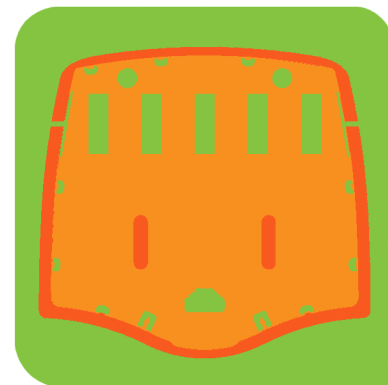
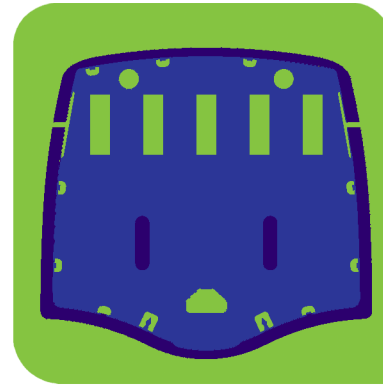
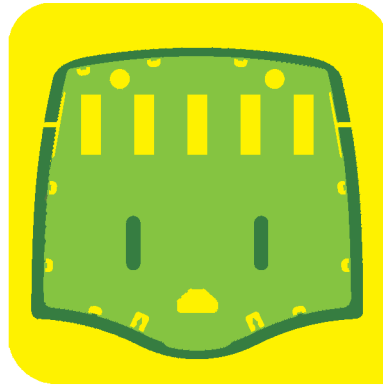
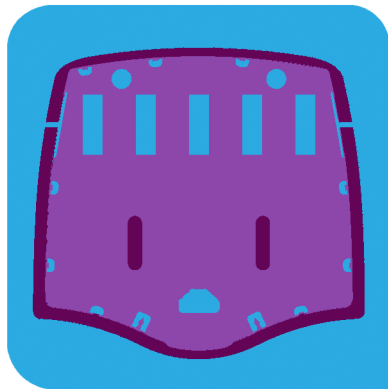
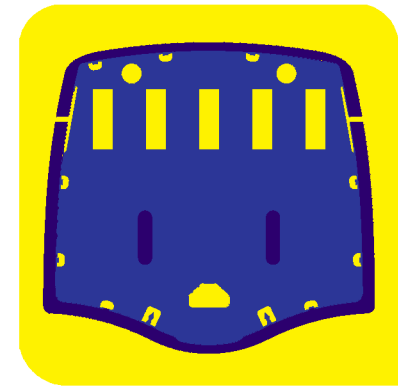
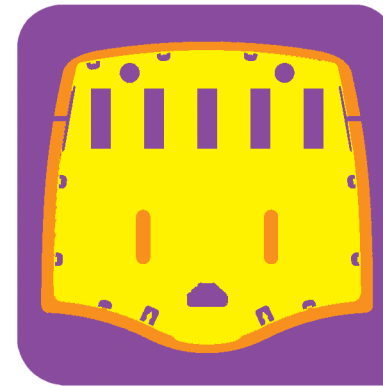
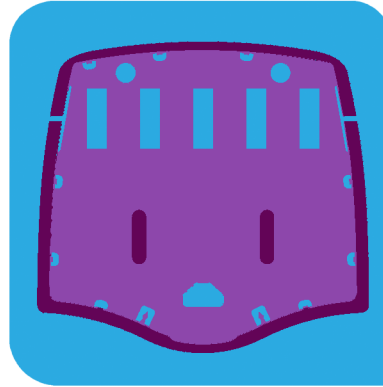
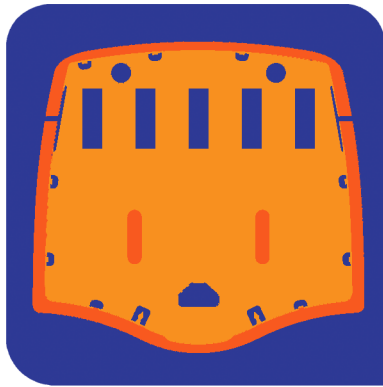




ERGONOMICS

Verbetering van de milieuvriendelijkheid van de Axia bureaustoel

UNIVERSITEIT TWENTE.

Ellen Meijer
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
BMA Ergonomics
april 2010

Examencommissie:
Prof. Wim Poelman
Marten Toxopeus
Harmen Leskens

BMA Ergonomics
Schoenerweg 4
8042 PJ Zwolle

bma

ERGONOMICS

Verbetering van de milieuvriendelijkheid van de Axia bureaustoel

UNIVERSITEIT TWENTE.

Ellen Meijer
s0149470
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
BMA Ergonomics
april 2010

Samenvatting

De opdracht is uitgevoerd bij BMA Ergonomics in Zwolle. Dit bedrijf ontwerpt en produceert ergonomische bureaustoelen. Het doel van de opdracht is het doen van aanbevelingen aan BMA Ergonomics over het verbeteren van een aantal onderdelen van de Axia bureaustoel, zodat deze gerecycled kunnen worden.

Als eerste is gekeken hoe BMA de milieuvriendelijkheid van producten bepaalt. Vervolgens is de milieuvriendelijkheid van de Axia bureaustoel vergeleken met stoelen van concurrenten. Hieruit bleek dat BMA zich goed kan meten met de concurrenten.

Op basis van onderzoek naar de milieuscore van de onderdelen van de Axia bureaustoel is besloten om het schuim en de bevestiging van de stoffering opnieuw te ontwerpen. Er is gekeken naar de voor- en nadelen van de huidige ontwerpen, waarna er verschillende concepten zijn bedacht. Op basis van een programma van eisen is er een keuze gemaakt tussen de concepten.

Bij het schuim is gekozen voor een vulling van LDPE materiaal dat een groot deel van het volume van het kussen zal innemen. Hier overheen komt een toplaag van PUR* schuim, dat voor de vormaanduiding zorgt. Voor de productie zal de bestaande schuimmatrijs gebruikt kunnen worden en de materialen zijn aan het eind van de levensduur goed te scheiden. Het LDPE zal vervolgens gerecycled kunnen worden.

Voor de bevestiging van de stoffering is gekozen voor het verwerken van spanpunten in de kusseninserts. Vervolgens kan de stoffering door middel van een touwtje langs de spanpunten gespannen worden. Het monteren gaat zo veel sneller. Ook is demontage mogelijk, waardoor de inserts aan het eind van de levensduur gerecycled kunnen worden.

Van beide ontwerpen zijn simpele prototypes gemaakt om het principe te testen. Op basis van deze prototypes zijn er wat aanpassingen gemaakt aan de ontwerpen. Vervolgens is een gedetailleerd prototype gemaakt, waarbij gebruik is gemaakt van de voorgestelde productiemethode van het schuim.

De prototypes zijn getest op een aantal van tevoren vastgelegde punten, zoals hardheid, zitcomfort en functionaliteit. Uit deze tests bleek dat aan alle eisen wordt voldaan.

Om een oordeel te kunnen vellen over de milieuvriendelijkheid van de herontwerpen is opnieuw de milieuscore bepaald. Hieruit

bleek dat de herontwerpen inderdaad een verbetering zijn ten opzichte van de oude ontwerpen.

Om meer details te verkrijgen over de milieuvriendelijkheid van de herontwerpen is een analyse met SimaPro gedaan. Dit programma berekent de invloed van het product tijdens de gehele levensduur. Uit deze analyse bleek ook dat de herontwerpen een verbetering zijn. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de herontwerpen geslaagd zijn.

Als afsluiting is er kort onderzoek gedaan naar de andere mogelijkheden op milieugebied voor BMA. Hierbij is bekeken wat BMA al doet, wat concurrenten doen en welke mogelijkheden er nog meer zijn. Hieruit bleek dat het interessant kan zijn voor BMA om meer certificaten te behalen en om een gesloten materialenkringloop op te zetten.

Uiteindelijk kan gezegd worden dat de doelstelling grotendeels gehaald is.

Afbeelding 1: Prototype herontwerp



Abstract

The assignment was done at BMA Ergonomics in Zwolle. This company designs and produces ergonomic desk chairs. The goal of the assignment was to provide suggestions to BMA Ergonomics about the improvement of several parts of the Axia desk chair, so that these parts can be recycled.

First an analysis was made about how BMA judges the environmental friendliness of a product. Next, the environmental friendliness of the Axia desk chair was compared to desk chairs made by competitors. The results showed that BMA can compete very well with her competitors.

Based on a research about the environmental score of parts of the Axia desk chair it was decided to redesign the foam and the attachment of the fabric. The advantages and disadvantages of the current designs were determined, and several new designs were made. A new design was chosen based upon a list of requirements.

For the foam, an inside of LDPE material will be used. This will take up a large part of the seat. A layer of PUR foam will cover the LDPE, giving the cushion its shape. The production of the new cushion will use the existing foam mold. The used materials can be separated at the end of the life span, after which the LDPE can be recycled.

The attachment of the fabric will be done with several hooks in the cushion inserts. The fabric has a string in its edge, which can be placed behind the hooks. This will increase assembling speed and provides the ability to disassemble the cushion as well. This means that the insert can be recycled at the end of the life span.

Simple prototypes were made for both of the designs. This resulted in some adjustments to the designs. Next, a more detailed prototype was made, combining both the designs. This prototype was made using the proposed production process for the foam.

The prototypes were tested on several predetermined points like hardness, comfort and functionality. These tests showed that all the requirements were met.

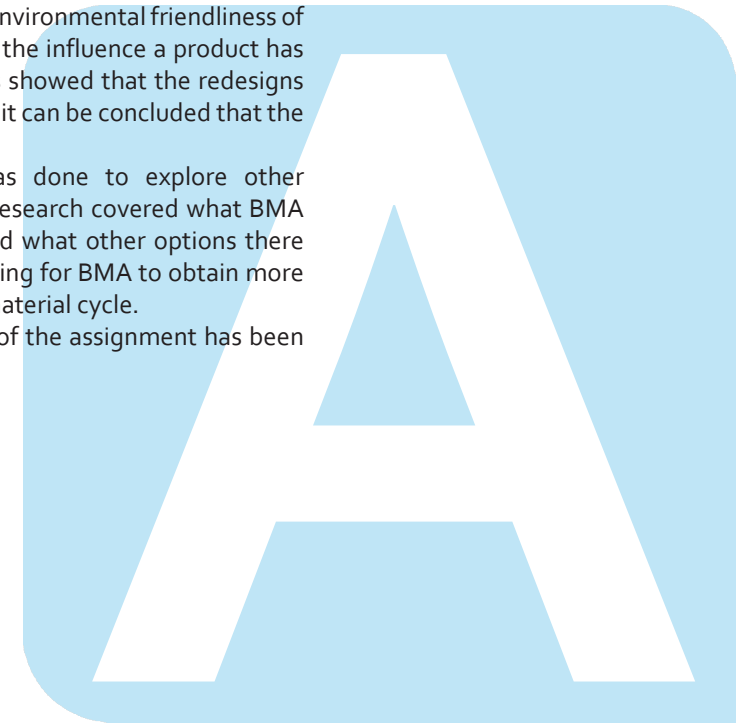
The environmental score was determined again, so that a judgement of the environmental friendliness of the redesigns could be made. This showed that the redesigns are indeed an improvement compared to the old designs.

Another analysis was done, using the program SimaPro. This was

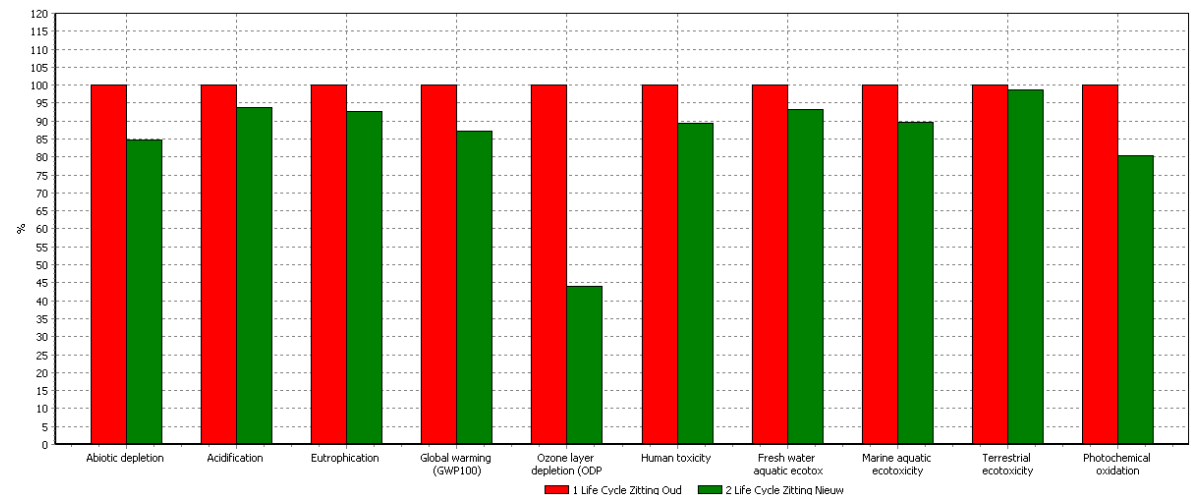
done to obtain more details about the environmental friendliness of the redesigns. This program calculates the influence a product has during its entire life span. This analysis showed that the redesigns are an improvement as well. As a result it can be concluded that the redesigns are a success.

In the end a short research was done to explore other environmental options for BMA. This research covered what BMA already does, what competitors do and what other options there are. This showed that it can be interesting for BMA to obtain more certificates and to start a closed loop material cycle.

Finally it can be said that the goal of the assignment has been reached.



Afbeelding 2: Results SimaPro analysis



Inhoudsopgave

Voorwoord	blz. 6
Hoofdstuk 1: Inleiding	blz. 7
Hoofdstuk 2: De wijze van het bepalen van de milieuscore	blz. 8
2.1 Belangrijke aspecten	blz. 8
2.2 Parameters	blz. 8
Hoofdstuk 3: Vergelijking met concurrenten	blz. 9
3.1 Milieuscore Axia	blz. 9
3.2 Concurrenten	blz. 9
3.3 Milieuscore concurrenten	blz. 10
3.4 Overeenkomsten	blz. 11
3.5 Verschillen	blz. 11
3.6 Positie Axia	blz. 11
Hoofdstuk 4: Welke onderdelen	blz. 12
4.1 Doel herontwerp	blz. 12
4.2 Wat voldoet niet	blz. 12
4.3 Mogelijke winst	blz. 13
4.4 Welke onderdelen	blz. 13
Hoofdstuk 5: Voor- en nadelen schuim	blz. 14
5.1 Programma van eisen huidige ontwerp	blz. 14
5.2 Huidige ontwerp	blz. 14
5.3 Oplossingsruimte	blz. 14
5.4 Voordelen	blz. 14
5.5 Nadelen	blz. 15
5.6 Milieuscore	blz. 15
5.7 Verbeteringen	blz. 15
Hoofdstuk 6: Voor- en nadelen bevestiging stoffering	blz. 15
6.1 Programma van eisen huidige ontwerp	blz. 15
6.2 Huidige ontwerp	blz. 16
6.3 Oplossingsruimte	blz. 16
6.4 Voordelen	blz. 16
6.5 Nadelen	blz. 16
6.6 Milieuscore	blz. 16
6.7 Verbeteringen	blz. 16
Hoofdstuk 7: Herontwerp schuim	blz. 17
7.1 Nieuwe programma van eisen	blz. 17
7.2 Concepten	blz. 17
7.3 Conceptkeuze	blz. 18
7.4 Uitwerking	blz. 19

7.5 3D-model	blz. 20
Hoofdstuk 8: Herontwerp bevestiging stoffering	blz. 21
8.1 Nieuwe programma van eisen	blz. 21
8.2 Concepten	blz. 21
8.3 Conceptkeuze	blz. 22
8.4 Uitwerking	blz. 22
8.5 3D-model	blz. 23
Hoofdstuk 9: Prototypes	blz. 24
9.1 Doel	blz. 24
9.2 Mogelijkheden en beperkingen	blz. 24
9.3 Te testen punten	blz. 24
9.4 Manier van testen	blz. 25
9.5 Prototype schuim	blz. 25
9.6 Prototype bevestiging stoffering	blz. 25
9.7 Combinatie prototype	blz. 25
Hoofdstuk 10: Oordeel herontwerpen	blz. 26
10.1 Testresultaten prototypes	blz. 26
10.2 Verschil milieuscore	blz. 27
10.3 SimaPro	blz. 27
10.4 Conclusies	blz. 28
Hoofdstuk 11: Andere mogelijkheden op milieugebied	blz. 29
11.1 Huidige activiteiten BMA Ergonomics	blz. 29
11.2 Huidige activiteiten concurrenten	blz. 29
11.3 Andere mogelijkheden	blz. 29
11.4 Aanbevelingen	blz. 30
Hoofdstuk 12: Resultaten en conclusies	blz. 31
12.1 Doelstellingen	blz. 31
12.2 Onderzoeksvragen	blz. 31
12.3 Resultaat	blz. 32
12.4 Aanbevelingen	blz. 32
Nawoord	blz. 33
Begrippenlijst	blz. 34
Bronvermelding	blz. 35

De bijlagen zijn aan het eind van dit verslag te vinden, vanaf bladzijde 36.

Voorwoord

Dit verslag beschrijft het proces dat ik doorlopen heb bij het uitvoeren van mijn bachelor eindopdracht. Het doel van dit verslag is om inzicht te verlenen in de verschillende denkstappen die gedaan zijn en beslissingen die genomen zijn tijdens de opdracht.

Het uiteindelijke doel van de bachelor eindopdracht is om aan te tonen dat ik de kennis die ik heb opgedaan bij het volgen van vakken ook daadwerkelijk in de praktijk kan toepassen en ik dus gereed ben om mijn diploma als Bachelor of Science (BSc) in ontvangst te nemen.

Ik wil hierbij graag iedereen bedanken die mij geholpen heeft bij het uitvoeren van mijn opdracht. In het bijzonder bedank ik Harmen Leskens, mijn begeleider bij BMA Ergonomics, en Marten Toxopeus, mijn begeleider van de Universiteit Twente. Tevens bedank ik al mijn collega's bij BMA Ergonomics voor de hulp en het begrip.

Ellen Meijer
Enschede, 2010



Afbeelding 3: Axia Office bureaustoel



Hoofdstuk 1

Inleiding

De opdracht is uitgevoerd bij BMA Ergonomics in Zwolle. Dit bedrijf ontwerpt en produceert ergonomische bureaustoelen, die hoofdzakelijk aan bedrijven verkocht worden. Hierbij wordt extra aandacht besteed aan de milieuvriendelijkheid van de stoelen. De stoelen worden dan ook teruggekocht aan het eind van de levensduur, waarna ze gedemonteerd worden. De onderdelen worden grotendeels gerecycled. Bij een aantal onderdelen is dit echter nog niet mogelijk.

Het doel van de opdracht is het doen van aanbevelingen aan BMA Ergonomics over het verbeteren van een aantal onderdelen van de Axia bureaustoel, zodat deze gerecycled kunnen worden. Het doel hiervan is om minder materiaal verloren te laten gaan aan het einde van de levensduur.

Dit zal gerealiseerd worden door een diagnostische en ontwerpgerichte aanpak. Ten eerste zal gekeken worden hoe de Axia bureaustoel zich verhoudt tot andere soortgelijke stoelen. Vervolgens zal gekeken worden welke onderdelen nog niet optimaal te recyclen zijn en naar de voor- en nadelen van het huidige ontwerp. Aan de hand van deze resultaten zal er een voorstel voor een herontwerp worden gedaan. Het nieuwe ontwerp zal geanalyseerd worden door middel van het programma SimaPro. Ook zullen er prototypes gemaakt worden die de werking aantonen. Als laatste zal kort gekeken worden naar andere mogelijkheden die BMA nog heeft voor de verbetering van de Axia bureaustoel.

Een belangrijke opmerking hierbij is dat dé Axia bureaustoel niet bestaat. Axia is een productlijn van die uit verschillende modellen bestaat, zoals de Axia Office (afbeelding 4), Axia Pro (afbeelding 5), Axia Profit (afbeelding 6) en Axia Max (afbeelding 7). Het grootste deel van deze serie betreft bureaustoelen die grotendeels dezelfde basisonderdelen bevatten. Als een basisonderdeel veranderd wordt, is deze dus in meerdere modellen uit de Axia serie te gebruiken. Als er in dit verslag cijfers gebruikt worden, zijn deze gebaseerd op een standaard model uit de serie, de Axia Office.

Om de opdracht goed uit te kunnen voeren zijn er een aantal hoofdvragen en deelvragen opgesteld. De hoofdvragen zijn:

1. Op welke manier bepaalt BMA Ergonomics de milieuvriendelijkheid van producten?
2. Hoe verhoudt de Axia bureaustoel zich tot andere milieuvriendelijke bureaustoelen?
3. Welke twee onderdelen gaan er opnieuw ontworpen worden?
4. Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige ontwerp van onderdeel 1?
5. Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige ontwerp van onderdeel 2?
6. Hoe kan onderdeel 1 herontworpen worden om een betere score te behalen?
7. Hoe kan onderdeel 2 herontworpen worden om een betere score te behalen?
8. Hoe zullen de prototypes gemaakt worden?
9. Zijn de herontwerpen geslaagd?
10. Zijn er voor BMA nog verdere nieuwe mogelijkheden/kansen binnen een duurzaam productontwerp?

In dit verslag zullen deze hoofdvragen ieder in een eigen hoofdstuk besproken worden. Vervolgens worden in hoofdstuk 14 de resultaten bekeken en volgen er in hoofdstuk 15 een aantal conclusies.

Dit verslag wordt afgesloten met een begrippenlijst, waarin woorden aangegeven met een sterretje * terug te vinden zijn, en een bronvermelding. De bijlagen zijn te vinden aan het eind van dit verslag.

Het volledige plan van aanpak, inclusief alle hoofd- en deelvragen, de strategie en de planning, is te vinden in bijlage 1.



Afbeelding 4: Axia Office



Afbeelding 5: Axia Pro



Afbeelding 6: Axia Profit



Afbeelding 7: Axia Max

Hoofdstuk 2

De wijze van het bepalen van de milieuscore.

Bij het ontwikkelen van producten hecht BMA Ergonomics extra waarde aan een aantal punten op het gebied van duurzaamheid. Om een nieuw ontwerp goed te kunnen beoordelen vanuit het standpunt van BMA is het daarom belangrijk om te weten welke punten BMA het belangrijkste vindt.

2.1 Belangrijke aspecten

In het Milieu Effect Rapport van BMA (BMA, Milieu Effect Rapport, 2009) is te lezen dat er binnen BMA twee speerpunten worden gehanteerd op het gebied van duurzaamheid: het optimaliseren van materiaalgebruik en het maximaliseren van de recycling. Het optimaliseren van materiaalgebruik betreft stoelen zoals ze uit de productie komen; voordat ze gebruikt worden. Hierbij let BMA op drie aspecten.

1. Minimaliseren energie-inhoud

Met de energie-inhoud van een product wordt de hoeveelheid energie bedoeld die nodig is om de materialen te produceren die in de stoel zitten. De Nederlandse standaard voor de energie-inhoud van een product is de GER-waarde*. GER staat voor Gross Energy Requirement en wordt gegeven in MJ. Deze energie-inhoud is een directe maat voor de milieubelasting van het product. BMA Ergonomics is constant bezig om de GER-waarde van de bureaustoelen te verminderen. Dit gebeurt onder andere door het gewicht van onderdelen kleiner te maken.

2. Optimaliseren recycle-eigenschappen

Door het gebruik van recyclaat* hoeft er minder nieuw (virgin*) materiaal gebruikt te worden. Recyclaat is afkomstig van gebruikte producten. Doordat het hergebruikt wordt kan het een veel lagere GER-waarde hebben dan virgin materiaal. Recyclaat heeft echter wel andere mechanische eigenschappen dan virgin materiaal. Dit kan effect hebben op bijvoorbeeld de afmetingen van een onderdeel. Hier moet bij het ontwerpen dus al rekening mee worden gehouden. Op dit moment bestaat een Axia voor 43% uit recyclaat.

3. Toepassing van niet-schadelijke stoffen

BMA vindt het erg belangrijk dat de producten geen vluchtige schadelijke stoffen bevatten. Daarom heeft BMA door het

Duitse testinstituut LGA onderzoek laten doen naar vluchtige schadelijke stoffen in de Axia bureaustoel. Ook is de Axia getest op kankerverwekkende stoffen en zijn de zwarte kunststof onderdelen getest op PAK's*, Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen. Uit dit onderzoek bleek dat de Axia voldoet aan alle eisen die op deze gebieden gesteld worden. Het is natuurlijk de bedoeling dat alle nieuwe onderdelen en modellen ook aan deze eisen voldoen.

Het maximaliseren van de recycling betreft de recycling* van de stoelen aan het eind van de levensduur. Als een stoel door een gebruiker afgedankt wordt, dan koopt BMA deze terug voor minimaal €50. De teruggekochte stoelen worden in een speciale demonteerstraat uit elkaar gehaald. Om dit mogelijk te maken moet er bij het ontwerpen al rekening worden gehouden met de mogelijkheden voor demontage. Daarom wordt door BMA design for disassembly toegepast.

Sommige samenstellingen van teruggekochte stoelen worden rechtstreeks opnieuw gebruikt. Dit kunnen bijvoorbeeld de complete armleggers zijn. Als dit niet mogelijk is worden de onderdelen uit elkaar gehaald. De onderdelen die niet onderhevig zijn aan slijtage tijdens gebruik worden rechtstreeks opnieuw gebruikt. De overige onderdelen gaan terug naar de leveranciers, waar ze worden vernalen en gebruikt als grondstof (recyclaat) voor nieuwe onderdelen.

BMA doet zijn best het percentage van de stoel dat op deze manier gerecycled kan worden te maximaliseren. Op dit moment kan 98% van de stoel worden gerecycled, het doel staat uiteraard op 100%. Deze getallen zijn gewichtspercentages.

2.2 Parameters

Om nieuwe ontwerpen goed te kunnen beoordelen zijn duidelijke, meetbare parameters nodig. Uit de speerpunten van BMA Ergonomics zijn verschillende belangrijke parameters af te leiden. Deze zijn als volgt:

- GER-waarde in MJ.
- Percentage recyclaat.
- Aanwezigheid/afwezigheid van schadelijke stoffen.
- Recyclebaarheid in een gewichtspercentage.

De verwachting is dat deze parameters voldoende houvast bieden om te bepalen of een nieuw ontwerp een verbetering is ten opzichte van het huidige ontwerp.

Hoofdstuk 3

Vergelijking met concurrenten.

Om een beeld te krijgen van hoe goed BMA op dit moment bezig is op het gebied van milieuvriendelijkheid is er een vergelijking gemaakt met een aantal concurrenten. Als de concurrenten zijn bedrijven genomen die net als BMA ergonomisch goede bureaustoelen verkopen aan bedrijven.

3.1 Milieuscore Axia

Om de Axia te kunnen vergelijken met concurrerende stoelen moet uiteraard eerst gekeken worden naar de milieuvriendelijke aspecten van de Axia zelf.

BMA Ergonomics is in het bezit van een ISO 14001 certificaat. Dit houdt in dat er een goedgekeurd milieu management systeem gebruikt wordt. Ook is de Axia getest op de aanwezigheid van schadelijke stoffen door het Duitse testinstituut LGA. De Axia voldoet aan alle eisen die op deze gebieden gesteld worden.

Als er puur naar de speerpunten van BMA wordt gekeken geeft dit het volgende resultaat voor het model Axia Office:

- GER-waarde: 1040 MJ
- Percentage recyclaat = 43
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen: geen
- Recyclebaarheid: 98%

(BMA, Milieu Effect Rapport, 2009)

3.2 Concurrenten

Bij BMA zijn een aantal bedrijven bekend die belangrijke concurrenten zijn. Aan deze lijst zijn op basis van internetonderzoek een aantal bedrijven toegevoegd, zowel uit Europa als uit Amerika. De zo ontstane lijst is te vinden in afbeelding 8. Deze bedrijven produceren producten die vergelijkbaar zijn met die van BMA.

Aangezien er erg veel verschillende modellen zijn per bedrijf, zal de vergelijking niet per model worden gedaan, maar per bedrijf. Bij het gebruik van getallen zal een model worden genomen dat vergelijkbaar is met de Axia Office. Dit zijn de Ahrend 160, de Dauphin Shape (afbeelding 9), de Wilkhahn Neos (afbeelding 10), de RH Ambio, de Savo Ikon (afbeelding 11), de Allsteel Ambition, de Herman Miller Mirra en de Steelcase 32 Seconds (afbeelding 12).



Afbeelding 9: Dauphin Shape



Afbeelding 10: Wilkhahn Neos



Afbeelding 11: Savo Ikon



Afbeelding 12: Steelcase 32 Seconds

Aspa (Nederland)
Comforto (Duitsland)
Dauphin (Duitsland)
Wilkhahn (Duitsland)
König (Duitsland)
Vitra (Zwitserland)
Håg (Noorwegen)
Savo (Noorwegen)
Kinnarps (Zweden)
RH (Zweden)
Allsteel (USA)
Herman Miller (USA)
Steelcase (USA)

Afbeelding 8: Concurrenten

Hoofdstuk 3 - Vergelijking met concurrenten

3.3 Milieuscore concurrenten

Om de Axia bureaustoel en de bureaustoelen van concurrenten goed te kunnen vergelijken is het nodig om een aantal meetbare gegevens te verzamelen. De gegevens die verzameld zijn, zijn de certificaten en labels, het percentage recycleert, wel of geen terugname aan het einde van de levensduur en de recyclebaarheid. Alle gegevens komen van de websites van de bedrijven zelf. Helaas worden niet door alle bedrijven details vrijgegeven. Hierdoor vallen er enige gaten in de vergelijking. Dit is ook de reden dat de GER-waarde niet meegenomen is in de vergelijking. Deze informatie is simpelweg niet te vinden.

Een opmerking bij deze gegevens is dat afwezigheid van bewijs geen bewijs is van afwezigheid. Als er dus nergens staat dat een bedrijf een bepaald certificaat heeft, zouden ze het nog wel kunnen hebben. De enige uitzondering hierop het is het cradle to cradle* certificaat. Dankzij een online database van uitgegeven certificaten

kan met zekerheid gezegd worden of een bedrijf dit certificaat wel of niet heeft. Aangezien het hebben van certificaten echter een goed bewijs van milieuvriendelijkheid is naar de klant, wordt aangenomen dat alle certificaten aangegeven staan. Een overzicht van de betekenis van de verschillende certificaten en keurmerken is te vinden in bijlage 2.

De verzamelde gegevens zijn in een tabel geplaatst. Deze tabel is te zien in afbeelding 13. In deze tabel zijn de certificaten gegroepeerd op het onderwerp. ISO 14001 en EMAS, aangegeven met groen, gaan beiden over milieumanagement systemen. Lichtblauwe certificaten gaan over levenscyclus analyse, paarse over schadelijke stoffen en gele over cradle to cradle. Bij de cradle to cradle certificaten staat tevens het aantal stoelen met zo'n certificaat aangegeven. Certificaten die niet bij een van de categorieën horen zijn donkerblauw.

Afbeelding 13: Gegevens concurrenten

	BMA	Ahrend	Aspa	Comforto	Dauphin	König	Wilkhahn	Vitra	Håg	Savo	Kinnarps	RH	Allsteel	Herman M	Steelcase
ISO 14001															
EMAS															
ISO 14025															
EPD															
LEED															
Greenguard															
LGA															
SCS indoor															
C2C silver	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11	6
C2C gold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2
SCS															
NF Environment															
Blaue Engel															
ISO 26000															
% recycleert	43				50		38			47		23	12	68	26
terugname			nee	nee	nee	?		nee	nee						
% recyclebaar	98						58		95	93	goede doel	97	?	96	99

Hoofdstuk 3 - Vergelijking met concurrenten

3.4 Overeenkomsten

Uit de tabel kunnen een aantal overeenkomsten worden afgeleid. Deze zijn als volgt:

BMA Ergonomics heeft net als bijna alle concurrenten een ISO 14001 certificaat. De Axia bureaustoel wordt net als de bureaustoelen van Savo, RH, Allsteel, Herman Miller en Steelcase teruggenomen, gedemonteerd en gerecycled aan het eind van de levensduur. Het percentage van recycling na terugname is vergelijkbaar met de percentages van deze bedrijven. Opvallend is dat geen enkel bedrijf op 100% zit.

De Axia bureaustoel is net als de stoelen van veel andere bedrijven gecontroleerd op vluchtige schadelijke stoffen. De Axia bureaustoel heeft geen cradle to cradle certificaat. Dit geldt ook voor negen van de twaalf van de concurrenten.

3.5 Verschillen

Uit de tabel kunnen ook een aantal verschillen worden afgeleid. Deze zijn als volgt:

Het percentage van recycling na terugname ligt beduidend hoger dan dat van Wilkhahn. Het percentage recycelaat in de Axia bureaustoelen lijkt hoger te liggen dan bij de meeste concurrenten. Van een zestal concurrenten zijn echter geen gegevens bekend, dus kan er geen harde conclusie worden getrokken.

De Axia bureaustoel heeft geen cradle to cradle certificaat. Drie concurrenten hebben dit wel. Opvallend is dat dit de drie Amerikaanse bedrijven zijn. De Axia bureaustoel heeft geen certificaat met betrekking tot een levenscyclus analyse. Vier grote concurrerende bedrijven hebben dit wel.

3.6 Positie Axia

Als er slechts gekeken wordt naar de certificaten loopt BMA Ergonomics achter op veel concurrenten. BMA heeft slechts twee certificaten, terwijl de koploper op dit gebied, Steelcase, er negen heeft. Men kan zich echter afvragen hoeveel het zegt om een groot aantal certificaten te hebben. Zo heeft Steelcase bijvoorbeeld twee soortgelijke milieu management certificaten en twee certificaten voor levenscyclus analyse. Wilkhahn en Allsteel hebben beide twee certificaten over de afwezigheid van vluchtige schadelijke stoffen. De toegevoegde waarde van dubbele certificaten is niet duidelijk.

BMA Ergonomics lijkt op ongeveer hetzelfde niveau te zitten als

Savo. Savo heeft ongeveer gelijke certificaten en de stoelen hebben vergelijkbare recycle eigenschappen.

Als er niet naar de certificaten gekeken wordt en dus alleen naar de speerpunten van BMA, blijkt dat BMA zich ook goed kan meten met RH, Herman Miller en Steelcase. Het feit dat BMA de bureaustoelen na gebruik terugneemt zorgt voor een voorsprong op concurrenten Aspa, Comforto, Dauphin, Vitra en Håg.

Concluderend kan gezegd worden dat de Axia bureaustoel zich goed kan meten met de grote Amerikaanse concurrenten (Allsteel, Herman Miller en Steelcase). Het verschil tussen BMA en deze Amerikaanse 'grote jongens' is te vinden in de cradle to cradle certificaten. BMA loopt voor op een behoorlijk aantal Europese concurrenten.

Hoofdstuk 4

Welke onderdelen

Nu duidelijk is hoe BMA zich verhoudt tot de concurrenten, zal gekeken worden hoe BMA nog kan verbeteren. Het is de bedoeling dat deze verbetering een gevolg is van een tweetal herontwerpen.

4.1 Doel herontwerp

Het doel van het herontwerp is om de Axia bureaustoel milieuvriendelijker te maken. In dit geval is het de wens van de opdrachtgever dit te bereiken door de recyclebaarheid van de stoel aan het einde van de levensduur te verhogen. Vanaf dit moment wordt er in dit verslag onderscheid gemaakt tussen recycling* en downcycling*. Met recycling wordt het hergebruik van materialen zonder kwaliteitsverlies bedoeld, terwijl er bij downcycling wel kwaliteitsverlies optreedt. Om optimale recycling mogelijk te maken moeten alle materialen van elkaar gescheiden kunnen worden.

Het is dus de bedoeling om onderdelen waarbij de materialen niet of niet optimaal gerecycled kunnen worden aan te passen.

4.2 Wat voldoet niet

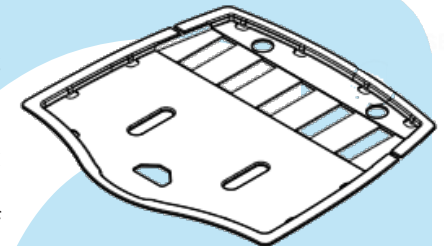
Om een beeld te krijgen van de verschillende onderdelen van de stoel en hoe de montage en demontage in zijn werk gaan is er meegelopen bij de productie- en demontageafdeling. Op dat moment werd pas echt duidelijk uit hoeveel verschillende onderdelen de stoelen bestaan. Vooral het mechaniek is veel ingewikkelder dan het lijkt.

Bij de demontage (afbeelding 15) bleek dat bijna alle onderdelen van de stoel wel op een of andere manier hergebruikt kunnen worden. Als onderdelen niet beschadigd zijn kunnen ze terug de opslag in om voor nieuwe stoelen gebruikt te worden. Vaak zijn de onderdelen echter wel enigszins beschadigd. Dan worden ze gesorteerd op materiaal en vervolgens teruggestuurd naar verschillende producenten voor recycling. Ook worden sommige onderdelen gedowncycled*. Onderdelen van materiaal dat niet gerecycled of gedowncycled kan worden, worden bij het grof vuil gedaan.

Na het meelopen op de productie- en demontageafdeling is geconcludeerd dat er verschillende onderdelen niet geschikt zijn voor recycling. Deze onderdelen zijn als volgt:

Inserts

In de kussens zitten kunststof inserts waar het schuim en de stoffering aan vast zitten. Deze inserts (afbeelding 14) zijn gemaakt van gerecycled polypropyleen (PP), een materiaal dat goed te recyclen is. Het schuim is gemakkelijk van de inserts te verwijderen, maar de stoffering niet. Deze zit namelijk vast met nietjes. Het stuk voor stuk verwijderen van deze nietjes is geen optie, omdat het om te grote aantallen gaat. Het gevolg hiervan is dat de inserts, inclusief nietjes en stoffering, bij het grof vuil gedaan worden.



Afbeelding 14: Zittend insert

Bovenkapjes armleggers

De bovenkapjes van de armleggers bestaan uit twee kunststoffen, ABS en TPU, die tegen elkaar aan zijn spuitgegoten. Deze materialen zijn hierdoor niet meer te scheiden. De bovenkapjes gaan wel terug naar de fabrikant, die ze vermaakt tot recyclaat. Dit recyclaat bestaat uit twee soorten kunststof en heeft dus slechtere eigenschappen. Het materiaal wordt gebruikt voor onder andere bermoplaatsjes. De bovenkapjes worden dus gedowncycled. (Meerendonk, R. van de, 2009)

Stoffering

De stoffering is niet goed te scheiden, omdat deze vastgeniet is aan de inserts in de kussens. Het is een mogelijkheid om de stoffering van de inserts af te snijden, maar er blijven altijd resten aan de inserts vastzitten. Ook is bij stoffering hygiëne belangrijk. Het is dus niet verstandig om de stoffering rechtstreeks opnieuw te gebruiken. Recycling van de stoffering is op dit moment niet mogelijk. Dit is een gevolg van het gebruikte materiaal en de kleurstoffen. Nog belangrijker is dat de stoffering lijmresten bevat. Deze zijn niet te verwijderen, waardoor er hooguit gedowncycled kan worden. Op dit moment wordt de stoffering echter bij het grof vuil gedaan.

PUR schuim

Het kussens zijn gevuld met PUR schuim. In theorie is dit schuim chemisch recyclebaar. Dit is economisch echter niet haalbaar (Hantson, P., 2008). Een ander probleem met betrekking tot



Afbeelding 15: Demontage afdeling

Hoofdstuk 4 - Welke onderdelen

mogelijke recycling is dat het schuim vervuild is met lijmresten. Wel kan het schuim worden gedowncycled. Het wordt dan vermalen tot vlokken, die gebruikt worden voor bijvoorbeeld matrassen (BMA, BMA Environmental, 2002). Op dit moment gaat het schuim echter bij het grof vuil.

4.3 Mogelijke winst

Om te kunnen bepalen welke onderdelen herontworpen gaan worden is het nodig om te weten bij welk onderdeel de meeste winst behaald kan worden op het gebied van milieu. Daarom zullen de onderdelen vergeleken worden op basis van de speerpunten van BMA.

Aangezien de Axia geen schadelijke stoffen bevat, hoeft dit punt niet meegenomen te worden in de vergelijking. Ook het percentage recycalaat is hier niet van belang. Dit heeft namelijk geen invloed op mogelijkheid tot recycling aan het eind van de levensduur. Het kan wel invloed hebben op de kwaliteit van het recycalaat dat zal ontstaan, maar dat wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Er zal dus vergeleken worden op de GER-waarde en de recyclebaarheid van de onderdelen. Ook is het belangrijk om te kijken naar de mogelijke impact van een herontwerp. Zo lijkt het bijvoorbeeld de voorkeur om te kiezen voor onderdelen met een hoge GER-waarde. Als een onderdeel met een hoge GER-waarde echter in weinig modellen voorkomt, is de impact nog steeds niet heel groot.

In afbeelding 16 is een overzicht te zien van de gegevens van de verschillende onderdelen. Hoe deze waardes berekend zijn is te lezen in bijlage 3.

4.4 Welke onderdelen

Als het overzicht in afbeelding 16 bekeken wordt springt het PUR schuim gelijk naar voren, vanwege de hoge GER-waarde en het feit dat het in alle modellen voor komt. De hoge GER-waarde van schuim wordt veroorzaakt door zowel de materiaaleigenschappen van PUR als de eigenschappen van het schuimenproces. Hoewel BMA op dit moment bezig is met twee nieuwe modellen zonder schuim blijft het een probleem. BMA vindt het daarom erg interessant om een vervangend materiaal te vinden. Dit is dan ook het eerste onderdeel dat herontworpen gaat worden.

Het tweede onderdeel dat herontworpen zal worden zijn de inserts. Doordat ze van recycalaat gemaakt zijn hebben ze geen erg

hoge GER-waarde, maar het is natuurlijk zonde om een materiaal dat zo goed te recyclen is weg te gooien. BMA wil dit probleem al een tijdje oplossen en de verwachting is dat er zeker wel een oplossing gevonden kan worden.

Aangezien deze onderdelen per model een andere vorm hebben zal er voor het herontwerp uitgegaan worden van de Axia Office. Het resultaat zal vervolgens door BMA toegepast kunnen worden op andere modellen.

Afbeelding 16: Recyclebaarheid onderdelen

	inserts	kapje armleggers	stofferings	PUR schuim
materiaal	recycalaat PP	virgin ABS + virgin TPU	virgin PE	virgin PUR
gewicht	0,97 kg	0,284 kg	0,25 kg	1,37 kg
% totale gewicht	5,4 %	1,6 %	1,4 %	7,7 %
energie-inhoud	9,7 MJ	14,5 tot 21 MJ	20,9 MJ	128,6 MJ
% totale energie-inhoud	1,2 %	3,5 tot 5,4 %	2,6 %	16,3 %
materiaal recyclebaar	ja	ja	ja	ja
gerecycled	-	-	-	-
gedowncycled	-	100 %	-	-
grof vuil	100 %	-	100 %	100 %
aantal modellen	8	10	8	alle 12
impact herontwerp	middel	middel	middel	hoog

Hoofdstuk 5

Voor- en nadelen schuim

Om een goed herontwerp te kunnen maken is het belangrijk om eerst te weten hoe het huidige ontwerp er precies uitziet en aan welke eisen deze moet voldoen. Daarom wordt in dit hoofdstuk eens goed gekeken naar het huidige ontwerp van het schuim.

5.1 Programma van eisen huidige ontwerp

Het huidige ontwerp van het schuim moet aan verschillende eisen voldoen. Deze eisen zijn hier te vinden, samen met een korte uitleg.

Voldoen aan de criteria voor duurzaam inkopen van Senter Novem voor kantoormeubilair

De overheid wil vanaf 2010 voor 100% duurzaam inkopen, de gemeenten willen dit vanaf 2015 doen (VROM, 2010). Om de overheid en gemeenten als potentiële klanten te behouden is het daarom nodig om aan de opgestelde criteria voor duurzaam inkopen van kantoormeubilair te voldoen. Deze criteria zijn te vinden in een online document en gaan onder andere over materiaalgebruik en recycling (Senter Novem, 2010).

Levensduur van minimaal 10 jaar

In de criteria voor duurzaam inkopen is de eis een levensduur van minimaal 5 jaar. Door BMA wordt echter een minimale levensduur van 10 jaar aangehouden.

Voldoen aan de EN 71-3 norm over schadelijke stoffen

In het kussen mogen slechts minimale concentraties van bepaalde schadelijke stoffen zitten. Specifiek gaat het om antimonium, arseen, barium, chroom, lood, kwik, selenium en cadmium.

Te scheiden van insert en stoffering

Om de stoel aan het eind van de levensduur te kunnen demonteren moet het schuim te scheiden zijn van de insert en de stoffering.

Comfortabel zitgevoel

Het kussen moet ook na langdurig zitten (8 uur per dag) comfortabel aanvoelen. Er mogen dus geen voelbare bobbel en dergelijke in zitten.

Aangename aanraking

Vanuit de marketing is het belangrijk dat de eerste aanraking van het kussen aangenaam is. Als er met de hand aan een kussen gevoeld wordt mag het niet de indruk geven dat het oncomfortabel zal zitten, zelfs als het wel prettig zit.

Geluidloos

Het kussen mag geen geluid maken als gevolg van het gaan zitten of het maken van bewegingen tijdens het zitten.

Kierloze aansluiting aan de rugkap

Tussen de rugkap en de insert zit een kier. Deze moet opgevuld worden door het schuim, waardoor er een mooie aansluiting ontstaat.

5.2 Huidige ontwerp

Het huidige ontwerp, te zien in afbeelding 17, maakt gebruik van PUR* schuim met een dichtheid van 35 kg/m³. Dit schuim wordt tegen de inserts aan gespoten in een matrijs.

Het schuim heeft standaard een dikte van 4 cm. De klant kan ook kiezen voor een dikte van 5 cm, die voor extra comfort zorgt. De hardheid wordt door BMA bepaald door een gewicht van 2,5 kg op het schuim te plaatsen en de zo veroorzaakte indrukking te meten. Voor een standaard zitting moet deze indrukking 10 mm zijn.

Er is gekozen voor PUR schuim omdat dit een standaard en relatief goedkoop materiaal is voor kussens van bureaustoelen.

5.3 Oplossingsruimte

Bij het maken van een herontwerp is het belangrijk om te weten hoe ver er van het huidige ontwerp afgeweken kan worden. In dit geval staat de vorm van het schuim vast. Hier kan weinig tot niets aan veranderd worden, omdat het niet wenselijk is ook andere onderdelen aan te passen. Het gaat in dit geval dus vooral om het vinden van een vervangend materiaal.

5.4 Voordelen

Het bestaande ontwerp is er natuurlijk voor een reden. Het heeft zeker niet alleen maar negatieve punten. Zo voldoet het PUR schuim aan alle eisen. Ook is het een standaard schuim met een lage prijs. Het is ook goed te bewerken en daarom in vrijwel alle vormen verkrijgbaar.

Afbeelding 17: Huidige zitkussen



5.5 Nadelen

Het gebruik van PUR schuim heeft echter ook een aantal nadelen. Deze nadelen zijn al eerder genoemd als aanleiding voor het herontwerp. Zo is het niet te recyclen op een economisch haalbare manier en heeft het een hoge GER-waarde.

5.6 Milieuscore

Om na het herontwerp te kunnen bepalen of het ontwerp beter is geworden moet er op een aantal punten vergeleken kunnen worden. Daarom is de score van het huidige ontwerp bij de parameters van BMA bepaald. Het nieuwe ontwerp kan hier later mee vergeleken worden.

- GER-waarde:	128,6 MJ
- Percentage recyclelaar:	0%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	0%

5.7 Waar zijn de grootste verbeteringen te behalen?

Uit deze parameters is af te leiden dat er verbeteringen te behalen zijn bij de GER-waarde, het percentage recyclelaar en de recyclebaarheid. Het is de bedoeling al deze punten te verbeteren door bij het herontwerp een ander materiaal te gebruiken.

Hoofdstuk 6

Voor- en nadelen bevestiging stoffering

Het huidige ontwerp van het schuim is nu bekend. Het logische vervolg is om nu te bepalen wat het huidige ontwerp van de inserts is. Dat zal dan ook in dit hoofdstuk gedaan worden.

6.1 Programma van eisen huidige ontwerp

Het ontwerp van de inserts moet aan de volgende eisen voldoen:

Voldoen aan de criteria voor duurzaam inkopen van Senter Novem voor kantoormeubilair

De overheid wil vanaf 2010 voor 100% duurzaam inkopen, de gemeenten willen dit vanaf 2015 doen (VROM, 2010). Om de overheid en gemeenten als potentiële klanten te behouden is het daarom nodig om aan de opgestelde criteria voor duurzaam inkopen van kantoormeubilair te voldoen. Deze criteria zijn te vinden in een online document en gaan onder andere over materiaalgebruik en recycling (Senter Novem, 2010).

Levensduur van minimaal 10 jaar

In de criteria voor duurzaam inkopen is de eis een levensduur van minimaal 5 jaar. Door BMA wordt echter een minimale levensduur van 10 jaar aangehouden.

Voldoen aan de EN 71-3 norm over schadelijke stoffen

In het kussen mogen slechts minimale concentraties van bepaalde schadelijke stoffen zitten. Specifiek gaat het om antimonium, arseen, barium, chroom, lood, kwik, selenium en cadmium.

Stoffering moet zonder zichtbare of voelbare plooien of deuken gespannen kunnen worden

Als de stoffering op bepaalde plekken strakker gespannen is dan op andere plekken kunnen er plooien of deuken ontstaan. Zolang deze zich aan de onderkant van het kussen bevinden en dus bij montage uit het zicht verdwijnen is dit niet erg. Ze mogen echter na montage niet te zien of te voelen zijn.

Geschikt zijn voor alle soorten stoffering (rekbaar, niet rekbaar, leer)

Er zijn vele verschillende stoffen waar de klant uit kan kiezen. De stoffen kunnen rekbaar, niet rekbaar of van leer zijn. De nieuwe bevestigingsmethode moet voor al deze stoffen geschikt zijn.

Hoofdstuk 6 - Voor- en nadelen bevestiging stoffering

Functionaliteit van de inserts mag niet beperkt worden

De inserts hebben bepaalde functies, zoals het vastklikken op het frame en het buigen van de zitting. Deze functies mogen niet beperkt worden door het bevestigen van de stoffering.

Rekening houden met variaties in stoffering van maximaal 5 mm

De exacte vorm van de stoffering kan als gevolg van de snijmethode variëren. De bevestigingsmethode moet met variaties van maximaal 5 mm om kunnen gaan.

6.2 Huidige ontwerp

Het huidige ontwerp van de inserts vertrouwt op nietjes voor de bevestiging van de stoffering. Er wordt gebruik gemaakt van een touwtje dat door een locksteek* aan de buitenrand van de stoffering is geregen. Dit touwtje wordt gebruikt om de stoffering enigszins op te spannen, waardoor de plaatsing van de nietjes gemakkelijker is. Dit systeem van bevestigen is te zien in afbeelding 18. Bij een leren bekleding wordt er meestal geen gebruik gemaakt van een touwtje, hoewel dit wel mogelijk is. Een foto van bevestigde leren bekleding is te zien in afbeelding 19.

De inserts bevatten klikkers* voor de bevestiging aan het mechaniek en de rugkap en gaten voor een goede positionering van het schuim. De zitting insert bevat ook gaten voor het buigen van de zitting en inkepingen voor de verstelling van de zitdiepte. De rug insert bevat extra gaten voor de verstelling van de rughoogte.

De inserts zijn gemaakt van recyclelaat PP.

6.3 Oplossingsruimte

Grote aanpassingen aan de inserts zijn niet mogelijk. Dit is zo, omdat het niet wenselijk is om andere onderdelen ook aan te passen. Het nieuwe ontwerp moet op het bestaande mechaniek en de bestaande rugkap kunnen klikken. Dit betekent dat er geen grote dingen op de inserts bevestigd kunnen worden en de klikkers niet bedekt mogen worden.

Het is wel mogelijk om de stoffering enigszins aan te passen om betere bevestiging mogelijk te maken.

6.4 Voordelen

Het huidige ontwerp is er natuurlijk voor een reden. Het heeft dan ook verschillende voordelen.

Door het grote aantal nietjes zit de stoffering erg goed vast

en wordt hij mooi gespannen. Ook zijn nietjes een standaard en goedkoop materiaal. De klikkers zorgen voor gemakkelijke plaatsing en vervanging van de kussens en de gaten in de insert zorgen voor een goede positionering van het schuim.

6.5 Nadelen

Het huidige ontwerp heeft ook verschillende nadelen. Zo zijn er erg veel nietjes nodig en is er enige vakkundigheid van de stoffeerders nodig om de nietjes juist te plaatsen. Ook is het veel werk om alle nietjes te plaatsen.

Het stuk voor stuk verwijderen van de nietjes is lastig en neemt te veel tijd in beslag. De inserts zijn dus niet meer van de stoffering te scheiden voor recycling.

6.6 Milieuscore

Om de inserts goed te kunnen vergelijken met een nieuw ontwerp zijn ook hier de scores bij de parameters van BMA bepaald.

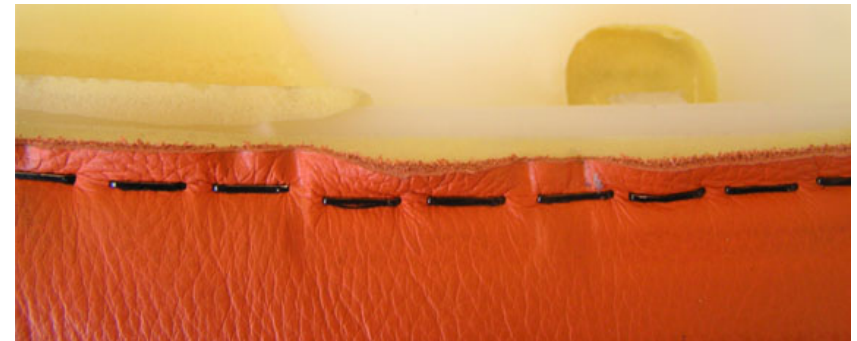
- GER-waarde:	9,7 MJ
- Percentage recyclelaat:	100%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	0%

6.7 Verbeteringen

De grootse verbetering is in dit geval te behalen bij de recyclebaarheid. Door geen nietjes meer te gebruiken is de verwachting dat de recyclebaarheid verhoogd kan worden tot 100%.



Afbeelding 18: Bevestigde bekleding



Afbeelding 19: Bevestigde leren bekleding

Hoofdstuk 7

Herontwerp schuim

Nu het duidelijk is wat de voor- en nadelen van het schuim zijn, kan er gekeken worden naar manieren om het schuim te verbeteren. Een eerste stap hierbij is om de nieuwe eisen te bepalen waar het schuim aan moet voldoen. Vervolgens kunnen er nieuwe concepten bedacht worden.

7.1 Nieuwe programma van eisen

Het nieuwe programma van eisen bevat alle oude eisen, met een aantal nieuwe er aan toegevoegd. Deze nieuwe eisen gaan onder andere over demontage en materiaalgebruik. De nieuwe eisen zijn als volgt:

Hardheid vergelijkbaar met die van het huidige ontwerp

De hardheid van het nieuwe kussen mag niet ver afwijken van de hardheid van het huidige kussen

Uitwisselbaar met oude modellen

Het nieuwe kussen moet te gebruiken zijn in combinatie met dezelfde onderdelen als het oude kussen.

Directe kostprijs maximaal 10% hoger dan het huidige ontwerp

De directe kostprijs is een optelling van de materiaalkosten plus de arbeidskosten van het maken van de kussens. Hierbij worden de kosten van de stoffering niet meegerekend, omdat deze kosten per soort stoffering verschillen. Een overzicht van de huidige directe kostprijzen is te vinden in bijlage 4.

Lagere GER-waarde dan PUR schuim

PUR schuim is een materiaal met een erg hoge GER-waarde.

Het nieuwe materiaal moet een lagere GER-waarde hebben.

Van recyclebaar materiaal gemaakt

Het nieuwe materiaal moet van een recyclebaar materiaal zijn gemaakt.

Het volledige programma van eisen is te vinden in bijlage 5.

7.2 Concepten

Om ideeën op te doen over recyclebare materialen die gebruikt kunnen worden is er een bezoek gebracht aan Enkev in Volendam. Dit bedrijf produceert vele schuimachtige materialen van

natuurlijke vezels. Deze materialen worden gemaakt door de vezels een gekrulde vorm te geven en vervolgens te binden met latex. Dit proces wordt ook toegepast op verschillende kunststoffen. In afbeelding 20 is een impressie te zien van de materialen die Enkev produceert.

Van verschillende materialen zijn proefstukken meegenomen. Om te kijken of deze materialen gebruikt kunnen worden als vervangen van het huidige PUR schuim zijn ze getest op hardheid. De werkwijze hierbij is te vinden in bijlage 6.

Op basis van het bezoek aan Enkev en een aantal eigen ideeën zijn een aantal concepten bedacht. De meest interessante van deze concepten zullen stuk voor stuk beschreven worden.

Beanbag

Het eerste concept bestaat uit een kussen gevuld met kleine deeltjes. Deze vulling kan uit verschillende materialen bestaan. Een optie is polystyreen korrels, zoals op dit moment in zitzakken gebruikt wordt. Polystyreen is een thermoplast en dus recyclebaar. Een andere optie is kaf van spelt of boekweit. Dit is een natuurlijk restproduct dat een goed comfort biedt. Het voordeel van dit materiaal is dat het biologisch afbreekbaar is.

In het rugkussen zullen verschillende compartimenten gemaakt worden, zodat de inhoud goed verdeeld blijft over het gehele kussen.

Een nadeel van dit concept is dat de vulling door de jaren heen compacter wordt, waardoor er na een aantal jaar wellicht een navulling nodig is.

Hairlok

Bij dit concept wordt gebruik gemaakt van hairlok materiaal, zoals te zien in afbeelding 21. Dit materiaal bestaat uit een mengeling van paarden-, koeien- en varkenshaar, dat gekruld is en gebonden door middel van latex. Dit geheel vormt een luchtig en zacht materiaal dat biologisch afbreekbaar is. Het wordt gemaakt door Enkev in Volendam en is in vele hardheden te maken. Er kunnen simpele snijdelen van



Afbeelding 20:
Materialen Enkev



Afbeelding 21: Hairlok materiaal

Hoofdstuk 7 - Herontwerp schuim

gemaakt worden, maar ook vormdelen met een variabele hardheid zijn mogelijk met behulp van een matrijs.

Voor de zitting zal een simpel snijdeel voldoen. Voor de rug zal echter een vormdeel nodig zijn. Bij dit concept dient extra aandacht te worden besteed aan het plaatsen van de ruginsert. Deze dient namelijk in het rugkussen te zitten.

LDPE en toplaag

Bij dit concept wordt gebruik gemaakt van 'LDPE spaghetti', een materiaal dat door Enkev in Volendam gemaakt wordt. Het materiaal bestaat uit vele holle slierten van LDPE*. Deze slierten zijn gekruld en aan elkaar gesmolten. Het materiaal is te zien in afbeelding 22. Het heeft een hardheid die vergelijkbaar is met het huidige PUR schuim. LDPE is een thermoplast, en het feit dat er geen ander materiaal gebruikt wordt voor de onderlinge binding van de slierten zorgt ervoor dat dit materiaal goed te recycleren is.

Het materiaal voelt echter niet fijn aan, wat als gevolg heeft dat er een toplaag overheen moet voor het zitcomfort en een zachte aanraking. Er zijn verschillende mogelijkheden voor het materiaal van deze toplaag. Een optie is het gebruik van het hairlok materiaal van Enkev. Dit zorgt ervoor dat het kussen fijn aanvoelt en in zijn geheel te recycleren is.

Bij dit concept moet extra aandacht besteed worden aan het rugkussen, onafhankelijk van welke toplaag gekozen wordt. Bij het rugkussen dient de insert namelijk in het kussen te zitten. Dit is lastig uit te voeren bij dit concept, maar waarschijnlijk niet onmogelijk.

LDPE en PUR

Bij dit concept wordt ook gebruik gemaakt van het LDPE spaghetti materiaal van Enkev. De toplaag bestaat nu echter uit het PUR schuim dat op dit moment voor het gehele kussen gebruikt wordt. Het LDPE materiaal wordt bij dit concept in de bestaande schuimmatrijs geplaatst. Vervolgens wordt er een laag PUR tegenaan gespoten. Om te voorkomen dat het PUR in de lege ruimtes van het LDPE materiaal gaat zitten wordt er een tussenlaag gebruikt. Hiervoor kan bijvoorbeeld oude stoffering uit de demontage gebruikt worden.

Doordat het LDPE in de bestaande matrijs wordt geplaatst zijn er bij dit concept geen moeilijkheden met het plaatsen van de ruginsert. Tevens zijn de investeringskosten laag, aangezien er gebruik wordt gemaakt van de huidige matrijsen.

Het duidelijke nadeel van dit concept is dat het PUR schuim niet gerecycled kan worden. De hoeveelheid PUR die gebruikt wordt zal wel veel minder zijn dan het in het huidige ontwerp.

7.3 Conceptkeuze

Om een goede keuze te kunnen maken uit de concepten zijn ze vergeleken met het programma van eisen. Het concept dat het beste aan een eis voldoet heeft 5 punten gekregen. Het concept dat het slechtst voldoet heeft 1 punt gekregen en de overige concepten 2, 3 of 4 punten. Als er aan een eis slechts wel of niet voldaan kan worden, zonder mogelijke gradaties, is een v toegekend voor voldaan, en een x voor niet voldaan. De eis over de lagere GER-waarde dan PUR schuim is buiten beschouwing gelaten, aangezien hier bij de meeste concepten niets met zekerheid over gezegd kon worden.

Het volledige puntenoverzicht is te zien in afbeelding 23.



Afbeelding 22: LDPE materiaal

Afbeelding 23: Conceptkeuze schuim

	beanbag PS	beanbag kaf	vormdeel hairlok	LDPE + PUR	LDPE + toplaag
voldoen aan de criteria voor duurzaam inkopen	v	v	v	v	v
levensduur van minimaal 10 jaar	1,5	1,5	3	5	4
voldoen aan EN71-3 over schadelijke stoffen	v	v	v	v	v
te scheiden van insert en stoffering	v	v	v	v	v
directe kostprijs maximaal 10% hoger dan huidige ontwerp	2	1	3	5	4
comfortabel zitgevoel	2	1	3	5	4
aangename aanraking	1,5	1,5	3,5	5	3,5
geluidloos	x	x	v	v	v
kierloze aansluiting aan de rugkap	1,5	1,5	3,5	5	3,5
hardheid vergelijkbaar met huidige ontwerp	1,5	1,5	3	5	4
uitwisselbaar met oude modellen	v	v	v	v	v
van recyclebaar materiaal gemaakt	v	v	v	v	v
haalbaarheid	1,5	1,5	3,5	5	3,5
	11,5	9,5	22,5	35	26,5

Hoofdstuk 7 - Herontwerp schuim

Uit deze toetsing blijkt dat het concept 'beanbag' in beide variaties direct afvalt. De scores zijn erg laag vergeleken met de andere concepten, en aan de eis van geluidloosheid wordt zelfs niet voldaan.

Het concept 'LDPE en PUR' heeft duidelijk de hoogste score. Het gebruik van LDPE lijkt een goede oplossing, omdat het de juiste hardheid heeft en de verwachte levensduur erg goed is. De levensduur van een kussen gemaakt van slechts hairlok heeft naar verwachting een kortere levensduur. Tevens is LDPE goed recyclebaar in de technologische kringloop.

De verwachting is dat de combinatie van LDPE en PUR voor BMA Ergonomics op dit moment inderdaad een goede keuze is. Doordat er gebruik wordt gemaakt van de bestaande matrijzen zal het nieuwe ontwerp namelijk snel ingevoerd kunnen worden en zijn er vrijwel geen nieuwe materialen nodig. De investeringskosten zullen dus ook laag zijn. Het duidelijke nadeel is het feit dat het kussen niet geheel recyclebaar is.

In overleg met Harmen Leskens, mijn begeleider bij BMA, is besloten dat de combinatie van LDPE en PUR inderdaad de beste oplossing is. De reden hiervoor is dat dit concept om relatief weinig investeringen vraagt. Een belangrijk aandachtspunt blijft wel dat het LDPE goed demontabel blijft, zodat het gerecycled kan worden.

7.4 Uitwerking

Er zijn twee opties voor de vorm van het stuk LDPE materiaal. De eerste optie is om de contouren van het kussen te volgen, zoals afgebeeld in afbeelding 24. Het voordeel hiervan is dat er een minimale hoeveelheid PUR wordt gebuikt. Er zal echter wel afval ontstaan bij het uitsnijden van de vorm uit een plaat LDPE. De tweede optie is om een vierkant stuk te gebruiken, zoals te zien in afbeelding 25. Hierbij zal er geen snijafval ontstaan, maar wordt er wel meer PUR gebruikt dan noodzakelijk. Dit PUR wordt uiteindelijk ook afval. Er is gekozen om de eerste optie te gebruiken, waarbij het LDPE materiaal de contouren van het kussen volgt. De redenering hier achter is dat het beter is om LDPE afval te hebben dan PUR afval, aangezien LDPE gerecycled kan worden.

De aanwezigheid van PUR in de kussens is slechts voor de vormaanduiding en een stukje comfort. Daarom zal er zo min mogelijk gebruikt worden. De laag mag echter niet te dun worden,

omdat het nog wel gegoten moet kunnen worden in de matrijs. Er is gekozen om aan de bovenkant van het zitkussen een laag van 10 mm PUR te gebruiken. Dit zorgt voor voldoende comfort. Aan de voorkant van het rugkussen zal slechts 5 mm PUR gebruikt worden, aangezien hier minder druk op komt te staan dan op het zitkussen.

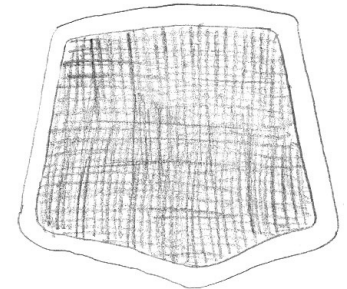
In het zitkussen zal de dikte van het LDPE groter zijn dan de dikte van het LDPE in het rugkussen. Dit is een gevolg van het feit dat het rugkussen dunner is dan het zitkussen.

Voor het afdekken van het LDPE in de schuimmatrijs is gekozen voor een folie van LDPE. Dit heeft als voordeel dat de afdeklaag niet gescheiden hoeft te worden van het schuimmateriaal. Dit scheelt een stap bij de demontage en zorgt ervoor dat er ook na demontage geen vervuiling in het schuimmateriaal terecht kan komen. Tevens is het minder werk om folie om het LDPE te wikkelen dan een hoes te maken. LDPE folie is een goedkoop en standaard verkrijgbaar materiaal.

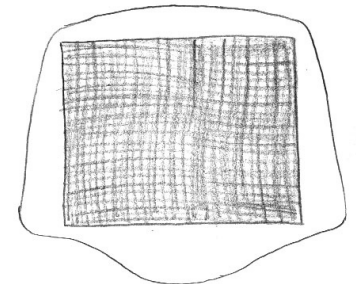
Tijdens het schuimen moet het LDPE materiaal op de juiste plek worden gehouden op de insert. Dit moet stevig gebeuren, aangezien de bovenkant van de matrijs, waar de insert aan vast zit, van verticaal naar horizontaal beweegt. Daarom zal het ingepakte LDPE met behulp van elastiek vastgehouden worden. Op een drietal punten wordt het elastiek door het ingepakte LDPE gestoken. Het elastiek wordt vervolgens door reeds bestaande openingen in de insert gehaald, waarna de uiteinden aan elkaar geknoopt worden. Door de spankracht van het elastiek zal het LDPE stevig vastgehouden worden. Bij de rug zal dit het LDPE ook alvast richting de juiste gekromde vorm trekken. De kracht van het groeiende schuim zal voor de rest van de kromming zorgen.

Na het schuimen zijn de elastieken niet meer nodig. Ze kunnen dan worden verwijderd, waarna ze voor een volgend kussen gebruikt kunnen worden.

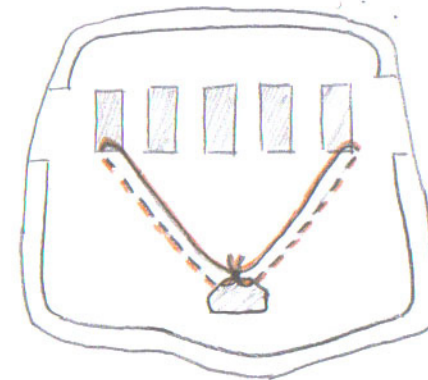
Een schets van dit systeem is te zien in afbeelding 26.



Afbeelding 24: LDPE countouren



Afbeelding 25: LDPE vierkant



Afbeelding 26: Bevestiging LDPE aan inserts

Hoofdstuk 7 - Herontwerp schuim

Om een inschatting te kunnen maken van de kosten van dit nieuwe ontwerp is een offerte aangevraagd bij Enkev, de leverancier van het LDPE materiaal. De kosten van het LDPE zullen als het grote schaal ingekocht wordt €4,32 per stuk bedragen. Door het gebruik hiervan wordt er minder PUR schuim gebruikt, waardoor de kosten daarvan omlaag gaan. Een huidig kussen van PUR schuim kost €4,33, waarvan 44% materiaalkosten is. Door het nieuwe ontwerp wordt er 65% minder PUR schuim gebruikt, waardoor het nieuwe PUR schuim inclusief overige kosten €3,10 zal kosten. Het totale kussen zal dus €7,43 gaan kosten. Dit is meer dan de maximale afwijking van 10% die in het programma van eisen staat. De verwachting is echter wel dat de andere concepten nog duurder zouden zijn.

7.5 3D-model.

Van het gemaakte ontwerp zijn 3D-modellen gemaakt. Bij BMA Ergonomics wordt het maken van 3D-modellen gedaan met het pakket Pro Engineer. Op de Universiteit Twente wordt echter SolidWorks gebruikt. Aangezien de modellen die gemaakt moeten worden relatief simpel zijn, is het leren van een compleet nieuw 3D pakket niet gewenst. Daarom zijn de benodigde Pro Engineer modellen via het STEP formaat omgezet naar SolidWorks modellen.

Van zowel het zitkussen als het rugkussen is een 3D model gemaakt. Deze modellen zijn te zien in afbeeldingen 27 en 28.



Afbeelding 27: 3D model zitkussen



Afbeelding 28: 3D model rugkussen

Hoofdstuk 8

Herontwerp bevestiging stoffering

Voor het bevestigen van de stoffering is, net als voor het schuim, een verbeterd programma van eisen opgesteld. Vervolgens zijn er verschillende concepten bedacht. In dit hoofdstuk is te lezen hoe dit in zijn werk is gegaan.

8.1 Nieuwe programma van eisen

Aan het oude programma van eisen zijn een aantal eisen toegevoegd. Deze eisen gaan met name over de demonteerbaarheid. De toevoegingen zijn als volgt:

Insert te scheiden van stoffering en schuim

De insert moet aan het eind van de levensduur te scheiden zijn van de stoffering en het schuim, zodat hij gerecycled kan worden.

Directe kostprijs maximaal 10% hoger dan het huidige ontwerp

De directe kostprijs is een optelling van de materiaalkosten plus de arbeidskosten van het maken van de kussens. Hierbij worden de kosten van de stoffering niet meegerekend, omdat deze kosten per soort stoffering verschillen. Een overzicht van de huidige directe kostprijzen is te vinden in bijlage 4.

Uitwisselbaar met oude modellen

Een kussen dat gemaakt wordt volgens de nieuwe bevestigingsmethode moet te gebruiken zijn in combinatie met dezelfde onderdelen als het oude kussen.

Eventuele bevestigingsonderdelen te scheiden van insert, schuim en stoffering

Als er gebruik wordt gemaakt van bevestigingsonderdelen moeten deze te scheiden zijn van de andere onderdelen, zodat ze gerecycled kunnen worden.

Eventuele bevestigingsonderdelen van recyclebaar materiaal gemaakt

Als er gebruik wordt gemaakt van bevestigingsonderdelen moeten deze van recyclebaar materiaal gemaakt zijn.

Aantal benodigde handelingen

Het aantal benodigde handelingen voor het bevestigen van de stoffering moet lager zijn dan met de huidige methode en het liefst zo laag mogelijk zijn.

Benodigde veranderingen

De benodigde veranderingen aan onderdelen moeten minimaal zijn.

Het volledige programma van eisen is te vinden in bijlage 5.

8.2 Concepten

Om een goede nieuwe bevestigingsmethode te bedenken zijn er eerst een groot aantal methoden van bevestigen geschetst. Vervolgens is gekeken of en hoe deze methoden toe te passen zijn op de stoffering. Dit is te zien in afbeelding 29. Hieruit zijn een aantal concepten ontstaan, die stuk voor stuk besproken zullen worden.

Klemmen

In dit concept wordt gebruik gemaakt van een aantal extra bevestigingsonderdelen, die de stoffering op zijn plaats houden. Deze bevestigingsonderdelen zijn U-vormige klemmen. De klemmen zijn te zien in afbeelding 30. Ze hebben aan de ene zijde tanden die de stof vastgrijpen. Aan de andere zijde hebben ze een uitsteeksel dat in een gat in de insert valt. Het is dus nodig om de insert aan te passen.

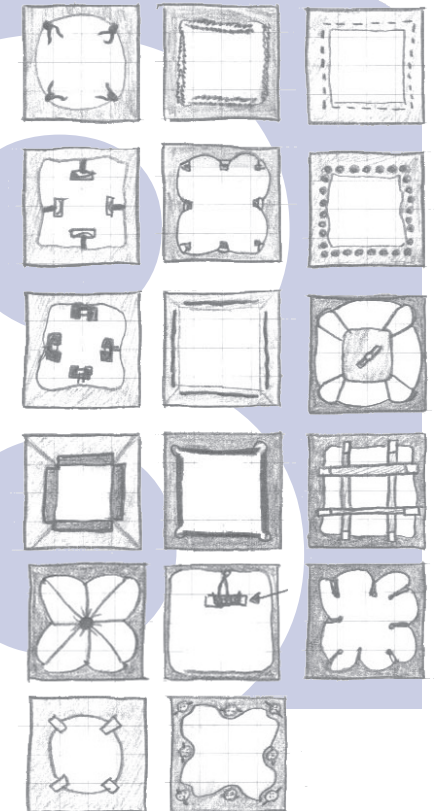
Verwacht wordt dat er ongeveer 10 klemmen per kussen nodig zijn.

Spanpunten

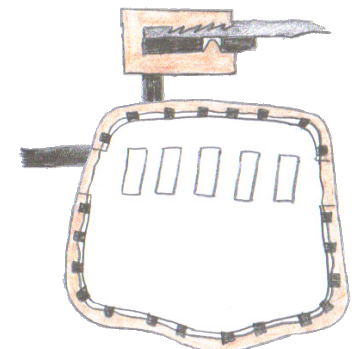
Bij dit concept wordt gebruik gemaakt van het touwtje dat ook in het huidige ontwerp gebruikt wordt. Dit touwtje loopt langs de gehele rand van de stoffering. Er worden in dit concept een aantal spanpunten toegevoegd aan de insert. Het touwtje wordt vervolgens langs deze spanpunten geleid, waardoor de stof de juiste contouren krijgt. Doordat de spanpunten deel uitmaken van de insert zijn er geen extra onderdelen nodig. Hoe deze spanpunten eruit gaan zien is te zien in afbeelding 31 op de volgende pagina. De verwachting is dat er maar weinig spanpunten nodig zijn, omdat het touwtje de stof in de goede vorm trekt. Het kost wel enig naaiwerk om het touwtje langs de rand van de stoffering te bevestigen.

Klittenband

Dit concept maakt gebruik van gegoten klittenband. Het harde deel van het klittenband, de haakjes, worden onderdeel van



Afbeelding 29: Schetsen



Afbeelding 30: Klemmen

Hoofdstuk 8 - Herontwerp bevestiging stoffering

de insert. Op de rand van de stoffering wordt de zachte kant van het klittenband, de lussen, genaaid. Vervolgens kan de stoffering gemakkelijk gemonteerd worden. Een schets hiervan is te zien in afbeelding 32.

Een nadeel van dit concept is dat er extra naaiwerk nodig is.

8.3 Conceptkeuze

Om een goede keuze te kunnen maken zijn ook deze concepten vergeleken met het programma van eisen. Net als bij de vorige vergelijking zijn 3 punten toegekend aan het concept dat het beste aan de eis voldoet. Het concept dat het slechtst voldoet heeft 1 punt gekregen en het middelste concept kreeg 2 punten. Als er aan een eis slechts wel of niet voldaan kan worden, is ook hier een v toegekend voor voldaan, en een x voor niet voldaan. Het overzicht van deze vergelijking is te zien in afbeelding 33.

Uit deze vergelijking blijkt dat het concept 'spanpunten' bij het grootste deel van de eisen maximaal scoort. Dit concept heeft dan ook een veel hogere score dan de andere concepten. Hierdoor lijkt dit de beste oplossing voor een herontwerp.

De verwachting is dat er inderdaad het best gekozen kan worden voor de spanpunten. Dit concept voldoet niet alleen het best aan het programma van eisen, maar is ook de simpelste oplossing. Er zijn geen extra onderdelen voor nodig en het vereist slechts een aantal kleine wijzigingen aan de inserts.

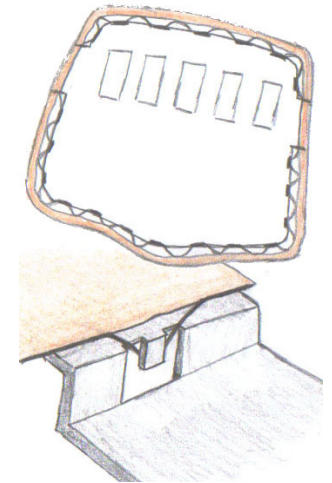
In overleg met Harmen Leskens, mijn begeleider bij BMA, is besloten dat dit inderdaad het beste concept is, omdat er geen extra onderdelen worden toegevoegd. Tevens is de combinatie met het huidige

touwtje erg goed. Er is dus gekozen voor het concept 'spanpunten'.

8.4 Uitwerking

Een belangrijk detail is het aantal spanpunten dat gebruikt gaat worden en waar deze zich moeten bevinden. Om dit te bepalen zijn bij zowel een zit- als een rugkussen de nietjes verwijderd, waardoor slechts het touwtje overbleef. Door het touwtje aan te trekken kon gezien worden waar extra ondersteuning nodig is. Het bleek dat, mits op de juiste plek geplaatst, er bij de zitting slechts twee spanpunten nodig zijn. Deze zorgen ervoor dat de stof de holle bochten aan de achterkant van de zitting goed volgt. Bij de rug zijn drie spanpunten nodig. Twee voor de holle zijkanten en een voor de onderkant.

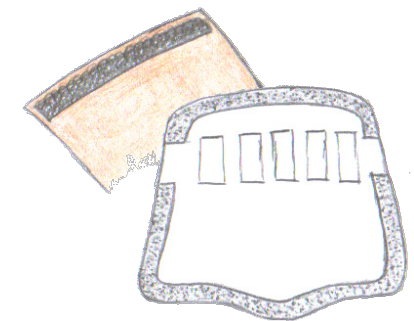
Het volgende dat besloten moest worden is de oriëntatie van de spanpunten. Hier zijn twee opties voor, namelijk op het horizontale of op het verticale vlak van de inserts. Bij het onderste spanpunt op de ruginsert is er echter maar een optie mogelijk; de horizontale plaatsing.



Afbeelding 31: Spanpunten

Afbeelding 33: Conceptkeuze bevestiging stoffering

	klemmen	spanpunten	klittenband
voldoen aan de criteria voor duurzaam inkopen	v	v	v
levensduur van minimaal 10 jaar	1	3	2
voldoen aan EN71-3 over schadelijke stoffen	v	v	v
stoffering moet zonder zichtbare plooien of deuken gemonteerd kunnen worden	2	3	1
geschikt voor alle soorten stoffering	v	v	v
functionaliteit van de inserts niet beperken	v	v	v
rekening houden met variaties in de stoffering van maximaal 5mm	3	2	1
insert te scheiden van stoffering en schuim	v	v	v
directe kostprijs maximaal 10% hoger dan huidige ontwerp	2	3	1
uitwisselbaar met oude modellen	v	v	v
eventuele bevestigingsonderdelen te scheiden van insert, schuim en stoffering	3	2	1
eventuele bevestigingsonderdelen van recyclebaar materiaal gemaakt	3	2	1
aantal benodigde handelingen	1	3	2
benodigde veranderingen	2	3	1
haalbaarheid	2	3	1
	19	24	12



Afbeelding 32: Klittenband

Hoofdstuk 8 - Herontwerp bevestiging stoffering

De reden hiervoor is dat er geen verticale rand aanwezig is. Om de plaatsing van de spanpunten consistent te houden is er daarom gekozen om alle spanpunten op het horizontale vlak te plaatsen.

Er is ook gedacht aan de matrijs waar de inserts in gegoten worden. Het moet namelijk wel mogelijk zijn om de ontworpen spanpunten hierin te maken. De deellijn van de matrijs loopt over het grote platte vlak, waardoor het geen probleem is om de spanpunten te maken.

Het is tevens belangrijk waar de uiteinden van het touwtje zich bevinden. Een verkeerde plaatsing kan het spannen lastiger maken en ribbels in de stof veroorzaken. Bij de zitting is er voor gekozen om de uiteinden in het midden van de voorkant te plaatsen, zoals te zien in afbeelding 34. Hiervoor is gekozen, omdat dit een mooie rechte rand is waar zich geen spanpunten bevinden. Bij de rug is in eerste instantie gekozen voor een plaatsing van de uiteinden in het midden van de bovenkant. Na een test met een hoog rugkussen bleek echter dat dit veel ribbels in de stof veroorzaakte als gevolg van het grote losse stofoppervlak erboven. Daarom is de positie veranderd naar de bovenkant van de linker zijkant, te zien in afbeelding 35. Dit is ver genoeg van de spanpunten en het grote stofoppervlak af.

De vorm van de spanpunten is erg belangrijk. In eerste instantie is een simpele rechthoekige vorm gekozen. Bij een prototype, beschreven in hoofdstuk 9, bleek dit echter niet goed te werken. Daarom is een nieuwe vorm ontworpen. Deze vorm is te zien in afbeelding 36. Het ontwerp van de spanpunten voldoet nu aan verschillende eisen. Zo is het belangrijk dat de draad er gemakkelijk omheen geplaatst kan worden. Daarom hebben de spanpunten een smalle punt. De plek waar ze aan de insert vastzitten moet echter breder zijn, zodat het spanpunt de spankracht van het touwtje aankan. Om te voorkomen dat het touwtje van het spanpunt afglijdt tijdens het monteren heeft het spanpunt inhammen. Verder is de onderkant van het spanpunt afgerond, zodat het touwtje er gemakkelijk omheen glijdt en dus goed aangetrokken kan worden.

Bij de montage dient het touwtje achter de spanpunten geplaatst te worden. Dit is niet gemakkelijk met de hand te doen, als gevolg van de kleine schaal. Daarom zal gebruik worden gemaakt van een haaknaald. Hiermee kan het touwtje gemakkelijk opgepakt worden

en achter een spanpunt worden geplaatst.

Na het plaatsen van het touwtje achter de spanpunten moet het touwtje aangespannen en vastgemaakt worden. Dit zal worden gedaan met een speciale knoop, die al eerder door een medewerker van BMA is ontwikkeld. Deze knoop trekt zichzelf strak, waardoor het touwtje ook na jarenlang gebruik niet los zal raken. Hoe deze knoop gemaakt wordt is te zien in bijlage 7.

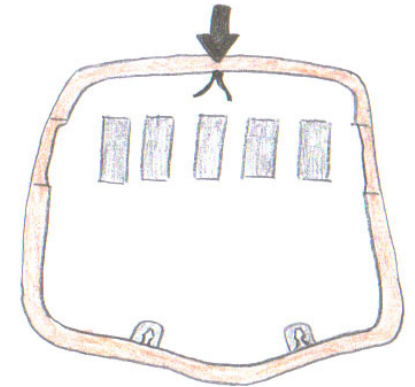
Er is een kort onderzoek gedaan op Espacenet, om te kijken of er een patent bestaat op een soortgelijk systeem. Bij dit onderzoek zijn geen vergelijkbare patenten gevonden. Dit sluit het bestaan ervan echter niet uit, aangezien er een enorm groot aantal patenten bestaat.

Een opmerking die bij dit ontwerp geplaatst moet worden is dat de lockdraad niet goed van de stoffering verwijderd kan worden. Op dit moment geeft dit geen problemen, aangezien de stoffering bij het grof vuil terechtkomt. Het kan echter zo zijn dat er in de toekomst recyclebare stoffen gebruikt gaan worden. In dat geval zal de lockdraad in zijn huidige vorm wel voor problemen zorgen. Dit kan opgelost worden door in het geval van biologisch afbreekbare stoffering een draad te gebruiken die ook biologisch afbreekbaar is. Als de stoffering tot de technologische kringloop behoort zal bij voorkeur een draad moeten worden gebruikt van hetzelfde materiaal als de stoffering. De draad hoeft dan niet verwijderd te worden om recycling mogelijk te maken.

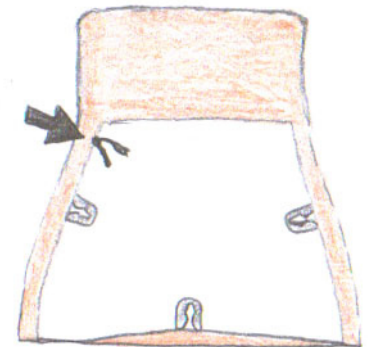
8.5 3D-model.

Ook in dit geval zijn de benodigde 3D-modellen van BMA omgezet naar SolidWorks met behulp van het STEP formaat.

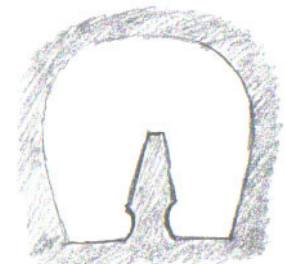
De gemaakte 3D-modellen zijn te zien in afbeelding 37 en 38 op de volgende pagina.



Afbeelding 34: Uiteinde touwtje zitting



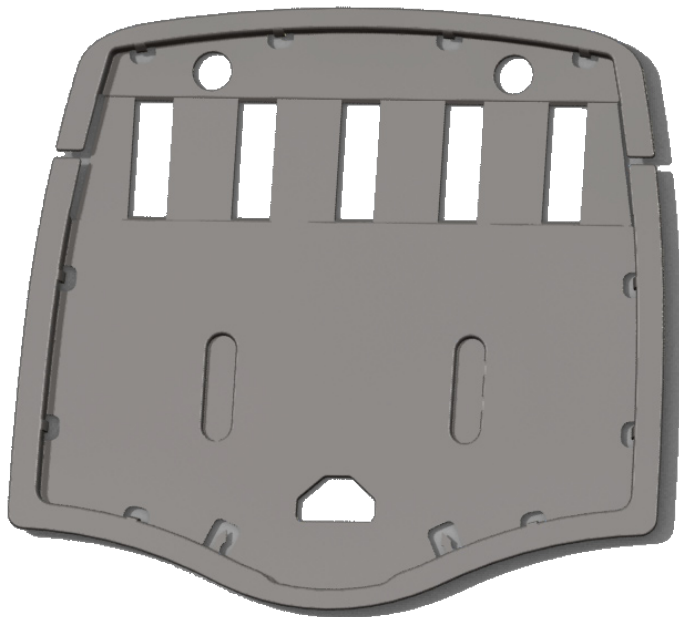
Afbeelding 35: Uiteinde touwtje rug



Afbeelding 36: Vorm spanpunten



Afbeelding 37: 3D model rug insert



Afbeelding 38: 3D model zitting insert

Hoofdstuk 9

Prototypes

Om een goed oordeel te kunnen vellen over de herontwerpen zal van beide onderdelen een prototype gemaakt worden. Deze prototypes zullen vervolgens op verschillende punten getest worden.

9.1 Doel

Het doel van de prototypes is om inzicht te krijgen in de functionaliteit van de herontwerpen. Het is belangrijk dat ze werken zoals bedoeld is en dat ze goed te monteren en demonteren zijn. Bij het prototype van het kussen is het tevens belangrijk om te testen of de voorgestelde productiemethode mogelijk is.

Ook zullen de prototypes dienen als communicatiemiddel om het herontwerp duidelijk te maken.

9.2 Mogelijkheden en beperkingen

Om een plan te kunnen opstellen voor het maken van de prototypes is het belangrijk om te weten welke technieken en materialen er beschikbaar zijn.

BMA heeft een eigen werkplaats, waarin veel standaard gereedschappen aanwezig zijn. Ook kan er gelast worden en is er een draaibank. Standaard materialen zijn op voorraad. Ook een aantal kleine onderdelen van de Axia, zoals bladveertjes, zijn in de werkplaats aanwezig. Aangezien de productie in hetzelfde gebouw gebeurt als de ontwikkeling zijn ook grotere stoelonderdelen te verkrijgen.

Door Enkev zijn meerdere grote stukken van het LDPE materiaal geleverd. Deze hardheid van deze stukken is iets lager dan die van het eerder gebruikte proefstuk. Dit komt doordat het gemaakt is van dunnere slierten. Het kan echter prima gebruikt worden voor prototypes.

9.3 Te testen punten

De prototypes zullen op verschillende punten worden getest. Deze verschillen natuurlijk per ontwerp.

Het kussen zal getest worden op de hardheid, het zitcomfort en de functionaliteit van het buigen. Ook zal er gekeken worden naar de werking van de voorgestelde productiemethode.

Hoofdstuk 9 - Prototypes

De bevestiging van de stoffering zal getest worden op de snelheid van monteren, een goede bevestiging van de stoffering zonder plooiën en de functionaliteit van het klikken en buigen.

9.4 Manier van testen

De hardheid van het kussen zal worden getest door de standaard testmethode van BMA. Dit houdt in dat er een gewicht van 2,5 kg op het kussen geplaatst wordt en de zo ontstane indrukking gemeten wordt.

Het zitcomfort zal op gevoel beoordeeld worden. Om een goed oordeel te kunnen vellen zal er minstens een paar uur van de kussens gebruik gemaakt moeten worden. De functionaliteit van het buigen zal getest worden door een kussen op een stoel te monteren en te bepalen of het buigen goed gaat.

De werking van de voorgestelde productiemethode zal getest worden door het LDPE daadwerkelijk in te schuimen in de bestaande matrijs. Hierbij zal gekeken worden of het LDPE de temperaturen en de druk in de matrijs aankan en of de materialen na het schuimen weer gescheiden kunnen worden.

Bij de bevestiging van de stoffering zal de snelheid van het monteren getest worden door het tijdsverschil tussen het monteren met nietjes en met het nieuwe ontwerp te bepalen.

De goede bevestiging van de stoffering zal op het oog en gevoel beoordeeld worden. Het belangrijkste is dat de stoffering in het zichtbare gebied niet plooit en er geen zichtbare of voelbare deuken in het kussen komen als gevolg van de bevestiging.

De functionaliteit zal beoordeeld worden door de kussens op een stoel te klikken. Als dit lukt zal vervolgens gekeken worden of het buigen van de zitting mogelijk is.

9.5 Prototype schuim

Om een eerste indruk te krijgen van het zitcomfort van de LDPE-PUR combinatie is een oud zitkussen uit de demontage genomen. De stoffering is losgemaakt en de insert is verwijderd. Er is een rechthoekige uitholling in het schuim gemaakt, waar een LDPE plaat in is gelegd. Vervolgens is de insert terug geplaatst. De stoffering is weer bevestigd door middel van nietjes.

Dit prototype is op een stoel bevestigd waar langdurig gebruikt van is gemaakt. Hieruit bleek dat het comfort goed vergelijkbaar is met het comfort van de bestaande kussens.

9.6 Prototype bevestiging stoffering

Om een idee te krijgen van het functioneren van de bevestiging van de stoffering is een oud, hoog rugkussen uit de demontage gebruikt. De nietjes zijn verwijderd, zodat slechts het touwtje overbleef. Vervolgens zijn met behulp van een dremel spanpunten gemaakt in de insert. Hierbij is vooral gelet op de juiste plaatsing van de spanpunten. De vorm van de spanpunten was op dat moment nog niet uitgewerkt. De uiteindes van het touwtje is verplaatst naar de bovenkant. Met een haaknaald is het touwtje langs de spanpunten gelegd. Hieruit kwam naar voren dat de vorm van de spanpunten anders zou moeten, zoals later in het ontwerp verwerkt is.

Bij het aanspannen van het touwtje bleek dat de positionering van de uiteinden aan de bovenkant niet praktisch is, omdat er bij een hoge rug ribbels in de stoffering ontstaan. Dit is te zien in afbeelding 39. Daarom is de plaatsing van de spanpunten verplaatst naar de bovenkant van de zijkant.



Afbeelding 39: Ribbels in de stoffering

9.7 Combinatie prototype

Nu gebleken is dat de deelontwerpen los van elkaar goed functioneren zullen ze gecombineerd worden in één prototype. Dit prototype zal met meer detail worden gemaakt.

Om te beginnen zijn in een nieuwe zittinginsert spanpunten gemaakt. Dit is wederom gedaan met een dremel. Deze keer is er meer aandacht besteed aan de vorm. Het is echter niet mogelijk om met de hand de exacte vorm die gewenst is te verkrijgen. Dit komt door de kleine details, maar ook door de eigenschappen van het materiaal van de inserts. Het PP smelt namelijk zodra het bewerkt wordt met een dremel of ander soortgelijk gereedschap. De vorm van de spanpunten blijft dus een benadering.

Vervolgens zijn twee platen van LDPE op maat gesneden volgens de contouren van het kussen. Deze platen zijn in vershoudfolie gewikkeld. Deze folie is gemaakt van LDPE en dus zeer geschikt voor dit doel.

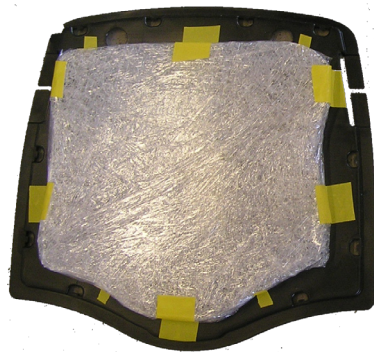
Een van de stukken LDPE is vastgemaakt aan een originele insert. Het andere stuk is vastgemaakt aan de insert met spanpunten. Dit vastmaken is met behulp van tape gedaan. Er is hier nog geen gebruik gemaakt van de bevestiging met elastiek, omdat dit systeem op dat moment nog niet volledig ontwikkeld was.

De inserts met het LDPE zijn opgestuurd naar Foamflex in België. Dit bedrijf produceert een groot deel van de kussens voor BMA. Hier zijn de inserts ingeschuimd in de bestaande matrijzen

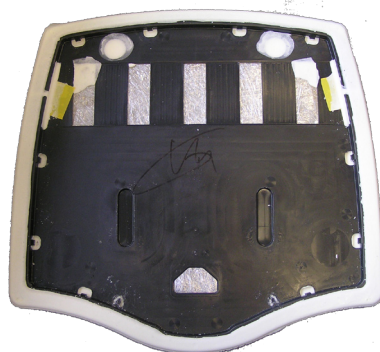
met een kleinere hoeveelheid schuim dan normaal. De zo ontstane kussens zijn teruggestuurd naar BMA.

Het kussen met de spanpunten is gestoffeerd met behulp van het touwtje in de rand van de stoffering. Het andere kussen is gebruikt om te testen of de materialen na het schuimen weer gescheiden kunnen worden.

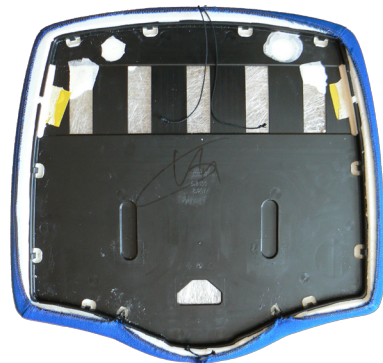
Foto's van verschillende stappen zijn te zien in afbeelding 40, 41, 42 en 43.



Afbeelding 40: Insert met LDPE



Afbeelding 41: Insert met LDPE en PUR



Afbeelding 42: Gestoffeerd, onderaanzicht



Afbeelding 43: Gestoffeerd, bovenaanzicht

Hoofdstuk 10

Oordeel herontwerpen

Om te kunnen bepalen of de herontwerpen geslaagd zijn zal er gekeken worden naar de testresultaten van de prototypes. Ook is het van belang of de milieuscore van de onderdelen verbeterd is.

10.1 Testresultaten prototypes

De hardheid van kussens wordt bij BMA bepaald door een gewicht van 2,5 kg op het kussen te plaatsen. De indrukking die dit veroorzaakt is een maat voor de hardheid. Een standaard zitkussen heeft een indrukking van 10 mm. Het prototype kussen heeft een indrukking van slechts 7 mm. Dit kan duidelijk gevoeld worden bij het gebruik van het kussen. Het voelt namelijk vrij hard aan. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de lucht die opgesloten zit in het materiaal als gevolg van de folie waarmee het ingepakt is. Om dit te testen is deze folie op meerdere plekken ingesneden. Hierna was de indrukking 8 mm. De ingesloten lucht zorgt er dus inderdaad voor dat het kussen harder aanvoelt.

Afgezien van de licht afwijkende hardheid is het zitcomfort van het kussen goed. Er kan een hele werkdag op gezeten worden zonder dat er een onaangenaam gevoel ontstaat. Tevens gaat het buigen van de zitting nog goed. Het LDPE zorgt voor iets meer weerstand, maar niet zo extreem dat het voor problemen zorgt.

De productiemethode waarbij het PUR schuim tegen het LDPE en de matrijs aangespoten wordt werkt erg goed. Het LDPE heeft geen probleem met de hoge temperatuur en druk in de matrijs. Ook is het dankzij de folie geen probleem om het LDPE te scheiden van het schuim.

De verwachting is dat het monteren van de stoffering sneller zal gaan met het nieuwe ontwerp, waardoor de kussens goedkoper zullen worden. Om te bepalen hoe groot deze winst is, is van een drietal stoffeers gemeten hoe lang er gedaan wordt over het stofferen van een zitkussen met behulp van nietjes. Dit bleek rond de 4 minuten te zijn. Vervolgens is het prototype gebruikt om te meten hoe lang het duurt om een kussen te stofferen met het nieuwe ontwerp. Na het kussen een aantal keer gestoffeerd te hebben bleek dit in 1 minuut te kunnen.

BMA rekent €0,0065 per seconde voor montage (BMA, Axia

Hoofdstuk 10 - Oordeel herontwerpen

kussens). Per kussen zullen de kosten dus met $3 \times 60 \times 0,0065 = €1,17$ omlaag gaan. De oude montagekosten van een zitkussen is €4,33. De nieuwe montageprijs zal dus €3,16 zijn.

Het touwtje zorgt voor een goede bevestiging van de stoffering. Er zijn geen zichtbare plooien. Op de plaats van de spanpunten kan een kleine deuk in het kussen ontstaan, maar deze is zo klein dat hij na montage niet zichtbaar of voelbaar is.

De bevestiging door middel van het touwtje heeft geen effect op het klikken van de insert aan de stoel. Ook het buigen van de zitting gaat nog prima. De gebruikte percentages zijn massapercentages.

10.2 Verschil milieuscore

Om te bepalen of de nieuwe ontwerpen een positief effect hebben op de milieuvriendelijkheid is opnieuw de milieuscore van de onderdelen bepaald.

De oude milieuscore van het schuim was als volgt:

- GER-waarde:	128,6 MJ
- Percentage recycelaat:	0%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	0%

De milieuscore van het nieuwe ontwerp bestaat uit twee onderdelen, namelijk de score van het PUR schuim en de score van het LDPE.

De score van het PUR schuim is als volgt:

- GER-waarde:	44,1 MJ
- Percentage recycelaat:	0%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	0%

De score van het LDPE:

- GER-waarde:	64,1 MJ
- Percentage recycelaat:	0% (virgin)
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	100%

De totale score:

- GER-waarde:	108,2 MJ
- Percentage recycelaat:	0%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	64%

Er is hier duidelijk te zien dat de nieuwe milieuscore beter is dan de oude. De GER-waarde is gedaald met 20 MJ. Ook is de recyclebaarheid gestegen van 0% naar 64%.

De oude milieuscore van de bevestiging van de stoffering bestaat uit twee delen, de insert en de nietjes.

De score van de insert:

- GER-waarde:	9,7 MJ
- Percentage recycelaat:	100%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid insert:	0%

De score van de nietjes:

- GER-waarde:	0,1 MJ
- Percentage recycelaat:	0%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid nietjes:	0%

De totale score:

- GER-waarde:	9,8 MJ
- Percentage recycelaat:	99,4%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid:	0%

De score van de nieuwe bevestiging van de stoffering bestaat slechts uit de score van de insert:

- GER-waarde:	9,67 MJ
- Percentage recycelaat:	100%
- Aanwezigheid van schadelijke stoffen:	geen
- Recyclebaarheid insert:	100%

Hier is goed te zien dat het nieuwe ontwerp een vooruitgang is. De GER-waarde is met een kleine hoeveelheid afgenomen. De grote winst zit hem echter in de recyclebaarheid. Deze is veranderd van 0% naar 100%.

10.3 SimaPro

Om een gedetailleerd beeld te krijgen van de gevolgen voor het milieu van de nieuwe ontwerpen is een levenscyclus analyse (LCA*) gedaan met het programma SimaPro. Met behulp van dit programma kan het milieueffect van een product tijdens de gehele levenscyclus bepaald worden.

De functionele eenheid die gebruikt is bij deze analyse is: één

zitkussen voor 15 jaar, inclusief productie en onderhoud. Voor deze functionele eenheid zijn twee rekenmodellen gemaakt, één met het oude ontwerp voor schuim en bevestiging van stoffering, en één met het nieuwe ontwerp. Bij het maken van deze modellen zijn alle onderdelen van het zitkussen meegenomen.

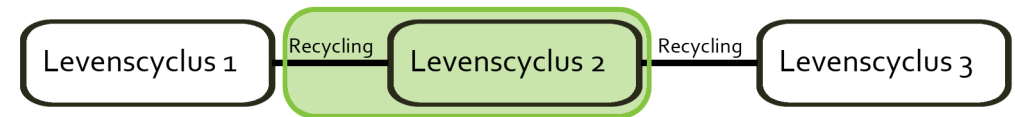
Bij het opstellen van de analyse zijn verschillende aannames gedaan. Een belangrijk deel hiervan is hoe er omgegaan wordt met recycling. Bij de analyse is de recycling meegenomen aan het begin van de levenscyclus, zoals geïllustreerd is in afbeelding 44. Hierdoor is voor het modelleren van onderdelen van recycleert geen materiaal gebruikt. Wel is er extra energie gemodelleerd. Dit is de energie die nodig is om het materiaal te recyclen. Een overzicht van alle gedane aannames is als volgt:

- Er is gerekend met de Eco-Invent database versie 2.0.
- De recycling wordt gemodelleerd met extrusie.
- Er treedt geen kwaliteitsverlies van materiaal op.
- Alle verkochte stoelen worden gedemonteerd.
- De stoel hoeft tijdens het gebruik niet te worden gerepareerd.
- Het gebruik van de stoel heeft geen effect op het milieu.
- Vervoer is buiten beschouwing gelaten.

Het gevolg van deze aannames is dat de absolute getallen die uit de analyse komen niet realistisch zijn. Voor een vergelijking tussen het oude en het nieuwe ontwerp zullen de resultaten echter wel geschikt zijn, omdat de verhoudingen tussen de uitkomsten wel realistisch zullen zijn.

Een overzicht van welke onderdelen zijn meegenomen in de analyse en hoe ze gemodelleerd zijn is te vinden in bijlage 8.

De daadwerkelijke berekening van het milieueffect is afhankelijk van de methode die hiervoor gebruikt wordt. In dit geval is de analyse gedaan volgens de Product Category Rules die opgesteld zijn voor levenscyclusanalyses van bureaustoelen, de UN CPC Class 3811 (EPD, 2009). Dit zijn de regels waaraan voldaan moet worden om de analyse te laten gelden als een Environmental Product Declaration. Dat is bij deze analyse niet de bedoeling, maar door het gebruiken van deze gegevens worden wel de beste cijfers verkregen. In deze regels staat dat de CML 2001* methode gebruikt moet worden voor de berekening.



Afbeelding 44: Grenzen

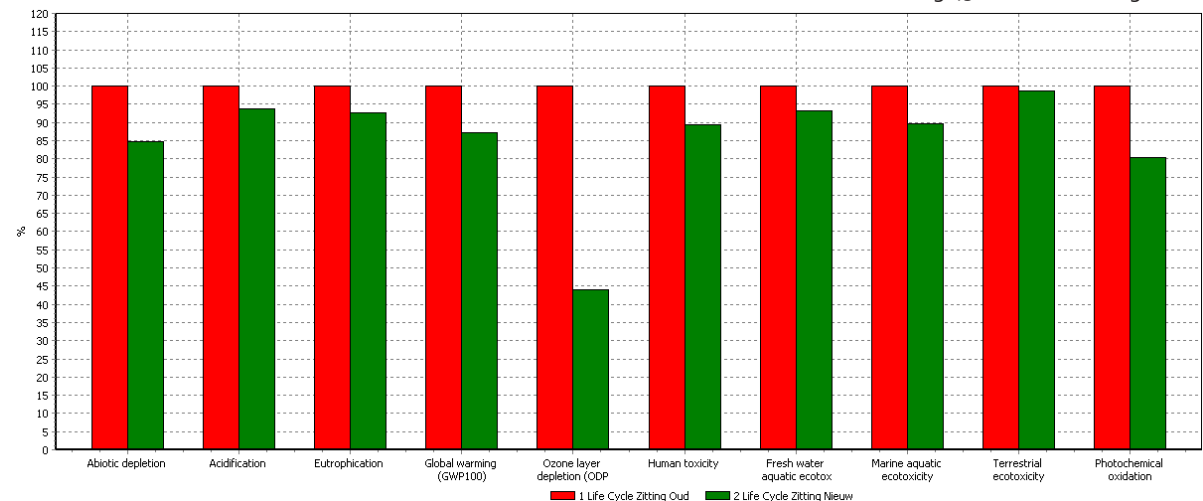
Aangezien de absolute getallen die uit de analyse komen niet realistisch zijn, wordt bij de analyse gekeken naar de grafiek met karakterisatie. Deze is te zien in afbeelding 45. Hierbij worden de waarden van het oude ontwerp op 100% gezet en is dus goed te zien hoeveel de waarden van het nieuwe ontwerp hier van afwijken.

In deze grafiek is duidelijk te zien dat het nieuwe ontwerp, weergegeven met de groene balken, op alle berekende waarden een verbetering is.

10.4 Conclusies

Op basis van het verschil in milieuscore en de uitkomst van de SimaPro analyse kan gezegd worden dat de nieuwe ontwerpen een verbetering zijn ten opzichte van de oude ontwerpen.

Afbeelding 45: Karakterisatie grafiek



Hoofdstuk 11

Andere mogelijkheden op milieugebied

Er zijn vele manieren om duurzame producten te ontwerpen. BMA past er hier al een aantal van toe. In dit hoofdstuk zal gekeken worden wat BMA al doet en welke andere mogelijkheden er zijn voor BMA om nog duurzamer te worden op gebied van productontwerp.

11.1 Huidige activiteiten BMA Ergonomics

Op dit moment doet BMA al verschillende dingen op het gebied van duurzaam productontwerp. Ten eerste voldoen de stoelen aan alle eisen voor de beperking van schadelijke stoffen. Ook worden al veel onderdelen gemaakt van recyclelaat. Het doel van BMA is om het percentage onderdelen dat van recyclelaat gemaakt wordt dit jaar boven de 50% te krijgen.

Om de levensduur van de stoelen te verlengen worden onderdelen van hoge kwaliteit gebruikt. Hierdoor hebben de stoelen, zelfs met intensief gebruik, een levensduur van 10 jaar. De onderdelen die het snelst slijten, zoals de kussens, zijn gemakkelijk te vervangen, waardoor het kopen van een nieuwe stoel niet nodig is als de kussens kapot zijn. Ook streeft BMA naar tijdloze designs, zodat de stoelen minder snel uit smaakoverwegingen afgeschaft worden.

Bij het transport van de stoelen wordt er gebruik gemaakt van vrachtwagens met een dubbele laadvloer, waardoor er twee keer zo veel stoelen in een vrachtwagen kunnen.

Nog een belangrijk ding dat BMA doet is het terugkopen van gebruikte stoelen, waarna ze gedemonteerd en grotendeels gerecycled worden. Hier wordt bij het ontwerp al rekening mee gehouden; er wordt design for disassembly toegepast.

In de nabije toekomst is BMA van plan om stoelen niet meer te verkopen, maar aan klanten te leasen. Hierdoor blijven de stoelen eigendom van BMA en is het terughalen aan het eind van de levensduur veel gemakkelijker. Het percentage stoelen dat gedemonteerd wordt zal hierdoor sterk toenemen.

Ook wordt er gewerkt aan het opstellen van een Environmental Product Declaration. Deze bevat allerlei informatie over de milieuvriendelijkheid van de stoel en zal bij elke stoel meegeleverd worden.

11.2 Huidige activiteiten concurrenten

Zoals in hoofdstuk 5 al gezien is houden veel concurrenten van BMA zich bezig met het behalen van verschillende certificaten die wat zeggen over de duurzaamheid van de producten. Dit is een manier om de klant te laten zien dat het bedrijf zich bezighoudt met duurzaamheid.

Een speciale optie hierbij is het cradle to cradle certificaat. Het grote voordeel van dit certificaat is dat het een redelijk grote naamsbekendheid heeft bij zowel bedrijven als consumenten. Het roept een grotere herkenning op dan bijvoorbeeld een ISO 14001 certificaat. Ook is de inhoud van dit certificaat veel specifiekere dan andere certificaten. Het heeft betrekking op alle onderdelen en materialen van het product.

11.3 Andere mogelijkheden

Er zijn natuurlijk ook nog andere mogelijkheden voor duurzaam productontwerp. Een optie is bijvoorbeeld het gebruik van een gesloten kringloop van materialen. Hierbij wordt het materiaal dat gerecycled wordt opnieuw gebruikt in het eigen product. Er komt dus geen 'vreemd' gerecycled materiaal binnen. Het voordeel hiervan is dat de kringloop klein en lokaal gehouden wordt. Ook is het altijd zeker waar het materiaal vandaan komt.

Een wat extremere vorm van een gesloten materialenkringloop is cascade recycling. Hierbij bestaat een product uit meerdere recyclingniveaus die afhankelijk zijn van de eisen die aan onderdelen gesteld worden. Er wordt rekening gehouden met het feit dat een materiaal elke keer dat het gerecycled wordt kwaliteit verliest. Het nieuwste materiaal wordt daarom gebruikt voor de onderdelen met de hoogste kwaliteitseisen. Dit materiaal wordt na recycling gebruikt voor onderdelen met wat lagere eisen. Na een volgende recycling wordt het gebruikt voor onderdelen met nog lagere eisen, enzovoorts. Dit is een manier om een goed overzicht te houden op de materialen die zich in het product bevinden.

BMA zou dit toe kunnen passen door bijvoorbeeld het beste recyclelaat te gebruiken voor de rugkap, waar veel kracht op komt te staan. Dat materiaal kan dan worden hergebruikt in de inserts. Het materiaal van de inserts kan weer gebruikt worden voor de verstelknoppen, waar weinig kracht op komt te staan.

11.4 Aanbevelingen

Het zou voor BMA een optie kunnen zijn om een aantal milieucertificaten te behalen. Deze zijn met name interessant als communicatiemiddel naar klanten. Hierbij zou het streven moeten zijn om een zo breed mogelijk assortiment aan certificaten te behalen. De toegevoegde waarde van meerdere vergelijkbare certificaten is namelijk erg laag, terwijl er wel kosten aan verbonden zijn. BMA heeft al certificaten op het gebied van milieumanagement en vluchtige schadelijke stoffen. Het zou een toevoeging kunnen zijn om een certificaat op het gebied van levenscyclusanalyse te behalen. Dit zal waarschijnlijk geen al te grote moeite zijn, aangezien BMA zich hier al mee bezig houdt, en het zou een goede toevoeging aan de communicatie naar de klant zijn.

Op dit moment heeft geen enkele Europese concurrent van BMA een cradle to cradle certificaat. Dit kan gezien worden als een goede kans om de eerste te zijn. Dit kan nuttig zijn bij bijvoorbeeld het duurzaam inkopen van de overheid. Hierbij wordt een cradle to cradle certificaat niet als een vereiste gesteld, maar het wordt wel als een voordeel gezien. De vraag is echter of het de moeite waard is, aangezien het behalen van dit certificaat een ingewikkeld proces is waar veel tijd en erg veel geld in gaat zitten. Het is een erg goede communicatietool, maar de voordelen moeten wel opwegen tegen de nadelen. Uit een oppervlakkig onderzoek door de BECO groep in 2009 naar de mogelijkheid tot certificering van BMA is gebleken dat het mogelijk zou zijn voor BMA om het certificaat te behalen (BMA, 2009). Er zouden wel een groot aantal details uitgezocht moeten worden, zoals de exacte samenstelling van materialen.

Op dit moment is de verwachting dat de voordelen van het certificaat niet opwegen tegen de nadelen. Gezien de complexiteit van het product zullen de kosten enorm zijn. Het zal vele jaren duren voordat deze kosten terugverdient zijn. Ook is het nog niet nodig om het certificaat te behalen, aangezien de Europese concurrenten het certificaat ook nog niet hebben. Pas als andere bedrijven het certificaat hebben zal het nuttig kunnen zijn om het ook te behalen.

Wel kan het nuttig zijn om inspiratie te halen uit de eisen die gesteld worden voor certificering. Het kan bijvoorbeeld zinvol zijn van bepaalde materialen, zoals de coating en de lijm, te achterhalen waar deze precies uit zijn samengesteld. Deze informatie kan gebruikt worden voor verbetering van de milieuvriendelijkheid van

de stoel. Een ander voordeel hiervan is dat als het in de toekomst zinvol wordt het cradle to cradle certificaat te behalen, er al een deel van het werk verricht is.

Het is voor BMA zeker een aanbeveling om een gesloten kringloop van materialen op te stellen. Er wordt al veel materiaal teruggeleverd aan fabrikanten en er wordt recyclebaar van ditzelfde materiaal gebruikt voor nieuwe onderdelen. De stap naar een gesloten kringloop zal dus relatief klein zijn. De voordelen hiervan zijn dat er met zekerheid gezegd kan worden waar het materiaal vandaan komt en dat de kwaliteit goed gecontroleerd kan worden. Ook zal de prijs van de nieuwe onderdelen lager worden. Vanuit de fabrikant van de recyclebare onderdelen, Timmerij, is reeds interesse getoond in het opstellen van een dergelijke kringloop. Ook zou met Enkev, de leverancier van het LDPE materiaal, gepraat kunnen worden over het opstarten van een recyclebairstroom.

Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de hoeveelheid materiaal die beschikbaar is. Op dit moment worden er niet genoeg stoelen gedemonteerd om een gesloten kringloop zinvol te laten zijn. Door de toekomstige lease constructie zal het aantal gedemonteerde stoelen echter sterk verhogen. Hierdoor kan een gesloten kringloop wel rendabel worden. Als de verkoop echter elk jaar blijft stijgen, zal er nooit voldoende materiaal beschikbaar zijn voor alle nieuwe stoelen. Er zal dus een oplossing gevonden moeten worden voor het tekort, bijvoorbeeld door een deal te sluiten met een bedrijf dat afval van het benodigde materiaal produceert.

Een belangrijk punt bij het verbeteren van de duurzaamheid van de Axia stoel is het recyclebaar maken van alle onderdelen. In voortzetting van deze bacheloropdracht zal BMA moeten kijken naar alle onderdelen die nog niet recyclebaar zijn, zodat deze verbeterd kunnen worden. Het streven moet hierbij liggen op 100% recyclebaarheid.

Hoofdstuk 12

Resultaten en conclusies

Met behulp van deze resultaten dient het duidelijk te worden in hoeverre de doelstellingen uit het begin van de opdracht zijn gehaald.

12.1 Doelstellingen

In het begin van de opdracht zijn een aantal doelstellingen gesteld. Om te kunnen bepalen of deze behaald zijn worden ze hier nog even herhaald:

"Het doel van de opdracht is het doen van aanbevelingen aan BMA Ergonomics over het verbeteren van een aantal onderdelen van de Axia bureaustoel, zodat deze gerecycled kunnen worden. Het doel hiervan is om minder materiaal verloren te laten gaan aan het einde van de levensduur."

12.2 Onderzoeksvragen

In het begin van de opdracht zijn ook een aantal onderzoeksvragen gesteld. Deze zullen hier kort beantwoord worden.

1. *Op welke manier bepaalt BMA Ergonomics de milieuvriendelijkheid van producten?*

BMA bepaalt de milieuvriendelijkheid van producten aan de hand van een viertal speerpunten. Deze speerpunten zijn de GER-waarde, het percentage recycalaat, de aanwezigheid van schadelijke stoffen en de recyclebaarheid.

2. *Hoe verhoudt de Axia bureaustoel zich tot andere milieuvriendelijke bureaustoelen?*

Op het gebied van certificaten loopt de Axia bureaustoel iets achter op de concurrenten. Op het gebied van recyclebaarheid doet de Axia het echter erg goed. Over het algemeen kan de Axia zich goed meten met de concurrenten.

3. *Welke twee onderdelen gaan er opnieuw ontworpen worden?*

Het schuim en de bevestiging van de stoffering zullen opnieuw ontworpen worden.

4. *Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige ontwerp van het schuim?*

De voordelen zijn dat het PUR schuim een lage prijs heeft en goed te bewerken is. De nadelen zijn dat het schuim niet te recycleren is en een hoge GER-waarde heeft.

5. *Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige ontwerp van de bevestiging van de stoffering?*

De voordelen zijn dat nietjes de stoffering erg goed opspannen en goedkoop zijn. De nadelen zijn dat het veel werk is om de nietjes te plaatsen en hier enige vakkundigheid voor nodig is. Ook is het te veel werk om de nietjes weer te verwijderen.

6. *Hoe kan het schuim herontworpen worden om een betere score te behalen?*

De score van het schuim kan verbeterd worden door een binnenstuk van LDPE materiaal te gebruiken met een dunne toplaag van PUR schuim.

7. *Hoe kan de bevestiging van de stoffering herontworpen worden om een betere score te behalen?*

De score van de bevestiging van de stoffering kan verbeterd worden door de stoffering te bevestigen met behulp van een touwtje en spanpunten.

8. *Hoe zullen de prototypes gemaakt worden?*

De prototypes zullen in de werkplaats van BMA gemaakt worden. Ook zal er een prototype gemaakt worden door een aangepaste insert op te sturen naar Foamflex, de producent van de kussens, die hem in zal schuimen.

9. *Zijn de herontwerpen geslaagd?*

Aan de hand van de verbeterde milieuscore en de analyse met behulp van SimaPro kan gezegd worden dat de herontwerpen geslaagd zijn.

10. *Zijn er voor BMA nog verdere nieuwe mogelijkheden/kansen binnen een duurzaam productontwerp?*

Mogelijkheden voor BMA zijn het behalen van certificaten en het opstellen van een gesloten materialenkringloop met leveranciers.

12.3 Resultaat

Na het uitvoeren van de opdracht kan gezegd worden dat de doelstelling grotendeels gehaald is. De verbeteringen die voorgesteld zijn zorgen ervoor dat de insert in zijn geheel gerecycled kan worden, terwijl dat eerst niet kon. Het kussen kan helaas niet in zijn geheel gerecycled worden, maar voor een groot deel kan dit wel, dankzij de opvulling met LDPE.

Het doel om minder materiaal verloren te laten gaan aan het einde van de levensduur is in zijn geheel geslaagd. Dankzij de herontwerpen gaat er veel minder materiaal verloren dan voorheen.

12.4 Aanbevelingen

Als gevolg van het uitvoeren van de opdracht zijn er verschillende aanbevelingen die aan BMA gedaan kunnen worden.

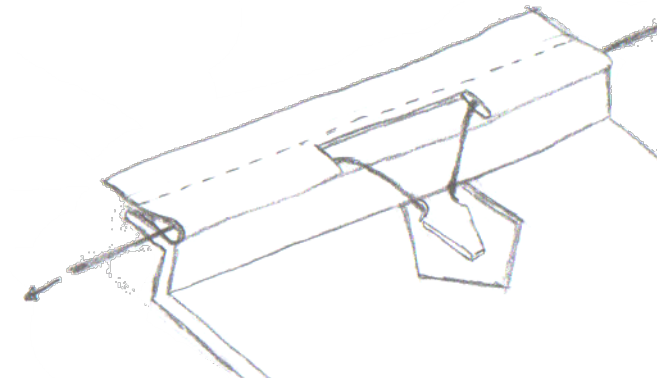
Als eerste is het goed mogelijk om de nieuwe ontwerpen ook toe te passen op andere modellen stoelen van BMA. Nu het ontwerp eenmaal gemaakt is kan dit zonder veel moeite vertaald worden naar andere kussenvormen.

Bij de prototypes bleek dat de lockdraad die het touwtje vasthoudt soms los kan raken. Op dit moment is nog niet goed in te schatten hoe ernstig dit is. Mocht in de toekomst blijken dat dit een negatief effect heeft op de bevestiging van de stoffering en vaak voorkomt, dan kan er een alternatieve bevestiging van het touwtje gebruikt worden. De stoffering zou dan iets groter gesneden kunnen worden, waarna de rand dubbelgenaaid kan worden om het touwtje heen. Openingen in deze rand op de plaats van spanpunten zorgen ervoor dat het touwtje gespannen kan worden. Dit is te zien in afbeelding 46.

Hoewel uit de prototypes bleek dat twee spanpunten op de zitting en drie spanpunten op de rug voldoende zijn, is het een mogelijkheid om extra spanpunten toe te voegen. Hierdoor wordt de kans dat de stoffering loslaat nog kleiner. Met name als het ontwerp toegepast wordt op de 24-uurs stoelen kan dit verstandig zijn, aangezien deze continue gebruikt worden.

In het ontwerp van de bevestiging van de stoffering is rekening gehouden met variaties in de stoffering van maximaal 5 mm. Het kan echter zijn dat de stoffering meer afwijkt dan waar rekening

mee gehouden is. In dat geval zouden er meerdere spanpunten in de inserts gemaakt kunnen worden, met verschillende afstanden tot de rand. Zo kan ook stoffering die een grote afwijking heeft goed gemonteerd worden, omdat het meest geschikte spanpunt gekozen kan worden.



Afbeelding 46: Dubbelgenaaide stoffering

Nawoord

Dit nawoord vormt de afsluiting van dit verslag. Mijn mening over het verloop van de opdracht en de resultaten worden hier besproken.

Verloop

Al met al ben ik tevreden over het verloop van de opdracht. Het was een leerzame ervaring om deel uit te maken van een bedrijf. De manier van werken is erg anders dan op de universiteit en ook de aanpak van problemen gaat anders.

Ook is het een goede ervaring geweest om een opdracht uit te voeren die verder gaat dan de projecten van de universiteit. Dingen als materiaal, productie en kosten zijn niet langer dingen die ook even behandeld moeten worden. Ze worden nu echt belangrijk.

Ik ben over het algemeen tevreden met de manier waarop ik de opdracht uitgevoerd heb. De geplande aanpak bestond uit logische stappen die goed uitvoerbaar waren en voor een duidelijk overzicht zorgden. Het volgen van de planning van deze stappen bleek wat lastiger te zijn. Van tevoren is het erg moeilijk om in te schatten hoe lang iets gaat duren. Daarom is er meerdere malen van de planning afgeweken. Ook bleek het bij sommige onderdelen erg lastig om te bepalen dat het klaar was en om verder te gaan met het volgende onderdeel. Daardoor bleef ik soms wat te lang hangen bij stappen.

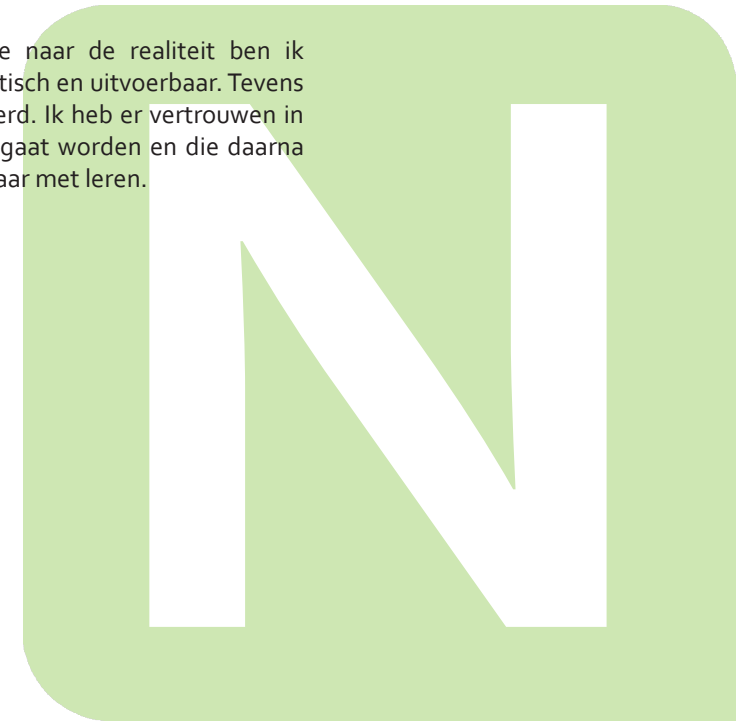
Later ben ik door ziekte nog verder afgeweken van de planning, waardoor ik veel later klaar was dan gepland. Ondanks dit alles heb ik me toch redelijk goed gehouden aan het aantal uur dat voor de bachelor eindopdracht staat en ben ik dus tevreden over het volgen van de geplande aanpak.

Resultaten

Na afloop van de opdracht ben ik tevreden met het resultaat dat verkregen is. Er zijn weliswaar een aantal punten die naar mijn gevoel nog beter zouden kunnen, maar dat is naar mijn mening iets waar een ontwerper nooit vanaf komt. Het kan altijd beter, maar op een gegeven moment moeten keuzes gemaakt worden, moet de planning worden gevolgd en moet er binnen het budget gebleven worden.

Afsluiting

Voor mijn eerste ontwerpuitstapje naar de realiteit ben ik tevreden met het resultaat. Het is praktisch en uitvoerbaar. Tevens heb ik tijdens het proces erg veel geleerd. Ik heb er vertrouwen in dat een volgende opdracht nog beter gaat worden en die daarna nog beter. Een mens is immers nooit klaar met leren.



Begrippenlijst

Hier is uitleg te vinden over de begrippen die in de tekst aangegeven zijn met een sterretje *.

Axia bureaustoel

Axia is een serie van bureaustoelen voor verschillende doeleinden. Als er getallen worden gebruikt zijn deze gebaseerd op een standaard model, de Axia Office.

CML 2001

CML 2001 is een analysemethode die gebruikt wordt bij het uitvoeren van een levenscyclus analyse. In deze methode ligt onder andere de weg van bepaalde milieueffecten vast.

Cradle to cradle

Een ontwerpfilosofie waarbij het idee van afval geëlimineerd wordt. Alle 'afvalstoffen' zijn voedsel voor nieuwe producten of de natuur.

Design for Disassembly

Het ontwerpen van een product waarbij rekening wordt gehouden met het feit dat het product ook weer uit elkaar gehaald moet worden. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan door permanente verbindingen te vermijden.

Downcyclen

Hergebruik van materialen in een product dat minderwaardig is aan het oorspronkelijke product.

GER-waarde

GER staat voor Gross Energy Requirement. De GER-waarde, gemeten in megajoule, is een Nederlandse standaard voor de energie-inhoud van een product. Deze energie-inhoud is een maat voor de milieubelasting.

Klikkers

De kussens van de Axia stoelen worden met behulp van klikkers bevestigd. Deze klikkers fixeren de kussens goed en zorgen er

gelijktijdig voor dat de kussens te verwijderen en opnieuw te plaatsen zijn.

LCA

Deze afkorting staat voor LevensCyclus Analyse. Deze analyse kijkt naar de invloed van een product op het milieu gedurende de gehele levensduur.

LDPE

LDPE staat voor het materiaal Low Density PolyEthyleen. Dit materiaal is vergelijkbaar met gewoon polyethyleen, maar heeft een lagere dichtheid als gevolg van meer vertakkingen aan de ketens. Hierdoor zijn de eigenschappen van het materiaal ook anders.

Locksteek

Een naaitechniek met vier draden waarvoor een speciale naaimachine nodig is.

PAK's

Afkorting voor Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen. Deze stoffen staan bekend om hun carcinogene eigenschappen, wat inhoudt dat ze kankerverwekkend zijn.

PUR

PUR staat voor het materiaal polyurethaan. Dit materiaal kan met behulp van een blaasmiddel opgeschuimd worden. Het wordt veelvuldig gebruikt in de auto- en meubelindustrie voor het maken van kussens.

Recyclaat

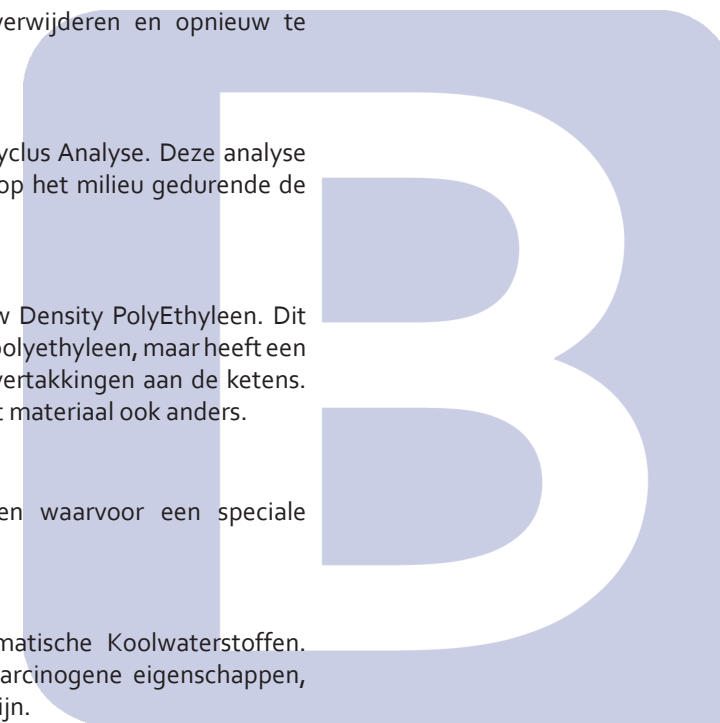
Grondstof die afkomstig is van hergebruikt materiaal.

Recyclen

Hergebruik van materialen in een product dat gelijkwaardig is aan het oorspronkelijke product. Een voorbeeld is het gebruiken van oude kranten voor nieuwe kranten.

Virgin materiaal

Grondstof die afkomstig is van ruw materiaal en dus voor het eerst gebruikt wordt.



Bronvermelding

Hier zijn alle bronnen te vinden waar in de tekst naar verwezen wordt.

Hoofdstuk 4

- BMA Ergonomics, Milieu Effect Rapport, versie 1.5, 2009

Hoofdstuk 5

- Allsteel, www.allsteeloffice.com, bekeken november 2009
- Aspa, www.aspa.nl, bekeken november 2009
- BMA Ergonomics, Milieu Effect Rapport, versie 1.5, 2009
- BMA Ergonomics, Rapport Axia CO₂eq, 2009
- BMA Ergonomics, www.bma-ergonomics.com, bekeken november 2009
- Comforto, www.bureaustoel-comforto.nl, bekeken november 2009
- Dauphin, www.dauphin.nl, bekeken november 2009
- Håg, www.hagbenelux.nl, bekeken november 2009
- Herman Miller, www.hermanmiller.co.uk, bekeken november 2009
- Kinnarps, www.kinnarps.com, bekeken november 2009
- RH, www.rhstoelen.nl, bekeken november 2009
- Savo, www.savo.com, bekeken november 2009
- Steelcase, www.steelcase.com, bekeken november 2009
- Vitra, www.vitra.com, bekeken november 2009
- Wilkhahn, www.wilkhahn.com, bekeken november 2009

Hoofdstuk 6

- BMA Ergonomics, Milieu Effect Rapport, versie 1.5, 2009
- BMA Ergonomics, BMA Environmental, 2002
- Hantson, P., PU trim foam recycling, 2008, http://dSPACE.howest.be/bitstream/10046/494/1/Thesis_PU_trim_foam_recycling.pdf, bekeken november 2009
- Meerendonk, R. van de, Technical Accountmanager bij Timmerij BV, geraadpleegd november 2009

Hoofdstuk 7

- BMA Ergonomics, Rapport Axia CO₂eq, 2009
- Senter Novem, Criteria voor duurzaam inkopen van kantoormeubilair, versie 1.4, http://www.senternovem.nl/mmfiles/Criteriadocument%20Kantoormeubilair%20v1.4_tcm24-283206.pdf, bekeken op 19 februari 2010
- VROM, Duurzaam inkopen, <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=34353>, bekeken op 19 februari 2010

Hoofdstuk 8

- BMA Ergonomics, Rapport Axia CO₂eq, 2009
- Senter Novem, Criteria voor duurzaam inkopen van kantoormeubilair, versie 1.4, http://www.senternovem.nl/mmfiles/Criteriadocument%20Kantoormeubilair%20v1.4_tcm24-283206.pdf, bekeken op 19 februari 2010
- VROM, Duurzaam inkopen, <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=34353>, bekeken op 19 februari 2010

Hoofdstuk 12

- BMA Ergonomics, Axia kussens, 2006
- EPD, Product Category Rules version 1.0, www.environdec.com, 2009

Bijlage 1

Plan van Aanpak

blz. 37

Bijlage 2

Beschrijving certificaten

blz. 43

Bijlage 3

Berekening GER-waardes

blz. 45

Bijlage 4

Directe kostprijs

blz. 46

Bijlage 5

Programma van eisen

blz. 47

Bijlage 6

Hardheid Enkev

blz. 48

Bijlage 7

Knoop voor bevestiging stoffering

blz. 49

Bijlage 8

SimaPro

blz. 50



Bijlage 1

Plan van Aanpak

Plan van aanpak

Voor de verbetering van de milieuvriendelijkheid van de Axia bureaustoel. In opdracht van BMA Ergonomics.

In dit verslag beschrijf ik hoe ik mijn bacheloropdracht aan ga pakken. Woorden die cursief gedrukt zijn, zijn terug te vinden in de begripsbepaling.

Actoranalyse

De actor, BMA Ergonomics, is een bedrijf in Zwolle. Zij houden zich bezig met het ontwikkelen, fabriceren en verkopen van bureaustoelen. Ze maken ergonomisch hoogwaardige stoelen en zijn een business to business bedrijf. Klanten kunnen zelf de gewenste stoel samenstellen door uit meerdere opties voor onderdelen, materiaal en kleur te kiezen.

BMA Ergonomics besteedt veel aandacht aan de milieuvriendelijkheid van hun producten en probeert zich zo te onderscheiden van concurrenten. Ze zijn bezig steeds meer onderdelen van de bureaustoelen te verbeteren om ze te kunnen recycleren. Op dit moment is dit met het grootste deel van de onderdelen mogelijk.

De overige actoren die een rol spelen zijn de regering, de bedrijven en de consumenten. Al deze actoren onderkennen intussen het probleem van milieuvervuiling. Er is echter een groot meningsverschil over wie de verantwoordelijkheid heeft er wat aan te doen. De meesten proberen het op een ander af te schuiven.

De regering zoekt de oplossing vooral in regulering van de hoeveelheid afvalstoffen van bedrijven en het heffen van belastingen. Op dit moment is dit echter nog niet goed op gang gekomen. Bedrijven die proberen mee te helpen aan de oplossing van milieuvervuiling doen dit vrijwillig. Zij proberen onder andere zuinig om te gaan met energie en water, en het afval te verminderen. Consumenten proberen groene stroom te gebruiken en duurzame producten te kopen. Een probleem hierbij is dat het vaak moeilijk te herkennen is welke producten het best zijn.

BMA doet zijn best bij te dragen aan de oplossing van milieuvervuiling met behulp van twee speerpunten. Ten eerste

proberen ze goede materialen te gebruiken. Dit zijn bijvoorbeeld materialen met een lage energie-inhoud of die een lage CO₂-uitstoot veroorzaken. Ten tweede proberen ze de recycling te optimaliseren. Dit doen ze door het hergebruiken van onderdelen en materiaal. Hierdoor zijn minder nieuwe grondstoffen nodig. De onderdelen worden hergebruikt in de eigen producten. Aan het eind van de levensduur gaat het materiaal terug naar de producenten, waar het voor nieuwe onderdelen wordt gebruikt. Ook wordt er gerecycled materiaal van andere bronnen gebruikt. Deze aanpak wordt vanuit de Cradle to Cradle filosofie geadviseerd.

Projectkader

De laatste tijd is milieuvervuiling steeds meer in de aandacht komen te staan. De reden hiervoor is dat nu duidelijk wordt welke gevolgen onze handelingen hebben. Zo veroorzaakt de steeds hogere CO₂ concentratie in de atmosfeer het broeikaseffect. Ook worden bodem, water en lucht vervuult door stoffen die via stortplaatsen en afvalverbranding in de omgeving terecht komen.

Dit probleem heeft effect op iedereen op de wereld, onafhankelijk van of ze het zelf veroorzaken.

Doelstelling

Het doel van de opdracht is het doen van aanbevelingen aan BMA Ergonomics over het verbeteren van een aantal onderdelen van de Axia bureaustoel, zodat deze gerecycled kunnen worden. Het doel hiervan is om minder materiaal verloren te laten gaan aan het einde van de levensduur.

Dit zal gerealiseerd worden door een diagnostische en ontwerpgerichte aanpak. Ten eerste zal gekeken worden hoe de Axia bureaustoel zich verhoudt tot andere soortgelijke stoelen. Vervolgens zal gekeken worden welke onderdelen nog niet optimaal te recycleren zijn en naar de voor- en nadelen van het huidige ontwerp. Aan de hand van deze resultaten zal er een voorstel voor een herontwerp worden gedaan. Het nieuwe ontwerp zal geanalyseerd worden door middel van het programma SimaPro. Ook zullen er prototypes gemaakt worden die de werking aantonen. Als laatste zal kort gekeken worden naar andere mogelijkheden die BMA nog heeft voor de verbetering van de Axia bureaustoel.

Dit alles zal in drie maanden uitgevoerd worden.

Bijlage 1 - Plan van Aanpak

Vraagstelling

1. Op welke manier bepaalt BMA Ergonomics de duurzaamheid van producten?
 - 1.1 Aan welke punten op het gebied van duurzaamheid van producten hecht BMA Ergonomics de meeste waarde?
 - 1.2 Welke meetbare parameters zijn hieruit af te leiden?
2. Hoe verhoudt de Axia bureaustoel zich tot andere milieuvriendelijke bureaustoelen?
 - 2.1 Wat zijn de milieuvriendelijke aspecten van de Axia bureaustoel?
 - 2.2 Welke andere milieuvriendelijke bureaustoelen zijn er op de markt?
 - 2.3 Wat zijn de milieuvriendelijke aspecten van deze bureaustoelen?
 - 2.4 Wat zijn de overeenkomsten tussen de Axia bureaustoel en andere milieuvriendelijke bureaustoelen?
 - 2.5 Wat zijn de verschillen tussen de Axia bureaustoel en andere milieuvriendelijke bureaustoelen?
 - 2.6 Welke positie heeft de Axia bureaustoel ten opzichte van andere milieuvriendelijke bureaustoelen?
3. Welke twee onderdelen gaan er opnieuw ontworpen worden?
 - 3.1 Wat is het doel van het herontwerp?
 - 3.2 Welke onderdelen voldoen nog niet aan dit doel?
 - 3.3 Bij welke onderdelen valt de meeste winst te behalen?
 - 3.4 Welke twee onderdelen gaan opnieuw ontworpen worden?
4. Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige ontwerp van onderdeel 1?
 - 4.1 Aan welke eisen moet het huidige ontwerp voldoen?
 - 4.2 Wat is het huidige ontwerp?
 - 4.3 Hoeveel oplossingsruimte is er?
 - 4.4 Wat zijn de voordelen van het huidige ontwerp?
 - 4.5 Wat zijn de nadelen van het huidige ontwerp?
 - 4.6 Welke score heeft dit ontwerp bij de parameters van deelvraag 1.2?
 - 4.7 Waar zijn de grootste verbeteringen te behalen?
5. Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige ontwerp van onderdeel 2?
 - 5.1 Aan welke eisen moet het huidige ontwerp voldoen?
 - 5.2 Wat is het huidige ontwerp?
 - 5.3 Hoeveel oplossingsruimte is er?
 - 5.4 Wat zijn de voordelen van het huidige ontwerp?
 - 5.5 Wat zijn de nadelen van het huidige ontwerp?
 - 5.6 Welke score heeft dit ontwerp bij de parameters van deelvraag 1.2?
 - 5.7 Waar zijn de grootste verbeteringen te behalen?
6. Hoe kan onderdeel 1 herontworpen worden om een betere score te behalen?
 - 6.1 Wat is het nieuwe programma van eisen en wensen?
 - 6.2 Wat zijn verschillende concepten voor herontwerp?
 - 6.3 Welk concept voldoet het beste aan het programma van eisen?
 - 6.4 Hoe ziet dit concept er in detail uit?
 - 6.5 Maken van een 3D-model.
 - 6.6 Hoeveel is de score van onderdeel 1 verbeterd?
7. Hoe kan onderdeel 2 herontworpen worden om een betere score te behalen?
 - 7.1 Wat is het nieuwe programma van eisen en wensen?
 - 7.2 Wat zijn verschillende concepten voor herontwerp?
 - 7.3 Welk concept voldoet het beste aan het programma van eisen?
 - 7.4 Hoe ziet dit concept er in detail uit?
 - 7.5 Maken van een 3D-model.
 - 7.6 Hoeveel is de score van onderdeel 2 verbeterd?
8. Hoe zullen de prototypes gemaakt worden?
 - 8.1 Wat is het doel van de prototypes?
 - 8.2 Welke mogelijkheden en beperkingen zijn er?
 - 8.3 Waar zullen de prototypes op worden getest?
 - 8.4 Hoe zullen de prototypes hierop getest worden?
 - 8.5 Hoe zal het prototype van onderdeel 1 gemaakt worden?
 - 8.6 Hoe zal het prototype van onderdeel 2 gemaakt worden?

Prototypebouw

Testen van prototypes

Bijlage 1 - Plan van Aanpak

9. Zijn de herontwerpen geslaagd?
- 9.1 Hoe hebben de prototypes de test doorstaan?
- 9.2 Is er een merkbaar verschil behaald bij de milieuscores?
10. Zijn er voor BMA nog verdere nieuwe mogelijkheden/kansen binnen een duurzaam productontwerp?
- 10.1 Wat doet BMA op het gebied van duurzaam productontwerp?
- 10.2 Wat doen andere bedrijven op het gebied van duurzaam productontwerp?
- 10.3 Welke andere mogelijkheden zijn er op het gebied van duurzaam productontwerp?
- 10.4 Welke aanbevelingen kunnen gedaan worden voor BMA?

Begripsbepaling

Milieuvriendelijk product

Een product dat weinig tot geen schade aanbrengt aan het milieu.

Recyclen

Het hergebruiken van de materialen zonder dat er kwaliteitverlies optreedt. Dit kan door middel van rechtstreeks hergebruik van onderdelen, maar ook door het terugbrengen naar materiaal en opnieuw onderdelen te fabriceren.

Milieuvervuiling

Schade die toegebracht wordt aan het milieu als gevolg van productie.

Duurzaam

De nadruk ligt hierbij niet op het lang meegaan van een product, maar op de milieuvriendelijkheid.

Prototype

Een model van het ontwerp waarbij de nadruk ligt op het technisch functioneren.

Strategie

De opdracht zal vooral diepgaand worden uitgevoerd, omdat het specifieke delen van de Axia bureaustoel betreft. Ook het vooronderzoek en het afsluitende onderzoek zijn diepgaand, omdat

er specifiek naar de milieuvriendelijkheid gekeken wordt. De hele opdracht betreft bureauonderzoek.

	Materiaal	Ontsluiting
1.1	documenten van BMA	inhoudsanalyse
1.2	documenten van BMA	inhoudsanalyse
2.1	documenten van BMA	inhoudsanalyse
2.2	media	inhoudsanalyse
2.3	media	inhoudsanalyse
2.4	documenten van BMA en media	inhoudsanalyse
2.5	documenten van BMA en media	inhoudsanalyse
2.6	materiaal van 2.1 t/m 2.5	inhoudsanalyse
3.1	medewerkers van BMA	ondervraging
3.2	medewerkers van BMA	ondervraging
3.3	deelvraag 3.2 en documenten van BMA	inhoudsanalyse
3.4	deelvraag 3.3	inhoudsanalyse
4.1	documenten van BMA	inhoudsanalyse
4.2	Axia stoffering, personen en documenten van BMA	observatie, ondervraging en inhoudsanalyse
4.3	documenten van BMA en 4.2	inhoudsanalyse
4.4	resultaten 4.1, 4.2 en 4.3	inhoudsanalyse
4.5	resultaten 4.1, 4.2 en 4.3	inhoudsanalyse
4.6	resultaten 4.1 t/m 4.5	inhoudsanalyse
4.7	resultaten 4.6	inhoudsanalyse
5.1	documenten van BMA	inhoudsanalyse
5.2	Axia armleggers, personen en documenten van BMA	observatie, ondervraging en inhoudsanalyse
5.3	documenten van BMA en 5.2	inhoudsanalyse
5.4	resultaten 5.1, 5.2 en 5.3	inhoudsanalyse
5.5	resultaten 5.1, 5.2 en 5.3	inhoudsanalyse
5.6	resultaten 5.1 t/m 5.5	inhoudsanalyse
5.7	resultaten 5.6	inhoudsanalyse
6.1	personen en documenten bij BMA	ondervraging en inhoudsanalyse
6.2	programma van eisen	observatie

Bijlage 1 - Plan van Aanpak

6.3	programma van eisen	inhoudsanalyse
6.4	concept	observatie
6.5	uitgewerkt concept	observatie
6.6	uitgewerkt concept en documenten BMA	inhoudsanalyse
7.1	personen en documenten bij BMA	ondervraging en inhoudsanalyse
7.2	programma van eisen	observatie
7.3	programma van eisen	inhoudsanalyse
7.4	concept	observatie
7.5	uitgewerkt concept	observatie
7.6	documenten van BMA en documenten BMA	inhoudsanalyse
8.1	personen bij BMA	ondervraging
8.2	personen bij BMA	ondervraging
8.3	concept	inhoudsanalyse
8.4	concept en 8.2	inhoudsanalyse
8.5	concept en 8.2	inhoudsanalyse
8.6	concept en 8.2	inhoudsanalyse
9.1	testresultaten	inhoudsanalyse
9.2	6.6 en 7.6	inhoudsanalyse
10.1	documenten van BMA	inhoudsanalyse
10.2	media	inhoudsanalyse
10.3	media	inhoudsanalyse
10.4	10.1, 10.2 en 10.3	inhoudsanalyse

Planning

De planning is te vinden in afbeelding 47 op de volgende pagina.

Mogelijke knelpunten

Een probleem kan zijn dat ik ergens niet genoeg van af weet. De oplossing hiervoor is om er meer informatie over te zoeken. Dit zal echter wel meer tijd kosten.

Een ander probleem dat kan ontstaan is dat het benodigde materiaal niet te vinden is. Een oplossing hiervoor is om op een

andere locatie te zoeken. Als het materiaal echt niet gevonden kan worden zal een nieuwe oplossing moeten worden bedacht, bijvoorbeeld om experts te ondervragen.

Het kan zijn dat iets meer tijd kost dan verwacht. Dit kan opgelost worden door alles iets door te schuiven en de laatste week als uitlooptijd te gebruiken in plaats van het verslag af te ronden. Als er dan nog te weinig tijd is kan er langer doorgewerkt worden. Dit is geen ideale oplossing, maar wel uitvoerbaar aangezien mijn werkplek bij BMA tot eind maart beschikbaar is.

De verbetering van de ontwerpen is afhankelijk van de ruimte die er is voor aanpassingen binnen het huidige programma van eisen. Het kan zijn dat verbeteringen door te kleine ruimte voor aanpassingen niet mogelijk is. Er zal dan met BMA overlegd moeten worden over de mogelijkheden.

Een ander probleem is dat er in een korte tijd twee onderzoeken en twee herontwerpen moeten worden uitgevoerd, inclusief analyse en de bouw van prototypes. Dit is geprobeerd op te lossen door de onderzoeken kort te houden, waardoor er zo veel mogelijk tijd overblijft voor het analyseren, ontwerpen en de prototypebouw. Het kan echter blijken dat de beoogde doelen niet haalbaar zijn. In dat geval zal de prototypebouw moeten komen te vervallen. Deze mogelijkheid is al overlegd met de opdrachtgever.

Bij de prototypebouw kan het gebeuren dat materialen niet (op tijd) aanwezig zijn. Dit kan voorkomen worden door op tijd aan te geven wat ik nodig ga hebben. Als het probleem al voorgekomen is kan er gekeken worden naar eventuele alternatieve materialen. Als dit niet mogelijk is kan alvast hoofdvraag 7 begonnen worden, om later met de prototypebouw verder te gaan.

Bron: Verschuren, P. & Doorewaard, H., Het ontwerpen van een onderzoek, Utrecht, Lemma, 2000, 4^e druk

Bijlage 1 - Plan van Aanpak

		Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Werkelijke tijd	46	47	48	49	50	51	2	3	4	5	6	7
Vooronderzoek	1.1	1/2 dag	0,5											
	1.2	1/2 dag	0,5											
	2.1	1 dag	1											
	2.2	1/2 dag	0,5											
	2.3	1 dag	1											
	2.4	1/2 dag	0,5											
	2.5	1/2 dag	0,5											
	2.6	1/2 dag	0,5											
Analyse	3.1	1/4 dag		0,25										
	3.2	2 dagen		2										
	3.3	1 dag		1										
	3.4	1/4 dag		0,25										
	4.1	1/2 dag		0,5										
	4.2	1/2 dag		0,5										
	4.3	1/2 dag		0,5										
	4.4	1/2 dag		0,5										
	4.5	1/2 dag			0,5									
	4.6	1/2 dag			0,5									
	4.7	1/2 dag			0,5									
	5.1	1/2 dag			0,5									
	5.2	1/2 dag			0,5									
	5.3	1/2 dag			0,5									
	5.4	1/2 dag			0,5									
	5.5	1/2 dag			0,5									
	5.6	1/2 dag			0,5									
	5.7	1/2 dag			0,5									
Ontwerp	6.1	1/2 dag			0,5									
	6.2	4 dagen			2	2								
	6.3	1/2 dag				0,5								
	6.4	4 dagen					2,5	1,5						
	6.5	2 dagen						1	1					
	6.6	4 dagen							1,5	2,5				
	7.1	1/2 dag			0,5									
	7.2	4 dagen			2	2								
	7.3	1/2 dag				0,5								
	7.4	4 dagen					2,5	1,5						
	7.5	2 dagen						1	1					
	7.6	4 dagen							1,5	2,5				

Prototypes	8.1	1/4 dag										0,25		
	8.2	1/2 dag										0,5		
	8.3	1/4 dag										0,25		
	8.4	1/2 dag										0,5		
	8.5	1/2 dag										0,5		
	8.6	1/2 dag										0,5		
	Prototypebouw	6,5 dag										2,5	4	
	Testen	1 dag											1	
Conclusie	9.1	1/2 dag												0,5
	9.2	1/2 dag												0,5
	10.2	1 dag												1
	10.2	1 dag												1
	10.2	1 dag												1
	10.4	1 dag												1
	Verslaglegging	continue												

Afbeelding 47: Planning

Bijlage 1 - Plan van Aanpak

Originele opdrachtomschrijving

Duurzame productontwikkeling is bij BMA al sinds de start van het bedrijf in 1997 een standaard onderdeel van het ontwikkelproces. De laatste jaren is er ook vanuit de markt steeds meer aandacht voor. Dit heeft ertoe geleid dat we in onze communicatie steeds meer aandacht besteden aan de resultaten die op het gebied van DO gehaald zijn en nog steeds worden gehaald. Concreet gaat het dan om de energie-inhoud van het product, de materiaalkeuze, de CO₂ equivalent, de mate van recyclebaarheid en het percentage van gerecycled materiaal in een nieuwe stoel.

Opdracht

- 1) Een heldere vergelijking met andere producten door middel van een beknopt (internet)onderzoek.
- 2) Er zijn een aantal verbeterpunten bekend waarmee we de C2C scores verder kunnen verbeteren. Hieruit volgen een aantal deelontwerpopdrachten (stoffering zonder nietjes, 2K spuitgieten, recycalaat)
- 3) Zijn er voor BMA nog verdere nieuwe mogelijkheden/kansen binnen een duurzaam productontwerp?

Aantekeningen kennismakingsgesprek

Mijn kennismakingsgesprek bij BMA Ergonomics was op woensdag 26 augustus. Ik werd ontvangen door Harmen Leskens, hoofd ontwikkeling bij BMA.

Kennismaking

Nadat we ons aan elkaar hadden voorgesteld kreeg ik een rondleiding door het ontwerpkantoor, de werkplaats en de productiehallen. In het ontwerpkantoor werken vijf ontwerpers. De werkplaats heeft twee medewerkers en in de productiehallen werken ruim 50 medewerkers.

In de productiehallen worden alle onderdelen, die door andere bedrijven geleverd worden, samengevoegd tot stoelen. Dit gebeurt alleen maar op basis van orders. Ook is er een demontagestation, waar teruggekochte stoelen uit elkaar gehaald worden.

Gesprek

Vervolgens gingen we zitten voor een gesprek. We besproken kort mijn CV en mijn motivatie voor het doen van mijn bacheloropdracht bij BMA. Ik liet weten dat mijn interesse in BMA voornamelijk voortkomt uit het feit dat ze zich bezighouden met milieuvriendelijk productontwerp.

Vervolgens bespraken we naar wat voor opdracht ik op zoek was en wat BMA mij eventueel voor opdrachten te bieden had. Mijn wensen en hun mogelijkheden kwamen aardig overeen.

Ook is er gesproken over wanneer ik zou willen beginnen en wie eventueel mijn begeleider zou worden. Ik kreeg ook te horen dat ik een stagevergoeding zou ontvangen.

Ik had een week later nog een gesprek bij een ander bedrijf. Daarom hebben we afgesproken dat ik na dat gesprek contact zou opnemen om te laten weten of ik mijn bacheloropdracht bij BMA wou doen.

Toen ik eenmaal had doorgegeven dat ik naar BMA wilde komen is er door BMA een opdrachtomschrijving opgesteld. Hier is nog het een en ander aan geschoven, maar hij is grotendeels zo gebleven.

Bijlage 2

Beschrijving certificaten

ISO

De ISO 14000-familie bestaat uit verschillende normen. De basisnorm is ISO 14001. Dit is een internationaal geaccepteerde norm die aangeeft waaraan een goed milieumanagementsysteem zou moeten voldoen. De andere ISO 14000 normen zijn aanvullend of ondersteunend op de ISO 14001 norm of behandelen specifieke milieuonderwerpen.

ISO 26000 is een nieuwe richtlijn voor Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen. Het wordt met nadruk een richtlijn genoemd, omdat het geen certificeerbare norm is. Deze richtlijn geeft adviezen over hoe organisaties MVO-aspecten kunnen koppelen aan al bestaande systemen. (ISO, 2009)



Afbeelding 48: ISO

EMAS

Deze Eco Management and Audit Scheme verordening lijkt sterk op de ISO 14001 norm. Het is een management tool voor bedrijven om hun activiteiten op het gebied van milieu te evalueren, rapporteren en verbeteren.

De EMAS heeft als extra vereisten opzichte van ISO 14001 dat er een milieujaarverslag voor het publiek moet worden opgesteld. (EMAS, 2009)



Afbeelding 49: EMAS

SCS Sustainable Choice

Dit certificaat houdt rekening met vier categorieën. Deze categorieën zijn materiaalgebruik, energie en atmosfeer impact, de gezondheid van mensen en ecosystemen en sociale verantwoordelijkheid. (SCS, 2009)



Afbeelding 50: SCS

EPD

De Environmental Product Declaration is gebaseerd op een levenscyclus analyse van het product en verstrekt kwantitatieve gegevens over de milieuprestaties van het product aan de consument. (EPD, 2009)

LEED

Het LEED certificaat heeft voornamelijk betrekking op gebouwen. Er wordt gekeken naar de energiebesparing, waterefficiëntie, vermindering van CO₂ uitstoot en verbeterde luchtkwaliteit. Het LEED certificaat voor producten heeft voornamelijk betrekking op de luchtkwaliteit in gebouwen. Een LEED gecertificeerde stoel veroorzaakt dus geen schadelijke deeltjes in de lucht. (LEED, 2009)

Greenguard

Het Greenguard certificaat heeft, net als het LEED certificaat, betrekking de luchtkwaliteit in gebouwen. Producten en gebouwen met dit certificaat veroorzaken geen schadelijke deeltjes in de lucht. (Greenguard, 2009)

LGA

LGA certificaten hebben betrekking op de kwaliteit van een product.

Hieronder vallen verschillende onderdelen. In dit geval is alleen gekeken naar het 'schadstoff-geprüft' certificaat, dat aangeeft dat er geen vluchtige schadelijke stoffen in het product zitten. (LGA, 2009)

Cradle to Cradle

Een cradle to cradle certificaat wordt uitgegeven door het bedrijf EPEA en maakt duidelijk aan consumenten dat het bedrijf een optimale keuze van chemicaliën, materialen en processen gebruikt voor gezondheid en recyclebaarheid. Een product kan gecertificeerd worden als Basic, Silver, Gold of Platinum. (EPEA, 2009)

NF Environment

De NF Environment norm is een Franse norm over de kwaliteit en de duurzaamheid van producten. Het doel is een reductie van alle invloeden op het milieu langs de gehele levenscyclus analyse. (NF, 2009)



Afbeelding 51: EPD



Afbeelding 52: LEED



Afbeelding 53: Greenguard



Afbeelding 54: LGA



Afbeelding 55: Cradle to cradle



Afbeelding 56: NF Environment

Blaue Engel

De Blaue Engel is een ecolabel dat wordt uitgereikt aan producten en diensten die een goed effect hebben op het milieu en tegelijkertijd aan de hoge eisen van serviceability, gezondheid en bescherming voldoen. Belangrijke factoren zijn economisch gebruik van nieuw materiaal, een lange levensduur en milieuvriendelijke afdanking. Het Blaue Engel label staat op het product zelf, zodat de consument het kan herkennen. (Blaue Engel, 2009)



Afbeelding 57: Blaue Engel

Bronnen:

- Blaue Engel, The Blue Angel, What's behind it?, http://www.blauer-engel.de/en/blauer_engel/whats_behind_it/index.php, bekeken November 2009
- EMAS, What is EMAS?, http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm, bekeken november 2009
- EPD, The international EPD system, a communication tool for international markets, <http://www.environdec.com/pageld.asp>, bekeken November 2009
- EPEA, The Cradle to Cradle certification program, http://epea.com/documents/C2C_Certification_Flyer.pdf, bekeken November 2009
- Greenguard, Certification Programs, <http://www.greenguard.org/Default.aspx?tabid=14>, bekeken november 2009
- ISO, www.iso.org, bekeken november 2009
- LEED, What LEED is, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988>, bekeken november 2009
- LGA, Quality Certificate, <http://lga.de/tuv/en/logos/logo017en.shtml>, bekeken november 2009
- NF, What is the NF mark, http://www.marque-nf.com/pages.asp?ref=quest_ce_que_nf&Lang=English, bekeken november 2009
- SCS, Introducing level, <http://www.scscertified.com/gbc/level.php>, bekeken november 2009

Bijlage 3

Berekeningen GER-waardes

Totale gewicht Axia Office 17,9kg
 Totale energie-inhoud Axia Office 788,9 MJ

Inserts

Materiaal: recycalaat PP 10 MJ/kg
 Gewicht: Seat insert: 0,51 kg
 Back insert: 0,46 kg
 Totaal: $0,51 + 0,46 = 0,97$ kg
 $0,97 / 17,9 * 100 = 5,4\%$ van het totaalgewicht
 Energie-inhoud
 Seat insert: $0,51 * 10 = 5,1$ MJ
 Back insert: $0,46 * 10 = 4,6$ MJ
 Totaal: $5,1 + 4,6 = 9,7$ MJ
 $9,7 / 788,9 * 100 = 1,2\%$ van de totale energie-inhoud

Recyclebaarheid

PP is recyclebaar. Er is echter sprake van vervuiling door nietjes en stoffering. Daarom wordt er op dit moment 0% gerecycled en 0% gedowncycled.

Bovenkapjes armleggers

Materiaal: virgin ABS en TPU
 ABS: 95,03 MJ/kg
 TPU: 154,76 MJ/kg
 Gewicht: $0,142 * 2 = 0,284$ kg
 $0,284 / 17,9 * 100 = 1,6\%$ van het totaalgewicht
 Energie-inhoud

De verdeling van het gewicht over ABS en TPU zijn onbekend. Daarom zijn er hier twee waardes berekend: een verdeling van 90%-10% en een verdeling van 10%-90%. De daadwerkelijke waarde zal hier ergens tussenin liggen.

10% TPU en 90% ABS:

$0,1278 * 95,03 = 12,14$ MJ
 $0,0142 * 154,76 = 2,20$ MJ
 $((12,14 + 2,20) * 2) / 788,9 * 100 = 3,6\%$ van de totale energie-inhoud

90% TPU en 10% ABS:

$0,1278 * 154,76 = 19,77$ MJ
 $0,0142 * 95,03 = 1,35$ MJ
 $((19,77 + 1,35) * 2) / 788,9 * 100 = 5,4\%$ van de totale energie-inhoud

Recyclebaarheid

ABS en TPU zijn recyclebaar. Door het 2K-spuitsieten wordt er nu 100% gedowncycled.

Stoffering

Materiaal: virgin PE 83,41 MJ/kg
 Gewicht: 0,25 kg
 $0,25 / 17,9 * 100 = 1,4\%$ van het totaalgewicht
 Energie-inhoud: $0,25 * 83,41 = 20,9$ MJ
 $20,9 / 788,9 * 100 = 2,6\%$ van de totale energie-inhoud

Recyclebaarheid

PE is in recyclebaar. Hier is echter sprake van vervuiling door nietjes en lijm Er wordt nu 0% gerecycled en 0% gedowncycled.

PUR-schuim

Materiaal: virgin PUR 93,9 MJ/kg
 Gewicht: 1,37 kg
 $1,37 / 17,9 * 100 = 7,7\%$ van het totaalgewicht
 Energie-inhoud: $1,37 * 93,9 = 128,6$ MJ
 $128,6 / 788,9 * 100 = 16,3\%$ van de totale energie-inhoud

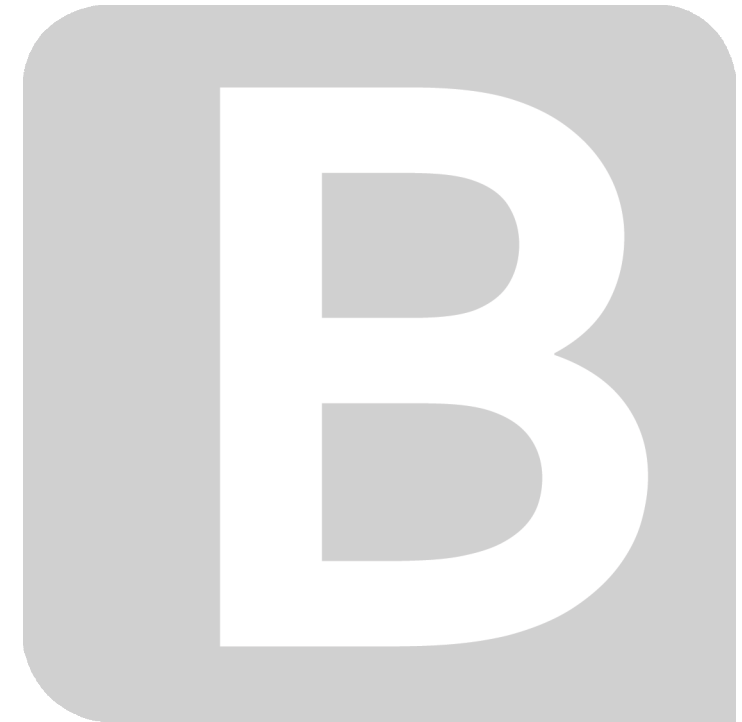
Recyclebaarheid

PUR-schuim is chemisch recyclebaar. Dit is economisch echter niet haalbaar. Het wordt dan ook 100% gedowncycled.

Bijlage 4

Directe kostprijs

Onderdeelnummers:	schuim	insert
KS-ZT-A	001 820	001 819
KS-LR-A	000 025	000 042
KS-HR-A	000 057	000 043
Onderdeelgewichten:	schuim	insert
KS-ZT-A	0,59 kg	0,51 kg
KS-LR-A	0,56 kg	0,46 kg
KS-HR-A	0,67 kg	0,58 kg
Onderdeelkosten:	schuim	insert
KS-ZT-A	€ 4,33	€ 1,90
KS-LR-A	€ 3,39	€ 2,15
KS-HR-A	€ 3,93	€ 2,20
Montagekosten:	montage	montageduur
KS-ZT-A	€ 3,90	600 sec.
KS-LR-A	€ 4,23	650 sec.
KS-HR-A	€ 4,23	650 sec.



Bijlage 5

Programma van eisen

Programma van eisen schuim

- Voldoen aan de criteria voor duurzaam inkopen van Senter Novem voor kantoormeubilair
- Levensduur van minimaal 10 jaar
- Er mogen geen schadelijke materialen gebruikt worden
- Te scheiden van insert en stoffering
- Comfortabel zitgevoel
- Aangename aanraking
- Geluidloos
- Kierloze aansluiting aan de rugkap
- Hardheid vergelijkbaar met die van het huidige ontwerp
- Uitwisselbaar met oude modellen
- Directe kostprijs maximaal 10% hoger dan het huidige ontwerp
- Lagere GER-waarde dan PUR schuim
- Van recyclebaar materiaal gemaakt

Programma van eisen bevestiging stoffering

- Voldoen aan de criteria voor duurzaam inkopen van Senter Novem voor kantoormeubilair
- Levensduur van minimaal 10 jaar
- Er mogen geen schadelijke materialen gebruikt worden
- Stoffering moet zonder zichtbare plooien of deuken gespannen kunnen worden
- Geschikt zijn voor alle soorten stoffering
- Functionaliteit van de inserts mag niet beperkt worden
- Insert te scheiden van stoffering en schuim
- Uitwisselbaar met oude modellen
- Directe kostprijs maximaal 10% hoger dan het huidige ontwerp
- Eventuele bevestigingsonderdelen te scheiden van insert, schuim en stoffering
- Eventuele bevestigingsonderdelen van recyclebaar materiaal gemaakt
- Rekening houden met variaties in stoffering van maximaal 5 mm
- Aantal benodigde handelingen
- Benodigde veranderingen



Bijlage 6

Hardheid Enkev

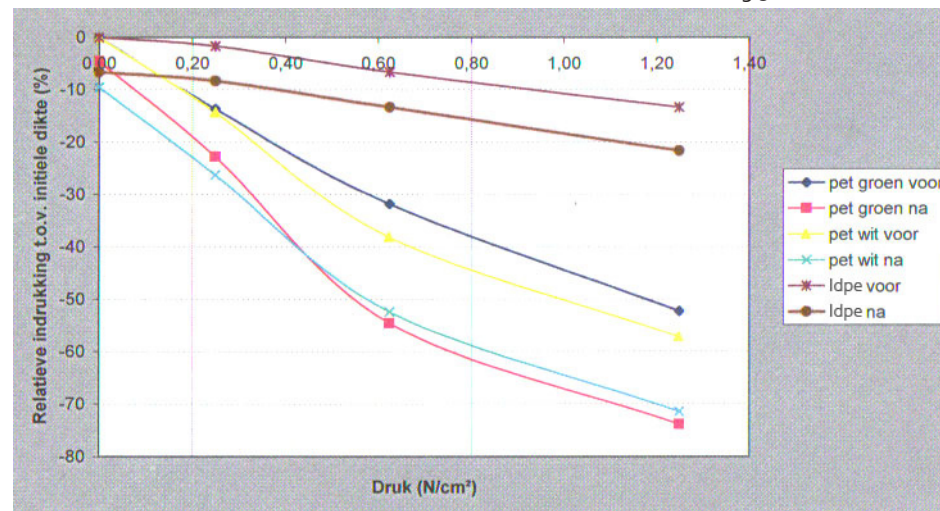
De hardheid van de materialen van Enkev is op twee manieren bepaald. Ten eerste is de standaard testmethode van BMA gebruikt. Hierbij wordt een gewicht van 2,5 kg op het materiaal geplaatst en wordt de indrukking gemeten. De resultaten hiervan zijn als volgt:

PUR schuim	10 mm
Hairlok	8 mm
LDPE	9 mm
PET (groen)	19 mm
PET + latex (wit)	22 mm

Vervolgens is door een collega bij BMA een vergelijkbare test uitgevoerd, waarbij het gewicht echter gevarieerd wordt. Wat hierbij opviel is dat de curve van het LDPE materiaal vergelijkbaar is met die van het PUR schuim.

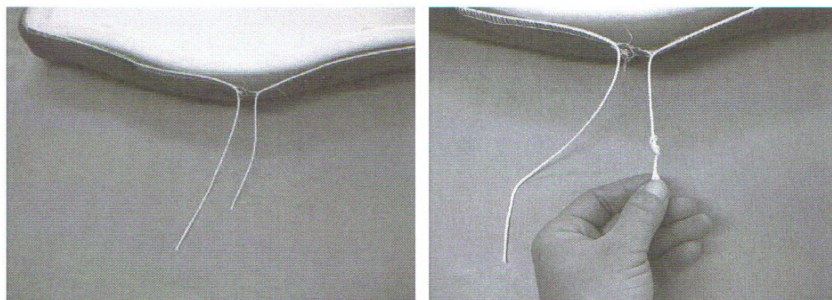
Na deze test zijn door diezelfde collega een drietal stukken materiaal op de testbank geplaatst, waar ze 100.000 keer een belasting ondergingen. Voor het PET en het PET + latex materiaal is gebruik gemaakt van een belasting van 0,94 N/cm². Het LDPE materiaal is belast met 3,9 N/cm². Dit materiaal is zwaarder belast dan de anderen omdat het een veel harder materiaal is.

Na de periodes op de testbank is opnieuw de hardheid gemeten met behulp van verschillende gewichten. De gevonden data is, samen met die van de eerdere test, in een grafiek gezet, die te zien is in afbeelding 46. In deze grafiek is te zien hoe de hardheid van de materialen afneemt naar mate het vaker belast wordt. Opvallend is dat het LDPE materiaal de periode op de testbank het beste aankan.

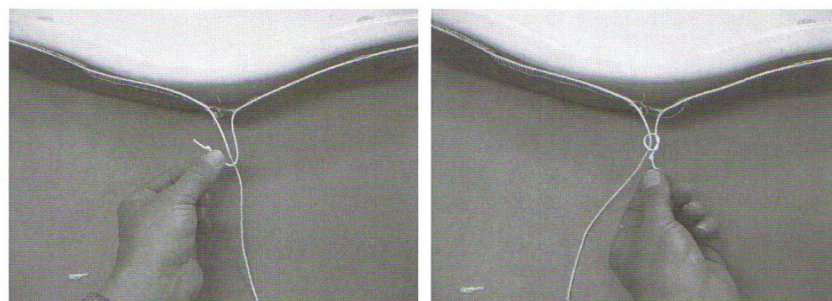


Bijlage 7

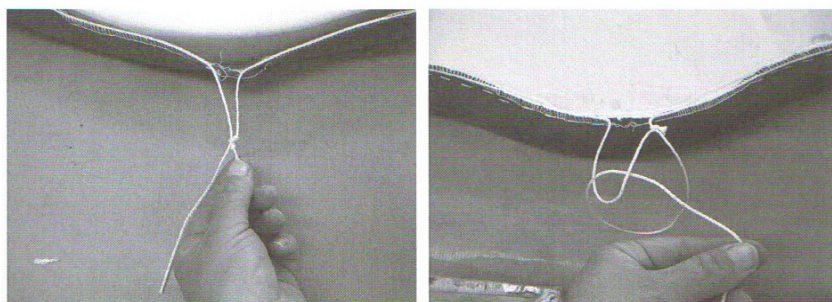
Knoop voor bevestiging stoffering



leg een knoopje in één touwtje



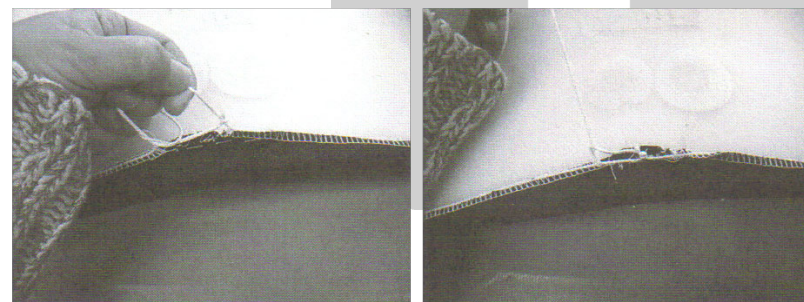
leg met het touwtje waar de knoop in zit een knoop om het gladde touwtje heen.



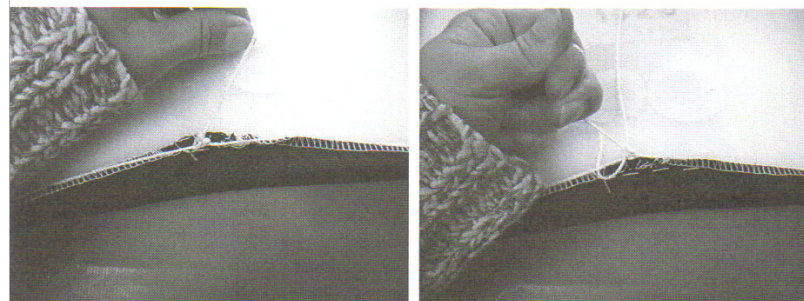
leg een extra lus om het "gladde" touwtje heen

Bron: BMA Ergonomics, Werkbeschrijving, 2009

Afbeelding 59: Knoop voor bevestiging stoffering



trek bij de knoop aan het begin van het gladde touwtje om het touw op de juiste spanning te brengen, zó strak dat de stof net glad om het schuimdeel valt.



Controleer of alles goed op zijn plaats zit, en trek dan aan het uiteinde van het touw, zodat er een extra knoop om de andere knoop komt te liggen om het geheel te fixeren. Knip het touwtje af 3 cm vanaf de knoop.

Bijlage 8

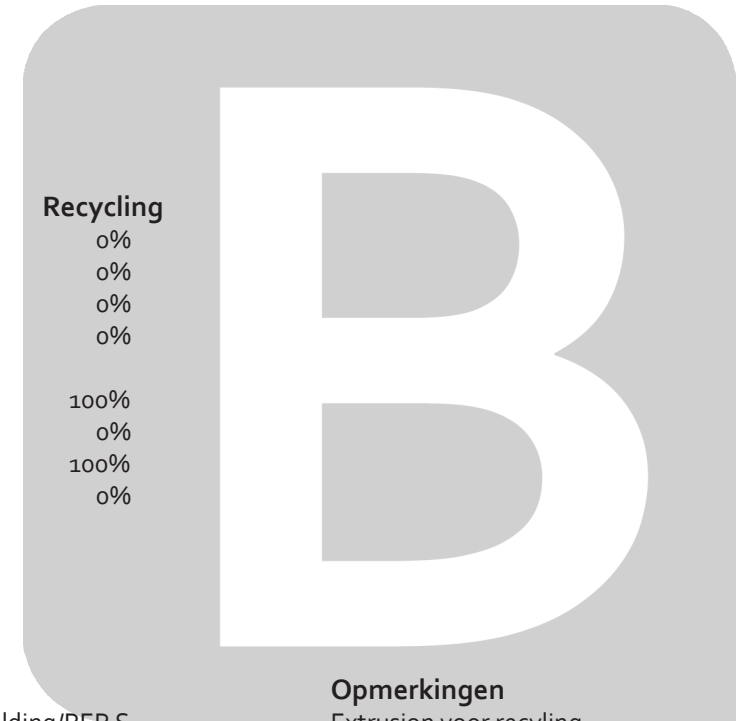
SimaPro

De volgende onderdelen zijn meegenomen in de analyse:

Naam	Materiaal	Recycalaat	Gewicht	Productie	Recycling
1.1 Insert Oud	PP	100%	571 gr	sputgieten	0%
1.2 Kussen Oud	PUR	0%	715 gr	gieten	0%
1.3 Stofferings Oud	PE	0%	530 gr	weven	0%
1.4 Nietjes	staal	0%	3 gr	extruderen	0%
2.1 Insert Nieuw	PP	100%	560 gr	sputgieten	100%
2.2.1 Kussen Nieuw Buitenkant	PUR	0%	300 gr	gieten	0%
2.2.2 Kussen Nieuw Binnenkant	LDPE	0%	500 gr	extruderen	100%
2.3 Stofferings Nieuw	PE	0%	530 gr	weven	0%

Deze onderdelen zijn als volgt gemodelleerd in SimaPro

Naam	Materiaal	Productie	Opmerkingen
1.1 Insert Oud	geen, 100% recycled	Injection moulding/RER S	Extrusion voor recycling
1.2 Kussen Oud	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S	Inbegrepen in materiaal	
1.3 Stofferings Oud	Textile, woven cotton, at plant/GLO S	Inbegrepen in materiaal	Geen PE stofferings in database
1.4 Nietjes	Steel, low alloyed, at plant/RER S	Hot impact extrusion, steel, 1 stroke/RER S	
2.1 Insert Nieuw	geen, 100% recycled	Injection moulding/RER S	Extrusion voor recycling
2.2.1 Kussen Nieuw Buitenkant	Polyurethane, flexible foam, at plant/RER S	Inbegrepen in materiaal	
2.2.2 Kussen Nieuw Binnenkant	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S	Extrusion, plastic pipes/RER S	
2.3 Stofferings Nieuw	Textile, woven cotton, at plant/GLO S	Inbegrepen in materiaal	Geen PE stofferings in database



Bijlage 8 - SimaPro

Deze onderdelen zijn volgens een bepaalde structuur gemodelleerd. Deze structuur is hieronder te zien.

Tussen haakjes staat wat er nodig is voor het betreffende onderdeel.

Assemblage

Zitting Oud

- 1.1 Insert Oud
- 1.2 Kussen Oud
- 1.3 Stoffering Oud
- 1.4 Nietjes

Zitting Nieuw

- 2.1 Insert Nieuw
- 2.2.1 Kussen Nieuw Buitenkant
- 2.2.2 Kussen Nieuw Binnenkant
- 2.3 Stoffering Nieuw

Life Cycle

Life Cycle Zitting Oud (Afdankscenario 1)

Life Cycle Zitting Nieuw (Afdankscenario 2)

Afdankscenario

Disposal Zitting Oud (Demontage 1)

- 1.1 Disposal Insert Oud
- 1.2 Disposal Kussen Oud
- 1.3 Disposal Stoffering Oud
- 1.4 Disposal Nietjes

Disposal Zitting Nieuw (Demontage 2)

- 2.1 Disposal Insert Nieuw (Hergebruik 2.1)
- 2.2.1 Disposal Kussen Nieuw Buitenkant
- 2.2.2 Disposal Kussen Nieuw Binnenkant (Hergebruik 2.2.2)
- 2.3 Disposal Stoffering Nieuw

Demontage

Demontage Zitting Oud (Afdankscenario 1.1, 1.2, 1.3 en 1.4)

Demontage Zitting Nieuw (Afdankscenario 2.1, 2.2.1, 2.2.2 en 2.3)

Hergebruik

2.1 Hergebruik Insert Nieuw

2.2.2 Hergebruik Kussen Nieuw Binnenkant