Examensarbete

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

HUR CIRKULÄR EKONOMI KAN IMPLEMENTERAS I SMÅ OCH MEDELSTORA FÖRETAGS PRODUKTUTVECKLING

HOW CIRCULAR ECONOMY CAN BE IMPLEMENTED IN PRODUCT DEVELOPMENT FOR SMALL AND MEDIUM SIZED ENTERPRISES

Examensarbete inom huvudområdet Integrerad Produktutveckling
Grundnivå, G2E 30 Högskolepoäng
Vårtermin 2015

Denny Nelson
Nermin Dubinovic

Handledare: Christian Bergman
Biträdande handledare: Lennart Ljungberg
Examinator: Dan Högberg

Försäkran om eget arbete

Denna uppsats har 2 juni 2015 lämnats in av Denny Nelson och Nermin Dubinovic till Högskolan i Skövde som uppsats för erhållande av betyg på grundnivå, G2E inom huvudområdet Integrerad Produktutveckling.

Vi intygar att vi för allt material i denna uppsats som inte är vårt eget arbete har redovisat källan och att vi inte - för erhållande av poäng - har innefattat något material som vi redan tidigare har fått tillgodoräknat inom våra akademiska studier.

Denny Nelson *Nermin Dubinovic*

Sammanfattning

Dagens trend av industriell tillverkning och konsumtion är av linjär karaktär. Material utvinns, blir produkter och hamnar sedan på deponi. Detta examensarbete har tillsammans med Industrial Development Center AB syftat till att skapa en mer hållbar industriell tillverkning inom Skaraborgsregionen, genom att forma en produktutvecklingsprocess i enlighet med cirkulär ekonomi. Cirkulär ekonomi förespråkar att avfall inte får förekomma och att produkter och material ska cirkulera i kretslopp. Projektet bestod därför av en bred förstudie för att samla och utvärdera ett stort område med teorier, processer och företagens ansvarsroller. Vidare analyserades en generell produkts livscykel och en processkarta skapades tillsammans med cirkulär ekonomi och produktutvecklingsprocesser. Arbetet knöts an med en omfattande kravspecifikation som sedan användes som utvärderingsunderlag för vad som skulle bli en ny produktutvecklingsprocess med cirkulär ekonomi implementerat. Slutligen utvärderades resultatet med en erfaren användare för att få en initial bedömning av resultatets användbarhet för målgrupperna. Resultatet blev en miljöanpassad produktutvecklingsprocess och en folder beskrivande hur och varför cirkulär ekonomi kan gynna företag och samhälle.

Abstract

Today's trend of production and consumption has a linear type. Material is extracted, become products and then end up as landfill. This thesis has together with Industrial Development Center AB aimed to create a more sustainable industrial production within the region of Skaraborg, by forming a product development process according to circular economy. Circular economy advocates that there should be no waste and products and material should circulate throughout different cycles. Hence this thesis consist of a broad pre-study to collect and evaluate a big range of theories, processes and enterprise responsibilities. Later on a general product lifecycle was studied and a map of a process was made with circular economy and product development processes in mind. The work was tied together by a performance specification table. This document was also used as a basis for the evaluation of the final product development process with circular economy implemented. Finally, the result was also evaluated by an experienced user to get an initial assessment of the result's usability for the target groups. The result was an environmentally adapted product development process and a folder explaining how and why circular economy is to support enterprises and the community.

Förord

Vi vill tacka följande personer för deras bidrag i detta examensarbete:

Högskolan i Skövde	Christian Bergman Lennart Ljungberg Dan Högberg
Industrial Development Center AB	Tobias Björck Johan Svensson
Material Connexion	Anders Breitholtz
OFFECCT	Anders Englund Kurt Tingdal
CC Pack	Christoffer Olbrich
Lundbergs Möbler	Stefan Lundberg
Vedum Kök och Bad	Niklas Efraimsson
Partex	Peter Risberg

Innehållsförteckning

1 INLEDNING 2

1.1 BAKGRUND 2
1.2 PROBLEMFORMULERING 2
1.3 SYFTE OCH MÅL 2
1.4 STRATEGI FÖR GENOMFÖRANDE 3

2 TEORETISKT RAMVERK 4

2.1 CIRKULÄR EKONOMI 4
2.1.1 MATERIAL ÅTERANVÄNDS GENOM TVÅ KRETSLOPP 5
2.1.2 HUR KRETSLOPPEN KAN SKAPA MERVÄRDE 6
2.1.3 VILKEN PRODUKT LÄMPAR SIG FÖR VILKET KRETSLOPP? 7
2.2 SKILLNADEN MELLAN TRADITIONELL OCH MILJÖANPASSAD PRODUKTUTVECKLING 7
2.2.1 TRADITIONELL PRODUKTUTVECKLING 7
2.2.2 MILJÖANPASSAD PRODUKTUTVECKLING 8
2.3 FRÅN KONSUMENT TILL ANVÄNDARE 9
2.4 ANSVARSTAGANDE – EN FÖRUTSÄTTNING FÖR CIRKULÄR EKONOMI 11

3 EMPIRIINSAMLING FRÅN KUND OCH OMVÄRLDEN 13

3.1 IDCS PRODUKTUTVECKLINGSPROCESS 13
3.2 HUR DELÄGARNAS VERKSAMHETER PÅVERKAS AV CIRKULÄR EKONOMI 15
3.3 OMVÄRLDSBEVAKNING 16
3.3.1 ENSKILDA FÖRETAG SOM PRAKTISERAR CIRKULÄR EKONOMI 16
3.3.2 INDUSTRIELL EKOLOGI - ETT KONCEPT FÖR INDUSTRIELL AVFALLSMINSKNING 16

4 UTFORSKNING AV RAMVERK FÖR PRODUKTUTVECKLING ENLIGT CIRKULÄR EKONOMI 18

4.1 TILLÄMPNING AV BIOMIMIK PÅ IDCS PRODUKTUTVECKLINGSPROCESS 18
4.2 PROCESSKARTA ÖVER EN GENERELL PRODUKT I CIRKULÄR EKONOMI 18
4.3 FLÖDESSCHEMAN FÖR INTRESSENTER, MATERIAL, TRANSPORT OCH ENERGI 19
4.4 VIDAREUTVECKLING AV PROCESSKARTA 22
4.4.1 EN GENERELL PRODUKTS LIVSCYKEL I EN CIRKULÄR EKONOMI 22
4.4.2 IDCS PRODUKTUTVECKLINGSPROCESS JÄMFÖRT MED PROCESSKARTAN 22

5 EMPIRIINSAMLING FRÅN SLUTANVÄNDARE 24

5.1 DELÄGARNAS SYN PÅ HÅLLBARHET OCH PRODUKTUTVECKLING 24
5.2 CIRKULÄR EKONOMI I PRAKTIKEN - OFFECCT 25

6 KRAVSPECIFIKATION 26

7 IMPLEMENTATION AV CIRKULÄR EKONOMI I PRODUKTUTVECKLINGSPROCESSEN 29

7.1 KONCEPTGENERERING 29
7.1.1 UTIFRÅN KUNDEN 29
7.1.2 UTIFRÅN SLUTANVÄNDARE 30
7.2 UTVÄRDERING AV KONCEPT 31
7.2.1 REKOMMENDERADE METODER ATT INKLUDERA I PROCESSEN 31
7.2.2 FOLDERKONCEPTEN 35
7.3 VIDAREUTVECKLING AV PRODUKTUTVECKLINGSPROCESS OCH FOLDER 36

7.3.1 PRODUKTUTVECKLINGSPROCESSEN - CIRKULÄR EKONOMI GENOM INTEGRATION AV METODER 36
7.3.2 FOLDERKONCEPTET FÖR CIRKULÄR EKONOMI 37
7.4 UTVÄRDERING AV SLUTGILTIGT MATERIAL 37
7.4.1 UTVÄRDERING MED IDC 37
7.4.2 FÖRETAGSCASE - PRODUKTUTVECKLINGSPROCESSEN 37

8 RESULTATREDOVISNING 39

8.1 SLUTGILTIGA PRODUKTUTVECKLINGSPROCESSEN 39
8.1.1 UPPSTART 39
8.1.2 FÖRSTUDIE 41
8.1.3 UTVECKLING 43
8.1.4 INDUSTRIALISERING 44
8.1.5 RAMP UP 45
8.2 SLUTGILTIGA FOLDERN 46

9 DISKUSSION OCH SLUTSATSER 48

9.1 METODIK 48
9.2 RESULTATET 48
9.3 SLUTSATSER 49
9.4 REKOMMENDATIONER TILL VIDARE ARBETE 50

REFERENSER 51

BILAGA A - EXAMENSARBETETS PLANERING MED VECKOVIS DETALJNIVÅ 53

BILAGA B - UTVÄRDERING MED KRAVSPECIFIKATIONEN 54

BILAGA C - BAKGRUND TILL SISTA UTVÄRDERING 55

BILAGA D - FUNKTIONSANALYS - UPPSTART 56

BILAGA E - PRODUKT-SERVICE SYSTEM - UPPSTART 57

BILAGA F - DFE – 7 STEG GENOM HELA PU-PROCESSEN 59

BILAGA G - MET-MATRIS - UTVECKLING 64

BILAGA H - PU-PROCESSEN INNAN UTVÄRDERING 67

BILAGA I - SAMMANSTÄLLNING SLUTUTVÄRDERING PARTEX REPRESENTANT 72

Nomenklatur

CE	Cirkulär Ekonomi
CSR	Corporate Social Responsibility
DFD	Design for Disassembly
DFE	Design for Environment
DFRRR	Design for Reduce, Reuse, Recycle
EMF	Ellen MacArthur Foundation
EOU	End Of Use
IDC	Industrial Development Center
LCA	Lifecycle Assessment/Livscykelanalys
PLC	Produktlivscykel
PLM	Product Lifecycle Management
PSS	Produkt - Service - System
PU	Produktutveckling

Klassificering företag:	**Definieras enligt antal anställda:**
Mikroföretag	1-9
Små företag	10-49
Medelstora företag	50-249
Stora företag	>249

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Industrial Development Center West Sweden AB (IDC) är ett utvecklingsbolag för Skaraborgsregionens industri, med över 140 delägare. Deras mål att utveckla industriföretagen i regionen. IDC stödjer sina delägare inom området produktutveckling (PU) med en egenutvecklad produktutvecklingsprocess (PU-process) för att underlätta och effektivisera produktframtagningen. Processen innefattar generella steg och metoder som kan underlätta men samtidigt är nödvändiga för att få en kostnadseffektiv verksamhet. I samband med nya direktiv från EU vill IDC gå mot en mer hållbar industri och därmed implementera cirkulära affärsmodeller, vilket är ett arbetssätt som ger möjligheten till ett slutet kretslopp för material och produkter.
IDCs vision inom PU är att utveckla och långsiktigt stärka Skaraborgs industri mot ökad lönsamhet samt en konkurrenskraftig tillverkning. Genom att utnyttja ett stort nätverk av aktörer bidrar IDC med utveckling och samordning av bland annat utbildningar, analyser och coaching inom områdena Produktion, Marknad, Produktutveckling, Material och Kompetensförsörjning. Delägarna består av mikro-, små-, medelstora och stora företag inom olika verksamheter och branscher, vilka arbetar med PU i form av komponenttillverkning, slutprodukter och/eller tjänster.

1.2 Problemformulering

Problem:
IDCs nuvarande PU-process tar inte hänsyn till hållbarhetsperspektivet inom produktutveckling eller tillverkning. Detta är ett måste för att kunna uppfylla och överträffa de nya kraven, som ställs av EU, samt stimulera delägarna till en hållbar verksamhet.
Ett fåtal delägare tillämpar delar eller helheten av cirkulär ekonomi (CE) utan IDCs hjälp. Majoriteten gör inte det och riskerar att hamna efter i utvecklingen och inte uppfylla nya krav, lagar och direktiv inom området. Utan någon hänsyn till miljöaspekterna inom produktutveckling och tillverkning kommer delägarna inte att nå upp till de nya krav som ställs.

Frågeställningar:

- Hur kan cirkulär ekonomi tillämpas inom tillverkningsindustrin i Skaraborg?
- Hur kan cirkulär ekonomi implementeras i IDCs produktutvecklingsprocess?
- Hur kan IDC få samarbetsföretagen att förstå vikten och lönsamheten av hållbar produktutveckling?

1.3 Syfte och mål

Arbetet syftar till att undersöka hur hållbar utveckling kan integreras inom PU genom CE. På ett systematiskt sätt ska förslag på metoder och verktyg tas fram för att enklare kunna arbeta med PU där material återgår i olika kretslopp istället för att skapa avfall. Samtidigt ge IDC en tillräcklig insikt i ämnet CE för att kunna stödja sina delägare med en PU-process lämpad för cirkulära affärsmodeller. Arbetet syftar även till att inspirera Skaraborgs industri att öka konkurrenskraften genom att jobba med hållbarhetsfrågor och produkter som inte genererar avfall. Syftet är att resultatet ska användas av IDC för att stödja delägarnas verksamheter mot en hållbar industri. Delägarna kommer i sin tur tillämpa hela eller delar av processen.

Detta ska uppnås genom följande mål:

- Forma en PU-process som är förenlig med cirkulär ekonomi.
- Forma en PU-process som innefattar metoder och riktlinjer som uppfyller kraven för cirkulär ekonomi.
- På ett enkelt sätt få företagen att förstå innebörden av cirkulär ekonomi.
- Ge IDC möjligheten att få sina delägare att förstå vikten av cirkulära affärsmodeller.
- Skapa förutsättning för ett mer hållbart industrisamhälle inom Skaraborg.

1.4 Strategi för genomförande

Examensarbetets metodik baseras på Cross (2008) modell för PU, men här med fokus på att utveckla en process istället för en produkt. Modellen består av fyra faser: Förstudie, Konceptgenerering, Utvärdering och Kommunikation. Utförandet av de enskilda faserna skiljer sig från andra projekt där produkter utvecklas, dock har faserna i detta examensarbetes samma syfte och mål.

Projektet innefattar processutveckling och implementering av ett stort ämne som sträcker sig utöver PU-processen. IDC identifieras som kunden, och delägarna som slutanvändarna av resultatet. Deras behov kan skilja sig och därför behandlas dessa separat. Det nya ämnet innebär att förstudien tilldelas tidsmässigt ca en tredjedel av projektet, se Bilaga A för projektets tidsschema. En fördjupad förstudie ligger till grund för de ämnen som är relevanta för CE för att sedan kunna ta säkrare beslut. Två emperi-insamlingar utförs, en för kund och en för slutanvändare, med syfte att samla data om respektives behov. En tidig idégenereringsfas planeras för att kunna kartlägga detaljnivån på arbetet, för att sedan kunna sammanställa de krav som resultatet bör innefatta. Med kravspecifikationen som grund genereras koncept och utvärderas mot denna för att sedan vidareutvecklas. Det koncept som visar sig vara mest intressant utvärderas efter vidareutveckling genom företagscase med slutanvändare. IDC uttrycker att resultatet inte behöver vara helt färdigt eftersom de troligtvis kommer testa, utvärdera och vidareutveckla resultatet efter projektets slut. Målet är dock att leverera en användbar PU-process efter projektets slut.

2 Teoretiskt ramverk

CE valdes som utgångspunkt för litteraturstudien vilket ledde till att besläktade ämnen kunde hittas. Arbetet var iterativt där ämnen utöver CE efterhand sållades bort eller identifierades som relevanta för det fortsatta arbetet.
CE är en strävan efter en global hållbar utveckling (HU). Förenta Nationernas Världskommission för Miljö och Utveckling (1987) definierar HU som: "En utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov". HU delas in i kategorierna socialt, ekonomiskt och ekologiskt hållbar utveckling, där samtliga berörs i projektet.

2.1 Cirkulär Ekonomi

De senaste 150 åren har industrin dominerats av en linjär modell av produktion och konsumtion där produkter masstillverkas av nytt råmaterial, säljs, används och sedan hamnar på deponi (EMF, 2014). Följden av denna trend har inte bara lett till att många av de material vi använder dagligen håller på att ta slut, även priserna för t.ex. metall, mat och energi har också stigit kraftigt. Utan några direkta åtgärder är det stor sannolikhet enligt EMF (2014) att råmaterial kommer fortsätta deponeras samtidigt som priserna kommer öka. Ett linjärt system tar alltså inte hänsyn till de ändliga resurser vi utnyttjar. Genom en bättre förståelse av material, resurser och deras potential för bredare användning finns det möjlighet att vända denna negativa trend. En teori för detta är Cirkulär Ekonomi.

Cirkulär ekonomi innebär affärsmodeller med ett helhetsperspektiv på produkters livscykel. Med en integration av en samling teorier såsom Biomimik, Cradle to Cradle och en inblick från industriell symbios, ska produkter utvecklas utefter kärnprinciper för CE: avfall får inte förekomma och enbart förnyelsebar energi ska användas (EMF, 2013). En förklaring till de tre begreppen ger en klarare helhetsbild över CE.

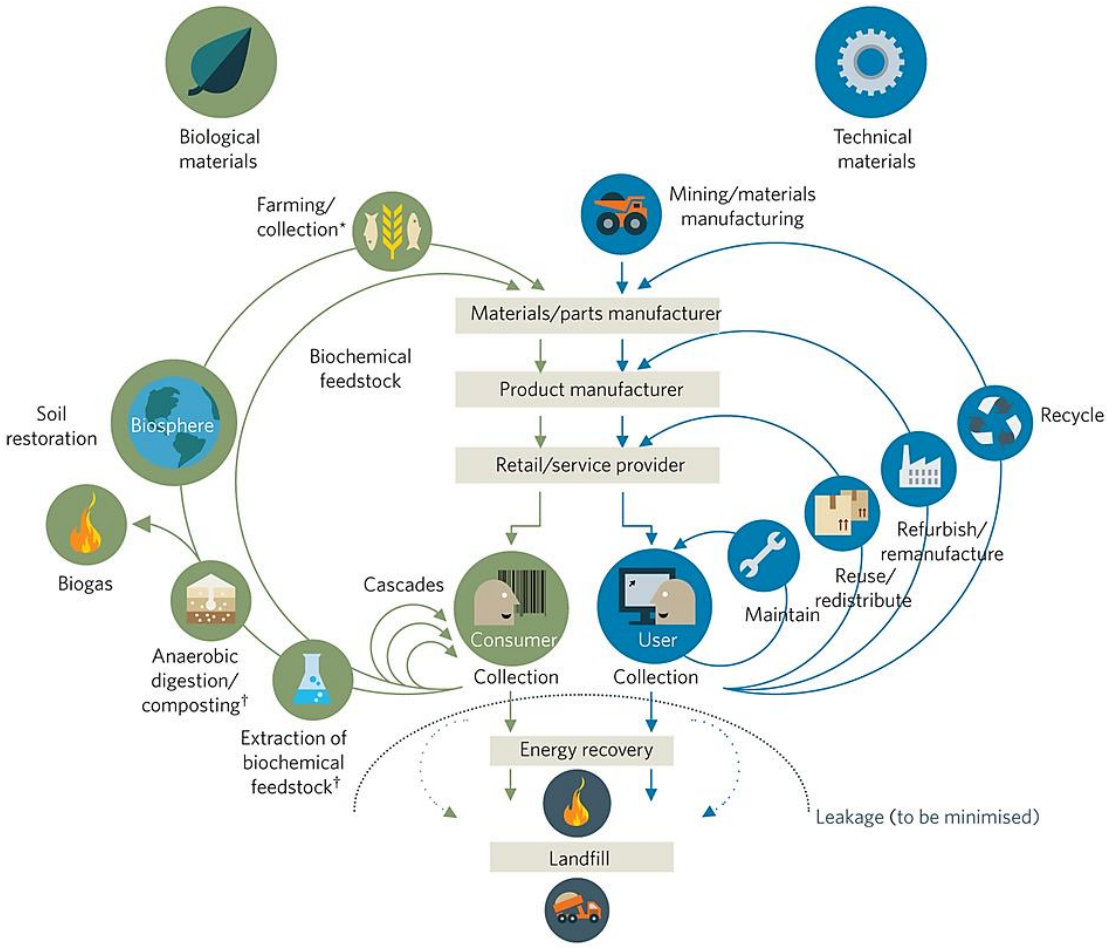
Biomimik: Ämnet innebär en studie av naturens sätt att lösa problem, för att sedan försöka imitera eller inspireras av hur processen går till för att sedan lösa människors problem. Med naturen som mentor ger biomimik ett nytt sätt att se på och värdera naturen, alltså vad som kan läras av naturen istället för vad som kan utvinnas från naturen (Benyus, 2002).

Cradle to Cradle: Principen handlar om att enbart utnyttja de resurser som naturen förser oss med. Resurserna förklaras i två kategorier; biologiska och tekniska. De biologiska materialen eller produkterna är formade för att återvända till den biologiska cykeln, det vill säga kunna brytas ned av naturen och bli näring för växter och djur. De tekniska materialen eller produkterna ska formas för att kunna återvända till den tekniska cykeln som högkvalitativa råmaterial för nya produkter istället för att deponeras. Detta ställer krav på att materialen inte innehåller några onaturliga ämnen så som gifter (onaturliga färgämnen, lim etc.) (Braungart & McDonough, 2009).

Industriell symbios: Ehrenfeld och Gertler (1997) förklarar att fundament till industriell symbios är att energi och bi-produkter från tillverkningen får ett nytt användningsområde. Bi-produkter används som ersättande råmaterial istället för att utvinna nytt råmaterial, likadant innebär det att företagen utnyttjar varandras överblivande energi. Vidare beskriver Ehrenfeld och Gertler (1997) att en industriell symbios kan utvecklas till ett komplext system mellan flera företag inom ett industriellt område, vilket kallas för industriellt ekosystem.

2.1.1 Material återanvänds genom två kretslopp

EMF har blivit en av de ledande organisationerna för att sprida kunskapen om cirkulära affärsmodeller. De använder sig av en modell som bygger på Cradle to Cradles principer med två kretslopp för material. Figur 1 visar hur produkter och material kan återgå till nya produkter utan att skapa något avfall enligt EMF (2013). Till vänster illustreras hur biologiska material kan återgå och till höger hur de tekniska materialen kan förbli resurser.



Figur 1: EMFs modell för cirkulär ekonomi.

Både CE och linjära modeller beskriver produkter från utvinning av råmaterial till ”end of use” (EOU). Skillnaden är att CE eftersträvar att inget avfall får uppkomma och därför skall de två sista stegen i den linjära modellen, energy recovery och landfill, undvikas (EMF, 2013). För att uppnå CE ska produkterna som tillverkas följa något av nedan förklarade kretslopp.

<u>Biologiska material</u>

Det biologiska kretsloppet innefattar produkter med biologiskt nedbrytbara material, vilket innebär att naturen ska kunna bryta ner dessa för att sedan använda som näring. När produkten inte uppfyller sitt syfte längre så finns tre omlopp för materialet att återcirkulera. Det mest optimala omloppet enligt modellen är genom kaskader vilket betyder att hela eller delar av produkten eller materialet får ett annat användningsområde. I det yttre omloppet i Figur 1 bearbetas materialet i bioraffinaderi för utvinna kemikalier eller biobränsle. Det består av flera steg och är därmed mest energikrävande inom det biologiska kretsloppet och minst optimalt.

För att det biologiska kretsloppet ska fungera hållbart ställer modellen vissa krav på material. Då produkten någon gång återkommer till naturen kräver det material som naturen helt kan bryta ner. Principen för detta kretslopp är att materialet ses som näring och ska bidra något till naturen. Material som oljebaserade plaster lämpar sig dock inte då naturen inte kan bryta ner dessa. Avfallet som blir näring för naturen blir i sin tur näring för framställning av nya organiska material och bildar därmed ett kretslopp.

Tekniska material

I detta kretslopp ingår produkter av syntetiska material eller material som bearbetats starkt av människor, till exempel gummi och metaller. Produktframtagningen börjar likt det biologiska kretsloppet med skillnaden att material framställs från jordskorpan eller återvunnet material. När produkten uppfyllt sitt syfte kan det återcirkulera genom fyra olika omlopp. För produkter med tekniska material byts ordet konsument ut mot användare, det vill säga att kunden inte äger produkten eller tjänsten utan är endast användare. Produkterna hyrs ut, delas eller lånas ut i den mån detta är möjligt. Om produkten säljs så ska den utvecklas för att återcirkulera i något av omloppen.

Förutsättningarna för att gå den mest optimala vägen är att materialen inte förlorar kvalitet efter användning och i bästa fall ökar. Fördelen är att material av denna typ inte försvinner i naturen som avfall då samtliga priser på råmaterial ständigt ökar. Andra förutsättningar för detta kretslopp är att produkter ska vara modulära för att underlätta reparationer, renovering och återtillverkning.

2.1.2 Hur kretsloppen kan skapa mervärde

Mindre omlopp betyder mindre arbete

Ju mindre omloppet är, desto mindre av produkten måste ändras för att den ska kunna användas igen. Det leder till sparande av energi, material samt pengar.

Fler cirkulationer spar mer material och pengar

Genom att maximera antalet gånger en produkt går igenom olika omlopp med hjälp av underhåll, återanvändning eller återtillverkas, sparas energi, material och pengar jämfört mot att en ny produkt skulle ha tillverkats.

Återanvända biologiska material i olika produkter spar energi och pengar

Om material eller komponenter från en produkt förlorar kvalitén från första cykeln, så kan det användas återigen i andra produkter, t.ex. bomull som isolering. Detta är ett sätt att få en produkt av biologiskt material att returnera och cirkulera längre vilket sparar mer energi.

Giftfria och rena material kan återcirkulera längre

Förutsättningar till aktiviteterna är att materialen i flödena inte innehåller några giftiga ämnen och förblir rena för återanvändning. Så länge materialen hålls rena kan de återcirkulera inom kretsloppen med samma egenskaper eller till och med bättre egenskaper än från början.

Dessa värdeskapande aktiviteter ger upphov till långsiktiga effekter som mindre behov av att utvinna nytt material från jordens resurser och ökad motståndskraft mot stigande priser på material. Andra effekter är att takten som deponin växer med trappas ner och förhoppningsvis bromsas upp helt. Avfall som förkommer ska vara minimal och även här vara näring för naturen som går att brytas ned.

2.1.3 Vilken produkt lämpar sig för vilket kretslopp?

Alla produkter har inte samma potential att återcirkulera och är därför lämpliga för olika kretslopp. Det var viktigt att identifiera vilka aspekter och verktyg produktutvecklare behöver ta hänsyn till för att täcka in olika produkter. Några exempel på vilka produkter som lämpar sig för de olika kretsloppen beskrivs enligt Benton, Hazell och Hill (2014) i Tabell 1.

Tabell 1: Sammanställning över olika typer av produkter samt lämpliga strategier.

Komplexa produkter - Kort livstid t.ex. • Elektronik • Skrivarpatroner Lämpade för: 1: Återanvända, upprusta, återtillverka 2: Återvinna material	Enkla produkter - Kort livstid t.ex. • Förpackningar Lämpade för: 1: Återanvändning 2: Återvinna material, kompostering
Komplexa produkter - Lång livstid t.ex. • Bilar • Tvättmaskiner • Kyl/frys Lämpade för: 1: Förläng livslängd, erbjud service-alternativ 2: Återanvänd, upprusta, återtillverka 3: Återvinna material	Enkla produkter - Lång livstid t.ex. • Textilier från rena fibrer • Möbler gjorda av endast en typ av material • Konstruktionsmaterial Lämpade för: 1: Förläng livslängd, erbjud service-alternativ 2: Återanvänd, Upprusta 3: Återvinna material

Gällande komplexa produkter som består av flera delar och material krävs det att produkterna är lätta att plocka isär för att separera de olika materialen. EMF (2013) nämner att designmetoden Design for Disassembly (DFD) är en förutsättning för att uppfylla CE. Det innebär att produkterna designas redan från början för att kunna vara enkla att demontera (beskrivning av metoden kan ses i avsnitt 4.2.1).
Enklare produkter kan vara svårare att veta var de hamnar efter de är förbrukade, vilket betyder att något slags system för att hantera dessa är fördelaktigt. Ett exempel är aluminiumburkar och plastflaskor som pantas och återvinns.

2.2 Skillnaden mellan traditionell och miljöanpassad produktutveckling

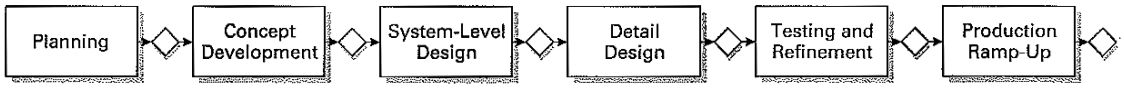
En studie gjordes på hur en traditionell PU-process utförs för att identifiera vad den täcker in, vilka begränsningar det finns samt hur den förhåller sig utifrån CE aspekter. Vidare studerades hur en miljöanpassad PU-process ställer sig enligt samma frågeställning.

2.2.1 Traditionell produktutveckling

Ulrich och Eppinger (2012) beskriver att den ekonomiska framgången hos många företag beror till stor del på deras förmåga att identifiera kundernas behov och snabbt kunna skapa produkter som möter dessa behov. Detta kan visa på att dagens PU-processer är utformade efter den linjära ekonomin. Få produkter idag utvecklas av en enda individ, oftast är det en samling individer med utbildningar inom olika områden, som tillsammans skapar ett projekt-team. PU är även en interdisciplinär aktivitet som kräver bidrag från alla avdelningar inom företaget. Utöver företagens egna aspekter finns också flera intressenter vid produktframtagning som företagen måste ta hänsyn till i form av de anställda, investerarna och samhället. Detta kan leda till att företag

fokuserar på att tillfredsställa dessa aspekter och behov och resulterar i mindre hänsyn till aktiviteter kopplade till miljön.

En PU-process är en serie steg eller aktiviteter för att samla information, designa, produktionsförbereda och marknadsföra en produkt. Företagens PU-processer skiljer sig mer eller mindre från varandra och även PU-processen inom samma företag kan skilja sig mellan olika PU-projekt. Fördelen med en väldefinierad PU-process är försäkringen av kvalitén på en produkt, vilket kan uppnås genom att detaljspecificera de olika faserna under ett projekt. Om dessa faser struktureras noggrant kommer följden vara ett sätt att försäkra kvalitén på produkten. En tydligt utvecklad process fungerar också som en masterplan, den definierar rollerna av alla deltagare i utvecklingsteamet. Den informerar om vilka avdelningar som medverkar, vad deras roller är, när deras kunskap kommer att behövas samt med vilka de behöver utbyta information. Planering möjliggör att tidsgränserna för faserna kan hållas samtidigt som det utgör grunden av hela utvecklingsprojektet. Enligt Ulrich och Eppinger (2012) består en PU-process av sex generella faser (se Figur 2).

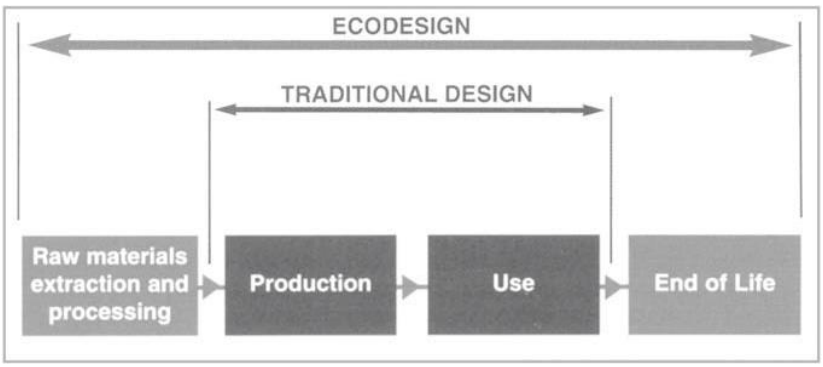


Figur 2: Ulrich och Eppingers modell för en PU-process.

Varje fas följs av en återkoppling som låter projektgruppen bekräfta om projektet ska fortsätta. I praktiken kan faserna överlappa varandra och upprepas beroende på om ny information och kunskap tillkommer. Utöver att utforma en effektiv PU-process måste framgångsrika företag organisera deras PU-personal för att implementera processen på ett effektivt sätt. Ulrich och Eppinger (2012) förklarar även vilka ansvarsområden varje avdelning har under varje fas. Detta användes som underlag vid implementeringen och för hur ansvaren skulle fördelas i en eventuellt ny PU-process. De urskiljande dragen är att marknadsavdelningen tar ansvar för att identifiera kundbehov, hitta målgrupp, studera konkurrenter, försäljningsmaterial etc. Utvecklingsavdelningen ansvarar för att nya tekniker tillämpas, produktarkitektur, detaljkonstruktion, välja material och testa att produkten fungerar som planerat. Produktionsavdelningen står för produktionsupplägg, uppskattning av tillverkningskostnader, identifiera behov av underleverantörer samt utbilda produktionspersonal.

2.2.2 Miljöanpassad produktutveckling

En typ av miljöanpassad PU förklaras enligt Norrblom, Jönbrink och Dahlström (2000) som Ekodesign där produkter skapas för maximal nytta med minimal miljöbelastning. Skillnaden mot traditionell PU är att miljöanpassad PU tar hänsyn till hela produktens livscykel (PLC), vilket illustreras i Figur 3 (Knight och Jenkins, 2008).



Figur 3: Illustration av vad Ekodesign täcker in enligt Knight och Jenkins (2008).

Norrblom et al (2000) beskriver fortsatt att ingen miljöanpassad PU-process finns att följa, istället struktureras miljö-relaterade aktiviteter för att skapa rutiner inom traditionell PU. Aktiviteterna ska anpassas efter företagets egna rutiner där lämpliga verktyg förs in på rätt ställen för att de ska bli användbara. På samma sätt som traditionell PU handlar Ekodesign om att skapa lönsamma produkter till bra pris och pekar därför på konkurrensfördelen med miljöanpassade produkter som fyller samma funktion. Sammanfattat handlar Ekodesign om att optimera funktionen, optimera livslängden, minska miljöpåverkan under användning, minska mängden material, välja rätt material och optimera återvinning. Utöver detta ska ett företag sträva efter optimera produktionen samt distributionen.

Arbete enligt Ekodesign kräver att strukturerade verktyg används samt information om hur material och produkter presterar när det gäller miljöpåverkan. För att tillämpa Ekodesign inom CE krävs det också att produktens livscykel kartläggs. Genom att använda sig av en livscykelanalys (LCA) går det att identifiera var under livscykeln det går att reducera eller eliminera den negativa miljöpåverkan, från materialutvinning till EOU (Rydh, Lindahl och Tingström, 2002). En fullständig LCA kan utföras och certifieras enligt standarden ISO 14040. Innan en fullständig LCA kan utföras är det viktigt att vara medveten om dess komplexitet. En fullständig LCA är ett omfattande arbete som kräver experthjälp (Norrblom et al, 2000). Ett förenklat LCA-verktyg kan istället användas av en produktutvecklare för att ta fram en grov uppskattning på vad produkter eller koncept har för inverkan på miljön. Vidare påpekar Brohammer (1998) att LCA-arbetet även kan underlättas genom att systematiseras och organiseras i olika kategorier. I en LCA ingår också de biprodukter som skapas vid tillverkning, kemikalier som används för behandling av material samt den transport och energi som krävs för att få en färdig produkt. För att täcka in alla aspekter så måste data från alla delar som påverkar produkten användas.

2.3 Från konsument till användare

För att produkter ska återgå i olika kretslopp krävs det att företag tar mer ansvar. Cirkulära affärsmodeller stimulerar återtagning av produkter samt hur de ska levereras till användaren. Innan nya affärssystem ska införas är det dock viktigt att först identifiera vad som ska säljas. En funktionsanalys handlar om att ta reda på vad för *funktion* en kund egentligen efterfrågar. Genom att specificera en *funktion* istället för en *produkt* kan kundens behov genom mer innovativa lösningar vilket samtidigt är bättre ur miljöperspektiv (Norrblom et al, 2000).

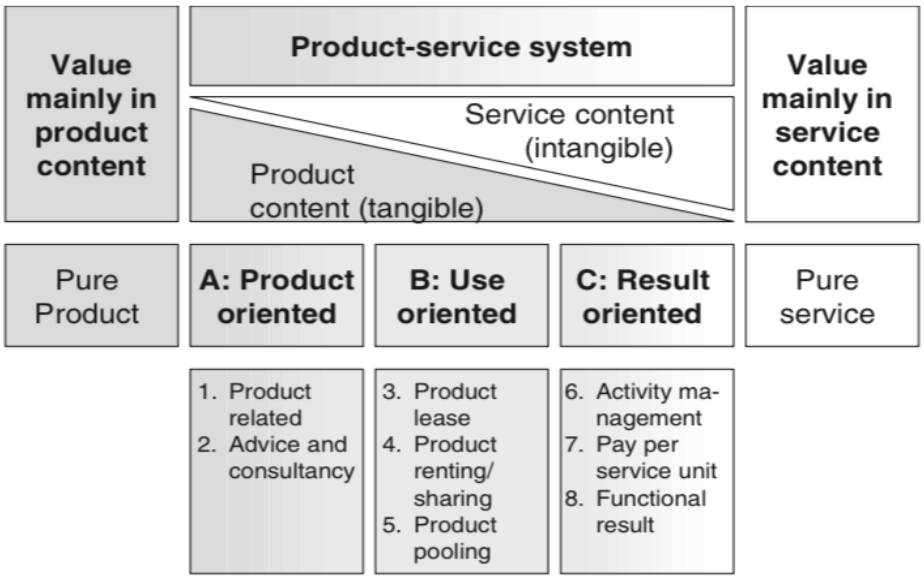
Exempel på värdeskapande frågor i en funktionsanalys enligt Norrblom et al (2000):

- Vad är produktens huvudfunktion?
- Vilka övriga funktioner efterfrågas av kund?
- Hur väl fyller den befintliga produkten dessa funktioner?
- Finns det något annat sätt att lösa funktionen på?
- Går det att tillföra fler funktioner för att bättre tillfredsställa kundens behov?
- Kommer kundens behov ändras i framtiden?
- Hur kan man förbereda produktförändringar för framtida behov?

I samband med en funktionsanalys är det även viktigt att fundera över vilket sätt funktionen kommer levereras. En fysisk produkt är kanske inte alltid den bästa lösningen, vilket betyder att ägandeformerna av funktionen borde analyseras. Genom att inrikta sig mot en mer service-orienterad verksamhet ges möjligheten till en närmare kundrelation. Samtidigt som kunden får starkare relation till företaget, får

företaget möjlighet att närmare följa kundens behov, vilket kan leda till snabbare och mer innovativ utveckling (Tukker, 2004).

Tukker (2004) beskriver hur olika produkt-service-system (PSS) kan stärka konkurrenskraften samtidigt som det gynnar den hållbara utvecklingen. Ett PSS är ett funktionsbaserat affärssystem, vilket ofta ses som ett värdefullt medel för att spara pengar via minimering av livscykelkostnader och samtidigt sänka resursförbrukningen. Enligt Tukker (2004) finns det åtminstone åtta olika PSS att sälja funktioner på, från ren produkt till ren service/tjänst. De åtta olika PSS illustreras i Figur 4.



Figur 4: Överblick produkt-service system enligt Tukker (2004).

A: Produktorienterad affärmodell som är främst riktad mot produktförsäljning, med viss extra service inkluderad.

1. **Produktrelaterad**
   Leverantören säljer produkten men erbjuder också extra tjänster såsom underhållskontrakt, tillförsel av förbrukningsvaror eller finansiering av produkten, men också ett tillbakatagande när produkten är färdiganvänd.
2. **Råd och konsulterande**
   Tillsammans med en såld produkt ger leverantören råd om hur produkten används på effektivast sätt. Detta innebär konsultation av till exempel optimering av logistik där produkten används som en del av produktionen.

B: Användarorienterade produkter som har en central roll, men ägandet stannar hos leverantören.

3. **Produkt-leasing**
   Ägandet stannar hos leverantören medan kunder har full tillgång till produkten. Leverantören har ansvar för underhåll och reparation och kunden betalar en regelbunden avgift under användandet.
4. **Hyra produkt**
   Ägandet stannar hos leverantören som ansvarar för underhåll, reparation och kontroll. Användaren betalar för tillgång till produkten men har inte egen full tillgång till produkten utan används av olika användare.
5. **Produkt-pooling**
   Produkten hyrs och delas av flera användare samtidigt.

C: Resultatorienterad affärsmodeller där leverantören och beställaren kommer överens om ett resultat, men ingen specifik produkt avses att lösa problemet/funktionen.

6. **Verksamhetsbaserad**
   En del av ett företags verksamhet hyrs ut till någon utomstående t.ex. städtjänst eller catering.
7. **Betalning per användning**
   En produkt används som bas, men användaren betalar inte för produkten utan vad produkten utför. Exempel på detta är skrivartjänster, där betalning per utskrift sker. Leverantören står för det som behövs för en fungerande tjänst såsom skrivarpatroner, papper och underhåll.
8. **Funktionella resultat**
   Leverantören kommer överens med kunden om ett specifikt resultat. Leverantören är helt fri över hur resultatet ska levereras. Exempel på detta är företag som ska leverera ett visst klimat på ett kontor, istället för att sälja kylsystem etc.

Gällande affärsmodeller baserade på PSS så är det upp till företagen att ansvara för produkten när den uppfyllt sitt syfte. Detta ger företaget inte bara ett sätt att stärka kundrelationer, utan också möjligheten att återanvända sina produkter, delar och material. För eget intresse och enklare återanvändning så bör företagen vara varsammare i valet av material och behandling vid tillverkning.

2.4 Ansvarstagande – en förutsättning för Cirkulär Ekonomi

Studier gjordes på vilka lagar som finns på nationell nivå som täcker miljöaspekterna idag. I Sverige finns en samling lagar kallat "Miljöbalken", dessa lagar är stiftade inrikes men också utifrån EU-direktiv (Naturvårdsverket, 2015). Några av dessa lagar härstammar även direkt från EU-förordningar och är bestämda på EU-nivå, vilket alla medlemsländer måste tillämpa. Cirkulär ekonomi bygger dock inte på lagar och det finns inga krav för företagen att gå mot ett cirkulärt företagande. Att införa en ny affärsmodell baserat på en teori som skiljer sig från den linjära kräver ett intresse och ett ansvarstagande. Enligt Benton, Hazell och Hill (2014) anses Corporate Social Responsibility (CSR) som en naturlig del av CE för att identifiera det etiska ansvaret och hur verksamheten påverkar sin omgivning. För att få en insikt i varför företag arbetar med HU och aspekterna kring CSR gjordes en studie om socialt ansvarstagande inom företagande.

Företag är öppna system som påverkar och påverkas av organisationer och aktörer i deras omgivning, dessa kallas intressenter (Grafström, Göthberg och Windell, 2008). En intressent kan vara en person eller en organisation som på något sätt har berörts, berörs eller kommer beröras av ett företags verksamhet. Genom att identifiera intressenterna ökar förståelsen för vilka relationer som ett företag måste hantera och hur de ska möta intressenternas krav. Företagens roll och ansvar i samhället förändras i relation till de krav som deras intressenter ställer. Europeiska kommissionens (2002) definition av företagens sociala ansvar används ofta som utgångspunkt och beskrivs på följande sätt:

"*ett begrepp som innebär att företagen på frivillig grund integrerar sociala och miljömässiga hänsyn i sin verksamhet och i sin samverkan med intressenterna*"

Europeiska kommissionen (2002) beskriver också att det sociala ansvaret som ett frivilligt engagemang för att skapa ett bättre samhälle och en renare miljö. Detta innebär att företag, genom att ta sociala ansvar, bidrar till att höja standarden för social utveckling, miljöskydd och respekt för mänskliga rättigheter. En internationell standard,

ISO 26 000, för socialt ansvarstagande har tagits fram i form av sju grundläggande principer för att bidra till en hållbar framtid (Swedish Standard Institute, 2015). Standarden innefattar enbart riktlinjer och därför erhålls ingen certifiering.

Företag väljer enligt Grafström et al (2008) att arbeta med riktlinjerna för CSR på olika sätt, vilket ofta går hand i hand med hur ledningen tolkar företagets roll i samhället. Det finns dock stora likheter i hur företag argumenterar och motiverar varför de arbetar med socialt ansvarstagande, de lyfter först och främst fram kopplingen mellan socialt ansvar och lönsamhet. Vidare hävdar de att integrera miljömässig och sociala hänsyn i sin verksamhet för att nå långsiktig lönsamhet är av stor vikt. De företag som har valt att arbeta med CSR har sett möjligheterna som ett sätt att erhålla konkurrensfördelar genom att exempelvis behålla gamla kunder och attrahera nya, värva den mest kompetenta personalen, stärka varumärket etc.

3 Empiriinsamling från kund och omvärlden

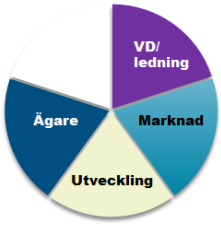
En empiriinsamling gjordes av IDCs PU-process och delägare för få en förståelse över deras arbete.

3.1 IDCs produktutvecklingsprocess

IDC använder sig av en egenutvecklad PU-process för att stödja sina delägare. Den är baserad på Ulrich och Eppingers (2012) principer av en PU-process och har genom åren utvecklats med erfarenhet. För att tillämpa CE i IDCs arbete med delägarna studerades deras PU-process. Syftet var att ta reda på hur den används, vad den täcker in, vad som är bra och potentiella förbättringsområden. Med hjälp av två anställda från IDC förklarades deras PU-process för att förstå deras arbete och hur processen tillämpats på företagen.

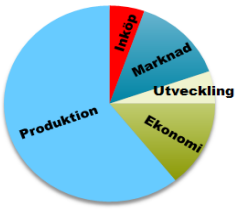
IDCs PU-process består av fem faser som beskrivs i Tabell 2. För varje fas illustreras den nödvändiga insatsen från olika avdelningar i ett diagram. Eftersom IDC har flera delägare anpassas processen utefter varje enskilt företags behov vilket betyder att alla punkter inte tillämpas på alla företag.

Tabell 2: IDCs PU-process med fasindelning respektive aktiviteter.

Fas	***Aktiviteter***
Uppstart Syfte: Klargöra grundförutsättningar för projektet.  	• Forma produktidé • Vad är kundnyttan • Klargöra marknadspotential • När sker marknadsintroduktion • Resurser/kompetenser utöver befintliga • Vem finansierar projektet ○ Uppskattning av kostnad

Förstudie
Syfte: Ta fram beslutsunderlag för projektet.
 	
	• Forma Projektdirektiv
	  ○ Resultatet ifrån uppstartsfasen (syfte, mål, ekonomi, leveranstider, projektgrupp)
	• Produktbeskrivning
	  ○ Teknisk
	  ○ Funktionsmässig
	  ○ Målpris komplett (Kostnad + Vinst = Pris)
	• Industrialisering (konsekvensanalys)
	  ○ Utrustning
	  ○ Upplägg
	  ○ Layout
	• Konkurrentanalys/omvärldsbevakning
	• Marknadsanalys/volymscenario
	• Riskhantering
	  ○ Intern riskhantering
	  ○ Extern riskbedömning
	• Preliminär masterplan
	• Projektkalkyl
	• Kostnads/intäktsanalys (business case)
	• Vem finansierar projektet
	• Bemanningsplan utveckling/produktion

Utveckling
Syfte: Detaljspecificera produkten.
 	
	• Forma tvärfunktionell projektgrupp
	• Information internt i företaget om projekt
	• Fastställ masterplanen
	• Framtagning av produktkoncept
	• Kravsättning
	• Konstruktion/design
	• Produkt FMEA
	• Konstruktionsanpassning för produktion (DFA & DFM)
	• Prototypframtagning för utvärdering egen produktion
	• Prototypframtagning för provning och utvärdering
	• Provning och utvärdering (repetera från punkt 6-11 vid behov)
	• Leverantörsnätverk för köpt material
	• Marknadsföringsaktiviteter
	• Detaljspecificera produktionsupplägg
	  ○ Utrustning
	  ○ Operation
	  ○ Layout
	• Produktkalkyl
	• Initiera marknadsintroduktion

Industrialisering Syfte: Förbereda produktionsstart. 	• Beställ nödvändig utrustning, fixturer, verktyg etc. • Planera tillverkning av provserier för intern avlusning • Kvalitetssäkring av underleverantörer för ingående material • Utbildningsplan för produktion och underhållspersonal • Genomför fullfartsprov/utfallsprov samt dokumentera resultat • Gör en slutrevision inför produktionsstart med fokus på säkerhet • Upprätta listor på reståtgärder för produkt och process • Etablera förbättringsgrupper • Beslut om produktionsstart • Överlämning
Ramp up Syfte: Starta produktion till kund.  	• Starta produktion (SOP) till kund • Planera volym- och kapacitetssteg • Bemanningsplan • Verkställ marknadsintroduktion • Säkra kvalitetsåterföring ifrån kund • Efterkalkyl • Projektavslut

IDCs PU-process har jämfört med Ulrich och Eppingers modell (Figur 2) mindre fokus på just aktiviteter relaterade till själva produkten och användaren, och mer fokus på produktion. IDCs PU-process har inte en tydlig beskrivning om vilka ansvarsområden som tillhör vilken avdelning i företaget. Vidare finns inga riktlinjer eller aktiviteter för att uppmuntra eller tillämpa en hållbar produktutveckling. Även om PU-processen inte hade kronologisk ordning under varje fas, hade den i sin helhet en klar struktur likt Ulrich och Eppingers modell som kunde vara värd att behålla. Om deras PU-process skulle användas som grund, skulle en utmaning bli att implementera CE utan att ändra deras utarbetade struktur.

IDCs anställda uttryckte att de vanligaste problemen för delägarna var kommunikationen mellan avdelningarna och att emballage ofta missas i beräkningar.

3.2 Hur delägarnas verksamheter påverkas av Cirkulär Ekonomi

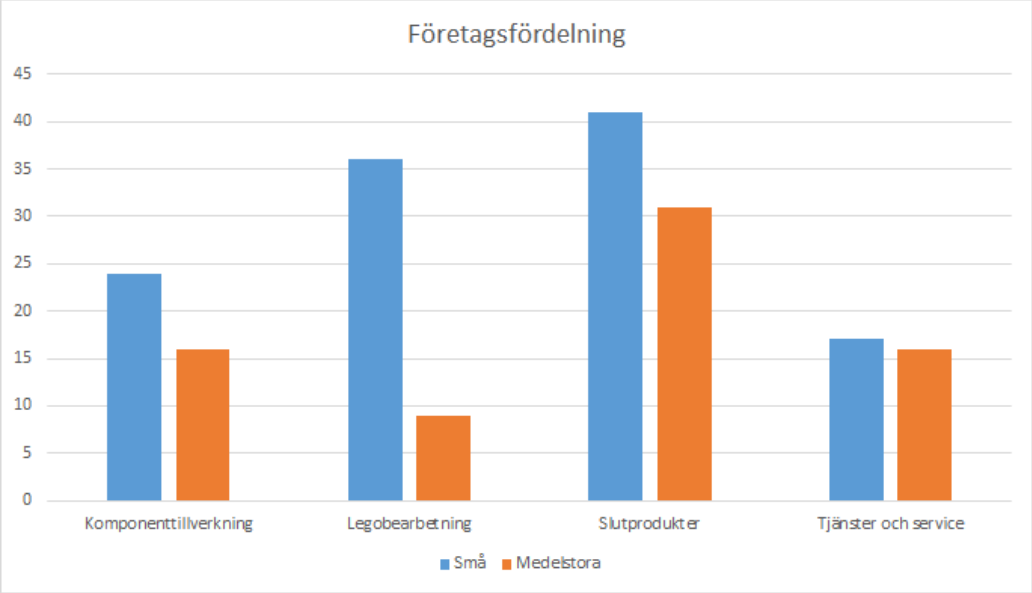
För att skapa en uppfattning om fördelningen mellan små- och medelstora företag och deras verksamheter, studerades data tidigare insamlad av IDC. Studien visade hur delägarnas verksamheter kunde relateras till CE.

Uppdraget var att anpassa PU-processen efter små- och medelstora företag. Små företag definieras enligt EU (2003) som företag med mindre än 50 anställda samt specifik årsomsättning och balansomslutning. Medelstora företag definieras som företag med mindre än 250 anställda samt högre gräns för årsomsättning och balansomslutning (EU, 2003). Av IDCs över 140 delägare utgjorde 70 små och 40 medelstora företag. Delägarna är indelade i fyra kategorier efter företagens verksamheter som kan ses i Tabell 3. EMFs modell visar att produkter och material hamnar på olika ställen i livscykeln och därmed till olika verksamheter. De fyra kategorierna relaterades därför till respektive kretslopp (Tabell 3) för att visa hur delägarnas produkter och material återgår till deras verksamheter enligt CE.

Tabell 3: Verksamheternas relation till CE.

IDCs kategorisering	**Förklaring**	**Relation till CE**
Komponenttillverkning	Tillverkning av komponenter som används i andra produkter.	Återvinning
Legobearbetning	Bearbetning av delar som används i andra produkter på beställning.	Återvinning
Slutprodukter	Tillverkning av produkter som säljs till kund eller återförsäljare.	Återanvändning och Återtillverkning
Tjänster och service	Konsultuppdrag, utbildning etc.	Reparation

De flesta delägare arbetar med slutprodukter och därmed alla led inom PU. Studien visade även att små företag (10-49 anställda), utgjorde majoriteten av slutanvändarna. Dessa företag har mindre resurser än medelstora företag, vilket måste tas hänsyn till vid framtagning av en ny PU-process. I Figur 5 illustreras antalet små respektive medelstora företag som arbetar med respektive verksamhet.



Figur 5: IDCs delägare: Antal företag inom respektive verksamhet.

3.3 Omvärldsbevakning

Målet med en omvärldsbevakning är att kontrollera om det redan finns en lösning på projektets huvudproblem (Cross, 2008). Omvärldsbevakning innebär också att utforska och studera möjliga lösningar eller alternativ som praktiserats eller utvecklats av konkurrenter inom samma eller liknande område. Syftet var att ta reda på om det redan fanns PU-processer anpassade för CE, för att sedan analysera vad dessa lösningar eller alternativ har för fördelar respektive nackdelar och om dessa går att utnyttja vid framtagning av ett resultat.

3.3.1 Enskilda företag som praktiserar Cirkulär Ekonomi

Det finns flera exempel på företag som har lyckats skapa produkter och koncept enligt CE. Exempel på dessa är mattföretaget Desso som skapat produkter enligt Cradle to Cradle (Desso Business carpets, 2015), klädföretaget Filippa K med material till för att repareras, återanvändas eller återvinnas och uthyrning av kläder (Filippa K, 2015) samt förpackningsföretaget Ecovative som tillverkar förpackningar av högkvalitativa biomaterial (Ecovative, 2015).
Under studien hittades dock aldrig hur företag gått tillväga eller någon PU-process som var anpassad för CE, samtidigt som Knight och Jenkins (2008) nämner att det inte finns någon generell PU-process anpassad för miljöanpassad PU.

3.3.2 Industriell ekologi - ett koncept för industriell avfallsminskning

En industri kan minska på sitt avfall genom ett koncept kallat industriell ekologi. Kalundborg är en stad i Danmark, känd för sitt industriella område som är ett praktiskt exempel på hur industriell ekologi har implementerats. De största företagen i området är ett oljeraffinaderi, koleldat kraftverk och ett läkemedelsföretag. Ehrenfeld och Gertler (1997) beskriver utförligt hur dessa företag utnyttjar varandras bi-produkter som till exempel ånga, värme, gas och svavel. Studierna i artikeln visar att industriområdet gjort stora besparingar på bland annat färskvatten och kemikalier samt minskad förbränning av kol och även minskat avfall.

Industriell ekologi är ett koncept där miljösystem vävs samman med ekonomiska system vilket möjliggörs via ekonomisk lönsamhet. Målen med konceptet är enligt Ehrenfeld och Gertler (1997):

- Slutna materialkretslopp
- Eliminera gifter, förhindra utsläpp
- Dematerialisering
- Energieffektivitet

Nyckelprincipen för industriell ekologi är slutna kretslopp för material och energi. Ett relaterat exempel är industriell symbios som innebär att koppla företag med varandra för att öka effektiviteten (Ehrenfeld och Gertler, 1997). För att mäta effektiviteten utförs mätningar på material- och energiåtgång på hela industriområdet. Mätningar på ett enskilt företag kan visa på ineffektivitet, dock kan mätningar på ett industriområde visa på stor effektivitet. Ett industriområde med industriell symbios kan prestera utan utsläpp av gifter (Ehrenfeld och Gertler, 1997) och ändå utnyttja fossila bränslen och kol som energikälla. Detta står i kontrast mot CE vilket har principen att energin ska komma från förnyelsebara källor. Artikeln beskriver också andra industriområden med industriell symbios och påstår att det till viss grad är en nödvändighet med fossila energikällor för en industriell symbios.
Slutsatsen är att dagens koncept egentligen inte är långsiktigt hållbart då de fossila resurserna är ändliga. Det finns en potential att vidareutveckla industriell symbios för att exkludera fossila resurser och implementera förnyelsebara resurser. Ett sådant projekt kan kräva mer tid och resurser än vad som ges för detta projekt.

4 Utforskning av ramverk för produktutveckling enligt Cirkulär Ekonomi

Efter en grundlig litteraturstudie och empiriinsamling från kunden (IDC) fanns intresse att i tidigt stadie utforska olika möjligheter och begränsningar med att koppla samman CE med IDCs PU-process. Strategin var att arbeta divergent med hjälp av designmetoder utan vetskap om företags praktiska arbete. I och med att detta skedde i ett tidigt stadie var alltså risken för begränsningar mindre, vilket gav möjlighet till helt andra infallsvinklar än vad som skulle ges senare i projektet. Målet var att få tidiga koncept över hur CE kunde tillämpas på IDCs PU-process, dock blev utfallet istället en insikt i vad som fattades för det fortsatta arbetet.

Eftersom strategin var att arbeta divergent användes Brainwriting i enlighet med Österlin (2010) för att generera idéer. Problembeskrivningen för idégenereringen var hur modellen som EMF (2013) hade tagit fram och modellen för IDCs PU-process skulle passa ihop. Idégenereringen resulterade i ett flertal koncept, där två av dessa visade sig vara värdefulla att använda. Ett av dessa koncept blev komplext och delades upp i flera delar för att lättare behandla informationen.

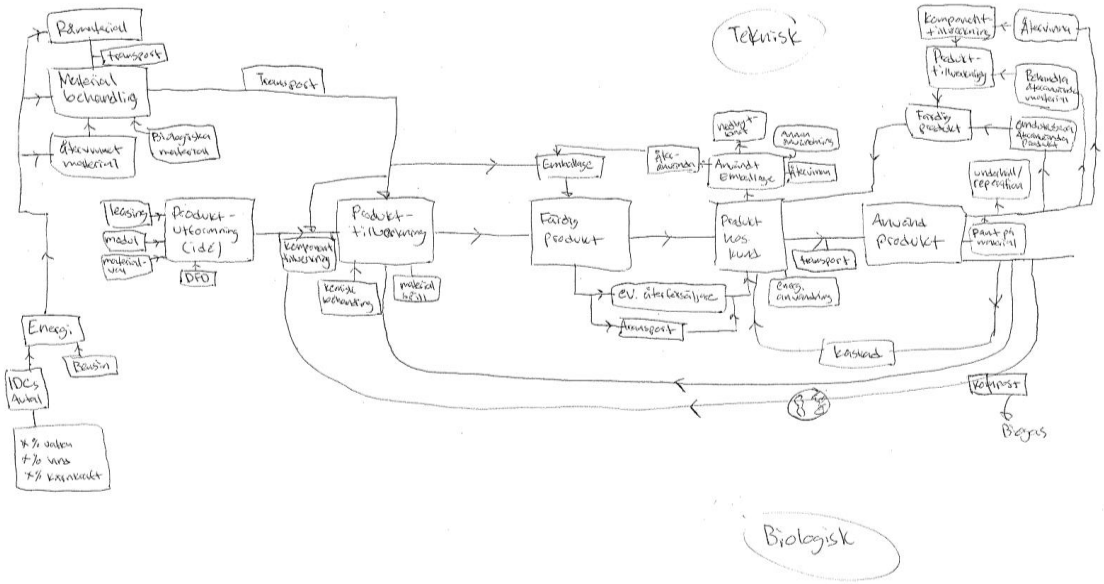
4.1 Tillämpning av Biomimik på IDCs produktutvecklingsprocess

I och med att CE innebär eftersträvan av kretslopp där inget mer förbrukas än naturliga resurser, tillämpades Biomimik på IDCs PU-process. Under varje fas av PU-processen föreställdes hur naturen hade hanterat de problem som framkommer, för att sedan se möjligheterna att efterlikna naturen under hela PU-processen. För att skapa en produkt använder sig naturen bara av resurser som finns tillgängligt lokalt, djur och växter lever i symbios och vid livslutet används resurserna för att skapa nytt liv etc. Detta var ett tydligt sätt att identifiera i vilka faser den befintliga PU-processen hade störst brister och var till hjälp för att förstå vad som IDCs PU-process inte täckte produkters livscykler.

Tillämpningen visade tydligt på att naturen bara använder sig av de resurser som finns att tillgå lokalt i naturen. Genom att inte tillsätta eller behandla produkter med onaturliga ämnen så kan dessa ge möjlighet till nytt liv, nya produkter samtidigt som de kan bidra med näring till naturen vid EOU. För att använda sig av kunskapen i en PU-process så behöver utöver materialbehandlingens betydelse, en stor hänsyn tas till varifrån material utvinns, vad för material som används och hur spill kan användas för att tillgodose någon annans behov för att skapa en industriell symbios.

4.2 Processkarta över en generell produkt i Cirkulär Ekonomi

I försöket att integrera CE med IDCs PU-process identifierades ett behov av en gemensam nämnare för de båda. Eftersom CE innefattar hur produkter kan stanna längre i en livscykel samt hur material kan återgå till nya produkter fanns sambandet med en PU-process genom en produkts generella livscykel. För att kunna tillgodose kraven för CE skissades därför en processkarta över en produkts generella livscykel i en CE, från produktidé till EOU (se Figur 6). Processkartan integrerades först med principerna för CE enligt EMFs modell med en viss modifikation, där den utgick från ett PU perspektiv istället för materialens flöden. Det första utkastet av processkartan hade även transporter och energi i åtanke till skillnad från EMFs modell, men inte fullt utvecklat.



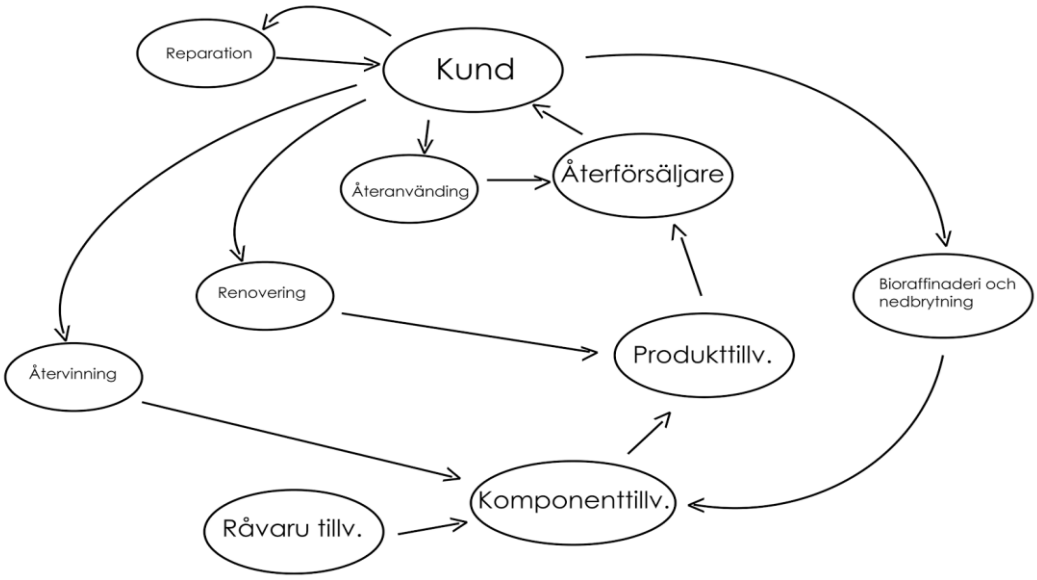
Figur 6: Första utkast av integreringen av mellan generell PU-process och CE.

Genom att utgå från en generell PU-process fanns möjligheten att senare koppla samman processkartan med IDCs PU-process. Eftersom all information tillsammans blev komplext krävdes en uppdelning för att få informationen mer hanterbar.

4.3 Flödesscheman för intressenter, material, transport och energi

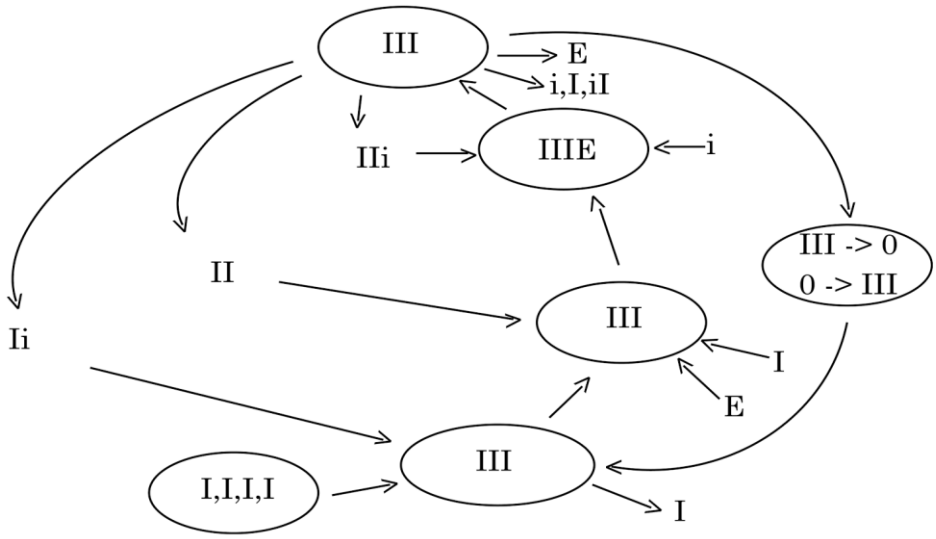
Även om EMFs modell ger en överskådlig bild av materialflöden så tar den inte hänsyn till energi- och materialbalansen eller transporter. Det tidigare försöket att kartlägga alla flöden tillsammans resulterade i en alldeles för komplex bild, därav ritades dessa separat för att förenkla och utforska om det kunde bidra med nödvändig information till projektet. Den separata kartläggningen gav också möjligheten att mer detaljerat specificera var miljöpåverkan sker samt mängden resurser som krävs för produkten i dess livscykel. Fyra aspekter var av intresse att ta i åtanke: Material, kemikalier, transport och energi.

Till en början skapades en förenklad illustration av EMFs modell (Figur 7) med endast intressenter och hur produkter flödar mellan dessa.



Figur 7. Förenklad bild av EMFs modell

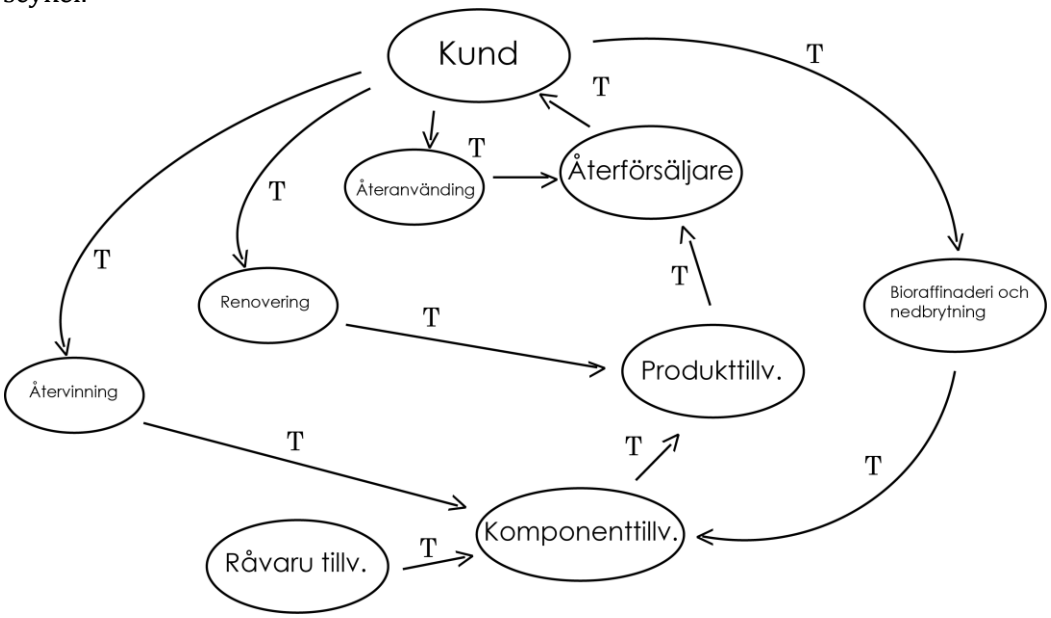
Materialflödesmodellen, se Figur 8, bygger vidare på samma struktur men visar var materialspill uppstår och nytt material tillkommer. Symbolen ”I” illustrerar material, ”i” en mindre mängd material. En hel produkt illustreras med tre stycken ”I” och emballage illustreras med ett ”E”. T.ex. i cirkeln motsvarande komponenttillverkning krävs det fyra ingående ”I” för att det ska bli tre ”I” eftersom materialspill förekommer. I cirkeln motsvarande kund går det att utläsa att emballage slängs samt att material kan försvinna i olika mängder beroende på produkt.



Figur 8: Materialflöde.

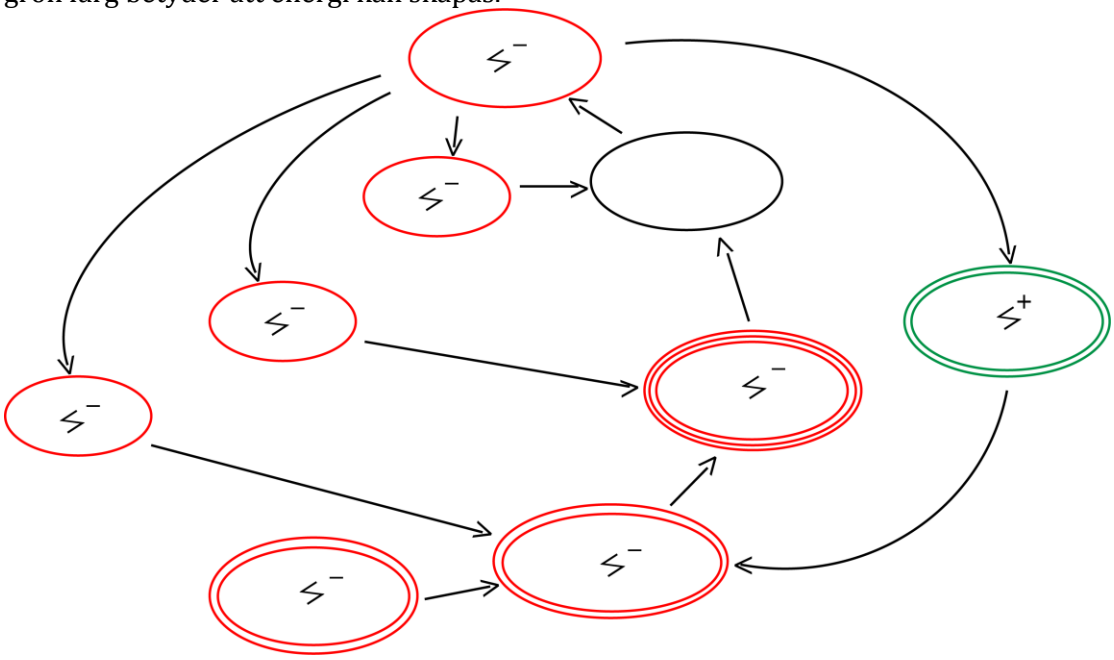
Transport förekommer inte tydligt i någon tidigare modell inom litteraturstudien, dock är det en viktig del ur miljösynpunkt. För att minska miljöpåverkan under transporterna måste det först identifieras var de förekommer för att sedan kunna optimera dessa. En

modell (se Figur 9) skapades över hur transporter kan förekomma under en produkts livscykel.



Figur 9: Illustrerar var transporter krävs.

I EMFs teorier beskrivs det att en av nackdelarna med linjär ekonomi är förbränning av avfall samt att det inte används förnyelsebar energi. Det modellen inte visar är var eller hur mycket som energi förbrukas vilket Figur 10 försöker illustrera. Ju fler ringar desto mer energi krävs under fasen där "-" och röd färg betyder att energi går åt samt "+" och grön färg betyder att energi kan skapas.



Figur 10: Uppskattad energiåtgång.

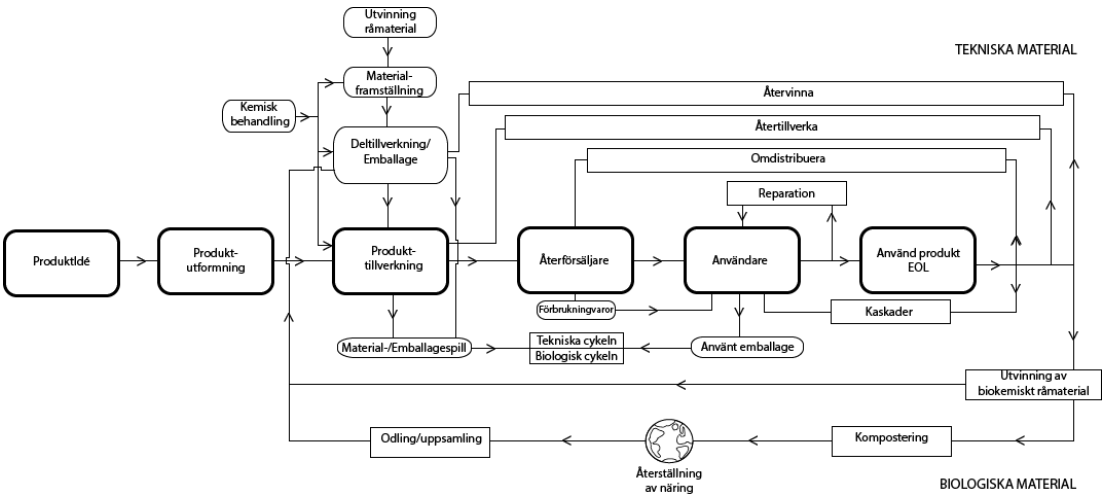
Fördelen med att analysera de olika flödena enskilt var att det fanns mer informationen att utläsa än för en modell likt EMFs (Figur 1). Det visade sig alltså vara viktigt att anpassa produkter utefter tillverkning, transportval och behandling för att minska miljöpåverkan under varje fas. Genom detta helhetsperspektiv underlättas även PU enligt CE. Dessa slutsatser användes för att tillämpa CE och eventuell en LCA metod i PU-processen.

4.4 Vidareutveckling av processkarta

För att fortsätta arbetet med att koppla IDCs PU-process till CE, så vidareutvecklades processkartan i syfte att förenkla och konkretisera den. När processkartan var färdig kunde den sedan jämföras med IDCs PU-process för att finna eventuella brister.

4.4.1 En generell produkts livscykel i en Cirkulär Ekonomi

Vidareutvecklingen gjordes med hjälp av grunderna från en mindmap, med syftet att analysera information och förstå samband i en process (Curedale, 2013). Målet var att identifiera hur materialen flödar, hur de påverkas genom hela livscykeln och hur de kan återgå till nya resurser. Resultatet av processkartan illustreras i Figur 12.

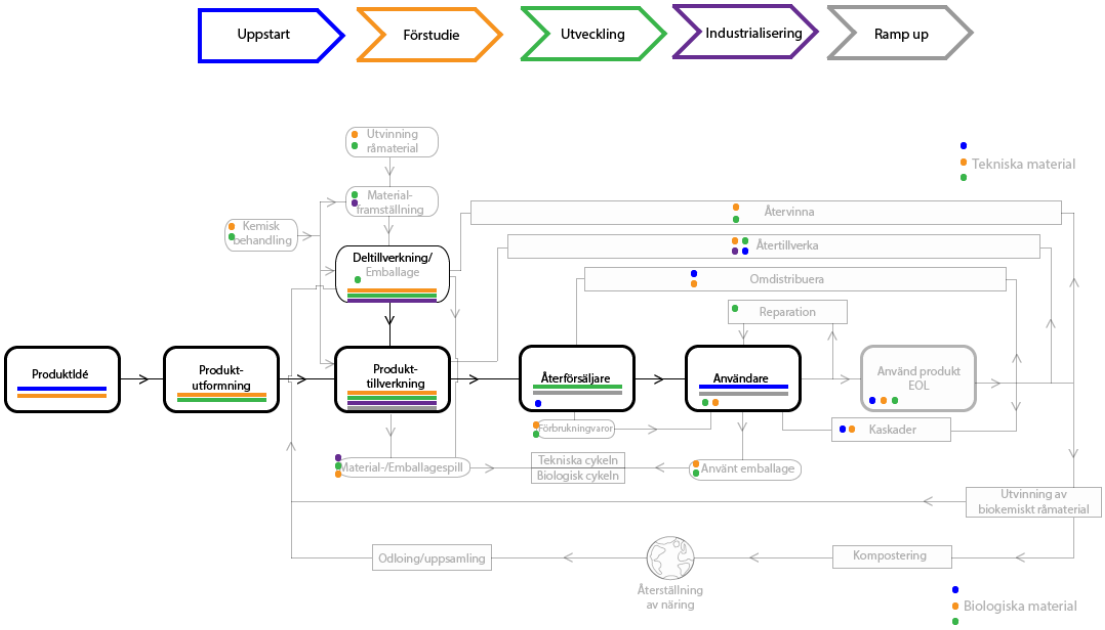


Figur 12: Processkartan.

De markerade rutorna visar hur en produkt utvecklas, säljs och används. De tunnare rundade rutorna visar material och ämnen som används för att skapa produkten och de fyrkantiga rutorna visar hur materialen kan återgå till olika stadier i modellen. Med hjälp av dessa steg kan en generell produkt stanna kvar i kretsloppen enligt CE.
Det som inte visas är att det kan krävas material under användning och för att reparera, upprusta, återtillverka eller återvinna delarna. Resultatet blev en processkarta över en generell produktlivscykel i en cirkulär ekonomi, med en lättöverskådlig bild över olika aspekter som påverkar produkten och materialen.

4.4.2 IDCs produktutvecklingsprocess jämfört med processkartan

För att analysera hur processkartan (Figur 12) skilde sig mot IDCs PU-process gjordes ett Affinity-diagram, vilket ses i Tabell 4. Affinity-diagram är ett sätt att hantera stora mängder data och hitta eventuella dolda samband (Curedale, 2013). Figur 13 illustrerar processkartan jämfört med IDCs PU-process. De gråmarkerade områdena är det som inte innefattades av IDCs befintliga PU-process. De färgade linjerna representerar i vilken fas av IDCs PU-process de olika stegen behandlas, där färgen indikerar respektive fas i IDCs process. De färgade prickarna indikerar i vilken fas av IDCs process de uteslutna stegen bör behandlas.



Figur 13: Processkartan med färgkodning för att sammankoppla IDCs PU-process.

Exempelvis går det att utläsa att kemisk behandling inte tas upp av IDCs process men bör behandlas under faserna förstudie och utveckling. Färgkodningen visar även att IDCs PU-process var av linjär karaktär då den inte tog någon hänsyn till material innan produkter skapas eller vad som händer efter att produkter är sålda. Det observerades även att varje fas i processen överlappar varandra vilket indikerar att besluten kommer påverka resterande steg.

Nästa steg för Affinity-diagrammet var att sammanställa färgkodningen för att lättare observera informationen. De enskilda färgerna representerar respektive fas i IDCs process, samtliga färgade linjer och punkter grupperades därefter. Tabell 4 visar resultatet av denna sammanställning, linjerna i processkartan står under kolumnen "Redan koll" i tabellen. Prickarna från processkartan står under kolumnen "Bör kolla".

Tabell 4: Sammanställning av färgkodningen från Figur 13.

	Uppstart		Förstudie		Utveckling		Industrialisering		Ramp-up	
	Redan koll	Bör kolla	Redan koll	Bör kolla	Redan koll	Bör kolla	Redan koll	Bör kolla	Redan koll	Bör kolla
Produktide	X		X		X					
Produktutformning			X		X					
Produkttillverkning			X		X		X		X	
Underleverantör (Komponent/Emballage*)			X		X	O*	X			
Återförsäljare		O			X				X	
Användare	X			O		O			X	
Använd produkt EOL		O		O		O				
Utvinning råmaterial				O		O				
Materialframställning						O		O		
Kemisk behandling				O		O				
Material-/Emballagespill				O		O		O		
Använt emballage				O		O				
Tekniska material		O		O		O				
Reparation						O				
Återanvändning/Omdistrubering		O		O						
Återtillverkning		O		O		O		O		
Återvinning				O		O				
Biologiska material		O		O		O				
Kaskader		O		O						

Affinity-diagrammet identifierade vilka delar inom CE som fattades i IDCs PU-process och var de bör tas upp. Tabell 4 visar även att majoriteten av aktiviteterna för att uppfylla CE sker i förstudien och utvecklingen. Denna tabell var dock en tidig uppskattning av de olika aktiviteterna och pekade inte heller på vilken avdelning i företaget som skulle ansvara för de olika aktiviteterna.

5 Empiriinsamling från slutanvändare

För att göra arbetet verklighetsförankrat intervjuades tre av IDCs delägare angående hur de arbetar, kommunicerar internt och ställer sig till förändring. En fjärde delägare valdes också för intervju eftersom de precis skapat ett koncept enligt CE i förhoppning av att dra lärdom av deras arbete, vilket beskrivs separat.

Höst, Regnell och Runesson (2006) förklarar att vid en kvalitativ studie ska inte urvalet av intervjupersoner ske slumpmässigt utan enbart täcka den variation som finns i populationen. Två olika populationer identifierades, en som utgör IDCs alla delägare och de anställda inom ett enskilt företag. Intervjuerna gjordes därför med både små- och medelstora företag inom olika verksamheter där VD:n för respektive delägare representerade variationen inom företagen. De utvalda företagen var:

CC Pack - Slutprodukt/deltillverkare Småföretag
Placerade i Tibro och tillverkar förpackningar för livsmedelsindustrin runt om i Europa. Deras sortiment består av traditionella förpackningar i aluminium men också i återvinningsbar kartong och närproducerad cellulosa som med hjälp av vattenbaserad färg kan tryckas med mönster.

Lundbergs möbler - Småföretag
Ett möbelföretag placerade i Tibro som tillverkar bord och stolar anpassade för olika miljöer. Möblerna tillverkas för att bestå och är främst gjorda av trä som hämtas från norra Europa.

Vedum kök och bad - Medelstort företag
Ett företag placerade i Vedum som inriktar sig mot utveckling av köks-, badrums- och tvättstugeinredning. Deras kunder består av större byggföretag, hustillverkare samt återförsäljare runtom i norden.

Intervjun delades enligt riktlinjer från Alvesson (2011) in i tre faser: Hur IDCs produktutvecklingsprocess uppfattas av användarna, hur företagen jobbar med hållbar utveckling och produktion samt hur de skulle vilja arbeta med detta och vilka utmaningar de ställs inför. Intervjuerna var semistrukturerade (Höst, Regnell och Runesson, 2006) och sammanställningen skedde genom att informationen kategoriserades efter frågorna för att enklare kunna utvärdera resultatet (Seidman, 2012). För att lättare kunna dokumentera resultaten spelades dessa in med godkännande från respektive företag.

5.1 Delägarnas syn på hållbarhet och produktutveckling

Från intervjuerna framkom att miljöfrågor generellt anses väldigt viktiga, inte bara för externa intressenter (Statliga, samhälle, kund etc.) utan också något företagen är måna om. Alla företag har dock inte möjlighet att lägga mycket resurser på frågorna även om de skulle vilja. Ett stort problem ansågs vara att kunder från privata sektorn inte efterfrågade miljöanpassade produkter och att produkterna skulle bli dyrare med branschspecifika och allmänna certifieringar. Inget av de intervjuade företagen hade någon fördjupad kunskap inom CE, de hade inte heller sett någon möjlighet eller nytta i att arbeta med affärssystem av cirkulär karaktär. Gällande IDCs PU-process så användes den inte fullt ut av något företag, men den hade ändå varit till stor nytta för vissa. Genom att miljöanpassa IDCs PU-process skulle det alltså kunna förenkla arbetet för delägarna att skapa arbetsrutiner lämpade för CE.

5.2 Cirkulär Ekonomi i praktiken - Offecct

Offecct är ett svenskt möbelföretag med huvudkontor i Tibro som inriktar sig mot aktivitetsbaserade mötesplatser. De utvecklar och tillverkar sina egna möbler tillsammans med designers från olika delar av världen. Deras arbete med miljöfrågor började redan 1993 och har sedan dess fortsatt för att ligga i framkant. Ett koncept de nyligen lanserat för att öka livslängden på sina produkter kallas "Lifecircle" och bygger på CE.

Intervjun gjordes med ansvarig för design- och produktutveckling samt VDn. Syftet var att bland annat identifiera orsakerna till varför Offecct började arbeta med CE, på vilket sätt företaget hittade kunskapen, hur företaget påbörjade arbetet med CE och vilka utmaningar de stötte på under arbetet.

Offecct började arbeta med CE för att ta ansvar som företag och de tycker det är spännande med nya idéer och utmaningar. De fick själva leta fram informationen om CE och utbilda sig själva inom området. Offecct påpekade starkt att alla på företaget måste vara involverade och sträva efter CE tillsammans och att ständigt utföra projekt för att utforska och utvärdera hur arbetet ska utföras. Det viktigaste trodde de var att ett företag ska veta *varför* de ska arbeta med CE. Även om de är stolta att vara bland de första i Skaraborg med CE ansåg de att det krävs fler företag utöver dom själva för att CE ska fungera och att materialmärkningar är viktigt för att kunna återanvända/återvinna material rätt.

6 Kravspecifikation

Förstudien ansågs vara en tillräcklig grund för att kunna sammanställa kraven för att täcka in CE med en kravspecifikation. En kravspecifikation är ett dokument som sammanställer allt tidigare arbete i form av en lista på krav som slutresultatet bör uppfylla (Cross, 2008). Detta dokument användes sedan som styrdokument för beslut, val samt utvärdering av koncept och slutgiltiga resultat. Kraven bedöms i detta fall, till skillnad mot en fysisk produkt, att antingen vara uppfyllda (ja) eller inte (nej). Ifall en PU-process uppfyller alla krav i kravspecifikationen så innebär det att processen har alla riktlinjer, verktyg och förutsättningar att skapa produkter enligt CE.
Kategorisering av kraven underlättade strukturen i kravspecifikationen så att den senare skulle vara enklare att utvärdera mot Produkt, Material, Emballage, Användare, Energi, Transport och Avfall. Den slutgiltiga kravspecifikationen ses i Tabell 5. Majoriteten av kraven härstammade från litteraturstudien om CE där principerna ansågs vara viktiga att använda som krav.

Tabell 5: Kravspecifikation.

Kravspecifikation för CE-anpassad produktutvecklingsprocess	
Krav	Förklaring
Lätt att förstå	Inte använda komplicerade/akademiska ord etc.
Hanterbart för små och medelstora företag	Verktyg lämpade för små- och medelstora företag
Produkt:	
Alternativa ägandeformer	Identifierar/tillvägagångssätt för andra alternativ
Analys av produktens livscykel	Kartläggning av miljöpåverkan
Längre livslängd	Tillvägagångssätt för att optimera
Moduluppbyggda produkter	Hjälpmedel
Färre delar	Optimerar produkter för reparation/återanvändning
Lätt att separera	Optimerar produkter för reparation/återanvändning
Naturlig sammanfogning	Undvika giftiga lim etc
Reparation	Optimera för
Återanvändning	Optimera för
Ansvarsområden under livscykel	Identifiera vart ansvaret ligger
Återförsäljare	Kopplingar, ansvar, kontrakt
Färre deltillverkare	Analysera och utvärdera
Lokala deltillverkare	Identifiera och utvärdera
Insikt i EOU	Analysera möjligheter för återtagning
Material:	
Material fria från gifter	Aktivt undvika och hitta alternativ
Lokala resurser	Analysera möjligheter
Mindre variation av material i samma produkt	Analys, optimera
Inga gifter under bearbetning	Aktivt undvika och hitta alternativ

Medvetenhet om underleverantörers materialbehandling/bearbetning	
Undvika material som är bristvara	Aktivt undvika och hitta alternativ
Minska spill	Optimera tillverkningsprocess
Återanvända spill	Optimera resthantering
Kaskader	Undersöka alternativ för
Nedbrytbara	Om möjligt
Minska sammanlagda mängden	Via konstruktion
Återvinning	Optimera konstruktion
Emballage (ingående/utgående):	
Reducera	Via logistik, förpackningssätt
Nedbrytbart	Materialval
Återvinning	Materialval
Återanvändning	Optimera funktion
Resthantering	Underleverantör/Internt/Återförsäljare/Kund
Användare:	
Mindre materialförbrukning	T.ex. papper till skrivare/häftstift
Mindre energiförbrukning	Användning
Energi:	
Enbart förnyelsebara källor	Produktion
Minskad förbrukning under produktion	Analys, åtgärd
Minskad energiåtgång under utvinning av material	Val av leverantör
Kartläggning av energiåtgång	Under PLC
Transport:	
Färre transporter	Optimera logistik
Kortare transporter	Optimera logistik
Miljövänligare transportalternativ	Utvärdera möjligheter
Avfall:	
Kartlägga	Identifiera förbättringsområden
Eliminera giftiga	
Minimera	Optimera PLC

Resultatet från arbetet med processkartan ansågs viktigt att ta med som krav och kan uppnås praktiskt av företagen.
Data från intervjuerna användes som underlag för egna slutsatser om viktiga aktiviteter som kompletterar CE på olika sätt. För att ge en översikt över vilka krav som kommer från vilken del i arbetet gjordes Tabell 6.

Tabell 6: Källor till kraven i kravspecifikationen.

Litteraturstudie - CE:	**Litteraturstudie - EMF och CE:**	**Processkarta, Biomimik:**	**Empiriinsamling - Intervjuer/egna slutsatser:**
• Längre livslängd • Material fria från gifter • Enbart förnyelsebara källor • Eliminera giftiga avfall (inget avfall) • Alternativa ägandeformer	• Reparera • Renovera • Återtillverka • Återvinna • Moduler • Lätt att separera • Undvika material som är bristvara • Kaskader	• Medvetenhet om underleverantörers materialbehandling • Materialspill • Samtliga emballagekrav	• Ägandeformer • Lokala resurser • Samtliga transportkrav • Samtliga energikrav

7 Implementation av Cirkulär Ekonomi i produktutvecklingsprocessen

7.1 Konceptgenerering

Inför konceptgenereringen användes projektets frågeställning som problembeskrivning. IDC som kund önskade en PU-process anpassad efter CE med förklaring av hur den skulle användas. Slutanvändarna var IDCs delägare som behövde förstå vad CE är samt *varför* de ska arbeta med det. Konceptgenereringen delades upp efter de två målgrupperna för att enskilt se hur deras behov kunde uppfyllas samt ge svar på projektets frågeställningar.

7.1.1 Med fokus på kunden

Fokus lades på att försöka uppfylla kraven från kravspecifikationen på ett strukturerat och systematiskt arbetssätt i PU-processen. Att tillsammans med det slutliga konceptet ta fram material för IDC för att kunna använda PU-processen, men också kunna förse delägarna med nödvändig information. Eftersom brainwriting-metoden tidigare hade genererat användbara resultat så utfördes den återigen, dock med helt andra förutsättningar. Målet var denna gång att alla punkter i kravspecifikationen skulle täckas av en PU-process. Utfallet blev olika koncept där tre valdes att utvärderas närmare med hjälp av PNI-metoden, som görs via en enkel listning av idéers fördelar, nackdelar och intressanta delar som sedan kan utvecklas vidare (Österlin, 2010).

Koncept 1. Utveckla helt ny PU-process

Första konceptet innebar att en helt ny process skulle utvecklas. Använda teorier från PU-processer tillsammans med Ekodesign och skapa en PU-process från grunden byggd för CE.

Positivt: Att kunna anpassa hela PU-processen efter CE och integrera Ekodesign och därmed ta hänsyn till allt från framställning av material till EOU.

Negativt: Konceptet innebar i praktiken att den nya PU-processen skulle vara byggd på enbart teoretiska principer och i sin tur helt obeprövad av IDC. Det skulle kräva mer arbete för IDC att lära sig processen och risken för att de teoretiska delarna inte skulle bli användbar skulle bli stora. Processen skulle inte kunna bli färdig under projektets tidsramar.

Intressant: Att skapa en generell PU-process byggd för miljöanpassad PU som ger möjligheten att uppfylla CE utan restriktioner från nuvarande process. Den skulle kunna anpassas för deltillverkare och sluttillverkare särskilt.

Koncept 2. Införa kravspecifikationens punkter i IDCs befintliga process

Det andra konceptet grundade sig i att lösa problemet på enklaste sätt. Eftersom alla punkter från kravspecifikationen på något sätt skulle tas hänsyn till i den nya PU-processen fanns alternativet att föra in de olika kraven på lämpliga ställen i processen.

Positivt: I teorin skulle det underlätta arbetet genom att inga krav skulle missas och de skulle vara tydliga i processen. Genom kategoriseringen skulle det gå att strukturera upp riktlinjerna i en logisk ordning genom hela PU-processen.

Negativt: Nackdelen var att processen skulle innehålla mycket olika punkter, kunna anses rörig och för mycket fokus på miljöaspekterna inom PU. Det skulle också vara en

utmaning att få in de olika kraven i rätt fas under processen, då de kunde passa in på flera ställen.

Intressant: Att använda kravspecifikationen som en del av PU-processen skulle innefatta de krav som skulle täckas.

Koncept 3. Införa metoder, vilka uppfyller kravspecifikationens punkter i IDCs befintliga process

Ett tredje koncept skapades för att kunna tillämpa punkterna mer metodiskt. Genom att studera befintliga design-metoder som uppfyller punkterna för att sedan integrera dessa i PU-processen.

Positivt: Fördelen var att metoder har ofta en tydlig struktur och tillvägagångssätt för att enklare kunna användas. De skulle också ta mindre plats i processen och inte bli för stor tyngd på miljöaspekterna vilket kan uppfattas som mindre omställning för företagen.

Negativt: Nackdelen är att de lättare kan passeras utan att tillämpas likt metoderna DFA och DFM, vilket ingår i befintliga processen, men enligt IDC sällan används.

Intressant: Det vore lärorikt att använda sig av väl kända praktiserade designmetoder för att kunna täcka in hela kravspecifikationen och att testa att integrera designmetoder i en PU-process istället för att använda dom som enskilda verktyg.

Efter PNI-metoden behölls IDCs befintliga struktur och riktlinjer med viss modifikation, genom att kategorisera och strukturera upplägget inom faserna. I övrigt så fanns det flera värdefulla delar som var användbara från varje koncept. Vidare valdes att arbeta med grunden från koncept 3, att införa relevanta metoder i PU-processen. Genom att använda Ekodesignens holistiska synsätt från materialutvinning till EOU och riktlinjerna från kravspecifikationen fortsatte arbetet med att utvärdera designmetoder mot kravspecifikationen.

7.1.2 Med fokus på slutanvändare

IDC förser och stödjer delägarna med PU-processen i den mån behovet finns, vilket betydde att för vissa delägare skulle en omställning till CE innebära helt nya affärsmodeller och därmed kunna uppfattas som mycket arbete. Det var viktiga att få delägarna att förstå *varför* CE ska implementeras innan de förstod *hur* det kan implementeras i deras verksamheter. Även om delägarna visade intresse att jobba med hållbarhet enligt intervjuerna, så ansågs lönsamheten hindra engagemanget. Målet blev därför att ta fram ett material som visade varför och hur de kunde gå tillväga samtidigt som det var lättförståeligt.

Applikation för Smartphones.

I en applikation för smarta telefoner går det att förklara vad CE är, nyttan med det och använda slutgiltiga PU-processen för att visa hur ett företag kan gå tillväga för att uppnå detta. Tillgången till flera kategorier inom applikationen skulle ge möjlighet till mer information på ett läsvänligt sätt.

Webbplats

Bygger på samma principer som en applikation, fast ge delägarna tillgång till material via en hemsida. Detta koncept hade också kunnat innehålla mer komplexa verktyg för delägarna att använda, såsom mallar för en LCA, tabeller för krav, mål etc.

Folder
Konceptet innebar att skapa en folder på ett fåtal sidor där delägarna snabbt kunde ta till sig information om CE och varför de skulle tillämpa detta inom deras verksamheter. IDC skulle dela ut dessa till delägarna i samband med ett möte och materialet förklara även hur de skulle gå tillväga likt en användarmanual till deras PU-process.

Inget extramaterial
Detta alternativ innebär att låta IDC själva förklara nyttan med CE och den nya PU-processen för delägarna, i samband med stödjande möten.

Av dessa koncept hade en webbplats eller applikation för Smartphones störst potential, då de kunde ge större insikt i CE samtidigt som de kunde innehålla mer verktyg alternativt riktlinjer. Dock var en hemsida för komplicerat och tidskrävande att göra inom projektets tidsramar. En applikation skapas för flera operativsystem, där vissa av dom blev för komplicerade att lansera applikationen på. Att inte bidra med något extra hjälpmedel för delägarna valdes bort helt på grund av att ämnet CE kan bli komplicerat eller till och med skrämmande för vissa företag.
I samband med IDC diskuterades foldern vilken de tyckte verkade intressant. Vidare valdes alltså att utveckla folderkonceptet. En morfologisk tabell (Cross, 2008) gjordes för att få med alternativ på hur den sammansatta foldern kunde innehålla rätt information (Tabell 7). Alternativen var hur mycket PU-processen skulle förklaras, på vilket sätt CE skulle förklaras, hur informationen skulle förmedlas samt om foldern skulle förklara vad CE är och/eller visa med exempel.

Tabell 7: Morfologisk tabell för konceptgenerering av folder.

	Förklara Processen	Förklara CE via	Förmedla via	Upplägg
A	Hela	EMFs modellen	Bilder	Förklarande
B	Delvis	Principerna	Ord	Tillvägagångssätt
C	Inget	Kravspecifikation	Bilder + Ord	Förklara + Tillväga

Tre av kombinationerna valdes för vidareutveckling där även olika format på foldern testades. Störst fokus låg på att förklara CE och mindre fokus IDCs produktutvecklingsprocess. Dels gjordes detta för att folderns syfte var att förklara *varför* CE ska användas, men också för att den slutgiltiga processen inte var utvecklad.

7.2 Utvärdering av koncept

För PU-processen utvärderades olika miljöinriktade designmetoder och till vilken grad dessa uppfyller kraven i kravspecifikationen. Folderkoncepten utvärderades med IDC då de har större insikt i företags organisation och inställning.

7.2.1 Rekommenderade metoder att inkludera i processen

Målet var att genom metodiskt arbete implementera kraven i PU-processen samt lokalisera var i PU-processen de olika kraven skulle uppfyllas. Ett flertal designmetoder studerades för att sedan endast inkludera de med riktlinjer av cirkulär karaktär. Eftersom inte alla designmetoder analyserande hela livscykeln jämfördes också LCA-metoder av olika slag. Då vissa krav inte uppfylldes av någon metod, täcktes dessa upp av en kompletterande checklista. De designmetoder som redan fanns i den befintliga PU-processen (DFM & DFA) togs även med i utvärderingen.

Som utvärderingsunderlag användes kravspecifikationen i tabell 5. Utvärderingen genomfördes med ett poängsystem där poäng “0” betyder att kravet inte uppfylls, dvs.

att frågeställningen inte behandlas i metoden, och poäng "1" betyder att kravet är uppfyllt. Sammanställning av alla poängen (Figur 14) visar vilka av metoderna som täckte in flest krav och det fullständiga poängsystemet kan ses i Bilaga B.

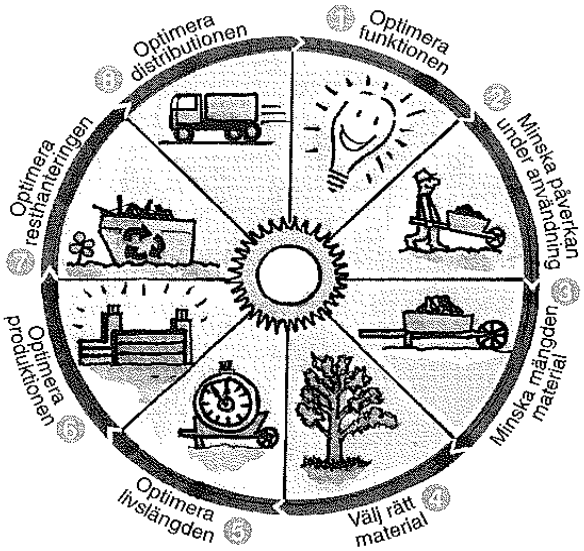
Förenklad LCA	Fullständig LCA	PLM	DFM	DFA	DFD	DFE	DFRRR	Biomimik	EkoStrategihjulet	Checklist
25	35	28	7	9	15	36	19	19	34	45

Figur 14: Totala poängen för metoderna efter utvärderingen.

Utvärderingen visade att en LCA av enklare karaktär var mest lämplig för små och medelstora företag även om den fick betydligt lägre poäng än en fullständig. Den kan införa en livscykel-analyserande arbetsmetodik samtidigt som den inte är allt för djupgående och därmed inte så komplicerad att använda. Det visade sig också att en jämförelse mellan designmetoderna enbart utifrån poängsystemet inte var tillräcklig. Vissa metoder med lägre poäng täckte in krav vilket en metod med högre poäng inte gör. På samma sätt kunde två metoder med liknande antal poäng dock täcka in olika krav och komplettera varandra. Efter en djupare analys av utvärderingen valdes följande verktyg till vidare arbete.

Ekostrategihjulet

Norrblom et al (2000) beskriver Ekostrategihjulet som ett sätt att stimulera nya idéer för miljömässigt bättre produkter och kan användas flera gånger under utvecklingsprocessen på olika detaljnivåer. Tillsammans med en förenklad LCA kan en uppfattning skapas angående vilka förbättringsområden som finns. Metoden ska användas med ett helhetstänkande över hur produkten påverkar miljön och visar åtta möjligheter för hur förbättringar kan ske enligt Figur 15.



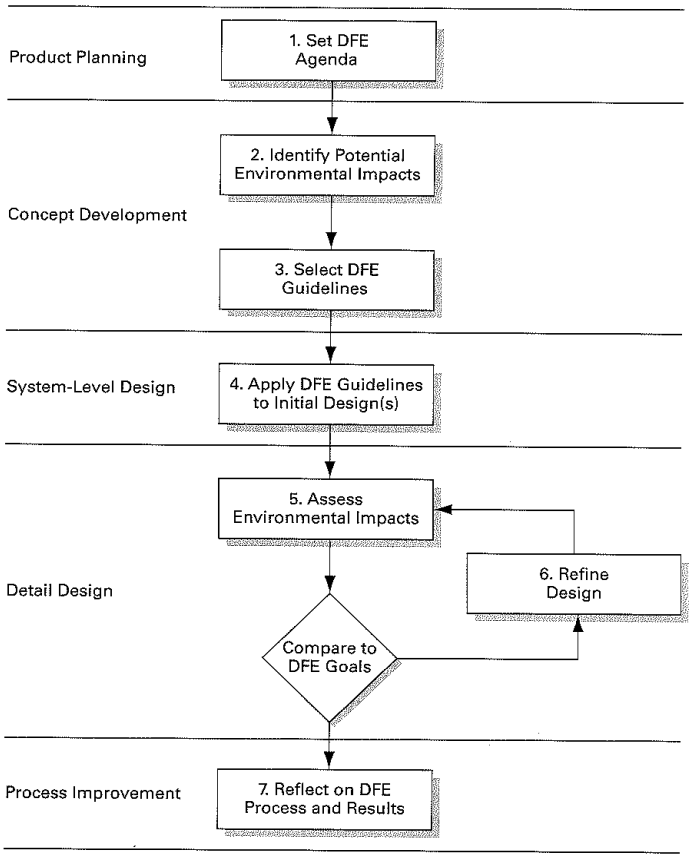
Figur 15: Illustration av Ekostrategihjulet enligt Norrblom et al (2000).

Om metoden skulle bli användbar så behövdes tankesättet anammas och inte bara användas under produktutvecklingen. Ett lämpligt sätt att uppfylla detta var att försöka

integrera delarna från ekostrategihjulet i hela IDCs PU-process istället för att använda den som en metod under en fas.

Design for Environment (DFE)
DFE är enligt Ulrich och Eppinger (2012) en praktisk metod som hjälper företag att minska produkters påverkan på miljön och bygger på två olika kretslopp likt CE och C2C. Grundprinciperna för DFE är att eliminera icke förnyelsebara resurser, syntetiska och icke organiska material samt skapandet av giftigt avfall. Vidare beskriver Ulrich och Eppinger (2012) DFE med fokus på tre nyckelområden för noll-påverkan på miljön: materialkemi (giftigt för miljö/människa), demontering, återvinningsbarhet.

En implementering av DFE innebär aktiviteter utöver hela PU-processen. DFE-process består av sju steg vilket illustreras i Figur 16. Arbetet börjar redan i planeringsfasen av projektet och sker ofta iterativt då flera av stegen kan upprepas vid behov (Ulrich & Eppinger, 2012).



Figur 16: Generell struktur för DFE (Ulrich & Eppinger, 2012).

1. Steg ett är att skapa en agenda för DFE där företaget identifierar och dokumenterar varför företaget ska jobba med DFE genom interna och externa drivkrafter. Sedan sammanställs DFE-målen som ska uppnås inom projektet, aktiviteterna utförs under projekt-planeringen.

2. Andra steget sker under konceptutvecklingen, där målet är att identifiera och lista potentiell miljöpåverkan av produkten under livscykeln.

3. Vidare under konceptutvecklingen väljs riktlinjer projektgruppen ska utgå ifrån under projektet. Dessa riktlinjer används som tidigt beslutsunderlag istället för att utföra detaljerad analys på miljöpåverkan under PU-projektet.

4. När projektet är i vidareutveckling av koncept på detaljnivå appliceras riktlinjerna för att försöka minimera miljöpåverkan.

5. Under detaljutvecklingen bedöms produktens miljöpåverkan under livscykeln baserat på designen och utvärderas mot målen från steg 1. Med hjälp av en LCA går det att uppskatta miljöpåverkan under produktion, transport, användande och återvinning. Genom att lista materialspecifikationer, underleverantörer, energiförbrukning transporter avfallsströmmar och återvinningsmetoder kan t.ex. en LCA specificeras.

6. Om utvärderingen tyder på oacceptabla nivåer av miljöpåverkan, förfinas designen för att reducera eller eliminera miljöpåverkan till acceptabla nivåer. Detta steg kan istället ingå för utvecklingen av nästa version av samma produkt.

7. Till sist reflekterar projektgruppen över utförandet genom olika frågeställningar, vad gick bra och dåligt, för att kunna utvärdera vad som kan förbättras inför nästa projekt.

Design for Disassembly (DFD)
En metod som valdes även om den fick låga poäng var DFD. Bouge (2007) beskriver DFD som en metod för att designa produkter för att lätt demonteras och därmed optimera återanvändning, återtillverkning eller återvinning av material. Anledningen var att den tar upp viktiga aspekter för att skapa moduluppbyggda produkter, som sedan är lätta att plocka isär. Enligt EMF (2013) är också DFD en förutsättning för CE.

Tre discipliner enligt Bouge (2007) som krävs för lyckad implementering:
1. Val av material.
2. Design av komponenter och produkt arkitektur.
3. Val och användning av fogar, anslutningar och fästen.

DFD-reglerna är en guide bestående av faktorer som påverkar demonteringsprocessen. Dessa ses i Tabell 8.

Tabell 8: Regler för DFD.

Produktens struktur	Skapa en modulär design. Minimera antalet komponenter. Optimera standardisering för komponenter. Minimera produkt variationen.
Material	Minimera variationen av material. Använda återvinningsbara material. Eliminera gifter eller andra farliga material.
Fästen, fogar och anslutningar	Minimera antal fogar och anslutningar. Göra fogar synliga och tillgängliga, eliminera dolda fogar. Använda fogar som är lätta att demontera. Markera fogar som inte är uppenbara. Använda fästen istället för lim.

Egenskaper hos komponenter för demontering	God tillgänglighet. Låg vikt. Robust, minimera ömtåliga delar. Icke farliga. Helst omålade.
Villkor under demontering	Designa för automatiserad demontering. Eliminera behovet för specialiserade demonterings procedurer. Demontering med simpla och standard verktyg.

Förenklad LCA
MET-matrisen är en förenklad LCA som ger möjlighet till att strukturera upp och kartlägga miljöpåverkan för material, energi samt toxiska ämnen under PLC (Tabell 9). Denna kan användas på olika detaljnivåer och som beslutsunderlag under PU för konceptval (Norrblom et al, 2000).

Tabell 9: Strukturen för en MET-matris.

	Material	**Energi**	**Toxiska ämnen**
Materialframställning			
Tillverkning			
Distribution			
Användning			
Resthantering			

Enligt utvärderingen täcktes inte alla punkter in med de valda metoderna, men eftersom både DFE och Ekostrategihjulet kunde göras anpassningsbara fanns det möjlighet att kombinera dessa. Den enda punkten som inte kunde täckas på ett bra sätt genom metoderna var alternativa ägandeformer, vilket kunde implementeras genom PSS. Utmaningen låg i att tillämpa metoderna så att de blev en naturlig del i delägarnas arbete och inte uppfattades som ett omständligt moment. Risken fanns att metoderna kunde passeras utan att användas, som i fallet med DFM och DFA i den befintliga PU-processen.

7.2.2 Folderkoncepten

Efter jämförelser mellan konceptskisser över vad foldern skulle behandla valdes ett slutgiltigt koncept tillsammans med IDC. Kombinationen blev Förklara processen: Delvis, Förklara CE via: Principerna, Förmedla via: Bilder + Ord och Upplägg: Förklara + Tillvägagångssätt. Vidare uttryckte IDC att det var viktigt att foldern använde enkla ord och att det skulle vara enkelt att förstå budskapet. De reagerade även positivt till att komplettera PU-processen med korta beskrivningar av några av de nya metoderna. I samband med den tidigare intervjun uttryckte Offecct att det viktigaste var att förklara *varför* CE är viktigt och *varför* företag ska arbeta med det.

Nyckelorden som användes som riktlinjer efter första utvärderingen var:

- Enkla ord/enkelt språk
- Lätt att förstå
- Varför
- Säljande

7.3 Vidareutveckling av produktutvecklingsprocess och folder

7.3.1 Produktutvecklingsprocessen - Cirkulär Ekonomi genom integration av metoder

Att arbeta med flera omfattande verktyg kräver att ett företag är insatt i metodiken. Risken fanns att det skulle bli komplicerat för IDC och delägarna att skapa lämpliga arbetsrutiner. Ett mål under arbetet var att underlätta för IDC och delägare att skapa cirkulära produkter, därför också minimera mängden information att ta in. Vidareutvecklingen som beskrivs nedan förklarar hur verktygen skulle användas och under vilken fas av PU-processen de skulle tillämpas. Samtidigt gjordes också en omstrukturering av varje enskild fas som tidigare ansetts rörig på grund av den icke kronologiska ordningen. Viktigt att notera är den generella strukturen, då IDCs delägare består av flera olika branscher som i sin tur har olika möjligheter. Tanken var att IDC skulle enligt samma arbetssätt som tidigare stödja delägarna med de delar som är relevanta för just deras företag. Resultatet av den föreslagna PU-processen tillsammans med omstruktureringen och komplettering av IDCs upplägg kan ses i Bilaga H.

Funktionsanalys: I uppstartsfasen
Om delägarna redan i början av ett projekt analyserar vilken funktion som ska säljas kan det underlätta både allmänt för projektet men för att arbeta med CE. En funktionsanalys placerades därför i uppstarten.

PSS: I uppstarts- och förstudiefasen
En avgörande del när det gäller CE är hur ett företag väljer att ansvara för produkten efter den är använd. Delägarna kan därför i ett tidigt stadie under projektet välja hur en funktion ska levereras till kund med olika ägandeformer. I uppstarten placerades PSS för att överväga olika möjligheter av ägandeformerna på produkten för att under förstudien optimera detta för det specifika projektet.

DFE och ekostrategihjulet: Fördelad över hela PU-processen
DFE rekommenderas under hela PU-processen samtidigt som ekostrategihjulet kunde appliceras flera gånger under PU. Resultatet blev att metodiken från DFE användes tillsammans med riktlinjerna från ekostrategihjulet och på så sätt skapa en naturlig arbetsrutin. En skillnad gjordes i DFE jämfört med Ulrich och Eppingers metod (2012), genom att lägga till två kategorier, ”administrativt” och ”produkt”, detta gjordes för att få med viktiga aspekter gällande produkten, lagar, krav etc.

DFD: I utvecklingsfasen
Denna metod lämnades som en enskild metod istället för att integreras med DFE och ekostrategihjulet. Anledningen var att minska antalet punkter under DFE-arbetet då det redan uppmuntrade till moduluppbyggda produkter, och att delägarna skulle motiveras att använda DFD om de kunde identifiera det som en metod som underlättade för dom. Själva metoden rekommenderades under utvecklingsfasen eftersom det är då produktkoncept skapas.

Förenklad LCA: I utvecklingsfasen
En förenklad LCA kräver ingen experthjälp, vilket gör den hanterbar för små- och medelstora företag. En MET-matris följer det genomgående temat av uppdelning av

livcykelfaser och analyserar delar som har potentiell miljöpåverkan. MET-matrisen kunde kopplas till de aspekter som tidigare påpekades viktiga i arbetet då material, kemikalier, transport och energi kartlades separat från en generell produkts livscykel i en CE. MET-matrisen skulle användas för att jämföra befintliga produkter och koncept under utvecklingsfasen där störst skillnad på miljöpåverkan kan göras. Två olika exempel på hur en MET-matris kan användas på olika detaljnivå ses i Bilaga G och skapades för illustration till IDC och delägarna.

7.3.2 Folderkonceptet för Cirkulär Ekonomi

Huvudmålet med foldern var att enkelt förklara vad CE är samt hur företagen kan gå tillväga. Därför förklarades detta direkt efter försättsbladet. Metoderna presenterades sist, för att låta läsaren orientera sig inom ämnet först och därmed lättare ta till sig informationen om utförandet. Delar av PSS och DFE togs med, då de tillsammans ansågs vara resurseffektiva och samtidigt ger en tillräcklig bild över CE. Utseendet och informationen formades genomgående med nyckelorden (lätt att förstå, säljande etc.) från utvärderingen (se kapitel 7.2.2.) som grund.

7.4 Utvärdering av slutgiltigt material

PU-processen som togs fram hade i detta stadie täckt in alla delar från kravspecifikationen och ansågs därför täcka in CE. Målet med en utvärdering var att få fram om arbetssättet var lämpligt för delägarna, benämningarna var förståeliga samt om hela PU-processen hade samma detaljnivå. Strukturen av metoderna/verktygen och dess tillämpningsområde var byggd på teoretiska grunder vilket gjorde att de kunde placeras på lämplig plats under PU-processen. Det hade dock gjorts en omstrukturering inom IDCs befintliga faser i samband med implementeringen vilket betydde att en utvärdering av PU-processen var nödvändig. Genom en avstämning med IDC och företagscase kunde de sista osäkerheterna på detaljnivå lösas.

7.4.1 Utvärdering med IDC

De enda noteringarna från IDC var angående ordval för att öka förståelsen, i övrigt ansåg de materialet vara väldigt intressant. Ett önskemål från IDC var att ta fram exempel på ifylld MET-matris, både för IDC och delägarna.

7.4.2 Företagscase - produktutvecklingsprocessen

Två delägande företag valdes ut för utvärdering av det framtagna materialet. En person från respektive företag fick ta del av den nya PU-processen tillsammans med ett förklarande material, framtaget enbart för utvärderingen, där en bakgrund till utvärderingen beskrevs. Syftet med de olika verktygen förklarades samt hur och var de skulle tillämpas under PU-processen (se Bilaga C-H). De utvalda personerna var väl bekanta med både IDCs ursprungliga PU-process och mycket erfarna av andra PU-processer och -projekt.

När materialet hade lämnats över fick delägarnas representanter möjligheten att läsa igenom utvärderingsmaterialet under några dagar för att sedan återkoppla på de grundläggande frågeställningarna:

- Ligger arbetsmomenten på lämpliga ställen i processen?
- Hur logiskt är förhållandet mellan de nya och gamla arbetsmomenten?
- Är arbetsgången logisk?
- Är de nya arbetsmomenten hanterbara för små och medelstora företag?

Enbart ett företag genomförde utvärderingen, men återkopplingen var så omfattande att det ansågs räcka, även om det skulle vara intressant med fler infallsvinklar. Gällande de nya metoder och verktyg som införts i PU-processen fanns inga förslag på större

korrigeringar. Fokus hamnade på strukturen under de olika stegen. Utöver de delar som berörde CE gavs även återkoppling för hela PU-processen och dess arbetsgång.
De viktigaste återkopplingarna handlade bland annat om att införa tydligare punkter mellan faserna där beslut tas om projektet ska fortsätta eller inte. En aktivitet som saknades helt på flera ställen i processen var "Säkerhet, Hälsa och Miljö" (SHM). Återkopplingarna från utvärderingen hittas i Bilaga I. PU-processen justerades efter utvärderingen och presenteras som resultat för detta projekt i följande kapitel.

8 Resultatredovisning

I detta avsnitt presenteras de färdiga koncepten som tagits fram för IDC. Resultaten presenteras enskilt med de sista detaljändringarna efter slutliga utvärderingen.

8.1 Slutgiltiga produktutvecklingsprocessen

De delar som ändrats eller lagts till har markerats med färg i den slutgiltiga PU-processen och jämförs med den ursprungliga modellen. Siffrorna som användes i IDCs ursprungliga PU-process har valts bort eftersom de inte syftade till en kronologisk ordning.

8.1.1 Uppstart

Tillsammans med en funktionsanalys och PSS har åtanke till målgrupper och framtida krav lagts till. Det ökar chanserna för ett värdefullt resultat av de integrerade verktygen och tillsammans med en riskanalys ger bättre grund för beslut. Första steget med DFE är att under uppstarten gå igenom drivkrafterna för att arbeta med DFE. Detta steg har underlättats för delägarna genom att redan ha listat interna och externa drivkrafter. Tabell 10 visar relevanta exempel, men kan också anpassas för enskilda företag.

Tabell 10: DFE interna och externa drivkrafter.

Interna drivkrafter	Externa drivkrafter
· Produktkvalitet · Offentliga bilden · Kostnadsreduktion · Innovation · Driftsäkerhet · Anställdas motivering · Etiskt ansvar · Användarbeteende	· Miljölagstiftning · Efterfrågan på marknad · Konkurrens · Branschorganisationer · Leverantörer · Socialt tryck

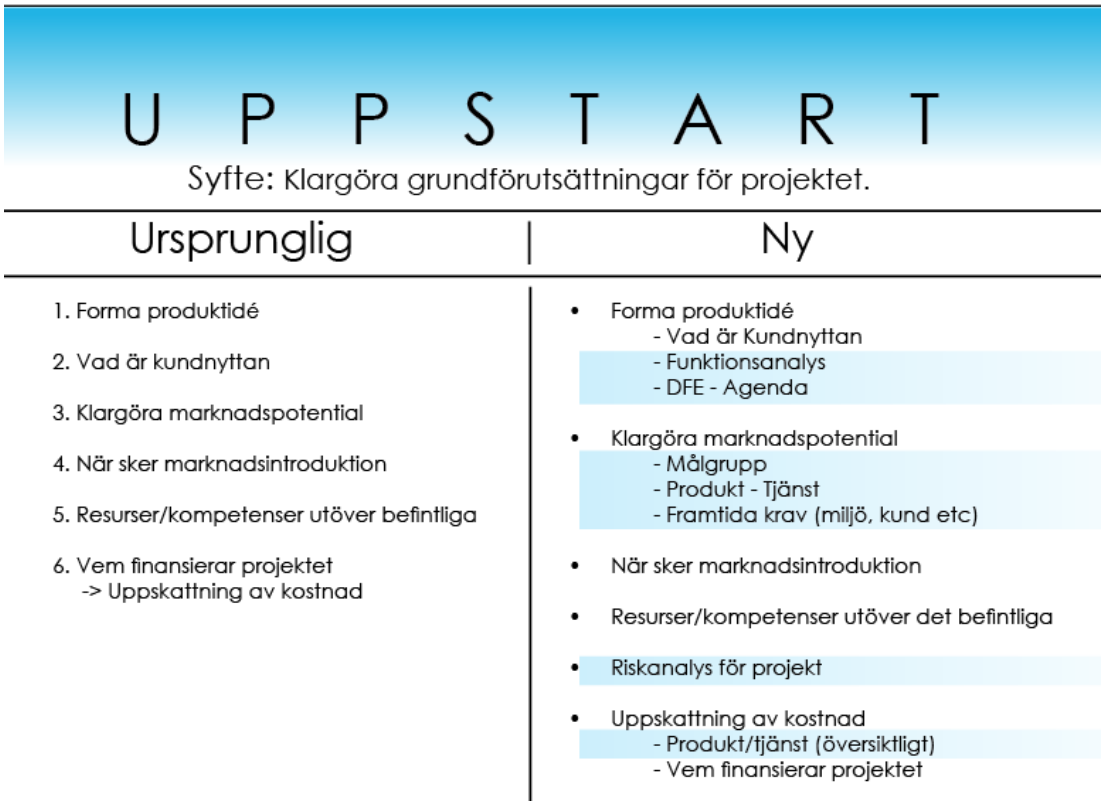
Även under uppstarten utses mål som delägarna ska arbeta med under projektet. Målen är kategoriserade för att underlätta var det går att göra skillnad. Under varje fas anges också vem som kommer ha störst ansvar för respektive mål, men ansvaret kan också fördelas utefter delägarnas egna möjligheter. Nedanstående mål (se Tabell 11) är generella för produktutveckling där delägarna själva ska utse vilka mål som är relevanta för just deras projekt. Genom att lista de generella målen underlättas arbetet även i detta stadie för delägarna.

Tabell 11: DFE-målen för PU-projekt.

Livscykelstadium	DFE-mål
Administrativt Ansvar: Ledning, marknad, utveckling	· Uppfylla lagar · Uppfylla branschspecifika miljömärkningar · Uppfylla ISO-standarder (9001,14001,14040, 26000 etc.) · Kombinera produkt med service

Material Ansvar: Inköp och utveckling	· Undvik direkt giftiga material · Undvik material som innehåller ämnen på myndigheternas kemikalielistor över miljöskadliga ämnen (och egen lista) · Undvik material som hotar den biologiska mångfalden · Minska mängden material som det inte finns stora resurser av · Minska mängden material som ger stora emissioner vid tillverkning · Använd återvunna material · Använd material som inte behöver extra ytbehandling
Produkt Ansvar: Utveckling	· Sälj funktion istället för produkt · Integrera funktioner · Dematerialisering · Reducera vikten · Moduluppdelning · Maximera livslängden
Tillverkning Ansvar: Produktion	· Välj ytbehandlingsprocess som minskar den totala miljöbelastningen · Undvik miljöfarliga ämnen för ytbehandling · Välj produktionsteknik som kräver lite energi · Välj processer som kräver en liten mängd förbrukningsråvaror · Välj processer som ger bra kvalitét med liten omarbetning/kassation · Minska antalet produktionssteg · Minska produktionsspill
Distribution Ansvar: Utveckling, marknad/logistik	· Minska transportvolymen · Leverera produkten i delar istället för färdigmonterat · Designa produkten för mer effektiv lastning och transport · Minska emballage · Återanvänd emballage, alternativt nedbrytbart · Förbättra förpackningssättet · Välj bra transportmedel · Färre transporter (Från underleverantör/till kund)
Användning Ansvar: Utveckling	· Hjälp användaren att spara energi · Sänk energikonsumtionen · Använd rena energikällor · Mindre förbrukningsmaterial · Estetisk livslängd bör inte vara kortare än den tekniska · Förläng produktens tekniska livslängd
Återtagning Ansvar: Ansvariga inom respektive område.	· Dokumentera den tänkta lösningen för produktens resthantering · Enkelt underhåll och god reparerbarhet · Se till att materialen går att återvinna · Återanvändning av material · Återanvändning av hela produkten · Återanvändning av delar · Biologiskt nedbrytbart

Figur 17 visar förändringarna som skett i uppstartsfasen.



Figur 17: Förändringar i uppstartsfasen.

8.1.2 Förstudie

Eftersom det påpekades av IDC att bristande kommunikation ofta är ett problem inom projekten, har punkter för ansvarfördelning och kommunikationskanaler lagts till. Under förstudien ska delägarna fundera över hur DFE-målen kan uppnås. Nedan i Tabell 12 finns samma kategorisering som DFE-målen, generella frågor som ställs angående hur förbättringar kan ske. Detta möjliggör för projektgruppen att inse potentiell miljöpåverkan tidigt, även om data saknas. På samma sätt som när målen sattes ska delägarna här lista de relevanta frågorna för just deras projekt (kopplat till målen).

Tabell 12: DFE-frågor för PU-projekt.

Livscykelstadium	**Frågor**
Administrativt Ansvar: Ledning, marknad, utveckling	· Vilka lagar måste uppfyllas? · Vad finns det för specifika miljömärkningar i branschen? · Hur uppfyller vi respektive ISO-standard? · Vilken typ av service är mest lämpad för produkten?
Material Ansvar: Inköp och utveckling	· Vilka material ska undvikas? (Egen lista + myndigheternas lista) · Hur mycket, vilka typer av (icke) återvinningsbart material kommer användas? · Hur mycket, vilka typer av tillsatser kommer användas? · Finns en återvinningsmarknad för materialen? · Hur mycket energi krävs för att utvinna dessa material? · Kommer materialen kunna identifieras?

Produkt Ansvar: Utveckling	· Hur kan funktioner integreras? · Vilka delar kommer slitas först? · Hur kan produktens livslängd optimeras? · Vilka delar behöver vara lättåtkomliga? (upprustning, reparation) · Hur kan överdimensionering undvikas? (Stödribbor etc.)
Tillverkning Ansvar: Produktion	· Hur många, vilka typer av produktions processer kommer användas? · Hur många, vilka typer av insatsvaror kommer behövas? · Hur hög kommer energi konsumtionen vara? · Hur mycket avfall kommer genereras? · Kan produktionsavfall separeras för återvinning? · Sker någon typ av etikettering?
Distribution Ansvar: Utveckling, marknad/logistik	· Vilka typer av transport-emballage, produkt-emballage kommer användas? · Vilken typ av transport kommer användas? · Finns det lokala underleverantörer? · Vilka typer av transport kommer krävas för att upphandla Material/komponenter?
Användning Ansvar: Utveckling	· Hur mycket, vilken typ av energi kommer krävas? · Hur mycket, vilken typ av förbrukning kommer behövas? · Vad kommer den tekniska livslängden vara? · Hur mycket underhåll och reparationer kommer behövas? · Vilka och hur mycket kommer tillsatsvaror och energi kommer krävas? · Vad kommer den estetiska livslängden vara? · Kan produkten repareras av kund?
Återtagning Ansvar: Ansvariga inom respektive område.	· Hur kan produkten återanvändas? · Kan material enkelt separeras? · Kan produkten snabbt tas isär med vanliga verktyg? · Vilka komponenter och material kan återanvändas? · Vilka material kommer återvinnas? · Kommer återvinningsbara material vara identifierbara? · Hur kommer produkten disponeras? · Används bläck, ytbehandling eller klister som försvårar återvinning? · Om svår resthantering, kan produkten göras biologiskt nedbrytbar?

I slutet av förstudien ska delägarna lista de riktlinjer som ska gälla under projektet. Dessa riktlinjer görs själva av delägarna med hjälp av de tidigare stegen. Radeka (2011) förklarar också att om en lista görs personlig kommer användaren med större säkerhet använda den.

Även i förstudien har hänsyn till kunden och inte minst användaren påpekats vara viktigt. Gällande produkten så missades ofta emballage som en del av kostnaderna och har därför specificerats. För att säkerställa att produkten lever upp till kraven som listats sker en sammanställning av dessa. Det är också viktigt med insikt i underleverantörernas produktion som kan påverka möjligheterna för tillverkning av

koncept. När förstudien är avklarad bör masterplanen vara fastställd, hellre än preliminär som i den ursprungliga processen. Figur 18 visar alla ändringar som gjorts.

F Ö R S T U D I E

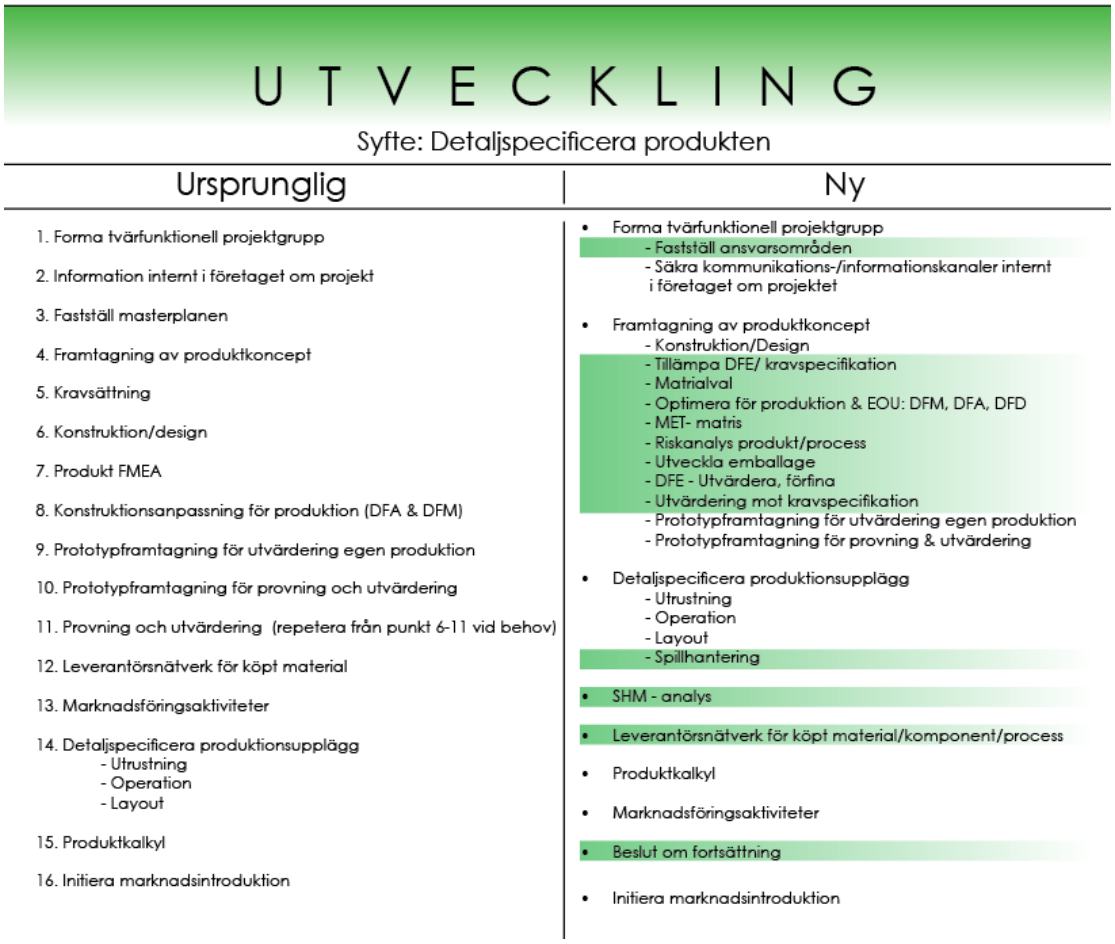
Syfte: Ta fram beslutsunderlag för projektet

Ursprunglig	Ny
• Forma Projektdirektiv - Resultatet ifrån uppstartsfasen (syfte, mål, ekonomi, leveranstider, projektgrupp)	• Forma Projektdirektiv - Resultatet ifrån uppstartsfasen (syfte, mål, ekonomi, leveranstider, projektgrupp) - DFE - Potential/Riktlinjer - Fördela ansvarsområden - Kommunikationskanaler
• Produktbeskrivning - Teknisk - Funktionsmässig - Målpris komplett (Kostnad + Vinst = Pris)	• Användaren - Identifiera kundbehov - Användarstudie/ kund, slutanvändare
• Industrialisering (konsekvensanalys) - Utrustning - Upplägg - Layout	• Konkurrentanalys/omvärldsbevakning
• Konkurrentanalys/omvärldsbevakning	• Produkt - Tjänst: Analysera, optimera
• Marknadsanalys/volymscenario	• Produktbeskrivning - Funktionsmässig - Teknisk - Emballage - Målpris komplett (Kostnad + Vinst = Pris) - Sammanställning av Kravspecifikation/DFE - Riktlinjer
• Riskhantering - Intern riskhantering - Extern riskbedömning	• Marknadsanalys/volymscenario
• Preliminär masterplan	• Industrialisering (konsekvensanalys) - Utrustning - Upplägg - Layout - Underleverantörer (material, komponenter, process)
• Projektkalkyl	• Riskhantering - Intern riskhantering - Extern riskbedömning
• Kostnads/intäktsanalys (business case)	• Kostnads/intäktsanalys (business case) - Produkt/tjänst - Projektkalkyl - Vem finansierar projektet
• Vem finansierar projektet	• Bemanningsplan utveckling/produktion
• Bemanningsplan utveckling/produktion	• Fastställa masterplan

Figur 18: Förändringar i förstudiefasen.

8.1.3 Utveckling

När utvecklingen börjar ska ansvarsområdena vara fastställda och inga oklarheter får finnas. Vikten av materialval och emballage har framhävts under konceptframtagningen, men även utvärderingen mot de krav som tidigare listats. Eftersom det finns flera typer av riskanalyser för produkter finns har den enskilda metoden FMEA ersatts och istället kombinerats med riskanalys för process. Under utvecklingen tillämpas DFE-riktlinjerna på olika koncept. I slutet av utvecklingsfasen utvärderas slutkonceptet mot DFE-målen som sattes i början av projektet. Efter utvärderingen justeras slutkonceptet efter de identifierade bristerna, alternativt lämnas förbättringarna till nästkommande produkt. Tillämpning av DFD och MET-matris ska underlätta vid konceptutveckling och -val. Som ett resultat från utvärdering genom företagscase så har Säkerhet-, hälsa- och miljöanalys (SHM) inkluderats för att optimera arbetet inom organisationen. Leverantörsnätverk har inkluderats och utökats som i tidigare fas av processen. När produktkoncept är klara är det viktigt att ha en beslutspunkt för godkännandet av fortsatt projekt. Figur 19 visar den totala förändringen.



Figur 19: Förändringar i utvecklingsfasen.

8.1.4 Industrialisering

Slutrevisionen har kopplats till det tidigare startade SHM-arbetet gällande produktionen. När fullfartsprover görs bör också hantering av materialspill och emballage kontrolleras tillsammans med övrigt avfall. Punkten "etablering av förbättringsgrupper" som påpekats outnyttjad i detta stadie har flyttats till nästa fas där den kan utnyttjas bättre. Under industrialiseringen utvärderas produktionssystemet mot målen sattes i början av projektet. Efter utvärderingen av produktionsupplägget justeras de identifierade bristerna. Figur 20 illustrerar skillnaden.

INDUSTRIALISERING

Syfte: Förbereda produktionsstart

Ursprunglig	Ny
1. Beställ nödvändig utrustning, fixturer, verktyg etc	• Planera tillverkning av provserie för internt avlusning - Beställa nödvändig utrustning - Kvalitesäkring av underleverantör för ingående material - Utbildningsplan prod. underhåll
2. Planera tillverkning av provserier för intern avlusning	• Gör en slutrevision inför produktionsstart med fokus på SHM
3. Kvalitetssäkring av underleverantörer för ingående material	• Genomför fullfartprov/utfallsprov samt dokumentera resultat - Säkerställa produktion - Materialspillshantering - Avfall - Emballage - DFE - Utvärdering, förfina
4. Utbildningsplan för produktion och underhållspersonal	• Upprätta listor på reståtgärder för produkt och process
5. Genomför fullfartsprov/utfallsprov samt dokumentera resultat	• Beslut om produktionsstart
6. Gör en slutrevision inför produktionsstart med fokus på säkerhet	• Överlämning
7. Upprätta listor på reståtgärder för produkt och process	
8. Etablera förbättringsgrupper	
9. Beslut om produktionsstart	
10. Överlämning	

Figur 20: Förändringar i industrialiseringsfasen.

8.1.5 Ramp up

Sista steget för DFE sker i sista fasen under projektet där projektgruppen utvärderar hela DFE-arbetet utefter förslagsvis tre frågor:

- Hur väl utfördes DFE-processen?
- Hur kan vår DFE-process förbättras?
- Vad för DFE-förbättringar kan göras på uppföljande och framtida produkter?

Resultatet av reflektionen tas med till nästa projekt där de möjliga förbättringarna kan ske, men även det som fungerade bra används. Inkluderat i efterkalkylen ligger också effekten av de PSS som använts. Figur 21 visar de detaljer som skiljer sig från ursprungliga PU-processen.

R A M P U P

Syfte: Starta produktion till kund

Ursprunglig	Ny
1. Starta produktion (SOP) till kund	• Planera volym- och kapacitetssteg
2. Planera volym- och kapacitetssteg	• Bemanningsplan
3. Bemanningsplan	• Etablera förbättringsgrupper
4. Verkställ marknadsintroduktion	• Starta produktion (SOP) till kund
5. Säkra kvalitetsåterföring ifrån kund	• Verkställ marknadsintroduktion
6. Efterkalkyl	• Säkra kvalitetsåterföring ifrån kund
7. Projektavslut	• Efterkalkyl
	• Reflektion - DFE - Projekt
	• Projektavslut

Figur 21: Förändringar i fasen ramp up.

8.2 Slutgiltiga foldern

Problemet att få företagen att förstå vikten av CE kan lösas genom att ta fram en specifikt anpassad utbildning inom CE, men det krävs även arbete från IDC. Den anpassade utbildningen resulterade i en folder som illustreras i Figur 22 och 23 och är främst till för delägarna.

Första sidan, se Figur 22, utnyttjas för att få upp intresset hos läsaren (delägarna) med hjälp av ett nyckelord från utvärderingen, nämligen att det ska vara “säljande”. Sidan 2 och 3 (Figur 23) förklarar med nyckelorden “varför”, “säljande” och “enkla ord/enkelt språk” förklara grunden till CE samt hur företagen kan gå tillväga. CE förklaras först då detta var syftet med foldern. På sidan 4 (Figur 23) förklaras IDCs PU-process väldigt översiktligt efter önskemål från IDC. Slutligen beskriver sidorna 5 och 6, (Figur 22), de metoder som tillsammans täcker in CE mest. För att hålla foldern så enkel som möjligt innehåller den inte fler metoder.

Analysera funktionen

Genom att analysera vilken funktion kunden egentligen efterfrågar, ger i sin tur upphov till mer innovativa lösningar. Syftet är att göra kunden nöjd samtidigt som företaget blir mer konkurrenskraftigt.

Sälj funktionen

Utnyttja funktionen för att stärka kundrelationen genom att optimera hur funktionen levereras. Samtidigt får företaget möjlighet att närmare följa kundens behov, vilket kan leda till snabbare och mer konkurrenskraftigare utveckling. Gör funktionen:

Produktorienterad

Produkterna säljas som ren produkt med extra service inkluderad. Exempel är underhåll eller tillförsel av förbrukningsvaror.

Användarorienterad

Produkten är i fokus men ägandet stannar hos leverantören. Exempel är leasing, uthyrning och att flera användare delar samma produkt.

Resultatorienterad

Leverantören och beställaren kommer överens om ett resultat, men ingen specifik produkt avses att lösa problemet/funktionen. Exempel är catering och skrivartjänster.

Drivkrafter

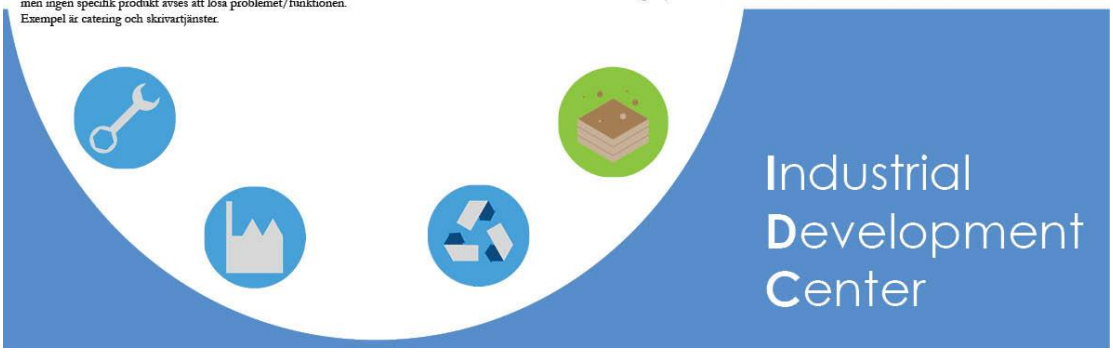
Interna	Externa
• Produktkvalité	• Miljölagstiftning
• Offentliga bilden	• Efterfrågan på marknad
• Kostnadsreduktion	• Konkurrenskraft
• Innovation	• Branschorganisationer
• Hygien	• Leverantörer
• Etiskt ansvar	• Socialt ansvar

Hur?

1. Sätt upp mål och finn potentiell påverkan
2. Skapa riktlinjer utifrån dessa för ert företag.
3. Tillämpa riktlinjerna på produkten och checka av med målen, justera om det behövs.
4. Reflektera och förbättra för nästa projekt.

Produktutveckling enligt Cirkulär Ekonomi

Som delägare får ni stöd av IDC med deras nya produktutvecklingsprocess



Figur 21: Illustrerar (från vänster till höger): sida 5, 6, 1 i foldern.

Vad innebär Cirkulär Ekonomi?

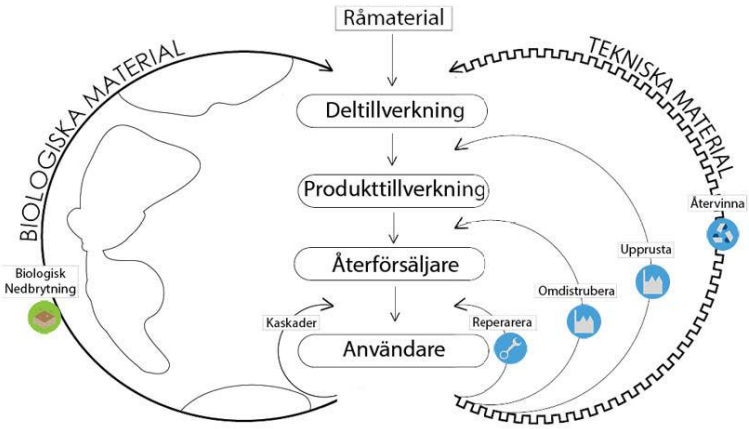
Cirkulär ekonomi innebär affärsmodeller där material och produkter återgår i två kretslopp enligt bilden till höger. De biologiska materialen återgår antingen genom nya produkter eller bryts ned av naturen. De tekniska materialen kan återgå genom reparation, omdistribuering, upprustas eller återvinnas. Detta ställer bl.a. krav på att material är lätta att separera och fria från gifter.

Optimera lönsamheten

Ju mindre cirkeln är, desto mindre av produkten måste ändras för att den ska kunna användas igen, vilket leder till sparande av energi, material samt pengar.

Genom att maximera antalet gånger en produkt går igenom olika omlopp med hjälp av underhåll, återanvändning eller återtillverkas, sparas energi, material och pengar jämfört mot att en ny produkt skulle ha tillverkats.

Cirkulär		Ekonomi
Rena material	→	Återanvända
Längre livscykel	→	Starkare kundrelation
Moduluppbyggd design	→	Bättre produktkvalitet
IDCs process	→	Stöd vid utveckling



Figur 22: Illustrerar (från vänster till höger): sida 2, 3, 4 i foldern.

9 Diskussion och slutsatser

Avsnittet innehåller diskussioner och reflektioner över det genomförda arbetet; hur delar hade kunnat utföras annorlunda för att gynna resultatet och eventuella brister samt utmaningar.

9.1 Metodik

Cirkulär ekonomi och PU-processer var båda ämnen som inte hade utforskats djupare med tidigare erfarenhet. En stor del av arbetet lades på att få en tydlig bild över dels de behandlade ämnena men också på att orientera bland relaterade ämnen. Det fanns flera tillfällen under förstudien då det var svårt att avgöra begränsningar kring områdena och till vilken fördjupningsnivå ämnen skulle beröras. Många teorier och metoder innebar samma sak men hade olika benämningar, vilket kan ha begränsat utvecklingen i början. Det hade varit till fördel med tydligare uppstrukturering och sammankoppling mellan de olika ämnena i förstudien för underlätta avgränsningarna. Tack vare att förstudien tidigt tilldelades mycket tid så kunde tidsramarna hållas.

Metoderna som användes för att generera koncept gav värdefulla resultat, men tillämpning av flera idégenereringsmetoder samt fler deltagare hade kanske gett större utfall av användbara koncept. Kravspecifikationen användes till största del för att utvärdera koncept, vilket kunde kontrollera att resultatet innehöll de krav som ställdes. Kravspecifikationen byggde dock på ett poängsystem som kunde ha utvecklats vidare för noggrannare bedömning. Hur mycket utvärderingen begränsade arbetet genom att enbart använda kravspecifikation är dock svårt att säga. De två målgrupperna behandlades separat och var ett sätt att identifiera samt uppfylla respektive behov. Foldern som togs fram utvärderades enbart verbalt men byggde på materialet från PU-processen, detta innebär att det ändå var relevant utan någon större utvärdering. En utvärdering med delägarna hade möjligtvis kunnat bekräfta om materialet var användbart, men det beslutet lämnades istället över till IDC. Slututvärderingen av PU-processen var väldigt omfattande, däremot hade utvärderingen gynnats av att inkludera flera erfarna deltagare.

9.2 Resultatet

De två första målen för projektet var att forma en PU-process som innehåller metoder och riktlinjer som är i enlighet med CE, vilket den nya PU-processen anses uppfylla. Om den nya PU-processen fungerar praktiskt och långsiktigt kan endast besvaras om ett flertal av delägarna från olika industrier i Skaraborg får utföra PU-projekt utifrån den nya processen. Även om PU-processen ger möjlighet till cirkulära affärsmodeller kommer det fortfarande gå att använda den utan att tillämpa CE, genom att hoppa över aktiviteter som är relaterade till CE. Ett generellt livscykel-tänkande har applicerats genom de olika aktiviteterna, dock kommer delägarna endast använda de delar som anses relevanta för deras verksamhet. En förutsättning är att delägarna kommer att vilja arbeta efter CE då det kan kräva en del omställning i verksamheten. PSS är antagligen det som kommer innebära störst omställning.

Till en början, innan en fungerande industriell symbios finns, kommer ansvaret för de enskilda materialen ligga på företaget som tillverkar produkten. Det kommer att behövas ett noggrannare system för materialmärkning om företag ska kunna veta exakt vad som använts och hur det kan användas igen. Det finns också en övervägning som måste göras då ett material som tar lite energi att utvinna kan ha större påverkan på miljön i resterande livscykel.

I EMFs modell med de två kretsloppen så återgår den innersta cirkeln till återförsäljaren. Att klargöra vem som ansvarar för återtagandet i de olika fallen kan bli en utmaning. I andra fall sker försäljning utomlands för vissa delägare och att skapa ett fungerande sätt för återtagning kan skapa utmaningar. Ska företagen ha fabriker i länderna de säljer produkter för att reparera eller ska de fraktas till Sverige och tillbaka vilket kräver mycket bränsle? Oftast är det utanför området för en produktutvecklare att ansvara för återförsäljare. Men med CE i åtanke går det inte att ta fram en produkt utan att ta hänsyn till återförsäljaren. Hur ska en produktutvecklare gå tillväga?

Processen är anpassad för små- och medelstora företag, vilket inte innefattar alla IDCs delägare. Resursnivån som krävs för den nya PU-processen är förmodligen tillräckligt låg även för mikroföretag (mindre än tio anställda). När det gäller stora företag så är PU-processen på vissa ställen för generell. Ett företag med så stora system skulle inte ha så stor användning av verktyg som förenklad LCA. De skulle dock ha användning av en livscykelanalyserande syn genom att analysera vilken funktion och på vilket sätt den kan säljas på. Det är antagligen en förutsättning att sätta upp mål likt DFE och hur de ska nås, för få fungerande arbetsrutiner. De har mer resurser och kompetens och har på så sätt större möjligheter än små- och medelstora företag. Idag är större företag redan tvungna till ansvarstagande och har förhoppningsvis redan utarbetade PU-processer som följs och behöver därför inte samma stöd från IDC. Det finns en annan kategori att ta hänsyn till, vilket är företag i förändring. Företag som växer står inför omställning inom organisationen. Går detta att utnyttja eller blir införandet av cirkulära modeller för mycket att hantera?

Ett företag använder hellre en egenutvecklad PU-process enligt intervjuerna som gjordes. Detta kan vara till fördel i och med att den är inarbetad, men också till nackdel då nya infallsvinklar kan vara viktiga. Den framtagna PU-processen anses inte vara helt klar, då den inte är testad och förbättrad av erfarenhet, men den visar i vilken riktning ett företag bör gå. Förhoppningen är också att den ska få delägarna intresserade av att använda den och på så sätt utveckla den efter sin egna verksamhet.

Det andra målet var att på enkelt sätt få företag att förstå innebörden av CE. Detta löstes genom att ta fram en folder med förklaring till vad CE är och tillvägagångssättet. Att förklara ämnet ansågs inte som ett stort problem jämfört med att få företagen att börja arbeta med det. Att få företag att inse innebörden med CE ansågs inte heller få dom att arbeta efter CE, vilket arbetet borde ha tagit mer hänsyn till. Det hade gett större effekt att skapa en webbplats med mer information, och en folder kommer inte få företagen att förstå hela vikten av CE. Förhoppningsvis gör den delägarna nyfikna till att få reda på mer och efter det börja sitt arbete med CE.

Foldern, den nya PU-processen samt förklarande material bör tillsammans skapa en möjlighet för IDC att få sina delägare att förstå vikten av cirkulära affärsmodeller. Däremot hade det varit mer optimalt för IDC, med deras kompetens inom organisation, att utbilda sig inom CE. I övrigt ansågs detta mål för projektet vara uppfyllt.

Sista målet för projektet var att skapa förutsättningar för ett mer medvetet industrisamhälle i Skaraborg. För att verkligen uppfylla detta mål krävs det mer än en PU-process och en folder, även om dessa skapar en bra grund.

9.3 Slutsatser

Det har varit svårt att ta fram generell PU-process anpassad för så många olika typer av företag, det är kanske därför miljöanpassad PU ofta görs med integrerade arbetsrutiner för enskilda företag. Om produktutvecklare ska börja arbeta efter CE, så måste de ta

hänsyn till återförsäljarna. En annan slutsats som kan dras är att alla företag i en region måste arbeta tillsammans med CE, även om de är konkurrenter. Detta är p.g.a. att det krävs ett system för återtagning av material där alla medverkar och ett system som försäkrar att materialen är rena.

9.4 Rekommendationer till vidare arbete

Eftersom PU-projekt sker över en längre tid så fanns inte möjligheten att testa PU-processens långsiktiga effekt. IDC bör vidareutveckla PU-processen genom att låta företag använda den i verkliga scenario och studera de långsiktiga effekterna och därefter göra de justeringar som krävs. I detta ingår även att beakta problemen vid övergång från t.ex. små- till medelstora företag så att PU-processen inte motverkar möjligheterna. Det borde också skapas ett system för industriell symbios om CE ska kunna tillämpas inom Skaraborg fullt ut, möjligtvis genom ett miljömärkningssystem för återvinningsmarknad. En rekommendation för arbetet med CE och PU-processen är att skapa ett poängsystem med olika nivåer beroende på hur väl företagen anpassar sina produkter för miljön. Om IDC vill ge delägarna en bättre insikt i CE, få dom att arbeta efter CE och ge dom möjlighet till att arbeta med CE skulle en hemsida med information, verktyg och PU-process vara första rekommendation.

Referenser

Alvesson, M. (2011). *Intervjuer: Genomförande, tolkning och reflexivitet.* Malmö: Liber.

Benton, D., Hazell, J., & Hill, J. (2014). *The Guide to the Circular Economy.* Oxford: Dõ Sustainability.

Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature.* New York: Perennial.

Bogue, R. (2007). Design for disassembly: a critical twenty-first century discipline. *Assembly Automation, 27*(4), 285-289.

Braungart, M., & McDonough, W. (2009). *Cradle to Cradle.* London: Vintage.

Brohammer, G. (1998). *Produktekologi: Handbok om livscykelanalys (LCA) i produktutveckling.* Stockholm: Industrilitteratur.

Cross, N. (2008). *Engineering Design Methods* (4 uppl.). West Sussex: John Wiley and Sons Ltd.

Curedale, R. (2013). *50 selected design methods.* Topanga: Design Community Collage Inc.

Desso. (januari 2011). *Corporate Responsibility*. Hämtat från Desso: http://www.desso-businesscarpets.com/corporate-responsibility/the-road-less-travelled/ den 8 maj 2015

Ecovative. (2015). *Mushroom Materials*. Hämtat från Ecovative Design: http://www.ecovativedesign.com den 5 maj 2015

Ehrenfeld, J., & Gertler, N. (1997). Industrial Ecology in Practice. *Journal of Industrial Ecology, 1*(1), 67-79.

EMF. (2013). The size of the prize. i E. M. Foundation, *A New Dynamic* (ss. 30-44). Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation.

EMF. (2014). *Towards the Circular Economy.* Ellen MacArthur Foundation.

EUROPEISKA GEMENSKAPERNAS KOMMISSION. (den 2 juli 2002). *COM(2002)347/F1-SV.* Hämtat från Europeiska Kommissionen: http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2002/SV/1-2002-347-SV-F1-1.Pdf den 6 februari 2015

Europeiska kommissionen. (den 20 maj 2003). *Den nya definitionen av SMF-företag.* Hämtat från Europeiska Kommissionen: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_sv.pdf den 24 maj 2015

Filippa K. (2015). *OUR METHOD*. Hämtat från Filipa K: http://www.filippa-k.com/se/sustainability-1/our-method/ den 5 maj 2015

Grafström, M., Göthberg, P., & Windell, K. (2008). *CSR: Företagsansvar i förändring.* Malmö: Liber.

Höst, M., Regnell, B., & Runesson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete.* Lund: Studentlitteratur AB.

Institute, S. S. (2015). *Vad är ISO 26000*. Hämtat från Swedish Standard Institute: http://www.sis.se/tema/iso26000/Vad-ar-ISO-26000/ den 10 februari 2015

Knight, P., & Jenkins, J. O. (2008). Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of Cleaner Production, 17*(2009), 549-558.

Naturvårdsverket. (den 17 september 2014). *Hållbar utveckling med miljöbalken*. Hämtat från Naturvårdsverket: http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Miljobalken den 15 mars 2015

Norrblom, H. L., Jönbrink, A. K., & Dahlström, H. (2000). *Ekodesign - praktisk vägledning.* Mölndal: Institutet för Verkstadsteknisk Forskning.

Radeka, K. (2011). *A Checklist for Designing a Checklist.* Hämtat från Lean Product Development: http://leantechnologydevelopment.com/system/files/Checklists-Letter.pdf den 20 april 2015

Seidman, I. (2013). *Interviewing as qualitative reasearch.* New York: Teacher Collage Press.

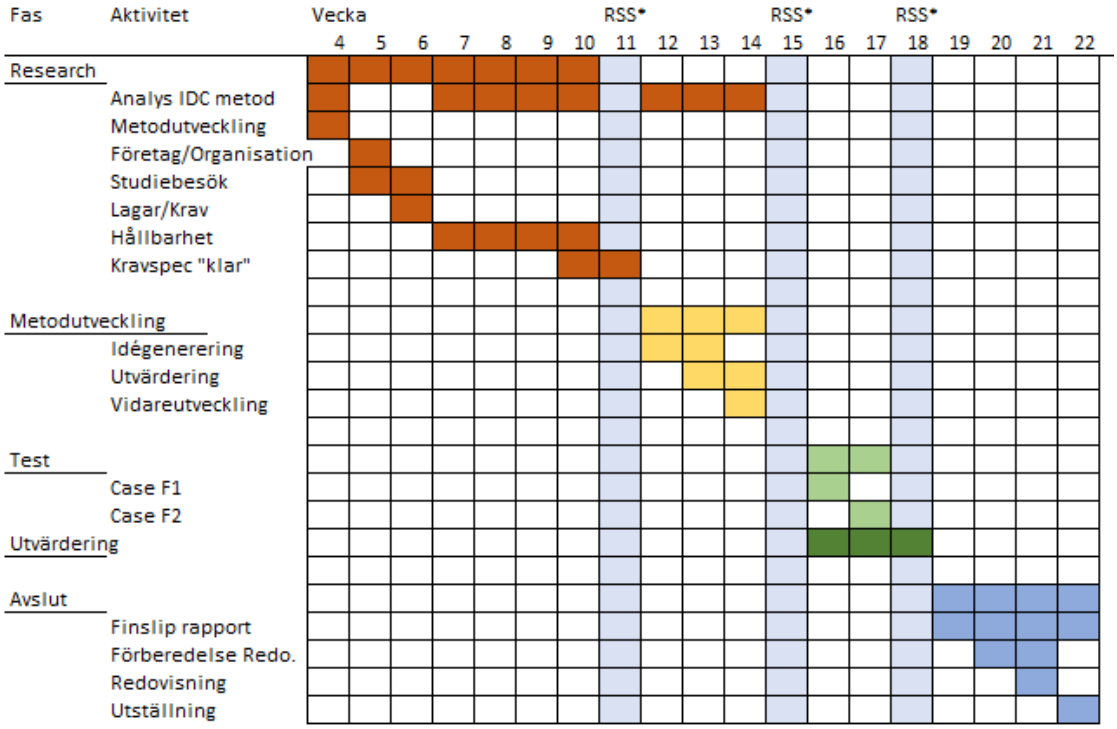
Tukker, A. (2004). Eight types of productservice system: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet. *Business Strategy end Environment, 13*(2004), 246-260.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development* (5 uppl.). New York: McGraw-Hill.

Österlin, K. (2010). *Design i fokus* (3 uppl.). Malmö: Liber.

Bilaga A - Examensarbetets planering med veckovis detaljnivå

Gantt schema

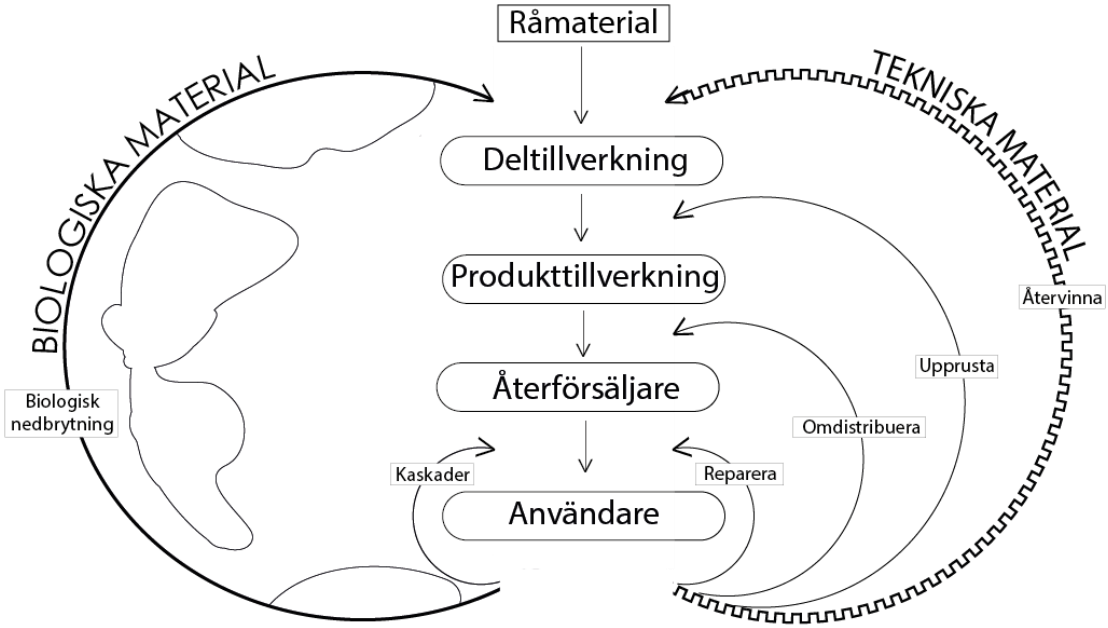


Bilaga B - Utvärdering med kravspecifikationen

Kravspecifikation cirkulär ekonomi för produktutveckling													
Krav	Förklaring		Förenklad LCA	Fullständig LCA	PLM	DFM	DFA	DFD	DFE	DFRRR	Biomimik	EkoStrategihjulet	Checklist
			25	35	28	7	9	15	36	19	19	34	45
Lätt att förstå	Inte använda komplicerade/akademiska ord etc.	9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Hanterbart för små och medelstora företag	Verktyg lämpade för små- och medelstora företag	9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Produkt:													
Alternativa ägandeformer	Identifierar/tillvägagångssätt för andra alternativ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Analys av produktens livscykel	Kartläggning av miljöpåverkan	7	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
Längre livslängd	Tillvägagångssätt för att optimera	5	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Moduluppbyggda produkter	Hjälpmedel	8	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Färre delar	Optimerar produkter för reperation/återanvändning	8	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Lätt att separera	Optimerar produkter för reperation/återanvändning	6	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Naturlig sammanfogning	Undvika giftiga lim etc	10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Reparation	Optimera för	5	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Återanvändning	Optimera för	5	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
Ansvarsområden under livscykel	Identifiera vart ansvaret ligger	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Återförsäljare	Kopplingar, ansvar, kontrakt	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Färre deltillverkare	Analysera och utvärdera	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Lokala deltillverkare	Identifiera och utvärdera	5	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Insikt i EOU	Analysera möjligheter för återtagning	8	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Material:													
Material fria från gifter	Aktivt undvika och hitta alternativ	9	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Lokala resurser	Analysera möjligheter	6	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Mindre variation av material i samma produkt	Analys, optimera	10	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Ingen gifter under bearbetning	Aktivt undvika och hitta alternativ	8	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
Medvetenhet om underleverantörers materialbehandling/bearbetning		7	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
Undvika material som är bristvara	Aktivt undvika och hitta alternativ	6	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Minska spill	Optimera tillverkningsprocess	7	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
Återanvända spill	Optimera resthantering	5	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Kaskader	Undersöka alternativ för	5	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Nedbrytbara	Om möjligt	6	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1
Minska sammanlagda mängden	Via konstruktion	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Återvinning	Optimera konstruktion	9	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Emballage (ingående/utgående):													
Reducera	Via logistik, förpackningssätt	6	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
Nedbrytbart	Materialval	5	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Återvinning	Materialval	6	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Återanvändning	Optimera funktion	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Resthantering	Underleverantör/Internt/Återförsäljare/Kund	5	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Användare:													
Mindre materialförbrukning	T.ex. papper till skrivare/häftstift	7	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
Mindre energiförbrukning	Användning	7	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
Energi:													
Enbart förnyelsebara källor	Produktion	5	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Minskad förbrukning under produktion	Analys, återgärd	8	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1
Minskad energiåtgång under utvinning av material	Val av leverantör	7	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
Kartläggning av energiåtgång	Under PLC	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Transport:													
Färre transporter	Optimera logistik	6	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
Kortare transporter	Optimera logistik	6	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
Miljövänligare transportalternativ	Utvärdera möjligheter	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Avfall:													
Kartlägga	Identifiera förbättringsområden	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Eliminera giftiga		5	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
Minimera	Optimera PLC	7	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1

Bilaga C - Bakgrund till sista utvärdering

Vi är två designingenjörsstudenter som gör vårt examensarbete i samarbete med IDC. Vårt uppdrag är att utveckla deras produktutvecklingsprocess genom att implementera cirkulär ekonomi.
Cirkulär ekonomi innebär affärsmodeller där material och produkter återgår i två kretslopp enligt bilden nedan. De biologiska materialen återgår antingen genom nya produkter och vid sitt livs slut bryts ned av naturen eller kontrollerad nedbrytning, biprodukter kan vara biogas etc. De tekniska materialen kan återgå på fyra olika sätt där reparation är det mest ultimata då minst energi och resurser behövs. Sedan kan produkten åter igen distribueras (ny användare med viss kosmetisk uppgradering), upprustas (delar i produkten byts ut) eller återvinnas. Detta ställer bl.a. krav på att material är lätta att separera och fria från ”gifter”. En annan del som underlättar cirkulär ekonomi är alternativa ägandeformer, som kan ge företag större intresse i att kunna återanvända produkter, delar eller material (grundligare förklaring senare i materialet).



Uppdraget är alltså att ge IDCs delägare möjligheten att jobba efter cirkulär ekonomi och er uppgift är att utvärdera resultatet för finslipning. Vi har genom att implementera olika metoder och verktyg i IDCs PU-process täckt in teorin för cirkulär ekonomi. Vi vill med processen underlätta arbetsrutiner för renare tillverkning, få företag att inse värdet/potentialen i de resurser som används samt visa att få förändringar kan göra stor skillnad.
Viktigt att notera är att processen anpassas beroende på företag, det kan hända att för vissa företag skalas vissa element bort. Nedan beskrivs grundläggande frågeställningar vi vill ha svar på från utvärderingen:
Ligger de nya arbetsmomenten på lämpliga ställen i processen?
Hur logiskt är förhållandet mellan de nya och gamla arbetsmomenten?
Är arbetsgången logisk?
Är de nya arbetsmomenten enskilt hanterbara för små- och medelstora företag?
Vi kommer under avstämningen med er utgå ifrån frågeställningen ovan och naturligtvis bygga ut med fler frågor. Resterande av detta material är kopplat till processen med numreringar. Siffrorna förklarar var under processen delägarna ska använda vilken del. De markerade punkterna utan siffor är delar vi lagt till som anses viktiga, men inte kräver djupare förklaring.

Bilaga D - Funktionsanalys - Uppstart

Markering 1 i produktutvecklingsprocessen.

En funktionsanalys handlar om att ta reda på vad för funktion en kund egentligen efterfrågar. Genom att specificera en funktion istället för en produkt kan kundens behov lösas på ett mer innovativt sätt som samtidigt är bättre ur miljöperspektiv. Exempel på värdeskapande frågor är:

Vad är produktens huvudfunktion?

Vilka övriga funktioner efterfrågas av kund?

Hur väl fyller den befintliga produkten dessa funktioner?

Finns det något annat sätt att lösa funktionen på?

Skulle man kunna tillföra fler funktioner för att bättre tillfredsställa kundens behov?

Kommer kundens behov ändras i framtiden?

Hur kan man förbereda produktförändringar för framtida behov?

Exempel kan vara behöver kunden en borrmaskin eller ett hål. Borrmaskinen är en produkt medan hålet går att få på många olika sätt.

Bilaga E - Produkt-Service System - Uppstart

Markering 2 i produktutvecklingsprocessen.

När en funktion är specificerad, eller samtidigt som en funktion specificeras är det viktigt att fundera över vilket sätt funktionen kommer uppfyllas. En ren fysisk produkt är inte alltid den bästa lösningen, vilket betyder att ägandeformerna av funktionen borde analyseras. Genom att inrikta sig mot en mer service-orienterad verksamhet ges möjligheten till en närmare kundrelation. Samtidigt som kunden får starkare relation till företaget, får företaget möjlighet att närmare följa kundens behov, vilket kan leda till snabbare och mer innovativ utveckling. Nedan visas en bild över de olika ägandeformerna med förklaring.

För att ge ett exempel på en serviceinriktad verksamhet fundera över hur musik levereras till kunder idag jämfört mot förr. Genom att övergå till en digital tjänst som ”hyrs” ut till kunder slipper företaget tillverkningskostnader för cd-skivor, fodral etc. samtidigt som kunden kan ha tillgång till tjänsten vart den än går istället för att behöva ha med sig begränsat utbud.

Nedan beskrivs hur en funktion kan levereras till en kund på olika sätt.

Produktorienterad

Affärsmodeller främst riktad mot ren produktförsäljning, med viss extra service inkluderad.

1 Produkt relaterad

Leverantören säljer produkten men erbjuder också extra tjänster såsom underhållskontrakt, tillförsel av förbrukningsvaror eller finansiering av produkten, men också ett tillbakatagande när produkten är färdiganvänd.

2 Råd och konsulterande

Tillsammans med en såld produkt ger leverantören råd om hur produkten används på effektivast sätt. Detta innebär konsultation av t.ex. optimering av logistiken där produkten används som en del av produktionen.

Användarorienterad

Produkten har en central roll, men ägandet stannar hos leverantören.

3 Produkt-leasing

Ägandet stannar hos leverantören medan kunder har full tillgång till produkten. Leverantören har ansvar för underhåll och reparation och kunden betalar en regelbunden avgift under användandet.

4 Hyra produkt

Ägandet stannar hos leverantören som ansvarar för underhåll, reparation och kontroll. Användaren betalar för tillgång till produkten men har inte egen full tillgång till produkten utan används av olika användare.

5 Produkt pooling

Produkten hyrs och delas av flera användare samtidigt.

Resultatorienterad

Leverantören och beställaren kommer överens om ett resultat, men ingen specifik produkt avses att lösa problemet/funktionen.

6 Verksamhetsbaserad

En del av ett företags verksamhet hyrs ut till någon utomstående t.ex. städtjänst eller catering.

7 Betalning per användning

En produkt används som bas, men användaren betalar inte för produkten utan vad produkten utför. Exempel på detta är skrivartjänster, där betalning per utskrift sker. Leverantören står för det som behövs för en fungerande tjänst såsom skrivarpatroner, papper och underhåll.

8 Funktionella resultat

Leverantören kommer överens med kunden om ett specifikt resultat. Leverantören är helt fri över hur resultatet ska levereras. Exempel på detta är företag som ska leverera ett visst klimat på ett kontor, istället för att sälja kylsystem etc.

Bilaga F - DFE – 7 steg genom hela PU-processen

Markering 3.1-3.7 i produktutvecklingsprocessen.
Denna metod utförs i varje fas under PU-processen där varje steg beskrivs var och hur det ska användas. Syftet är att underlätta för delägarna vad de behöver tänka på och vad de kan göra under deras produktutveckling för att underlätta för cirkulära produkter.

1: DFE Agenda – Uppstart

DFE Drivkrafter

Första steget är att under uppstarten gå igenom drivkrafterna för att arbeta med DFE. Det är viktigt för företaget att veta varför dom bör arbeta med detta och hur det kan löna sig, för att bli motiverade. Detta steg har underlättats för delägarna genom att redan ha listat interna och externa drivkrafter, vilket betyder dom inte behöver lägga lika mycket tid. Tabellen nedan visar relevanta exempel, men kan också anpassas för enskilt företag.

Interna drivkrafter	Externa drivkrafter
· Produktkvalitet · Offentliga bilden · Kostnadsreduktion · Innovation · Driftsäkerhet · Anställdas motivering · Etiskt ansvar · Användarbeteende	· Miljölagstiftning · Efterfrågan på marknad · Konkurrens · Branschorganisationer · Leverantörer · Socialt tryck

DFE Mål

Även under uppstarten utses mål som delägarna ska arbeta med under projektet. Målen är kategoriserade för att underlätta var det går att göra skillnad. Under varje fas anges också vem som kommer ha störst ansvar för respektive mål, men ansvaret kan också fördelas utefter delägarnas egna möjligheter. Nedanstående mål är generella för produktutveckling där delägarna själva ska utse vilka mål som är relevanta för just deras projekt. Genom att lista de generella målen underlättas arbetet även i detta stadie för delägarna.

Livscykelstadium	DFE Mål
Administrativt Ansvar: Ledning, marknad, utveckling	· Uppfylla lagar · Uppfylla branschspecifika miljömärkningar · Uppfylla ISO-standarder (9001,14001,14040, 26000 etc.) · Kombinera produkt med service

Material Ansvar: Inköp och utveckling	· Undvik direkt giftiga material · Undvik material som innehåller ämnen på myndigheternas kemikalielistor över miljöskadliga ämnen (och egen lista) · Undvik material som hotar den biologiska mångfalden · Minska mängden material som det inte finns stora resurser av · Minska mängden material som ger stora emissioner vid tillverkning · Använd återvunna material · Använd material som inte behöver extra ytbehandling
Produkt Ansvar: Utveckling	· Sälj funktion istället för produkt · Integrera funktioner · Dematerialisering · Reducera vikten · Moduluppdelning · Maximera livslängden
Tillverkning Ansvar: Produktion	· Välj ytbehandlingsprocess som minskar den totala miljöbelastningen · Undvik miljöfarliga ämnen för ytbehandling · Välj produktionsteknik som kräver lite energi · Välj processer som kräver en liten mängd förbrukningsråvaror · Välj processer som ger bra kvalitét med liten omarbetning/kassation · Minska antalet produktionssteg · Minska produktionsspill
Distribution Ansvar: Utveckling, marknad/logistik	· Minska transportvolymen · Leverera produkten i delar istället för färdigmonterat · Designa produkten för mer effektiv lastning och transport · Minska emballage · Återanvänd emballage, alternativt nedbrytbart · Förbättra förpackningssättet · Välj bra transportmedel · Färre transporter (Från underleverantör/till kund)
Användning Ansvar: Utveckling	· Hjälp användaren att spara energi · Sänk energikonsumtionen · Använd rena energikällor · Mindre förbrukningsmaterial · Estetisk livslängd bör inte vara kortare än den tekniska · Förläng produktens tekniska livslängd
Återtagning Ansvar: Ansvariga inom respektive område.	· Dokumentera den tänkta lösningen för produktens resthantering · Enkelt underhåll och god reparerbarhet · Se till att materialen går att återvinna · Återanvändning av material · Återanvändning av hela produkten · Återanvändning av delar · Biologiskt nedbrytbart

2: Potential – Förstudie

Under förstudien ska delägarna fundera över hur målen kan uppnås. Nedan finns en tabell med samma kategorisering som DFE-målen, där generella frågor ställs angående hur förbättringar kan ske. Detta möjliggör för projektgruppen att inse potentiell miljöpåverkan tidigt utan mycket data finns tillgängligt. På samma sätt som när målen sattes ska delägarna här lista de relevanta frågorna för just deras projekt (kopplat till målen).

Livscykelstadium	**Frågor**
Administrativt Ansvar: Ledning, marknad, utveckling	· Vilka lagar måste uppfyllas? · Vad finns det för specifika miljömärkningar i branschen? · Hur uppfyller vi respektive ISO-standard? · Vilken typ av service är mest lämpad för produkten?
Material Ansvar: Inköp och utveckling	· Vilka material ska undvikas? (Egen lista + myndigheternas lista) · Hur mycket, vilka typer av (icke) återvinningsbart material kommer användas? · Hur mycket, vilka typer av tillsatser kommer användas? · Finns en återvinningsmarknad för materialen? · Hur mycket energi krävs för att utvinna dessa material? · Kommer materialen kunna identifieras?
Produkt Ansvar: Utveckling	· Hur kan funktioner integreras? · Vilka delar kommer slitas först? · Hur kan produktens livslängd optimeras? · Vilka delar behöver vara lättåtkomliga? (upprustning, reparation) · Hur kan överdimensionering undvikas? (Stödribbor etc.)
Tillverkning Ansvar: Produktion	· Hur många, vilka typer av produktions processer kommer användas? · Hur många, vilka typer av insatsvaror kommer behövas? · Hur hög kommer energi konsumtionen vara? · Hur mycket avfall kommer genereras? · Kan produktionsavfall separeras för återvinning? · Sker någon typ av etikettering?
Distribution Ansvar: Utveckling, marknad/logistik	· Vilka typer av transport-emballage, produkt-emballage kommer användas? · Vilken typ av transport kommer användas? · Finns det lokala underleverantörer? · Vilka typer av transport kommer krävas för att upphandla Material/komponenter?

Användning Ansvar: Utveckling	· Hur mycket, vilken typ av energi kommer krävas? · Hur mycket, vilken typ av förbrukning kommer behövas? · Vad kommer den tekniska livslängden vara? · Hur mycket underhåll och reparationer kommer behövas? · Vilka och hur mycket kommer tillsatsvaror och energi kommer krävas? · Vad kommer den estetiska livslängden vara? · Kan produkten repareras av kund?
Återtagning Ansvar: Ansvariga inom respektive område.	· Hur kan produkten återanvändas? · Kan material enkelt separeras? · Kan produkten snabbt tas isär med vanliga verktyg? · Vilka komponenter och material kan återanvändas? · Vilka material kommer återvinnas? · Kommer återvinningsbara material vara identifierbara? · Hur kommer produkten disponeras? · Används bläck, ytbehandling eller klister som försvårar återvinning? · Om svår resthantering, kan produkten göras biologiskt nedbrytbar?

3: DFE Riktlinjer – Förstudie
I slutet av förstudien ska delägarna lista de riktlinjer som ska gälla under projektet. Dessa riktlinjer görs själva av delägarna med hjälp av de tidigare stegen. Resultatet listas i en tabell likt de tidigare som behållas under hela projektets gång.

Livscykelstadium	DFE Riktlinjer
Administrativt	·
Material	·
Produkt	·
Tillverkning	·
Distribution	·
Användning	·
Återtagning	·

4: DFE Tillämpa – Utveckling
Under utvecklingen tillämpas riktlinjerna på olika koncept.
5: DFE Utvärdera – Utveckling + Industrialisering
I slutet av utvecklingsfasen utvärderas slutkonceptet mot målen som sattes i början av projektet.
Under industrialiseringen utvärderas produktionssystemet mot målen sattes i början av projektet
6: DFE Förfina - Utveckling + Industrialisering
Efter utvärderingen justeras slutkonceptet utefter de identifierade bristerna från utvärderingen, alternativt lämnas förbättringarna till nästkommande produkt.

Efter utvärderingen av produktionsupplägget justeras de identifierade bristerna, alternativt förbättras senare.

7: DFE Reflektion – Ramp up

Sista steget sker i sista fasen under projektet där projektgruppen utvärderar hela DFE-arbetet utefter förslagsvis tre frågor:

Hur väl utfördes DFE-processen?

Hur kan vår DFE-process förbättras?

Vad för DFE-förbättringar kan göras på uppföljande och framtida produkter?

Resultatet av reflektionen tas med till nästa projekt där de möjliga förbättringarna kan ske, men även det som fungerade bra används.

Bilaga G - MET-matris - Utveckling

Markering 4 i produktutvecklingsprocessen.
Denna matris är till för att kunna kartlägga potentiell miljöpåverkan under en produkts livsstadier. Genom att ange vad för material, energi och toxiska (MET) som tillförs samt avges under varje fas kan produktkoncept eller befintliga produkter utvärderas på ett snabbt och enkelt sätt jämfört mot en fullständig livscykelanalys. Ett exempel på hur en MET-matris kan användas visas nedan.
Första exemplet är den enklare versionen där en snabb uppskattning och specificering över vad som händer under de olika livsfaserna och hur det påverkar miljön.

	Material	**Energi**	**Toxiska ämnen**
Materialframställning	Råolja Aluminium Malm etc.		Ämnen för förädling etc.
Tillverkning	Plast Stål Aluminium Gummi etc.	Borr Kallvalsning Energi till fabrik CO_2 -utsläpp etc.	Ämnen för förädling Ytbehandling Ångor från processer Vattenföroreningar etc.
Distribution	Produkt Emballage etc.	Bensin/diesel CO_2 -utsläpp etc	Försurning etc.
Användning	Förbrukningsmaterial Reservdelar Batterier etc.	Elektricitet till respektive delar Bränsle etc.	Batterier etc.
Resthantering	Plast - nedsmältning Stål - omformning Gummi – förbränning etc.	Energi som krävs för materialprocesser etc.	Avfall från materialdeponering/ Förbränning etc.

Den andra versionen är en mer detaljerad specificering under varje livs fas. Här noteras vad och hur mycket som är ingående och utgående under varje fas.

	Material	**Energi**	**Kemikalier**
Materialframställning	<u>Ingående:</u> - Råolja - X kg - Malm - X kg - Aluminium - X kg - Skogsvirke - X kg etc.	<u>Ingående:</u> - Åtgång för Extrudering/Framställning av material - Fossila bränsle - Solenergi - Vindenergi etc.	<u>Ingående:</u> - Eventuella tillsatser för förädling av material etc.
	<u>Utgående:</u> - CO_2 - X kg - SO_2 - X kg - Ev. miljöfarliga ämnen	<u>Utgående:</u> - CO_2 -utsläpp etc.	<u>Utgående:</u> - Kemikalieavfall - Eventuella andra miljöfarliga avfall etc.

Tillverkning	Ingående: - Material - Komponenter - Emballage etc.	Ingående: - Elektricitet för verktyg/maskiner etc.	Ingående: - Kemikalier för ytbehandling etc.
	Utgående: - Färdig produkt - Produktionsspill etc.	Utgående: - CO_2 -utsläpp etc. - Vatten	Utgående: - Kemikalieavfall - Förångning av platser etc.
Distribution	Ingående: - Diverse material till leverantör (X tonkm.) - X% med lastbil - X% med båt - X% med flyg - Emballage etc.	Ingående: Fossila bränsle Lastbil - X liter Båt - X liter Flyg X liter - Bilbatteri, radio etc.	Ingående: Fossila bränsle etc.
	Utgående: - Produkt till kund (X tonkm) - X% med lastbil - X% med båt - X% med flyg - Emballage etc.	Utgående: - Avgaser etc.	Utgående: Avgaser etc.
Användning	Ingående: - Reservdelar - Förbrukningsmaterial - Batterier etc.	Ingående: - Elektricitet X kWh - Fossila bränslen X liter - Vind/vattenkraft - X st. Batterier etc.	Ingående: - Rengöringsmedel - Färger/lack - Batterier etc.
	Utgående: - Materialspill - Förbrukade förbrukningsvaror etc.	Utgående: - Värme - Ljud - Vibrationer etc.	Utgående: - Kemikalieavfall etc.
Resthantering	Ingående: - X kg Plast typ A varav X% återvinningsbart - X kg Plast typ B varav X% återvinningsbart - X kg aluminium varav X% återvinningsbart - X kg trä typ A varav X% återvinningsbart - X komponenter typ A - Tillsatser för återtillverkning av material etc.	Ingående: - Energi, värme och kraft för demontering av komponenter och material - Transport av material och komponenter	Ingående: - Kemikalier för rengöring av delar etc.

	Utgående: Återanvändning - X kg Plast typ A varav X% - X komponenter typ A Deponi - X kg Plast typ A - X kg gummi - X komponenter typ A	Utgående: - CO_2 -utsläpp - Energi från avfallsförbränning etc	Utgående: - Kemikalieavfall - Giftiga ångor etc.

De olika exemplen skiljer sig ganska mycket åt, vilket innebär att delägarna själva kan välja vilken nivå de vill lägga sig på.

Bilaga H - PU-processen innan utvärdering

U P P S T A R T

Syfte: Klargöra grundförutsättningar för projektet.

- Forma produktidé
  - Vad är Kundnyttan
  - 1 Funktionsanalys
  - 3.1 DFE - Agenda

- Klargöra marknadspotential
  - Målgrupp
  - 2 Produkt - Service
  - 1 Framtida krav (miljö, kund etc)

- När sker marknadsintroduktion

- Resurser/kompetenser utöver det befintliga
  - Fördela ansvarsområden

- Vem finansierar projektet
  - Uppskattning av kostnad

F Ö R S T U D I E

Syfte: Ta fram beslutsunderlag för projektet

- Forma Projektdirektiv
  - Resultatet ifrån uppstartsfasen (syfte, mål, ekonomi, leveranstider, projektgrupp)
  - 3.2 DFE - Potential/Riktlinjer
  - Fördela ansvarsområden
  - Kommunikationskanaler

- Användaren
  - 1 Identifiera kundbehov
  - Användarstudie/ kund, slutanvändare

- Konkurrentanalys/omvärldsbevakning

- 2 Produkt - Service: Analysera, optimera

- Produktbeskrivning
  - Funktionsmässig
  - Teknisk
  - Emballage
  - Målpris komplett (Kostnad + Vinst = Pris)
  - 3.3 Sammanställning av Kravspecifikation/DFE - Riktlinjer

- Marknadsanalys/volymscenario

- Industrialisering (konsekvensanalys)
  - Utrustning
  - Upplägg
  - Layout
  - Underleverantörer (material, komponenter)

- Riskhantering
  - Intern riskhantering
  - Extern riskbedömning

- Kostnads/intäktsanalys (business case)
  - Projektkalkyl
  - Vem finansierar projektet

- Bemanningsplan utveckling/produktion

- Preliminär masterplan

U T V E C K L I N G

Syfte: Detaljspecifisera produkten

- Forma tvärfunktionell projektgrupp
  - Fastställ ansvarsområden
  - Säkra kommunikations-/informationskanaler internt i företaget om projektet

- Fastställ Masterplan

- DFE - Tillämpa

- Framtagning av produktkoncept
  - Kravsättning
  - Konstruktion/Design
  - Matrialval
  - Optimera för produktion & EOU: DFM, DFA, DFD
  - 4 MEKT- matris
  - Produkt FMEA
  - 3.5/3.6 DFE - Utvärdera, förfina
  - Utveckla emballage
  - Utvärdering mot Kravspecifikation
  - Prototypframtagning för utvärdering egen produktion
  - Prototypframtagning för provning & utvärdering

- Detaljspecificera produktionsupplägg
  - Utrustning
  - Operation
  - Layout
  - Spillhantering

- Leverantörsnätverk för köpt material

- Produktkalkyl

- Marknadsföringsaktiviteter

- Initiera marknadsintroduktion

INDUSTRIALISERING

Syfte: Förbereda produktionsstart

- Planera tillverkning av provserie för internt avlusning
  - Beställa nödvändig utrustning
  - Kvalitesäkring av underleverantör för ingående material
  - Utbildningsplan prod. underhåll

- Genomför fullfartprov/utfallsprov samt dokumentera resultat
  - Säkerställa produktion
  - Materialspillshantering
  - Avfall
  - Emballage
  - DFE - Utvärdering, förfina

3.5/3.6

- Gör en slutrevision inför produktionsstart med fokus på säkerhet

- Upprätta listor på reståtgärder för produkt och process

- Etablera förbättringsgrupper

- Beslut om produktionsstart

- Överlämning

R A M P U P

Syfte: Starta produktion till kund

- Planera volym- och kapacitetssteg
- Bemanningsplan
- Starta produktion (SOP) till kund
- Verkställ marknadsintroduktion
- Säkra kvalitetsåterföring ifrån kund
- Efterkalkyl
- 2 Kalkyl sålda produkter
  - Leasing
  - Servicetjänster
  - Återanvändbart material
  - Modulbyten
- 3.7 DFE - Reflektion
- Projektavslut

Bilaga I - Sammanställning slututvärdering Partex representant

Få med tydligare beslutsgrindar mellan faserna

Uppstart

- Resurser och kompetenser – ta bort punkten "fördela ansvarsområden".
- Försöka ta reda på speciella affärsrisker, väldigt översiktligt – egen punkt.

Förstudie

- DFE potential/rikt – instämmer helt.
- Ansvarsområden – instämmer helt.
- Kommunikationskanaler – instämmer helt.
- Användaren – instämmer helt, jobba vidare med detta.
- PSS – instämmer helt.
- Om projekt organisation vet mycket om tillverkningstekniken – inte nödvändigt med kontakt med leverantör. Om inte – nödvändigt/till hjälp med leverantörer. Notera att det kan vara leverantör av process.
- Emballage – instämmer helt, återger en bild av företaget.
- 3.3 kravspecifikation, dfe – instämmer helt, föreslaget att DFE ingår kravspecifikation för projektet (masterplan?). Notera: Dom brukar göra två kravspec, teknisk kravspec för produkt och masterplan/kravspecifikation till projektet.
- Masterplan ska vara definitiv i förstudien – beslut om projektstart, investeringseskande.

Utveckling

- SHM (Säkerhet, Hälsa, Miljö) - analys saknas.
- Kravsättning – notera att ta med kundkrav, yttre krav.
- Inte låsa sig till metoden FMEA men ha kvar riskanalys, kan göras på annat sätt.
- Lägga till punkt med process/tillverkning riskanalys.
- Beslutspunkt efter utvecklingen men innan "initiera marknadsintroduktion".

Industrialiseringen

- SHM-analys saknas, punkten slutrevision är för sen.
- För tidigt med förbättringsgrupper, ingen som gör det då ändå – flytta till ramp up.
- Tre sista punkterna ordningen är fel och tidigt?

Ramp up

- "Kalkyl sålda punkter" för sent – in i uppstart men översiktligt samt förstudien detaljerat.
- DFE reflektion – instämmer helt.
- Lessons learned – lägga till.