

PLASTPRODUKTER - LIFE CYCLE ASSESSMENT

miljöstrategi

SAMMANFATTNING

I projektet Klimateffektiv plastupphandling av Uppsala kommun så har ett webbaserat verktyg tagits fram som ger stöd för att bedöma klimatpåverkan av förekommande produkter i plast. Läs mer här om underlaget och hur det kan uppdateras.

Marcus Wendin

Rapport

Datum: 2019-05-18

Rapporten är tillgänglig för spridning till: öppen

Rapport nummer: 128

Beställare: Per Johansson, Uppsala Kommun

Framtagen av Miljögiraff, Södra Larmgatan 6, 411 16 Göteborg.

Sammanfattning

Miljögiraff och Sofwen har tagit fram ett internt webbaserat verktyg till stöd för klimatstrategiska bedömningar vid upphandling. Det är en del av Uppsala kommuns arbete med att minska klimatpåverkan som kommer av de plastprodukter som man köper in. Projektgruppen har varit bestående av Marcus Wendin¹, Muhammad Arfan², Anna Hilding³, Per Johansson³, Therese Åhlvik³, Hanna Svartson⁴.

Bakgrunden är ett beslut om att endast använda biobaserad eller återvunnen plast år 2030, och ingen ny fossil plast. Senast 2023 ska klimatpåverkan från nyanskaffade produkter eller produktgrupper med plastinnehåll vara halverade jämfört med läget vid inventeringen av plastanvändning som ska ha genomförts senast 2020.

2020 ta bort minst tre produktgrupper med fossil plast, inventera sin plastanvändning i egen och upphandlad verksamhet samt ta fram en handlingsplan för att nå målen 2023 och 2030. Uppsala klimatprotokolls plastutmaning, Jakten på plasten, är också en del i detta arbete med kommunikation via hemsidan nedan.

<https://klimatprotokollet.uppsala.se/klimatutmaningar/ovrigt-indirekt-klimatpaverkan/endast-fornybar-och-atervunnen-plast/>

Metoden som används är Life Cycle Assessment som är ett standardiserat sätt att beräkna miljöpåverkan av produkter i ett livscykelperspektiv. Verktøget som tagits fram skall användas för att bedöma klimatpåverkan av förekommande plastprodukter på ett generellt sett. Därför används generella data om olika plastmaterial och vissa alternativ.

Eftersom tillverkning av produkterna är mer beroende av specifika förhållanden hos leverantörer så har generella data om bearbetning av material utelämnats. Istället finns utrymme att ange energiförbrukning (el och värme). Även användarfasen är öppen för att ange detta, även om det antas vara mer ovanligt att man har en klimatpåverkan vid användande av den typ av produkter som omfattas.

Sluthantering inkluderas med antingen förbränning (energiåtervinning tillfaller den som använder återvunnen energi) eller kommunal⁵ återvinning. Återtillverkning, att produkten går tillbaka till nytillverkning, har inte inkluderats, men bedöms ha en klimatpåverkan nära noll (i detta sammanhang). Nedan är Figur 1 som förklarar begrepp för att sluta kretsloppen för material. Gröna ringar representerar biologiskt kretslopp och blå är tekniska. Desto mindre loopar, desto effektivare kretslopp, i princip.

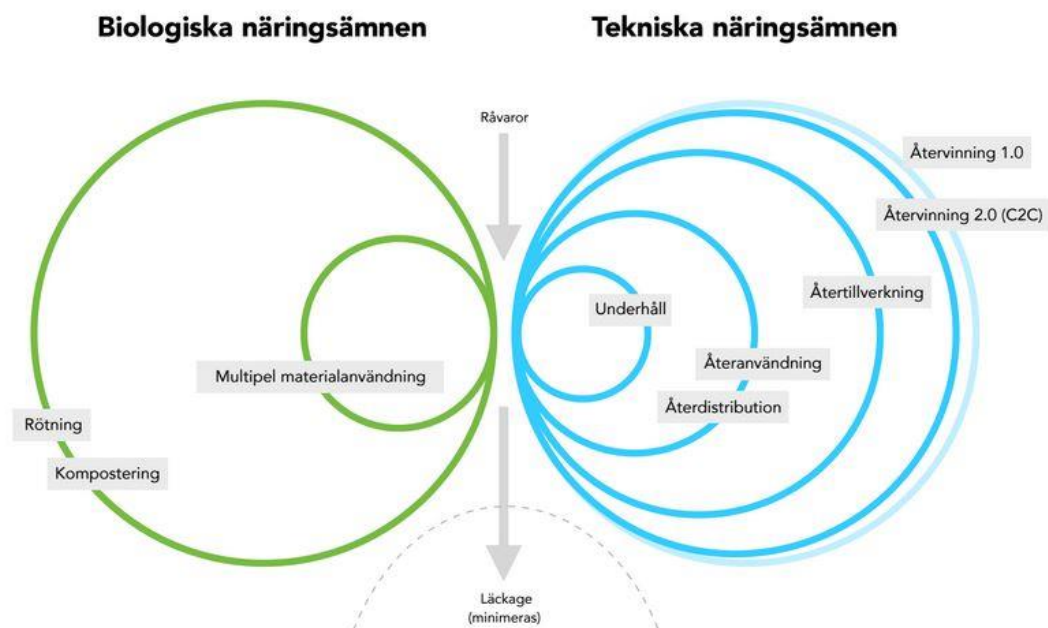
¹ Miljögiraff AB

² Sofwen

³ Uppsala kommun

⁴ Region Uppsala

⁵ Kommunal återvinning representeras av generella data per fraktion (t ex plast, glas, textil)



Figur 1 Schematisk bild över hur produkter och dess material kan recirkuleras för att minska uttag av material från naturen.

Tolkningen av resultaten behöver sättas i relation till alternativet att köpa in en annan produkt, och då beakta hur många som behöver köpas in för att uppnå motsvarande funktion. Användningen av vissa produkter innebär att klimatpåverkan minskar eller uppstår, som en sekundär effekt. Det ingår inte i beräkningarna, utan behöver vägas in vid sidan av

Leverabler från projektet är förutom mjukvaran och denna rapport, även en handledning och en specifikation av verktyget, samt ett excelark med klimatpåverkan för alla ingående material och processer.

125 Report specification of LCA tool for plastic products (Arfan, Muhammad and Wendin, 2019c)

126 Användarmanual (Wendin & Göranson, 2019)

127 DeploymentGuide (Arfan, Muhammad and Wendin, 2019b)

128 Rapport LCA plastprodukter

Innehållsförteckning

1	Livscykelanalys, LCA	5
2	Mål och omfattning	6
2.1	Mål	6
2.2	Omfattning	6
3	Inventering av miljöaspekter (LCI).....	10
3.1	Metod för datainsamling och datakällor.....	11
3.2	Beräknade data och validering.....	11
3.3	Lägga till och uppdatera data	14
4	Resultat.....	16
5	Litteraturförteckning.....	17

Miljögiraff AB står för expertis inom Life Cycle Assessment (LCA) enligt ISO 14044 som kombineras med ett gränsöverskridande perspektiv. Vi skapar mätbarhet i miljöarbetet utifrån ett livscykelperspektiv på miljöaspekter. LCA metodiken skapar förutsättning för att modellera komplexa system av miljöaspekter med trovärdig bedömning av potentiella miljöeffekter. Med gränsöverskridande perspektiv menar vi att kunskap inom olika områden och kulturer behöver mötas för att skapa dynamik och effektiva resultat. Vi har framförallt erfarenhet av att kombinera ingenjörskap med metodik för design inom Design For Environment (DFE).

Förkortningar och begrepp som förekommer i rapporten, i urval:

DFE	Design For Environment
EPD	Environmental Product Declaration, miljövarudeklaration enligt EPD-systemet
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life Cycle Assessment (livscykelanalys)
LCI	Life Cycle Inventory (livscykelinventering)
LCIA	Life Cycle Impact Assessment (miljöpåverkansbedömning)
Miljöaspekt	Delar av en organisations aktiviteter/verksamhet, produkter eller tjänster som kan påverka miljön (ISO, 2006b)
Miljöeffekt	Varje gynnsam eller ogynnsam förändring i miljön som helt eller delvis orsakas av organisationens miljöaspekter (ISO, 2006b)

1 Livscykelanalys, LCA

Livscykelanalys (Life Cycle Assessment, LCA) är en metod för att på ett systematiskt sätt kartlägga en produkts miljöpåverkan. LCA behandlar miljöaspekter, det vill säga aktiviteter som kan påverka miljön, och dess potentiella påverkan på människors hälsa, ekosystems funktion och naturtillgångar under produktens livscykel från råvaruutvinning och produktion till användning, återvinning och sluthantering. Användning av energi och material kartläggs i alla led liksom utsläpp till miljö och natur samt hantering av restmaterial och eventuell energiåtervinning (Figur 2). Genom ökad förståelse för miljöaspekternas samlade miljöpåverkan kan åtgärder sättas in där de gör mest nytta. LCA enligt standardiserade metoder underlättar även jämförelser med andra produkter vilket kan vara användbart vid marknadskommunikation och för att utveckla miljöstrategier för utveckling av produkter, processer och affärsmodeller.



Figur 2 Exempel på en produkts livscykel

International Organization for Standardization (ISO) har utvecklat en standardiserad metod för att genomföra LCA vilka beskrivs i ISO 14040 (2006) och ISO 14044 (2006). Att följa en internationell, standardiserad metod kan betraktas som en kvalitetsgaranti med avseende på dokumentation, systemavgränsningar och andra val som behöver göras under studiens gång.

Metoden enligt ISOs standard bygger på följande sju grundprinciper. Med ett **livscykelperspektiv** följs den utvalda produkten från utvinning av råmaterial och energianvändning, transporter och användning/konsumtion till slutlig avfallshantering. Studien ska ha **miljöfokus** och ekonomiska och sociala aspekter inkluderas normalt inte i en LCA⁶. Med ett **relativt förhållningssätt** ska studien relateras till produktens funktion som definieras genom en **funktionell enhet**. Analysens olika faser påverkar

⁶ På senare tid har efterfrågan av kunskap om produkters sociala påverkan ökat, inte minst till följd av målet om hållbar utveckling med avseende på miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet. Därmed har även livscykelanalys med socialt fokus, social livscykelanalys (S-LCA), blivit allt vanligare. Förenta nationernas miljöprogram (UNEP) har tagit fram riktlinjer för hur social LCA kan genomföras baserat på ISOs standarder ISO 14040 och ISO 14044 (UNEP, 2009).

varandra, vilket kräver ett **iterativt förhållningssätt**. Detta är viktigt då studien förändras under arbetes gång i takt med att förutsättningar och kunskap om processen förändras. LCA har en inneboende komplexitet varför **transparens** är viktigt för att resultaten ska tolkas på rätt sätt. En LCA ska ge en bred bild av produktens miljöbelastning varför **mångsidighet** krävs. Under arbetet ska **vetenskaplig metod** prioriteras. ISO 14040 innehåller principer och strukturer för hur en LCA ska genomföras vilka specificeras i detaljerade krav och rekommendationer i ISO 14044 (ISO 2006a; ISO 2006b; Carlsson et al. 2011). (Carlsson & Pålsson, 2011)

2 Mål och omfattning

Studiens mål och omfattning definierades enligt nedanstående.

2.1 Mål

Syftet med klimatverktyget är att det skall fungera som ett stöd för klimatstrategiska beslut vid upphandling och för uppföljning av pågående avtal.

Målet är att verktyget skall fungera till att bedöma klimatpåverkan av de plastprodukter som man köper in, utifrån ett livscykelperspektiv och att kunna jämföra de mot varandra. Resultatet skall vara ett mätbart underlag baserat på vetenskaplig metodik och bakgrundsdata.

Målgrupp för klimatverktyget var deltagarna i projektet "klimat effektiv plastupphandling", bestående av

- Uppsala kommun
- Fresenius Kabi
- Region Uppsala
- Sveriges Lantbruksuniversitet
- Uppsala Pastorat
- Uppsala Universitet
- Vattenfall Värme

2.2 Omfattning

Verktyget som tagits fram skall användas för att bedöma klimatpåverkan av förekommande plastprodukter på ett generellt sett. Det har i praktiken inneburit material används i de typiska plastprodukter som Projektdeltagarna köper. T ex påsar, säckar, skoskydd, handskar, förkläden, diskborstar, köksgrejer men inte deras förpackningar. Det har kompletterats med ett brett spektrum av vanligt förekommande plastsorter och vissa alternativ till plast.

2.2.1 Funktionell enhet

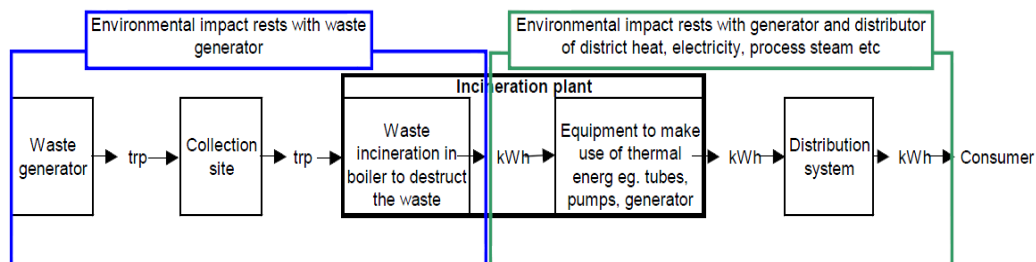
Den funktionella enheten, det vill säga det som studien relaterar till, ska ange funktionerna (prestandaegenskaperna) av det system som studerats. Miljöpåverkan beräknades här för den funktionella enheten (FU) 1 styck produkt.

Det är en förenkling som innebär användaren behöver ta hänsyn till funktion och prestanda när man jämför bedömningen av olika produkter. T ex kan påsar jämföras som har samma bärkraft.

2.2.2 Systemgränser

Systemgränserna skiljer de processer som studerats i det aktuella produktsystemet från omgivande processer, det vill säga processer som inte inkluderats i studien. Gränserna till omgivande system och fördelningen av miljöbelastningen mellan dem

baserades på rekommendationer från det internationella EPD-systemet, vilka även är i linje med krav och riktlinjer enligt ISO 14040 (2006a) och ISO 14044 (ISO, 2006b). LCA:n är utförd i enlighet med rekommendationerna att förorenaren betalar (PP, Polluter Pays). För tilldelning av miljöbelastningen vid förbränning av avfall innebär detta att alla processer i avfallshanteringsfasen, inklusive utsläpp från förbränning, tilldelas den livscykel där avfallet genererats. Sluthantering för nyttillverkning av energi eller material fördelas till nästa livscykel (Figur 3).



Figur 3 Fördelning av miljöpåverkan mellan två livscykler enligt PP fördelningsmetod (IEC, accessed: 2012/09/25).

2.2.3 Allokering

I de fall flera olika produkter tillverkas inom samma system (i samma industriella process, samma anläggning eller av samma råvara) behöver resursanvändning och miljöpåverkan fördelas, eller *allokeras*, mellan de olika produkterna, för att påverkan för den enskilda produkten ska kunna beräknas. Allokering kan göras utifrån produkternas massa eller annan fysisk egenskap, ekonomiskt värde eller funktion. Allokeringsförfarandet beskrivs i ISO 14044, avsnitt 4.3.4 (ISO, 2006b). Allokering genomfördes i denna studie utifrån fysisk egenskap. Det finns två olika övergripande system för hur miljöpåverkan allokeras (fördelas) mellan produkter och biprodukter.

- **"Allocation cut-off by classification"** (inte fördelat på återvinning av restmaterial). Det innebär att om man använder återvunnet material så får man nyttan av det (minskat uttag av råvara - behandling). Även om materialet återvinns i slutet av produktens livscykel medför detta inte någon minskad miljöbelastning för det aktuella produktsystemet. Denna minskade miljöbelastning som återvinningen medför tillskrivs istället det produktsystem som använder det återvunna materialet (istället för att använda jungfruligt material). Detta perspektiv utgår ifrån att tillverkaren har kontroll över produktens livscykel.
- **"Allocation at the point of substitution"** (fördelat på återvinning av restmaterial). Det innebär att miljöbelastningen fördelas (allokeras) mellan de produkter och biprodukter som varje process ger upphov till. Restmaterial betraktas då som en biprodukt. Om ett material i slutet av produktens livscykel återvinns räknas en del av materialets miljöbelastning bort från produktsystemets totala miljöpåverkan. Produktsystemet är utvidgat. Detta perspektiv utgår ifrån att tillverkaren påverkar hela system av produkters livscykler.

Inom denna studie har allokering av återvunnet material skett utifrån perspektivet Allocation cut-off by classification, eftersom det ger möjlighet att komplettera databasen med index om klimatpåverkan⁷ från Miljövarudeklarationer enligt EPD systemet.

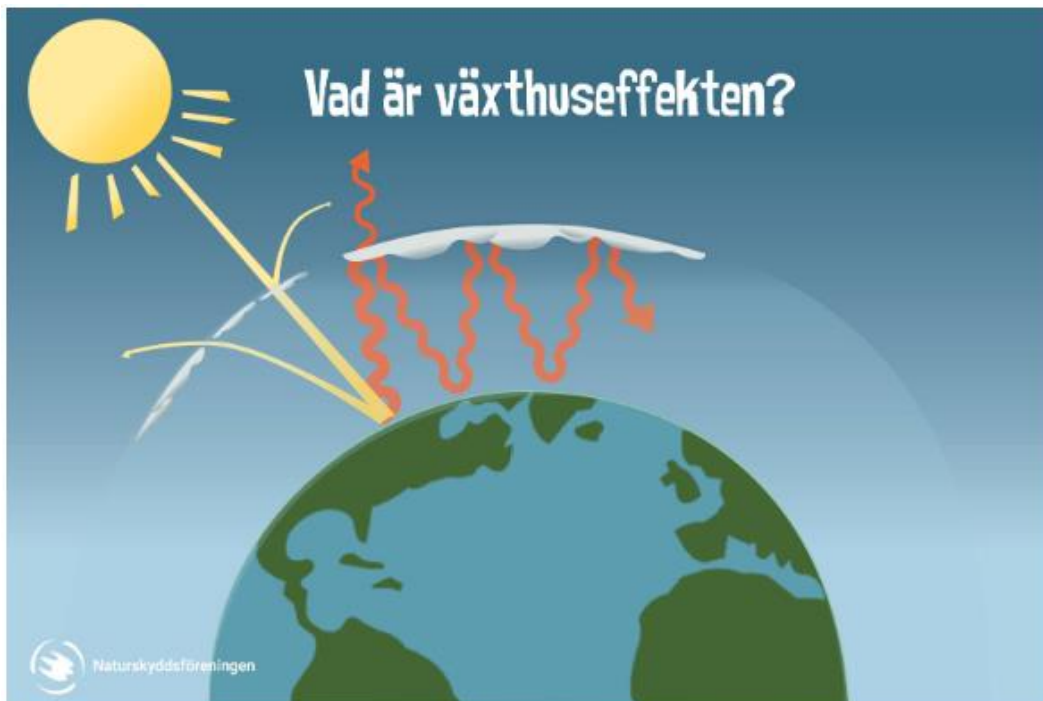
⁷ Global Warming Potential (GWP)

2.2.4 Metod för miljöpåverkansbedömning

Miljöpåverkansbedömningen utfördes med hjälp av mjukvaran SimaPro 8 som innehåller databaser med LCA-data och ett antal olika metoder för miljöpåverkansbedömning. De miljöeffektkategorier som ingick i studien var endast klimatpåverkan som beräknades enligt IPCC 2013 100a som är utvecklad av Intergovernmental Panel on Climate Change. Den valdes för denna studie eftersom det är den mest välkända vetenskapliga metoden för att beräkna potentiell klimatpåverkan.

2.2.4.1 Klimatförändringar

Solen värmer upp Jorden med strålning. Den uppvärmda jordskorpan avger sedan värmestrålning som till stor del absorberas av gaser, så kallade växthusgaser, i jordens atmosfär. En del av dessa värmestrålar reflekteras tillbaka mot jorden vilket leder till att temperaturen på jorden blir högre och jämnare jämfört med om dessa växthusgaser inte funnits i atmosfären. Denna naturliga växthuseffekt är en förutsättning för livet på jorden (Naturvårdsverket, 2016).



Figur 4: Växthuseffekt förklaras i bild av Naturskyddsföreningen⁸.

På grund av mänsklig aktivitet har dock förekomsten av så kallade växthusgaser i atmosfären ökat vilket påverkat atmosfärens reflektion av värmestrålning från jorden. På det sättet har den naturliga växthuseffekten förstärkts och lett till en global uppvärmning. Den varmare luften och vattnet, skapar förändringar klimatet så som kraftigare vindar, nederbörd vid fel tid på året med katastrofala följder som översvämningar och jordskred. Den högre halten koldioxid i atmosfären ökar också försurningen av haven, vilket skadar korallreven allvarligt.

Växthuseffekten är en global miljöeffekt, lokala utsläpp sprider sig i atmosfären vilket ger globala effekter. De viktigaste emissionerna som bidrar till klimatförändringar är koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och klorfluorkarboner (CFC,

⁸ <https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/5-vaxthuseffekten-7-9>

ChloroFluoroCarbons) exempelvis freon. Utsläpp av 1 kg metan (CH₄) orsakar till exempel 30,5 (IPCC 2013) gånger större klimatpåverkan jämfört med 1 kg koldioxid (CO₂).

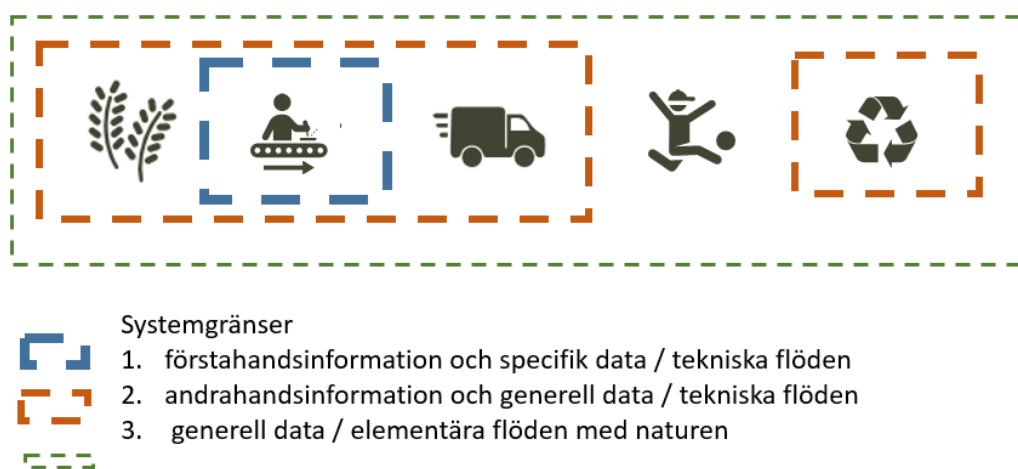
Klimatpåverkan beräknas med hjälp av IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) metod "Global Warming Potential" (GWP). Denna metod innefattar klassificering och karaktärisering. Klimatpåverkan anges som koldioxidekvivalenter, CO₂-ekv.

2.2.5 Datakvalitetskrav

Datakvalitetskraven specificeras så att målet och omfattningen av livscykelanalysen kan uppfyllas. Kvaliteten beror framförallt av dess representativitet, omfattning, dokumentation, tillförlitlighet och huruvida de är godkända av extern part. Systemgränserna styr vilken kvalitet data bör ha (Figur 5).

För specifika data är det särskilt viktigt att krav på dokumentationen följer ISO/TS 14048 (2002) för att dess representativitet ska kunna avgöras. För att tillgodose dessa kvalitetskrav har generella LCI-data validerade av tredje part använts. All dokumentation i detalj och på djupet finns tillgänglig i mjukvaran SimPro⁹.

Specifika data ska användas för den specifika komponentens materialsammansättning, tillverkning och montering (systemgräns 1). Generella data kan användas för extern tillverkning av råvaror, värme, elektricitet och transporter (systemgräns 2). Generella data ska användas för framställning av råmaterial, utvinning av naturresurser och liknande mer indirekt påverkan på människors hälsa, ekosystem och miljö. (systemgräns 3).



Figur 5 Flöden och systemgränser i en LCA.

Bibliotek med LCI-data, främst Ecoinvent 3.4 (Weidema, et al., 2013) har använts för generell information om miljöaspekter "uppströms" (tillverkning) och "nedströms" (sluthantering), såsom miljöbelastning vid utvinning och tillverkning av material, framställning av energi, transporter och sluthantering. Genom tillgång till dessa LCI-databibliotek har Miljögiraff möjlighet att erbjuda en bedömning av miljöpåverkan för hela livscykeln. Det är dock viktigt att betona att material från vissa producenter kan skilja sig mycket från generella uppgifter.

⁹ Specifika utdrag kan begäras ur databas med fullständig dokumentation.

2.2.6 Antaganden

Antaganden som är generella för hela LCA är:

- Val av energimodell: Regionala medelvärden hämtade från LCI-databasen Ecoinvent.
- Val av transportmodell: Regionala medelvärden från Ecoinvent.

2.2.7 Begränsningar

Att analysera en produkts miljöpåverkan från vagger till grav är ett mycket omfattande arbete vilket medför att vissa förenklingar behöver göras.

Följande generella begränsningar som sammanfattats av Guinée et al. (2004):

- LCA tar inte upp lokala aspekter, det är inte ett bra verktyg för lokal riskbedömning.
- LCA är vanligtvis en steady-state, snarare än en dynamisk metod.
- LCA omfattar vanligtvis inte marknadsmekanismer eller sekundära effekter på den tekniska utvecklingen.
- LCA gäller processer som är linjära, både i ekonomin och i miljön.
- LCA fokuserar på miljöaspekter och säger ingenting om sociala, ekonomiska och andra egenskaper.
- LCA inbegriper ett antal tekniska antaganden och värdebaserade val som inte enbart är vetenskapligt baserade.

2.2.8 Kritisk granskning

En kritisk granskning innebär att studien granskas av en tredje part. Detta är enligt standarden nödvändigt om resultatet ska kommuniceras externt eller om resultatet ska jämföras med resultat från andra studier. Den aktuella studien inte till för extern kommunikation.

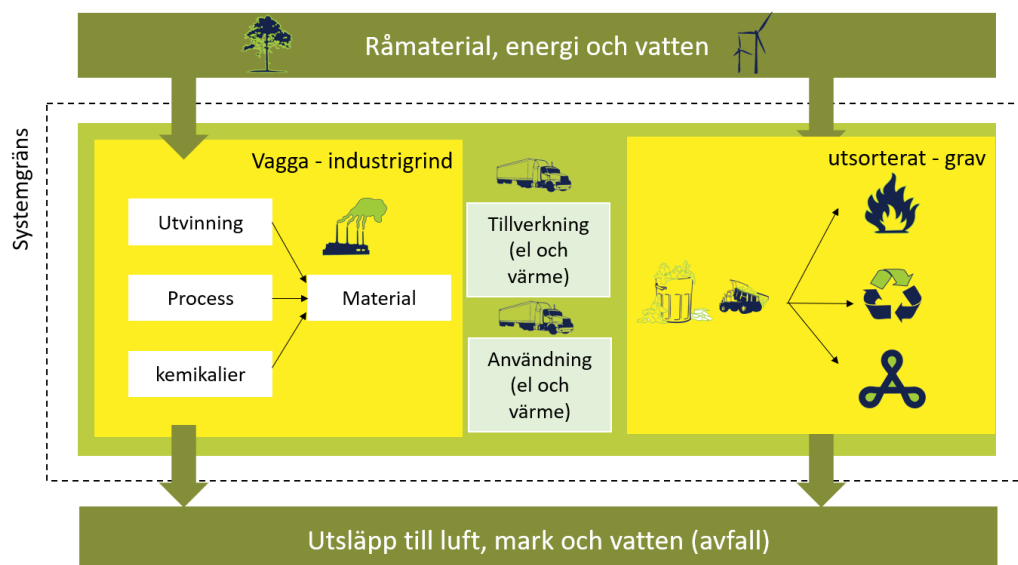
3 Inventering av miljöaspekter (LCI)

Under inventeringsfasen (Life Cycle Inventory, LCI) inventerades de data som ska ligga till grund för miljöbedömningen, det vill säga de miljömässigt relevanta flöden som ingår i det studerade systemet. Definitionen av mål och omfattning påverkar vad som skall inventeras och vilken typ av data som skall samlas in.

För varje produkt ingår material, bearbetning, transporter, elektricitet, värme, förbränning och återvinning. Till detta används generella data om olika plastmaterial och vissa alternativ. Eftersom tillverkning av produkterna är mer beroende av specifika förhållanden hos leverantörer så har utrymme lämnats att ange energiförbrukning istället för generella data om bearbetning av material. Även användarfasen är öppen för att ange detta, även om det antas vara mer ovanligt att man har en klimatpåverkan vid användande av den typ av produkter som omfattas.

Sluthantering inkluderas med antingen förbränning (energiåtervinning tillfaller den som använder återvunnen energi) eller kommunal¹⁰ återvinning. Återtillverkning, att produkten går tillbaka till nyttillverkning, har inte inkluderats, men bedöms ha en klimatpåverkan nära noll (i detta sammanhang).

¹⁰ Kommunal återvinning representeras av generella data per fraktion (t ex metall, plast, glas, textil) med transport och utsortering av material.



Figur 6 Flödesschema med sluthantering som kan vara förbränning, återvinning eller återtillverkning.

Från och till naturen kommer "elementär" flöden av naturresurser och emissioner. Framställning av materialen inkluderar miljöaspekter för utvinning, processande och tillsats av kemikalier. Transport av material till tillverkning av produkt ingår med generella data per vikt (anges initialt) och sträcka (måste anges). Likaså transport från tillverkning till användning. Mängden elektricitet och värme kan anges specifikt och även geografisk plats (land) anges för att länka till klimatpåverkan per lands energimix. Sluthantering innehåller en möjlighet att ange om produkten går till förbränning, återvinning eller återtillverkning.

3.1 Metod för datainsamling och datakällor

Förgrundsdata är de som anges av användaren, t ex val av materialsammansättning, vikt på produkt, antal produkter under en viss period, geografisk plats för tillverkning, distanser för transport, energiåtgång i tillverkning av produkt och scenario för sluthantering. Denna informationen behöver alltså samlas in av potentiella leverantörer. Om information saknas så får man ange ett antaget värde som en schablon för samtliga produkter som ingår i en jämförelse. Alternativt kan man göra en uppskattning, men den skall då vara väl underbyggd och verifierbar.

Bakgrundsdata är från ecoinvent¹¹ (Weidema, et al., 2013), ESU²², Miljögiraff¹², Ecovane¹³, samt Industry data 2.0 och Agri-footprint som ingår i SimaPro¹⁴. I databasen till mjukvaran finns alla källor dokumenterade.

3.2 Beräknade data och validering

De data som samlats in är ofta knutna till en specifik kontext, en viss storlek på anläggning etc. Det kan innebära att data behöver justeras för att representera det

¹¹ <https://www.ecoinvent.org/database/database.html>

¹² www.miljogiraff.se

¹³ <http://www.ecovane.net/>

¹⁴ <https://www.pre-sustainability.com/>

system som studeras. Det är också vanligt att enheter är rapporterade i en annan enhet eller storhet som behöver räknas om. Alla sådana justeringar som gjorts finns dokumenterade i den mjukvara för LCA-beräkning som använts, SimaPro.

Biogena material (t ex PLA och PE från sockerrör) har beräknats som att utsläpp av CO₂ vid förbränning är biogent och ger inget utslag. Det är en förenkling, då det egentligen sker ett upptag (-) i odling.

3.2.1 PE från sockerrör

Data om polyetylen, PE, från sockerrör är från Braskem och LCA (ACV Brasilien, 2017) är framtagen av ACV Brasilien (april 2017). De är tolkade och justerade gällande systemgränser av Marcus Wendin Miljögiraff AB.

Ursprungligen så är kontexten multifunktionalitet av att producera 1 kg HDPE och cirka 1,95 kWh elektricitet som levereras till det brasilianska nationella elnätets med effekt på marginalen, dvs den ersätter olja. Substitutionskrediter används genom att effekten av att producera HDPE reduceras med effekten av att producera elektricitet av olja.

Ändringen är till justerade systemgränser för att utesluta systemutvidgning med konsekvensperspektiv. CO₂ upptag har tagits bort och istället räknas förbränning av plasten som neutral. Anledningen är att det annars är svårt att bedöma hur stor andel av upptagen CO₂ som skall tilldelas den el som tillverkas.

Etanol som levereras till Braskem kommer från 25 olika fabriker, som ligger i staterna i Sydostregionen (São Paulo och Minas Gerais), södra regionen (Paraná) och Midwest-regionen (Goiás och Mato Grosso do Sul).

Det gäller för högdensitetspolyeten (slurrypolymerisation) i Brasilien, år 2015, från sockerrör. Den gröna HDPE livscykelns förekommer i huvudsak i Brasilien och börjar med plantering och odling av sockerrör. Därefter transporteras sockerröret med lastbilar till etanolfabriker där denna produkt tillverkas. Nästa steg är att leverera etanol genom skenor och lastbilar till anläggningen som ansvarar för att producera etanolen, den nödvändiga ingången för polymerisering av HDPE. Under bearbetningen av sockerrör i etanol sker förbränning av den återstående biomassan, vilket genererar el, vars överskott säljs till det nationella nätet.

Etanolen tas emot och dehydratiseras för att transformeras till grön etylen. Därefter appliceras teknologier som uppslamning eller gasfasprocesser för polymerisering av HDPE, som transporteras som pellets för nästa livscykelstadium.

3.2.2 Bambu från kina

Data om Bambu gäller skördat i Zhejiang Kina. Det är en tolkning av specifik data från Intertek Shanghai baserad på generell information från International Network for Bamboo and Rattan - CHINA'S, 2012.

3.2.3 PLA från socker

PLA från Sockerrör eller sockerbetor kommer från Thailand. Det är en tolkning av data för tillverkning av laktid och PLA-biopolymerer från sockerrör i Thailand. Av Wim J. Groot & Tobias Borén.

3.2.4 Textil av cellulosa

Textil från cellulosa kallas regenatfiber och kan vara t ex viscose och lyocell. Miljögiraff har utvecklat LCA för Lyocell baserat delvis på data från företaget Lenzig i Österrike (Shen, L., & Patel, M. K. (2010). LIFECYCLEASSESSMENTOFMAN-MADECELLULOSEFIBRES. Lenzinger Berichte 88, 1-59.) och andra specifika data som inte är offentligt (Marcus Wendin, P. L. (2011). Life Cycle Assessment - Environmental impact from Cradle to Yarn.).

3.2.5 Non woven textil

LCA resultat för Non woven kommer från en studie av Mikusinska, M. (den 30 04 2014). PM: Beräkning av emissionsfaktor för en Nonwoven- textil av polypropen (PP). Örebro: Sweco Environment AB. Den togs fram som ett underlag för bedömning av operationsförklåde.

3.2.6 Plast återvunnen

EVEA som är vår partner i Frankrike har tagit fram LCA på sekundär råvara via kommunal insamling och återvinning i Frankrike. Modellen använder bakgrundsdata i ecoinvent och ekvationen som utvecklats i PEF Annex V, 2013. Miljögiraff har, i projektet MISTRA-Closing the loop II-Cimmrec, köpt in dessa data från EVEA¹⁵ i en databas som heter Modélisation PEF, S.

3.2.7 Bomull mekaniskt återvunnen

Olika studier visar att återvunnen fiber har potential att sänka påverkan från fiber-, textil- och plaggproduktion. H&M saknade kvantitativa data för hur mycket miljöpåverkan kan minska. Man ville förstå de miljövänliga fördelarna med att samla in och återvinna textilier och plagg till fiber som är redo för spinning jämfört med sourcing av oskuldsmaterial.

Inventeringen skapades genom att förbereda och skicka ut ett format till leverantörer utsedda av Hennes & Mauritz (Karlsson E., 2015). I: Collect GmbH (Gupta, Miljöchef, 2015), levererade uppgifter om insamling av textilier från butikerna och utsortering av återanvändbara kläder och återvinningsbar textil. Artistic Milliners (Uddin, 2015) tillhandahåller data om strimling till fiber för spinning.

Som jämförelse används jungfrulig bomull i en välkänd studie av Cotton Incorporated och Thinkstep med generiska LCI data från Ecoinvent.

Studien och rapporten är framtagen av Miljögiraff (Wendin, 2016)

3.2.8 Kommunal återvinning av flera material

Avfall Sverige har studerat klimatpåverkan och energiåtgång för att återvinna material ur kommunalt restmaterial (Sverige, 2017). Det är en specifik studie som får representera återvinning generellt, vilket inte är helt optimalt. Men det visar på resultat som fungerar tillfredställande i relation till klimatpåverkan av framställning av jungfruligt material och kommunal förbränning. Kommunal återvinning skiljer sig mot specifik återvinning på det sättet att fraktionernas sammansättning är en heterogen blandning och inte ett homogent avfall från en process.

¹⁵ <https://evea-conseil.com/en>, LCA konsulter och SimaPro partner.

3.2.9 PET återvinning

Återvinning av PET är representerad av resultat från Shen, L., Worell, E., & Patel, M. K. (2010). Open-loop recycling: A LCA case study of PET bottle-to-fibre recycling. Resources, Conservation and Recycling.

3.3 Lägga till och uppdatera data

För att uppdatera databasen till verktyget så krävs inloggning som administratör. Ladda ner databasen till din dator (filformat csv). Filen kan läsas och editeras i t ex MS excel. För att uppdatera ett befintligt index så ändras värdet i kolumn som heter "GWP Index (Kg CO2 eq)" och referensen i kolumn som heter "Source". För att lägga till nya data så adderas en rad och samtliga fält populeras på liknande sätt som tidigare. Det är inte väsentligt i vilken ordning raderna ligger bara de ligger i rätt flik. Kolumnerna som heter "Display name" läses primärt av verktyget. Därefter "LCI data name" för ett urval som presenterar och "GWP Index (Kg CO2 eq)". När det är klart sparas filen och laddas upp i verktyget. Namnet på filen påverkar inte funktionen.

Nuvarande källor till bakgrundsdata kan användas för att bygga ut och uppdatera verktyget. Bakgrundsdata är från ecoinvent¹⁶, ESU²², Miljögiraff¹⁷, Ecovane¹⁸, EVEA¹⁵, samt Industry data 2.0 och Agri-footprint som ingår i SimaPro.

Miljövarudeklarationer i EPD-systemet¹⁹ kan vara en källa till GWP index av mycket god kvalitet.

LCA mjukvaran SimaPro distribueras av ca 30 företag i olika länder. Flera av dessa tillhandahåller kommersiella databaser LCA modeller. Genom att beställa färdiga GWP index, t ex per kg material, av dessa så kan Uppsala kommun få tillgång till resultat av hög kvalitet och god representativitet per land. Samtliga kan nås via Miljögiraff och på hemsidan för SimaPro²⁰.

- LCA 2.0 consultants i Danmark skapade en omfattande databas om plasttillverkare i Danmark i EU projektet Green 21²¹. Den var offentlig under projekttiden. De kan därför på ett effektivt sätt tillhandahålla mycket data om tillverkare som kan vara relevant för Uppsala kommun.
- ESU²² i Schweiz har exceptionellt mycket och bra data.
- Long Trail Sustainability tillhandahåller ett verktyg för förpackningar, Datasmart²³.

LCA mjukvaran Gabi tillhandahålls av Thinkstep²⁴ som också erbjuder liknande data. Likaså Quantis²⁵.

¹⁶ <https://www.ecoinvent.org/database/database.html>

¹⁷ www.miljogiraff.se

¹⁸ <http://www.ecovane.net/>

¹⁹ <https://www.environdec.com>

²⁰ <https://simapro.com/global-partner-network/>

²¹ <https://lca-net.com/projects/show/plastberegner/>

²² <http://esu-services.ch/simapro/>

²³ <https://ltsexperts.com/services/software/datasmart-life-cycle-inventory/>

²⁴ www.thinkstep.com

²⁵ <https://quantis-intl.com/>

Det finns även gott om färdiga index för GWP per kg material. Fördelen med dessa är att de ofta är gratis eller nästan gratis. Nackdelarna är att

1. de sällan är uppdaterade gällande miljöbedömning och indata.
2. saknar fullständig dokumentation
3. kan bygga på andra systemgränser (t ex APOS istället för Cut-off) utan att det framgår.
4. Kan bygga på annat perspektiv (consequential istället för attributional).
5. Kan representera ett specifikt scenario som inte är representativt.
6. Kan gälla en del av livscykeln eg Cradle to gate och inte cradle to grave.
7. Kan vara felaktig (ej verifierad av tredje part).

Därför bör de användas med stor försiktighet. Exempel på sådana källor är:

- Idemat²⁶ som är framtagen av en student på Delft Universitet åt ett företag som ägs delvis av Joost Vogtlander som skapat databasen Idemat ca 1997. Idematapp-data är öppen tillgång (Delft universitets policy). Så alla kan använda dem förutsatt att man inkluderar en hänvisning till Joost Vogtlander och Delft Universitet. Idematdata är mindre öppna, eftersom det också innehåller data från ecoinvent.
- Ecolizer 2.0²⁷ är framtaget av Ovam i Belgien baserat på LCA beräkningar med diverse generella data. Denna Ecolizer utvecklades för designers som önskar analysera miljöpåverkan av deras produkt. Den innehåller tiotals sidor med hundratals miljöindikatorer. Eco-indikatorer är siffror som speglar miljöbelastning av material, bearbetning förfaranden, transport, energi, återvinning och avfallshantering. Ju högre poängen desto större är miljöpåverkan. Den första Ecolizer utvecklades 2005. Eco-indikatorer beräknades sedan med användning av "Eco-indicator '99-metod". Fyra år senare, gjordes en uppdatering med nya data och beräkningsmetoden har ersatts med "ReCiPe". Uppgifterna i denna Ecolizer baseras på Eco-invent 2.0-databasen i programvaran SimaPro av VITO i slutet av 2009. Ecolizer 2.0 är avsedd för intern användning, t.ex. för produktutveckling; den är inte avsedd för marknadsföring, för miljömärkning eller att offentligt bevisa fördelarna med produkt A över B, inte heller avsedd för användning i statlig fråga om standarder och direktiv.

Det finns även nationella faktorer för klimatpåverkan av olika energibärandematerial. De bygger på offentligt inrapporterade data, ofta sektorsvis. I Sverige är det Naturvårdsverket som har hand om denna sammanställning som kallas SMED (Svensk MiljöEmissions Data)²⁸. Liknande sammanställningar finns i andra länder. Fördelen är även här att de är gratis och fria att använda. Nackdelen är att de ofta representerar direktutsläpp och inte de indirekta utsläppen som uppstår i tillverkning av dess råmaterial eller i förbränning. Ett företag (AlterMaker²⁹) i Frankrike har skapat en mjukvara Ecodesign Studio, som bygger på fullständiga LCA data skapade av nationella faktorer.

²⁶ <http://idematapp.com/> av Joost Vogtlander

²⁷ http://www.ecodesignlink.be/images/filelib/EcolizerEN_1180.pdf

²⁸ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Konsumtionsbaserade-utslapp-av-vaxthusgaser/>

²⁹ <https://www.altermaker.com/>

4 Resultat

Resultatet är förutom mjukvaran och denna rapport, även en handledning och en specifikation av verktyget, samt ett excelark med klimatpåverkan för alla ingående material och processer.

125 Report specification of LCA tool for plastic products (Arfan, Muhammad and Wendin, 2019c)

126 User-Guide Plastic LCA Tool (Arfan, Muhammad and Wendin, 2019a) och på Svenska (Wendin & Göranson, 2019).

127 DeploymentGuide (Arfan, Muhammad and Wendin, 2019b)

128 Rapport LCA plastprodukter

Tolkningen av resultaten behöver sättas i relation till alternativet att köpa in en annan produkt, och då beakta hur många som behöver köpas in för att uppnå motsvarande funktion. Användningen av vissa produkter innebär att klimatpåverkan minskar eller uppstår, som en sekundär effekt. Det ingår inte i beräkningarna, utan behöver vägas in vid sidan av.

Mjukvaran finns under utvecklingen på en server hos Sofwen³⁰ och har överlämnats i en zip fil till Per Johansson. Användare kan installera den med ledning av Uppsala Kommun på det sätt som har avtalats vid beställning av uppdraget för framtagandet av verktyget. I praktiken innebär det att mjukvaran inte för säljas vidare och att kommersiella data i den (eg. framtagna via ecoinvent) inte får mångfaldigas utan rättighet av ecoinvent (som kan avtalas direkt med dem). Miljögiraff vill inte på något sätt begränsa spridningen av resultatet men respekterar de anspråk som tredje part kan ha.

³⁰ <http://sofwen.noip.me/PlasticLCA/>

5 Litteraturförteckning

- Bauer, C., Althaus, H.-J., Weidema, B., & Hirschier, R. (2009). *Code of practice. Ecoinvent report No. 2*. St. Gallen: Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- Baumann, H., & Tillman, A. (2004). *Liftarens guide till LCA*. Lund, Sweden: Studentlitteratur ISBN: 91-44-02364-2.
- Carlsson, R., & Pålsson, A.-C. (2011). *Livscykelanalys – ringar på vattnet*. . SIS Förlag 978-91-7162-652-3.
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., Schryver, A., Struijs, J., & Zelm, R. v. (2009). *ReCiPe 2008-A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*. Holland.
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., Schryver, A., Struijs, J., & Zelm, R. v. (2009). *ReCiPe 2008-A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*. Holland.
- Guinée, J., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., Koning, A. d., . . . Sleeswijk, A. (2004). *Handbook on Life Cycle Assessment - Operational Guide to the ISO Standards*. Kluwer Academic Publications.
- IEC. (accessed: 2012/09/25). *Supporting Annexes for Environmental Product Declaration, EPD*. Hämtat från Version 1.0 dated 2008-02-29.: http://www.environdec.com/Documents/GPI/EPD_annexes_080229.pdf
- ISO 14025. (2006). *Environmental labels and declarations—type III environmental declarations—principles and procedures*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 14046. (2014). *Environmental management—water footprint—principles, requirements and guidelines*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2002). *Environmental management — Life cycle assessment — Data documentation format. ISO/TS 14048:2002*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006a). *Environmental Management – Life cycle assessment – Principles and framework. 14040:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006a). *Environmental Management – Life cycle assessment – Principles and framework. ISO 14040:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006b). *Environmental Management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines ISO 14044:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006b). *Environmental Management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO 14044:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2006c). *Environmental labels and declarations—type III environmental declarations—principles and procedures. ISO 14025:2006*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2012a). *Environmental management -- Life cycle assessment -- Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations. ISO/TR 14047:2012*. Geneva, Switzerland: International Organization of Standardization.
- ISO. (2012b). *Environmental management -- Life cycle assessment -- Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis. ISO/TR 14049:2012*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

- ISO. (2013). *Greenhouse gases—carbon footprint of products—requirements and guidelines for quantification and communication. ISO/TS 14067:2013*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (2014a). *Environmental management—water footprint—principles, requirements and guidelines. ISO 14046:2014*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/TS 14048. (2002). *Environmental management — Life cycle assessment — Data documentation format*. International Organization for Standardization.
- ISO/TS 14067. (2013). *Greenhouse gases—carbon footprint of products—requirements and guidelines for quantification and communication*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/TS 14072 . (2014). *Environmental management—life cycle assessment— requirements and guidelines for organizational life cycle assessment*. . Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Lindhahl, M. (2002). *Miljöeffektanalys*. Kalmar.
- Naturvårdsverket. (den 02 03 2016). *Miljömålsportalen*. Hämtat från <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=104&pl=1>
- PRé. (2016). *SimaPro Database Manual - Methods Library. Report version 2.9. PRé*. PRé.
- Schmidt, J. H., & Brandao, M. (2013). *LCA screening of biofuels - iLUC, biomass manipulation and soil carbon*. Copenhagen: Concito. Hämtat från http://concito.dk/files/dokumenter/artikler/biomasse_bilag1_lcascreening.pdf
- SOU. (2004). *Med miljömålen i fokus - hållbar användning av mark och vatten. SOU 2014:50*. Stockholm: Statens Offentliga utredningar.
- Weidema, B., Bauer, C., Hischier, R., Mutel, C., Nemecek, T., Reinhard, J., . . . Wernet, G. (2013). *The ecoinvent database: Overview and methodology, Data quality guideline for the ecoinvent database version 3*. www.ecoinvent.org.

Mendeley bibliografi

- ACV Brasilien. (2017). *Lca of Green HDPE from Braskem*.
- Arfan, Muhammad and Wendin, M. (2019a). *Plastic LCA application User Guide*.
- Arfan, Muhammad and Wendin, M. (2019b). *PlasticLCA web tool*.
- Arfan, Muhammad and Wendin, M. (2019c). *SPECIFICATION OF LCA TOOL FOR PLASTIC*.
- Sverige, A. (2017). *Rapport 2017 : 09 Livscykelanalys av mekanisk sortering av restavfall – Energi- och växthusgasprestanda*.
- Wendin, M. (2016). *75 report LCA on Rec Cotton Miljogiraff HM*. Gothenburg. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22598.57927>
- Wendin, M., & Göranson, M. (2019). *Plastic LCA - Användarhandbok*. Gothenburg.

