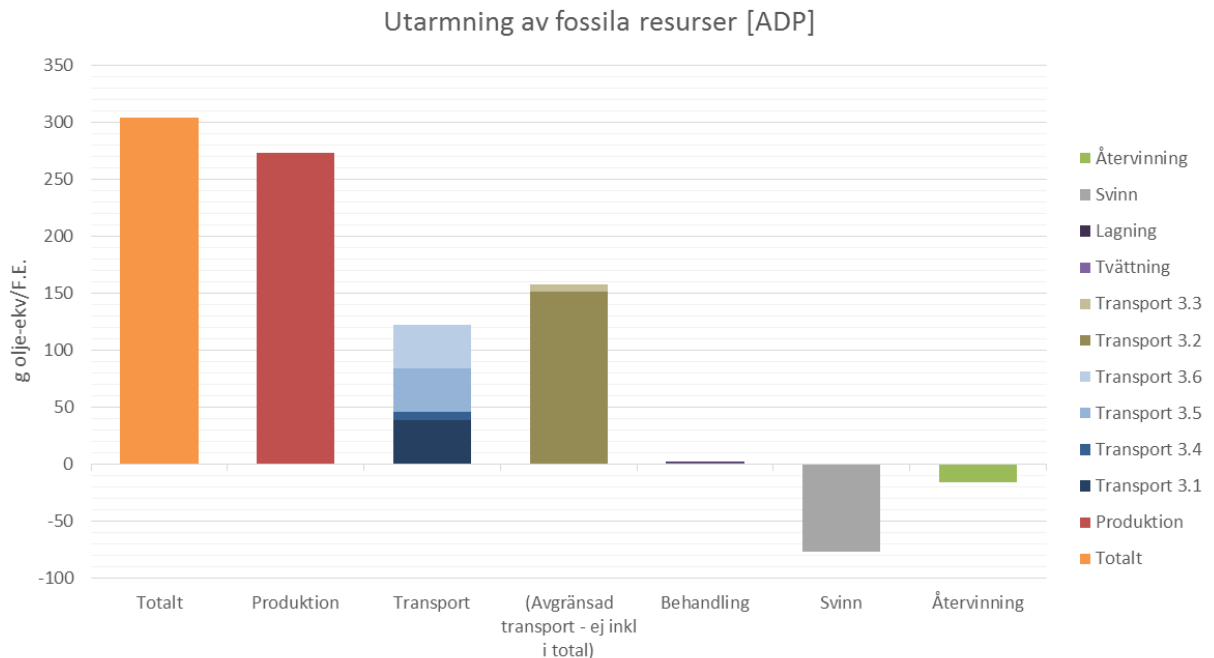
I Tabell 37 ses utsläppen av luftburna partiklar i absoluta tal uppdelat på respektive livscykel-fas för modellen.

Tabell 37. Utsläpp av luftburna partiklar för SRS helpall, basscenario.

PM [g PM10-ekv]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport – ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	1,76	0,67	1,32	(1,06)	0,01	-0,09	-0,16
<i>Trsp 3.1</i>			0,42				
<i>Trsp 3.4</i>			0,06				
<i>Trsp 3.5</i>			0,43				
<i>Trsp 3.6</i>			0,42				
<i>Trsp 3.2</i>				1,00			
<i>Trsp 3.3</i>				0,06			

4.1.7 Utarmning av fossila resurser

I basscenariot för SRS helpall bidrar den till att 304 g fossila resurser utarmas per funktionell enhet. Detta kan ses i Figur 20, där det också går att se fördelningen mellan de olika livsrykelfaserna. Som väntat är det produktionen som har allra störst påverkan för denna kategori, eftersom helpallen tillverkas av jungfrulig plast.



Figur 20. Utarmning av fossila resurser för SRS helpall, basscenario.

Svinnet ger en relativt stor negativ påverkan, vilket till största del beror på att förbränning av andra resurser undviks. Utvinningen av fossila resurser hamnar på produktionsstapeln, vilket medför att det ser bra ut att ha ett svinn i systemet, men om svinnet hade minskat skulle också påverkan från produktionen minska avsevärt. Resultatet kan även tolkas som att det är bättre att öka svinnet och minska materialåtervinningen, men det är viktigt att väga samman resultaten för alla miljöpåverkanskategorier vilket visar en annan bild, t.ex. för utsläpp av CO₂-ekvivalenter.

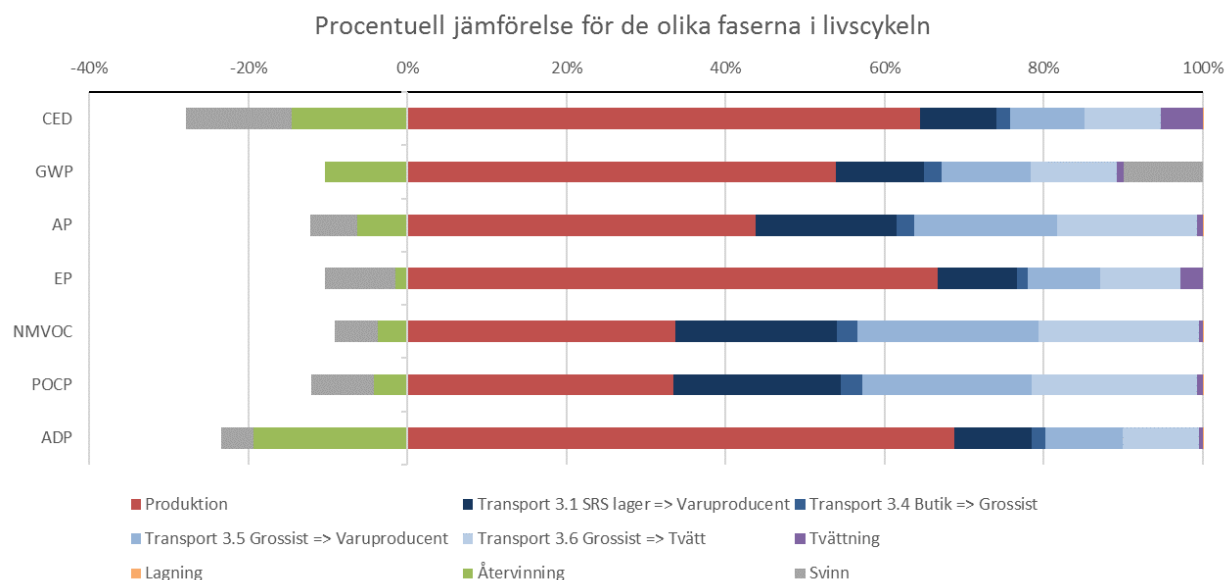
I Tabell 38 på nästa sida ses de absoluta siffrorna för ADP enligt basscenariot.

Tabell 38. Utarmning av fossila resurser för SRS helpall, basscenario.

ADP [g olje-ekv]	Totalt	Produktion	Transport	(Avgränsad transport - ej inkl i total)	Behandling	Svinn	Återvinning
Totalt	304	273	1,32	(158)	1,60	-76,8	-16,3
Trsp 3.1			38,5				
Trsp 3.4			7,05				
Trsp 3.5			38,7				
Trsp 3.6			38,2				
Trsp 3.2				151			
Trsp 3.3				7,05			

4.1.8 Miljöpåverkansfördelning mellan faserna i funktionella enheten

För att få en tydligare bild över de olika livscykelfasernas miljöpåverkan för de olika miljöpåverkanskategorierna har en procentuell jämförelse gjorts vilken syns i Figur 21. Produktionen och transporterna står för majoriteten av systemets miljöbelastning i alla studerade kategorier. Dessutom syns tydligt att materialåtervinningen får störst effekt för energianvändning samt utarmning av fossila resurser, vilket är relativt förutsägbart.

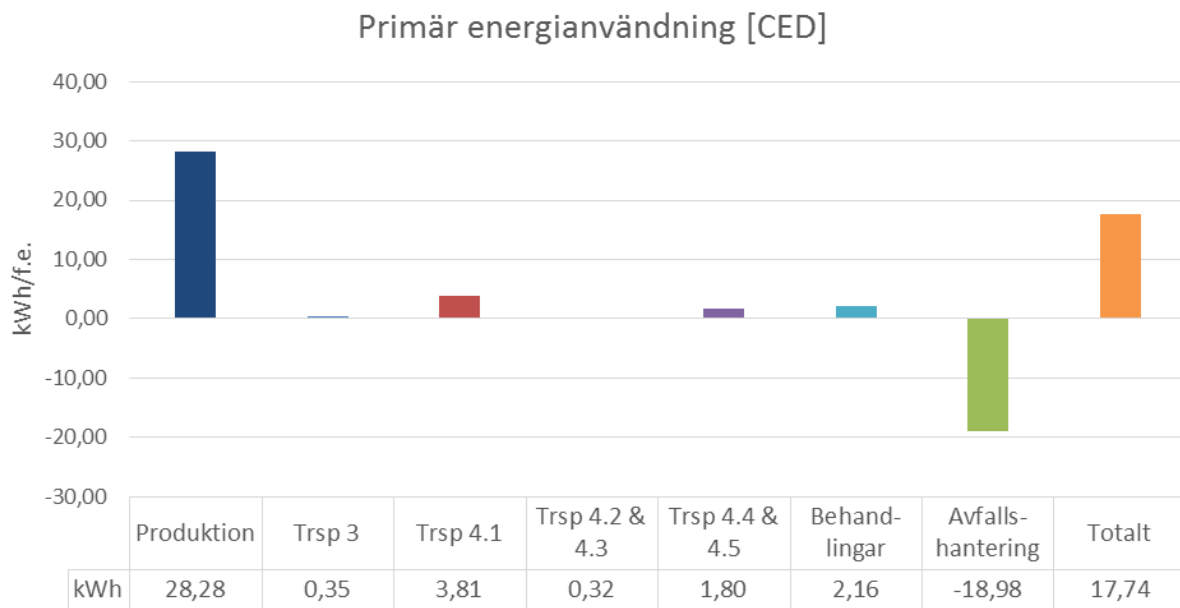


Figur 21. Procentuell fördelning mellan livscykelfaserna i basscenariot.

4.2 Resultat för träpall

Nedan presenteras träpallens resultat för respektive miljöpåverkanskategori. Observera att siffrorna inte är direkt jämförbara med SRS helpall då beräkningsmetod och enhet skiljer sig för de olika miljöpåverkanskategorierna.

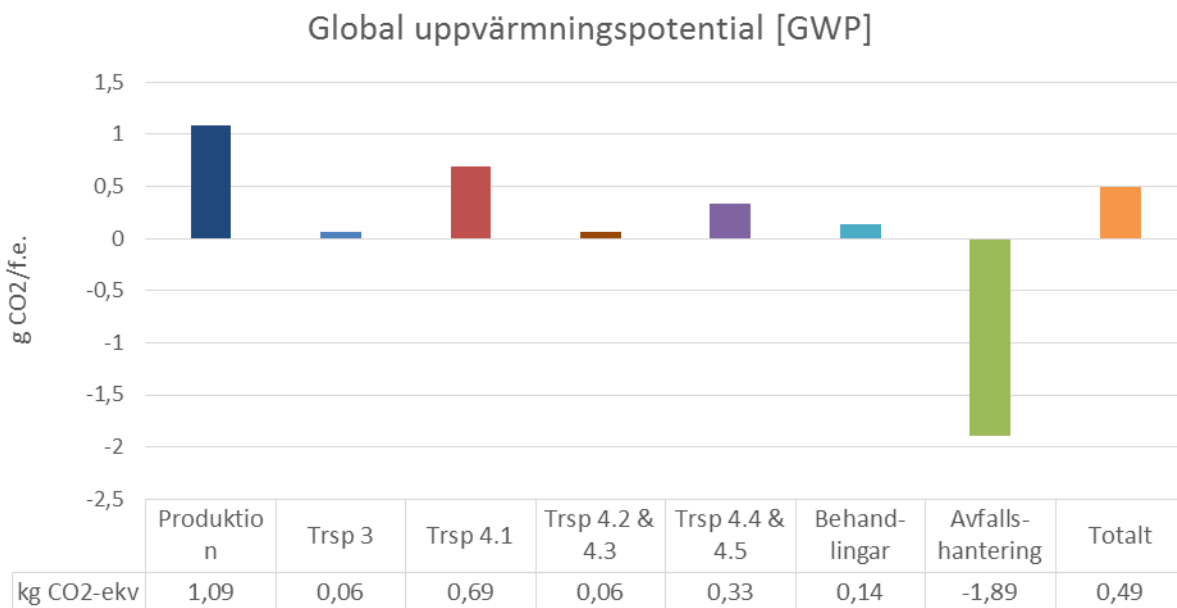
4.2.1 Primär energianvändning



Figur 22. Resultat, primär energianvändning, träpall

Den totala primära energianvändningen är 17,74 kWh varav majoriteten av energin kommer från uttaget av skogsråvara som behövs i produktionen av träpall, se Figur 22. Därefter följer avfallshanderingen som näst största bidrag och även här är det energi lagrad i biomassa som dominerar följt av uttaget av uran.

4.2.2 Global uppvärmningspotential



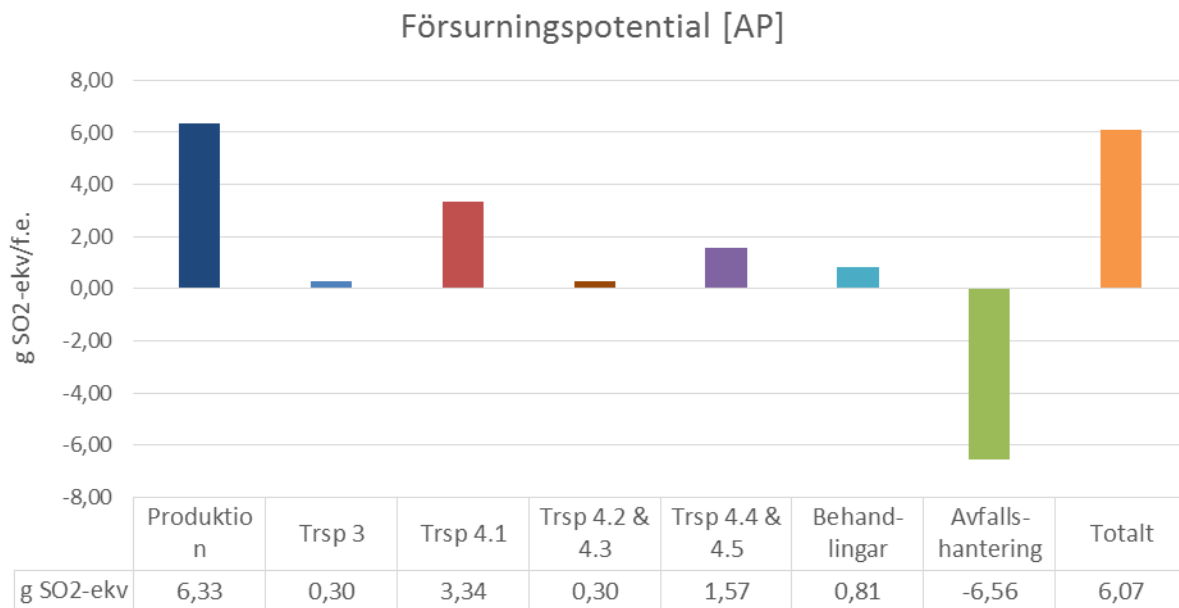
Figur 23. Resultat, global uppvärmningspotential, träpall

Den totala klimatpåverkanspotentialen från användning av en träpall en rutt är 0,49 kg CO₂-ekvivalenter, se Figur 23. Den domineras av utsläpp av koldioxid (OBS! här syftas det enbart till gasen koldioxid och inte till samtliga växthusgaser) i samband med produktion av pall (ca 1 kg CO₂) och det är även koldioxid som dominerar resultatet när det gäller sluppen produktion i systemexpansionen (ca 1,4 kg CO₂) från förbränning (avfallshandtering) av fossila bränslen. Produktionen av träpallen dominerar resultatet tillsammans med förbränningen och systemexpansionen av sluppen el- och värmeproduktion. En anledning till detta är att pallen förbrukas i hög takt vilket leder till att 14 % av produktionen av en ny pall tillskrivs en rutt. Tredje stapeln från vänster utgörs av transporten från varuproducent till grossist, som är 100 % av flödet och 400 km. Bidraget från övriga aktiviteter är små i sammanhanget och detta förklaras med att övriga flöden är mindre och betydligt kortare. Reparationen och värmebehandlingen ger ett litet bidrag, och en bidragande orsak är att en stor del av energin som används är fossilfri.

När det gäller produktionen av träpall så ger produktionen av en hel träpall upphov till 7,7 kg CO₂-ekvivalenter per pall och av detta så står produktionen av spånklossarna för knappt 70 % av klimatpåverkanspotentialen som produktion av en träpall ger upphov till. Det största bidraget till klimatpåverkan för att producera spånklossarna är produktionen av fenolharts (phenolic resin). Detta undersöks senare i en känslighetsanalys.

Om man subtraherar avfallshandtering från produktionen av träpall erhålls ett negativt resultat, vilket skulle kunna tolkas som att man bör producera träpallar och sedan elda upp dem för att på så sätt få lägre växthusgasutsläpp (eller till och med ta bort växthusgaser). Detta diskuteras vidare i 5.2.5.

4.2.3 Försurningspotential

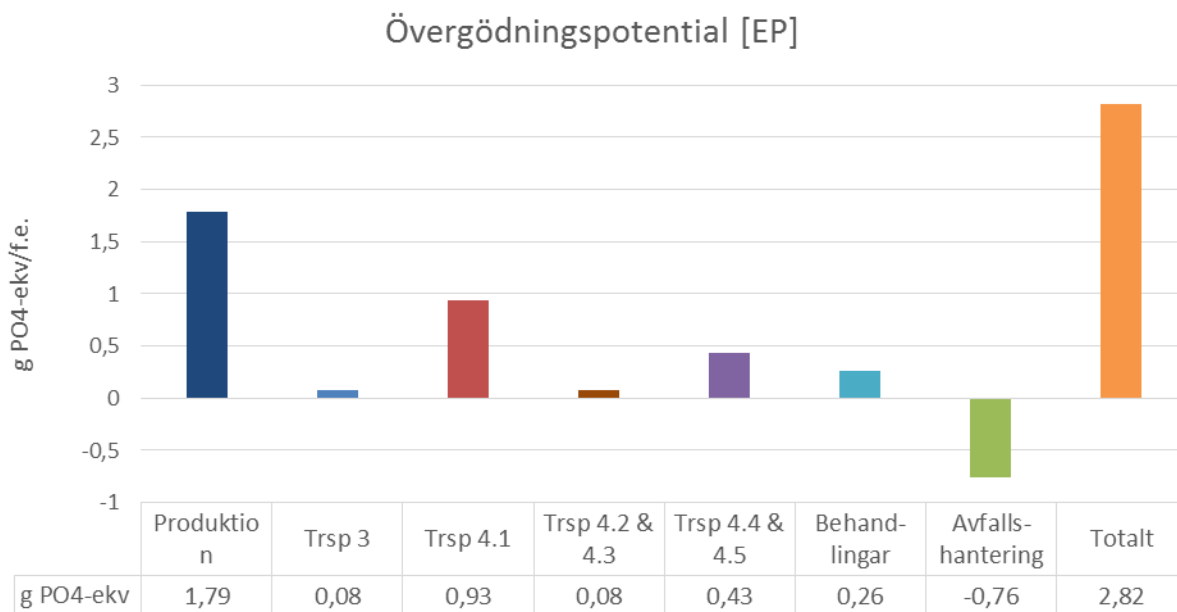


Figur 24. Resultat, försurningspotential, träpall

De totala utsläppen av försurande utsläpp motsvarar 6,07 g SO₂-ekv, för användning av en pall en rutt, se Figur 24. Det största bidraget kommer från avfallshanteringen samt produktionen av pallar och kväveoxider (NO_x) samt svaveloxider (SO_x) dominerar utsläppen som leder till försurning. I produktionen så uppstår mer än 70 % av de försurande utsläppen i produktionen av klossarna. I Avfallshanteringen så står den slupna förbränningen av kol för drygt 50 % av de försurande utsläppen. När det gäller transporterna så är NO_x det mest bidragande utsläppet till försurning.

4.2.4 Övergödningspotential

Observera att resultatet för övergödningspotential använder olika enheter och därför inte är jämförbara. I livscykelanalysen av träpallen användes g PO₄-ekvivalenter för att mäta övergödningspotential istället för mg P-ekvivalenter. I Figur 25 ses resultatet i PO₄-ekvivalenter.

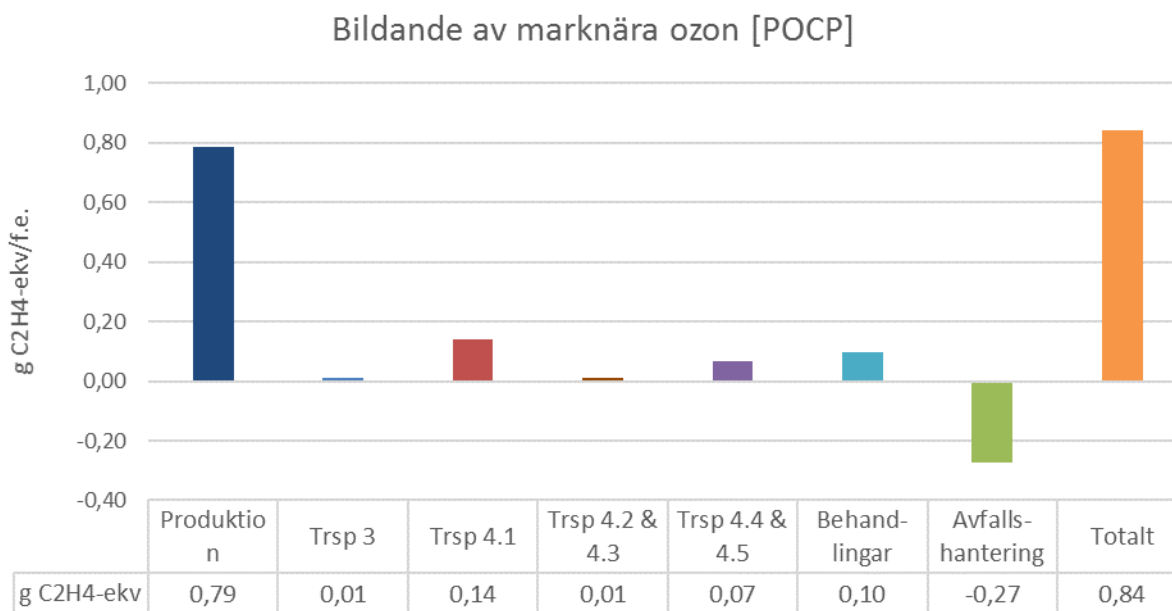


Figur 25. Resultat, övergödningspotential i PO₄-ekv, träpall

Figur 25 visar pallens bidrag till övergödning i PO₄-ekv vilket totalt uppgår till 2,82 g PO₄-ekv, för användning av en pall en rutt. I övergödningen så dominerar produktionen av träpall resultatet med drygt 60 % av den totala övergödningspotentialen. Av detta så är det produktionen av spånklossarna som bidrar mest, med knappt 70 % av övergödningspotentialen från produktionen av träpall. De mest bidragande utsläppen är fosfater som släpps ut i vatten och NO_x som släpps ut till luft. När det gäller transporterna så är NO_x det mest bidragande utsläppet till övergödningen.

4.2.5 Bildande av marknära ozon

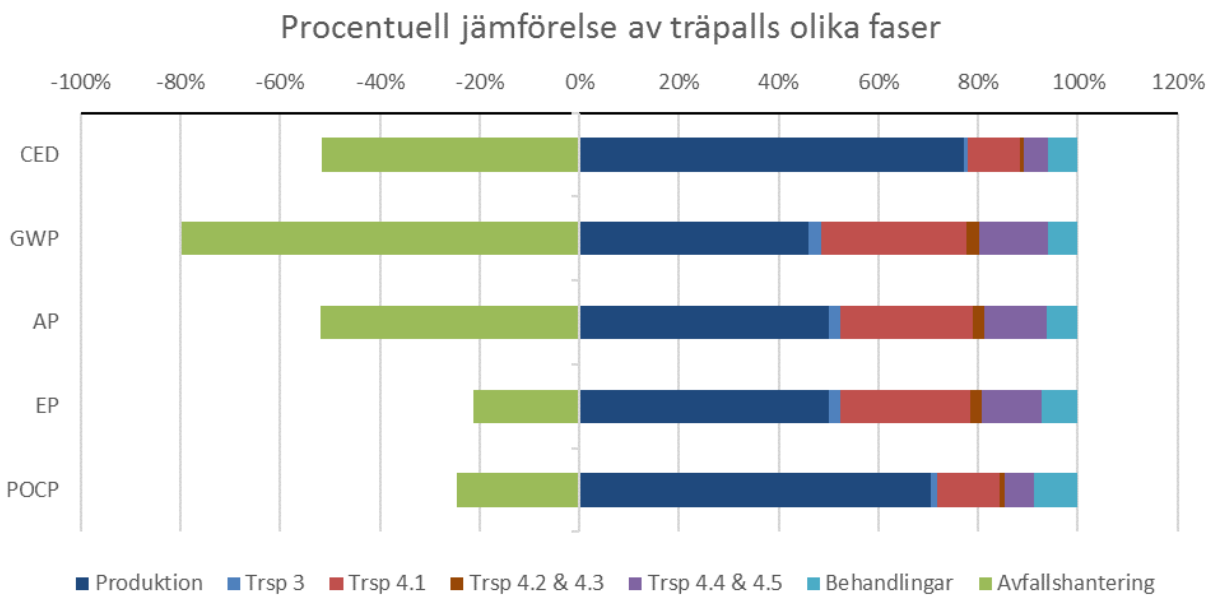
Observera att resultatet för bildande av marknära ozon använder olika enheter och därför inte är jämförbara. I livscykelanalysen av träpallen användes g C₂H₄-ekvivalenter för att mäta bildande av marknära ozon istället för g NMVOC. I Figur 26 ses resultatet i C₂H₄-ekv/f.e. vilket totalt uppgår till 0,84 g C₂H₄-ekvivalenter. Bildandet av marknära ozon sker nästan uteslutande i produktionsfasen samt till viss del i transportfasen. Produktionen uppgår till ca 70 % av det totala resultatet och det är produktionen av spånklossarna som bidrar med 70 % av den totala produktionen. De mest bidragande utsläppen är SO_x och kolmonoxid som släpps ut till luften.



Figur 26. Resultat, bildande av marknära ozon i C₂H₄-ekv, träpall

4.2.6 Miljöpåverkansfördelning mellan faserna i funktionella enheten

I Figur 27 kan en procentuell jämförelse av de olika faserna i träpallens funktionella enhet ses. Det kan ses att resultatet påverkas mest av produktion och avfallshantering, följt av transporter. Transporterna har en relativt låg miljöpåverkan var för sig, men tillsammans får de en stor miljöpåverkan inom samtliga miljöpåverkanskategorier. För tre av miljöpåverkanskategorierna har de sammanlagda transporterna nästan lika stor påverkan som produktionen, global uppvärmningspotential (GWP), försurningspotential (AP) och övergödningspotential (EP). Fasen behandlingar har inom alla miljöpåverkanskategorier en relativt låg miljöpåverkan. Genom den modellerade systemexpansionen har återvinningsfasen en stor negativ miljöpåverkan, främst för GWP vilket diskuteras mer ingående i 5.2.5.



Figur 27. Procentuell jämförelse av träpallens olika faser

5 Känslighetsanalys

I detta avsnitt presenteras olika känslighetsanalyser för SRS helpall och motsvarande träpall. Detta för att testa de antaganden som gjorts i modellen och hur de påverkar modellens miljöpåverkan. För träpallen har känslighetsanalyser utförda av Krewer et al. (2015) tagits med.

5.1 Känslighetsanalyser för SRS helpall

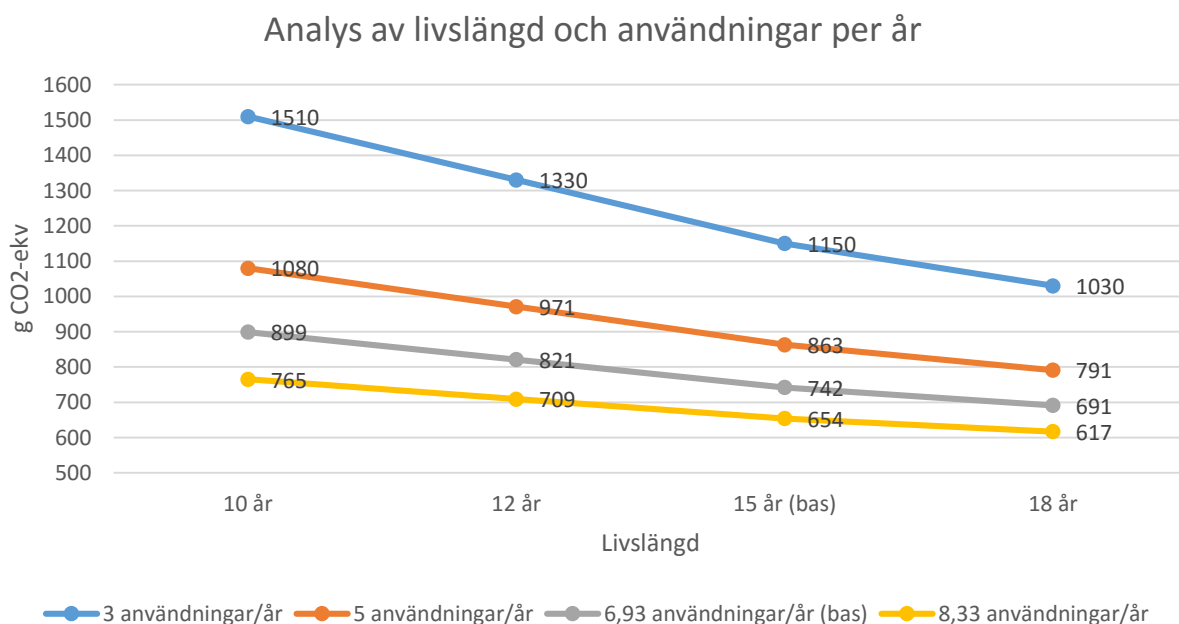
Nedan presenteras känslighetsanalyser för SRS helpall sorterade på vilket antagande som analyseras.

5.1.1 Grundläggande antaganden

I uppbyggnaden av modellen gjordes ett antal grundläggande antaganden som analyseras nedan.

5.1.1.1 SRS helpalls livslängd och användningar per år

Livslängden och antalet användningar per år för SRS helpall spelar stor roll för resultatet eftersom produktionens påverkan minskar ju fler gånger en helpall kan återanvändas. Livslängden beror på den teoretiska omloppstiden per år samt antalet år som pallen kan användas, vilket presenterades i 3.1.1. I Figur 28 kan en analys av livslängden och användningarna per år för SRS helpall ses. Det som påverkas när livslängden och användningarna ändras är produktionen och materialåtervinningen, där det är produktionen som har den största påverkan. Även reparation av en helpall påverkas men den är mycket liten och ger knappt något utslag på miljöpåverkan.



Figur 28. Analys av livslängd och användningar per år, siffrorna vid linjerna är de exakta utsläppen för varje punkt.

Med 8,33 användningar och 15 års livslängd fås 125 användningar vilket var vad som användes i den tidigare LCA:n, Florén och Gustavsson (2013). Det är dock många saker som skiljer mellan denna LCA och den tidigare och inte bara antalet användningar.

En slutsats av detta är att det är miljömässigt fördelaktigt att laga helpallen enligt modellen då den processen är försumbar samtidigt som att det ökar den genomsnittliga livslängden vilket ger en stor minskning av CO₂-utsläpp.

5.1.2 Tillverkning

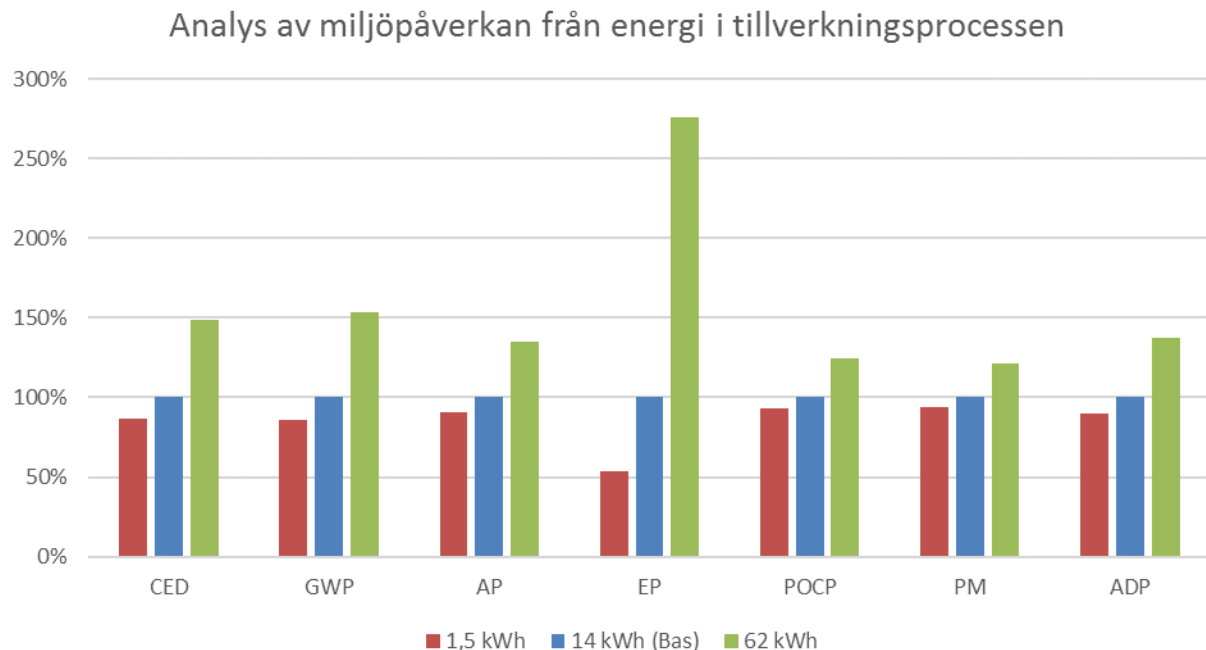
Nedan presenteras utförda känslighetsanalyser för tillverkningsprocessen och hur det påverkar resultatet.

5.1.2.1 Energianvändning i tillverkningsprocessen

Information kring energianvändning i tillverkningsprocessen kom in sent i processen och har därför inte tagits med i studien. Resultatet med denna information kan ses i Appendix 12.

Det har rätt stor osäkerhet gällande hur mycket el som används per producerad pall i tillverkningsprocessen. I senaste LCA:n, utförd av Florén och Gustavsson (2013), var informationen att 450 000 kWh el krävdes för att producera 300 033 st helpallar. Det innebar en elanvändning på 1,5 kWh per helpall. Den generella Ecoinvent-processen för varmformning använder totalt 14 kWh per pall i en blandning av el och värme. Enligt ShuertTechnologies (2016) användes 62 kWh per helpall under 2015. Dock baserades den siffran på en uträkning med ekonomiska nyckeltal istället för absoluta nyckeltal. Det ansågs osannolikt att processen kunde använda så mycket energi och därför valdes den generella Ecoinvent-processen i basscenariot. Dock ändrades processen så att all ingående energi var i form av el och inte en blandning av värme och el, då detta med säkerhet var fallet hos producenten.

I Figur 29 presenteras resultatet per funktionell enhet med de olika siffrorna för energianvändning relativt basscenariot. Det syns att siffran som användes i förra LCA:n hade medfört sänkningar på mellan 10 -45 % per miljöpåverkanskategori jämfört med basscenariot.



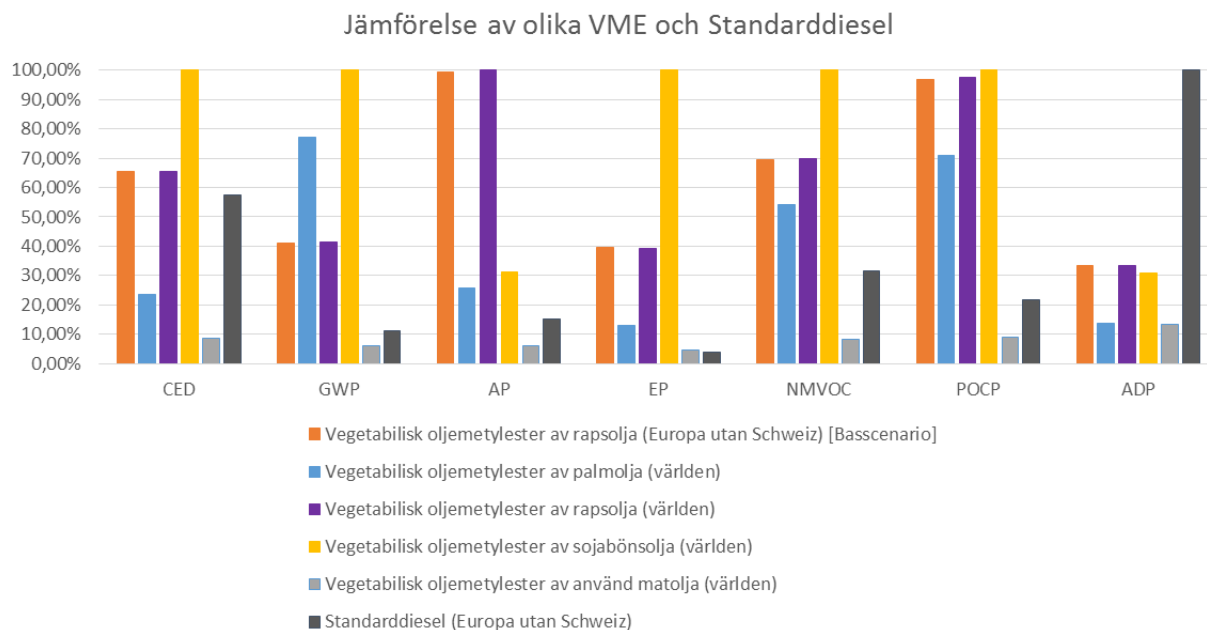
Figur 29. Skillnader i miljöpåverkan per funktionell enhet beroende på mängd energianvändning i tillverkningsprocessen.

5.1.3 Transport

Då transporten står för en stor del av all miljöbelastning inom alla påverkanskategorier är det viktigt att känslighetstesta denna del.

5.1.3.1 Val av förnyelsebart bränsle

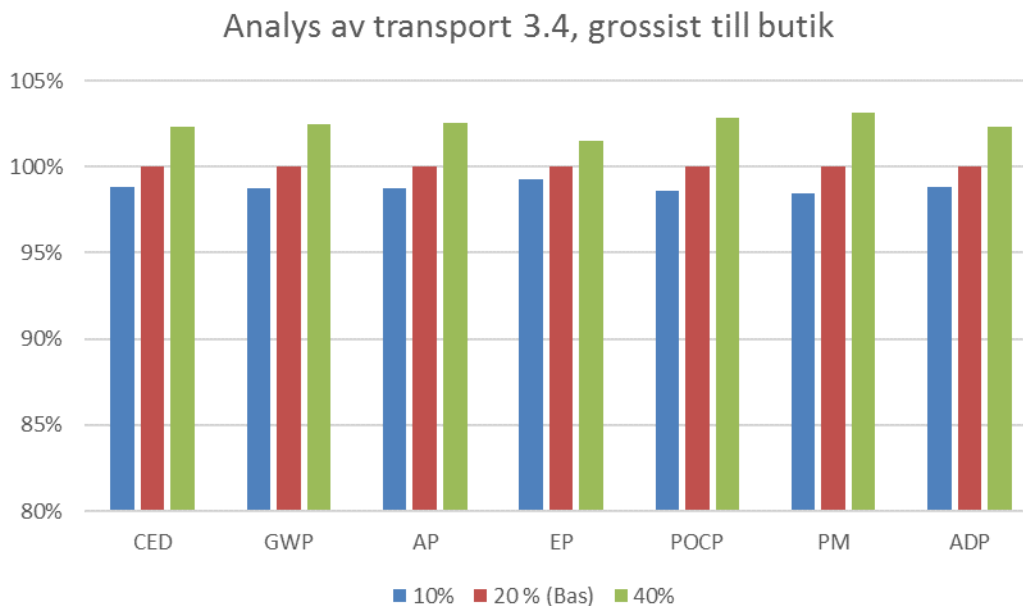
SRS Resursbilar drivs med HVO40 (Evolution Diesel) som innehåller 40 % HVO, vilket är en syntetisk diesel framställd från skogsavfall, och 60 % fossil diesel. Då HVO40 saknade exakt motsvarighet i den använda databasen Ecoinvent användes 40 % vegetabilisk oljemetylster (VME) av rapsolja framställd i Europa istället. En jämförelse mellan denna rapsoljediesel, standarddiesel och fyra andra VME ses i Figur 30. Jämförelsen är gjord på själva bränslena och inte för SRS helpalls modell. Jämförelsen är gjord för well-to-tank och inte hela livscykeln. Därför har dieseln låga utsläpp då fossil diesel har störst utsläpp tank-to-wheel. I figuren syns att det är stor skillnad beroende på vad VME:n är baserad på, mer om det i 6.3.



Figur 30. Jämförelse av fem vegetabiliska oljemetylstrar samt standarddiesel MK1.

5.1.3.2 Flödet grossist till butik (trsp 3.4)

Andelen (20 %) av transport 3.4 grossist till butik som en FE får ta del av är antaget vara samma som i den tidigare LCA:n och där är den antagen utifrån ett antagande från förra VD:n för SRS. Eftersom osäkerheter råder kring detta antagande har känslighetsanalys med 10 % och 40 % jämförts med basscenariot, se Figur 31.



Figur 31. Analys av transport 3.4 grossist till butik, med olika stor andel som detta flöde sker för varje rutt

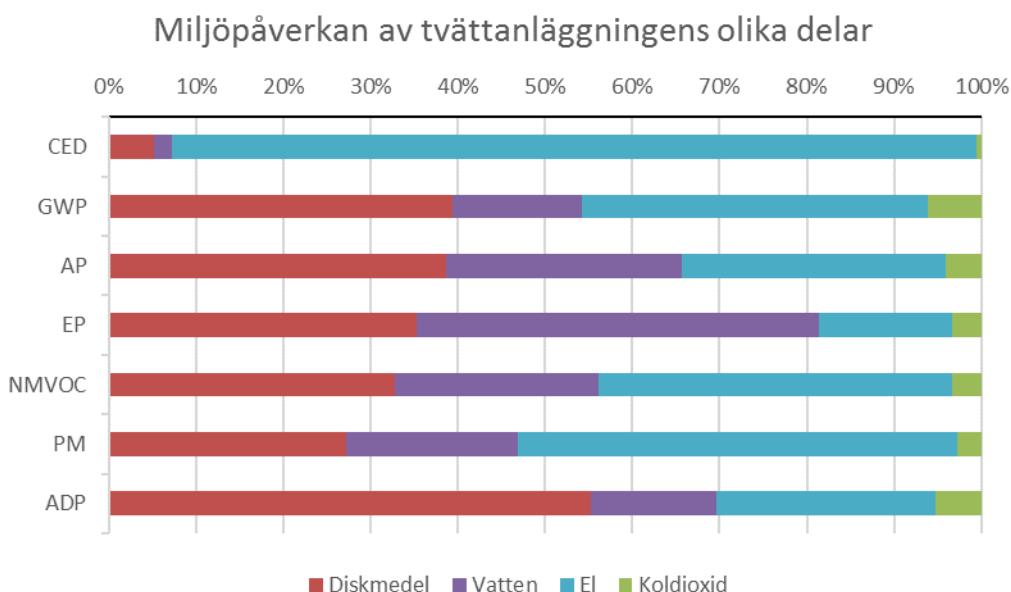
5.1.4 Tvätt

Diskmedlet och elektriciteten som används har den största miljöpåverkan för tvättprocessen.

Elektriciteten står för mellan 15-50 % av påverkan förutom för just primär energianvändning där den står för 92 %, se Figur 32.

Diskmedlet står för mellan 30-55 %, av påverkan i de olika miljöpåverkanskategorierna för tvätten förutom i primär energianvändning där det står för 5 %, se Figur 32. Detta är troligen underskattat då inte alla komponenter av diskmedlet är med i beräkningarna. För hela SRS helpalls påverkan står dock diskmedlet för en liten del då tvätten som helhet står för en mindre del av den totala påverkan från en användningsrutt.

I Figur 32 "Vatten" ingår både inflödet av vatten och utflödet till kommunala reningsverk, i "El" ingår både produktion och konsumtion.



Figur 32. Miljöpåverkan för hela tvättprocessen procentuellt uppdelad efter flödena i tvättprocessen.

I Tabell 39 kan en jämförelse ses med en fördubbling av mängden diskmedel i tvättprocessen ses. Då det endast har funnits data för två komponenter i diskmedlet är det dessa mängd som dubblats. Dessa två ämnen och framförallt natriumhydroxiden är troligtvis de komponenter av diskmedlet som står för störst del av diskmedlets miljöpåverkan vilket gör att en fördubbling av dessa troligen överskattar den miljöpåverkan som diskmedlet står för. Det råder dock osäkerhet kring mängderna i diskmedlet, då säkerhetsdatabladet inte skriver ut detta exakt (korrekt enligt regler för säkerhetsdatablad) vilket leder till osäkerhet i diskmedlets miljöpåverkan. Som den sista kolumnen visar spelar dock inte skillnaden särskilt stor roll sett per funktionell enhet för hela systemet.

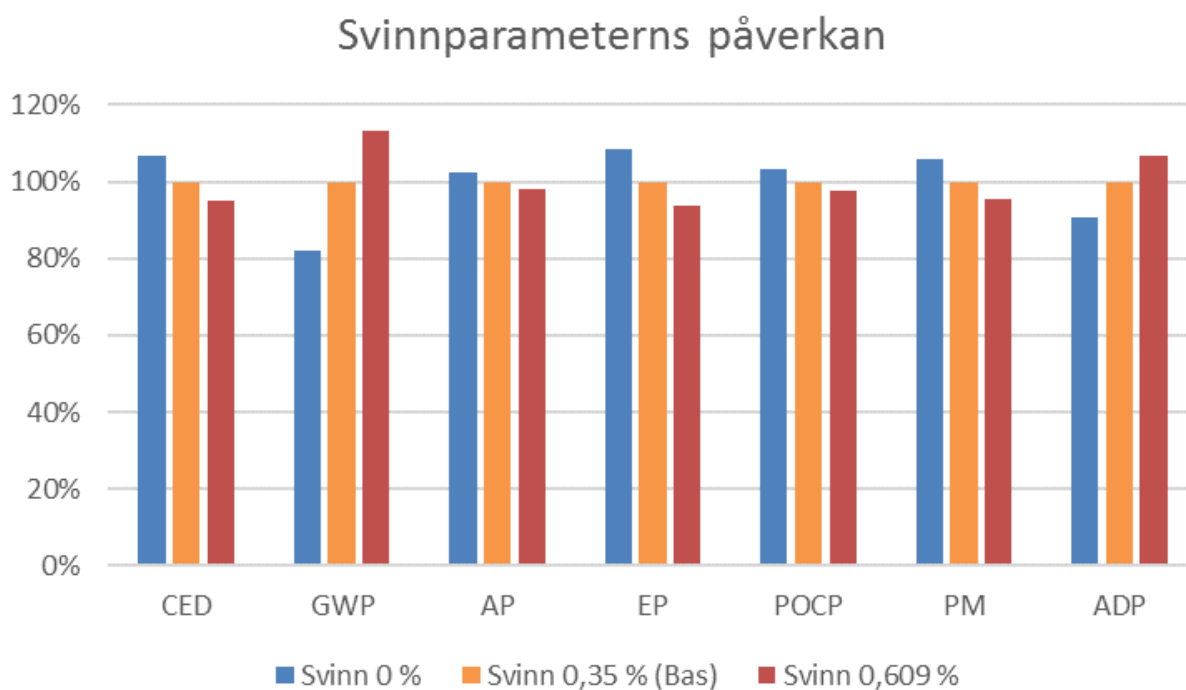
Tabell 39. Jämförelse med att dubbla mängden diskmedel

	Tvättning Basscenario [g]	Tvättning dubbel mängd diskmedel [g]	Förändring mot tvättens påverkan i basscenario [%]	Förändring mot total påverkan [%]
GWP	6,42	8,96	39 %	0,34 %
AP	0,028	0,039	39 %	0,31 %
EP	0,0042	0,0056	35 %	0,001 %
NMVOC	0,020	0,26	33 %	0,16 %
PM	0,014	0,018	27 %	0,21 %
ADP	1,58	2,45	55 %	0,29 %
CED	0,29	0,30	5 %	0,39 %

5.1.5 Svin

Eftersom svinnet inte kan mätas med SRS nyckeltal och det inte ens är bevisat att det finns ett svin i systemet är det viktigt att testa den parametern i modellen. För att materialflödet in och ut ur systemet ska vara stabilt kan svinnet maximalt uppgå till 0,609 % eftersom SRS vet att resterande 0,353 % går till kassation och inflödet är 0,962 %. Åt andra hållet kan svinnet bli så litet som 0 % eftersom det inte är bevisat att det ens finns. Därför testas båda dessa svinparametrar jämfört med basscenario i Figur 33.

Observera att energiåtervinningsprocessen som sker för svinnet också är antagen och det är modellerat så att den jungfruliga helpallen kastas på förbränning, vilket ger upphov till stora fossila CO₂-utsläpp. Dock är ett antaget svin på 0 % förmodligen underskattat eftersom alla helpallar då går till materialåtervinning, vilket också är mindre troligt i ett så pass stort och komplext system som SRS.



Figur 33. Svinnparameterns påverkan på resultatet.

Som man kan se är det svårt att läsa ut hur svinnet påverkar resultatet eftersom det är olika för respektive miljöpåverkanskategori. För GWP ökar miljöpåverkan ju större svinnet är då förbränning av jungfrulig plast i energiåtervinningen ger upphov till stora fossila CO₂-utsläpp. Med 0 % svinn skulle GWP-utsläppen minska med nästan 20 %. Samma resonemang kan användas för ADP då förbränningen av jungfrulig plast ökar utarmningen av fossila resurser. För de andra kategorierna minskar istället miljöpåverkan ju större svinnet är vilket främst beror på att förbränningen av helpallen gör att annan förbränning undviks vilken släpper ut andra typer av ämnen. Energiåtervinningen är också bättre än materialåtervinning för primär energianvändning då förbränningen av helpallen minskar annan form av förbränning.

Svinnets påverkan visar komplexiteten i att göra en samlad miljöpåverkanbedömning eftersom de olika miljöpåverkanskategorierna måste viktas mot varandra för att ge ett enhetligt slutresultat. Det blir därför viktigt att värdera miljöpåverkanskategorierna för att kunna ta beslut kring hur svinnet ska hanteras i SRS system.

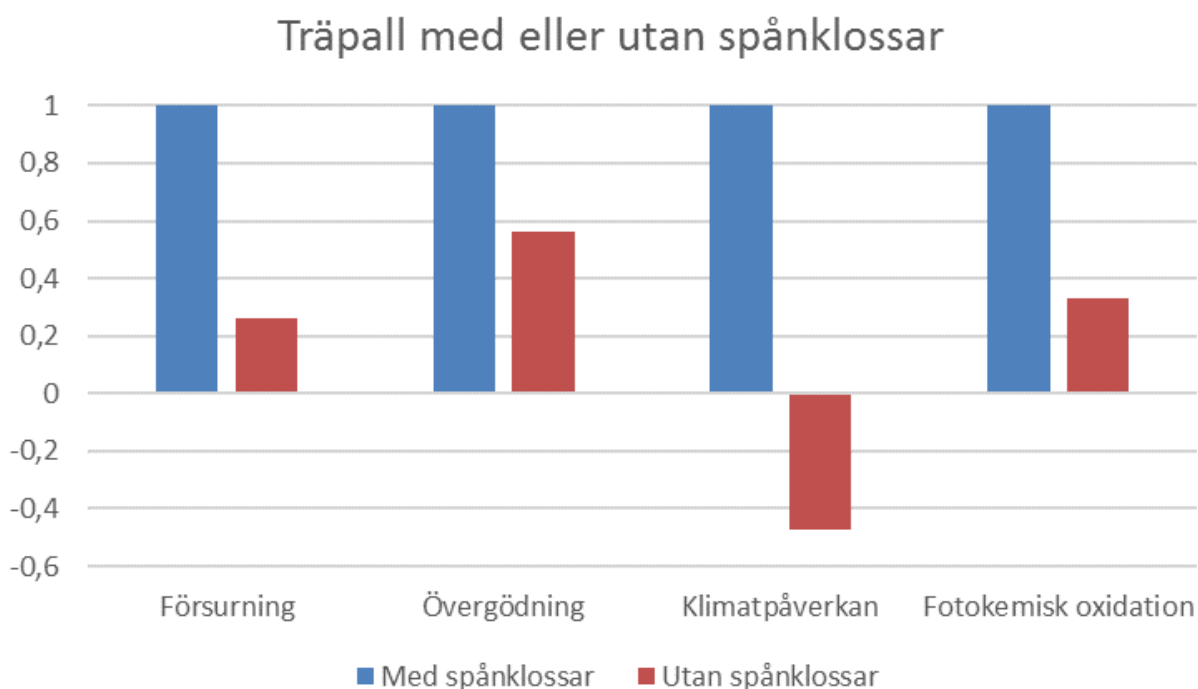
5.2 Känslighetsanalyser för träpall

5.2.1 Andelen transporter från pallföretag till svenska aktörer

En känslighetsanalys där andelen pallar som transporteras från pallföretagen till svenska aktörer ökar från 40 % till först 70 % och sedan 100 % har gjorts eftersom denna datapunkt varit bristfällig. Resultatet visar att klimatpåverkan för hela rutten ökar från 0,89 till 0,9 och 0,91 kg CO₂-ekv. per rutt. Alltså inverkar inte den här datapunkten nämnvärt på slutresultatet.

5.2.2 Träpallens material

Eftersom produktionen av träpall i hög utsträckning inverkar på slutresultatet och eftersom det visat sig i hög utsträckning bero på produktionen av spånklossar så har en känslighetsanalys av detta gjorts. Resultatet visar att om spånklossarna helt ersätts med tråklossar, d.v.s. både i nyproduktionen och i reparationen, blir växthusgasutsläppen per pall 3,1 istället för 7,7 CO₂-ekv. För en rutt blir det motsvarande totala resultatet -0,24 istället för 0,49 kg CO₂-ekv och pallproduktionens bidrag till rutten blir 0,45 istället för 1,1 kg CO₂-ekv. Förändringen för de andra miljöpåverkanskategorierna visas i Figur 34.



Figur 34. Visar den relativa skillnaden i miljöpåverkan för samtliga miljöpåverkanskategorier i studien.

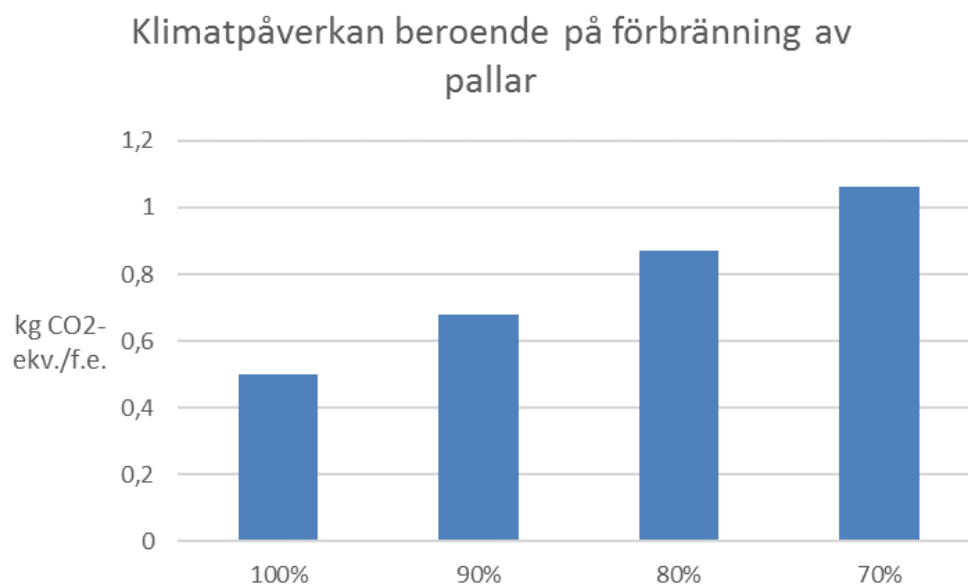
Den här datapunkten påverkar i stor utsträckning resultatet och därför bör det i framtiden undersökas närmare hur de egna träpallarna skulle ha producerats. I synnerhet bör det undersökas hur spånklossar skulle ha producerats, samt hur stor marknadsfördelningen är mellan spånklossar och tråklossar och jämföra detta med modellen. Försök att få fram mer information om detta har gjorts genom att ta kontakt med SP Trä, Skogsindustrierna och Euroblock Verpackungsholz GmbH men försöken har misslyckats. Det som kan sägas med relativt stor säkerhet är att resultatet ligger någonstans mellan dessa värden. Anledningen till att klimatpåverkan från spånklossar blir relativt hög i det här fallet beror på att jämförelsen görs mot trä, som är en mycket klimatvänlig produkt. En jämförelse mot t.ex. någon plast hade givit en annan bild. Eftersom spånklossar och tråklossar inte har exakt samma egenskaper så kan ett byte från det ena alternativet till det andra dock få oanade konsekvenser, som t.ex. ökad frekvens av reparationer.

5.2.3 Förbränningen

För att kunna jämföra resultatet med resultatet från Florén & Gustavsson (2013) beräknas här förbränningen med samma data som användes i den studien. Ett effektivt värmevärde på 13,87 MJ per kg trä inklusive fukt har använts (precis som tidigare) tillsammans med en verkningsgrad på 85 % och en fördelning mellan värme- och elproduktion på 88/12 % för att beräkna den ersatta mängden värme- och elproduktion. Resultatet som erhålls är 0,87 istället för 0,49 kg CO₂-ekv.

I studien har 110 % verkningsgrad antagits vilket är den verkningsgrad som Mölndals Energi har när rök-gaskondensering förekommer. Utan rök-gaskondensering så är verkningsgraden 90 % men då förändras också fördelningen mellan värme- och elproduktion till 67 % för värme och 33 % för el. Klimatpåverkan utan rök-gaskondensering är 0,91 kg CO₂-ekv.

Antalet pallar som förbränns i en panna som genererar el och värme på näten har i studien antagits vara 100 %. Figur 35 visar den resulterande klimatpåverkan för om antalet pallar som förbrändes skulle minska med 10, 20 och 30 %, d.v.s. först förbränns 100 % av pallarna, sedan 90 % o.s.v. Klimatpåverkan ökar med en minskande andel pallar som förbränns eftersom mindre fjärrvärme- och elproduktion kan ersättas.



Figur 35. Figuren visar klimatpåverkan vid varierande antal pallar som förbränns.

5.2.4 Träpallens vikt

Enligt Krewer et al. (2015) så kan pallens vikt variera mellan 23 kg till 30 kg. Det är fukthalten som varierar medan pallens torrsvikt är konstant på 22,56 kg exklusive spik. Viktförändringen påverkar både transporterna och förbränningen enligt Tabell 40.

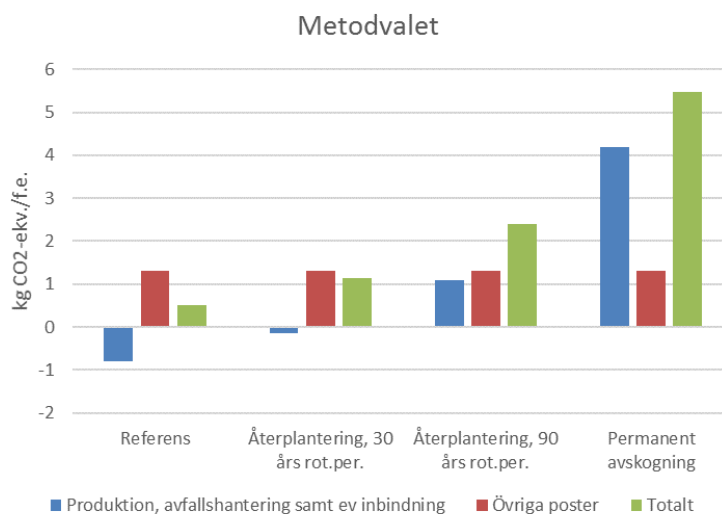
Tabell 40. Tabellen visar hur pallvikten och fukthalten förändrar det effektiva värmevärdet och klimatpåverkan.

Pallens totalvikt			
	26,24 kg	23 kg	30 kg
Fukthalt [%]	13,4	1,1	24,3
Effektivt värmevärde [MJ/kg trä inklusive fukt]	13,87	18,67	10,12
Klimatpåverkan [kg CO ₂ -ekv./rutt]	0,49	0	0,99

I fallet då pallens vikt är 23 kg så gör det ökade värmevärdet att 468 MJ energi per pall produceras istället för 397 MJ per pall som i referensscenariot. Den ökade mängden energi kan ersätta mer värme- och elproduktion. Det omvända gäller då pallens vikt är 30 kg, då energin som produceras är 332 MJ per pall.

5.2.5 Metodvalet

Krewer et al. (2015) beskriver i sitt appendix hur beräkning av klimatpåverkan från skogsråvaror påverkas med avseende på skogen estimerade rotationsperiod, alltså hur förnybar skogsråvaran anses vara. I Figur 36 presenteras resultaten med olika antaganden gällande det resonemanget.



Figur 36. Klimatpåverkan med referensmetodiken och med GWP_{bio} vid 30 och 90 års rotationsperiod samt med permanent avskogning.

Figur 36 visar referensmetodiken, två fall av återplantering av skog (med 30 respektive 90 års rotationstid) samt permanent avskogning. Pallens livslängd är avrundad till närmaste tiotal, d.v.s. noll år. Metoden tar hänsyn till hur lång tid som det tar för skogen att växa upp och hur lång tid som kolet lagras i produkten, och sätter den klimatpåverkande potentialen hos utsläpp av biogen koldioxid i relation till utsläpp av fossil koldioxid. Resultatet varierar alltså kraftigt beroende på vilken metodik som används och därför är detta något som måste beaktas noga i framtida studier.

6 Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultatet av livscykelanalysen av SRS helpall och motsvarande träpall. Då denna studie inte har undersökt alla aspekter av de båda pallsystemen diskuteras även förslag på vidare studier.

6.1 Diskussion SRS helpall

Något som bör lyftas kring en studie av denna karaktär är komplexiteten att modellera verkligheten. Det är omöjligt att ta med alla påverkande faktorer under en produkts hela livscykel och avgränsningar är därmed nödvändiga. I denna rapport har författarna försökt underbygga de antaganden som gjorts genom att göra känslighetsanalyser på de mest osäkra antagandena och avgränsningarna. Det garanterar däremot inte att det inte finns andra parametrar eller missuppfattningar gällande modellen som ger en påverkan på resultatet. Bara för att modellen har gett upphov till olika siffror, betyder inte det att siffran är helt rätt, vilket kräver en viss försiktighet vid användning av resultatet.

Denna livscykelanalys har kommit fram till att det är viktigt att ha ett livscykelperspektiv över returpallsystemet för att få en förståelse för SRS helpalls miljöpåverkan. Ifall endast en del av systemet hade undersökts, hade en helt annan bild kunnat visas. En möjlighet hade varit för SRS att endast undersöka den miljöbelastning som uppstår inom deras egna verksamheter, exempelvis tvätten som SRS driver helt själva. Nackdelen med att sätta en snäv systemgräns är att suboptimeringar mellan olika livscykelsteg kan ske och att engagemang läggs på delar som är svåra att förbättra när det finns enklare insatser att göra utanför systemgränsen. För detta system visade det sig att produktionen och transporterna var de områden med störst miljöpåverkan, det hade inte upptäckts om systemgränsen satts runt SRS egna verksamheter.

Tidsperspektivet för ett basscenario är 15 år, det kommer med största sannolikhet ske förändringar som påverkar systemets miljöpåverkan under denna tidsperiod. Därför är det inte rimligt att se studiens resultat som vad SRS helpall faktiskt ger för miljöbelastning utan mer en indikation på att om SRS, och aktörerna i SRS helpalls livscykel, gör som de gör idag så kommer den genomsnittliga miljöpåverkan för funktionella enheten för SRS helpall vara som studiens resultat även framöver.

I modellens basscenario avgränsades Transport 3.2 från Varuproducent till Grossist och Transport 3.3 från Grossist till Butik. Informationen gällande de transporterna var knapphändig och eftersom andra produkter än SRS helpall är primärprodukter under de transporterna togs de inte med i basscenariot. Dock är det tydligt i resultatet att de transporterna har stor inverkan på resultatet. Det medför att antaganden som görs för den transporten blir extra känsliga och bör valideras ordentligt i kommande studier. Eftersom de transporterna är antagna både gällande avstånd samt vilken typ av lastbil det är får det antagandet stor betydelse för slutresultatet om den inkluderas. Det medför att kommande LCA:er av produkter som transporteras i SRS system och använder denna inventering för beräkningar pallens påverkan bör exkludera den transporten från den här studien och istället använda sina egna siffror för beräkningarna.

6.2 Diskussion träpall

Denna diskussion är som allt om träpallen från tidigare studie av Krewer et al. (2015).

Studien visar på att flera steg i kedjan påverkar och att det därför är av stor vikt att studera pallens miljöpåverkan ur ett helhetsperspektiv. Om t.ex. endast reparation och värmebehandling hade studerats hade det inte sagt så mycket om den totala miljöpåverkan eftersom de mest betydelsefulla delarna ligger vid produktion och transport av pall.

För flera av miljöeffekterna har produktionen av pall en betydande del av påverkan och då framför allt produktionen av spånklossar. Detta trots att beräkningarna baseras på att nyproduktionen per användarrutt utgörs av mängden kassation, d.v.s. totalt 14 % av produktionen av en pall. Om pallarna skulle ha en lägre andel spånkloss och högre andel träkloss skulle det ge en lägre klimatpåverkanspotential i den här studien. Om mängden kassationer förändras så får det betydelse för pallens miljöpåverkan.

Lika mycket pall som nyproduceras förbränns också, och differensen mellan produktionen av pall inklusive transporten av pall till varuproducenten (flöde 1) och avfallshanteringen ger ett negativt resultat när det gäller klimatpåverkan. Detta beror på 1) hur mycket koldioxidekvivalenter som produktionen släpper ut (eller tar upp, men upptaget av kol av träden räknas inte i den här studien, precis som utsläppet av biogent kol inte räknas), 2) hur mycket av ett sluppet material eller energislag som ersätts och 3) hur klimatpåverkande det slupna materialet eller energislaget är. I den här studien så har samma verkningsgrad, fördelning mellan värme- och elproduktion och samma slupna system som i föregående studie antagits. Denna slupna produktion av el och värme skulle ha (om den fått äga rum) givit upphov till mer klimatutsläpp än produktionen av träpall gör.

Sammanfattningsvis ligger de stora förbättringspotentialerna i produktionen av pall i att arbeta med att öka pallarnas livslängd och att se över hur spånklossarna produceras idag och eventuellt kan produceras annorlunda i framtiden, alternativt ersättas med träklossar. Ett annat viktigt förbättringsområde är att ständigt arbeta med effektiviseringar i logistikkedjan för att korta antalet körda km under en pallrutt samt att arbeta med ökade lastgrader i bilarna.

6.2.1 Träpallens vikt och transporteffektivitet

Eftersom träpallen väger mer än t.ex. en plastpall (23-30 kg beroende på fuktighet, jämfört med 14,8 kg) så skulle det kunna medföra konsekvenser som lägre utnyttjandegrad i transporter och högre bränsleförbrukning. Enligt en expert inom livsmedelslogistik så är det ytterst ovanligt, om det ens sker, att man får övervikt för att man använder träpall istället för plastpall (Sandblom, 2015). Det betyder att det sällan eller aldrig sker att den sista pallan inte lastas på eftersom träpall används istället för plastpall. Däremot ingår alltid pallvikten i totalvikten och hänsyn skall tas så att övervikt inte uppstår. Inte heller i fallet då man bara lastar pallar för returtransport (20 pallar i höjd) av pall riskerar man övervikt i ekipaget om man använder träpall.

Däremot så innebär ökad vikt högre bränsleförbrukning. På ett stort svenskt ekipage (truck med trailer 40-50 ton, TT/AT >40-50t) som har 33 pallplatser och som är fullt lastat, så innebär en pallviktsskillnad på 7,2 kg en total viktsskillnad på 238 kg. Den totala lastvikten är 33 ton, vilket innebär att viktsskillnaden är 1,0 % av den totala lastvikten. Detta är en försumbar viktsskillnad för den här typen av beräkningar, men detta är å andra sidan enbart ett exempel som inte täcker

upp alla fall. Sett till alla tänkbara fall av vägtransporter så är viktoptimering en viktig fråga men hänsyn måste också tas till hela systemet för att undvika suboptimering.

Samma lastbil fullastad enbart med pallar skulle innebära att totalt 660 pallar kan lastas. Om samma pallviktsskillnad som innan antas så innebär det en viktsskillnad på 4752 ton. Träpallarna skulle väga nästan 15 ton och ta upp 45 % av maxlastvikten och lastbilen skulle dra 0,39 l/km och detta skulle motsvara 0,99 kg CO₂-ekv. per km. Plastpallarna däremot skulle väga nästan 10 ton och ta upp 30 % av maxlastvikten, vilket resulterar i en bränsleförbrukning på 0,347 l/km och 0,88 kg CO₂-ekv. per km. För långa returtransporter ger alltså detta en påverkan som inte är försumbar och som det bör tas hänsyn till vid val av lastbärare.

NTM Calc 3.0 har använts för att göra beräkningarna i det här kapitlet.

Krewer et al. (2015) diskuterar även skogsråvarans förnybarhet och hur rotationsperioder påverkar träpallens klimatpåverkan. För utförligare resonemang kring detta hänvisas till den rapportens Appendix F.

6.3 Fortsatta studier

Under denna studies gång har rapportförfattarna observerat ett antal områden som är intressanta och här lyfts dessa som förslag på vidare studier både för SRS och för andra intressenter som är verksamma inom livscykelanalysområdet.

Då SRS arbetar med att knyta ihop sitt kretslopp gällande råvaruanvändning vore en modell med ett slutet återvinningssystem intressant. I Appendix 4 SRS helpall med slutna återvinning, testades olika modeller för detta, vilka visade helt olika resultat för de olika miljöpåverkanskategorierna beroende på hur modellen sätts upp. Författarna har diskuterat de olika modellerna med SP (tidigare SIK) och inte kommit fram till ett exakt svar på hur modellen bör se ut (Florén & Gustavsson, 2013). Beroende på vilket perspektiv som används vid systemexpansionen kan olika mängd råvara tillgodosöras. Det hade behövts en djupare studie på hur just slutna återvinning påverkar systemen gällande undvikna produkter och hur det kan tillgodosöras.

Författarna har även försökt att få fram tillräckligt med information för att kunna modellera svensk fjärrvärme men har inte lyckats få fram informationen. Därför har processer i Ecoinvent använts. Modellering av fjärrvärme i Simapro och Ecoinvent har sina brister då Ecoinvent inte innehåller processer som helt motsvarar den svenska verkligheten och därför råder osäkerhet kring fjärrvärmens påverkan i modellen. Med en mer verklighetstrogen modellering av fjärrvärme hade resultatet av studien varit närmre verkligheten gällande förbränningen som uppstår till följd av svinnet.

Även bränslenas påverkan har varit svårt att modellera, främst nyare bränslen som HVO40 i Preems "Evolution Diesel". Återigen innehåller Ecoinvent mer generaliserade processer vilka kan skilja sig mycket jämfört med till exempel biodiesel som har producerats från en specifik skogsråvara. Preem (2016) har publicerat vissa förenklade uppgifter gällande bränslet, men en mer utförlig livscykelinventering saknas för att kunna göra en egen processmodellering. Generellt är den vedertagna metodiken inom LCA att inte underskatta processernas miljöpåverkan (Guinée et al., 2002), vilket ställer än högre krav på transparens för att kunna göra rättvisa modelleringar.

Vid träpallsåtervinning kan man tillgodosöras sig att trä är förnyelsebart på olika vis. Träpallens miljöpåverkan skulle med andra antaganden kring återvinning få helt andra resultat, se 5.2.5. Att studera fler alternativ för hur en träpalls tillgodosöring av återvinning sker skulle rapportförfattarna rekommendera. För att kunna jämföra SRS helpall med en träpall mer rättvist anser rapportförfattarna att en jämförande livscykelanalys med samma premisser i sluthanteringsfasen skulle vara till hjälp.

Den här rapportens struktur har anpassats för att kunna ha flera jämförande LCA:er löpande i samma dokument. Inspiration till strukturen har tagits från bland annat Aumônier och Collins (2005) och tanken har varit att SRS ska kunna uppdatera rapporten med ny information för både plastpallen och träpallen löpande. Syftet med den här studien var främst att uppdatera siffrorna och modellen för SRS helpall, medan träpallen har infogats från den senaste LCA:n som genomfördes av Krewer et al. (2015). Därför rekommenderas SRS att genomföra fortsatta studier gällande träpallen för att göra modellen och resultatet mer jämförbart med SRS helpall.

Referenser

- Alander, Johanna, Fickler, Christian, Granberg-Lomyr, Mikaela, & Jakobsson, Tobias. (2016). Livscykelanalys av SRS hellåda. Linköping: Linköpings Universitet.
- Aumônier, Simon, & Collins, Michael. (2005). *Life cycle assessment of disposable and reusable nappies in the UK*: Environment Agency.
- Brindley, Chaille. (2010). Life Cycle Analysis Underscores Environmental Challenges of Plastic Pallets. <http://www.palletenterprise.com/articledatabase/view.asp?articleID=3073>
- Bösch, Michael E, Hellweg, Stefanie, Huijbregts, Mark AJ, & Frischknecht, Rolf. (2007). Applying cumulative exergy demand (CExD) indicators to the ecoinvent database. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(3), 181-190.
- DistancesFrom. (2015). DistancesFrom.in. Hämtad 2016-06-18, från <http://www.distancesfrom.in/world/distance-from-detroit-to-louisiana/527266.html>
- Drader. (2016). Plastic Welding Rod Supply. Hämtad 2016-06-29, 2016, från <http://www.drader.com/welding-rod>
- Ecoinvent. (2013). The ecoinvent database: Overview and methodology, Data quality guideline for the ecoinvent database version 3.
- Energimyndigheten. (2015). *Energiläget 2015*. Energimyndigheten Hämtad från https://www.energimyndigheten.se/contentassets/50a0c7046ce54aa88e0151796950ba0a/energilaget-2015_webb.pdf.
- Commission Regulation (EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council Text with EEA relevance (2011).
- Fjärrvärme, Svensk. (2015). Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion 2015. Hämtad 20160713, 2016, från <http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarme/Energitillforsel/>
- Florén, Britta, & Gustavsson, Jenny. (2013). *Livscykelanalys av Svenska Retursystems helpall*. SIK - Institutet för livsmedel och bioteknik.
- Forster, P, Ramaswamy, V, Arttaxo, P, Bernsten, T, Betts, R, & Fahey, DW. (2007). Climate change 2007: The physical science basis. Contributions of Working Group I to the 4th assessment of the IPCC: Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- FranklinAssociates. (2011). Revised Final Report Cradle-to-Gate Life Cycle Inventory of Nine Plastic Resins and Four Polyurethane Precursors.
- FTI. (2016). 2016-06-30, från <http://www.ftiab.se/180.html>
- Gasol, Carles M, Farreny, Ramon, Gabarrell, Xavier, & Rieradevall, Joan. (2008). Life cycle assessment comparison among different reuse intensities for industrial wooden containers. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(5), 421-431.

- Gode, Jenny, Martinsson, Fredrik, Hagberg, Linus, Öman, Andreas, Höglund, Jonas, & Palm, David. (2011). Miljöfaktaboken 2011 - Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter. Värmeforsk: Värmeforsk.
- Guinée, JB, Gorree, M, Heijungs, R, Huppes, G, Kleijn, R, Udo de Haes, HA, . . . Wrisberg, MN. (2002). Life Cycle Assessment. An operational guide to ISO standards. Volume 1, 2, 3. *Centre of Environmental Science, Leiden University (CML), The Netherlands*.
- Hansson, Annelie (2016). [Personlig mejlkommunikation].
- Hederström, Oscar (2015). [Personlig kommunikation med Oscar Hederström på Stena Recycling AB].
- Johansson, Inge. (2015). Personlig kommunikation med Inge Johansson på SP.
- Johnson, Jeremiah, Reck, BK, Wang, T, & Graedel, TE. (2008). The energy benefit of stainless steel recycling. *Energy Policy*, 36(1), 181-192.
- Jonasson, Anders (2016). [Personlig mejlkommunikation].
- JRC, Robert EDWARDS, HASS, Heinz, LARIVÉ, Jean-François, & JRC, Laura LONZA. (2014). WELL-TO-WHEELS Report Version 4. a JEC WELL-TO-WHEELS ANALYSIS.
- Karlsson, Carl-Fredrik (2015). [Personlig kommunikation med Carl-Fredrik Karlsson på Mölndal energi.].
- Koskela, Sirkka, Dahlbo, Helena, Judl, Jáchym, Korhonen, Marja-Riitta, & Niininen, Mervi. (2014). Reusable plastic crate or recyclable cardboard box? A comparison of two delivery systems. *Journal of Cleaner Production*, 69, 83-90.
- Krewer, Christoffer, Florén, Britta, Gustavsson, Jenny, & Sandin, Gustav. (2015). *Prospektiv livscykelanalys av träpall om den skulle användas av Svenska Retursystem*. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- Löfgren, Daniel (2016). [Personlig mejlkommunikation].
- Morén, Henrik (2015). [Personlig kommunikation med Henrik Morén på Norrlandspall AB].
- Naturvårdsverket. (2014). Marknära ozon i luft. från <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=104&pl=1>
- NTM. (2012). NTMCalc Advanced 4.0 Environmental Performance Calculator: Network for Transport Measures. Hämtad från <https://www.transportmeasures.org/ntmcalc/v4/advanced/index.html>
- NTM. (2016). NTMCalc Advanced 4.0 Environmental Performance Calculator: Network for Transport Measures. Hämtad från <https://www.transportmeasures.org/ntmcalc/v4/advanced/index.html>
- Preem. (2016). PREEM EVOLUTION DIESEL+. 2016-07-13, från <http://preem.se/privat/drivmedel/produktkatalog-privat/produkter/diesel/preem-evolution-diesel/>
- PréSustainability. (2014). Simapro 7. Hämtad från <https://www.pre-sustainability.com/simapro>

PréSustainability. (2016a). SimaPro 8. Hämtad från <https://www.pre-sustainability.com/simapro>

PréSustainability. (2016b). SimaPro Database Manual - Methods Library. (2.9).

Romanich, Tom (2014). [Presentation på SRS huvudkontor i Stockholm].

Romanich, Tom, & Winslow-Andersson, Marie (2014). [Personlig kommunikation].

Sabel, Jörgen (2012). [Personlig mejlkommunikation].

Sandberg, Robert (2015). [Personlig kommunikation med Robert Sandberg på Hans Andersson Recycling AB].

Sea-Distances.com. (2016). SEA DISTANCES / PORT DISTANCES - online tool for calculation distances between sea ports., 2016-06-21, från <http://www.sea-distances.org/>

ShuertTechnologies (2016). [Personlig kommunikation med Shuert Technologies].

Winslow-Andersson, Marie (2016). [Personlig kommunikation].

Winslow-Andersson, Marie, & Jonasson, Anders (2016). [Personlig kommunikation].

Öresundskraft. (2015). Produktionsanläggningar. 2016-06-20, från <https://www.oresundskraft.se/om-oeresundskraft/produktion-och-distribution/produktionsanlaeggningar/>

Appendix

Appendix 1 Figurförteckning

Figur 1. Processträd över det studerade systemet.	2
Figur 2. En LCA:s fyra delar enligt ISO 14040.	6
Figur 3. Övergripande bild för SRS returpallssystem.	9
Figur 4. Processträd för SRS helpalls livscykel.	10
Figur 5. Översikt över träpallens system	11
Figur 6. Översikt över transporterna för SRS helpall.	20
Figur 7. Översikt över transporterna för träpallen.	23
Figur 8. Bild på SRS helpall.	24
Figur 9. Översikt över transporter för råmaterialet till SRS helpall från Råvaruproducent till Produktion.	26
Figur 10. Översikt över transporterna för SRS helpall från Produktion till SRS Lager.....	29
Figur 11. Översikt över transporterna i SRS helpalls användningsfas.....	36
Figur 12. Processträd för träpallen inklusive transportflöden.	39
Figur 13. Översikt över transporterna från SRS Lager & Tvätt till slutåtervinning och det antagna svinnet i systemet.	44
Figur 14. Primär energianvändning för SRS helpall, basscenario.	47
Figur 15. Global uppvärmningspotential för SRS helpall, basscenario.	49
Figur 16. Förurningspotential för SRS helpall, basscenario.....	50
Figur 17. Övergödningspotential för SRS helpall, basscenario.	51
Figur 18. Bildande av marknära ozon för SRS helpall, basscenario.....	52
Figur 19. Utsläpp av luftburna partiklar för SRS helpall, basscenario.	54
Figur 20. Utarmning av fossila resurser för SRS helpall, basscenario.....	55
Figur 21. Procentuell fördelning mellan livscykel faserna i basscenariot.....	56
Figur 22. Resultat, primär energianvändning, träpall	57
Figur 23. Resultat, global uppvärmningspotential, träpall.....	58
Figur 24. Resultat, förurningspotential, träpall	59

Figur 25. Resultat, övergödningspotential i PO ₄ -ekv, träpall.....	60
Figur 26. Resultat, bildande av marknära ozon i C ₂ H ₄ -ekv, träpall.....	61
Figur 27. Procentuell jämförelse av träpallens olika faser	62
Figur 28. Analys av livslängd och användningar per år, siffrorna vid linjerna är de exakta utsläppen för varje punkt.	63
Figur 29. Skillnader i miljöpåverkan per funktionell enhet beroende på mängd energianvändning i tillverkningsprocessen.....	65
Figur 30. Jämförelse av fem vegetabiliska oljemetylestrar samt standarddiesel MK1.....	66
Figur 31. Analys av transport 3.4 grossist till butik, med olika stor andel som detta flöde sker för varje rutt.....	66
Figur 32. Miljöpåverkan för hela tvättprocessen procentuellt uppdelad efter flödena i tvättprocessen.....	67
Figur 33. Svinnpåverkanens påverkan på resultatet.	69
Figur 34. Visar den relativa skillnaden i miljöpåverkan för samtliga miljöpåverkanskategorier i studien.	70
Figur 35. Figuren visar klimatpåverkan vid varierande antal pallar som förbränns.	71
Figur 36. Klimatpåverkan med referensmetodiken och med GWP _{bio} vid 30 och 90 års rotationsperiod samt med permanent avskogning.....	72

Appendix 2 Tabellförteckning

Tabell 1. Studiens resultat presenterat per miljöpåverkanskategori.....	3
Tabell 2. Projektets intressenter.....	7
Tabell 3. Resultat från tidigare studier.....	7
Tabell 4. Miljöpåverkanskategorier för SRS helpall med tillhörande karakteriseringsfaktor.	14
Tabell 5. Miljöpåverkanskategorier för träpall med tillhörande karakteriseringsfaktor.	15
Tabell 6. Nyckeltal för SRS helpalls livslängd och användningar under sin livstid.....	18
Tabell 7. Specifikation av fordonstyp, bränsle och fyllnadsgrad för SRS flöde.....	21
Tabell 8. Vikt på råvaror för SRS helpall.....	24
Tabell 9.SRS helpall dimensioner.....	24
Tabell 10. Energiprofil HDPE-produktion enligt FranklinAssociates (2011).	25
Tabell 11. Transportdata för jungfruliga råvaror till SRS helpall.....	26
Tabell 12. Vikt på råvaror för träpall.....	27
Tabell 13. Dimensioner för träpall.....	27
Tabell 14. Ingående material för träpall från Ecoinvent.....	27
Tabell 15. Elmix DTE Energy.....	28
Tabell 16. Transportdata för SRS helpalls transport från produktionen i Sterling Heights till något av SRS tre ingående lager.....	29
Tabell 17. Allokering för returlådor och returpallar för varje anläggning.....	31
Tabell 18. Transporter som används för fördelning av tvätt och fördelningen av tvätt.....	32
Tabell 19. Energi- & vattenförbrukning i tvättprocessen per funktionell enhet.....	33
Tabell 20. Vikt av diskmedel som tagits med i beräkningar, koldioxid för neutralisering & skumdämpare.	33
Tabell 21. Nyckeltal för reparationsberäkningar.....	34
Tabell 22. Transportdata från SRS lager & tvätt till varuproducent.....	36
Tabell 23. Transportdata från varuproducent till grossist.....	37
Tabell 24. Transportdata från grossist till butik.....	37
Tabell 25. Transportdata från butik till grossist.....	37
Tabell 26. Transportdata från grossist till varuproducent.....	38

Tabell 27. Transportdata från grossist till SRS lager & tvätt.....	38
Tabell 28. Data för modellering av fjärrvärme	43
Tabell 29. Viktning av transport till öppen materialåtervinning.....	45
Tabell 30. Transportdata för den otjänliga helpallen från SRS Tvätt till återvinningen i Lanna, SE.	45
Tabell 31. Transportdata för svinnet från användningscykeln till energiåtervinning.	45
Tabell 32. Primär energianvändning för SRS helpall, basscenario.....	48
Tabell 33. Global uppvärmningspotential för SRS helpall, basscenario.....	50
Tabell 34. Förbrukningspotential för SRS helpall, basscenario.	51
Tabell 35. Övergödningspotential för SRS helpall, basscenario.....	52
Tabell 36. Bildande av marknära ozon för SRS helpall, basscenario.	53
Tabell 37. Utsläpp av luftburna partiklar för SRS helpall, basscenario.	54
Tabell 38. Utarmning av fossila resurser för SRS helpall, basscenario.	56
Tabell 39. Jämförelse med att dubbla mängden diskmedel	68
Tabell 40. Tabellen visar hur pallvikten och fukthalten förändrar det effektiva värmevärdet och klimatpåverkan.....	72
Tabell 41. Reviderat resultat basscenario	114
Tabell 42. Reviderat resultat basscenario inkl. trsp. 3.2-3.3	115

Appendix 3 Beskrivning av antaganden i basscenario

Fas	Antagande
Produktion	Varmformning använder enbart elektricitet som energibärare. All värmeförsörjning har istället modellerats som elförsörjning.
	Generell Ecoinventprocess har antagits stämma överens med Shuerts anläggning. Endast elmixen har modellerats om enligt DTE Energys elmix.
	Allt materialsvinn återanvänds i tillverkningsprocessen.
	Energiförbrukningen som använts är den mängd som standardprocessen i Ecoinvent har. (Resultat med uppdaterad data kan ses i Appendix 12)
Transport	SRS Flöde består av Standardflöde 63,64 % och Resursbilar 36,36 % baserat på antalet tonkm de åkte 2015, se 3.1.7.2
	Standardflöde - 32 ton Lastbil Euro 4, 80 % fyllnadsgrad, standarddiesel med DHL:s data för CO ₂ , SO ₂ , CO, HC, NO _x och PM tank-to-wheel, se 3.1.7.2 och Appendix 10 Data för lastbilstransportflöden
	Resursbilar - 16 ton Lastbil Euro 5, 90 % fyllnadsgrad, vegetabilisk oljemetylster med DHL:s data för CO ₂ tank-to-wheel, se 3.1.7.2 och Appendix 10 Data för lastbilstransportflöden
	Övriga lastbilar, se Appendix 10 Data för lastbilstransportflöden
	Sjö- och tågtransporter baseras på generella Ecoinventprocesser
Tvätt	• En helpall motsvarar areamässigt två halvpallar och en hellåda motsvarar areamässigt två halvlådor. • En helpall motsvarar areamässigt fyra hellådor. • Tvätthastigheten är snabbare för en returlåda än för en returpall och att detta till största del beror på arean av respektive produkt. Ovanstående punkter ger att en helpall motsvarar samma miljöbelastning som fyra hellådor
	Medel av SRS fyra anläggningar används för beräkningar, se 3.3.1.1
	All pall går inte in i tvättprocessen utan ett flöde går direkt från grossist till varuproducent. Per FE räknas därför bara de som går till tvätten som att de tvättas vilket leder till att 58,4 % av en helpall tvättas per FE.
	El i tvättprocess kommer från 95 % vatten och 5 % vind, se 3.3.1.1.1
	Fjärrvärme i tvättprocessen avgränsas från studien
	Vatten in i processen är kranvatten, vatten ut efter neutralisering räknas

	som hushålls avloppsvatten, i båda fall används Schweiziska värden, se 3.3.1.1.1
	Hela diskmedlets påverkan har inte inkluderats utan endast den del där pålitlig data har funnits, 15 % NaOH och 5 % polykarboxylat, se 3.3.1.1.2
	Påverkan från skumdämpare har inte inkluderats i beräkningarna, se 3.3.1.1.2
	Den koldioxid som SRS använder är trycksatt men den koldioxid som har inkluderats i beräkningar är i flytande form, se 3.3.1.1.2
	Produkter som används för städning och dylikt har inte inkluderats, se 3.3.1.1.3
	Förbrukningsartiklar allokeras inte till SRS helpall utan till SRS returlådor
	Avfall som uppstår i tvättanläggningar allokeras inte till SRS helpall utan till SRS returlådor
Reparation/lagning	El till verktyg för reparation är inkluderad i elen som används i tvättprocessen
	Verktyg och arbetskraft är avgränsat
	3,6 g HDPE krävs för att reparera en helpall i genomsnitt
Återvinning	0,353 % av en pall kasseras och går till materialåtervinning per FE
	0,612 % pall materialåtervinns per FE
	Skillnaden mellan det som materialåtervinns och kassation $0,612 - 0,353 = 0,259$ % antas bero på kassation pga ålder.
	0,35 % av en pall räknas som svinn per FE och går till energiåtervinning
	Totalt materialåtervinns och energiåtervinns 0,962 % av en pall vilket är lika mycket som tillförs systemet i produktion.
	60 % materialåtervunnen plast antas ersätta jungfruligplast och 40 % antas ersätta återvunnen plast
	27 % materialåtervunnen metall antas ersätta jungfrulig metall och 73% antas ersätta återvunnen metall
	22 % av energiåtervunnen plast antas ersätta el och 78 % antas ersätta fjärrvärme
	Fjärrvärme är approximerad med Ecoinvent processer som inte alla är efter svenska förhållanden och den är approximerad att vara svensk medelfjärrvärme utifrån svensk bränslemix 2015.

Appendix 4 SRS helpall med sluten återvinning

Ett standardiserat sätt att modellera sluten återvinning för SRS helpall har inte funnits och därför presenteras 3 olika alternativ nedan. De kan ses som förslag på hur modellering av sluten återvinning i detta system kan se ut.

Den grundläggande premissen för alla 3 alternativ är att det alltid sker produktion av en helpall med jungfrulig råvara, därefter sker sluten återvinning och produktion med den återvunna råvaran ett visst antal cykler och till sist går helpallen till öppen återvinning. Svinn uppstår vid alla användningscykler om 104 användningar. Då den slutna återvinningen inte påverkar svinnnet måste nyproduktion med jungfrulig plast väga upp för svinnet.

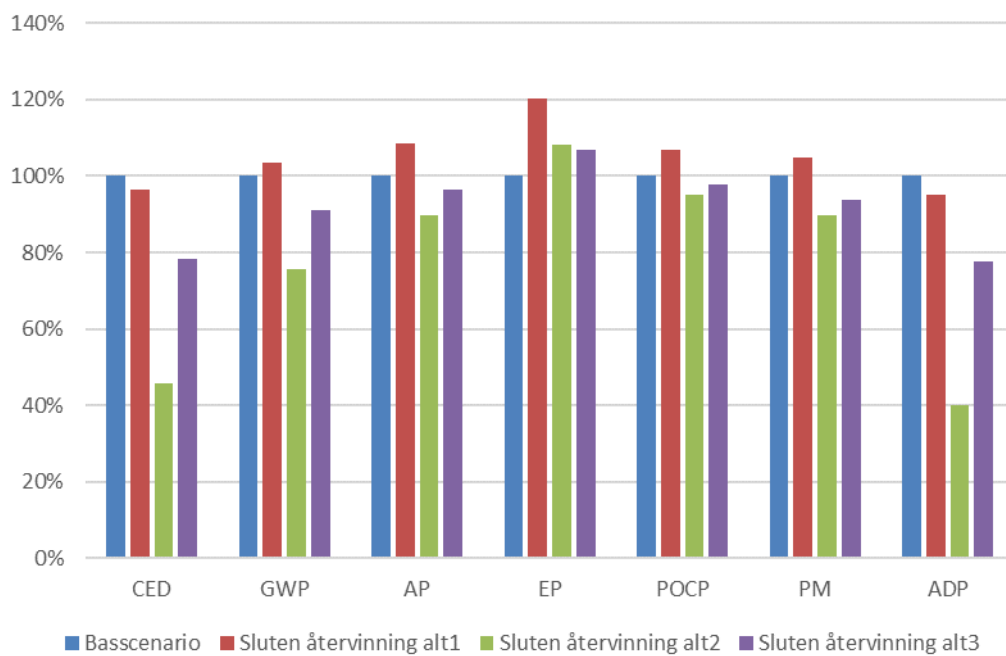
Exempel med 3 slutna återvinningar: först tillverkas en jungfrulig pall som används 104 gånger. Därefter går den till sluten återvinning och efter det tillverkas en ny pall som används 104 gånger, och den slutna cykeln upprepas då 3 gånger. Detta gör att de totala gångerna en helpall används är 416. Svinn uppstår för alla 4 användningscykler och nyproduktion med jungfrulig råvara väger upp för detta.

Alternativ 1: här antas att när SRS helpall har gått till sluten återvinning och sedan nyttillverkats har inte plast- eller stålråvaran någon miljöpåverkan utan endast själva återvinningsprocessen har en miljöpåverkan. Ingen tillgodoräkning av undviken plast- och stålproduktion sker i den slutna användningscykeln utan endast vid den sista öppna återvinningen.

Alternativ 2: detta alternativ fungerar som alternativ 1 men en systemexpansion sker där sluppen produktion för jungfrulig plast och jungfruligt stål undviks. Jungfrulig råvara med samma vikt som SRS helpall undviks vid varje sluten återvinning som sker. I denna modell antas alternativet till sluten återvinning vara produktion med helt jungfrulig råvara och att SRS då får tillgodoräkna sig denna undvikna miljöpåverkan.

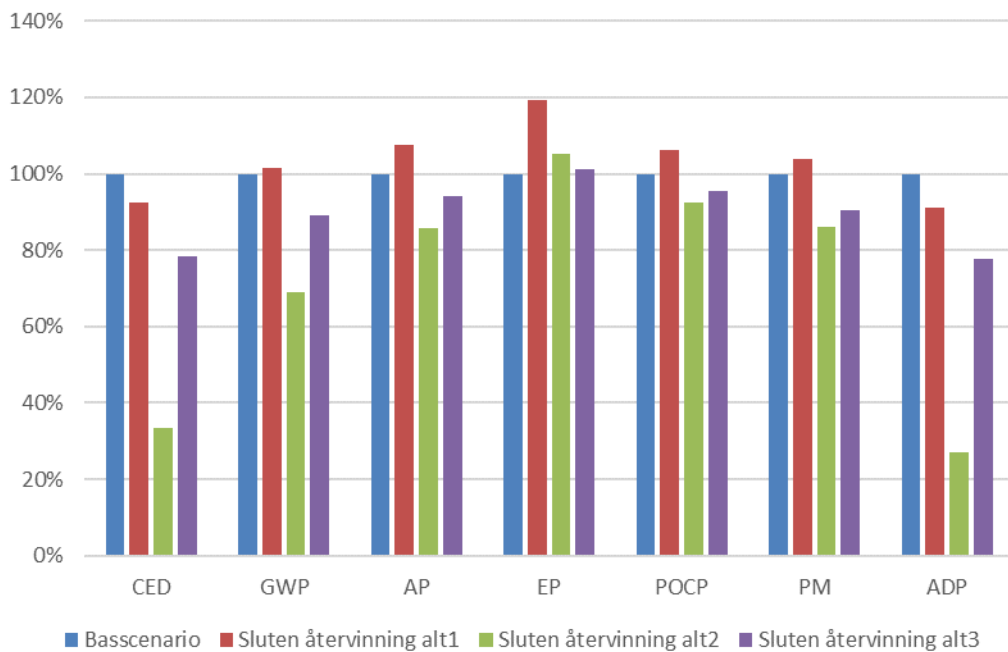
Alternativ 3: detta alternativ fungerar som alternativ 2 men istället för att jungfrulig råvara undviks så undviks både jungfrulig och återvunnen råvara proportionerligt mot hur många gånger som den slutna återvinningen sker. Det innebär att ju fler gånger som plasten har återvunnits, desto mindre jungfrulig plast undviks. Egentligen är denna effekt avtagande för varje återvinningscykel eftersom andelen förnybar råvara inte är linjär, men i modellen har den approximerats som linjär. Ingen integrering av proportionerna mellan jungfrulig och återvunnen råvara sker, utan proportionerna är efter den sista slutna återvinningen. Alltså vid 7 slutna återvinningar är andelen återvunnen råvara som undviks större än för jungfrulig råvara, 7:8 delar återvunnen och 1:8 del jungfrulig råvara.

Jämförelse med 3 slutna återvinningar, 3 alternativ



3 slutna återvinningar	Basscenario	Sluten återvinning alt1	Sluten återvinning alt2	Sluten återvinning alt3
kWh	3,90	3,77	1,79	3,06
g CO2 eq	743	770	562	676
g SO2 eq	3,50	3,80	3,14	3,37
g P eq	0,13	0,16	0,14	0,14
g NMVOC	4,20	4,48	3,99	4,10
g PM10 eq	1,76	1,85	1,58	1,65
g oil eq	305	290	122	237

Jämförelse med 7 slutna återvinningar, 3 alternativ



<i>7 slutna återvinningar</i>	Bass cena rio	Sluten återvinning alt1	Sluten återvinning alt2	Sluten återvinning alt3
kWh	3,90	3,61	1,30	3,06
g CO2 eq	743	755	513	663
g SO2 eq	3,50	3,76	3,00	3,29
g P eq	0,13	0,16	0,14	0,13
g NMVOC	4,20	4,45	3,88	4,00
g PM10 eq	1,76	1,83	1,52	1,59
g oil eq	305	278	82	237

Appendix 5 Miljöpåverkanskategorier

Beskrivningarna baseras på Miljöteknik – för en hållbar utveckling av Jonas Ammenberg och Olof Hjelm (2011). Kategorierna bidrar till olika typer av miljöproblem. På global nivå påverkar uppvärmningspotentialen och utarmning av fossila resurser. Försurning och övergödning påverkar på en regional nivå och marknära ozon och luftburna partiklar ger upphov till lokal miljöpåverkan.

Primär energianvändning

Jordens resurser består av energi och material som vi har mer eller mindre begränsad tillgång till. För att visa hur mycket av dessa resurser som används i det studerade fallet, presenteras den totala energiåtgången som primär energianvändning. Det innebär att det totala energiinnehållet som krävs för att tillverka energibärarna i systemet har slagits ihop till en siffra och redovisas i resultatet. Energi från följande energibärare inkluderas i analysen: fossila bränslen, kärnkraft, biomassa, vattenkraft, vindkraft, solkraft och geotermisk energi.

För få en uppfattning om storleksordning så använder en hushållstvättmaskin i energiklass A+++ cirka 1 kWh/tvätt (Energimyndigheten, 2015).

Global uppvärmningspotential

Runt jorden finns det ett gas-skikt som gör att vi kan leva som vi gör och utan den skulle det vara cirka 33 grader kallare, detta kallas växthuseffekten. När mängden av denna gas ökar så får vi en förstärkt växthuseffekt och temperaturen på jorden ökar, vilket påverkar förutsättningarna för det liv vi lever. Orsaker till att mängden gas ökar kan vara förbränning av fossila bränslen, skövling av skogar och uppfödning av djur.

En vanlig gas som leder till ökad växthuseffekt är koldioxid. För att kunna tala om gasernas påverkan brukar andra gaser skalas efter hur stor påverkan den har i förhållande till koldioxid, dessa kallas GWP-värden (Global Warming Potential). Vanliga gaser som påverkar växthuseffekten är vattenånga, metan, lustgas och ozon.

För att få en uppfattning om storleksordning så förbrukade en ny personbil i Sverige i genomsnitt 127 g CO₂-ekv/km år 2015 (Trafikverket, 2016).

Försurningspotential

Försurning uppkommer då kväveoxider och svaveldioxider möter fuktig luft och ger nederbörd av lågt PH (koncentration av vätejoner), genom att omvandlas till salpetersyra och svavelsyra. Den mark och det vatten som nederbörden faller över får ett lägre PH än normalt vilket ger vissa konsekvenser. Bland annat går djur och växter svårare att ta upp näringsämnen och så frigörs metalljoner som sprider sig med grundvattnet. Det finns både naturlig försurning och försurning som uppstår på grund av mänsklig påverkan, den försurning som existerar idag är till hälften orsakad av naturliga skäl och till hälften av mänsklig påverkan.

Kväveoxider uppstår vid förbränning till följd av att luftens eget innehåll. Svaveldioxider uppkommer till följd av förbränning av bränsle med hög svavelhalt, exempelvis fossila bränslen.

För att få en uppfattning om storleksordning så släpper kärnkraft ut 0,015 g SO₂-ekv/kWh och kraftvärmeverk med kol 0,039 g SO₂-ekv/kWh i Norden (Vattenfall).

Övergödningspotential

Växter och djur är bra på att tillgodoräkna sig olika typer av näringsämnen. Då balansen mellan tillgängliga näringsämnen ändras så leder det även till ett ändrat växt- och djurliv. Kväve och fosfor är näringsämnen som tillförs långsamt i vanliga fall genom att bergarter vittrar sönder.

Det som gör att balansen förändras är att fosfor och kväve läcker ut från jordbruket eller att dåligt renat avloppsvatten släpps ut, kväve tillkommer även då luft förbränns.

Bildande av marknära ozon

Fotokemiska oxidanter bildas av kväveoxider och lättflyktiga organiska ämnen, med hjälp av solenergi. Marknära ozon är en typ av fotokemisk oxidant som försvagar växter och kan påverka djurs ögon och hals då det är mycket reaktivt. Kolväten gör att ozon bildas och kväveoxider kan både katalysera och bromsa reaktionen.

Då kväveoxider uppstår vid förbränning och därmed är vanliga i trafiktäta områden, kan reaktionen där ozon bildas skjutas upp tills luften når områden med renare luft och denna typ av miljöpåverkan är därför vanligast utanför städerna.

Luftburna partiklar

När miljöproblem med partiklar lyfts är det vanligen partiklar med diametern 0,01 mm (PM₁₀) som avses, då dess är så små att de passerar in i vår kropp. De är också av sådan karaktär att de kan färdas en bra bit med vindar. Partiklarna kan vara av antingen naturlig karaktär som pollen och mineralkorn men också vara resultatet av mänsklig aktivitet. Till dessa partiklar kan exempelvis tungmetaller bindas och det är framförallt dessa som skadar växter och djur.

Vid vägtransporter kommer det partiklar både från avgaserna och från slitaget av vägar och däck, därför är detta ett vanligt problem i tätorter.

Utarmning av fossila resurser

Fossila resurser är så kallade lagerresurser. Det innebär att de inte nybildas utan när vi tagit slut på dem så är de slut. Metaller, kol och olja är exempel på den här typen av resurser. När en resurs minskar och blir svårare att få tag i innebär det att priser höjs på marknaden till följd av ökad konkurrens. Detta kan påverka samhället i stort och tvinga fram nya lösningar då de tidigare inte längre är ekonomiskt hållbara.

Appendix 6 Skalning av elmix

Nedan presenteras skalningen av elmixen som ShuertTechnologies (2016) köper in från DTE Energy. Den procentuella andelen har räknats ut för respektive energikälla som därefter har skalats upp eller ned för att passa med den angivna procentuella fördelningen.

Electricity	Std- process [kWh]	Std- process [%]	Ska vara [%]	Ska vara [kWh]	Nerskalat till rätt total [kWh]	Efter nedskalning [%]
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) market for Alloc Def, U</i>	0,02301	2,25	2,25	0,02301	0,02284	2,23
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, geothermal Alloc Def, U</i>	0,02032	1,99	2,47	0,02510	0,0249	2,44
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, hard coal Alloc Def, U</i>	0,28414	27,78	63,14	0,64594	0,64104	62,66
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, hydro, pumped storage Alloc Def, U</i>	0,01981	1,94	0,02	0,00019	0,00019	0,02
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, hydro, reservoir, alpine region Alloc Def, U</i>	0,04023	3,93	0,04	0,00040	0,00039	0,04
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, hydro, run-of-river Alloc Def, U</i>	0,16090	15,73	0,15	0,00158	0,00157	0,15
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, natural gas, at conventional power plant Alloc Def, U</i>	0,32038	31,32	2,64	0,02701	0,02680	2,62
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, nuclear, boiling water reactor Alloc Def, U</i>	0,03174	3,10	5,78	0,05911	0,0587	5,73
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, nuclear, pressure water reactor Alloc Def, U</i>	0,06272	6,13	11,42	0,11681	0,11592	11,33
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, oil Alloc Def, U</i>	0,00540	0,53	0,27	0,00275	0,00273	0,27
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, wind, <1MW turbine, onshore Alloc Def, U</i>	0,00581	0,57	2,13	0,02174	0,02158	2,11
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, wind, >3MW turbine,</i>	0,00083	0,08	0,30	0,00311	0,00308	0,30

<i>onshore Alloc Def, U</i>						
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Alloc Def, U</i>	0,02353	2,30	8,61	0,08811	0,08744	8,55
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) import from CA-AB Alloc Def, U</i>	0,00031	0,03	0,00	0	0	0,00
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) import from CA-BC Alloc Def, U</i>	0,01106	1,08	0,00	0	0	0,00
<i>Electricity, high voltage (WECC, US only) heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Alloc Def, U</i>	0,01283	1,25	1,56	0,01597	0,01585	1,55
TOTAL	1,02301	100,00	100,78	1,03083	1,02301	100,00

Appendix 7 Ecoinvent databasbeskrivning

Följande text är direkt tagen från Simapro och beskriver databasen som använts.

Converted Ecoinvent 3.1 data as unit processes, with links to other processes. Compiled October 2014.

The Ecoinvent v3 database contains LCI data from various sectors such as energy production, transport, building materials, production of chemicals, metal production and fruit and vegetables. The entire database consists of over 10,000 interlinked datasets, each of which describes a life cycle inventory on a process level. Simapro provides six libraries that each contain all the processes that are found in the Ecoinvent database, but use different system models and contain either unit or system processes. The three Ecoinvent system models are Allocation, recycled content, Allocation, default and Consequential.

The system model 'allocation, recycled content' or 'cut-off' is based on the approach that primary production of materials is always allocated to the primary user of a material. If a material is recycled, the primary producer does not receive any credit for the provision of any recyclable materials. The consequence is that recyclable materials are available burden-free to recycling processes and secondary (recycled) materials bear only the impacts of the recycling processes. Also, producers of wastes do not receive any credit for the recycling or re-use of products resulting out of any waste treatment. This approach has also been used in Ecoinvent 1 and 2.

The system model 'allocation, default' contains two methodological choices: 1) it uses the average supply of products, as described in market activity datasets and 2) it uses partitioning (allocation) to convert multi-product datasets to single-product datasets. The flows are allocated relative to their 'true value', which is the economic revenue corrected for some market imperfections and fluctuations. The system model allocation, default uses the same attributional approach as the Ecoinvent v2 database.

The consequential system model handles these two methodological choices differently: 1) it uses the unconstrained supply of products, based on market activity datasets as well as the included information on technology level and 2) it uses substitution (system expansion) to convert multi-product datasets to single-product datasets. The consequential model is a system model intended to reflect the consequences of small-scale, long-term decisions by taking into account the constraints that are applicable at this scale and time horizon. The consequential model considers long-term changes and the rule for the technology level of unconstrained suppliers depends on the market trend.

The possibility of using consequential allocation gives practitioners an alternative to the attributional approach. Both the attributional (default) and consequential databases are available in Simapro using unit and system processes. Unit processes contain links to other unit processes, from which the inventory flows can be calculated by Simapro. System processes contain the already calculated inventory flows and do not contain links to other processes. If you use processes from the Ecoinvent database as background processes, it is recommended to choose system processes to increase calculation speed. The unit processes can be used for detailed interpretation and uncertainty analysis using Monte Carlo (except for the consequential unit library). Due to their looped structure analysis of unit processes may take some time, depending on the speed of your computer. Both unit and system processes give the same result,

although occasionally there is a minor difference due to rounding errors. Please note that it is possible to switch between unit and system libraries when defining a calculation setup.

Conversion of the original Ecoinvent 3.1 database in EcoSpold 2 format to Simapro format was done by PRé Consultants. Note that due to differences in the two formats not all information originally in the Ecoinvent data is now available in the Simapro records. To see the complete datasets as delivered by Ecoinvent, please login as a registered user on the Ecoinvent website, www.Ecoinvent.org.

Original process and substance names were maintained as much as possible. Process names are extended with an S or U to distinguish between results (S) and true inventory records (U). Most of the meta data of the processes are included. All processes are assigned to a particular category and one or more subcategories within Simapro. Please note that PRé Consultants uses a different (sub-)category structure than Ecoinvent to make the data compatible with the Simapro database structure and the category names already used in Simapro.

Please note that this data is used under your license from the Ecoinvent Centre. You are not allowed to disseminate the data or documentation in any way, in full or partially, without written permission of the owner. See the terms of use on www.Ecoinvent.org for details.

Appendix 8 Ordlista

Ord	Förklaring
Allokering	Hur fördelningen av miljöpåverkan görs om ex. två produkter tillverkas i samma process.
Basscenario	Det grundläggande scenario som studien baseras på.
Cirkulär ekonomi	Ekonomiskt perspektiv som tar hänsyn till att saker går i slutna cirkulära system. T.ex. sluten materialåtervinning där materialet går cirkulärt tillbaka till systemet där det kom ifrån.
Closed-loop recycling	Sluten materialåtervinning, dvs. full kontroll över materialet som återvinns vilket används till nyproduktion av samma produkter med bibehållen kvalitet. Ökar trovärdigheten och robustheten i återvinningsfasen.
Euro-klasser	Olika motorklasser bestämda av EU där motorerna ska uppfylla vissa utsläppskrav för att få tillhöra en viss klass.
Funktionell enhet	Den funktion som ska uppfyllas av en viss produkt eller tjänst. Används för att kunna jämföra olika produkter och tjänster som har samma funktion.
LCA	Livscykelanalys, den miljöpåverkan som en livscykel för ett visst system har.
LCC	Livscykelkostnad, vad en livscykel för ett visst system kostar.
Miljöpåverkan	Den påverkan en viss aktivitet har på miljön, t.ex. klimatpåverkan.
Miljöpåverkanskategori	Vilken kategori som en viss miljöpåverkan har, t.ex. CO ₂ har klimatpåverkan och SO ₂ har förurningspåverkan.
Osäkerhetsprincipen	Vid LCA-beräkningar finns stora risker för feluppskattning och avvikelser från det verkliga systemet. Osäkerhetsprincipen innebär att vid alla val antas det som är "sämst" ur miljösynpunkt. Det minimerar risken för underskattning av systemets miljöpåverkan.
Systemexpansion	Att expandera det system som undersöks för att kunna undersöka hur en viss process utanför det egentliga systemet påverkar modellen.
Systemgräns	Beskriver vart gränsen går för vad av det verkliga systemet som inkluderas i modellen.
Tank-to-wheel	Energi-och materialflöden in och ut från systemet från att bränslet tankas tills det förbränns i motorn.
Tonkm	Mått vid beräkning av transport som beskriver transporterad vikt under en sträcka

Top-down-perspektiv	Ett övergripande perspektiv som börjar uppifrån med en bred synvinkel och blir mer detaljerad ju längre ner man går.
Well-to-tank	Uttryck gällande avgränsningar för förnybara bränslen. Alla energi- och materialflöden in och ut från systemet från utvinning tills bränslet är redo att tankas.
Well-to-wheel	En sammanslagen kombination av ovanstående.

Appendix 9 Livscykelanalys

Detta appendix baseras på boken Miljömanagement av Jonas Ammenberg (2012).

Från att miljöproblematiken fokuserat på specifika punktutsläpp har det blivit mer och mer intressant att se på miljöpåverkan över en produkts hela livscykel. Detta kallas för livscykelperspektiv och ser då till all miljöpåverkan från råvaruutvinningen till dess att produkten avslutar sitt liv. Om en produkt läggs på deponi brukar man tala om från ”vaggan till graven” och då produkten återanvänds eller materialåtervinns så brukar man säga från ”vaggan till vaggan”.

För att minska miljöpåverkan ut ett livscykelperspektiv finns det så kallade ekostrategihjulet som Brezet och van Hemel (1997) lagt grunden för. I detta hjul finns det ett antal steg under en produkts livscykel där miljöpåverkan kan minskas.

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Optimera funktionen | 5. Optimera livslängden |
| 2. Minska påverkan vid användning | 6. Optimera produktionen |
| 3. Minska mängden material | 7. Optimera resthaneringen |
| 4. Välj rätt material | 8. Optimera distributionen |

För att kvantifiera en produkts miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv finns det många olika metoder och verktyg som går olika djupt. Livscykelanalys (LCA) är ett relativt avancerat koncept.

I en LCA studeras och analyseras alla steg i en produkts livscykel. För att göra detta behöver inventering av material- och energianvändning göras för respektive livscykelsteg. Det finns ISO-standarder för att underlätta ett standardiserat arbetssätt. ISO 14404 beskriver tillvägagångssätt och definitioner på ett övergripande vis medan ISO 14044 sätter mer detaljerade krav och beskrivningar för hur saker ska göras.

En LCA ska enligt standarden bestå av fyra delar vilka illustreras i bilden nedan. Det är en iterativ process och under studiens gång kan det finnas behov av att modifiera delarna för att de tillsammans ska bli en helhet.

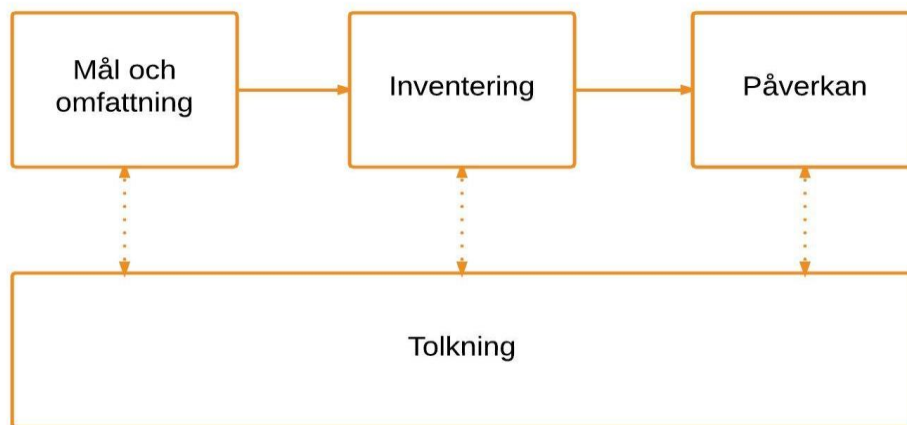
I den första delen, mål och omfattning, är det viktigt att sätta ett ramverk för studien som sedan resultatet kan knytas tillbaka till. Om LCA:n ska jämföras mot andra är exempelvis funktionella enheten en viktig del av denna del. Det är också viktigt att lyfta studiens system, intressenter, avgränsningar och liknande.

Under inventeringen ska alla material- och energiflöden kartläggas och kvantifieras. Detta kan vara svårt då företag ibland inte har nödvändig data och ibland för att de inte vill lämna ut den på grund av affärshemligheter. Data som samlas in måste även analyseras och anpassas till den funktionella enheten, exempelvis göra om energimängd per år till energimängd per producerat material. Tidigare nämnda aspekter gör vanligtvis detta delmoment mycket krävande.

Miljöpåverkansbedömningen består i sig utav tre steg. Först måste utsläpp med mera kopplas till en viss miljöpåverkanskategori, exempelvis kan valet att metan, lustgas och koldioxid alla ska summeras till klimatpåverkan göras. Därefter kommer steget där förhållandena mellan olika utsläpp ska sättas. För klimatpåverkan sker detta vanligtvis med koldioxidekvivalenter där

lustgas brukar multipliceras med 300 för att bli en koldioxidekvivalent, då den har mycket större påverkan på klimatet. Det sista steget är viktning och detta är inte ett nödvändigt steg. Här ställs olika typer av miljöpåverkan mot varandra för att indikera om en produkts största miljöpåverkan exempelvis är bidrag till förurning. Detta kan vara svårt då det kräver antaganden och kräver inblandning av värderingar i större utsträckning än de andra stegen. Fördelen med att genomföra viktningsteget är att det kan underlägga beslutsfattande men nackdelen är beslutsunderlaget består av subjektiva ställningstaganden.

Den sista delen berör tolkning (och rapportering). Det är i tolkningen som de tidigare delarna utvärderas, vilket kan leda till att delar kan behöva ändras i sin utformning för att skapa en helhet. I denna del är det också viktigt att identifiera svagheter och utföra känslighetsanalyser för att stärka resultatet. De delar av en produkts livscykel som ger störst miljöpåverkan bör i denna del ses över så att underliggande data är av god kvalitet. När livscykelanalysen rapporteras är det viktigt att belysa vilka val som gjorts och av vilken kvalitet data är, för att läsaren själv ska få möjlighet att utvärdera resultatet.



Appendix 10 Data för lastbilstransportflöden

Nedan presenteras alla utsläpp TTW för de modellerade transporterna eftersom data från NTM (2016) och DHL genom Löfgren (2016) använts. De gröna siffrorna är från DHL och resterande är från NTM för respektive transportlänk.

Lastbil 14-20 ton Euro 3 70 %

Används i Transport 1 från Råvaruproducent till Produktion och Transport 2 från Produktion till SRS Lager

NTM Calc 4.0 Rigid truck 14-20t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 3

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 12.0 tonne

Cargo load factor 70.0 %weight

Fuel consumption 0.233 l/km

Påverkans- enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,0669	0,0035	0,0007	0,0006	0,0001	0,1415	0,0306	0,6136	0,0137	0,0277

Lastbil 14-20 ton Euro 4 70 %

Används i Transport 2 från Produktion till SRS Lager.

NTM Calc 4.0 Rigid truck 14-20t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 4

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 12.0 tonne

Cargo load factor 70.0 %weight

Fuel consumption 0.221 l/km

Påverkans- enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,0635	0,0033	0,0001	0,0015	0,0001	0,1173	0,0029	0,4104	0,0029	0,0263

Lastbil med släp 20-28 ton Euro 5 70 %

Används i Transport 4.1 från SRS Tvätt till öppen materialåtervinning.

NTM Calc 4.0 Truck with trailer 20-28t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 5

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 16.0 tonne

Cargo load factor 70.0 %weight

Fuel consumption 0.275 l/km

Påverkans-enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,0593	0,0031	0,0000	0,0032	0,0001	0,1247	0,0021	0,2259	0,0035	0,0246

Lastbil med släp 50-60 ton Euro 4 80 %

Används i Transport 3.2 från Varuproducent till Grossist.

NTM Calc 4.0 Truck with trailer 50-60t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 4

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 40.0 tonne

Cargo load factor 80.0 %weight

Fuel consumption 0.491 l/km

Påverkans-enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,03702	0,00192	0,00004	0,00068	0,00005	0,05831	0,0016	0,1866	0,0016	0,01534

Lastbil med släp 34-40 ton Euro 4 50 %

Används i Transport 3.3 från Grossist till Butik, Transport 3.4 från Butik till Grossist och Transport 4.2 från SRS användningcykel till energiåtervinning.

NTM Calc 4.0 Truck with trailer 34-40t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 4

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 26.0 tonne

Cargo load factor 50.0 %weight

Fuel consumption 0.310 l/km

Påverkans-enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,05754	0,00298	0,00007	0,00167	0,00007	0,10490	0,00262	0,34580	0,00262	0,02385

Lastbil med släp 28-34 ton Euro 4 80 % (Standardflöde)

Används i Transport 3.1 från SRS Lager & Tvätt till Varuproducent, Transport 3.5 från Grossist till Varuproducent, Transport 3.6 från Grossist till SRS Lager & Tvätt och Transport 4.1 från SRS Tvätt till öppen materialåtervinning.

NTM Calc 4.0 Truck with trailer 28-34t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 4

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 22.0 tonne

Cargo load factor 80.0 %weight

Fuel consumption 0.309 l/km

Påverkans-enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,03622	0,00220	0,00004	0,00112	0,00004	0,34090	0,10320	0,58280	0,00670	0,01756

Lastbil med släp 28-34 ton Euro 5 90 % (Resursbil)

Används i Transport 3.1 från SRS Lager & Tvätt till Varuproducent, Transport 3.5 från Grossist till Varuproducent, Transport 3.6 från Grossist till SRS Lager & Tvätt och Transport 4.1 från SRS Tvätt till öppen materialåtervinning.

NTM Calc 4.0 Truck with trailer 28-34t, Tank to Wheel

1.0 km, with Ecoinvent fuel production and Ecoinvent infrastructure (Well to Tank)

Parameters

distance 1.0 km

CargoType Mass [tonne]

Fuel Diesel B5 - swe

Road type Average Road

EuroClass 5

Gradient 0%

Cargo weight 1.0 tonne

Cargo carrier capacity 22.0 tonne

Cargo load factor 90.0 %weight

Fuel consumption 0.314 l/km

Påverkans-enhet	CO2 fossil [kg]	CO2 biogen [kg]	CH4 [g]	N2O [g]	SO2 [g]	CO [g]	HC [g]	NOx [g]	PM [g]	Diesel B5 Swe [l]
Utsläpp TTW per tonkm	0,01410	0,00940	0,00003	0,00282	0,00005	0,07580	0,0013	0,1170	0,0021	0,01586

Värdet för biogen CO2 har erhållits genom att fördela 60 % av dem till fossilt och 40 % till biogent eftersom HVO40 innehåller 40 % bränsle från biogen råvara.

Appendix 11 Fråge-svar-matris

Område	Fråga	Svar	Vem svaret kom ifrån?	Reviderat svar/bekräftande av svar
Livslängd	Hur många användningar har en genomsnittspall per år?	6,93 = 7 ggr per år. Baserat på teoretisk omloppstid (bestånd/utleverans*30)	Daniel	
Livslängd	Hur många år håller en helpall i genomsnitt?	Enligt den förra rapporten som SIK gjorde så räknande man med att en pall användes 125 gånger och "levde" i 10 år. Titta även på kapitel 5.2.1 på SIK rapporten för att se hur de räknade på det hela.	Marie	10-15 år är det spontana svaret. Men vi vet inte riktigt ännu eftersom vi bara har haft den i 6 år. Pallen är vek om den får smällar och därför lagar vi den. /Daniel
Tillverkning	Hur ser RFID-hållaren ut på pallen och vad är vikten på den? Den är nämligen gjord av annan plast och om vi ska modellera den behövs vikten.	Se produktspecen i länken som jag skickade i mitt förra mail.	Marie	Antag att den är inkluderad i vikten för HDPE och modellera den på samma sätt. /Marie
Tillverkning	Var köps HDPE och stål till helpallen?	The primary source of our HDPE is Exxon/Mobil Chemical. We purchase large volumes of HDPE on an annual basis and this allows Shuert to purchase directly from Exxon. Steel is purchased locally from verified sources and produced to our specifications.	Denny Kenward, Shuert	
Tillverkning	Är råvarorna som används återvunnet eller jungfruligt material?	The resin we purchase is 100% virgin HMW-HDPE Co-Polymer material. Post processing scap, generated during internal production, may be reused in the product. The steel may or may not contain recycled material.	Denny Kenward, Shuert	
Tillverkning	Hur går produktions-processen av en SRS helpall till hos Shuert?	The pallets are made using twin sheet thermoforming and videos of the thermoforming process are easily accessed through the internet. The basic process is the resin is heated and extruded into sheet. The sheet, while still hot, is moved into the forming	Denny Kenward, Shuert	

		press/mould where the steel is inserted and two sheets plus a layer of the anti-skid are formed together to make a pallet. After forming, the pallet travels on a conveyer where it is allowed to cool. The pallets are then trimmed. The final steps are to attach the RFID tags, test their function, and a final physical inspection to ensure the pallet meets the established specifications.		
Tillverkning	Hur mycket energi, kemikalier etc. används per producerad pall?	Only electricity is used in the production process and approximately 78.63kwh are used to produce each pallet.	Denny Kenward, Shuert	62 kWh are used to produce each pallet (calculated with economical KPI:s) //Denny Kenward, Shuert
Tillverkning	Vilken energimix används för nytillverkning av helpallar?	Yes, we still buy electricity from DTE Energy. Approximately 10% of the electricity is from renewable resources - wind, sunlight and biomass. The balance of the electricity is generated from nuclear, coal, natural gas, and oil.	Denny Kenward, Shuert	Shuerts hemsida, se Tabell 15. //Marie
Tillverkning	Hur mycket materialsvinn/spill sker i nyproduktionen?	The scrap rate is highest during start-up and varies from production run to production run. After start-up, there are very few scrapped parts during the production runs. There is also a small amount of scrap that is trimmed off the pallets - post manufacturing process. All scrap is recycled and reused.	Denny Kenward, Shuert	
Transport	Hur många pallar går in i lastbilen? Etc. 8 på höjd i ett paket med två paket på höjden? Alternativt 17 eller 15 på höjd i en lastbil? Vad väger en pall som är full med pallar? Gäller även transport in av nya pallar från Shuert.	48 pallplatser har bil och släp. $48 \times 17 \text{ st} = 816 \text{ st}$ pallar för 15st på höjd blir då $48 \times 15 = 720 \text{ st}$ pallar. En pall väger 14,8kg vilket blir $17 \times 14,8 = 251,6$.	Marie	

Transport	Vi behöver ett snittavstånd för transporten in av nytillverkade pallar. Från hamn till SRS lager.	Från Vås hamn till Västerås SRS = 5km Från Hbg hamn till Hbg SRS = 8,5 km Från Gbg hamn till Mölnlycke= 15,4 km 70% av pallarna kommer in via Hbg, 20% via Gbg och 10% via Vås.	Marie	
Transport	Vad väger en snittmodul med lådor?	En snitt modul med lådor väger 169,7 kg. (denna siffra är till för de transporter där vi fraktar lådor men använder pall som lastbärare)	Marie	
Transport	Har ni någon information kring fyllnadsgrad i de lastbilar som kör lådorna? Eller ska vi använda speditörens fyllnadsgrad?	För ett resonemang med Daniel. Här har vi ju även pall med som lastbärare till våra lådor.	Marie	
Transport	Hur långt är standardflödet?	Standardflödet (normalflödet) kör i snitt 201 km i utflödet och 210 km i inflödet. I snitt åker en pall (eller låda) 158 km ut till producent och 155,7 km från grossist till SRS.	Marie	
Transport	Avstånd mellan producent och grossist?	Använd SIK 2013 om vi inte hittar bättre	Marie	Inget bättre avstånd funnet. //Christian
Transport	Har ni siffra på CO2 för resursbilsflödet?	Resursbilsflödet har en total CO2 påverkan år 2015 på 678 129 kg CO2 Ttw, Jag skickar med en trsp påverkan som vi har fått från DHL (bilaga) Men här är ju frågan om vi får med hela LCA:n på bränslet?	Marie	Ttw modelleras med erhållna värden och NTM. Wtt modelleras med Ecoinvent. //Marie
Transport	Hur många helpallar skickades till Swerec för återvinning 2015?	11 198 st	Marie	
Transport	Hur såg fördelningen av helpallar ut mellan de olika tvättanläggningarna 2015?	Andel av total tvättade pallar: Helsingborg: 33% Örebro: 18% Västerås: 33% Mölnlycke: 16%	Daniel	

Transport	Hur stort var svinnet av helpallar 2015?	0%. Vi har ännu aldrig konstaterat att det finns svinn på helpallen. Hänvisar till Petter Berselius, Ekonomichef för den frågan.	Daniel	Antag svinn på samma sätt som SIK 2013 för att inte underskatta miljöpåverkan. //Marie
Transport	Hur stor var kassationen av helpallar 2015?	11 198 st	Daniel	
Transport	Hur många helpallar fanns i systemet 2015?	441 951 vid årets början och 473 644 vid årets slut.	Daniel	
Transport	Vad var den procentuella fördelningen mellan resursbil och standardföde för helpallen 2015? Är den samma för alla flöden?	Vi ser det inte utan större undersökning. Vi får förutsätta samma fördelning som för flödet totalt sett. 36,36 % gick på resursbil 2015.	Daniel	
Transport	Gäller samma avstånd till återvinning som 2013? (260 km till Swerec och 130 km till förbränningsanläggning)	Ja samma siffra gäller till Swerec. Sen kommer frågan om förbränningen. Här måste vi ha en diskussion med ledningen om hur de vill resonera kring pallar som försvinner ut ur systemet. Var tror vi att de tar vägen och när plastpallen sedan är trasig vart tror vi att den tar vägen då? Körs den till en förbränningsanläggning/återvinningsanläggning? (Här har det trots allt skett en stor utveckling sedan sist dvs år 2012).	Marie	Antag svinn på samma sätt som SIK 2013 för att inte underskatta miljöpåverkan. //Marie
Transport	Va innebär ppt-sliden med 80/20-fördelningen?	Den symboliserar vad vi antog då, att det var 80 % av pallarna som aldrig tvättades utan gick vidare från grossist till producent.	Daniel	Antag att alla pallar som går till tvättanläggningen tvättas, dvs. lika stor andel som transport Grossist => SRS tvätt.
Transport	Vilka fordonstyper används för transporterna som sker utanför SRS flöde? (nyproduktion => depå och depå => återvinning)	Jag har skickat frågan till Hans. Jag återkommer.	Daniel	Utgå från data som användes för LCA på SRS hellåda. //Daniel
Transport	Vad är snittavstånden för SRS flöde UT och SRS flöde IN?	I snitt åker en pall (eller låda) 158 km ut till producent och 155,7 km från grossist till SRS. Dvs exakt samma som för hellådan.	Daniel	

Transport	Ska vi göra beräkningar på antagna leveranser Varuproducent => Grossist och Grossist => Butik som SIK gjorde 2013? Vilka värden kan antas isåfall?	Ja tack. Nedan ser du utdrag från SIK rapporten. 5.5 Transport - från varuproducent till grossist Den här transporten styrs inte av SRS men är inkluderad enligt ett antagande för att få en helhetsbild av pallens kedja. Den här transporten är antagen att alltid ske under en rutt och därför är det räknat med massflödet för transport av en helpall. Transporten modelleras som "truck 60/40, svensk medel-EURO-klass med 80 % lastgrad (NTM, 2012) och med ett antaget avstånd på 400 km. Avståndet är antaget med utgångspunkt i en modell som utvecklats i klimatmärkningsprojektet (www.klimatmarkningen.se) och grundas på befolkningstätheten i olika regioner samt geografiskt läge för nio stora grossistlager i Sverige. Vidare finns även beskrivning för trsp mellan grossist och butik. Verkar dessa antaganden även relevanta för år 2015, tycker ni så använd samma. Detaljhandelskartan har inte ändrat sig nämnvärt sedan dess, vad jag kan se. (när vi sedan gör LCA träpall så använder vi oss av samma värden, vilket ger en bra jämförelse) När vi själva gör analysen om pallens avtryck och vad vi kan göra, så är ju inte denna siffra så relevant, men om vi skulle ha en kommunikation med en kund kn denna siffra bli användbar och därför är det bra att den är med.	Marie	Antag samma som i LCA 2013, men inkludera den inte i basscenariot då pallen är lastad med varor och därför inte bör bära samma miljöpåverkan för de transporterna. //Marie
Transport	Vilka skillnader uppstår transportmässigt mellan en plastpall och en träpall?	Vikten i transporten skiljer. Sen finns det fler depåer som kan leverera träpall och därför blir intranporten lägre i km till varuproducent. Samma blir det för utleveransen från grossist. Men sen "klassas träpallen ut" och måste transporteras till lagning.	Marie	
Tvätt	Hur många pallar lagades av er 2015?	Under maj-dec 2015 reparerades 7368 st SRS helpall och under jan-maj 2016 reparerades 3686 st SRS	Annelie Hansson,	

		helpall.	SRS	
Tvätt	Hur mäts förbrukningen för palltvätten i Mölnlycke?	Energiförbrukningen på palltvätten mäts separat i Mölnlycke	Marie	
Tvätt	Hur fördelas tvätten för helpall och halvpall?	Palltvätten tvättar både halvpall och helpall, så en särskiljning måste göras här.	Marie	En helpall antas motsvara två halvpallar i påverkan från tvätten. //Tobias
Tvätt	Återanvänds kemsatt vatten till palltvätten även i "nya Hbg"?	Japp!	Daniel	
Tvätt	Går era avfallskategorier; mjukplast, metall, elavfall, well, hårdplast, kontorspapper, blandpapper, fraggskrot och sorterbart till återvinning?	Japp, allt går till återvinning av ngt slag.	Marie	Exkludera från pallen då lådorna ska bära den miljöpåverkan helt. //Marie
Tvätt	Vad består det farliga avfallet av mer specifikt och går det till behandling av farligt avfall genom förbränning?	Det farliga avfallet är batterier, lysrör tomma aerosoler, ev. ngn spillolja, trasor med olja på, ev. ngn kemflaska som vi bestämt ska fasas ut/slutat använda, . Lysrören går till SAKAB i slutänden där 97% återvinns, spilloljan brukar särskiljas vet jag och en del kan återanvändas till hydraulolja tror jag, batterier tas också omhand och kan återanvändas till viss del.	Marie	
Tvätt	Sorterbart, vad innehåller detta avfall mer specifikt?	Det kan vara wellpapp, mjukplast, etiketter, hårdplast etc. Sorterbart är helt enkelt så att det går vidare för sortering hos vår leverantör. Istället för att vi har ett antal olika containrar som vi fyller med olika fraktioner och som de hämtar var och en, så har vi denna lösning. Så istället för att vi sorterar så köper vi sorteringstjänsten så att det ändå går till rätt ställe.	Marie	
Tvätt	Har ni koll på den exakta uppdelningen för er elmix?	Nu har jag kollat på fakturorna och det står 95% vatten och 5% vind.	Marie	

Återvinning	Hur såg det ut hos Swerec 2012?	Dessa siffror fick vi från Swerec 2012 när vi frågade om deras förbrukning. Det är nog värt att uppdatera. Jimmy Gunnstedt på Västeråstväten kan säkert hjälpa till med kontakt till Swerec. Ger dig lite siffror som rör pallarna. Detta är endast en del av vår produktion varför hela vår verksamhet ger fel i din livscykel analys. Energi åtgång: 440 kWh/timme. Produktion 850 kg/timme. Ej vattenutsläpp. Färdig produkt ersätter till 100 % ny råvara i slutprodukt. Lossning/lastning produkt ca 2,5 timmar. Dieselåtgång 3 liter/timme.	Marie	Denna information behöver uppdateras. Se hur uppdateringen gjordes i 3.4.3. //Christian
Återvinning	Hur hanterades sista stadiet (avfallshanteringen) i LCA:n som gjordes 2010? Lade ni in någon aspekt vilken "grad"/kvalitet plasten hade när den var klar för att användas i nya produkter?	Nej, ingen gradering av plastkvalitet gjordes. Alla lådor som gick till återvinning antogs att bli ny plastresurs (som återvunnen plastråvara). Jag såg att vi inte räknade med något svinn heller då återvinningsföretaget meddelat att svinn gick direkt in i återvinningsprocessen igen. Däremot antog man då att den återvunna producerade plasten på marknaden ersatte både jungfrulig plast (70%) och återvunnen (30%). Detta är lite krångligt men vi försökte att beskriva i rapporten. Så det räknades inte som en "closed loop" att plasten skulle återanvändas till lådor igen utan "endast" skapa återvunnen plastresurs som kan användas i ett annat syfte (och kanske då med lägre kvalitetskrav??).	SIK	Se LCA Returlåda. Det som jag minns resoneras väldigt om var hur många av pallarna man antog som aldrig kom till plaståtervinning utan eldades upp.... För man kan ju anta att de palla som försvinner någonstans, (utanför systemet/svinn) aldrig skickas till återvinning utan går till förbränning.... men en del antog man att man ändå la i plastfraktionen på "återbruket" osv.

Appendix 12 Reviderat resultat

Ny information från tillverkaren angående energiförbrukning i produktion av SRS helpall kom in sent i projektet och har därför inte förts in i studien. Reviderat resultat med allt lika som tidigare förutom energiförbrukningen i produktion kan ses i Tabell 41 och i Tabell 42. Energiförbrukningen är enligt ShuertTechnologies (2016) mellan 8,5-9 kWh per producerad helpall, i det reviderade resultatet har därför 8,75 kWh per helpall använts.

Tabell 41. Reviderat resultat basscenario

Basscenario	Totalt	Produk-tion	Trans-port 3.1	Trans-port 3.4	Trans-port 3.5	Trans-port 3.6	Tvätt-ning	Lag-ning	Material-återvinni-ng	Energi-återvin-ning
Primär energianvändning [kWh]	3,69	3,27	0,52	0,09	0,51	0,52	0,29	0,00	-0,79	-0,73
Global uppvärmningspotential [g CO2-ekv]	699	401	91	18	92	91	6	0	-85	83
Förurningspotential [g SO2-ekv]	3,36	1,61	0,71	0,09	0,72	0,70	0,03	0,00	-0,25	-0,24
Övergödningspotential i sjöar och vattendrag [g P-ekv]	0,11	0,07	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01
Bildande av marknära ozon [g NMVOC]	4,08	1,44	0,94	0,12	1,05	0,93	0,02	0,00	-0,17	-0,25
Luftburna partiklar [g PM10-ekv]	1,72	0,63	0,42	0,06	0,43	0,42	0,01	0,00	-0,09	-0,16
Utarmning av fossila resurser [g olje-ekv]	292	261	39	7	39	38	2	0	-76	-16

Tabell 42. Reviderat resultat basscenario inkl. trsp. 3.2-3.3

Basscenario trsp 3.2-3.3	inkl.	Totalt	Produktion	Trans- port 3.1	Trans- port 3.4	Trans- port 3.5	Trans- port 3.6	Trans- port 3.2	Trans- port 3.3	Tvättning	Lagning	Materia låtervin ning	Energ iåtervi nning
Primär energianvändning [kWh]		5,70	3,27	0,52	0,09	0,51	0,52	1,93	0,09	0,29	0,00	-0,79	-0,73
Global uppvärmningspotentia l [g CO2-ekv]		1095	401	91	18	92	91	378	18	6	0	-85	83
Försurningspotential [g SO2-ekv]		5,16	1,61	0,71	0,09	0,72	0,70	1,71	0,09	0,03	0,00	-0,25	-0,24
Övergödningspotentia l i sjöar och vattendrag [g P-ekv]		0,14	0,07	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01
Bildande av marknära ozon [g NMVOC]		6,61	1,44	0,94	0,12	1,05	0,93	2,41	0,12	0,02	0,00	-0,17	-0,25
Luftburna partiklar [g PM10-ekv]		2,78	0,63	0,42	0,06	0,43	0,42	1,00	0,06	0,01	0,00	-0,09	-0,16
Utarmning av fossila resurser [g olje-ekv]		450	261	39	7	39	38	151	7	2	0	-76	-16