



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Cirkulært Møbeldesign - Et MUDP projekt



MUDP Rapport

Oktober 2022

Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram, MUDP, som er et program under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5, 5000 Odense | Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: ecoinnovation@mst.dk

Web: www.ecoinnovation.dk

Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Vugge til Vugge ApS

Fotos: Magnus Olesen A/S

ISBN: 978-87-7038-450-6

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

0.	Baggrund	5
0.1	Resume	5
0.2	Motivation	6
0.3	Metodik i projektet	7
1.	Kortlægning	10
1.1	Kortlægning og indsamling af materialedata	10
1.2	Materialer der skal udfases/substitueres	13
1.3	Kortlægning af produktionsproces	16
1.3.1	Produktion af Butterfly stole	16
1.3.2	Renovering af Twin loungemøbler	18
1.3.3	Analyse af produktionen	21
2.	Re-design	23
2.1	Udfasning/substitution	23
2.2	Afdækning af ønsker og behov	23
2.3	Udvikling af produktionsproces	24
2.4	Design brief	24
3.	Prototype	26
3.1	Udvikling af nye møbler i serien	26
3.2	Produktion af prototype	30
3.2.1	Prototype hos fa. Becker i Tyskland	31
3.2.2	3D-printede skaller	33
3.2.3	Styrketest af prototype til vippemaskine hos Magnus Olesen	35
3.2.4	Styrketest simuleret i 3D i Solid Works	35
4.	CØ-forretningsmodellen	37
4.1	Introduktion	37
4.2	Den ideelle CØ forretningsmodel	39
4.2.1	Logistiksystemet	41
4.2.2	Overvejelser i forhold til produktion og logistik	42
4.2.3	Eksport og licensproduktion	42
4.2.4	Eksempel på "take-back"-aftale med slutkunde	43
4.3	Principper for tilbagetagning	45
4.4	Servicepakker	46
4.5	Koncepter	46
5.	Cirkulær møbelproduktion	47
5.1	Manual/guide til cirkulær møbelproduktion	47
5.1.1	Samarbejde og partnerskaber	47
5.1.2	Abonnement på cirkulære økonomiske møbler	48
5.1.3	Test af brugte møbler i cirkulære økonomi	48
5.1.4	Ofte forekommende udfordringer	49
5.1.5	Offentlige initiativer	49
6.	Konklusion og perspektivering	50

0. Baggrund

Denne rapport udgør slutrapporteringen for projektet Cirkulært Møbeldesign, gennemført i perioden 2017-2019.

Projektets formål har været at udvikle en ny serie af kvalitetsmøbler til institutioner og virksomheder, som kan ombygges og genanvendes igen og igen, og derved bevare eller evt. øge deres værdi over tid. Det skal give mulighed for at udvikle nye cirkulære forretningsmodeller for danske kvalitetsmøbler til kontraktmarkedet, og bidrage til en fornyelse af dansk møbeldesign med fokus på cirkulære forretningsmodeller og ressourceeffektivitet som en integreret del af møblernes kvalitetsstempel.

Projektets hovedansøger er Magnus Olesen A/S i samarbejde med medansøgere Vugge til Vugge ApS, som har fungeret som projektleder for projektet og Minor Change Group, som deltog i den indledende fase.

Projektet har desuden haft McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC, LLC) i USA som underrådgivere vedr. analyse og vejledning omkring særlige materialer og stoffer, som en fremtidig cirkulær møbelproduktion skal være opmærksom på.

Tak for Miljøstyrelsen for en god dialog med værdifuldt input og godt samarbejde i hele projektperioden.

0.1 Resume

Projektet viser, at der er behov for en nytænkning af hvilke værdier et dansk design møbel kan tilbyde kunden. Det er ikke længere tilstrækkeligt at have et gennemført design af høj æstetisk og komfort kvalitet, hvis der skal konkurreres prisen med udenlandske producenter, der kan levere lignende varer langt billigere. Der er behov for en grøn omstilling, hvor møblets kvalitet, komponenter, produktionsmetode og forretningsmodel bygger på en cirkulær økonomisk model, hvor et møbels dele er designet udelukkende med sunde materialer, så der ikke sker om-løb af skadelige materialer/stoffer.

Alle dele bør kunne udskiftes eller repareres for at forlænge levetiden, og derved gøre det mere attraktivt at vedligeholde og udskifte enkeltdele end at smide hele møblet ud og købe nyt. Et princip, som forventes mindst at kunne firedoble et møbels levetid.

I projektet er der foretaget en kortlægning af eksisterende produkter i møbelproducenten Magnus Olesen (MO) sortiment for at synliggøre potentielt mulige optimeringer undervejs i hele et møbels livscyklus, fra valg af komponenter og halvfabrikata, over produktionsproces til ibrugtagning tilbage til fabrikken for vedligeholdelse og forfra igen, for at lave et produkt der helt igennem er baseret på cirkulær økonomi.

Casestudier af to af MOs møbler: Butterfly og Twin Lounge viser et stort potentiale for en fornyelse og redesign med henblik på at blive egnede til at indgå i en cirkulær forretningsmodel. Twin Lounge møblerne anvendt i Københavns Lufthavn har været til opgradering og fornyelse med genanvendelse af store dele materialerne og er kommet retur til lufthavnen og læringen herfra viser et stort potentiale for gennem modernisering af møbeldesignet hos MO, at kunne tilbyde endnu mere fleksible løsninger og udvikle møbler, som langt nemmere kan indgå i en cirkulær forretningsmodel.

Butterfly-serien rummer allerede en stor variation i stel, materialer, farver etc. og kan skilles ad, men har ikke været designet med henblik på at kunne indgå i en cirkulær økonomisk forretningsmodel. Det var derfor et oplagt produkt at tage afsæt i og i tæt samarbejde med designer Øivind Slaatto har MO foretaget et dybdegående iterativt designforløb for at udvikle et nyt møbel målrettet en cirkulær forretningsmodel.

Talrige designs i varierende materialer og former er tegnet og flere af dem også bygget som prototyper og testet i fuld skala, for at finde det helt rigtige design til en stol der både er simpel, funktionel, æstetisk smuk og designet til at kunne indgå i en cirkulær økonomisk forretningsmodel.

Undervejs i projektet har der været dialog med Københavns Lufthavn, Rudersdal Kommune m.fl. som har vist interesse i en CØ forretningsmodel inden for møbler og deres erfaringer og anbefalinger har indgået i prioriteringerne af forskellige løsninger i hele designarbejdet.

Som inspiration til andre aktører i branchen indeholder rapportens sidste del en nærmere beskrivelse og analyse af cirkulære økonomiske forretningsmodeller i form af en guide til hjælp omkring cirkulær økonomisk omstilling fra flere aktører i den danske møbelbranche, samt en perspektivering hvorfor dette er kritisk i den danske møbelbranche og hvordan.

På baggrund af projektets resultater er stolen er nu sat i produktion og kontrakter med slutkunder vedr. fremtidig opgradering og take-back løsninger er lanceret i markedet. Ud over de direkte resultater af projektet, har projektet givet anledning til mange overvejelser om den fremtidige forretningsmæssige struktur – ikke kun for møbler, men for andre B2B-produkter, som kunne være egnede til cirkulære økonomiske forretningsmodeller.

Det vil være de samme grundlæggende barrierer, der skal overvindes: design skal understøtte, at komponenter kan adskilles og genanvendes, der skal udelukkende anvendes sunde materialer og det kontraktuelle grundlag mellem producent, grossist og kunde skal være baserede på enkle principper, som understøtter, at møblerne også i praksis indgår i et cirkulært kredsløb.

I den videre opfølgning vil partnerne arbejde med en egentlig Cradle to Cradle Certified™ certificering af produkterne, som skal indgå i cirkulære forretningsmodeller og dialog med udenlandske markeder om tilsvarende modeller, vil blive initieret.

0.2 Motivation

Producenter af klassiske danske kvalitetsmøbler er udfordret af nye producenter, som sender billigere møbler på markedet. De billigere møbler har ganske vist det karakteristiske rene skandinaviske formudtryk, men er ofte produceret i dårligere materialer og har følgelig en kortere levetid, dårligere holdbarhed og lav affektionsværdi. Når møblerne er udtjente og/eller skal udskiftes med et nyt design, bliver de derfor kasserede og smidt ud – med et stort resourcespild og affaldsproblem til følge.

Projektejer, møbelproducenten Magnus Olesen (MO), står med valget om at gå i disse konkurrenters spor og gå på kompromis med materialekvaliteten og holdbarheden, vel vidende at de så vil blive storproducent af møbelaffald og bidrage til resourcespildet i branchen, eller i stedet at gå i den modsatte retning og nytænke deres møbelserier med et cirkulær økonomisk mindset, hvor anvendelsen af sunde materialer, resourceeffektivitet og genanvendelse er nøgleparametre.

MO har valgt at fokusere på omstillingen og vil gennem dette projekt vise, at det er muligt at gennemføre en redefinerings og revitalisering af et typisk dansk kvalitetsprodukt, hvor en cirkulær ressource-tænkning bliver en løftestang til at genforene æstetisk udtryk med funktion, kvalitet og levetid i en cirkulær økonomisk forretningsmodel.

0.3 Metodik i projektet

Projektet er opdelt i 6 arbejdsplaner, som udgør en klassisk projektstruktur:

- AP1: Kortlægning af nuværende forhold
- AP2: Re-design af udvalgt produkt
- AP3: Prototype
- AP4: CØ-forretningsmodeller
- AP5: Cirkulær møbelproduktion
- AP6: Projektledelse og administration

For at sikre et konsistent og veldokumenteret grundlag for overgangen til at kunne producere en møbelserie, som lever op til kravene i en cirkulær møbelproduktion, har MO taget afsæt i principperne fra Cradle to Cradle®, som ud over at kunne bidrage til at lave den helt nødvendige prioritering af materialevalg og metoder, også indebærer en metodik og forpligtigelse til at virksomheden kontinuert forbedrer sin miljømæssige profil og bevæger sig i retning af et helt bæredygtigt og cirkulært forretningsprincip.

Inden for rammerne af projektet gennemføres der ikke en egentlig certificering, men indsamling og dokumentation af materialer og processer er gennemført i overensstemmelse med kriterierne i *Cradle to Cradle Certified™ Product Standard* med henblik på en senere Cradle to Cradle certificering af såvel eksisterende møbler som det fremtidige produkt.

Cradle to Cradle®

Cradle to Cradle design-tankegangen, som danner grundlag for den cirkulære økonomi, tilbyder en konkretisering af, hvad omstillingen til en cirkulær møbelproduktion reelt indebærer. Cradle to Cradle® konceptet er såvel omfattende som stringent og forudsætter et paradigmeskift i opfattelsen af, hvorledes et møbel er designet, hvad de indeholder, og hvorledes deres livscyklus planlægges. Konceptet bygger på fortløbende kvalitetsforbedring, hvor *Cradle to Cradle Certified™* produktcertificeringen udgør en struktureret ramme for produktdesignere og producenter.

Principperne for Cradle to Cradle er udviklet af McDonough og Braungart, og danner ligeledes grundlag for Ellen MacArthur Foundations internationale initiativer, analyser og projekter for promovering af bæredygtige cirkulære økonomiske principper, [EllenMacArthurFoundation.org]

Konkret har Cradle to Cradle design-tankegangen været udgangspunktet for projektets kortlægningsfase. Der er indsamlet data og dokumentation for at vurdere status og potentiale for Butterfly-stolen hos MO som grundlag for optimering af materialer og processer. Endvidere er der opstillet en grundlæggende kravspecifikation for re-design, samt udfasning/optimering af materialer specificeret i MOs Cradle to Cradle roadmap strategi for realisering af "100% gode mål".

I Cradle to Cradle Roadmap-metoden tager man afsæt i at definere de "100% gode mål" for de nøgleområder, som er afgørende for produktets cirkulære profil. Dette sammenlignes med produktets nuværende profil og de mellemliggende trin, for at nå de "100% gode mål", identificeres, se figur nedenfor.

Hvor de fleste møbler på markedet traditionelt designs uden hensyn til senere at kunne genbruge de enkelte dele, har MO taget afsæt i "design for disassembly"-princippet ved design af den nye møbelserie. Dette indebærer, at alle dele vil kunne håndteres separat uden destruktiv adskillelse og derved give optimale muligheder for at kunne reparere, opgradere eller genbruge materialerne fra de enkelte dele i møblerne.

Ud over at kunne reparere eller udskifte dele af møblerne, giver det også en enestående mulighed for at kunne opgradere til nye farver, materialevalg, funktioner mv. uden skulle skifte andet end blot de specifikke dele, som dette berører. Når produktet eller komponenter er helt udtjente, genanvendes disse i rene materialefraktioner (som herefter igen genbruges og genan-

vendes i et nye kredsløb). Denne nye forretningsmodel erstatter den nuværende lineære model med en bæredygtig økonomisk model og sikrer, at materialespild minimeres. Det cirkulære kredsløb åbner for helt nye økonomiske modeller, som flytter fokus fra ejerskab til værdien af den brugsmæssige funktion og giver en langt mere fleksibel ramme for brug, fornyelse og udskiftning af møblerne.

I nedenstående figur er det helt overordnede mål for MO illustreret for hvert af områderne:

- Materialesundhed
- Materiale-genanvendelse
- Vedvarende energi & carbon management
- Vandhåndtering
- Social ansvarlighed
- Transport

Skemaet er udviklet ved først at definere de "100% gode mål", som tilstræbes at kunne nås omkring år 2024. Derfra er nuværende stade og første skridt defineret – her for 2017 ved projektets start og endelig er de mellemliggende trin frem mod de 100% gode mål defineret. Skemaet her blev udarbejdet ved projektets start, og selv om der er sket en vis tidsmæssig forskydning er mål og indhold stadig gældende for MO.

Virksomhedsnavn: Magnus Olesen A/S			Version: 3.0		Dato: 2. april 2018	
C2C Vision:						
			2017		2024	
			2018		2022	
			2020			
</						

FIGUR 1. Roadmap for cirkulær forretningsudvikling

1. Kortlægning

”Kortlægningen viste et langt større potentiale for at optimere vores produktion og styre mod et cirkulært produkt end først antaget”, Nils Knudsen, Magnus Olesen A/S

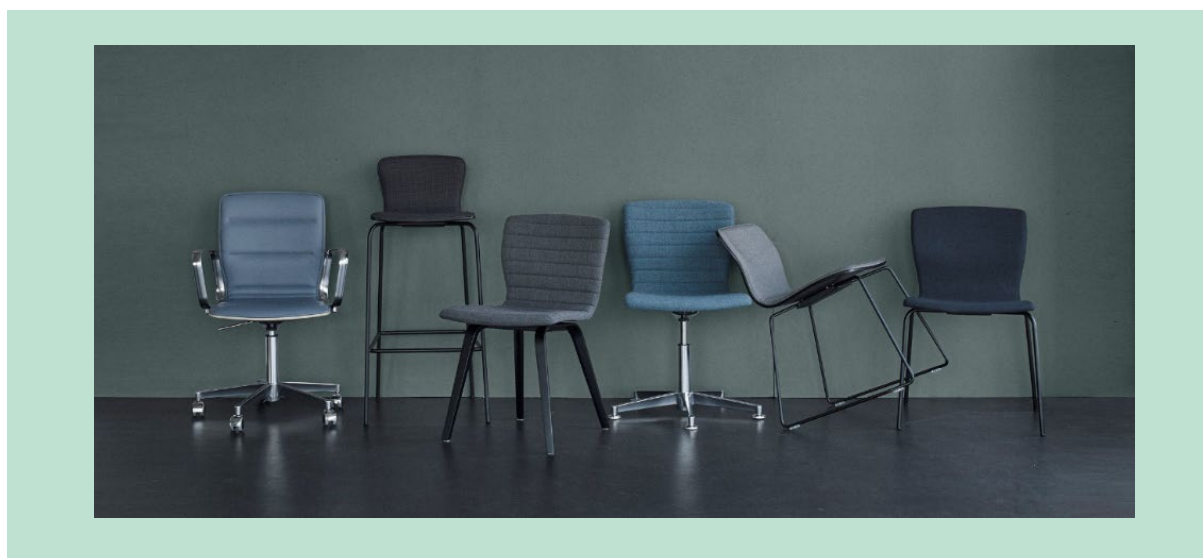
1.1 Kortlægning og indsamling af materialedata

Hensigten med projektets kortlægning er at vurdere Cradle to Cradle potentialet for typiske materialer anvendt til eksisterende møbler. En vigtig prioritering i denne kortlægning er, at identificere materialer som først og fremmest er sunde, så al produktion, renovering og evt. genanvendelse på materialeniveau kun rummer sunde materialer. Næste trin er identifikation af materialer, som er særligt egnede til genanvendelse.

Kortlægningen viser hvilke materialer der er behov for en større viden om, og om der evt. skulle være leverandører eller samarbejdspartnere, der ikke er villige til at indgå i et samarbejde om at udvikle materialer til en cirkulær møbelproduktion. Kortlægningen indeholder en karakteristik af de forskellige komponenter, som enten acceptable eller ikke acceptable til brug i en cirkulær møbelproduktion og dermed dokumentere status, udfordringer og 'proof of concept' for en cirkulær møbelproduktion.

Kortlægningen af eksisterende materialer tager udgangspunkt i Magnus Olesens stol Butterfly, som fremstilles i flere serier og en lang række varianter.

<https://magnusolesen.dk/serie/butterfly/>



FIGUR 2. Butterfly stoleserie.

Indledningsvist er der opstillet en oversigt over samtlige materialer og i hvilken mængde de indgår i produkterne (Bill of Materials). Når vægtprocenten af de indgående komponenter er væsentlig at fremhæve, så skyldes det at Cradle to Cradle konceptet måler graden af data-transparens i forhold til denne. Jo højere datatransparens – jo højere Cradle to Cradle niveau

er det muligt at nå. Alle materialer, der indgår med ≥ 100 ppm skal kortlægges, og herefter indhentes recepten for materialerne hvor alle kemikalier, der indgår heri med mere end 100 ppm, skal identificeres.

Hovedkomponenterne i en standard Butterfly stol er en siddeskal evt. med armlæn og et understel. Siddeskallen er lavet af krydsfiner og kan polstres med polyuretanskum og beklædes med stof. Understellet kan være lavet både af stål/aluminium, krydsfiner og massivt træ. Swivel stolen er en speciel variant af Butterfly serien, som kan højdejusteres. Det betyder, at der udover den bærende del også er monteret en gaspatron på understellet. Hovedkomponenterne udgør som regel mere end 95% af stolen.

De vægtnæssige mindre komponenter er overfladebehandling inkl. lim, diverse skruer oftest af stål, plastelementer med forskellige funktioner (eksempelvis til beskyttelse af gulvoverflade og selve stolen ved stabling) og øvrige materialer, som blandt andet kan findes i tekstilindustrien (velcro-bånd, klammer og tråd).

Den detaljerede liste over materialer er fortrolig. I stedet henvises til den anonymiserede forsimplede oversigt herunder.

	Generisk Materiale	Funktion	Materialets produkt navn / handelsnavn	% del af samlet produktvægt (Sammenlagt 100%)	Leverandørnavn & adresse	Leverandørs kontaktnavn og kontaktdetaljer
1	Stof	Stolebetæk	Fortroligt	0 – 17%	Fortroligt	Fortroligt
2	Krydsfiner	Siddeskal		53 – 64%		
3	Lak/olie	Overfladebehandling		0 – 0,3%		
4	Skum	Polstring		0 – 6%		
5	Lim	Fæstgørelse af skum og PUR		0 – 1,5%		
6	Stål (ALT)	Stoleben		0 – 94%		
7	T træ (ALT)	Stoleben		0 – 18%		
8	T træ (ALT)	Armlæn		0 – 2%		
9	Krydsfiner (ALT)	Armlæn		0 – 1%		
10	PUR	Polstring af armlæn		0 – 6%		
11	Stål	Skruer, stiver, gevindstang og lænkelommer		0 – 0,3%		
12	Plastik	Velcro, stiver, ryglæn og glidere		0,1 – 1,3%		
13	Gummi	Kontaktdækk		0 – 1%		
14	Bronze	Beslag		0,4%		
15	Hydro og stål	Lyslås		0 – 0,4%		
16	Fuld	Polstring og glidere		0 – 1%		

FIGUR 3. Sempel BoM / materialeoversigt.

Der er undersøgt mere end 50 forskellige stoffer og materialer som led i denne kortlægning, som er blevet screenet hos MBDC og en del heraf er efterfølgende blevet vurderet i detaljer.

Der er udvalgt et repræsentativt udvalg af ovenstående komponenter, for hvilke, der er indhentet informationer om deres kemiske sammensætning (Bill of Materials). En komplet BoM indeholder en 100% beskrivelse af alle kemiske stoffer, der er til stede i produktet over 100ppm. Den kan ikke erstattes af et sikkerhedsdatablad, fordi dette kun medtager de kemiske stoffer, der er klassificerede. Visse farlige stoffer kan være indeholdt i produktet i en koncentration, som ikke fordres deklareret, men som Cradle to Cradle metoden alligevel fanger i dataindsamlingen (f.eks. rest fra katalysatorer og monomerer). I mange tilfælde er det nødvendigt at gå flere led tilbage i en forsyningskæde, for at opnå en fuld beskrivelse af det enkelte materiale.

Alle primære leverandører af materialer fik indledningsvist et brev om formål og krav til dataindsamlingen samt skemaer og formularer til registrering af data. I de fleste tilfælde har det været nødvendigt at gå videre til næste led i leverandørkæden for at finde frem til de virksomheder og funktionsområder, der ligger inde med de efterspurte data.

Det har i flere tilfælde ikke været muligt at få en fuld beskrivelse af materialet, og i stedet er leverandøren bedt bekræfte, at der ikke er kemiske stoffer til stede i materialet, som optræder på Cradle to Cradle Banned Lists of Chemicals (BL). Kemiske stoffer på BL er udvalgt pga. deres irreversible negative effekter overfor menneskers sundhed og det omgivne miljø. Oftest er de endnu ikke globalt forbudt, og man ønsker derfor i Cradle to Cradle certificeringen at have speciel opmærksomhed på deres mulige tilstedeværelse i produkter. Overholdelse af BL er et basalt kriterie for at et produkt overhovedet kan komme i betragtning til en Cradle to Cradle certificering. I 2020 bliver denne liste erstattet af RSL (Draft v4 Basic Level Restricted Substances List (RSL)).

Resultatet af kortlægningen af de generiske materialer/komponenter, som er anvendt i Butterfly stolen, kan ses på nedenstående grafik, hvor status for de enkelte elementer vises med farvekodning.

TABEL 1.1 Status på kortlægning af generiske materialer/komponenter.

MODULÆR OVERSIGT		BUTTERFLY VARIANTAER		
		ALLE ANDRE	CLASSIC	SWIVEL
SIDDE SKAL	Skal			
	Skum			
	Stof			
	Lim			
UNDERSTEL/ BEN & ARMLÆN	Stål understel/ben			
	Finer understel/armlæn & ben			
	Massiv træ armlæn & ben			
	Sædeplade			
	Gaspatron			
	Aluminium – stol base			
	Armlæn sort/alu			
	Hjul			
	Højdejustering			
	LETTE KOMPONENTER	Overfladebehandling		
Skruer ++				
Plast elementer				
Øvrige hjælpematerialer				
100% dataindsamling				
Fyldestgørende dataindsamling				
Udfordrende dataindsamling				
Behov for nye leverandører				
Dataindsamling uden for projektets rammer				

Til udarbejdelse af tabel 1.1 indeholder Butterfly stolens mere end 20 komponenter, 40 materialer og 10 indholdsstoffer, som krævede et ret omfattende arbejde for at kunne udfylde tabel 1.1.

Det har vist sig at være muligt at indsamle tilstrækkelige data for de fleste af hovedkomponenterne. Dataindsamlingen for limen blev dog ikke ført helt til ende, idet det forholdsvis hurtigt stod klart at denne ikke vil kunne Cradle to Cradle certificeres og i stedet blev der arbejdet på at identificere alternative lime med samme egenskaber og funktionalitet. Det er en velkendt udfordring for møbelbranchen, hvor især indholdet af formaldehyd er prohibitiv for certificering.

Internationalt er der flere initiativer, som øger kravene til møbelproducenterne og senest er Tyskland går forrest med halvering af grænseværdien for formaldehyd emission fra møbler, hvilket øger motivationen hos producenterne til at finde alternativer og til at reducere eller eliminere behovet for limning.

For de lette materialer, der vægtmæssigt udgør en minimal del af Butterfly stolen, har det været en udfordring at indhente tilstrækkelige data til at gennemføre en egentlig screening. Dette skyldtes til dels at forsyningskæden for materialer såsom skruer, skiver, etc. ofte er forholdsvis lang med adskillige distributører/agenter som mellemhånd og ikke sjældent startende fra lande med dårlig sporbarhed, såsom Kina. I det fremtidige arbejde vil det blive forsøgt at finde leverandører der i højere grad kan leve op til datatransparens og sporbarhed.

Komponenterne, der indgår i Swivel stolene er markant anderledes end for de resterende Butterfly stole, og der er flere væsentlige (tunge) komponenter, der enten ikke er undersøgt pt. (ex. hjul og højdejustering) eller hvor der er modtaget negativ tilbagemelding om mulighederne for fuld databeskrivelse fra de nuværende leverandører. Swivel stolene vil derfor skulle indgå i en selvstændig C2C certificering. Samtidigt forventes de også at være mere komplicerede at behandle i forhold til C2C processen, og det anbefales derfor, at den første Butterfly C2C møbelserie kun medtager den resterende del af Butterfly varianterne, inkl. Classic. I en efterfølgende certificering af en Swivel møbelserie vil man endvidere kunne drage fordel af den læring Magnus Olesen har opnået i den første serie.



FIGUR 4. Mulig strategi for Cradle to Cradle certificering af Butterfly stolen.

1.2 Materialer der skal udfases/substitueres

På baggrund af ovenstående kortlægning, er omfanget af sundhedsskadelige stoffer og miljøbelastende komponenter i Butterfly stolens materialer blevet screenet ud fra data indsamlet hos Magnus Olesens leverandører. Screeningen er sket med udgangspunkt i *Cradle to Cradle Certified™ Material Health Assessment Methodology*. Denne vurderingsprocedure anvender toksicitetsdata for individuelle kemiske stoffer og/eller toksicitetsdata om homogene blandinger, fra fagligt evaluerede undersøgelser, autoritative lister og andre kilder samt en kvalitativ

eksponeringsvurdering, der omhandler specifik produktfremstilling, brug- og anvendelsesscenerier for at afgøre, om materialet indeholder et eller flere stoffer, der kan påvirke menneskers eller miljøets sundhed negativt.

Vurderingsresultatet for de individuelle vurderinger følger et "trafiklys" vurdering, hvor materialernes påvirkning af mennesker og miljø kommunikeres med en ABC-X-bedømmelse:

TABEL 1.2 "Trafiklys" vurdering af materialernes påvirkning af mennesker og miljø.

A	Ingen moderate eller betydelige farer identificeret for materialet. Materialet er ideelt ud fra et menneskeligt og miljømæssigt sundhedsperspektiv.
B	Ingen moderate eller væsentlige risici identificeret for materialet.
C	En eller flere moderate risici identificeret for materialet. Materialet er stadig acceptabelt til brug.
X	En eller flere væsentlige risici identificeret for materialet. Optimering af produktet kræver udfasning af dette stof eller materiale.
GREY	Dette materiale kan ikke vurderes fuldt ud på grund af manglende materialeoplysninger eller manglende information om toksicitet for et eller flere stoffer.
BANNED	Dette materiale (eller kemikalie i komponenten) udgør en væsentlig sundhedsrisiko for mennesker og miljø, og er ikke tilladt i Cradle to Cradle Certified™ programmet.

Screeningen er blevet foretaget løbende, efterhånden som dataindsamlingen er skredet frem. Efterfølgende er materialerne blevet kategoriseret i forhold til hvilket niveau de potentielt kan opnå ved en Cradle to Cradle certificering.

	Vægt- bidrag	C2C potentiale				Uddybning af C2C potentiale
		100% datagrundlag	Bronze	Sølv	Guld	
Siddeskal og understel materialer	Krydsfiner (inkl. lim)	Tung	Ja	x	(x)	Krydsfiner (på engelsk plywood) er sammensat fra tynde plader af finer fra naturtræ, der er limet sammen. Fineren selv er 100% defineret ved en angivelse af den træ-sort den er lavet fra. Limen, der anvendes er oftest formaldehyd baseret, og da dette stof er mistænkt for at være kræftfremkaldende, skal afgasningen være under et vist niveau for at krydsfineren har potentialet udover C2C bronze. Ifald dette problem løses kan materialet potentielt komme på C2C guld.
	Stål	Tung	Ja		x	I den grad den stål og aluminium, der anvendes er certificeret vil man kunne få en 100% beskrivelse af den specifikke legering.
	Aluminium	Tung	Ja		x	Så længe koncentrationen af As, Cd, CrVI og Pb ikke overstiger 1000ppm vil det være muligt at komme på C2C guld.
	Massiv træ	Tung	Ja		x	
	Gaspatron	Tung	Nej			Det har ikke været muligt at få 100% beskrivelse af gaspatronen fra leverandøren. Det er muligt, at andre leverandører er mere samarbejdsvillige i levering af data og/eller villige til at etablere et take-back system. I så tilfælde er det muligt at komme på C2C guld.
Beklædning	Stof	Tung	n.a.	x	x	Der findes flere møbelstoffer, der allerede er C2C certificerede, og hvor man derfor ikke behøver yderligere dokumentation. Det gælder stoffer fra følgende leverandører: Victor Textile; Quantum Group, Gabriel og Artex (se links nedenfor).
	Polstring (PUR skum)	Let	Måske	x		afventer yderligere info
Overflade- behandling inkl. lim	Forkroming	Let	Ja		x	I en forkroming proces anvendes adskillige stærkt giftige kemikalier; men det har været muligt at få 100% oplysning om sammensætningen. Endvidere er resultatet af processen en inert overflade. Det er derfor muligt at komme på C2C guld.
	Pulverlakering	Let	Afhængig af leverandør - oftest højst på sølv			afventer yderligere info
	Lakering	Let				afventer yderligere info
	Maling/Oliebaseret træbeskyttelse	Let				afventer yderligere info
	Lim (forskellig fra krydsfiner lim)	Let				afventer yderligere info
Skruer ++		Let	Nej			Som og skruer etc. til brug for møbelindustrien bliver oftest ikke leveret med et certifikat. Derudover vil deres forsyningskæde ofte være forholdsvis lang med adskillige distributører/agenter som mellemmand og ikke sjældent startende fra Kina. Derfor er der rigtig dårlig sporbarhed. I det fremtidige arbejde vil det blive forsøgt at finde leverandører der i højere grad kan leve op til datatransparens og sporbarhed.
Plastelementer		Let	Nej			Der har været dialog med 3 forskellige leverandører af plastelementer uden det er lykkedes at få den nødvendige dokumentation. Ofte skal man adskillige led tilbage i forsyningskæden for at møde den nødvendige kemikalileviden. I det fremtidige arbejde vil der blive satset på at introducere kravet om C2C data allerede i den indledende kontakt med leverandøren.
		Let	Nej			Forventes at have samme udfordring som plastelementerne. Men i modsætning til disse, så findes der en hel anden C2C modenhed på dette område pga. Fashion Positive netværket. Her er adskillige komponenter til denne industri allerede C2C certificerede, og vil derfor kunne bruges uden yderligere dataindsamling. Det gælder eksempelvis sytråd, knapper, elastik fra Lauffenmühle*). I det fremtidige arbejde vil der blive fokuseret på at identificere komponenter, der allerede er C2C certificerede indenfor dette netværk.
Materialer fra Tekstil industrien						
	Let	n.a.		x	x	

n.a. = ikke relevant

*) Links til eksempler på allerede C2C certificerede produkter:

Victor Textiles (C2C sølvcertificeret; guld i Material health i udvalgte farver): http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/eco_intelligent_polyester

The Quantum Group (C2C sølvcertificeret; guld i material health): http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/campfire_privacy_screen_matrex_collage_quantrol_dynaflex_dymetrol

Gabriel (C2C sølvcertificeret; måske kvalificeret til guld i visse farver): http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/gajia_fabrics

Artex (C2C sølvcertificeret - måske kvalificeret til guld i visse farver): <http://www.c2ccertified.org/products/scorecard/silker-artex>

Lauffenmühle (C2C guldcertificeret): <http://www.c2ccertified.org/fashionpositivematerials/toolbox-accessories-for-workwear-apparel-made-from-infinity-yarns-and-rewor>

FIGUR 5. Kategorisering af Cradle to Cradle certificeringsniveau.

På grundlag af de indsamlede materialeoplysninger skønnes det, Butterfly stolene kan opnå certificering på Bronze-niveau efter version 3.1 af *Cradle to Cradle Certified*TM standarden. I løbet af 2020 forventes version 4.0 at træde i kraft.

Generelt er det blevet vurderet, at de fleste tunge materialer, der vægtmæssigt udgør størstedelen af Butterfly stolen har potentiale til at opnå Cradle to Cradle certificering på Sølv- eller Guldniveau, men pga. indhold af CMR- stoffer (carcinogene, mutagene og reproduktionsskadelige stoffer) i form af formaldehyd, forventes produkterne ikke at kunne opnå højere certificeringsniveau med den nuværende materialesammensætning.

Da der findes flere møbelstoffer, der allerede er Cradle to Cradle certificerede på Sølvniveau, hvor flere af møbelstofferne er på Guldniveau i Material Health kategorien, er der ikke yderligere behov for data og dokumentation for at karakterisere møbelstoffer som acceptable til brug i en cirkulær møbelproduktion. Hvis MO ikke vælger at benytte allerede certificerede møbelstoffer, vil eksisterende møbelstoffer skulle kortlægges og vurderes.

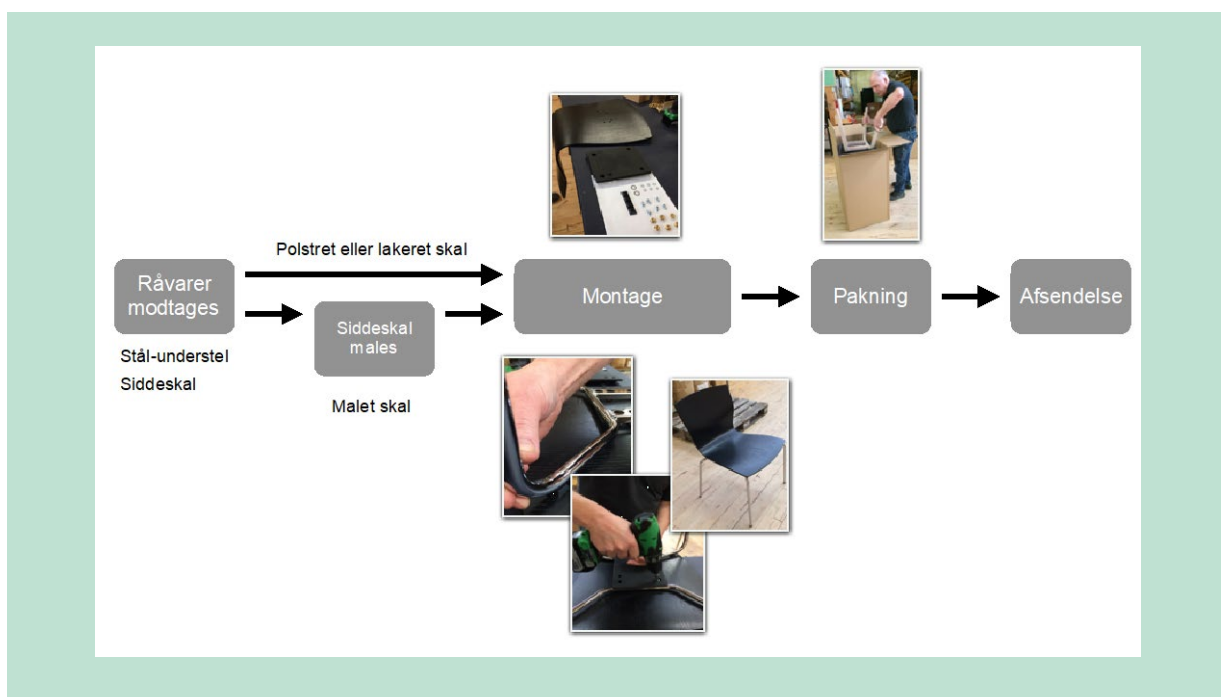
1.3 Kortlægning af produktionsproces

Ud over kortlægningen af materialer, som indgår i produktionen, er der også foretaget en kortlægning af selve produktionsprocessen, med henblik på at vurdere hvilke muligheder og udfordringer en fremtidig take-back ordning med opgradering og reparation vil medføre. Produktionsudstyr, -processer og arbejdsgange er kortlagt med henblik på at identificere behov for nye metoder til samling og efterfølgende adskillelse og restaurering, opgradering og genfremstilling mv.

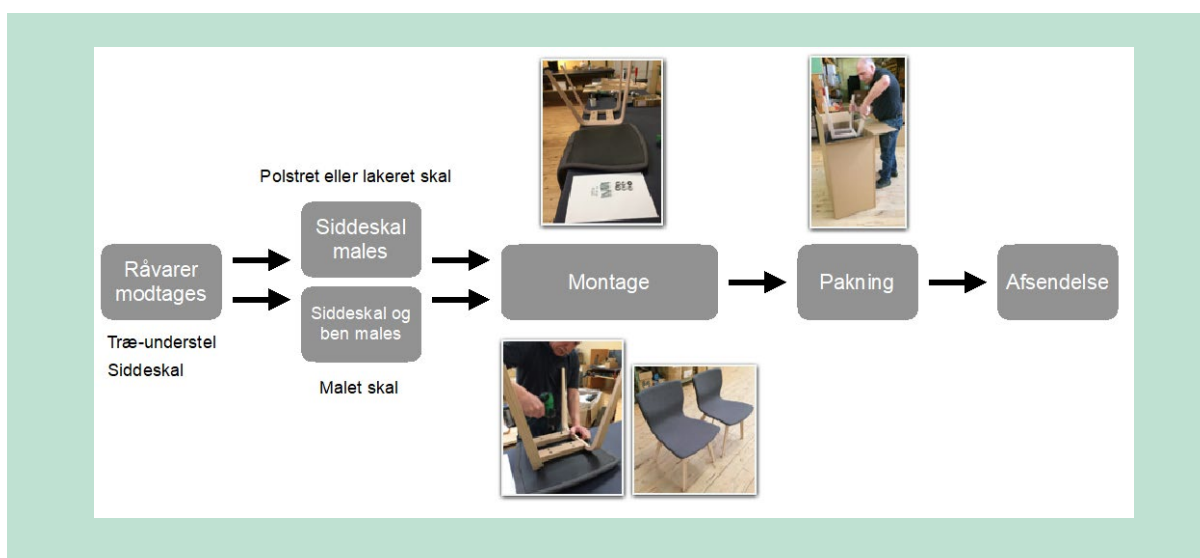
1.3.1 Produktion af Butterfly stole

Komponenter til Magnus Olesens produktionen af Butterfly stole består af helt eller delvist færdige delelementer:

- Overfladebehandlede stålunderstel modtages klar til montage fra stålleverandør
- Lakerede træunderstel modtages klar til montage fra træstalleverandør. Hvis træstel skal have anden overflade end lak, modtages de rå
- Polstrede siddeskaller modtages klar til montage fra polsterleverandør
- Lakerede siddeskaller modtages klar til montage fra skalleleverandøren. Hvis skallen skal males, anvendes en rå siddeskal som overfladebehandles i Magnus Olesens egen overfladebehandlingsafdeling.



FIGUR 6. Arbejdsgange for Butterfly 4-Legs og Butterfly Mede.



FIGUR 7. Arbejdsgange for Butterfly Wood.

Før montage overfladebehandles rå træunderstel og siddeskaller i Magnus Olesens egen overfladebehandlingsafdeling med anvendelse af en håndsprøjte. Færdigbehandlede understel monteres herefter på siddeskaller ved hjælp af skruer, bolte og afstandsklodser. Armlæn og andet tilbehør monteres ligeledes før stolene pakkes færdigmonterede i en kasse med maks. 2 stole i hver. Der påføres label med modtageradresse og kassen hentes af en speditør.

Den samlede proces er således opdelt i ganske få trin og mange produktionstrin er udlagt til underentreprenører. Adskillelse, reparation og erstatning/udskiftning af dele kan foregå i MO's egen produktion, som også har tilstrækkeligt med lagerfaciliteter til at kunne håndtere en relativt stor mængde møbler, som kommer ind via en take-back ordning.



FIGUR 8. Fotos fra Magnus Olesens produktion

1.3.2 Renovering af Twin loungemøbler

Som forløber til det aktuelle projekt, blev det igennem projektet *Design for Disassembly* (DfD) muligt for MO at afprøve muligheden for at lave en opgradering af Twin loungemøblet for Københavns lufthavn, hvor Magnus Olesen har fået værdifulde praktiske erfaringer omkring håndtering af processen og potentialet for en cirkulær økonomisk forretningsmodel.

DfD projektet foregik i 2015-16 med deltagelse af MO's direktør, Nils Knudsen samt to nøglemedarbejdere hos MO fordi Nils Knudsen søgte inspiration og en strategi for udvikling af det forretningsmæssige potentiale i samspil med ideerne til service af møbler og design af kommende produkter.

Efter en indledningsvis kortlægning af MO's viden, aktiviteter og potentialer på området for cirkulær økonomi blev det synliggjort at MO's møblers høje kvalitet og simple designstil var godt forberedt til den cirkulære økonomi. Gennem forudgående research med potentielle og nuværende kunder udvistes der stor interesse for nye måder at erhverve og forbruge møbler på, som inkluderer en serviceordning og opgradering af enkelt dele for dermed at forlænge møblernes levetid. I den forbindelse kom casestudiet med Twin-loungemøblet i Københavns Lufthavn på banen. I projektet blev de møbler der skulle udskiftes istandsat og opgraderet til et "nyt look", som passer til den nye lounge stil i lufthavnen. Herved spares energi og anvendelse af "jomfruelige", nye materialer, og denne case er et godt eksempel på cirkulær økonomi i praksis.

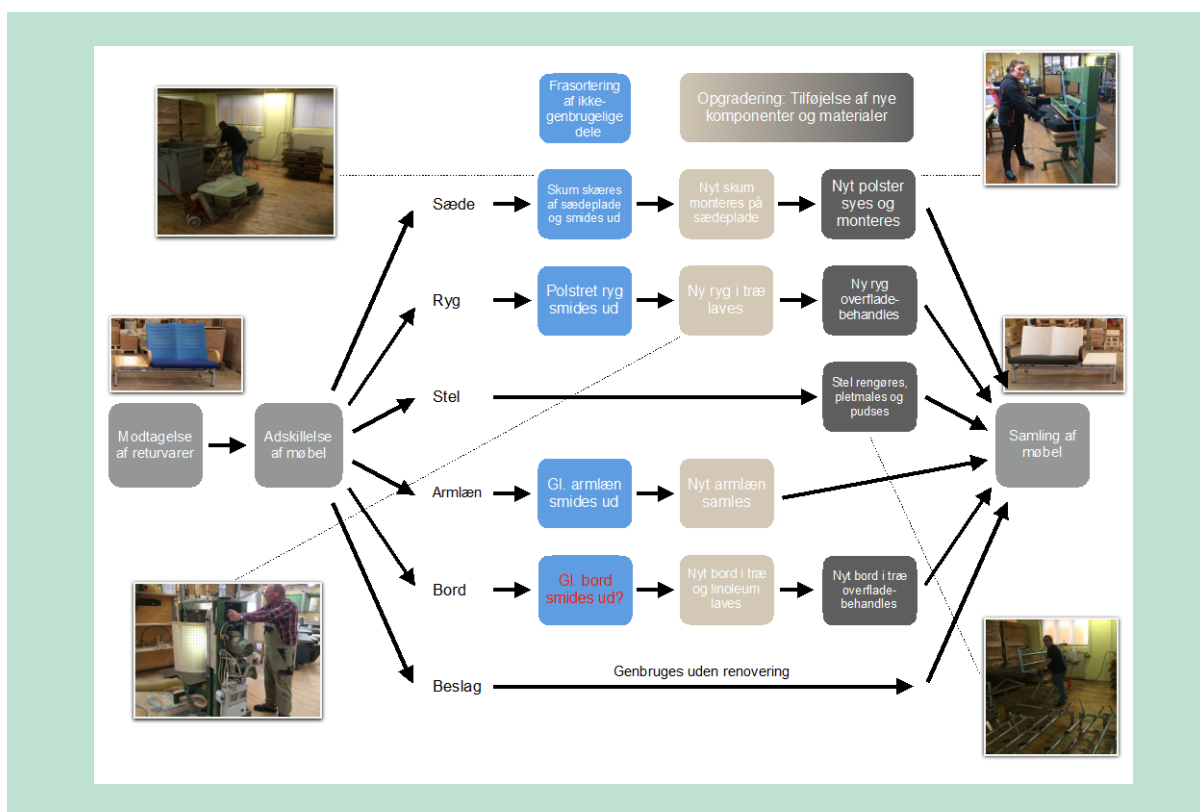
Opgaven gav værdifuld læring og hands-on erfaring med forretningsgange og best-practice omkring service af møbler, således at virksomheden kan blive parat til at gå ud med deres kommende forretningsmodel – med indbygget servicetilbud.

Om processen og projektet udtalte direktør for Magnus Olesen, Nils Knudsen: *"Det har været positivt at blive mødt med stor viden, og projektteamet har leveret et godt og lærerigt forløb ... der har bygget på vores egne erkendelser, indsigter og erfaringer, som vi så selv har kunnet arbejde videre på..."* *"Vi tænker nu CØ som en del af vores forretning med fremadrettede gevinster, så DfD-projektet har virkelig givet os nogle godt ting med."*

Grundet en forlænget brugsperiode samlet set vil der kunne måles et nedsat energi- og materialeforbrug, samt mindre CO2 udledning, fordi møblernes levetid forlænges ved genindsætning og videre salg i stedet for nyproducerede produkter.

Erfaringerne fra DfD projektet har lært MO vigtigheden af at formulere og efterleve et design-brief som alle deres produkter designes i overensstemmelse med, for at kunne overholde kravene til cirkulær økonomi. Der har også allerede vist sig god respons i branchen og efterspørgslen blandt kunder som værdsætter den nye forretningsmodel og serviceordning af møbler.

I det følgende uddybes processen, idet det ganske godt illustrerer de mange trin og beslutninger der indgår, når en kunde ønsker en opgradering af et møbel. Processen illustrerer også, at jo mere standardiseret en sådant forløb kan tilrettelægges og desto mere produkter og halvfabrikata er forberedt, desto nemmere vil det være at kunne servicere fremtidige kunder på samme måde.



FIGUR 9. Arbejdsgange for opgradering af Twin loungemøbler.

Magnus Olsens renoveringsproces forløb således:

Samlede loungemøbler modtages retur fra Københavns Lufthavn i transportkasser. Møblerne adskilles i bestanddelene sæde, ryg, stel, arme, bord og beslag. Adskillelsen sker i Magnus Olsens montageafdeling ved hjælp af en håndholdt skruemaskine. Transportkasserne gemmes til senere brug.

Gammelt skum og betræk skæres af sædepladerne og bortskaffes, da dette er udtjent. Nyt skum limes på pladerne, nyt stof syes og monteres på sædeplader med klammer. Arbejdet udføres i Magnus Olsens polsterafdeling ved hjælp af henholdsvis en sav, en limsprøjte, en symaskine og en håndholdt klammepistol.

Københavns Lufthavn ønsker en ny ryg uden polster, derfor bortskaffes den polstrede ryg og en ny ryg i træ fremstilles. Ryggen leveres fra underleverandør formspændt og pudset. Der fræses to riller bagpå til fastgøring på stel og derefter bores der huller i ryggen ved hjælp af en speciel boremaskine. Begge processer er manuelle og udføres i Magnus Olsens maskinsnedkeri.

Ryggen overfladebehandles efterfølgende i Magnus Olsens overfladeafdeling, ved anvendelse af en håndsprøjte.

Stel rengøres, pletmales og pudses manuelt. Beslag genbruges uden renovering.

Københavns Lufthavn ønsker PUR armlæn i stedet for træarm-læn, derfor bortskaffes træarm-læn og nye PUR armlæn indkøbes klar til montage. Ligeledes ønsker de linoleumsborde, fremfor de eksisterende træborde, derfor bortskaffes disse. Nye borde fremstilles manuelt i Magnus Olsens maskinsnedkeri. Bordene presses med varme, hvorefter de fræses og pudses.

Sæde, ryg, stel, armlæn og bord samles med de direkte genanvendte beslag til den nye version af Twin loungemøblerne. Dette gøres ved at anvende en håndholdt skruemaskine.

Møblerne pakkes færdigmonterede i transportkasserne som Magnus Olesen modtog de originale møbler i. Der påføres label med modtageradresse og kasserne hentes af en speditør.



FIGUR 10. Fotos af loungemøblet i forskellige stadier af "forvandlingen" fra oprindeligt til ny istandsat. Det oprindelige møbel ses til højre, og den istandsatte model, som i dag findes i Københavns Lufthavn (Finger A), ses til venstre

Det viser sig, at det primært er enkeltdele som stel, beslag og sædeplader fra de eksisterende møbler, som egner sig til genbrug i de istandsatte møbler. Det betyder at flere enkeltdele er blevet bortskaffet og at renoveringsprojektet således har bekræftet tesen om at Cradle to Cradle designtankegangen er afgørende for at udfolde det fulde cirkulære potentiale for møblerne. Det er især de mange limede dele, som giver anledning til at mange delkomponenter ikke kunne genanvendes, men måtte kasseres.

1.3.3 Analyse af produktionen

Som det fremgår af ovenstående, er produktionen i høj grad baseret på halvfabrikata og produktionen hos MO er primært montage-processer samt enkelte særlige kundetilpasninger (lakeringer, polstring samt boring af huller og fræsning i forbindelse med opgradering Twin Lounge møbler for Københavns Lufthavn).

Produktionen er karakteriseret af stor håndværksmæssig produktion med overvejende håndholdte værktøjer. Dette forhold kan vise sig af stor betydning ved en fremtidig take-back løsning, som indebærer reparation eller opgraderinger, idet alle skruede samlinger kan skilles ved samme processer.

Enkelte af processerne er dog irreversible, herunder alle limede samlinger mv. hvor det ikke vil være muligt at adskille på samme måde.

I den nuværende produktion indgår ikke aktiviteter, som systematisk mærker de enkelte dele eller selve produktet med henblik på en senere genanvendelse eller dokumenterer det aktuelle

materialeindhold til brug for en fremtidig renovering. Ved en overgang til en cirkulær forretningsmodel vil håndtering af viden helt ned til den enkelte del i produkterne være et meget vigtigt element, og der bør fra starten indtænkes passende IT-løsninger hertil. Dette kan på sigt vise sig også at udgøre en væsentlig forretningsmæssig fordel, idet disse data vil have en stor værdi for produktion, markedsføring, branding mv.

Produktionskapaciteten for Butterflystolen som helt ny stol er afhængig af produktion af øvrige produkter, idet det er samme produktionsanlæg og mandskab, der bruges til andre stole og borde. Der sælges årligt ca. 3.800 stole og der kunne således være plads til at øge produktionen.

Ved renovering af Butterfly-stole, vil der være tale om et nyt forretningsområde, som i princippet ikke har nogen nuværende kapacitet. Flaskehalsene her vil være:

- Limkabinen
- Lak anlægget
- Den fysiske plads
- Mandetimer i form af polstertimer og lakeringstimer, som er knappe ressourcer

Lagerkapaciteten er ca. 10% af det årlige salg.

Ved en fremtidig omlægning af produktionen til at kunne håndtere møbler, som kommer tilbage i forskellige stande og med forskelligt behov for renovering eller opgradering, må der påregnes en ændring af produktionsgange, som tillader batches af møbler til opgradering flette ind i den eksisterende produktionslinje.

Ved demontage af indkommende møbler vil det være nødvendigt at kunne håndtere de enkelte dele af møblerne separat og evt. efter kvalitet, slid, behov for reparationer og lign., hvilket stiller øgede krav til logistik, mærkning af enkeltdele og en meget udvidet processtyring, som sikrer at de rigtige reparationsarbejder, udføres på de rigtige møbler på det rigtige tidspunkt – koblet til kapacitet, ordrer, lager osv.

Det er karakteristisk for den nuværende produktion af Butterfly stolen, at den store andel af halvfabrikata giver mange bindinger på de muligheder, som virksomheden har for at kunne lave en effektiv take-back, reparation og opgradering på disse komponenter.

Eksempelvis indeholder processen omkring produktion af understel i stål en række specielle arbejdsgange, herunder særlige buk af rørene, svejsning, forkromning mv. Hvis der i en fremtidig take-back returneres stel med ridser, buler og lign., er det med det nuværende design ikke muligt at lave genanvendelse ud over genanvendelse som råstof (jern) til omsmelting.

Ændringer i produktionen belyses yderligere i afsnit 2.3.

2. Re-design

***”Re-design med et CØ-fokus kan ikke begrænses til at se på selve produktet, men kræver en helhedstænkning omkring alle tilknyttede processer og nye flows i virksomheden”,
Annette Hastrup Vugge til Vugge ApS***

2.1 Udfasning/substitution

Undersøgelse af muligheder for at udfase/substituere problematiske stoffer samt anvendelse af nye materialer, har været et centralt tema for udvikling af specifikation og prototype for nyt CØ-produkt. Ikke alle eksisterende materialer, som anvendes i Butterfly-serienvil kunne anvendes i en fremtidig C2C certificeret møbel serie. Dels fordi det ikke vurderes muligt at gennemføre en optimering af deres materialeegenskaber, og dels fordi det ikke er muligt at opnå det nødvendige datagrundlag til at kunne dokumentere kvaliteten.

Alternative materialer kan findes blandt materialer, der allerede har opnået en Cradle to Cradle produkt certificering. Det gælder især stoffer og øvrige komponenter anvendt i tekstilindustrien. Fashion Positive netværket (www.fashionpositive.org) forsøger aktivt at få flest mulige materialer i denne industri Cradle to Cradle certificeret og gjort tilgængelige (open source) med henblik på at accelerere udviklingen af branchen i en bæredygtig retning. På det danske marked har Gabriel A/S og Kvadrat A/S produkter, der er henholdsvis Cradle to Cradle certificerede og EU-Ecolabel certificerede (forventes forholdsvis let at kunne optimeres til Cradle to Cradle guldniveau).

En anden mulighed er brug af materialer produceret af Convert A/S, som råder over en teknologi, der kan konvertere diverse biologiske og tekniske genbrugsmaterialer og spildprodukter til ”måtter” i forskellige tykkelser, som bl.a. kan formstøbes til stolekaller. Fordelene ved denne teknologi er bl.a., at de fremstillede produkter kan neddeles og genanvendes i samme proces adskillige gange, at den er meget lidt energikrævende, og at det anvendte bindemiddel er vurderet og opfylder Cradle to Cradle kriterierne for materialesundhed på Platin-niveau.

2.2 Afdækning af ønsker og behov

På baggrund af kortlægning af produktionsprocessen samt behov og muligheder skifte materialer til mere velegnede materialer, er der opstillet en oversigt over de ønsker og behov som skal ligge til grund for fremtidige produkter, som kan indgå i en CØ-forretningsmodel.

Kravspecifikationen er opstillet som en samlet specifikation for en fremtidig produktion af møbler, som indgår i en CØ-forretningsmodel. Selve design-specifikationen, som forholder sig til produktets detaljer, fremgår af afsnit 2.4, Design Brief, inkl. krav til form, funktion og æstetik af et nyt møbel.

Kravspecifikationen er opdelt i følgende områder:

- Materialer (grundlæggende materialekrav til produkt og proces)
- Lim og andre elementer der skal optimeres
- Processer (hvem, hvad, hvordan)
- Produktkrav (test, standarder etc.)
- Øvrige underleverandørkrav (bl.a. dokumentationspligt, transparens etc.)

Nærmere detaljer til kravspecifikation er ikke offentligt tilgængeligt, da det er en del af Magnus Olesens forretningshemmelighed.

2.3 Udvikling af produktionsproces

I en fremtidig produktionsproces, som kan håndtere en CØ-forretningsmodel for MO, vil der være en lang række fysiske krav til produktionen, som skifter fra en ren lineær produktion til at være mere fleksibel for at kunne tage recirkulerede møbler, komponenter og materialer ind i flowet.

Dette indebærer udvidelser mht. styring af lager, modtagekontrol, processer for demontage, opgraderingsfaciliteter,

Udvikling af produktionsprocessen og opstilling af kravspecifikation til nye processer. Især vil modtage kontrollen, omfang af adskillelse, logistik omkring håndtering af komponenter give en række udfordringer, men også potentiale for at skabe konkurrence-mæssige fordele. Den fremtidige produktion vil kræve en anden infrastruktur for datahåndtering, mærkning, opfølgning mv. f.eks. som det kendes fra bilindustrien, hvor hver bil konfigureres til en bestemt slutbruger allerede på produktionstidspunktet.

Især i håndtering af scenarier hvor, hvor en kunde blot skal have dele af møblet opgraderet eller udskiftet og derefter tager det tilbage. I forbindelse med genbrug/opgradering af møbler er det desuden nødvendigt at udvikle nye måder at lave de sikkerhedsmæssige tests, idet det ikke umiddelbart er synligt om f.eks. metaldele har været overbelastet og er blevet svækket hos kunden, inden MO modtager møblet til opgradering. Der bliver behov for ikke-destruktive tests, som kan gennemføres ganske hurtigt, og som giver en klar vurdering af det enkelte møbel om hvorvidt det er egnet til genanvendelse eller bør indgå som råmateriale i produktionen.

I opbygningen af den nye produktionsproces tages udgangspunkt i erfaringer fra istandsættelse af loungemøbler fra lufthavnen og input fra designer Øivind Slaatto. Endelig bliver der et særligt fokusområde vedr. processen for fremtidig udfasning af materialer i en take-back process, så kunderne i hvert trin af opgradering og fornyelse også får mulighed for at få sundere og mere miljørigtige møbler retur.

2.4 Design brief

I forbindelse med opstilling af kriterier for cirkulær møbelserie blev der i projektet opstillet et Designbrief, som sammenfatter de grundlæggende mål og karakteristika som en cirkulær møbelserie skal have.

Den overordnede målsætning for et nyt CØ-baseret møbel er at skabe et produkt, hvor hele stolens levetid er tænkt ind allerede fra fødslen. Ambitionen er at skabe et produkt, der bliver det ypperste inden for miljørigtig møbeldesign, med optimeret energiforbrug under produktion, distribution, genbrug, destruktion og tage hensyn til møblets miljøpåvirkning under alle disse stadier.

Ambitionen er formuleret som en række designmæssige "benspænd" for den videre proces:

Cirkulært møbeldesign – Design Benspænd

- Så få komponenter som muligt
- Så få forskellige materialer som muligt
- Så få varianter i materialevalg som muligt
- Fuld sporbarhed af materialer
- Design til adskillelse (ingen brug af lim)
- Genanvendte materialer
- Reparerbar
- Modularbar

I samarbejde med den tilknyttede designer Øjvind Slaatto er disse designmæssige benspænd blevet yderligere bearbejdet til et udkast til guidelines for cirkulært møbeldesign, som kan åbne op for nye cirkulære forretningsmodeller hos Magnus Olesen.

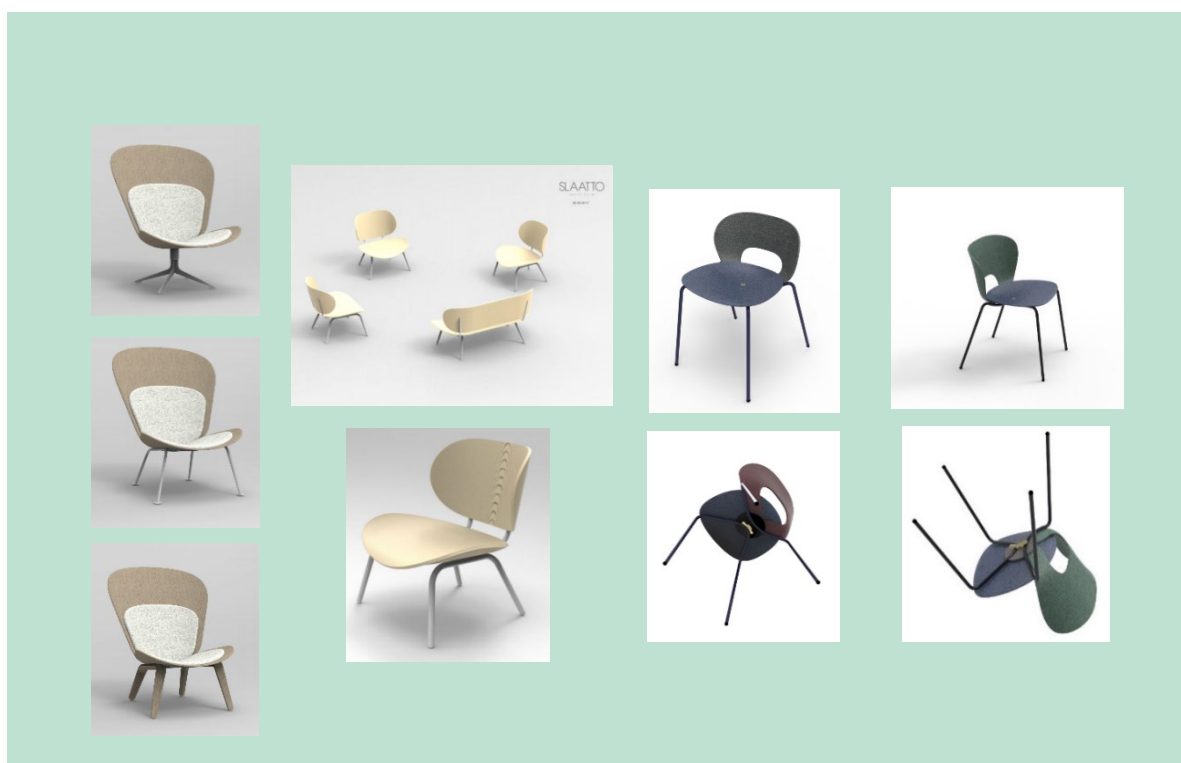
3. Prototype

3.1 Udvikling af nye møbler i serien

Med udgangspunkt i designbrief har Magnus Olesen gennemtænkt og som beskrevet re-designet enhver detalje af deres CØ-møbelserie for at kunne være i stand til at efterleve de strenge krav der følger med denne type produkt og forretningsmodel. Et vigtigt element heri, foruden at de benyttede materialer er Cradle to Cradle certificerede eller har potentiale for at blive det, er at Ø-stolene er modulært opbygget. Denne type opbygning vil gøre det muligt at gå i gang med at lancere stolen inden de perfekte materialer dukker op, således at stolen kan opgraderes i takt med udviklingen, og de materialer der returneres kan indgå i en ny cirkulær produktion.

Stolens modulære opbygning vil også gøre det muligt at skifte sædet (der forventes at slides hurtigere end rygstøtten) med et nyt/restaureret sæde frem for at brugeren skal kassere hele stolen - eller skifte et upolstret sæde med et polstret osv. Dette sikrer, at en stol, hvor 90 % af alle delene fungerer som de skal, ikke kasseres grundet de 10% som er i stykker.

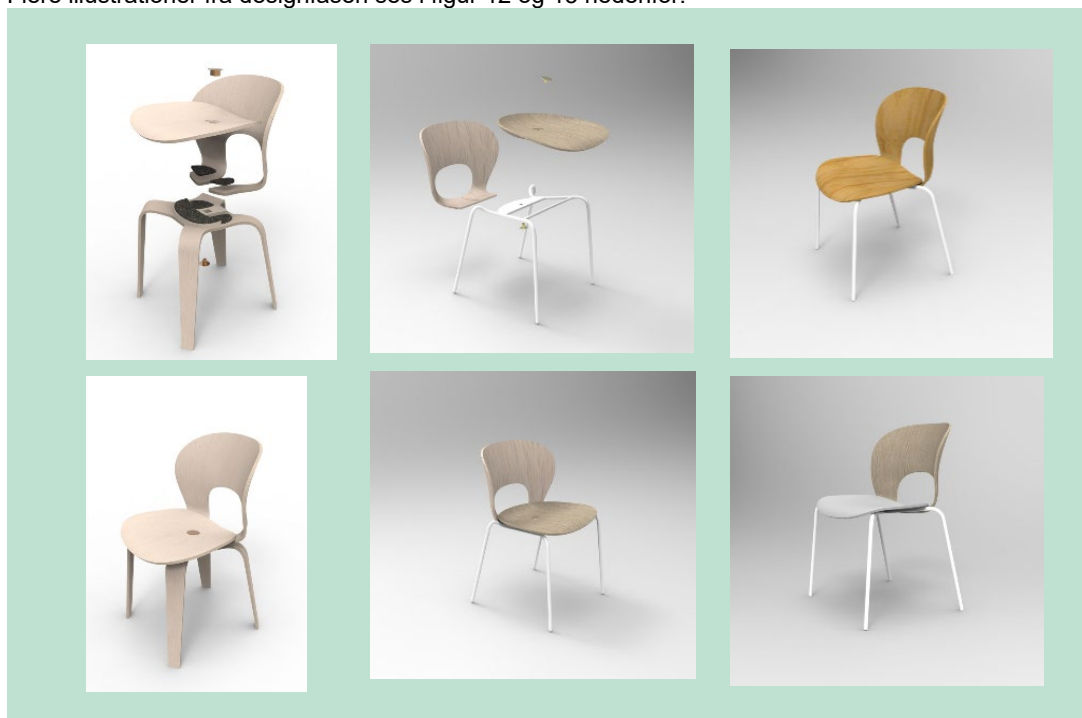
På figur 11 nedenfor ses udvalgte renderinger undervejs i designprocessen af Ø-stollen.



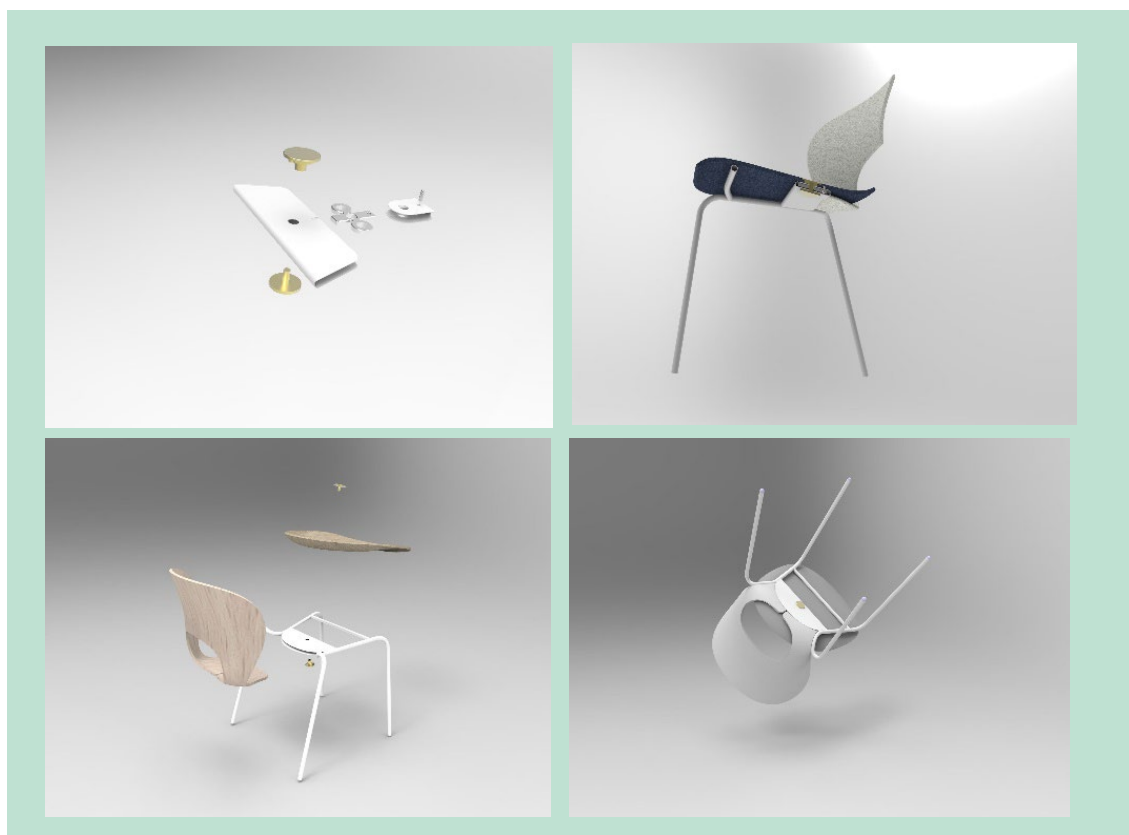
FIGUR 11. Illustrationer af udvalgte modeller af Ø-stolen, som viser *forskellige stadier i design-processen*. De lyse møbler er meget tidlige forsøg og de mørke senere forsøg

Netop kravet om at stolen skal være let at adskille har ført til stolens arbejdstitel "Skruen". Ved at åbne en enkelt skrue - der har fået en central placering i stolens design, godt synlig og midt under sædet - kan hele stolen skilles ad; stel for sig, rygstøtte for sig og sæde for sig. Skruen holder polsterstoffet fast uden at stoffet skal limes (ved polsterudgaven) og ved ryggen kan stoffet ligge stramt mod skallen da denne er udformet uden konkave flader, således at man undgår polsterlim.

Flere illustrationer fra designfasen ses i figur 12 og 13 nedenfor.



FIGUR 12. Venstre: design bestående primært af finer. Midt: design hvor stel, ryglæn og sæde vises for sig og hvordan de tre dele samles med blot en skrue. Højre: rendering af endeligt design.



FIGUR 13. Flere renderinger af delene i det endelige design og hvordan den ene skrue holder hele stolen sammen

I designet er det tilstræbt så vidt muligt at anvende materialer, som kan genbruges - recycles (ikke downcycles) - frem for at bruge materialer, som er vanskelige at genbruge.

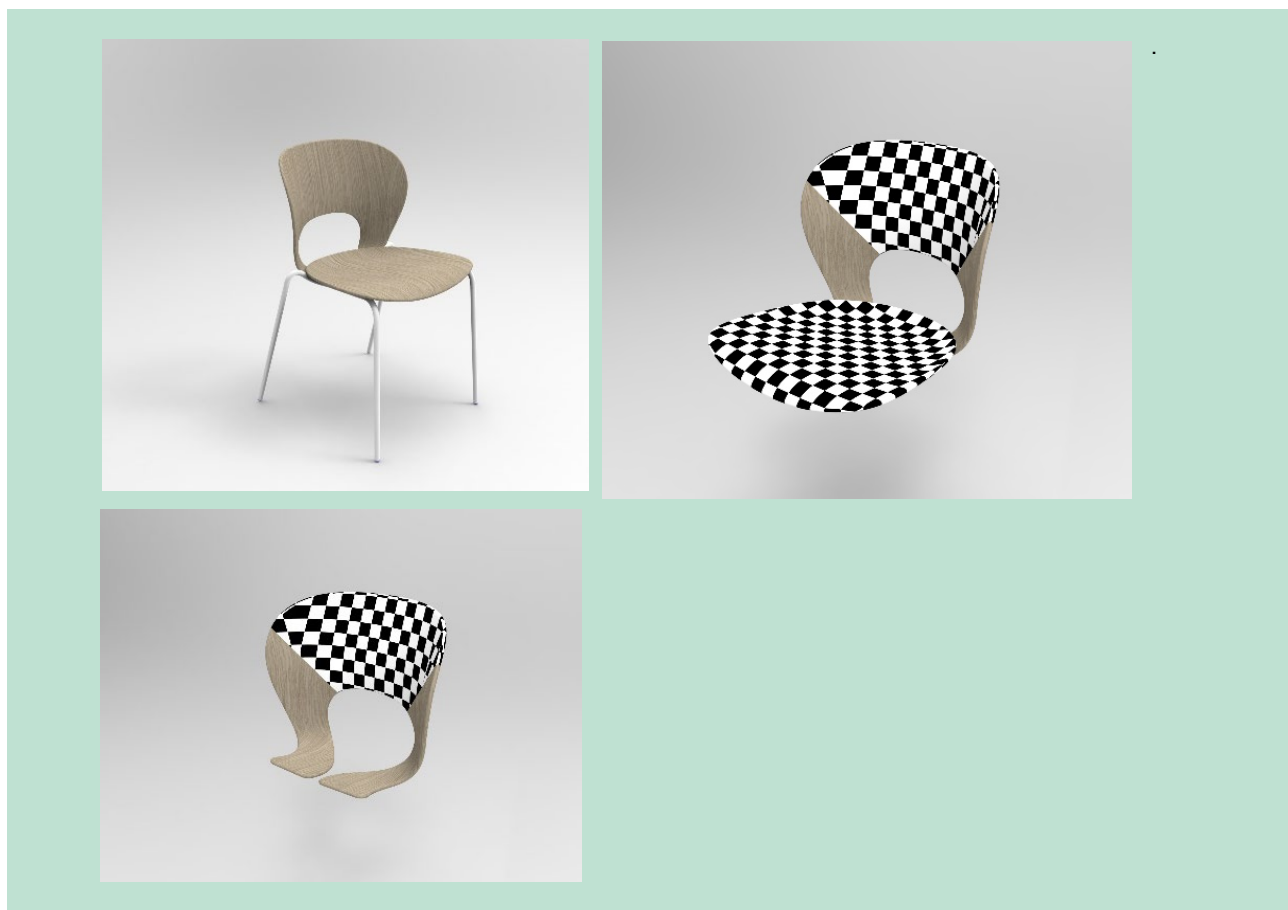
Selve materialevalget har vist sig særdeles kompleks og kræver løbende opfølgning og udvikling, hvorfor den design- og formgivningsmæssige opgave har fokuseret på at formgive produktet således, at det kan leve op til de begrænsninger materialerne måtte diktere og bevare en robusthed over for fremtidige ændringer i materialevalgene.

For de enkelte dele af stolen har der været særlige udfordringer i valg af løsningerne:

Rygstøtte

Hvor stole med mange dobbeltkrumme flader kan presses i fibermaterialer (à la støbes som en traditionel plastikskal), er der for den nye stol givet en forudsætning om at den skal formgives som en almindelig finér-skål, hvor det er muligt at få alle komponenter i fineren kortlagt. Miljømæssigt er det ikke mest optimale materiale ift. genbrug, men det er det materiale og bearbejdningsprocesser, som Magnus Olesen har størst erfaring med. Kan en stol fremstilles i finér vil den også kunne støbes i plastik (eller i processer som i plastik) eller presses i fibermateriale, og kravet herom giver derfor også den største fleksibilitet i forhold til brug af fremtidige materialer. I takt med erfaringer omkring produktion, brug og take back af stolen opsamles, kan der laves undersøgelser af brugen af andre materialer, prøveproduktioner osv. så der efterhånden skiftes til endnu mere optimale materialer ift. funktion, miljø og økonomi.

Figur 14 nedenfor viser enkelt- og dobbeltkrumme flader på Ø-stolens ryglæn og sæde.



FIGUR 14. Illustrationer af en af Ø-stolene, til højre og nederst er de dobbeltkrumme flader illustreret med ternet mønster, mens finermønstret i illustrationerne til højre og nederst viser de enkeltkrumme flader. (Det ternede mønster er kun til illustration af fladernes krumning)

Mekanisk samling – ”skruen”

Valget af én skrue til samling af alle dele, gør det muligt at lave en meget effektiv montage og demontage, og gør det muligt at ”investere” noget ekstra i denne kritiske del mht. holdbarhed, styrke, funktion, æstetik mv.

Stellet

Undervejs i designprocessen har der været arbejdet med både træstel, stålstel og et stålstel med kun et centralt ben, der deles til fire (se figur 12). Valget faldt på et stålstel grundet dets robusthed, holdbarhed, nemt at udskifte og passer godt sammen med den centrale skrue der giver den mekaniske samling af stolen.

Sæde og polstring

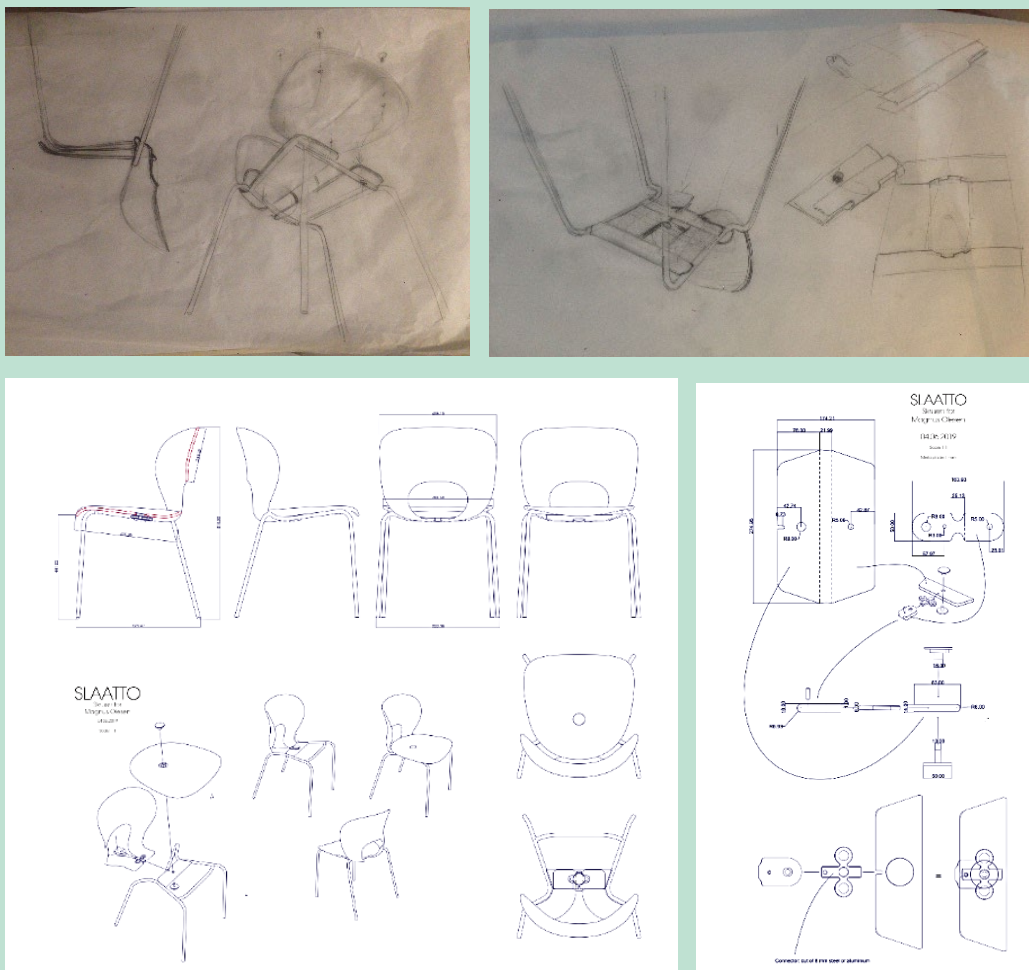
Sædet er den primære sliddel på stolen og særlig fokus har derfor været at designe sædet og en polstring med henblik på at kunne lave en effektiv renovering og opgradering.

I ”work in progress” designet på figur 15 er ryglæn og sæde designet med samme krumning og laves med samme formværktøj. Dette reducerer værktøjsinvesteringerne ved opstart og spild under produktion (hvis en højt rygskal ikke får den ønskede finish kan den evt. bruges som lav rygskal – eller som indmaden i fuldpolstrede varianter (høj som lav). Når stolene kommer retur til fabrikken efter første cyklus kan intakte dele indgå i nye stole (som siddeskal, rygskal osv., dele med kosmetiske skader bruges som indmad til fuldpolstrede stole og ødelagte dele smeltes til nye eller bliver til organisk nedbrydeligt materiale.



FIGUR 15. Illustrationer af ”work in progress” af tre forskellige versioner af Ø-stolen med varierende ryglænhøjde, mønster på ryglæn- og sædeskal, samt farve på stel og polstring.

Undervejs i processen er der lavet et vælg af skitser og arbejdstegninger inden et mere endeligt design kunne fastlægges og konstrueres som prototype.



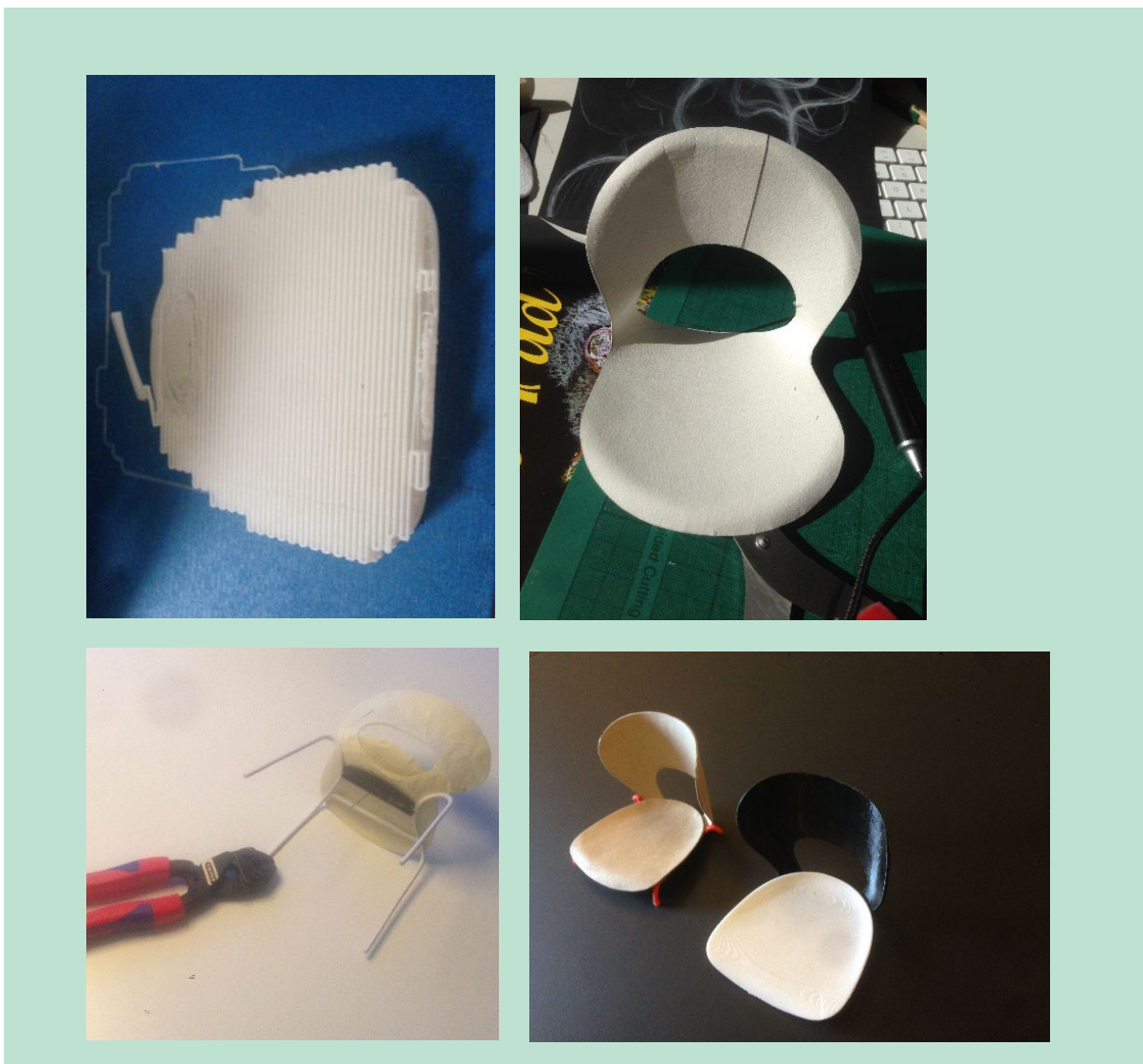
FIGUR 16. Tegnede modeller fra Øivind Slaatto i forskellige materialer og varianter

Gennem talrige forskellige modeller i designprocessen i søgningen efter at konstruere en modulerbar stol med simplest mulig opbygning og nem udskiftning af elementer, er designet rykket videre fra den polstrede og enkeltkrumme skalopbygning som ses i figur 15.

Grundet dets solide, simpel i elementsamling og nemt stabelbare design fortsatte designeren Øivind Slaatto og MO med det design som ses til højre på figur 12. Dette design er uden polstring og med de beskrevne delvist dobbeltkrumme flader i rygstøtte og sæde, monteret på et metalstel med kun en enkelt skrue til fastholdelse af alle elementer.

3.2 Produktion af prototype

På baggrund af det udviklede design er der fremstillet en prototype. Udviklingen er dels gennemført hos fa. Becker i Tyskland, hvor de enkelte dele er blevet fremstillet i bl.a. 3D print, og der er fremstillet prototypedele hos Magnus Olesen til test af holdbarhed på skrue, skaller og metalstel.



FIGUR 17. Udvalg af prototypemodeller i forskellige materialer i lille skala

Prototyperne har givet en masse god læring med krumninger af skallerne, samt samlingerne og andre praktiske ting som bedst kommer til udtryk i fysiske prototyper.

3.2.1 Prototype hos fa. Becker i Tyskland

En prototype i fuld skala blev konstrueret i finértræ hos fa Becker i Tyskland. Der arbejdes med at krumning af skallerne og kobling mellem de to skaller undervejs i udviklingen af det endelige design. På figur 18 nedenfor ses en illustration af processen med de to skaldele undervejs i samlingsprocessen.



FIGUR 18. Prototype samles i vippemaskine hos fa Becker.



FIGUR 19. Sæde- og rygskaller bukes til de korrekte krumninger og efterfølgende skæres disse endeligt til.



FIGUR 20. Prototype testes i vippemaskine

3.2.2 3D-printede skaller

Som vist tidligere på figur 19 er det de dobbeltkrumme flader der mest besværlige at konstruere. Derfor printes separate sektioner af hver skaldel i en 3D printer og herefter sammensættes sektionerne til en samlet skal som vist herunder for rygskallen.



FIGUR 21. 3D printede rygskal sammensat af flere sektioner.



FIGUR 22. Den 3D printede prototype sammensættes, færdiggøres og står som 1:1 model.

3.2.3 Styrketest af prototype til vippemaskine hos Magnus Olesen

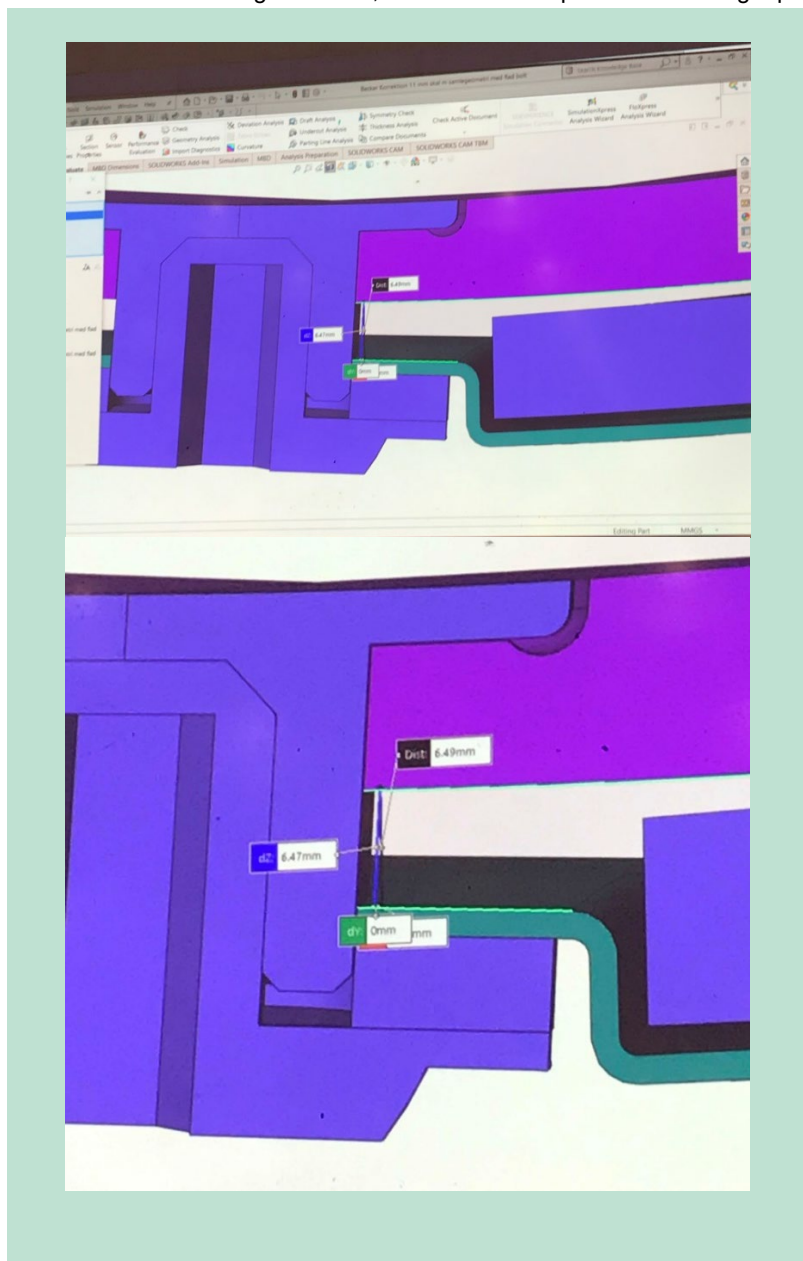


FIGUR 23. Montagedetalje i prototype til testbrug

3.2.4 Styrketest simuleret i 3D i Solid Works

Ø-stolen styrketestes ikke kun som prototype i en vippemaskine, men opbygges også i 3D i simuleringssoftwaret Solid Works. Her angives materialeegenskaber, samlinger etc. og man kan nu få et klart billede af hvordan spændinger, eventuelle vrid og andet forekommer som følge af de belastninger, som stolen kan tænkes at blive udsat for. Baseret på de resultater fra

den simulerede styrketest, ved designteamet hvorvidt alt er som det skal være, eller om der er steder hvor der sker noget uventet, som bør rettes op i endnu et designoptimeringsloop.

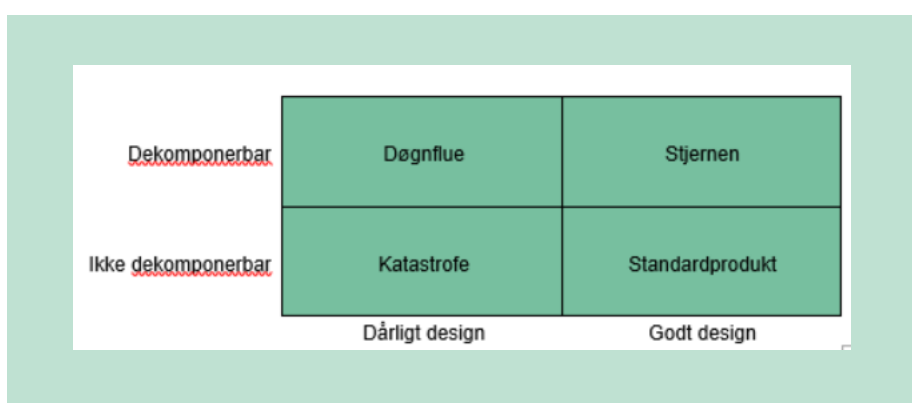


FIGUR 24. Illustration af 3D modellen simuleret i styrketest i Solid Works. Simuleringerne viser belastninger og spændinger omkring samling med sædeskal og låseskruen.

4. CØ-forretningsmodellen

4.1 Introduktion

Det er karakteristisk for de cirkulære forretningsmodeller i møbelmarkedet, at designdimensionen fylder så meget. Et veldesignet produkt har grundlæggende et længere liv, da der er et eftermarked, hvor produkterne kan afsættes. Designet spiller derudover en central rolle, da det iboende i produktet, skal være et produkt, der på en elegant måde kan adskilles – dekomponeres og opgraderes. Kombineres de to, har man et godt udgangspunkt for at produktet bevares længst muligt til glæde for brugeren, miljøet samt producenten, der igennem processen har vundet en position hos en kunde og skabt mulighed for en mange års service/vedligeholdelses relation.



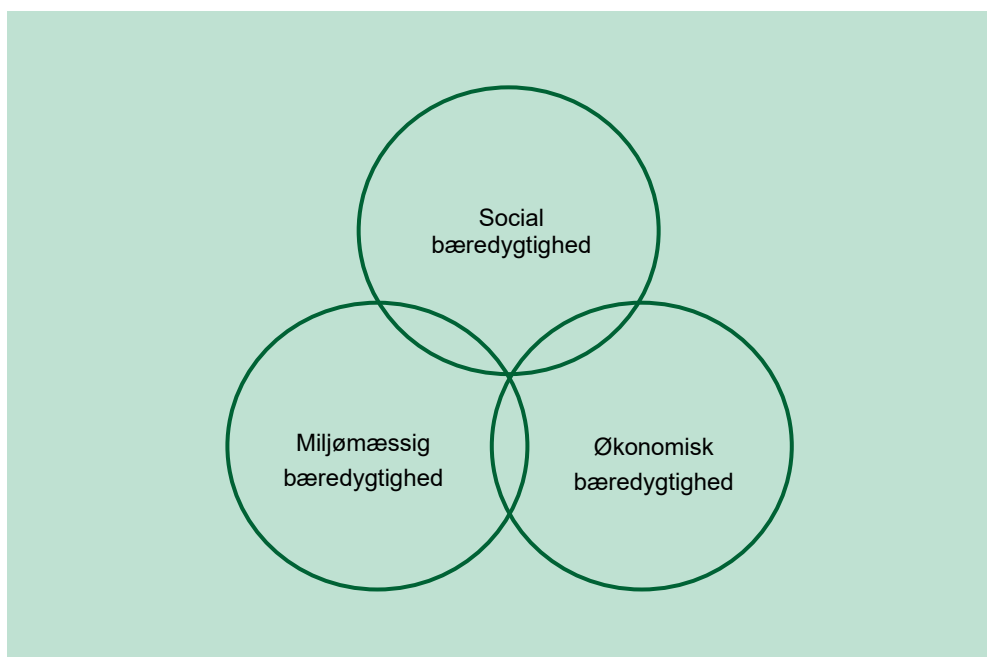
FIGUR 25. Sammenhæng mellem et produkts designkvalitet og om det er muligt at dekomponere.

Et godt designet produkt, der ikke kan dekomponeres betegnes et "standard produkt", mens dårligt design, der ikke kan dekomponeres betegnes en "katastrofe" – selvom der findes mange af disse produkter i handlen – og ikke mindst på genbrugspladserne, hvor de udgør et betydeligt problem.

Standardproduktet har en længere levetid og en mindre miljøbelastning pr. brugsår ift. "katastrofen", men når det er slidt op og ikke har muligheden for at blive adskilt og opgraderet, ender produktet alligevel med at udløse et ressourceforbrug og skabe et affaldsproblem.

Det dårligt designede produkt, som er muligt at dekomponere, "Døgnfluen" har potentielt en mindre miljøbelastning ift. "katastrofen" og "standardproduktet", men har typisk en ringere levetid, da brugerne ikke får en designmæssig kvalitet som animerer til at produktet får en lang levetid. Døgnfluen vil derfor have en dårligere totaløkonomi for kunden, da udskiftningen og dermed omsætningen af materialer alt andet lige vil være hurtigere.

"Stjerne"-produktet er det ideelle der tilstræbes, forudsat at produktet består af komponenter, der miljømæssigt er forsvarlige. Et CØ-produkt bør således bestå af komponenter, som bedst muligt giver forudsætningerne for opnåelse af den 3 dobbelte bundlinje: Social, økonomisk og miljømæssig bæredygtig.



FIGUR 26. Den tredobbelte bundlinje

Forudsætningerne i den tredobbelte bundlinje er således en faktor, der ligeledes er med til at påvirke forretningsmodellen. Såfremt de komponenter der indgår i et produkt kan genbruges en eller flere gange minimeres ressourceforbruget.

En række af de kunder vi har mødt i forbindelse med tilblivelse af denne rapport, herunder bl.a. Rudersdal Kommune, har selv været opmærksomme på at de indkøbte produkter sjældent var nedslidte, når de blev udskiftet. Nye krav til indretningen – eksempelvis nye farver eller andre forhold var medvirkende til, at man dette til trods valgte at udskifte møblerne.

I Rudersdal Kommune var det et ønske om at kunne udskifte sliddele på en enkel og let måde for dermed dels at kunne udskifte de slidte dele eller opgradere, så de fremstod i harmoni med den nye indretningstrend, eller at det opgraderede produkt kunne anvendes andre steder i kommunen efter opgraderingen

Både i Rudersdal og Glostrup kommune var der et ønske om produkter, der kan skilles ad og en serviceorganisation, der kan medvirke til forlængelse af produkternes liv både såvidt angår det livsforlængende, muligheden for opgradering i forhold til nye farver og materialer samt det økonomiske aspekt, hvor driftsomkostningerne bliver en integreret del af produktets pris.

De økonomiske overvejelser i forbindelse med køb af et møbel bør derfor indeholde initialomkostningerne ved køb af produktet, serviceomkostningerne i forbindelse med drift af produktet, produktets levetid og endelig scrapværdien, som produktet kan sælges til efter endt brug / alternativt omkostningerne ved at skille sig af med produktet.

De miljømæssige aspekter i forbindelse med en sådan forretningsmodel giver jo umiddelbart den positive effekt at alene den livsforlængende dimension minimerer miljøeffekten. Hos Gispén/Ahrend i Holland, som er kontormøbelproducent er man gået endnu videre indenfor dette område. Når eksempelvis produkter returneres til virksomhedens fabrikker indgår de igen i nye produkter. Eksempelvis returneres bordplader fra skriveborde efter endt brug til virksomheden. De slidte bordplader indgår herefter i som indlæg i polstrede rumdelere i, som virksomhedens gensælger til deres kunder.

I forbindelse med Magnus Olesens opgradering af møblerne i Københavns Lufthavn, var det ligeledes her vigtigt, at produktet blev opgraderet med anvendelse af flest mulige elementer fra det oprindelige produkt. Både understel, beslag og sæder indgik således i det "nye" opgraderede produkt – hvilket betød at produktet fremstod som nyt og ressourceforbruget af materialer mv. Var reduceret med mere end 50 %.

Det sociale element er at produkterne fremstilles i henhold til de krav der stilles i det enkelte land. En stor del af den danske møbelproduktion er gennem en årrække blevet outsourcet til lande med lavere lønomkostninger og i nogle tilfælde også lavere krav til de produktionsforholdene. Genanvendelse af materialer betyder at materialeomkostningerne bliver mindre i den enkelte produkt og der bliver større fokus på kvaliteten. Begge forhold til gavn for produktion så tæt på brugstedet som muligt.

Eksport

Den traditionelle forretningsmodel er baseret på produktion af produktet på "fabrikken" og med eksport til forbrugere i mange forskellige lande.

En CØ-model åbner i større udstrækning mulighed for at drøfte muligheden for at designe og udvikle et produkt til et "hjemmemarked" og i stedet for at eksportere produktet indgå licensaftaler med lokale partnere, som kan producere produktet med de materialer der er hensigtsmæssige i området.

Om CØ-modellen baserer sig på licens og lokal produktion eller organiseres omkring mere centrale produktionsfaciliteter beror på en afvejning af transport og logistikmæssige forhold. Der er i princippet intet til hinder for, at møbler fra eksportmarkeder tages retur til afsenderlandet, opgraderes og eksporteres igen. Afvejningerne herom beror både på en økonomisk og miljømæssig vurdering.

I en verden, hvor der udvikles flere cirkulære produkter vil der blive udviklet et servicenetværk, som vil initiere efterspørgsel efter endnu cirkulære produkter.

4.2 Den ideelle CØ forretningsmodel

I den ideelle forretningsmodel udvikles et veldesignet produkt, som forbrugerne/kunderne sætter stor pris på, og som derfor efterspørges pga. et stærkt designindhold. Den moderne forbruger ønsker fortsat et produkt, som på en overbevisende måde indgår i indretningen eller interiøret. Forbrugeren ønsker ligeledes mulighed for at følge med i modeændringer, hvor der sker forandring i farver og materialer, så indretningen fremstår nutidig og moderne. Når produktet bliver uaktuelt enten pga., at behovet ikke er der længere eller fordi produktet er nedslidt, er der mulighed for følgende:

1. Gensælge produktet til en anden forbruger (detail)
2. Anvende produktet i en anden sammenhæng (kontrakt)
3. Opgradere produktet gennem udskiftning af sliddele

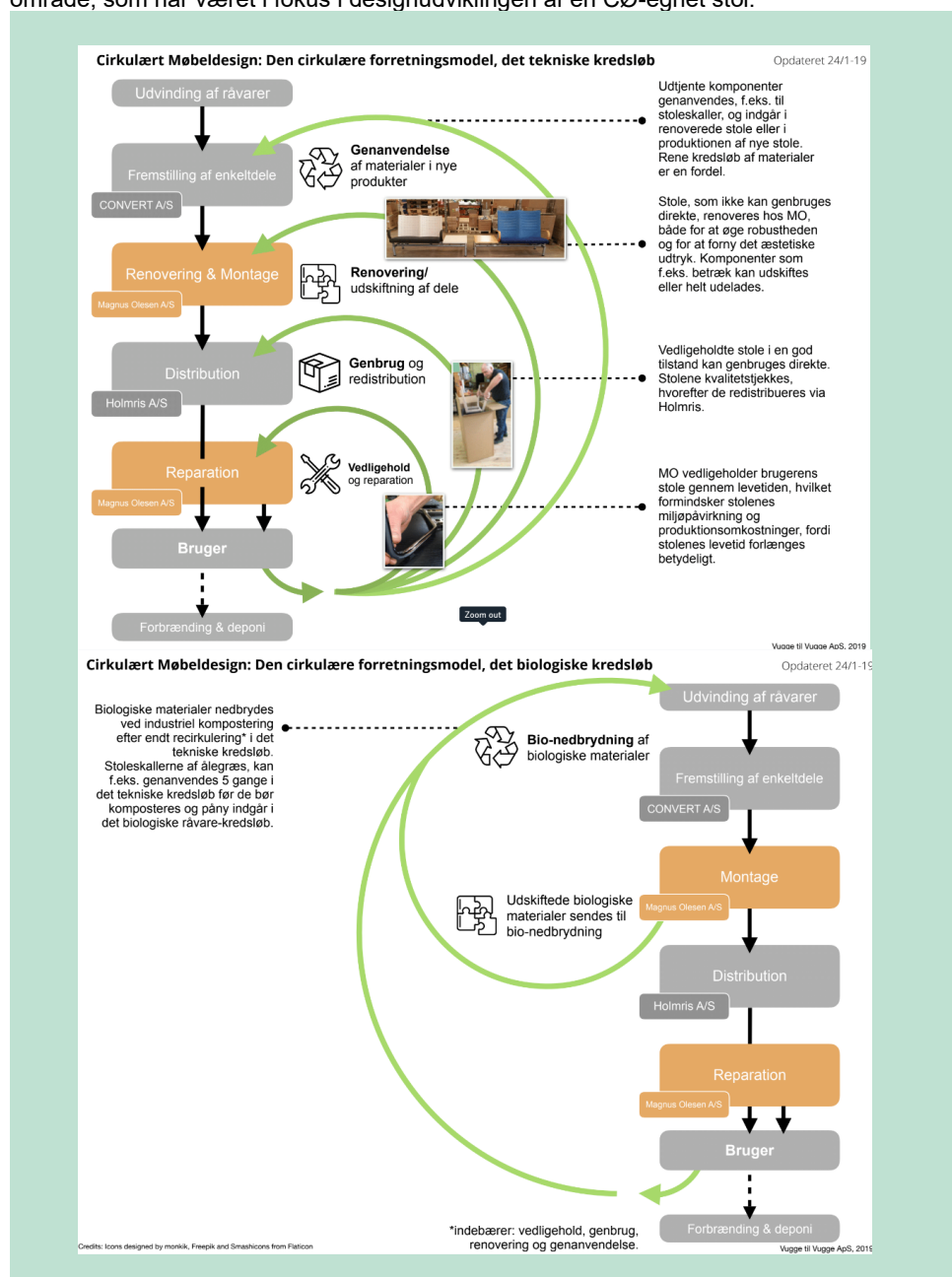
I møbelmæssig sammenhæng har de elementer, der indgår i møblerne typisk meget forskellig levetid. For så vidt angår en stol, som er testet til den højeste brugssituation jf. EN standard vurderes levetiden som følgende:

TABEL 4.1 Oversigt over komponenters levetid ved intensiv brug.

Komponent (Intensiv brug)	Levetid (forventet)
Understel udført i stål med pulverlakeret overflade	15-20 år
Sæde – typisk udført i lamineret træ og polster uld.	5 år
Ryg – typisk udført i lamineret træ og polster uld.	10 år

Det betyder, at et traditionelt produkt uden mulighed for dekomponering / adskillelse ofte anses som slidt efter 5 år, mens et produkt, der på en meget enkel vis kan skilles ad og opgraderes, kan leve i op til 20 år.

Det er således mulighederne for at kunne opgradere sæde og ryg, som er den begrænsende faktor for at kunne forlænge hele stolens levetid til at blive 15-20 år, og det er derfor også dette område, som har været i fokus i designudviklingen af en CØ-egnet stol.



FIGUR 27. Den cirkulære forretningsmodel:
øverst: Det tekniske kredsløb; nederst: Det biologiske kredsløb.

I det tekniske- og biologiske kredsløb i en cirkulær forretningsmodel på figur 27 ovenfor ses hvordan råmaterialer såvel som komponenter og produktsektioner fortsætter i et genanvendelsesloop hvori mindst muligt smidt ud og mest muligt bliver vedligeholdt, genbrugt, renoveret eller genanvendt i sin helhed eller som komponenter så længe som muligt.

4.2.1 Logistiksystemet

Logistiksystemet er afhængigt af produktets egenskaber. Såfremt det drejer sig om et "standard produkt" vil det være nødvendigt at transportere hele produktet retur til fabrikken/operatøren med henblik på opgradering. Transporten og selve handlingen bliver derfor både arbejdskrævende og transportmæssigt krævende, idet der bliver tale om transport både til og fra fabrikken af et produkt som ikke kan adskilles hos kunden.

I forhold til "Stjerne produktet" vil det være muligt for kunden eller virksomhedens montør at udføre opgraderingen hos kunden, når det drejer sig om udskiftning af både sæde og ryg. Ideelt set kan nyt stof til sædet fremsendes pr. post og udskiftes helt enkelt. Det kræver at stoffet fastholdes på sædet uden lim og at der i konstruktionen tænkes ind, hvorledes stoffet fastholdes på sædet.

I Magnus Olesens sortiment indgår i dag både produkter, der er fuldt dekomponerbare og hvor sæde og ryg kan returneres og opgraderes – men hvor kunden endnu ikke er i stand til at foretage opgraderingen selv, idet der altid vil være et returprodukt, der er i overskud.

I nedenstående er der foretaget en sammenligning mellem et "standard produkt" og Ø – stolen designet af Øvind Slaatto.

Målet med Ø-stolen er, at sædet kan ombetrækkes med et sædebetræk med en indsyet snor til fastgørelse under sædet og afslutningsvis en skrue, som dels holder stolen sammen men også erstatter limen, så stoffet fastholdes på sædet. Slutkunden vil selv være i stand til at foretage denne udskiftning og restmaterialet som består af uldbetræk vil umiddelbart kunne bortskaffes som i alm. recirkulering af tekstiler eller returneres til Magnus Olesen, hvor det med tiden vil indgå i et nyt materiale.

I forbindelse med tilblivelse af denne rapport er der aflagt besøg hos en nyetableret virksomhed Advance Nonwoven i Thisted. Returnede produkter vil i lighed med eksemplet fra Holland betyde at returnede produkter kan indgå i andre produkter i Magnus Olesens produktpalette fremover.

Vurdering af produktlevetid.

Standardproduktet består af 45 serien, som Magnus Olesen har haft i sortiment gennem mange år og som har en høj kvalitet, hvilket betyder at den er svær at slide op. Stolen kan dog ikke ombetrækkes på stedet, men skal returneres til fabrikken.

TABEL 4.2 Kostpris pr. stol i DKK ekskl. Moms.

	45 stolen	Ø – stolen
Omkostninger ved ombetrækning af sæde	750	159
Transport pr. stol (indenfor 500 km)	150	40
Transport pr. stole (udenfor 500 km)	250	45
Bortskaffelse	Svær	Let
Miljømæssig påvirkning	Høj	Lav

Tilsvarende vurderinger kan laves af alle produkter i Magnus Olesens sortiment. Helt grundlæggende er det dog klart, at det giver god mening at etablere et cirkulært system, hvor produkterne kan opgraderes til glæde for kunderne og miljøet, men også at skabe et produkt, der et tiltænkt processen så det kan opgraderes betydeligt billigere end et produkt, hvor dette ikke i samme grad har været inde i overvejelserne.

4.2.2 Overvejelser i forhold til produktion og logistik

En produktionsvirksomhed er organiseret som et fremadgående flow, hvor råvarerne kommer ind i den ene ende, og hvor det færdigt forarbejdede produkt kommer ud i den anden ende. I forbindelse med en tilpasning til en cirkulær produktion skal produktionen tilpasses, så der kan tages højde for en anden forarbejdningsproces af produkterne.

I Magnus Olesens tilfælde betyder det at produktionen skal indrettes, så produkter der returneres skal demonteres og de dekomponerede varer skal kvalitetsvurderes afhængig af, om de skal genbruges, oparbejdes eller omdannes til enten brandbart materiale eller indgå i andre produkter – eksempelvis spånplader.

Det er en afgørende forudsætning for produktionsplanlægning, at produkter som indgår i en ny produktion vil være omfattet af de samme kvalitets- og garantiforpligtigelser som et nyt produkt. Som i andre brancher kan dette være en udfordring ift. kontrol af, at de styrkemæssige egenskaber er bevaret i materialer som tages retur – f.eks. et metal stel som tages tilbage og indgår i et nyt produkt. Her vil udvikling af testmetoder og evt. enkle indikatorer for overbelastning være vigtigt for at sikre en ensartet kvalitet – uanset om det er nye eller genbrugte materialer.

Magnus Olesen er i dag ordreproducerende og kundeforhandlingen for en CØ-baseret produktion, vil derfor være tilsvarende den aftale, der indgås i dag jf. nedenstående:

1. Tilbud baseret på kendte behov og krav
2. Kundens accept
3. Hjemtagelse og dekomponering af produkt
4. Indkøb af råvarer
5. Afskaffelse af overskydende materialer
6. Færdig forarbejdning af nye elementer
7. Levering og geninstallering af produkterne hos kunden

I de tilfælde hvor kunden ikke ønsker at modtage produkterne retur tilbydes følgende:

1. Gensalg via salgsportal – der beregnes en provision heraf til administration, som er afhængig fra sag til sag.
2. Dekomponering og bortskaffelse som affald, alternativ donation til velgørenhed eller andet. Også i dette tilfælde beregnes en provision til administration.

Den udvidede forretningsmodel – indeholdende cirkulære produkter vil således kunne køre parallelt med den nuværende i Magnus Olesen. Der vil være behov for at udarbejde en vejledende pris på opgradering af produkterne – men denne vil alene være vejledende, da der er en række ubekendte. Under iagttagelse af at det drejer sig om kvalitetsprodukter med højt designindhold anses det altid for værende fordelagtigt for miljøet, kunden (hvis produktet opgraderes og vedligeholdes og hvis levetiden forlænges) samt for Magnus Olesen, som med udgangspunkt i Danmark opretholder en produktion, der er konkurrencedygtig i forhold til de virksomheder, som er organiseret med produktion i andre lande.

4.2.3 Eksport og licensproduktion

Det forventes, at den cirkulære produktion pt. kun er i sin vorden. Cirkulær produktion af møbler er grundlæggende ikke egnet til transport over lange afstande. Ved eksport til oversøiske markeder som USA og Japan vil det være hensigtsmæssigt for Magnus Olesen at indgå licensaftaler med lokale producenter fremfor egentlig produktion.

Den lokale partner skal således dels producere Magnus Olesen produkter lokalt, men også stå for returnering og oparbejdning af de returnerede produkter.

I forbindelse med udvikling af Ø-stolen har det været hensigten, at de komponenter, der skal indgå i produktet, skal være omkostningsmæssigt konkurrencedygtige. Det betyder, at der løbende er mulighed for at finde nye materialer, der kan samles på samme måde. Derudover er det muligt, afhængigt af hvor i verden stolen produceres, at den kan tilpasses de mest hensigtsmæssige materialer i området.

4.2.4 Eksempel på "take-back"-aftale med slutkunde

I det følgende er et eksempel på en "take-back"-aftale mellem Magnus Olesen og en slutkunde vist.

Magnus Olesen producerer med udgangspunkt i Danmark kvalitetsmøbler, der er tiltænkt et langt liv. Magnus Olesen ønsker at tage ansvar for det omgivende miljø og medarbejdere i produktionsprocessen. Magnus Olesen ønsker ligeledes at tage ansvar for de producerede produkter i hele deres livscyklus – fra at produktet er nyt og til det endelig dekomponeres og bortskaffes. Et langt liv og komponenter der er baseret på ædle materialer, der kan dekomponeres, medvirker til reduktion af miljøbelastningen. Produkterne er designet af ledende designere med henblik på, at designet er langtidsholdbart, men også med henblik på, at produkterne kan skilles ad, så sliddele kan udskiftes til glæde for miljøet.

I forbindelse med køb af Magnus Olesen produkter indgås følgende "take back" aftale på de indkøbte kvalitetsmøbler.

Magnus Olesen forpligtiger sig til at tage produkterne tilbage, såfremt de er produceret af Magnus Olesen.

Take back aftalen indebærer følgende muligheder:

- 1. Produkterne tages tilbage med henblik på opgradering – ombe-
trækning, ny overfladebehandling eller tilføjelse af nye elementer.
Der udarbejdes et tilbud herpå i hvert enkelt tilfælde.*
- 2. Produkterne tages tilbage med henblik på videresalg – produkterne
udbydes på Magnus Olesens webportal og der laves en slutafreg-
ning i forbindelse med salg af det sidste produkt.*
- 3. Produkterne tages tilbage med henblik på bortskaffelse. Produk-
terne doneres til velgørende formål eller dekomponeres og bort-
skaffes i overensstemmelse med de lov- og miljømæssige krav, der
er gældende i Danmark.*

Take back aftalen indgås mellem Magnus Olesen og slutkunden og forhandles via Magnus Olesens forhandlerkreds. Såfremt forhandleren indgår aftaler udover ovenstående, indestår forhandleren herfor.

Denne aftale er indgået mellem:

Dato:

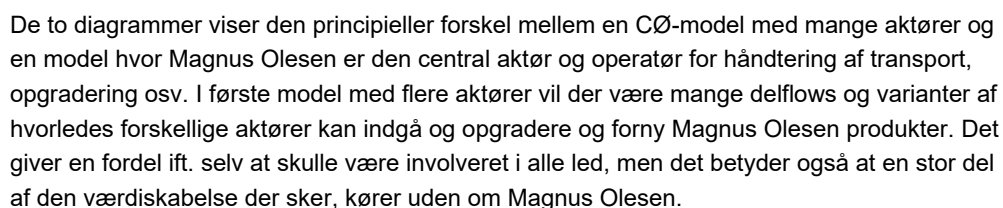
Magnus Olesen A/S

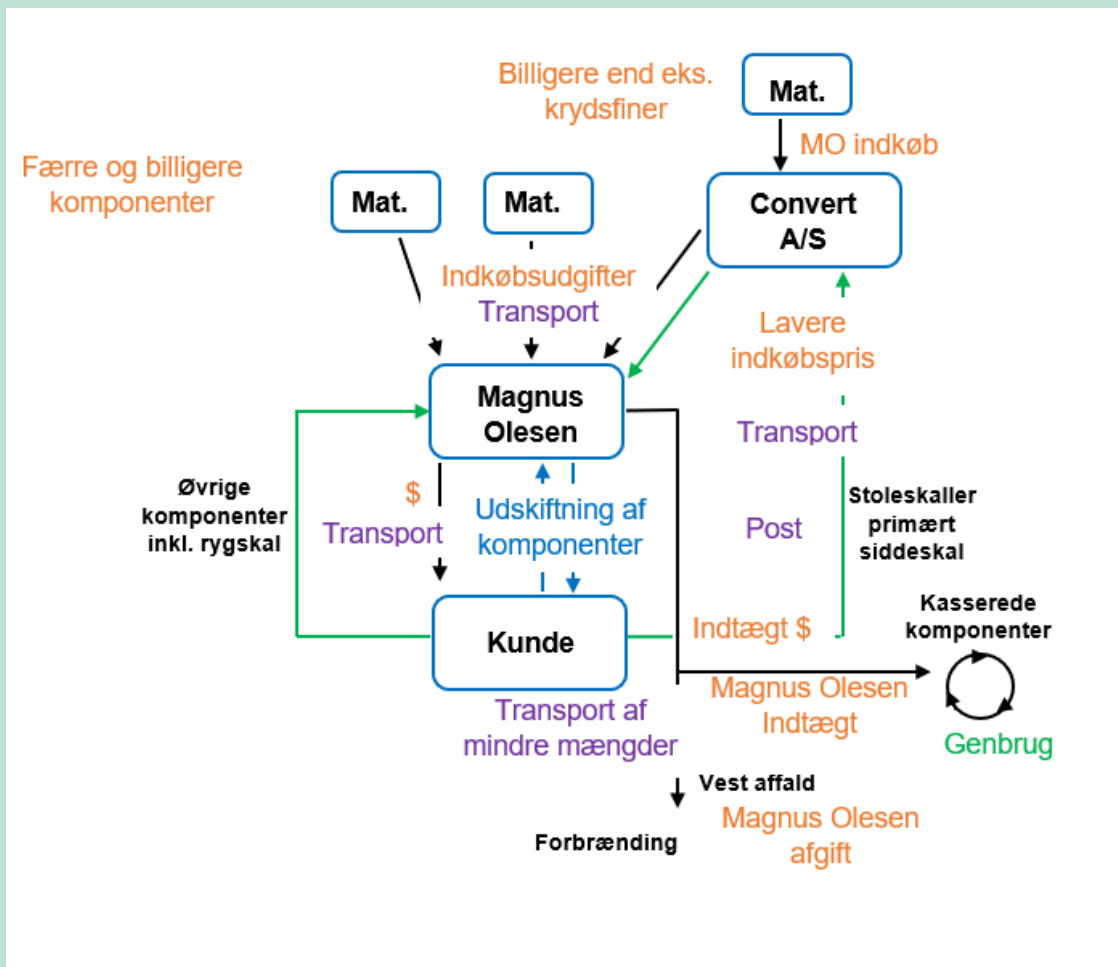
og

Kunde

Magnus Olesen forhandler

FIGUR 28. Eksempel på materialeflow og forretningsmodel. **Orange:** penge flow; **lilla:** transport af vare; **grøn:** cirkulære flow involverende MO; **rød:** flow uden involvering af MO.





FIGUR 29. MO's flowdiagram for direkte salg (samme farvekoder som figur 28)

I det andet diagram, spiller Magnus Olesen en større rolle og grossist og forhandlerled er ikke direkte en del af CØ-kredsløbet. Det giver potentielt større indtægt, men vil også betyde at grossister og forhandlerled i mindre grad vil være interesserede i at forhandle Magnus Olesen produkter, idet de ikke indgår i kredsløbet. Ved selv at være den centrale aktør, vil der skulle ske nogle omlægninger i Magnus Olesens organisering og håndtering af logistik, idet man vil være involveret i alle faser.

Endelig kan der være tale for kombinerede modeller, hvor Magnus Olesen kan indgå som mere kontrollerende og være garant for materialer og kvalitet af møbler som opgraderes. Det vil bidrage til at fastholde en høj værdi af produktet, som også vil kunne komme forhandler og grossist ledet til gavn.

4.3 Principper for tilbagetagning

Det grundlæggende i produktet er at det kan skilles ad. Når den forudsætning er til stede, kan servicemodellen udarbejdes. Der kan ikke laves en entydig prismodel, da opgradering af produktet vil være forskelligt fra sag til sag. Opgradering af stolen kan være drevet af mode, hvor en given farve ikke længere er aktuel – her vil ryg eller sæde typisk kunne genanvendes såfremt stolen skal leveres med polster. Stolen kan være slidt på udvalgte områder afhængigt af hvilket stof kunden har anvendt.

Principperne for tilbagetagning er således at hele eller dele af stolen kan returneres og at der udarbejdes et tilbud i hvert enkelt tilfælde.

Der vil hurtigt blive behov for at kunne standardisere de forskellige grader af tilbagetagning, og man kan med fordel skele til andre branchers håndtering af genbrugte produkter – f.eks. elektronik og IT.

4.4 Servicepakker

Udvikling af servicepakker for møbelserien tager udgangspunkt egen fabrik i Danmark, som vil være i stand til at servicere hovedsageligt det europæiske marked. På andre markeder vil serviceringen ske gennem servicepartnere.

Servicepakkerne vil bestå af forskellige muligheder. Udskiftning af ryg, sæde, stel, polster, herunder mulighed for genbrug af vise dele. Tilbuddet til kunden vil således være baseret på en individuel vurdering fra sag til sag, og der kan være tale om opgradering i forskellige niveauer. opgradering i forskellige niveauer.

Under alle omstændigheder kan det forventes at de finansielle forhold og pengestrømme vil have stor betydning for hvilke service-pakker de forskellige kunder kan forventes at foretrække – fra kunder der ønsker at model som ikke kræver stor investering i starten og sikrer stor fleksibilitet til kunder som fokuserer på at eje møblerne over en lang periode og blot udskifter i takt med slid eller større ændringer i brugen af møblerne.

4.5 Koncepter

Udvikling af koncepter for værditilvækst af møblerne. Der er udarbejdet et første udkast til et forretningskoncept for cirkulære møbler, hvor fortællingen om møblernes cirkularitet anvendes strategisk til markedsdifferentiering og –positionering. Værdikæder og materiale- og pengeflow omkring de nuværende produkter er blevet kortlagt, og arbejdet med at opstille nye forretningsmodeller, som indarbejder tilbagetagning og gensalg af møblerne, er påbegyndt. Der udarbejdes bl.a. med forskellige modeller til hhv. det private og det offentlige marked.

I processen er det blevet tydeligt, at der vil være et stort behov for at kunne differentiere mellem de forskellige kundetyper, og samtidig skal der opbygges en meget enkel fortælling omkring de miljømæssige og økonomiske fordele, som de forskellige kunder bliver en del af og bidrager til.

5. Cirkulær møbelproduktion

5.1 Manual/guide til cirkulær møbelproduktion

En omstilling fra lineær- til en cirkulærmøbelproduktion kan være krævende for en virksomhed uanset størrelse. Ofte omfatter dette både en kulturændring i virksomheden og en omstrukturering af design- og produktionsprocessen lige fra et møbels komponenter til opbygning og sammensætning til man kan have et cirkulært økonomisk slutprodukt.¹

For at en virksomhed kommer godt fra start i cirkulær møbelproduktion og minimere omkostninger og undgå faldgruber ofte forbundet hermed, kan det være nyttigt at have en guide at støtte sig til i omstillingsprocessen.

En sådan guide bør indeholde såvel en slags metodebeskrivelse af 'hvad' og 'hvordan' baseret på erfaringer gjort af andre virksomheder i branchen, samt forslag til hvilke offentlige hjælpemidler man kan drage nytte af undervejs i processen og hvordan disse med fordel kan udbygges i fremtiden.

Parallelt med udarbejdelsen af den aktuelle rapport er rapporten "Cirkulær Økonomi i den Danske Møbelbranche" udkommet, og i det følgende tages afsæt i en række af pointerne herfra som perspektiveres med den aktuelle case.

5.1.1 Samarbejde og partnerskaber

Grundet det tætte samarbejde i hele værdikæden i en møbelproduktion fra materialerne anskaffes til et færdigt møbel står klar hos kunden, kan en virksomhed ikke fungere isoleret som eneste led i kæden der arbejder med cirkulær økonomi. Det er nødvendigt med samarbejdspartnere der har samme målsætning før en cirkulær økonomisk model kan virke til fulde.

I rapporten "Cirkulær Økonomi i den danske møbelbranche" fra 2018 understreges det blandt flere aktører i møbelbranchen der arbejder med cirkulær økonomi at de har samarbejde med andre virksomheder der også bidrager til cirkulær økonomi. Flere virksomheder der ønsker at omstille sig, men ikke er gjort det endnu giver udtryk for at de ofte finder det svært at fuldføre en omstilling til cirkulær økonomi, hvis deres samarbejdspartnere ikke har samme målsætning.

I stil med Fashion Positive netværk (som nævnt under 2 Re-design) for materialer der er Cradle to Cradle certificeret, kunne man oprette en ordning hvori virksomheder der arbejder med cirkulær økonomi i alt fra materialeleverancer til transport etc. kunne lokaliseres og kontaktes som i et netværk af aktører. Dette ville lette forbindelsen til andre led igennem hele værdikæden fra råmateriale eller genbrugsmateriale til færdigt produkt installeret hos kunden. Dermed kunne virksomheder i en sådan ordning både promovere sig i netværket og gøre det endnu mere attraktivt at være bidrager til cirkulær økonomi.

Imidlertid viser den aktuelle rapport også, at forholdsvis stærke aktører i markedet som Magnus Olesen kan have en meget stor interesse i at ikke at gøre CØ-kredsløbet for stort ift. sikring af kvalitet og pengestrømme, og i det lys kan der forventes mange forskellige modeller for CØ-kredsløb i branchen.

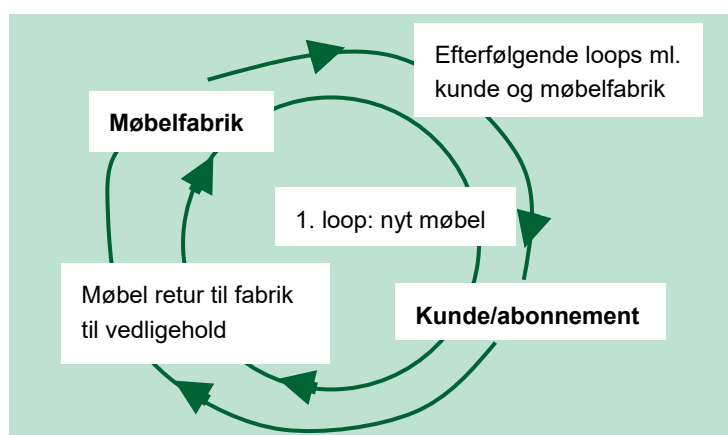
¹ Cirkulær Økonomi | Den Danske Møbelbranche – National Cirkulær Økonomi Hub - 2018

5.1.2 Abonnement på cirkulære økonomiske møbler

Efter et møbel er færdigproduceret og installeret hos kunden, er det som led i cirkulær økonomi, vigtigt at kunden fortsat har kontakt til møbelfabrikken således at kunden kan få repareret sine møbler eller udskiftet dele, når den tid kommer. I denne sammenhæng kunne det være en løsning at have et slags møbelabonnement mellem kunden og møbelfabrikken. Et sådant abonnement kunne være baseret på enten at kunden helt fra starten leaser sine møbler hos fabrikken over en årrække med en større eller mindre grad af udskiftning/ vedligeholdelse og det derfor er en del af en serviceaftale at møblerne vedligeholdes eller udskiftes i stil med en leaset bil.

Alternativt kan kunden fortsat købe møbler, men tegne et abonnement hos møbelfabrikken på service, udskiftning af slidte/ beskadigede dele eller opgradere til mere moderne farver, materialer etc. over en årrække.

I forbindelse med et abonnement mellem møbelproducent og kunde, kunne det også være en fordel med stærke samarbejder mellem producent og transportvirksomhed (hvis det ikke omfattes af møbelproducenten selv), for at sikre ensartet og vedholdende service og leverancer. Et tredje alternativ er en mulighed hvor typisk institutioner eller virksomheder køber sine møbler af møbelfabrikken og gennem en slags pant-ordningsaftale, kan kunden senere returnere møblerne igennem hvilken proces det vurderes hvilke dele der skal udskiftes og hvilke dele der kan genbruges og derved afregnes en pant/ tilbagesalgsværdi til kunden. Møblerne kan nu enten sendes opgraderet tilbage til kunden eller sælges som delvist brugte møbler.



FIGUR 30. Illustration af en abonnementsløsning mellem møbelfabrik og kunde, hvor et møbel kan indgå i adskillige "brugsloops" hvori hver gang det kommer retur til møbelfabrikken vedligeholdes eller udskiftes hvorefter møblet kan komme ud til samme eller ny møbelabonnement.

Centralt for udviklingen af den aktuelle model er differentiering af kunder og fokus på hvad det helt konkret er, der skaber værdi for kunden – fra den meget miljøbevidste, over den totaløkonomisk fokuserede til et rent convenience segment, hvor fleksibilitet og en lav kapitalbinding er i fokus.

5.1.3 Test af brugte møbler i cirkulære økonomi

Lige såvel som et nyt møbel som prototype skal igennem styrke- og holdbarhedstest, bør der for hvert enkelt brugt møbel (både dem med udskiftede elementer som sendes retur til samme kunde, såvel som de møbler der sælges som genbrugsmøbler) være en systematiseret test af styrke og holdbarhed. Årsagen til nødvendigheden af denne type test ligger i den potentielt store belastningsforskel møbler i erhverv og institutioner kan være udsat for i løbet af et såkaldt "brugsloop" (dvs. den tid et møbel er i brug hos kunden imellem dets tilbagevenden til fabrikken for opgradering/ udskiftning (se figur 30)), hvilket kan have svækket dele af møblet over længere tid.

Styrke- og holdbarhedstest af brugte møbler bør derfor eftervise at møblet som minimum kan overholde de relaterede standardspecifikationer som er gældende for nye møbler (eller en fastsat dokumenteret procentdel heraf). Hermed fungerer styrke- og holdbarhedstest af brugte møbler til videresalg som en garanti mellem møbelproducent og kunde for at møblet har en procentdel af sin oprindelige funktionalitet, således at kunden har gennemsigtighed i hvad der reelt set købes eller leases.

I praksis kan dette vise sig at være en langt større udfordring for mange aktører – specielt hvis der anvendes materialer og produkter som svækkes på måder der er meget vanskelige at identificere og teste i produktionen (metaltræthed, knækkede fibre i laminerede møbler osv.). Ud over at kræve udvikling af flere testmetoder trækker det også designudviklingen i retning af valg af materialer og produktionsmetoder, hvor de nævnte forhold er lettere at identificere.

5.1.4 Ofte forekommende udfordringer

I en undersøgelse beskrevet i "Cirkulær Økonomi I Den Danske Møbelbranche" fra 2018 beskrives nogle af de mest almindelige udfordringer som især mindre firmaer oplever enten i forbindelse med planlægning af omlægning til cirkulær økonomi eller også undervejs i selve omlægningsprocessen. En af de helt store temaer hos flere adspurgte aktører er en helt basal manglende viden omkring cirkulær økonomi. Både omkring ren praktisk omlægningen af produktionsprocessen og om hvorledes cirkulær økonomi kan laves til en lukrativ forretningsmodel.

Andre meget almindelige udfordringer er at det ses som en tidskrævende og omkostningsrig opgave at omlægge til cirkulær økonomi samt det tidligere nævnte emne omkring at finde samarbejdspartnere der også arbejder med cirkulær økonomi.

I den aktuelle case er dette problem mindre, da Magnus Olesen qua sin styrke i markedet har muligheden for at påvirke mange af disse forhold direkte og selv vil have kapaciteten til at kunne organisere de CØ-modeller som er mest relevant for virksomheden.

5.1.5 Offentlige initiativer

For at hjælpe med til en grønnere omstilling gennem cirkulær økonomi er der forskellige tiltag som man fra offentlig side kan tage i brug.

En væsentlig faktor her er vejledning omkring cirkulær økonomi for at gøre det så nemt og tilgængeligt som muligt for interesserede virksomheder.

Økonomisk støtte til virksomheder med behov for dette i forbindelse med udgifter forbundet med hele omstillingsprocessen til cirkulær økonomi muligvis i form af en fordelagtig låne og afdragsordning uden renter.

Mere vejledning til omkring miljø- og spildevandsgodkendelser samt mere smidighed omkring miljøgodkendelser for at afhjælpe processen.

Det offentlige kunne også oprette og administrere det tidligere nævnte netværk af mulige samarbejdspartnere.

I hele emnet omkring omstilling til cirkulær økonomi er viden og videndeling et vigtigt element. Derfor ville efteruddannelse omkring emnet såvel som at gøre det et led i almindelig uddannelse kunne gøre en væsentlig forskel i at afhjælpe denne omstillingsproces.

Set fra Magnus Olesens er disse initiativer gode og nyttige for både virksomhed og branche, men især vil standardisering af kvaliteten af genanvendte materialer i møbelproduktion have en meget stor betydning.

6. Konklusion og perspektivering

Projektet viser hvorledes en omhyggelig kortlægning, fokus på en forholdsvis udfordrende kravspecifikation og et målrettet designarbejde i løbet af relativt kort tid har kunnet omsættes til et nyt produkt, som overholder alle de grundlæggende spilleregler for et møbel, som kan indgå i et cirkulært økonomisk kredsløb.

Samtidig viser projektet også at udfordringerne i mindre grad ligger i det tekniske, selv om der stadig er mange udfordringer der skal løses, f.eks. vedr. test og bevarelse af styrke og kvalitet af genbrugte materialer. En væsentlig udfordring vil være at lave de organisatoriske og støttende systemer, som skal sikre at de fysiske møbler rent faktisk gennemløber et hensigtsmæssigt forløb, hvor værdien bevares og kunderne sikres mere bæredygtige løsninger end den nuværende møbelbranche kan byde på.

I rapporten belyses forskellige modeller og de principielle forskelle der vil være ved at indgå i et stort kredsløb ift. et mere snævert kredsløb direkte med kunderne. I mange andre sammenhænge hyldes de store kredsløb for at være effektive og mangfoldige og tillade mange aktører og eksperter, men i forhold til den aktuelle case, vil der også være mange fordele i at lave et snævert kredsløb, som til gengæld kan give en større målretning mod værdiskabelse for de forskellige typer af kunder og nemmere sikre kvalitet og bevarelse af værdien af møblerne.

Med lanceringen af det udviklede produkt samtidig med udgivelse af nærværende rapport og afslutning af det aktuelle projekt, skal de mange ideer og principper nu stå deres prøve i det faktiske marked.

Hele projektteamet skylder MST en stor tak for at have fået muligheden for at tage dette vigtige skridt fra koncept til marked og vi håber at rapporten kan blive til gavn for andre aktørers overvejelser omkring udvikling af møbelprodukter som kan indgå i cirkulære økonomiske kredsløb. Jo mere det bliver standarden og forventningen hos kunderne, jo nemmere bliver det for den mere progressive del af branchen at lave en reel omstilling til en CØ-baseret kredsløb for møbler i Danmark og udlandet.

Bilag 1. Produktion

CNC
fræs-
ning



Lim-
ning/sa
mling af
stolestel



Lake-
ring af
stel





Lager af
sam-
lede stel



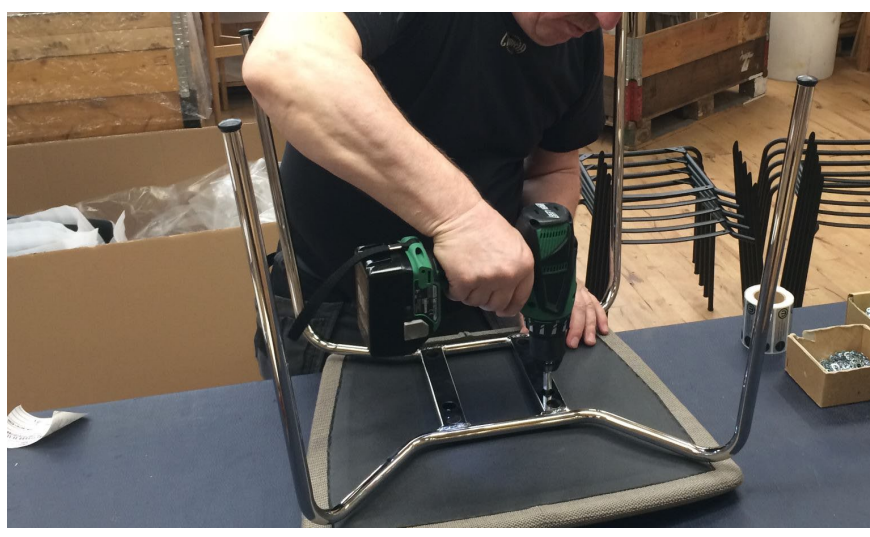
Klipning
af læder
og stof



Lager af
pol-
strede
skaller



Mon-
tage af
stole



Cirkulært Møbeldesign

Bæredygtighed i møbelbranchen handler om materialer, designprincipper og markedsmodeller. Møbler er ofte meget sammensatte produkter, med mange forskellige materialer med forskellig levetid, ofte limet sammen, så udskiftning af enkeltdele eller genbrug af materialerne efterfølgende er meget vanskelig. Ofte udskiftes møbler som led i moderniseringer, selv om der er stor restlevetid tilbage i møblerne. I projektet Cirkulær Møbeldesign kortlægges problematiske materialer og potentielle alternativer identificeres. Baseret på erfaring med opgradering af et konkret produkt, opstilles en kravspecifikation og teamet udvikler en prototype til en ny stol, som lever op til bæredygtighedskravene. Prototypens design er baseret på brug af enkle materialer og er samlet mekanisk, så alle dele kan udskiftes eller opgraderes samlet eller enkeltvis. Desuden er der lagt vægt på, at de samme principper umiddelbart kan udvikles til en komplet serie bestående af spisebordsstole, konference stole og loungestole. Perspektiverne i markedet undersøges og en forretningsmodel mellem fabrikant, kunder og virksomheder, der opkøber gl. møbler, skitseres. Produktet er efter projektets afslutning blevet videreudviklet og lanceret på markedet.



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk