

Bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen
(280310)

*Het ontwerpen van een bank van (vouw)karton
voor in de openbare buitenruimte*

Opdrachtgever: **Acket**

Naam: Mariska Vos
Studentnummer: s0147001
Datum: 7 januari 2010
Universiteit Twente

2e voorpagina

Titel: Het ontwerpen van een bank van (vouw)karton voor in de openbare buitenruimte
Rapport voor: Geïnteresseerden in de Bacheloropdracht, docenten Industrieel Ontwerpen,
Opdrachtgever Acket

Universiteit Twente
Industrieel Ontwerpen
Postbus 217
7500 AE Enschede

Acket drukkerij-kartonnage
Gasstraat Oost 13
5349 AH Oss

Eerste begeleider: Nienke Peeters
Tweede begeleider: Roland ten Klooster
Externe begeleider: Vic Acket

Datum bachelorexamen: 29 januari 2010
Oplage: 4
Aantal pagina's: 58
Aantal bijlagen: 7 (33 pagina's)

M.A. Vos (Mariska)
s0147001

Dit verslag is geschreven ter verantwoording van de Bacheloropdracht (280310)

Samenvatting Nederlands

Dit verslag is geschreven in kader van de bacheloropdracht.

De opdrachtgever Acket drukkerij – kartonnage uit Oss bestaat dit jaar 125 jaar en ter gelegenheid hiervan biedt de drukkerij de gemeente Oss een cadeau aan. Dit cadeau is een bank die buiten in de stad geplaatst kan worden.

De opdracht omvat het ontwerp van de bank van karton, met als wens dat de bank van vouwkarton gemaakt wordt. Verder mogen er hulpmaterialen gebruikt worden, mits deze duurzaam zijn of gerecycled kunnen worden. Het is de bedoeling dat de bank zo duurzaam mogelijk is. Er dient rekening gehouden te worden met dat de bank onder andere 'hufferproof', waterbestendig en bij voorkeur brandvertragend is. Het ontwerp dient verder uitgewerkt te worden, met eventueel grafisch design tot een produceerbare bank.

Voordat begonnen kon worden met het ontwerpen van de bank is er een vooronderzoek uitgevoerd. In het vooronderzoek is er gekeken naar de opdrachtgever, de doelgroep, straatmeubilair en karton. Bij het onderzoek naar karton is er gekeken naar hoe het hufferproof, waterbestendig en brandvertragend gemaakt kan worden. Aan de hand van deze uitkomsten is een programma van eisen opgesteld. Hierna zijn een aantal concepten ontwikkeld die zijn getoetst aan het programma van eisen. Hier is een uiteindelijk concept uit naar voren gekomen dat daarna verder is uitgewerkt tot een produceerbare bank. Als laatste is het productieproces uitgewerkt en is een kostenschatting van de bank gemaakt.

Het uiteindelijke concept is een bank die bestaat uit blokken gemaakt van op elkaar gestapelde vellen vouwkarton. De blokken worden gemaakt van afvalvellen vouwkarton. Alleen de bovenste vellen zijn nieuw en worden voorzien van de kleuren cyaan, magenta, geel of blauw en het motief dat gebruikt is in de uitnodiging van het feest die Acket heeft verstuurd wegens het 125-jarig bestaan. De blokken hebben de afmetingen van 40x60 cm, 60x60 cm en 40x100 cm en kunnen variëren in hoogte. Hiermee kunnen verschillende banken worden ontworpen. Het is dan ook de bedoeling dat in elke stads- en dorpskern van de gemeente Oss een ander ontwerp komt te staan.

De bank wordt voorzien van een laag epoxyhars met UV-filter zodat de bank bestand is tegen weersinvloeden. De laag epoxyhars zorgt ervoor dat een keiharde en waterdichte buitenlaag wordt gevormd. Verder zorgt het feit dat de bank massief is en het gebruik van epoxyhars ervoor dat de bank brandvertragend en hufferproof is. Om te voorkomen dat vocht vanuit de grond de bank in trekt dient deze niet rechtstreeks op de grond geplaatst te worden. De bank zal daarom geplaatst gaan worden op een onderstel gemaakt van gerecyclede kunststof pallets. Het voordeel hiervan is dat het onderstel gemakkelijk aangepast kan worden op het ontwerp van de bank en dat het materiaal duurzaam is. Wanneer er een alternatief gevonden kan worden voor de epoxyhars kan de bank geheel duurzaam worden gemaakt.

Er zullen echter nog een aantal aspecten getest moeten worden voordat de bank daadwerkelijk buiten geplaatst kan worden. Zo moet getest worden hoeveel lagen epoxyhars nodig zijn voordat de bank waterdicht en hufferproof is. Verder moet gekeken worden hoe hufferproof de bank is en hoe lang de bank mee gaat.

Abstract

This report is written within the framework of the Bachelor Assignment.

The principal Acket (a printing office located in Oss) celebrates its 125th anniversary this year. On the occasion of this the company wants to give a special gift to the municipality of Oss. This gift will be a bench that can be placed outside in the city.

The assignment was to design this bench out of cardboard, with the wish that the bench is made from folding cardboard. Furthermore, auxiliary materials may be used provided they are sustainable or recyclable. It is intended that the bench is as sustainable as possible.

It should be taken into account that the bench is resistant to vandalism, is waterproof and preferably fire retardant. The design has to be elaborate, including a graphical design, into a manufacturable bench.

Before designing the bench, some prior research has been done. In this research the principal, the target group, street furniture and cardboard were analyzed. In the case of the cardboard research it was analyzed how the cardboard bench could be made resistant to vandalism, waterproof and fire retardant. Based on this results there is formulate a list of requirements. After this, some concepts are developed and compared with the given requirements. Finally, there is chosen one concept that is elaborated to a manufacturable bench. At the end, the production process was considered and the costs of the bench were estimated.

The final concept is a bench which consists of blocks made of stacked sheets of folding cardboard. The blocks are made from waste cardboard folding sheets. Only the top sheets are new and will be equipped with the colours cyan, magenta, yellow or blue and the motif from the invitation which Acket send for their 125th anniversary party. The measurements of the blocks are 40x60 cm, 60x60 cm and 40x100 cm and can vary in height. With this, several different benches can be designed. It is intended that in every town of the municipality of Oss a different designed bench has to be placed.

The bench will be provided with a layer of epoxy resin with UV-filter so the bench can withstand influences of the weather. The epoxy resin layer will make the bench rock-hard and waterproof. Furthermore, the solid construction of the bench together with the epoxy resin makes sure that the bench is fire retardant and resistant to vandalism. To prevent that moisture from the ground could take up into the bench, the bench should not be placed directly on the ground. Therefore, the bench will be placed on a base made of recycled plastic pallets. This way the base can be easily adapted to the design of the bench and the material is durable. When an alternative could be found for the epoxy resin, the bench can be made fully sustainable.

There are still some aspects that need to be tested before the bench can actually be placed outside. First, it should be tested how many layers of epoxy resin are needed to make the bench waterproof and resistant to vandalism. Second, it should be tested to what extend the bench is retardant to vandalism and the lifespan of the bench should be established.

Inhoudsopgave

2e voorpagina	2
Samenvatting Nederlands.....	3
Inhoudsopgave	4
Inleiding.....	6
1. De opdracht	7
1.1 Inleiding	7
1.2 Opdrachtoomschrijving	7
1.3 Opdrachtgever Acket.....	7
2. Vooronderzoek	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Doelgroepanalyse.....	9
2.3 Vooronderzoek karton	10
2.3.1 Productieproces papier en karton	10
2.3.2 Recycling oud papier en karton.....	13
2.3.3 Soorten karton	13
2.4 Marktonderzoek.....	16
2.5 Collage straatmeubilair	20
2.6 Waterbestendigheid en hufterproofheid karton	22
2.6.1 Waterbestendigheid karton	22
2.6.2 Brandwerendheid karton	24
2.6.3 Stevigheid karton	24
3. Programma van eisen	26
3.1 Inleiding	26
3.2 Programma van eisen.....	26
4. Conceptgeneratie.....	28
4.1 Inleiding	28
4.2 Ideeschetsen	28
4.3 Concepten	29
4.4 Conceptkeuze.....	34
5. Detailuitwerking concept	35
5.1 Inleiding	35
5.2 Conceptveranderingen.....	35
5.3 Afmetingen.....	35
5.4 Bedrukking.....	36
5.5 Schuimmodellen.....	36
5.6 Prototype.....	37
5.7 Waterbestendig en hufterproof maken bank	38

5.8 Verbindingen tussen blokken.....	43
5.9 Onderstel.....	43
6. Productieproces en kostenschatting bank.....	47
6.1 Inleiding.....	47
6.2 Productieproces.....	47
6.3 Kostenschatting.....	50
7. Conclusies en Aanbevelingen.....	54
7.1 Conclusies.....	54
7.2 Aanbevelingen.....	55
Bronvermelding.....	57

Bijlagen

- 1. Plan van aanpak**
- 2. Tabel Conceptkeuze**
- 3. Datasheets lijm Eukalin 6000 VLC 440**
- 4. Datasheet epoxyhars RSF 816**
- 5. Tabel Keuze materiaal/methode om karton waterdicht te maken**
- 6. Tabel Keuze onderstel**
- 7. Oppervlakteberekening prototype**

Inleiding

Dit verslag is geschreven in het kader van de bacheloropdracht. De opdrachtgever is Acket drukkerij – kartonnage uit Oss. De tijd die beschikbaar is voor de bacheloropdracht is 3 maanden.

De opdracht is als volgt:

‘Ontwerp een bank van (vouw)karton voor in de openbare buitenruimte van de gemeente Oss.’

Aan de hand van dit verslag wordt het ontwerpproces van de bank chronologisch beschreven. Het ontwerpproces kan in drie delen verdeeld worden, het vooronderzoek, de conceptontwikkeling en het uitwerken van het definitieve concept.

In het vooronderzoek zijn enkele analyses gemaakt om de opdracht beter te kunnen uitvoeren. Zo is eerst de opdracht omschreven en is er gekeken naar de opdrachtgever. Daarna zijn er een aantal analyses gedaan met betrekking tot de doelgroep, karton en straatmeubilair. Uit het vooronderzoek kwamen de voorwaarden naar voren waarmee bij de conceptgeneratie rekening mee gehouden moest worden. Het vooronderzoek is te vinden in de hoofdstukken 1 en 2. Het programma van eisen wat hieruit volgde is te vinden in hoofdstuk 3.

Met de uit het vooronderzoek gekomen eisen en wensen, kon worden begonnen aan de conceptontwikkeling. In het verslag worden eerst een aantal ideeën besproken. Hierna worden er vier concepten besproken, om vervolgens met behulp van het programma van eisen een definitief concept te kiezen. De conceptontwikkeling is terug te vinden in hoofdstuk 4.

In de uitwerking van het definitieve concept zijn aspecten zoals afmetingen, bedrukking, waterbestendig maken van het karton en het onderstel uitgewerkt. Ook is er tijdens de detaillering een prototype gemaakt. Daarna is er gekeken naar het productieproces en de kosten van de bank. Dit deel van het ontwerpproces is terug te vinden in de hoofdstukken 5 en 6.

Na het hele ontwerpproces te hebben doorlopen is hier een uitgewerkt concept voor een bank van vouwkarton uitgekomen. In hoofdstuk 7 staan de conclusie en aanbevelingen tot het concept.

1. De opdracht

1.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is te lezen wat de opdrachtomschrijving van de bacheloropdracht is en wordt er meer informatie gegeven over de opdrachtgever Acket. Deze punten zijn ook terug te vinden in het plan van aanpak (bijlage 1) die geschreven is voordat er aan de bacheloropdracht was begonnen.

1.2 Opdrachtomschrijving

Op 14 januari 2009 bestond drukkerij Acket 125 jaar. Om dit te vieren werd er gedurende een jaar om de 2 maanden op de 14^{de} van de maand een bedrijfsgerelateerd geschenk gegeven aan relaties. Op 14 november 2009 is het de laatste keer dat dit gaat plaatsvinden. Op deze dag wordt een groot feest gehouden en wil Acket de gemeente Oss graag een cadeau aanbieden. Aangezien de gemeente Oss in een bijeenkomst heeft laten weten over te weinig banken te beschikken voor in de openbare buitenruimte, heeft Acket besloten de gemeente Oss banken van karton te schenken.

De opdracht omvat het ontwerp van de bank van karton, met als wens dat de bank van vouwkarton gemaakt wordt. Verder mogen er hulpmaterialen gebruikt worden, mits deze duurzaam zijn of gerecycled kunnen worden. Het is de bedoeling dat de bank zo duurzaam mogelijk is.

Er dient rekening gehouden te worden met dat de bank onder andere 'hufferproof', waterbestendig en bij voorkeur brandvertragend is. Het ontwerp dient verder uitgewerkt te worden, met eventueel grafisch design tot een produceerbare bank.

1.3 Opdrachtgever Acket

Om kenmerken van het bedrijf Acket terug te kunnen laten komen in het ontwerp van de bank is er een onderzoek gedaan naar de werkzaamheden die binnen het bedrijf Acket uitgevoerd worden en waar het bedrijf voor staat.

Acket drukkerij – kartonnage is een familiebedrijf gevestigd te Oss en opgericht in 1884. Acket



Figuur 1

ontwikkelt en produceert verpakkingen voor zowel de food als de non-food industrie (zie figuur 1). Er wordt veel tijd besteed aan het ontwikkelen van uitdagende concepten met gedetailleerde oplossingen. Het bedrijf heeft zich door de jaren heen ontwikkeld tot een van de grootste en modernste bedrijven op het gebied van vouwkarton en direct bedrukte microgolf verpakkingen in Nederland.

De visie van Acket is het streven naar langdurige relaties met haar afnemers. Deze relaties zijn gebaseerd op tevredenheid over kwaliteit, service en flexibiliteit. In de samenwerking met de afnemers zijn vertrouwen, integriteit en maatschappelijk verantwoord ondernemen kernelementen van de bedrijfscultuur, samengevat in het begrip "Friends in packaging".

Aangezien Acket dit jaar 125 jaar bestaat is er een uitnodiging verzonden naar de relaties van het bedrijf om aanwezig te zijn bij het jubileumfeest (zie figuur 2). De uitnodiging bestaat uit een boek met kartonnen kokertjes met als tekst: '125 jaar kleurrijk Acket'. De kokertjes uit de uitnodiging zijn gedrukt in de kleuren cyaan, magenta, geel en blauw. Deze kleuren worden als basiskleuren gebruikt tijdens het drukproces van verpakkingen.



Figuur 2

Zoals eerder vermeld produceert Acket verpakkingen. De vier drukpersen die hiervoor worden gebruikt bij Acket kunnen vellen verwerken met een minimale afmeting van 52x36 cm en met een maximale afmeting van 70x100 cm. De drukpersen kunnen vellen van 200 grams papier tot 600 grams vouwkarton verwerken. Ook kan F-, G- en N-golf rechtstreeks bedrukt worden. Alle drukpersen zijn voorzien van lakunits en één drukpers is voorzien van een UV installatie. Met deze UV installatie kan UV lak van mat tot zeer hoge glans worden aangebracht. Deze unit wordt tevens ingezet om speciale effectlakken aan te brengen zoals drip-offlak en geurlak.

Na het drukken kunnen nog speciale veredelingen plaatsvinden zoals holografie- of zilverfolie lamineren, foliedrukken in goud of zilver met speciale laklagen of kunststof cachering. Ook het aanbrengen van een venster van kunststof of acetaat behoort tot de mogelijkheden.

Naast het drukken van vouwkarton zijn er nog een aantal andere aspecten die Acket uitvoert ten behoeve van het productieproces. Zo zijn er snijd- en stansmachines aanwezig die ervoor zorgen dat de verpakkingen uit de gedrukte vellen gehaald kunnen worden.

Als laatste stap is het van belang dat de verpakking in elkaar gelijmd en gevouwen wordt. Vanwege het uitgebreide machinepark van Acket kunnen vrijwel alle constructies in eigen beheer worden geproduceerd. Zo kunnen verpakkingen bijvoorbeeld vierpunts- en autolock gelijmd worden.¹

Conclusie

Wanneer de bank geheel machinaal bij Acket vervaardigd zou moeten worden dan kan er gebruik gemaakt worden van de drukpersen of de snijd- en stansmachines. Er moet dan gebruik worden gemaakt van 200 tot 600 grams karton en de afmetingen van de vellen karton moeten tussen de 52x36 cm en 70x100 cm liggen.

Wanneer de bank dient te refereren aan het bedrijf Acket dan kan gebruik gemaakt worden van de kleuren cyaan, magenta, geel en blauw. Verder zouden het gebruikte motief van de uitnodiging en de kokertjes terug kunnen komen in het ontwerp. Ook zouden de verpakkingen die Acket produceert gebruikt kunnen worden in het ontwerp van de bank.

2. Vooronderzoek

2.1 Inleiding

Voordat begonnen kan worden met het ontwerpen van de bank is er een vooronderzoek gedaan. Hierin is de doelgroep geanalyseerd en is er gekeken naar het productieproces van karton en wat voor kartonsoorten er op de markt zijn. Verder is er een marktonderzoek gedaan en is er een collage gemaakt van bestaand straatmeubilair. Als laatste is er gekeken naar hoe karton waterbestendig en hufterproof gemaakt kan worden. Uit elk onderzoek zijn conclusies getrokken die later weer gebruikt kunnen worden bij het ontwikkelen van de concepten.

2.2 Doelgroepanalyse

Om ervoor te zorgen dat de bank voldoet aan de eisen van de doelgroep is er een analyse uitgevoerd. Er zijn een aantal waarden naar voren gekomen die meegenomen moeten worden in het ontwerp van de bank. Deze waarden komen terug in het programma van eisen.

De bank wordt geplaatst in de openbare ruimten van de gemeente Oss. De gemeente Oss telt circa 77.110 inwoners verdeelt over 22 stads- en dorpskernen.² Vanuit de gemeente Oss worden er geen eisen gesteld aan het ontwerp van de bank.

De inwoners en toeristen van de gemeente Oss zullen gebruik maken van de bank. Deze personen variëren in lengte, gewicht en leeftijd en hier moet dan ook rekening mee gehouden worden. Zowel kinderen als ouderen moeten gebruik kunnen maken van de bank. Er is daarom gekeken naar de antropometrische gegevens van de mens. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt in drie leeftijdscategorieën; 2-18 jaar, 18-65 jaar en 65-80 jaar. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen mannen en vrouwen. Omdat iedereen gebruik moet kunnen maken van de bank moet er naar al deze categorieën gekeken worden. Toch wordt de categorie 2-18 jaar niet als richtlijn gebruikt voor het ontwerp. De waarden die bij deze categorie naar voren komen wijken ver af van de andere twee categorieën. De afmetingen van de bank worden niet afgestemd op kinderen, maar op jongeren en volwassenen. Nu is het ook vaak zo dat kinderen door een volwassene op een bank worden gezet of er zelf opklimmen.

In tabel 1 zijn de maten weergegeven van de knieholtehoogte, belangrijk voor de bepaling van de hoogte van het zitvlak van de bank, de bil-knieholte diepte, belangrijk voor de bepaling van de diepte van het zitvlak van de bank, en van de heupbreedte, belangrijk voor de bepaling van de breedte van het zitvlak van de bank³. De waarden in de kolom P1 geven aan dat 99 procent van de mensen een grotere waarde bezit dan aangegeven in de kolom. Dit zijn dus de minimale maten die aangehouden moeten worden. De waarden in kolom P99 geven aan dat 99 procent van de mensen deze of een kleinere waarde bezit dan aangegeven in de kolom. Dit zijn dus de maximale maten die aangehouden moeten worden. De waarden van P1 en P99 zijn genomen zodat theoretisch gezien (bijna) elk persoon (98%) op de bank zou kunnen zitten.

Uitgaande van de twee leeftijdscategorieën 18-65 jaar en 65-80 jaar, is in tabel 1 te zien dat de optimale zithoogte varieert tussen de 36,4 en 51,8 cm. De optimale zitdiepte varieert tussen de 42,6 en de 56,2 cm. De breedte van het zitvlak moet minimaal 47,3 cm bedragen. Wanneer de zitbreedte kleiner is dan 47,3 cm, dan kan een groot deel van de bevolking niet op de bank zitten.

Bij het gewicht is alleen gekeken naar de waarde van P99. De bank moet het gewicht van de personen namelijk altijd kunnen dragen. Zoals te zien in tabel 1 moet er rekening gehouden worden met personen die een gewicht hebben van 113 kg. Door een extra marge te nemen en uit te gaan van 120 kg per persoon zou de bank het gewicht van de mensen moeten kunnen dragen. Als eis moet gesteld worden dat per zitplaats die gecreëerd wordt op de bank, de bank 120 kg moet kunnen dragen.

Verder is er nog de hoek tussen het zitvlak en de rugleuning. Deze hoek wordt ideaal geacht wanneer deze zich bevindt tussen de 95 en 105 graden en is verder niet afhankelijk van leeftijd of sekse.

Tabel 1: Antropometrische gegevens van de mens

		11. Knieholtehoogte		13. Bil-knieholtdiepte		19. Heupbreedte		Gewicht
		P1	P99	P1	P99	P1	P99	P99
2-18 jaar	Mannen	15,0 cm	23,8 cm	19,9 cm	24,5 cm	16,0 cm	20,0 cm	-
	Vrouwen	17,0 cm	23,0 cm	18,3 cm	29,5 cm	16,3 cm	19,7 cm	-
18-65 jaar	Mannen	40,7 cm	51,5 cm	44,6 cm	56,2 cm	30,8 cm	43,0 cm	113 kg
	Vrouwen	38,5 cm	47,9 cm	43,2 cm	54,4 cm	32,5 cm	48,3 cm	100 kg
65-80 jaar	Mannen	39,6 cm	51,8 cm	42,9 cm	53,7 cm	33,3 cm	44,1 cm	96 kg
	Vrouwen	36,4 cm	47,2 cm	42,6 cm	53,8 cm	32,9 cm	47,3 cm	90 kg

Conclusie

Om ervoor te zorgen dat zo veel mogelijk mensen goed op de bank kunnen zitten is er gekeken naar de antropometrische gegevens van de mens. Volgens deze gegevens varieert de optimale zithoogte tussen de 36,4 en 51,8 cm. De optimale zitdiepte varieert tussen de 42,6 en de 56,2 cm. De breedte van het zitvlak moet minimaal 47,3 cm bedragen. De hoek tussen het zitvlak en de rugleuning wordt ideaal geacht wanneer deze zich bevindt tussen de 95 en 105 graden. Het gewicht dat de bank minimaal moet kunnen dragen per zitvlak bedraagt 120 kg.

In paragraaf 2.5 worden de antropometrische gegevens van de mens vergeleken met de maten van bestaand straatmeubilair. Hieruit volgen de definitieve maten voor het programma van eisen op het gebied van ergonomie.

De gemeente Oss bestaat uit 22 stads- en dorpskernen. Hier zou tijdens het ontwerpproces rekening mee gehouden kunnen worden. Zo zou in elke kern een ander ontwerp bank geplaatst kunnen worden of er zou in elke kern een andere bedrukking gebruikt kunnen worden voor op de bank. Vanuit de gemeente Oss worden er verder geen eisen gesteld aan het ontwerp van de bank.

2.3 Vooronderzoek karton

Na de doelgroepanalyse te hebben uitgevoerd is er onderzoek gedaan naar karton. Dit is gedaan om het materiaal beter te kunnen begrijpen en te ontdekken wat voor verschillende soorten er op de markt zijn. Vanuit de opdrachtgever is het de wens om de bank te vervaardigen van vouwkarton, maar wanneer dit niet mogelijk is, is het handig om te weten wat voor alternatieven er op de markt zijn. Er is gekeken naar het productieproces van karton, de recyclingmogelijkheden en de verschillende soorten karton.

2.3.1 Productieproces papier en karton⁴⁻⁷

De belangrijkste grondstof voor papier en karton zijn cellulosevezels, ook wel celstof genoemd. Cellulosevezels kunnen gewonnen worden uit hout (primaire vezels) en oud papier (secundaire vezels).

Primaire vezels

De primaire vezels zijn vooral afkomstig uit het hout van naald- en loofbomen. Naaldhout wordt het meest gebruikt en heeft relatief lange vezels (3 - 4 mm), loofhout wordt minder gebruikt en heeft relatief kortere vezels (1 - 1,5 mm). Voordat het hout daadwerkelijk bewerkt kan worden moet het eerst ontdaan worden van de bast. Hierna wordt het hout gemalen (mechanisch proces) of gekookt (chemisch proces). Mechanisch ontsloten pulp wordt ook wel houthoudend genoemd, chemisch ontsloten pulp houtvrij. Dit is eigenlijk een misleidende naam, omdat het niet gaat om de hoeveelheid cellulosevezels maar om de hoeveelheid lignine die zich nog in de pulp bevindt. Lignine is

een stof die voorkomt in hout en ervoor zorgt dat de vezels bij elkaar worden gehouden. De lignine moet dus verwijderd of behandeld worden om celstof te kunnen maken.

Mechanisch proces

Bij met mechanische proces wordt het hout vermalen. De meest gebruikte methode is het zogenoemde houtslijpproces. Het hout wordt hierbij tegen een ronddraaiende schijf gedrukt. De warmte die hierbij vrij komt zorgt ervoor dat de lignine vloeibaar wordt en de cellulosevezels kunnen ontsluiten. Een gedeelte van de vezels wordt hierbij verkort. Na het ontsluiten van de vezels blijft de lignine in de pulp aanwezig. De aanwezigheid van de lignine zorgt ervoor dat het papier en karton dat hiervan gemaakt wordt van een lage kwaliteit en crème van kleur is. Het kan na verloop van tijd bros worden of vergelen.

Naast het houtslijpproces wordt er ook veel gebruik gemaakt van een combinatie van het mechanisch en chemisch proces. De pulp die hierbij gevormd wordt is TMP (thermo mechanical pulp) en CTMP (chemo thermo mechanical pulp). Dit wordt vooral gebruikt om de prijs laag te houden en toch een optimale sterkte te kunnen creëren. De prijs van chemisch ontsloten pulp is namelijk twee keer zo hoog dan die van mechanisch ontsloten pulp.

Bij TMP, *thermo mechanical pulp*, worden kleine stukjes hout (chips) gebruikt. Deze worden eerst voorverwarmd voordat ze in een refiner worden geleid. Een refiner is een machine die bestaat uit een of meer platen met messen erop. De platen draaien en drukken hierbij tegen een stilstaande plaat, zodat de vezels bij contact met de messen uit het hout worden getrokken.

De ontsluitingsvorm CTMP, *chemo thermo mechanical pulp*, werkt nagenoeg hetzelfde als het TMP proces. De chips worden alleen naast warmte ook met sulfiet voorbehandeld. Deze pulp is de best houthoudende, mechanisch ontsloten pulp en wordt ook wel "semi-chemical" genoemd.

Chemisch proces

Om de lignine grotendeels te verwijderen van de cellulosevezels kan het hout chemisch worden behandeld. Tijdens dit proces blijft er maar ongeveer 45 % van het hout over, de zuivere cellulose. De twee meest gebruikte chemische processen zijn het sulfaat- en sulfietproces.

Tijdens het sulfaatproces wordt bijna alle lignine uit het hout verwijderd. Dit proces is een basisch proces dat gebruik maakt van een kookvloeistof. Door de chemische reacties die optreden gaat het hout zwellen. Zo kan de kookvloeistof in het hout dringen. Dit gebeurt bij een temperatuur van ongeveer 180 °C. Op deze manier worden de ketens van lignine opengeboken. Het proces dankt zijn naam aan de stof natriumsulfaat (Na_2SO_4) dat bij het opwekken van de kookvloeistof tot natriumsulfide gereduceerd wordt. In de pulp die overblijft is nog maar 3 tot 5 % lignine aanwezig. Behalve lignine worden ook de harsen met dit proces uit het hout verwijderd. Het papier en karton wat van deze pulp wordt gemaakt is erg sterk en heeft van nature een bruine kleur, zoals kraftpapier (zie figuur 3).



Figuur 3

Tijdens het sulfietproces wordt ongeveer 15 % van de celstof geproduceerd. Voor de chemische reactie wordt gebruikt gemaakt van zwaveligzuur (H_2SO_3) dat bij een temperatuur van ongeveer 120 °C reageert met de lignine. Zo wordt de lignine oplosbaar in water.

Bij het sulfietproces wordt aanzienlijk wittere pulp gevormd dan tijdens het sulfaatproces. Deze pulp wordt gebruikt om papier en karton te maken dat minder sterk hoeft te zijn dan het papier en karton dat ontstaat uit de pulp van het sulfaatproces. Het wordt vooral gebruikt voor papier en karton dat een goed uiterlijk moet hebben.

Secundaire vezels

Naast het gebruik van hout kunnen de cellulosevezels ook uit oud papier gewonnen worden. De zogenoemde secundaire vezels of gerecyclede vezels. Wanneer oud papier aankomt in de fabriek wordt het vermalen en vervolgens gemengd met water en chemicaliën (het zogenaamde pulpen). Alles wat niet in het oud papier thuishoort, zoals nietjes en plastic, wordt van het oud papier gescheiden. Indien nodig wordt de inkt van de vezels gescheiden; het zogenaamde ontinkten. Dit gebeurt door middel van flotatie: opstijgende luchtbelletjes brengen de inktresten naar de oppervlakte, waardoor de inkt van de vezels wordt gescheiden. Wanneer het oud papier niet wordt ontinkt blijft het grijs, wat veel voorkomt bij karton. Hierna kan de pulp weer gebruikt worden om papier of karton van te maken.

Bleken

De volgende stap in het proces is het bleken van de pulp om de witheid te verhogen. Het bleken wordt gedaan omdat de aanwezige lignine na verloop van tijd bruin verkleurd bij blootstelling aan licht. Dit kan gedaan worden op twee verschillende manieren, via lignine-verwijderende bleiking of lignine-modificerende bleiking. Bij de eerste manier wordt lignine uit de celstof verwijderd, bij de tweede methode wordt lignine chemisch behandeld zodat de negatieve eigenschappen van de lignine niet meer kunnen optreden. Het bleken wordt gedaan met zuurstof, waterstofperoxide of ozon. Vroeger werd ook gebruik gemaakt van chloor, maar dit bleek niet milieuvriendelijk te zijn en wordt tegenwoordig dan ook nauwelijks meer gebruikt.

Pulp op zeef brengen en drogen

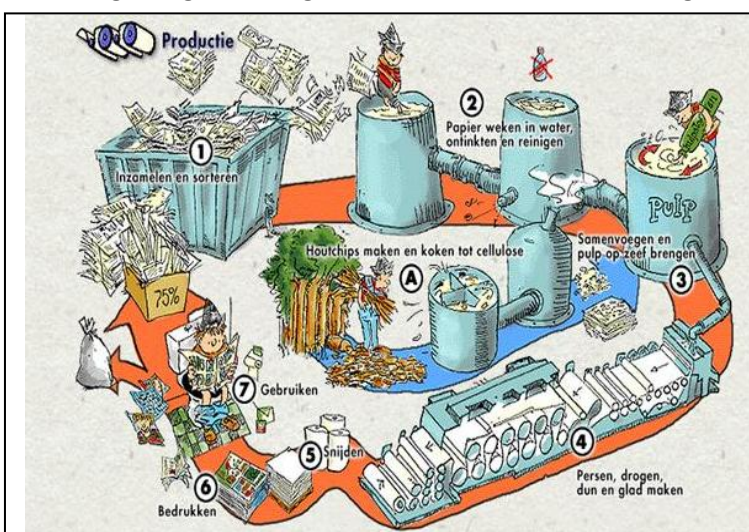
Nadat de pulp geheel bewerkt is kan het gebruikt worden om papier en karton van te maken. De pulp die gemaakt is kan bestaan uit alleen hout of oud papier, maar ook uit een mengsel daarvan. Om het papier en karton minder transparant en sterker te maken worden vulstoffen en hulpstoffen zoals klei en hars toegevoegd aan de pulpmassa. Daarna wordt de pulp op een rondlopend zeefdoek gespoten. Het bestaat dan nog voor 99% uit water en voor 1% uit pulp en hulpstoffen. Een deel van het water wordt door de zwaartekracht en vacuüm verwijderd. De nu gevormde papierbaan bevat nu echter nog 85% water. Door middel van een aantal persen en walsen wordt het papier verder ontdaan van water. Wanneer het papier nog ongeveer 50% water bevat gaat het papier de droogpartij in, waar de rest van het water door verhitting wordt verwijderd. Het papier wordt over met stoom verhitte cilinders geleid en is aan het einde praktisch droog. Het bevat dan nog maar 5-10% water, wat overigens nodig is om het papier bij elkaar te houden.

Wanneer er karton wordt gemaakt worden er tijdens de productie verschillende natte papierbanen samengevoegd. Het zogenaamde koetsen. De onderlinge samenhang van de vezels is in de laag

groter dan tussen de verschillende lagen. Hierdoor kunnen de lagen goed worden samengevoegd. De lagen kunnen uit hetzelfde soort of verschillende soorten papiermassa bestaan. Dit alles is de basis voor vouw- en massief karton.

Nabewerking

Na het produceren van de basis kunnen het papier en karton nog nabewerkt worden. Het oppervlak kan nog worden voorzien van een strijklag of geheel glad worden gemaakt, zodat er beter op bedrukt kan worden.



Figuur 4

In figuur 4 is het gehele productieproces weergegeven.

2.3.2 Recycling oud papier en karton

Op dit moment is oud papier de belangrijkste grondstof voor het produceren van papier en karton. Het meeste papier en karton in Nederland bestaat voor 25% uit verse vezels (hout) en voor 75% uit oud papier.⁸ Het percentage van gerecycled oud papier kan echter nooit op 100% liggen omdat bepaald papier en karton niet gerecycled kan worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan wc-papier en behang. Ook kan oud papier maximaal 6-7 keer hergebruikt worden.⁸ Hierna zijn de vezels versleten en zijn ze te kort geworden om te kunnen gebruiken. Hout blijft dus altijd nodig om nieuw papier en karton te kunnen produceren.

Ongeveer 15% van het papier en karton kan niet gerecycled worden. Van de overige 85% is de doelstelling vanuit de overheid om minimaal 75% van het oud papier en karton in te zamelen en her te gebruiken. In 2008 zamelden we in Nederland 80% van het oud papier en 75% van het karton in. De doelstelling van de overheid werd dus gehaald.⁸

In Nederland wordt op jaarbasis ruim 2,7 miljoen ton papier en karton ingezameld als oud papier. Toch beland er nog altijd 0,5 miljoen ton oud papier bij het huisvuil. Dit wordt niet gerecycled en wordt als restafval verbrand. Per persoon komt het gebruik van papier en karton neer op ongeveer 95 kilogram per jaar. Hiervan belandt ruim 70 kilogram in de papierbak, de rest komt echter terecht bij het restafval.⁹

Voor het produceren van karton blijven altijd verse vezels nodig. Deze vezels worden doorgaans gehaald uit bomen die in duurzame productiebossen groeien. Voor elke boom die wordt gekapt wordt minimaal 1 nieuwe boom geplant. Bomen (en later het papier en karton) die uit deze duurzame productiebossen komen krijgen dan ook het zogenaamde Forest Stewardship Council (FSC) keurmerk.¹⁰

2.3.3 Soorten karton

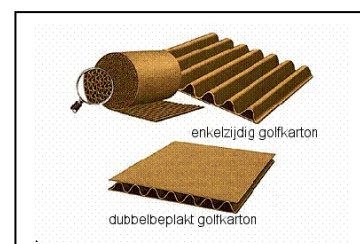
Er zijn vele soorten karton. Vroeger is het allemaal begonnen met strokarton. Nu is er golfkarton (voor verhuisdozen), vouwkarton (bijvoorbeeld voor een hagelslagdoosje), massief karton (voor dozen voor vlees en bloemen) en honingraatkarton (voor in deuren en als beschermingsmateriaal).

Strokarton¹¹

Strokarton werd gemaakt van het restproduct stro. Het werd geproduceerd in de periode van 1870 tot 1970 in Friesland en Groningen. Vroeger was het de belangrijkste manier om karton te maken. Eind jaren '60 kwam men erachter dat van oud papier ook karton kon worden gemaakt. Sindsdien is het strokarton bijna geheel uit het straatbeeld verdwenen. Het productieproces was namelijk zeer milieubelastend in tegenstelling tot het gebruik van oud papier.

Golfkarton^{6,12}

Golfkarton bestaat uit houtvezels en/of gerecycled papier. Het karton is opgebouwd uit één of meerder lagen gegolfd papier (sinusvormige laag), in combinatie met één of meerder lagen vlak papier (zie figuur 5). De afzonderlijke lagen vlak papier, deklagen of liners genoemd, bestaan meestal uit sterke papersoorten. De sinusvormige golf is noodzakelijk om de liners uit elkaar te houden. In totaal kunnen maximaal zeven lagen papier worden samengevoegd, namelijk vier deklagen en drie golflagen. De golven van de golflaag zijn gestandaardiseerd en zoals in tabel 2 is



Figuur 5

te zien zijn er verschillende golfprofielen op de markt⁶. Elk golfprofiel heeft zijn eigen toepassing waar het veel voor gebruikt wordt.

Golfkarton is van nature slecht bestand tegen vocht. Vooral via de open zijkanten kan het vocht gemakkelijk naar binnen dringen. Door gebruik te maken van deklagen voorzien van een PE-coating, door de keuze van semi-chemical in de golf en door het gebruik van watervaste lijm kan golfkarton vochtbestendiger worden gemaakt. Ook kan het golfkarton vochtbestendiger worden gemaakt door het volledig te doordrenken met was. Deze methode is echter minder gunstig ten aanzien van het milieu en het is lastig om het hele karton goed geïmpregneerd te krijgen. Mede hierom wordt golfkarton nauwelijks in vochtige omstandigheden gebruikt (in tegenstelling tot vouwkarton en massief karton).



Figuur 6

Golfkarton wordt voornamelijk gebruikt als transportverpakking (zie figuur 6). Dit komt omdat met relatief weinig materiaal een optimale sterkte kan worden bereikt. Vooral in de richting haaks op het gegolfde papier is het karton zeer stijf, echter in de richting van de golf is het karton wel zeer buigzaam. Een golfkartonverpakking is niet alleen licht, maar ook sterk, schokdempend en gemakkelijk te hanteren. Daarom is het uitermate geschikt als verpakkingsmateriaal voor kwetsbare producten. Er worden echter weinig uitdagende ontwerpen gemaakt van golfkarton, dit komt omdat golfkarton vooral in de richting van de golf een lage vouwnauwkeurigheid heeft. Hierdoor is het lastig om complexe verpakkingen te ontwerpen.

Golfkarton kan goed bedrukt worden door middel van verschillende technieken. Een nadeel is echter dat het bedrukken van golfkarton niet altijd een even mooi resultaat oplevert. Vooral wanneer de afstand tussen de golftoppen relatief groot is kan het zogenoemde wasbordeffect optreden.

Tabel 2: Golfformaten

Golfprofiel	Dikte (mm)	Afstand tussen de golftoppen (mm)	Golven per meter
K	6,5 – 10,0	12,0 – 21,0	68 – 80
A	4,0 – 4,8	8,0 – 9,5	105 – 125
C	3,2 – 4,0	6,8 – 8,0	125 – 147
B	2,2 – 3,0	5,5 – 8,5	153 – 181
E (mini)	1,0 – 1,8	3,0 – 3,5	285 – 334
F (micro)	0,7 – 1,0	2,0 – 2,5	400 – 509
N/G (grafisch)	0,5 – 0,7	1,5 – 1,9	526 – 670

Vouwkarton^{4,6,13}

Vouwkarton wordt gemaakt van hout of oud papier en bestaat doorgaans voor 40% uit primaire vezels en voor 60% uit secundaire vezels. Het is een materiaal dat bestaat uit 3 of meer lagen vezels (een toplaag, een tussenlaag en een achterlaag) met een basismassa tussen de 180 en 600 g/m² en een dikte variërend tussen de 350 en 800 micron. Wanneer het karton een massa heeft van boven de 600 g/m² wordt het massief karton genoemd. Vouwkarton wordt vooral gebruikt voor het produceren van consumentenverpakkingen van food en non-food producten (zie figuur 7). Het wordt meestal gebruikt voor het verpakken van droge producten, maar wanneer er een aluminium of PE-coating wordt aangebracht op het karton kan het ook worden gebruikt voor het



Figuur 7



Figuur 8

verpakken van vloeibare producten, zoals dranken (zie figuur 8). Aangezien vouwkarton grotendeels wordt gebruikt voor het maken van consumentverpakkingen leent het zich dan ook uitstekend voor verschillende druktechnieken. Op deze manier kan belangrijke productinformatie op de verpakking worden weergegeven en kunnen aantrekkelijke verpakkingssontwerpen worden gemaakt. Ook de uitstekende verwerkbaarheid van het vouwkarton draagt bij aan aantrekkelijke verpakkingssontwerpen. Vouwkarton wordt vaak gebruikt waar golfkarton niet meer verwerkbaar is, omdat bijvoorbeeld de maatvoering te klein is of omdat de uitstraling beter is bij vouwkarton.

Massief karton^{6, 14-15}

Massief karton wordt voornamelijk gemaakt van oud papier. Het heeft een basismassa tussen de 600 en 2000 g/m² en een dikte variërend tussen de 800 en 3000 micron. Massief karton bestaat uit een binnenlaag van meerdere lagen gerecyclede papiervezels (maximaal 10), de grijslaag of grijsboog genoemd, met een buitenlaag van papier (wit, bruin of gekleurd). Door de buitenlaag van papier is het karton goed te bedrukken en wanneer er gebruik wordt gemaakt van kraftpapier behoudt massief karton langer zijn stevigheid in vochtige



Figuur 9

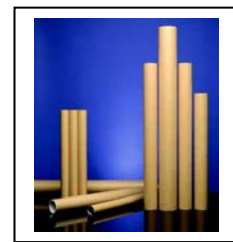


Figuur 10

omstandigheden. Karton dat op deze manier is geproduceerd wordt vooral gebruikt voor het verpakken van groente, fruit en bloemen (zie figuur 9). Wanneer het papier ook nog voorzien wordt van een PE-coating is het mogelijk om vochtbevattende producten, zoals diepgevroren vlees en vis, te verpakken. Daarnaast worden er van massief karton ook meer luxe producten gemaakt, zoals dozen voor gezelschapsspellen, puzzels, displays en showkaarten (zie figuur 10). Net als vouwkarton kenmerkt massief karton zich dan ook door een goede bedrukbaarheid en hoge vouwnauwkeurigheid.

Kokers⁶

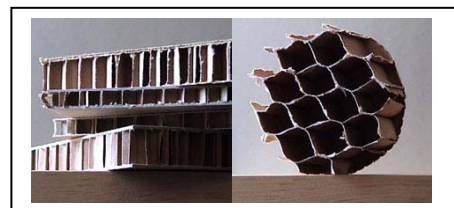
Een aparte tak binnen het massief karton zijn kokers (zie figuur 11). Kartonnen kokers worden gemaakt door het karton om een kern te wikkelen en ondertussen te verlijmen. Er zijn twee soorten kartonnen kokers: spiraalvormig en evenwijdig gewikkelde kokers. Spiraalvormig gewikkelde kokers hebben als voordeel dat ze in oneindige lengtes leverbaar zijn en gemaakt wordt door middel van een continu proces. Evenwijdig gewikkelde kokers hebben als voordeel dat ze in oneindige diktes geleverd kunnen worden. Nadeel is echter dat de lengte beperkt is en de productie niet continu door kan gaan. Kartonnen kokers zijn door hun ronde vorm uitermate goed bestand tegen het opvangen van drukkrachten zonder door te knikken. Net als massief karton kunnen ook kokers voorzien worden van allerlei lagen papier en coatings.



Figuur 11

Honingraatkarton^{6, 16-19}

Honingraatkarton wordt vooral gemaakt van gerecyclede papier. Het bestaat uit twee lagen papier met daartussen een papieren 6-hoekige honingraat (zie figuur 12). Door het 6-hoekige honingraat ontstaat een zeer stijve en lichte constructie. Vooral in verticale richting is het karton lastig te vervormen en kan het enorm veel kracht opnemen. Door te variëren in celdiameter (van 8 tot 40 mm) en door



Figuur 12

verschillende deklagen te gebruiken kunnen veel verschillende stijfheden worden behaald. Zo kan het honingraatkarton in bepaalde gevallen een verticale druk van 40 ton/m² dragen.

Honingraatkarton kan waterdicht gemaakt worden door een folie in het karton te verwerken. Het kan echter ook vochtwerend worden gemaakt door kraftpapier te gebruiken of door een PE-coating aan de buitenste lagen toe te voegen. De kopse kanten zijn echter zo open dat het water hier gemakkelijk in kan dringen. Deze kunnen (haast) niet waterdicht gemaakt worden.

Honingraatkarton wordt vooral gebruikt als binnenwerk in deuren en als verpakkingen en beschermingsmateriaal. Honingraatkarton kan ook bedrukt worden. De zijkanten zijn echter zeer open en kunnen niet worden bedrukt. Dit geeft soms een ongeordend en slordig beeld.

Conclusie

Uit het onderzoek naar soorten beschikbaar karton kunnen een aantal conclusies getrokken worden op het gebied van waterbestendigheid en stevigheid. Deze punten zijn verwerkt in paragraaf 2.6

Karton kan op een aantal manieren waterbestendig worden gemaakt. Zo kan het voorzien worden van een PE-coating, dit kan bij alle soorten karton, of voorzien worden van aluminiumfolie, zoals bij vouwkarton wordt gedaan. Een andere mogelijkheid om karton vochtwerend te maken is door het gebruik van kraftpapier, wat gebruikt wordt bij golfkarton, massief karton en honingraatkarton. Kraftpapier is echter minder lang bestand tegen water dan het gebruik van een PE-coating of aluminiumfolie.

Een ander punt waar op gelet moet worden bij het waterbestendig maken van karton is dat de kopse kanten van het karton niet waterdicht gemaakt kunnen worden. Golfkarton en honingraatkarton worden dan ook haast niet gebruikt in vochtige omstandigheden. Deze soorten karton hebben namelijk open zijkanten. Massief karton en vouwkarton zijn hierdoor beter geschikt. Deze worden dan ook vaak toegepast in vochtige omstandigheden.

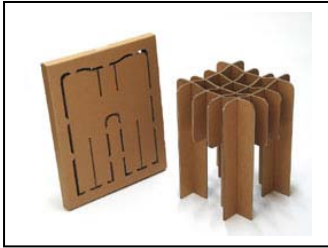
Op het gebied van stevigheid zijn golfkarton, massief karton (vooral kokers) en honingraatkarton geschikt. Vouwkarton daarentegen is minder stevig en wordt daarom meestal ook alleen gebruikt in consumentenverpakkingen.

Uit bovenstaande informatie valt af te leiden dat massief karton (vooral kokers) het meest geschikt is om te gebruiken als alternatief wanneer blijkt dat het maken van een bank van vouwkarton niet haalbaar is. Massief karton bezit de beste mogelijkheden/eigenschappen op het gebied van waterbestendigheid en stevigheid.

2.4 Marktonderzoek

In deze paragraaf wordt er een overzicht gegeven van producten die gemaakt zijn van karton. Deze kunnen inspiratie bieden bij het ontwerp van de bank. Wat opvalt bij de meubels is dat de meeste gemaakt zijn van golfkarton en dat van de andere kartonsoorten (zoals vouwkarton) weinig producten op de markt zijn. Naast meubels is er ook gekeken naar architectuur van karton. Bij de architectuur moet er, net als bij de te ontwerpen bank, gelet worden op waterbestendigheid van het karton, de stevigheid en hufferproofheid. Deze punten worden in paragraaf 2.6 verder behandeld, maar uit het marktonderzoek komen al een aantal oplossingen en knelpunten naar voren die aan het eind van deze paragraaf besproken zullen worden.

Meubels



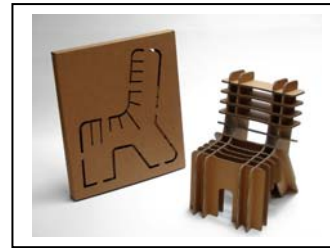
Figuur 13

The FYS (Finish Your Self) stoel²⁰

De FYS kruk is een ontwerp van de Nederlandse ontwerper David Graas (zie figuur 13). Twee delen van de kruk worden losgesneden uit de buitenkant van de verpakking waar de overige zes onderdelen in zijn verpakt. Vervolgens steek je hem zelf gemakkelijk in elkaar. De hele kruk is gemaakt van golfkarton en deze is sterk genoeg om een volwassene te dragen.

FYS (Finish Your Self) junior²⁰

De FYS junior is eveneens ontworpen door David Graas (zie figuur 14). Deze stoel is ontworpen voor kinderen en net als de FYS kruk bestaat deze stoel uit een aantal platen golfkarton die zelf nog in elkaar gezet moeten worden.



Figuur 14

Wiggle Side Chair en Side Chair²¹

Zowel de Wiggle Side Chair als de Side Chair zijn ontworpen van de architect Frank Gehry (zie figuur 15). Frank Gehry staat bekend om zijn gebruik van vreemde materialen. Met de meubelserie "Easy Edges" uit 1972 slaagde hij er in een alledaags materiaal als karton een geheel nieuwe esthetische dimensie te geven. Hoewel de meubels verbluffend eenvoudig aandoen, zijn de "Easy Edges" toch geconstrueerd met de zorgvuldigheid van de architect en zijn ze buitengewoon robuust en stabiel.



Figuur 15

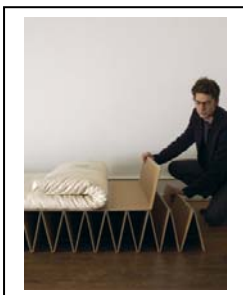
Naast het gebruik van golfkarton heeft Frank Gehry gebruik gemaakt van harde vezelplaten voor de zijkanten van de stoelen.

Cardboard Chair²²

Een ander ontwerp van Frank Gehry is de cardboard chair die deel uitmaakt van zijn tweede collectie kartonnen meubels (zie figuur 16). De "Experimental Edges" uit 1983 heeft volumineuze vormen en doet denken aan een klassiek gestoffeerde fauteuil. De rafelige contouren geven de indruk dat de stoel oud en versleten is.



Figuur 16



Figuur 17

It-bed²³

Het it-bed is een ontwerp van het Tsjechische bedrijf it design (zie figuur 17). Het bed is gemaakt van 7 mm dik karton dat als een accordeon gevouwen is. Wanneer deze uitgevouwen wordt kan er een plaat karton en matras op geplaatst worden zodat het kan dienen als bed.



Figuur 18

Kartonnen wieg²⁴

De kartonnen wieg van Green Lullaby is bedoeld voor kinderen tot 3 maanden oud (zie figuur 18). De wieg is volledig recyclebaar en bijna helemaal gemaakt van gerecycled materiaal. Ook is het wiegje tegen brandgevaar beschermd door een niet-giftig vuurdovend middel en kan het tegen water. Het is gemaakt van een speciaal soort hard karton en kan een gewicht dragen van wel 40 kilo.

Flexible Love²⁵

De flexibele love is een ontwerp van de Taiwanese ontwerper Chishen Chiu (zie figuur 19). Het zitgedeelte van de stoel is gemaakt van honingraatkarton en de zijanten zijn gemaakt van hout (zie figuur 20). Op het moment dat de stoel volledig in elkaar geschoven is kan er 1 persoon op zitten. Wanneer de stoel echter geheel uit elkaar wordt getrokken kunnen er wel 16 personen op zitten. De stoel wordt geproduceerd door middel van bestaande productieprocessen en is onder andere hierdoor een enorm duurzaam product.



Figuur 20



Figuur 19

Kantoor van honingraatkarton²⁶⁻²⁸

Het grafisch ontwerp bureau Scherpontwerp in Eindhoven heeft een wel heel bijzonder kantoor. Architecten Ro Koster en Ad Kil (Ro&Ad Architecten) hebben een kantoor ontworpen dat bijna volledig gemaakt is van karton (zie figuur 21). Het kantoor is opgebouwd uit 7300 puzzelstukken van karton die op elkaar gelijmd zijn. Tot 32 lagen op elkaar, als een soort reuzen-logo. Vanwege de veiligheid is het karton bewerkt met een brandwerende coating. De stevigheid van het karton is enorm. Vanuit ergonomisch oogpunt zijn de bureaustoelen niet gemaakt van karton. Het karton gaat naar verwachting 5 tot 7 jaar mee.



Figuur 21

Naast meubels zijn er nog een aantal producten die als inspiratiebron kunnen dienen. Zo is bij de Rebuck duidelijk geworden waarom het karton bestand is tegen water en bij de WGPallet kan de constructie van de pallet als inspiratiebron optreden voor het ontwerp van de bank.

REBUCK²⁹

De REBUCK[®] is een eenmalig te gebruiken, waterdichte kartonnen emmer die vouwbaar en recyclebaar is (zie figuur 22). Het is een product van het bedrijf Bokaplast Verpakkingen. Vanwege de vouwconstructie die gebruikt is voor de emmer en het gebruik van kraftliner als buitenlaag van het golfkarton is de emmer (gedurende een beperkte tijd) bestand tegen water.



Figuur 22

WGpallet³⁰

Het WGpallet is een pallet volledig gemaakt van karton (zie figuur 23). Deze lichtgewicht pallet is volgens de leverancier (PKF pallets) sterk, schoon en hygiënisch. Het heeft een gewicht van ongeveer 7 kg, maar een draagvermogen van wel 500 kg. Bovendien is de pallet volledig recyclebaar en zelf ook al gemaakt van gerecycled papier. Enige nadeel is dat de pallet niet bestand is tegen water en vocht.



Figuur 23

Architectuur

Multished³¹

Ter gelegenheid van de opening van de Thermische Conversie Installatie bij AVR-AVIRA in Duiven (2002) is er een tijdelijk aanbouw ontworpen en gebouwd. De 'Multished', een kartonnen partytent, is gemaakt van kartonnen kokers, honingraatkarton en massief karton (zie figuur 24). De 'Multished' is ontworpen door bouwkundestudent Taco van Iersel van de Technische Universiteit Delft.

De partytent is opgebouwd uit een skelet van kartonnen kokers met daartussen honingraatkarton bekleed met massief karton. Met een minimale toevoeging van cellofaan en een kleine hoeveelheid PE folie is er voor gezorgd dat de kokers en platen waterbestendig zijn. Om ervoor te zorgen dat de kopse kanten waterbestendig zijn, is er zwart tape gebruikt om deze af te dekken.



Figuur 24

BeeCabin^{28,32}

Ter gelegenheid van Wereldvluchtelingendag 2005 heeft de bekende Nederlandse designer en architect Piet Boon de spectaculaire 'BeeCabin' (zie figuur 25) ontworpen: een tijdelijke, milieuvriendelijke en vooral 'cultuur-eigen' woning voor gebruik in vluchtelingenkampen. Piet Boon deed dit naar aanleiding van een idee van de Stichting Vluchteling en het bedrijf Beesign Concepts. Dit bedrijf ontwikkelt innovatieve producten met BeeBoard, een honderd procent natuurlijk plaatmateriaal op basis van honingraatkarton, voor retail, huis en humanitaire omgevingen. De BeeCabin is bestand tegen vocht en vuur en gaat in het 'milde' klimaat van Nederland ongeveer 2 weken mee.



Figuur 25

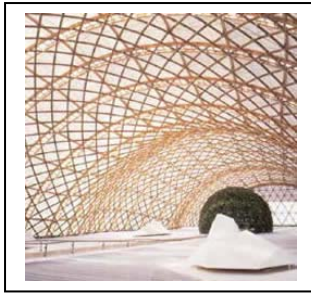
Architect Shigeru Ban³³

De Japanse architect Shigeru Ban (1957) is bekend geworden door zijn ontwerpen van karton. Ban's werk wordt gekenmerkt door de vernieuwende toepassing van onverwachte materialen en de humanitaire gedachte van waaruit hij zijn werk benadert. In 1995 heeft hij na de grote aardbeving in Kobe (Japan) noodwoningen van karton ontworpen waarvan er uiteindelijk honderden zijn gebouwd (zie figuur 26). Naast dit project heeft Shigeru Ban ook woningen gemaakt voor slachtoffers van



Figuur 26

aardbevingen in Turkije en India en heeft hij voor noodopvang gezorgd voor vluchtelingen in Rwanda in 1999.



Figuur 27

Een ander groot project dat hij heeft uitgevoerd is het ontwerp van een Japans paviljoen op de Expo 2000 in Hannover (zie figuur 27). De 72 meter lange Gridshell was gemaakt van kartonnen kokers, maar vanwege de veiligheid moest het bouwwerk versterkt worden door middel van een extra metalen skelet. Om het geheel af te dekken was er een groot wit zeil over gespannen. Na de tentoonstelling is het kartonnen skelet geheel gerecycled.

Een recenter project is het ontwerp van een kartonnen brug in het zuiden van Frankrijk (zie figuur 28). Bij de bouw van de brug werd Shigeru Ban geholpen door ongeveer 60 architectuur studenten uit Frankrijk en Japan, samen hebben ze er ongeveer een maand over gedaan. De brug weegt 7,5 ton en is gemaakt van 281 kartonnen buizen van elk 11,5 centimeter lang en 11,9 millimeter dik. De treden van de brug zijn gemaakt van gerecycled papier en plastic en de fundering bestaat uit houten kisten gevuld met zand. De brug kan 20 mensen tegelijk dragen.



Figuur 28

Conclusie

Uit het marktonderzoek kunnen een aantal conclusies getrokken worden op het gebied van waterbestendigheid, brandwerendheid en stevigheid. Deze punten zijn verwerkt in paragraaf 2.6

Het waterbestendig maken van karton is nog niet zo eenvoudig. Er kan gebruik worden gemaakt van kraftliner (zie emmer REBUCK) of er kan gebruik worden gemaakt van kunststof (zie Multished). Bij het waterbestendig maken van karton moet erop gelet worden dat de kopsse kanten van het karton niet in aanraking komen met water (zie emmer REBUCK).

Voor het brandwerend maken kan het karton kunnen verschillende producten gebruikt worden om het karton te coaten (zoals het kantoor van karton en de Multished). Tijdens het marktonderzoek kon echter niet achterhaald worden om welke producten het ging waarmee het karton gecoat is.

Voor het stevig maken van karton kan er gebruik worden gemaakt van kokers van massief karton, zoals te zien is in de ontwerpen van Shigeru Ban. Ook het WG pallet kan veel gewicht dragen. Dit komt door het gebruik van kokers en de u-profielen als leggers. Verder kan er gebruik worden gemaakt van golfkarton. Wanneer het karton in de richting van de golf wordt belast kan het veel gewicht dragen. Ook honingraatkarton is van zichzelf erg sterk en kan veel gewicht dragen.

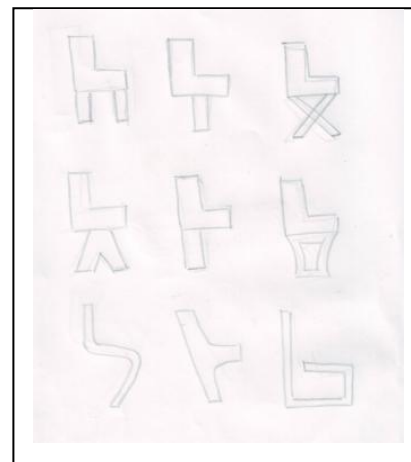
2.5 Collage straatmeubilair

Naast onderzoek te doen naar producten die van karton zijn gemaakt is er onderzoek gedaan naar bestaand straatmeubilair. Hiervan is een collage gemaakt zodat een beeld gevormd kan worden van hoe straatmeubilair er op dit moment uit ziet (zie figuur 29). Verder biedt de collage inspiratie voor de te ontwerpen bank. Daarnaast zijn de maten van enkele banken opgenomen om duidelijk te krijgen wat de standaardafmetingen zijn.



Figuur 29

In de collage is te zien hoe bestaande banken in elkaar zitten en aan de hand hiervan kan bekeken worden hoe deze constructies door middel van karton gerealiseerd kunnen worden. In figuur 30 zijn een aantal frames te zien van bestaande banken die uit de collage zijn gehaald. Alleen het eerste frame is stevig genoeg om van karton te maken. De andere frames zullen niet stevig genoeg zijn wanneer deze in karton worden uitgevoerd. Het karton zal inzakken omdat de belasting niet goed verdeeld is. Bij beton, metaal of hout is dit goed op te vangen, omdat dit van nature stijve materialen zijn. Alleen het eerste frame is dan ook gebruikt tijdens de conceptontwikkeling (zie hoofdstuk 4). Naast het frame zouden de zitvlakken en rugleuningen vervangen kunnen worden door karton.



Figuur 30

Wanneer er gekeken wordt naar de afmetingen van bestaande banken dan varieert de zitdiepte tussen de 40 en 60 cm en de zithoogte tussen de 40 en 50 cm. Voor de breedte van één zitplaats wordt ongeveer 50 cm gerekend. De hoek tussen het zitvlak en de rugleuning bevindt zich tussen de 95 en 105 graden. Deze waarden komen overeen met de waarden uit de doelgroepanalyse. Om met ronde getallen te kunnen werken tijdens het ontwerpproces is ervoor gekozen om de afmetingen van de bestaande banken terug te laten komen in het programma van eisen en niet de antropometrische gegevens van de mens uit de doelgroepanalyse.

Conclusie

Uit de collage kunnen een aantal conclusies getrokken worden op het gebied van de constructies van bestaande banken. Er is gekeken naar de manier waarop de constructies van bestaande banken vervangen kunnen worden door karton. Zo is het waarschijnlijk lastig om het frame van de te ontwerpen bank geheel van karton te maken. De belasting moet goed zijn verdeelt, anders zakt het frame in elkaar. Karton is van nature namelijk geen stijf materiaal, in tegenstelling tot beton, metaal en hout wat doorgaans wordt gebruikt voor frames van banken. Het is waarschijnlijk wel mogelijk om de rugleuning en het zitvlak van bestaande banken te vervangen door karton.

De afmetingen van bestaande banken op het gebied van ergonomie komen overeen met de waarden uit de doelgroepanalyse. Om met ronde getallen te kunnen werken tijdens het ontwerpproces is ervoor gekozen om de afmetingen van de bestaande banken terug te laten komen in het programma van eisen en niet de antropometrische gegevens van de mens uit de doelgroepanalyse. Zo moet als eis gesteld worden dat de zitdiepte zich tussen de 40 en 60 cm en de zithoogte zich tussen de 40 en 50 cm bevindt. Voor de breedte van één zitplaats moet ongeveer 50 cm gerekend worden. De hoek tussen het zitvlak en de rugleuning moet zich tussen de 95 en 105 graden bevinden.

2.6 Waterbestendigheid en hufterproofheid karton

Aangezien de opdrachtgever om een bank vraagt die buiten geplaatst kan worden zijn er een aantal punten waar extra op moet worden gelet. Zo moet onderzocht worden of karton waterbestendig gemaakt kan worden en hoe ervoor gezorgd kan worden dat de bank hufterproof is. Hufterproof betekend zoveel als 'bestand zijn tegen vandalisme'. De bank moet dus onder andere brandwerend en stevig zijn. Dit alles moet gedaan kunnen worden op een manier zodat het zo min mogelijk milieubelastend is. Om de juiste informatie te achterhalen is er contact geweest met Peter van Eijndhoven (R&D director bij Smurfit Kappa) en Roland ten Klooster. Verder zijn de conclusies uit het vooronderzoek in deze paragraaf verwerkt.

2.6.1 Waterbestendigheid karton

Zoals eerder beschreven is karton gemaakt van cellulosevezels. Cellulosemoleculen zijn polair net als watermoleculen, dit wil zeggen dat de moleculen elkaar aantrekken. Vanwege deze polariteit is het te verklaren waarom karton niet bestand is tegen water. Om karton beter bestand te laten zijn tegen water zijn er een tweetal oplossingen. Zo kan er voor gezorgd worden dat de cellulosevezels minder snel water aantrekken en kan er voor gezorgd worden dat de cellulosevezels in zijn geheel niet in aanraking komen met water.

Verminderde polariteit cellulosevezels

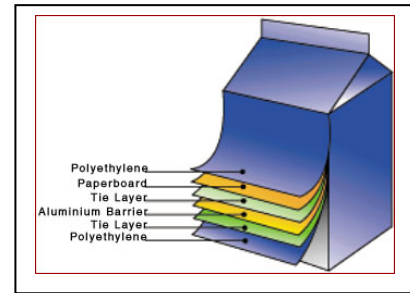
De eerste mogelijkheid is om ervoor te zorgen dat de cellulosevezels minder snel water aantrekken. Dit kan gerealiseerd worden door tijdens het pulpproces zetmeel of waterglas, ook wel natriumsilicaat genoemd, aan het mengsel toe te voegen. Op deze manier worden de cellulosevezels voorzien van een soort hulsje, zodat de absorptie van het water door de cellulosevezels wordt vertraagd. Het karton is nu zowel op de vlakke kant als op de kopsen kanten beschermd tegen water. Bij lage temperaturen, vooral onder de 5 graden Celsius, wordt de absorptie enorm vertraagd en werkt het dus het beste. Dozen die op deze manier gemaakt zijn worden dan ook vooral gebruikt om bijvoorbeeld vis en vlees in op te slaan in de koeling. Hoe hoger de temperatuur wordt, hoe slechter de vezels beschermd zijn tegen water. Wanneer de temperatuur boven de 50 graden Celsius uitkomt, werkt het principe niet meer en nemen de cellulosevezels al het water op. Dit zorgt er echter wel voor dat het karton weer gerecycled kan worden.

Deze oplossing is echter tijdelijk en wanneer het karton langere tijd in het water wordt geplaatst zullen de cellulosevezels altijd water gaan opnemen. Het karton zal dus uiteindelijk zijn stevigheid verliezen.

Contact tussen cellulosevezels en water mijden

De tweede mogelijkheid is om ervoor te zorgen dat de cellulosevezels in zijn geheel niet in aanraking komen met water. Dit is te realiseren door een coating aan te brengen op de buitenste laag vezels van het karton.

Producten waar dit nu bij gebeurt zijn verpakkingen waar vloeibare producten in zitten, zoals pakken voor melk en frisdrank. Deze pakken bestaan uit karton met een dunne laag polyethyleen (PE) en eventueel nog een dunne laag aluminium (zie figuur 31). Op deze manier zijn de pakken waterdicht en blijft het langer houdbaar.



Figuur 31

Polyethyleen wordt in verpakkingen vooral gebruikt om het karton vochtwerend te maken. Toch is karton voorzien van een laag polyethyleen niet geheel waterafstotend. Het laat vocht in geringe mate door, maar doordat het karton ook vocht afgeeft aan de omgeving wordt er een evenwicht gecreëerd. Het is de meest gebruikte methode om karton vochtwerend te maken. Dit komt omdat polyethyleen gemakkelijk is aan te brengen, goedkoop is en in vergelijking met andere methoden milieuvriendelijk is. Ook kan karton voorzien van een PE-coating gerecycled worden. Dit wordt echter nog weinig gedaan, omdat de kosten van het recyclen vaak hoger liggen dan de kosten van het maken van een nieuwe verpakking. Verder kan karton voorzien van een PE-coating bedrukt worden zonder dat dit invloed heeft op de vochtwerende eigenschappen van het karton.

Andere kunststofcoatings die gebruikt worden naast polyethyleen zijn *polyethyleentereftalaat*- (PET) en *polypropyleen*- (PP) film/folies. Dit zijn, zoals de naam al aangeeft, films/folies die achteraf op het karton worden gelijmd. Ook dit is duurder dan het gebruik van polyethyleen en het is moeilijker aan te brengen omdat het vanaf een rol gebeurt en niet vloeibaar. Deze films zijn te vergelijken met het aanbrengen van aluminium op karton.

Aluminium wordt in verpakkingen vooral gebruikt om het voedsel te beschermen tegen zuurstof en licht. Het kan echter ook gebruikt worden om het karton (100%) waterafstotend te maken. Toch wordt aluminium minder vaak hiervoor gebruikt dan polyethyleen. Dit komt doordat aluminium lastiger is aan te brengen, namelijk vanaf een rol terwijl polyethyleen vloeibaar kan worden aangebracht, en omdat het duurder is dan polyethyleen. Qua recyclemogelijkheden zitten polyethyleen en aluminium op hetzelfde niveau. Het kan worden gerecycled, maar het wordt op dit moment nog nauwelijks gedaan.

Andere methoden die gebruikt kunnen worden om karton vochtwerend te maken zijn was en pergamijn/vliegerpapier.

Was wordt tegenwoordig echter niet veel meer toegepast. Dit komt vooral omdat het aanbrengen van de was op het karton en het recyclen van het karton met wascoating slecht is voor het milieu. *Pergamijn/vliegerpapier* wordt niet zo zeer als coating gebruikt voor karton, maar is wel vochtwerend. Het is glad, transparant papier dat wordt gemaakt uit zuivere cellulosevezels. Het wordt vooral gebruikt in verpakkingen waar vette producten in zitten, zoals wikkels voor boter en papiertjes die om de chocolade zitten.

Een methode die wellicht in de toekomst te gebruiken is om karton vochtwerend te maken, is door een coating van *gemodificeerde eiwitten* aan te brengen. Op dit moment wordt hier nog mee geëxperimenteerd. Het is voor dit project dus niet mogelijk om hier gebruik van te maken.

Toch is karton voorzien van een coating nooit eeuwig vochtwerend. Wanneer het karton lang gebruikt wordt kunnen er na verloop van tijd scheurtjes optreden in de coating en kan het vocht als nog in het karton dringen. Een ander nadeel van het aanbrengen van een coating is dat de kopse kanten van het karton onbeschermd blijven. Wanneer het karton via deze weg in aanraking komt met water zal het ook na verloop van tijd zijn stevigheid verliezen. Dit kan voorkomen worden door de randen om te vouwen, zoals in frisdrank pakken wordt gedaan, of door de kopse kanten apart te behandelen. Aangezien nu nog niet duidelijk is hoe de bank eruit komt te zien en hoeveel kopse kanten deze bezit wordt er later in het verslag (paragraaf 5.7) op dit punt teruggekomen. De vlakke kanten van het karton kunnen het beste waterbestendig worden gemaakt door het aanbrengen van een PE-coating. Deze coating is het goedkoopst en meest milieuvriendelijk.

2.6.2 Brandwerendheid karton

Karton is van nature niet bestand tegen vuur. Het kan brandvertragend worden gemaakt door het karton te impregneren met bijvoorbeeld Ajax Flamelock® 423F³⁴. Ajax Flamelock® 423F is een impregneermiddel ontwikkeld door het bedrijf Ajax-Chubb Brandbeveiliging³⁵. Ajax Flamelock® 423F kan onder meer worden toegepast op hout, plaatmateriaal, papier, karton, riet, stro, katoen en textiel met natuurlijke vezels. Het nadeel is echter dat wanneer het karton geïmpregneerd is, het daarna niet meer in aanraking mag komen met water. Wanneer dit wel gebeurt 'spoelt' het impregneermiddel eraf en is het karton niet meer brandvertragend. Ook is het zo dat het impregneermiddel niet op een waterafstotende ondergrond mag worden aangebracht. Als de bank buiten komt te staan zal de buitenlaag waarschijnlijk wel voorzien zijn van een waterafstotende laag.

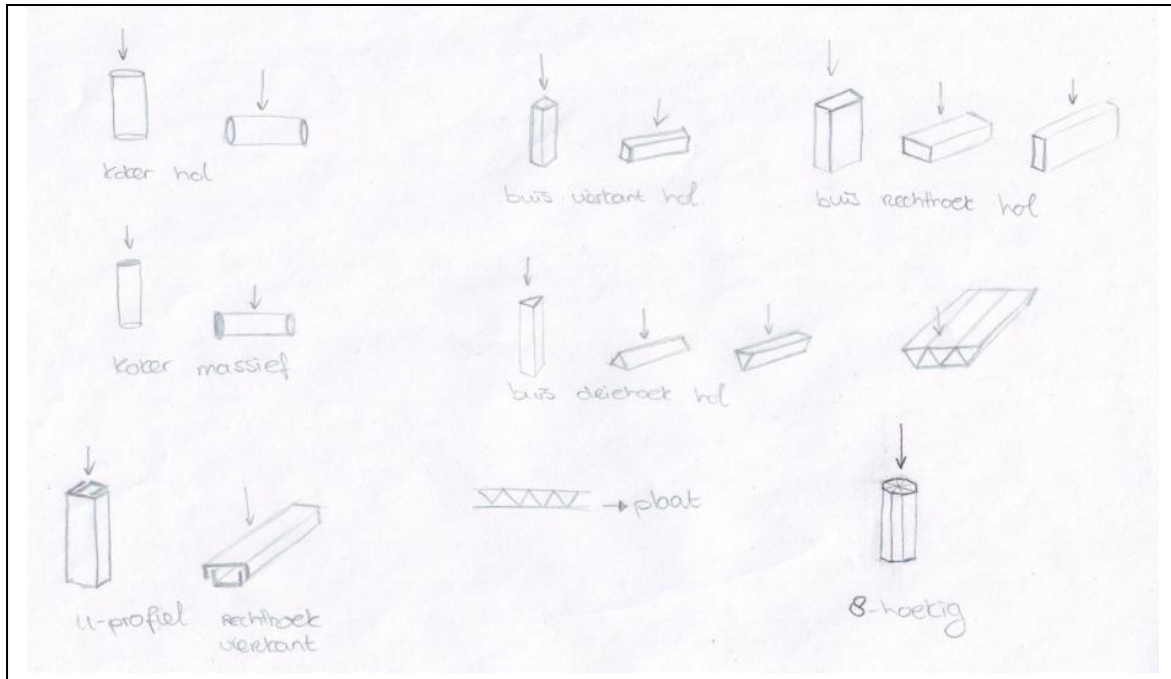
De middelen die op dit moment gebruikt kunnen worden om karton brandvertragend te maken en tegelijkertijd bestand zijn tegen water zijn allemaal slecht voor het milieu. Vooral bij het recyclen levert het problemen op. Op dit moment wordt er dan ook bijna geen karton geproduceerd dat brandwerend is.

Een ander manier om karton brandvertragend te maken is door het karton massief te maken. Wanneer karton met meerder lagen op elkaar geperst zit is het lastiger om aan te steken dan een losse plaat karton. Dus hoe massiever het karton, hoe beter brandvertragend het is. Tijdens het ontwerpen van de bank moet de brandvertragendheid dan ook op deze manier behaald worden.

Uit bovenstaande analyse blijkt dat karton niet 100 % brandwerend kan worden gemaakt. De bank kan wel brandvertragend worden gemaakt.

2.6.3 Stevigheid karton

Massief karton, golfkarton en honingraatkarton zijn van zichzelf erg stevig, vouwkarton daarentegen is een stuk minder stevig. Dit is ook terug te vinden in het onderzoek naar soorten karton (paragraaf 2.3.3) en het marktonderzoek (paragraaf 2.4). Karton kan worden verstevigd door het te vouwen of te rollen. Denk hierbij aan golfkarton en kokers van karton. In figuur 32 zijn een aantal methoden weergegeven om karton te verstevigen. Deze constructies zullen er echter niet meteen voor zorgen dat vouwkarton stevig genoeg is om te gebruiken als materiaal voor de bank. Het vouwkarton moet op een andere wijze steviger gemaakt worden.



Figuur 32

Zoals te lezen is in de paragraaf hierboven moet de brandwerendheid van de bank gehaald worden uit de massiviteit. Door het vouwkarton massief te maken kan ook de stevigheid behaald worden. In hoofdstuk 4 (conceptgeneratie) is dit terug te vinden in de concepten.

3. Programma van eisen

3.1 Inleiding

Vanuit de opdrachtgever en uit het vooronderzoek zijn er een aantal eisen naar voren gekomen waaraan de bank moet voldoen. Deze worden in het programma van eisen gecategoriseerd weergegeven.

3.2 Programma van eisen

In het programma van eisen kan er onderscheid gemaakt worden in vier soorten eisen en wensen. Dit is weergegeven door gebruik te maken van verschillende 'bullets'.

De betekenis van de 'bullets' is als volgt:

- *: Geeft een algemene eis weer
- : Geeft een gespecificeerde/meetbare eis weer
- ** : Geeft een ontwerpcriteria weer waardoor de eis gehaald kan worden
- °: Geeft een wens weer

Programma van eisen

Algemeen:

- * De bank moet gemaakt zijn van karton
 - ° Wens: de bank moet gemaakt zijn van vouwkarton
- * Hulpmaterialen moeten duurzaam zijn of gerecycled kunnen worden

Materiaaleigenschappen:

- * De bank moet bestand zijn tegen water
 - De bank moet 1 maand in de regen kunnen staan zonder zijn stevigheid te verliezen
 - De bank moet 1 maand bestand zijn tegen vorst
 - ** Het karton mag niet direct in aanraking komen met water
 - ** Er mag geen water in de bank blijven staan
 - ** Het karton van de bank mag niet direct op de grond worden geplaatst
- * De bank moet brandvertragend zijn
 - De bank mag niet binnen 30 minuten vlam vatten wanneer deze wordt aangestoken
 - ** De bank moet massief zijn
- * De bank moet stevig zijn
 - De bank moet per zitplaats die gerealiseerd is 120 kilogram gedurende 1 maand kunnen dragen
 - De bank moet windkracht 10 gedurende 1 dag aankunnen
- * De bank moet 'hufproof' zijn
 - De bank moet gedurende 30 minuten bestand zijn tegen bijtende middelen
 - De bank moet gedurende 30 minuten bestand zijn tegen scherpe voorwerpen
- * De bank moet bestand zijn tegen UV-licht (*deze eis wordt in paragraaf 5.7 nader toegelicht*)
 - De bank mag niet binnen 1 maand verkleuren onder invloed van UV-licht

Ontwerp:

- * De bank moet plaats bieden aan minimaal 3 personen
- * Het karton van de bank moet altijd zichtbaar blijven

- * De bank moet refereren aan Acket
 - ** De bank moet voorzien zijn van bedrukking in de kleuren mangaan, cyaan, geel en blauw
 - ** De bank moet voorzien zijn van bedrukking met het motief gebruikt in de uitnodiging ter ere van het 125-jarig jubileum van Acket
 - ** De bank moet voorzien zijn van het logo van Acket
 - ** De bank moet refereren aan de vorm van de kokertjes uit de uitnodiging ter ere van het 125-jarig jubileum van Acket

- * De bank mag niet onrechtmatig meegenomen kunnen worden door derden

Ergonomie:

- * De bank moet een zitdiepte hebben tussen de 40 en 60 cm
- * De bank moet een zithoogte hebben tussen de 40 en 50 cm
- * De breedte van één zitplaats moet minimaal 50 cm bedragen
- * De hoek tussen het zitgedeelte en de rugleuning moet tussen de 95-105 graden zijn

Productie:

- * De bank moet grotendeels met de hand gemaakt kunnen worden bij Acket
 - ° Wens: De bank moet grotendeels machinaal gemaakt kunnen worden bij Acket
 - ** De bank moet gemaakt kunnen worden met de drukpers of de snijd- en stansmachines
 - ** De minimale afmetingen van de vellen karton is 52x36 cm en de maximale afmetingen van de vellen karton is 70x100 cm
 - ** Het gewicht van de vellen karton moet tussen de 200 en 600 gram per stuk liggen

Overige wensen:

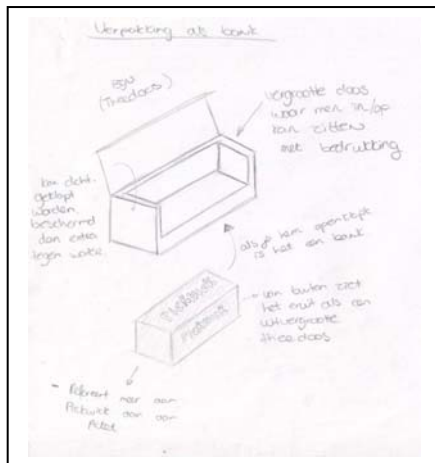
- ° Wens: De productiekosten per bank mogen maximaal 500 euro bedragen
- ° Wens: De bank moet minimaal 5 jaar meegaan
- ° Wens: De bank moet met vier mensen te verplaatsen zijn
- ° Wens: De bank moet vervoerbaar zijn in een vrachtwagen. Qua afmetingen houdt dit in dat de bank maximaal 4 meter hoog, 2.55 meter breed en 12 meter lang mag zijn

4. Conceptgeneratie

4.1 Inleiding

Na het maken van het programma van eisen is er begonnen met het maken van ideeschetsen. In het hoofdstuk ideeschetsen zijn de ideeën weergegeven die niet genoeg voldeden aan het programma van eisen om verder uitgewerkt te worden. De ideeën die wel genoeg aan het programma van eisen voldeden zijn weergegeven in de paragraaf concepten. Na het uitwerken van de concepten is er uiteindelijk een conceptkeuze gemaakt.

4.2 Ideeschetsen

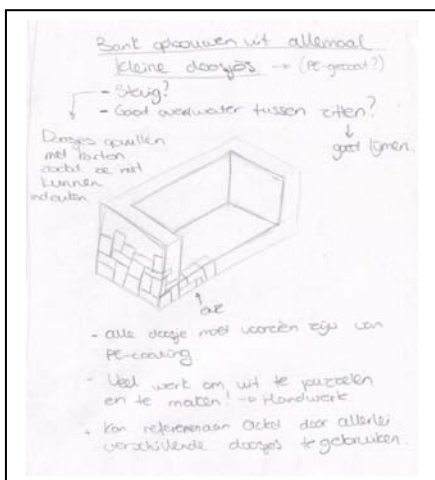


Figuur 33

Tijdens de ideefase zijn veel ideeën de revue gepasseerd. In het begin leek het vrij onmogelijk om van vouwkarton een bank te maken. Vanuit het marktonderzoek kwam naar voren dat de meeste producten die van karton gemaakt zijn golfkarton of honingraatkarton als basismateriaal hebben. Na verloop van tijd werd echter duidelijk dat vouwkarton, mits op de juiste manier verwerkt, ook goed kan dienen als materiaal voor een bank. Zo moet het vouwkarton massief gemaakt worden om de brandwerendheid en stevigheid te kunnen garanderen. Hieronder staan een aantal ideeën die niet genoeg voldeden aan het programma van eisen om verder uitgewerkt te worden. De rest van de ideeën komen terug in de paragraaf 'concepten'.

* Verpakking als bank

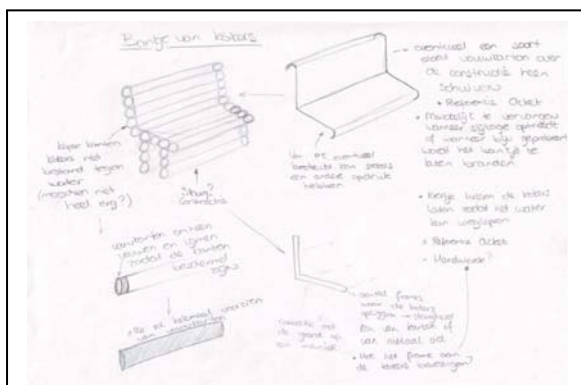
Aangezien Acket een drukkerij is die verpakkingen bedrukt, was het idee om een verpakking uit te vergroten en te gebruiken als bank. In figuur 33 is te zien dat een theedoos van Pickwick is vergroot en dat hier een bank van is gemaakt. Nadeel is dat de bank meer aan Pickwick refereert dan aan Acket.



Figuur 34

* Bank opgebouwd uit allemaal oude verpakkingen

Om de bank volledig gemaakt te laten zijn van gerecycled materiaal was het idee om de bank op te bouwen uit afvaldoosjes van vouwkarton (zie figuur 34). Deze doosjes hebben allemaal verschillende formaten en bedrukkingen zodat een bont geheel ontstaat. Aangezien Acket een drukkerij is passen deze doosjes van vouwkarton binnen het bedrijf. Nadeel is dat de doosjes niet stevig zijn, het veel handwerk is om de bank te maken en de bank moeilijk waterdicht gemaakt kan worden.



Figuur 35

* Bank gemaakt van kartonnen kokers

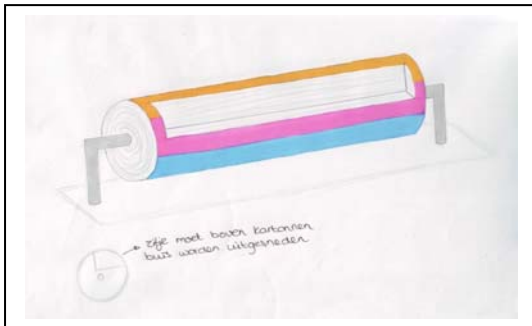
Om de bank geheel op te bouwen van karton zou de constructie gemaakt kunnen worden van kartonnen kokers (zie figuur 34). Kartonnen kokers geven veel stevigheid, maar het is lastig om een hele bank van kokers te ontwerpen. Vooral het onderstel zal problemen geven aangezien deze los moet staan van de grond en al het gewicht van de bank plus personen moet dragen. Nadeel is ook dat de bank niet gemaakt is van vouwkarton en daardoor minder refereert aan Acket.

4.3 Concepten

Aangezien het de wens is van de opdrachtgever dat de bank gemaakt is van vouwkarton, is hier in de concepten rekening mee gehouden. Alle concepten zijn gemaakt van vouwkarton. Bij sommige ontwerpen is het echter van belang dat de constructie nog verstevigd wordt met behulp van een ander soort karton of hulpmateriaal. Verder zijn alle ontwerpen in de kleuren cyaan, magenta en geel weergegeven. Dit zijn de kleuren die Acket graag op de bank wil hebben. In paragraaf 5.4 is de bedrukking echter verder uitgewerkt. De concepten zijn ingedeeld in vier groepen, te weten: rollen vouwkarton, blokken vouwkarton, vouwkartonnen kokertjes en de groep combinaties of gebruik van hulpmateriaal. Er zijn per groep een aantal ideeën weergegeven, daarna zijn per groep een aantal algemene voordelen, nadelen en onzekerheden genoemd.

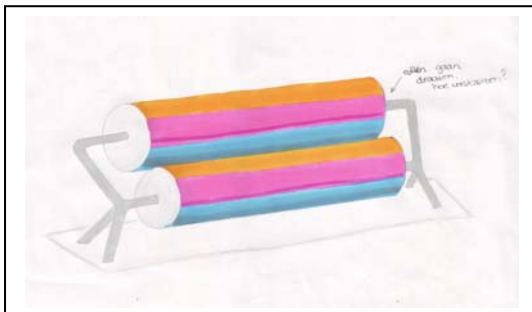
Concept: Rollen vouwkarton

Bij de groep 'rollen vouwkarton' bestaat het ontwerp uit 1 of 2 rollen van vouwkarton bevestigd aan een (metalen) frame. De rollen vouwkarton komen kant-en-klaar uit de papierfabriek en hebben een lengte van ongeveer 5 meter en kunnen in diameter variëren tussen de 50 en 300 cm.



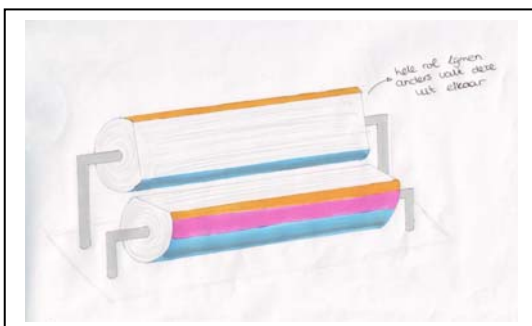
Figuur 36

Idee 1 (figuur 36): Één rol van vouwkarton waar een zitting uit is gesneden. De zitting moet boven de kartonnen koker in het midden uitgesneden worden anders verliest de rol zijn stevigheid. Verder moet de zitting iets over het middelpunt uitgesneden worden zodat het voor de rol moeilijker wordt om te gaan draaien. De rol moet vastgezet worden aan het frame, anders gaat deze draaien. Kopse kanten kunnen afgewerkt worden door een kuip van vouwkarton erover heen te schuiven of de bank af te lakken. Nadeel is dat er water in de bank kan blijven staan.



Figuur 37

Idee 2 (figuur 37): Twee rollen vouwkarton schuin boven elkaar geplaatst en bevestigd aan een frame. Dit ontwerp heeft veel voordelen. Zo heeft het weinig kopse kanten en is het stevig. Draaien van de rollen moet misschien tegengegaan worden.



Figuur 38

Idee 3 (figuur 38): Lijkt op idee 2, maar nu zijn de zitting en de rugleuning recht afgesneden. Hierdoor wordt het zitcomfort vergroot. Nadeel is dat de hele rol nu gelijmd moet worden omdat deze anders uit elkaar valt wanneer men er een deel af snijdt. Een ander nadeel is dat er zo meer kopse kanten ontstaan die later afgewerkt moeten worden.

Voordelen van 'rollen vouwkarton':

- + De banken zijn gemaakt van vouwkarton
- + De banken zijn stevig
- + De banken zijn massief (en hierdoor beter brandvertragend)
- + Alleen laatste x meter van de rol hoeft van gecoat karton te zijn
- + De banken hebben relatief weinig kopse kanten (zo kan er minder water in het karton trekken en is er meer oppervlakte beschikbaar voor bedrukking)
- + Het karton van de bank komt niet meteen in aanraking met de grond

Nadelen van 'rollen vouwkarton':

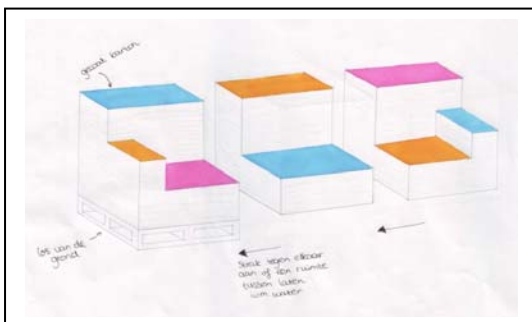
- De rollen vouwkarton zijn duur om te bedrukken
- De rollen vouwkarton kunnen niet bij Acket bedrukt worden
- De banken refereren minder aan Acket
- Grote rollen vouwkarton bevatten veel karton, dit is erg duur

Onzekerheden van 'rollen vouwkarton':

- ± Soms moeten de rollen vouwkarton in zijn geheel gelijmd worden omdat deze anders uit elkaar vallen
- ? + Waarschijnlijk weinig handwerk om de banken te produceren
- ? + De banken zijn waarschijnlijk simpel te produceren
- ? + Er zou misschien gebruik gemaakt kunnen worden van afvalmateriaal

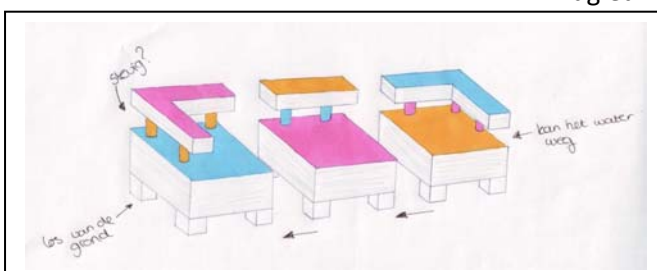
Concept: Blokken vouwkarton

Bij de groep 'blokken vouwkarton' gaat het om vellen vouwkarton die op elkaar gestapeld zijn. Zo ontstaat een massief geheel waar allerlei vormen uit gemaakt kunnen worden. Voordeel is dat er gebruik gemaakt kan worden van afvalvellen. Voor het op kleur maken van de drukpersen zijn er voor elke verpakking die gedrukt wordt ongeveer 300 vellen vouwkarton nodig. Deze vellen gaan mee met het oud papier en worden dan gerecycled. Door de bank van deze vellen te maken, hoeft er (bijna) geen nieuw karton gebruikt te worden. Dit is goed voor het milieu. Ook kunnen de blokken vouwkarton waarschijnlijk (grotendeels) machinaal gemaakt worden met de drukpersen van Acket. De vellen kunnen eerst machinaal op maat gesneden worden en daarna zouden de vellen door de drukpers heen kunnen. Door lijm in de drukpers te doen in plaats van inkt kunnen de blokken vouwkarton gelijmd worden.



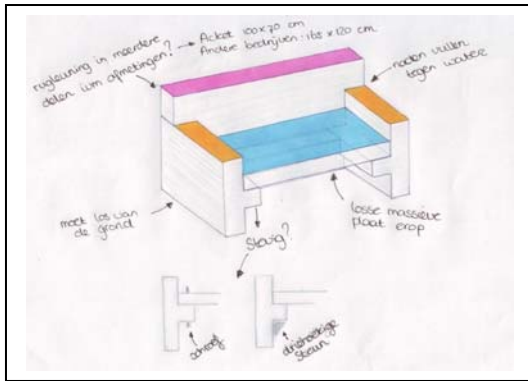
Figuur 39

Idee 4 (figuur 39): Een bank maken bestaande uit een aantal losse zitelementen die tegen elkaar aan geschoven kunnen worden tot een bank. Hierdoor kan de bank zo lang gemaakt worden als gewenst. Nadeel is echter dat er misschien water in de bank kan blijven staan.



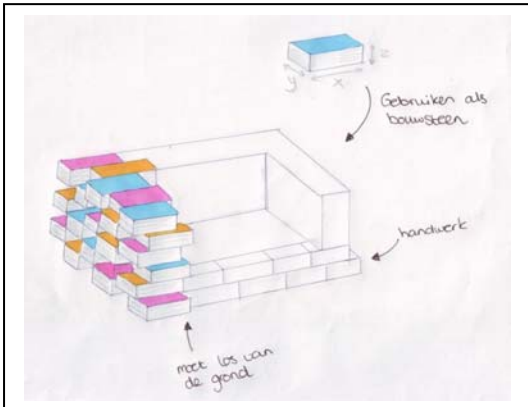
Figuur 40

Idee 5 (figuur 40): Lijkt op idee 4, bij dit idee wordt de rugleuning echter later apart geplaatst. Voordeel hiervan is dat het water gemakkelijk van de bank af kan stromen. Nadeel is dat de rugleuning misschien niet stevig is. Dit is niet hufferproof.



Figuur 41

Idee 6 (figuur 41): Een massieve bank maken van een aantal blokken vouwkarton. De zijkanten en de achterkant schuiven als een puzzel in elkaar. De zitting wordt gevormd door een blok vouwkarton die op de uitsparingen van de zijkanten en rugleuning wordt gelegd. Het is echter de vraag hoe stevig dit is. De uitsparingen waar het zitgedeelte op komt te liggen zijn gemaakt van karton. De uitsparingen zouden verstevigd kunnen worden door beide blokken karton met behulp van een schroef aan elkaar te draaien of door een driehoekig profiel onder de uitsparing te plaatsen. Nadeel is ook hier dat er water in de bank kan blijven staan.



Figuur 42

Idee 7 (figuur 42): Een bank maken van allemaal losse blokken vouwkarton. De blokken vouwkarton hebben allemaal dezelfde afmetingen, het zijn een soort bakstenen. De blokken kunnen een stukje verspringen zodat een ongestructureerd geheel ontstaat. Het nadeel van deze bank is dat het handmatig in elkaar gezet moet worden. Alle blokken moeten handmatig op elkaar gelijmd worden. Nadeel is ook hier dat er water in de bank kan blijven staan.

Voordelen van 'blokken vouwkarton':

- + De banken refereren aan Acket
- + Er kan (deels) gebruik worden gemaakt van afvalvellen om de banken te produceren
- + De banken zijn massief
- + De banken zijn stevig
- + De banken zijn gemaakt van vouwkarton
- + De platen vouwkarton kunnen bij Acket bedrukt worden
- + Alleen de bovenste platen vouwkarton moeten voorzien zijn van een coating

Nadelen van 'blokken vouwkarton':

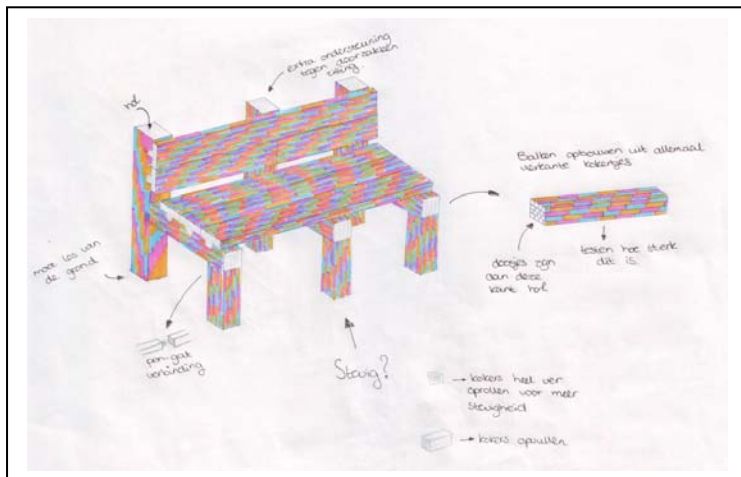
- Door gebruik te maken van de afvalvellen van Acket zijn de afmetingen beperkt
- De banken hebben veel kopse kanten (hierdoor kan er water in het karton trekken en is er minder oppervlakte beschikbaar voor bedrukking)

Onzekerheden van 'blokken vouwkarton':

- ? + Platen kunnen machinaal aan elkaar gelijmd worden?
- ? + Het karton van de bank moet niet meteen in aanraking komen met de grond

Concept: Vouwkartonnen kokertjes

De uitnodiging die Acket namens het 125 jarig bestaan en feest aan zakenrelaties heeft gestuurd bevat 4 kartonnen kokertjes van vouwkarton. Het idee was om hier een bank van te ontwerpen. De kokertjes zijn 2,3x2,3x24,5 cm en zijn hol van binnen. De uitnodiging met kokertjes is te zien in figuur 2 in paragraaf 1.3.



Figuur 43

Idee 8 (figuur 43): De hele bank maken van kokertjes vouwkarton. De kokertjes worden eerst met een aantal tegelijk tot een grotere balk gevormd. Dit kan gedaan worden door de kokertjes telkens net iets te laten verspringen. Hierdoor wordt meer stevigheid gecreëerd. Met deze balken kan dan een bank geconstrueerd worden.

Voordelen van 'vouwkartonnen kokertjes':

- + De bank refereert aan Acket
- + De bank is gemaakt van vouwkarton
- + De platen vouwkarton kunnen bij Acket bedrukt worden
- + De bank kan bij Acket geproduceerd worden

Nadelen van 'vouwkartonnen kokertjes':

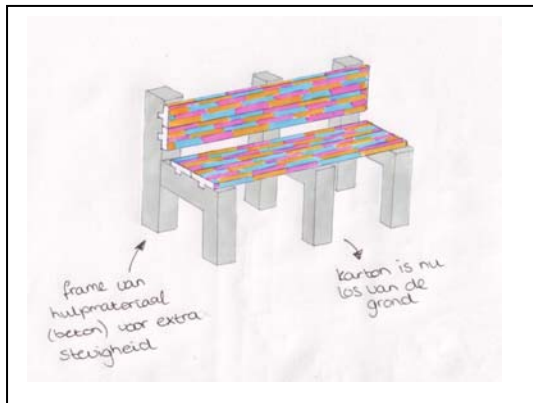
- Het produceren van de bank is veel handwerk
- De bank is niet massief
- De bank is niets stevig
- De kopse kanten van de kokertjes zijn hol
- De bank bevat veel naden waar water in kan komen
- Elk kokertje dat gebruikt wordt voor de bank moet gemaakt worden van gecoat karton
 - * Op te lossen door hele bank af te werken met een folie of iets dergelijks

Onzekerheden van 'vouwkartonnen kokertjes':

- ± Het karton van de bank komt meteen in aanraking met de grond (kan opgelost worden)
- ± De bank kan vrij massief gemaakt worden door
- ? ± De kokertjes moeten apart gedrukt en gevouwen worden (is dit duur of kan dit gemakkelijk?)
- ? - Er kan (bijna) geen gebruik worden gemaakt van afvalvellen omdat de kokertjes allemaal bedrukt zijn

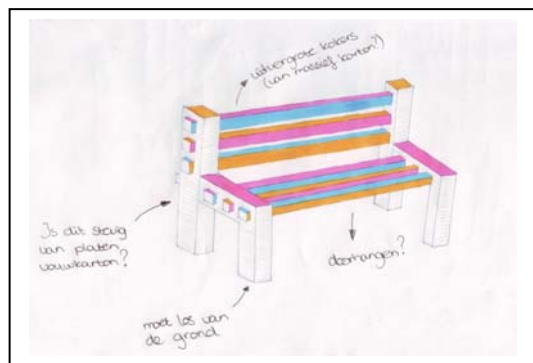
Concept: Combinaties of gebruik van hulpmateriaal

In deze laatste groep wordt er veel gecombineerd tussen blokken vouwkarton en kokertjes en wordt er soms gebruik gemaakt van een hulpmateriaal (bijvoorbeeld beton of massief karton). Het gebruik van beton is om de bank los te krijgen van de grond. Het gebruik van massief karton is om meer stevigheid aan te brengen in de ontwerpen. Grootste nadeel bij veel ontwerpen is dat de bank (deels) handmatig geproduceerd moet worden en dat de stevigheid soms niet gegarandeerd kan worden.



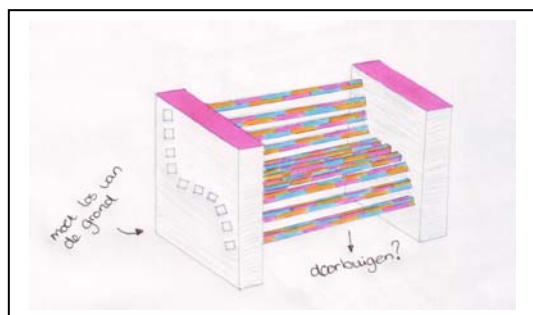
Figuur 44

Idee 9 (figuur 44): Frame maken van beton voor meer stevigheid. Verder lijkt de bank op idee 8. Ook komt het karton nu niet meer in aanraking met de grond. Het zitgedeelte en de rugleuning maken van kokertjes vouwkarton. Nadeel is dat de bank nu grotendeels uit beton bestaat.



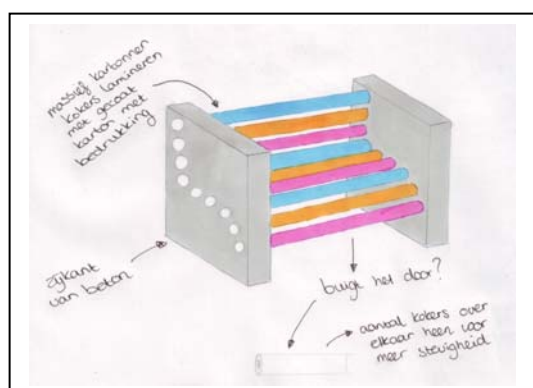
Figuur 45

Idee 10 (figuur 45): De zijkanten zijn gemaakt van op elkaar gelijmd vouwkarton. In de zijkanten zijn een aantal gaten gemaakt waar de kokers van de rugleuning en het zitgedeelte in geschoven kunnen worden. Het zitgedeelte en de rugleuning hebben de vorm van de vierkante kokertjes uit de uitnodiging, maar dan uitvergroot. Dit zal gemaakt moeten worden van massief karton of iets dergelijks om de stevigheid te kunnen behalen. Toch blijft het moeilijk om een materiaal te vinden die over een lengte van ongeveer 1,70 meter zijn stevigheid behoud en niet gaat doorhangen wanneer er mensen op gaan zitten. Voordeel is wel dat de gehele bank gemaakt is van vouwkarton en daardoor refereert aan Acket.



Figuur 46

Idee 11 (figuur 46): De zijkanten zijn gemaakt van vouwkarton met uitsparingen om de gedeelten van het zitgedeelte en de rugleuning in te kunnen schuiven. Deze gedeelten zijn gemaakt van kokertjes vouwkarton. Hier zijn balken van geconstrueerd. Het voordeel is dat de gehele bank gemaakt is van vouwkarton en daardoor refereert aan Acket. Nadeel is ook hier dat het zitgedeelte en de rugleuning niet bestand zijn tegen het gewicht van de personen die op de bank gaan zitten.



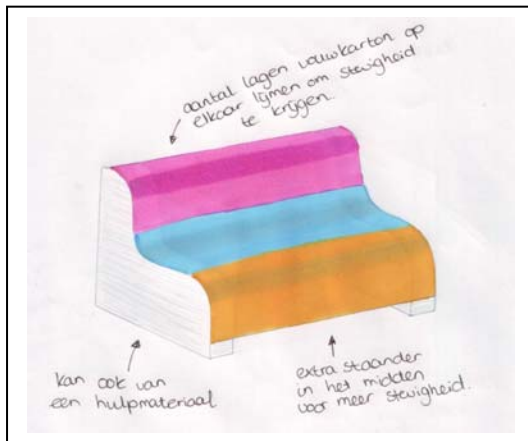
Figuur 47

Idee 12 (figuur 47): Zelfde ontwerp als idee 11, maar uitgevoerd in andere materialen. De zijkant is hier gemaakt van beton voor meer stevigheid. Het zitgedeelte en de rugleuning zijn gemaakt van kokers massief karton. Nadeel hiervan is dat de hele bank nu gemaakt is van andere materialen dan vouwkarton en hierdoor bijna niet meer refereert aan Acket.

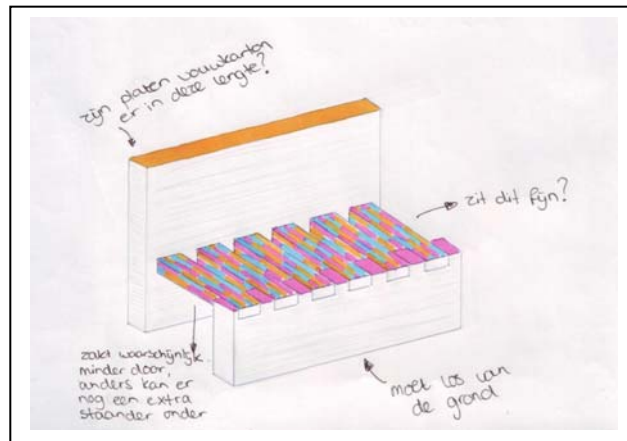
Idee 13 (figuur 48): De zijkanten van de bank zijn gemaakt van op elkaar gelijmde vellen vouwkarton. Deze kunnen vervolgens in elke gewenste vorm gesneden worden. Het zitgedeelte van de bank is ook gemaakt van vellen vouwkarton. Deze vellen

vouwkarton moeten stuk voor stuk op de zijkanten gelijmd worden. Wanneer er maar genoeg platen op elkaar gelijmd worden ontstaat vanzelf een stevig zitgedeelte. Voordeel van deze bank is dat de gehele bank is gemaakt van vouwkarton. Hierdoor refereert de bank aan Acket.

Idee 14 (figuur 49): De balken voor het zitgedeelte zijn hier in plaats van over de lengte richting van de bank over de breedte richting van de bank verdeeld. Hierdoor hoeft een minder grote afstand overbrugd te worden en is de kans kleiner dat de zitting gaat doorzakken. Ook hier zijn de zijkanten gemaakt van op elkaar gelijmde vellen vouwkarton en is de zitting gemaakt van balken van kokertjes vouwkarton. Ook voor deze bank geldt dat de bank aan Acket refereert door het gebruik van vouwkarton voor de gehele bank.



Figuur 48



Figuur 49

Aangezien de banken allemaal erg van elkaar verschillen is het moeilijk om gemeenschappelijke voor- en nadelen te noemen. Toch zijn er een aantal aspecten die in meerder banken terugkomen.

Voordelen:

+ Er blijft geen water in de banken staan

Nadelen:

- De banken zijn niet stevig
- De banken zijn niet massief

Onzekerheden:

?+ Het karton van een aantal banken komt meteen in aanraking met de grond (kan opgelost worden)

4.4 Conceptkeuze

Aan de hand van de tabel in bijlage 2 en in overleg met de opdrachtgever is ervoor gekozen om de groep 'blokken vouwkarton' verder te gaan uitwerken. Dit concept refereert het meest aan Acket en is het beste op korte termijn te realiseren. Ook voldoet dit concept het meeste aan het programma van eisen. Het heeft veel pluspunten zoals dat het machinaal te produceren is, er gebruik gemaakt kan worden van afvalvellen, dat de bank massief is en dat de bank natuurlijk refereert aan Acket.

De groep 'rollen vouwkarton' heeft als grootste nadeel dat het geen directe connectie heeft met Acket en dat de bank niet bij het bedrijf geproduceerd en bedrukt kan worden.

Bij de groep 'kokertjes van vouwkarton' zijn de kokertjes heel zwak. Hierbij zou onderzocht moeten worden hoe de stevigheid behaald kan worden en waarschijnlijk is het grootste gedeelte handwerk.

Bij de groep 'combinaties of gebruik van hulpmateriaal' zijn de grootste nadelen dat bij veel ontwerpen de bank (deels) handmatig geproduceerd moet worden en dat ook hier de stevigheid van vooral het zitvlak nog nader onderzocht moet worden.

5. Detailuitwerking concept

5.1 Inleiding

Nu duidelijk is welk concept is gekozen moet het nog verder worden gedetailleerd. Voordat dit gedaan wordt zijn er nog een aantal veranderingen aangebracht, zie paragraaf 5.2. Hierna zijn de afmetingen en de bedrukking bepaald. Hiervan zijn schuimmodellen gemaakt en uiteindelijk is er een prototype gemaakt dat gepresenteerd is tijdens het feest van Acket wegens het 125-jaar bestaan van het bedrijf. Na het maken van het prototype zijn nog de laatste details uitgewerkt met betrekking tot het waterbestendig en hufterproof maken van de bank, het bevestigen van de blokken aan elkaar en het ontwerp van het onderstel.

5.2 Conceptveranderingen

Zoals eerder beschreven is ervoor gekozen om de bank te maken van blokken vouwkarton. Er is echter wel voor gekozen om de blokken bepaalde standaard afmetingen te geven en hiermee te gaan puzzelen als een soort lego-stenen. Het voordeel hiervan is dat de platen vouwkarton met de machines van Acket op maat te snijden zijn en dat dit niet handmatig hoeft te gebeuren. Ook kunnen de blokken dan machinaal gelijmd worden door lijm in de drukpers te doen in plaats van inkt.

In tegenstelling tot de concepten moet het uiteindelijke ontwerp een zitobject in de ruimte worden en geen traditionele bank. De opdrachtgever Acket gaf aan dat daar zijn voorkeur naar uitging.

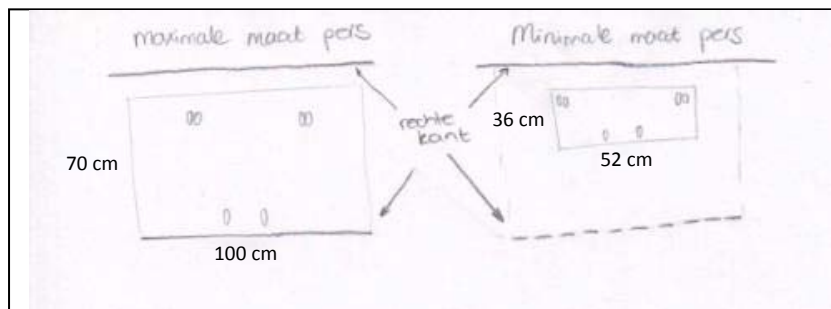
Er is niet één ontwerp dat het eindproduct is. Van de blokken die geproduceerd worden kunnen oneindig veel banken gevormd worden. Het is vanuit Acket het idee om 22 verschillende banken te maken. De gemeente Oss bestaat namelijk uit 22 verschillende stads- en dorpskernen. Zo kan in elke kern een andere bank geplaatst worden. Om een idee te krijgen hoe zo'n bank eruit kan komen te zien is er in dit hoofdstuk één bank uitgewerkt tot een prototype.

5.3 Afmetingen

Aangezien de vellen karton door de drukpers heen moeten om voorzien te worden van een laagje lijm zijn er beperkingen op het gebied van de afmetingen van de vellen vouwkarton.

De minimale afmeting die de drukpers kan drukken/lijmen is 36x52 cm. De maximale afmeting is 70x100 cm. Met deze maten in acht nemende zijn er een drietal formaten naar voren gekomen: 40x60 cm, 60x60 cm en 40x100 cm. Met deze maten kunnen ook andere formaten gemakkelijk gerealiseerd worden zoals 60x80 cm en 60x100 cm.

Verder zijn dit maten die veel gebruikt worden in de transportindustrie. Zo zijn pallets vooral te vinden in de maten 80x120 cm en 100x120 cm. Met deze afmetingen kunnen de vrachtwagens zo optimaal mogelijk ingedeeld worden en wordt er zo min mogelijk lucht vervoerd, dit wordt ook wel collomodulaire maatvoering genoemd.



Figuur 50

Vanwege de afmetingen en werking van de drukpers kunnen geen ronde vormen gemaakt worden. De drukpers heeft namelijk minimaal 2 rechte kanten van het karton nodig om het karton te kunnen aangrijpen. Er kunnen ook geen L-vormige delen gemaakt

worden, omdat de rollers van de drukpers in het midden aangrijpen en zich daar dan geen karton bevind. Zie figuur 50 voor een schematische weergave van de werking van de drukpers.

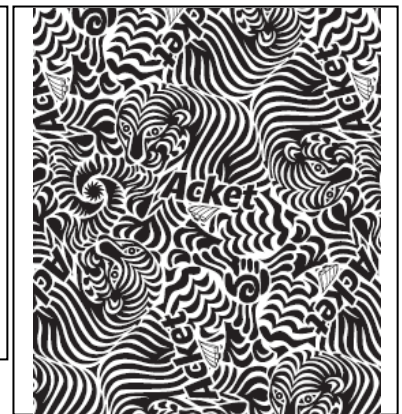
Naast de afmetingen van de drukpers is er rekening gehouden met de maten van de mens. Om ervoor te zorgen dat mensen lekker op de bank kunnen zitten zijn ook de waarden uit het programma van eisen aangehouden om de groottes van de blokken te bepalen. De meest voorkomende zitdieptes bevinden zich tussen de 40 en 60 cm. In het bepalen van de afmetingen van de blokken is hier rekening mee gehouden door de blokken dieptes te geven van 40 en 60 cm. De hoogtes kunnen per blok variëren. In paragraaf 5.5 is te lezen hoe de hoogtes van de blokken zijn aangepast op de maten van de mens. In deze paragraaf zijn er schuimmodellen van de banken gemaakt.

5.4 Bedrukking

Acket wil zich graag aan het publiek tonen als 'Kleurrijk Acket'. Vanuit deze gedachten wil men de gemeente Oss omtoveren tot 'Kleurrijk Oss'. Om dit te kunnen verwezenlijken wil Acket de kleuren: cyaan, magenta, geel en blauw gebruiken als bedrukking op de bank. Dit zijn de basiskleuren die gebruikt worden bij het drukken van verpakkingen. Door hetzelfde motief te gebruiken als die gebruikt is op de kokertjes uit de uitnodiging past de bank bij de uitnodiging die verstuurd is wegens het 125-jarig bestaan. In figuur 51 zijn de kleuren van de kokertjes van de uitnodiging te zien en in figuur 52 is het motief te zien dat gebruikt is onder de kleuren van de uitnodiging.



Figuur 51



Figuur 52

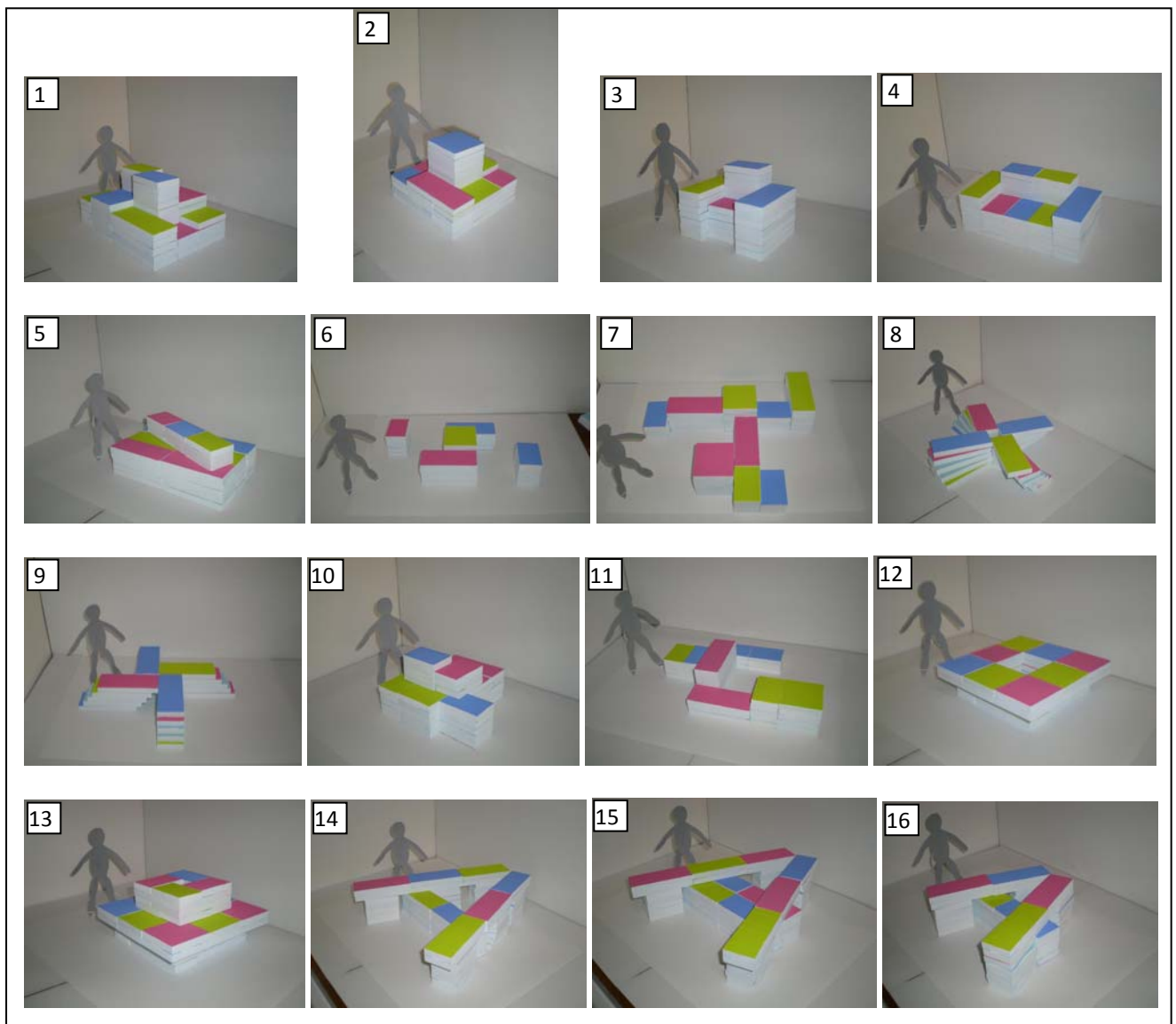
Als bedrukking kunnen er allerlei verschillende opties bedacht worden. Zo kunnen alle platen een effen kleur krijgen, kunnen de platen voorzien worden van horizontale of verticale strepen enzovoorts. Bij het prototype heeft elke plaat één van de vier kleuren gekregen, nog zonder motief. In het uiteindelijke ontwerp zal dit ook gebeuren, alleen zullen de platen dan wel voorzien zijn van het motief dat ook aangebracht was op de uitnodiging.

5.5 Schuimmodellen

Na de afmetingen en de bedrukking te hebben bepaald zijn er blokjes van schuim gemaakt om hiermee te modeleren (schaal 1:10). Op deze manier kunnen snel verschillende modellen worden gevormd en is het resultaat meteen vrij duidelijk. Bij de schuimmodellen is echter nog geen rekening gehouden met een eventueel onderstel of met verbindingen tussen de blokken. De blokjes zijn gemaakt volgens de afmetingen zoals eerder beschreven; 40x60 cm, 60x60 cm en 40x100 cm. De dikte van de blokjes is 10 cm. Zoals te zien is op de foto's is er bij elke bank een poppetje geplaatst. Dit poppetje is in werkelijkheid 175 cm en is erbij geplaatst om een beeld te krijgen van de verhoudingen en grootte van de bank.

De afmetingen van de bank zijn gebaseerd op de waarden uit het programma van eisen met betrekking tot de mens. Zo is de zithoogte van de blokken tussen de 30 en 60 cm gehouden. Vanuit de literatuur komt naar voren dat de ideale zithoogte ongeveer 48 cm is. Wanneer de zithoogte lager is dan 30 cm zit men ongeveer op de grond en wanneer de zithoogte hoger is dan 60 cm kan men niet meer gemakkelijk gaan zitten. Men moet er dan 'opklimmen'.

In figuur 53 zijn een aantal verschillende ontwerpen te zien van de bank.



Figuur 53

Er zijn een aantal kanttekeningen te plaatsen bij de ontwerpen op de foto's:

Zo is het bij model 3 de bedoeling dat een aantal van deze losse stoelen geplaatst gaan worden. Hierdoor worden een aantal losse zitobjecten gecreëerd. Zoals te zien is bij model 12 en 13 hangt het zitgedeelte 20 cm over. Waarschijnlijk is dit niet stevig genoeg en gaat het karton naar beneden hangen. Ook bij model 8 en 9 is te zien dat de platen niet allemaal recht op elkaar gestapeld zijn. Waarschijnlijk is dit niet stevig genoeg en gaat de bank doorhangen.

Als conclusie kan getrokken worden dat de blokken recht op elkaar gestapeld moeten worden en dat het karton niet mag overhangen.

5.6 Prototype

Aangezien de bank aangeboden werd aan de gemeente is er een prototype van de bank gemaakt. Op het moment dat de bank aangeboden werd was de bacheloropdracht nog niet volledig uitgevoerd. Hierdoor is het prototype op sommige punten nog niet geheel uitgewerkt. Zo is het karton los op de grond geplaatst en is er geen onderstel gemaakt. Ook was de bank nog niet waterbestendig. Dit is pas later (in paragraaf 5.7 – 5.9) uitgewerkt. In figuur 54 is te zien hoe het prototype eruit zag.



Figuur 54

Productieproces prototype

Tijdens het productieproces van het prototype was het de bedoeling om de bank volledig machinaal te maken. De platen werden eerst op maat uitgesneden en het was de bedoeling om ze daarna door de drukpersen te doen en ze zo aan elkaar te lijmen. Dit is geprobeerd door middel van een blisterlak in de drukpersen te doen. Gehoopt werd dat de platen zo aan elkaar bleven plakken. Dit was echter niet het geval.

Bij de uiteindelijke manier zijn de platen eerst op maat uitgesneden. Hierna zijn ze boven op elkaar gelegd en op dezelfde manier als bladzijden in een boek aan elkaar gelijmd. Een stapel vellen op elkaar leggen, daarna rondom insmeren met lijm. De lijm die hiervoor gebruikt werd was de lijm *Eukalin 6000 VLC 440*. Deze lijm is niet op waterbasis en kon daarom niet in de drukpersen gedaan worden om op die manier de platen aan elkaar te lijmen. Wanneer de lijm zou opdrogen zouden de lijmresten niet meer uit de drukpersen verwijderd kunnen worden.

Voor het definitieve productieproces zou er voor gekozen kunnen worden om een lijm op waterbasis te gebruiken in de drukpersen. De verwachting is echter dat de laag lijm die aangebracht kan worden niet dik genoeg is om de platen goed bij elkaar te houden. Vooral op de hoeken zal het karton los gaan laten. De bank zal dus grotendeels handmatig gemaakt moeten worden. In paragraaf 6.2 is het definitieve productieproces beschreven.

5.7 Waterbestendig en hufterproof maken bank

In paragraaf 2.6.1 is te lezen dat er een aantal manieren zijn om karton te coaten, zodat het karton bestand is tegen water. Deze manieren kunnen echter alleen gebruikt worden voor het coaten van de vlakke kanten van het karton, niet voor het coaten van de kapse kanten. Aangezien het gekozen ontwerp veel kapse kanten heeft, moet er gekeken worden naar manieren/materialen waarop de kapse kanten wel beschermd kunnen worden tegen water. Verder moet erop gelet worden of het materiaal ervoor zorgt dat de bank hufterproof wordt. Voordat dit gedaan is zijn er een aantal criteria opgesteld waaraan het materiaal dat gebruikt gaat worden aan moet voldoen:

- * Het materiaal moet ervoor zorgen dat het karton van de bank zichtbaar blijft
Het moet niet zo zijn dat niet meer te zien is van welk materiaal de bank is gemaakt. Het karton van de bank moet dus zichtbaar blijven.
- * Het materiaal mag niet verkleuren naar verloop van tijd
Het is niet de bedoeling dat de bank naar verloop van tijd gaat verkleuren door bijvoorbeeld de invloed van UV-licht.
- * Het materiaal moet bestand zijn tegen weersinvloeden
Aangezien de bank buiten wordt geplaatst moet de bank bestand zijn tegen weersinvloeden, zoals water en UV-licht.

- * Het materiaal moet toe te passen zijn op karton
Het materiaal dat gebruikt wordt moet hechten aan het karton en het moet het karton niet aantasten.
- * Het materiaal moet gemakkelijk met de hand aan te brengen zijn
Aangezien het waarschijnlijk niet mogelijk is om met de machines van Acket het materiaal machinaal aan te brengen, moet dit met de hand zo gemakkelijk mogelijk gedaan kunnen worden. Het moet simpel zijn en zo min mogelijk tijd kosten.
- * Het materiaal moet door medewerkers van Acket aangebracht kunnen worden
Vanuit Acket is het wenselijk dat de hele bank bij Acket gemaakt kan worden. Het is dan noodzakelijk dat de medewerkers van Acket het materiaal aan kunnen brengen en dat dit niet extern hoeft te gebeuren.
- * Het materiaal moet ervoor zorgen dat de bank hufterproof wordt
Aangezien de bank buiten geplaatst wordt is het belangrijk dat de bank hufterproof is. Het is niet wenselijk dat de bank binnen een aantal dagen compleet verwoest wordt. Het is bijvoorbeeld van belang dat de bank bestand is tegen scherpe voorwerpen.
- * Het materiaal moet ervoor zorgen dat de bank brandvertragend wordt
Aangezien de bank buiten komt te staan, en dus hufterproof moet zijn, moet ervoor gezorgd worden dat de bank zo slecht mogelijk wil branden. Het is niet de bedoeling dat de bank gemakkelijk brandt.
- * Het materiaal mag niet schadelijk zijn voor het milieu
De bank komt buiten te staan, het is daarom wenselijk dat het materiaal geen giftige stoffen afgeeft aan de natuur. Ook moet het materiaal tijdens het recyclen/afdanke zo min mogelijk schade opleveren aan het milieu.
- * De prijs van het materiaal moet zo laag mogelijk zijn

Na het opstellen van bovenstaande criteria is er gekeken naar een aantal methoden/materialen om het karton te voorzien van een beschermlaag. Zo is er gekeken naar de lijm Eukalin, deze lijm is toegepast op het prototype van de bank. Verder is er gekeken naar twee kunstharsen, te weten: epoxy(giet)hars en polyurethaan(giet)hars. Verder is er gekeken naar krimpfolie en als laatste optie is er naar gekeken om de kopse kanten af te dekken met platen vouwkarton voorzien van een PE-coating.

Er is naar deze methoden/materialen gekeken naar aanleiding van gesprekken met Roland ten Klooster, Jeroen van Beelo (medewerker werkplaats UT), Wim Brink (medewerker Fatol Kunstharsen) en Ron Mulders (medewerker Acket). Deze laatste drie personen hebben ook informatie aangeleverd over de verschillende methoden/materialen.

De lijm **Eukalin 6000 VLC 440** (zie bijlage 3) is gebruikt bij het maken van het prototype van de bank. Het is een transparante, watervaste lijm die gebruikt werd om de platen vouwkarton op de kopse kanten aan elkaar te lijmen. Bij het prototype lieten de hoekjes van de blokken echter weer los. De lijm is niet bedoeld om producten mee te coaten tegen weersinvloeden. Er is dan ook niet bekend hoelang de lijm bestand is tegen water en UV-licht en wat deze weersinvloeden met de lijm doen. Een ander nadeel is dat de lijm niet zorgt voor een harde buitenlaag van de bank die hufterproof is, in tegenstelling tot het gebruik van epoxy- of polyurethaanhars.

Naast het aanbrengen van de lijm op de kopse kanten van het karton kan ervoor gekozen worden om de hele bank te voorzien van lijm. Op deze manier hoeven de bovenste en onderste laag vouwkarton niet voorzien te worden van een PE-coating. Nadeel van deze PE-coating is namelijk ook dat deze niet hufterproof is en dat wanneer deze laag slijt het water snel in het karton kan dringen.

Vanuit het milieuoogpunt is de lijm vrij onschadelijk. Er is verder echter weinig informatie bekend. Volgens de datasheet in bijlage 3 is de lijm een onbrandbaar product.

De lijm Eukalin 6000 VLC 440 kost 1,95 euro/liter. Bij het prototype is uitgegaan van 0,35 liter/m², het is echter niet duidelijk of dit genoeg lijm is om de bank waterdicht te maken. Er zal getest moeten worden of de lijm ervoor zorgt dat het karton bestand is tegen water en hoeveel lijm hiervoor nodig is per m².

Epoxy(giet)hars is een transparante kunsthars dat vooral gebruikt wordt om (poreuze) ondergronden te lamineren en te impregneren. In combinatie met glasvezelmatten kan een keihard eindproduct worden gevormd. Epoxyhars wordt veel toegepast in de botenbouw om boten te repareren of om het hout waterdicht te maken. Epoxyhars is een vrij dikke vloeistof en kan daarom gemakkelijk met een kwast of roller op het karton worden aangebracht. Het nadeel is echter dat epoxy onder invloed van UV-licht gaat vergelen. Dit kan opgelost worden door het product, na behandeling met epoxyhars, af te lakken met een transparante lak voorzien van een UV-filter, bijvoorbeeld met een polyurethaan(PU)-lak. Het karton kan echter niet alleen behandeld worden met een PU-lak (met UV-filter), omdat deze lak vrij waterig is en hierdoor grotendeels in het karton zal trekken. Er moet dus altijd gebruik worden gemaakt van een laag epoxyhars tussen het karton en de PU-lak.

Een veel gebruikte epoxyhars is de transparante Poly-pox THV 500 hars + Poly-pox harder 355³⁶. Deze epoxyhars kost ca. 15-20 euro/kg. De mengverhouding van de epoxyhars en harder is 2:1. Aangezien de epoxyhars niet vaak wordt toegepast op karton is het niet bekend hoeveel kg/m² nodig is om de bank waterdicht te krijgen. Het aantal lagen dat aangebracht moet worden zal dus getest moeten worden.

Een PU-lak met UV-filter dat veel gebruikt wordt in de botenbouw is DD lak UV van het bedrijf Poly-service³⁷. Het is een transparante twee componenten lak die gemakkelijk te verwerken is met een kwast of roller, een hoge krasvastheid heeft en bestand is tegen UV-licht en water. Deze lak kost ca 42 euro/kg. Hierbij kan er van uitgegaan worden dat er 0,08 kg/m² nodig is en dat er 2 á 3 lagen aangebracht moeten worden om een goed dekkend geheel te krijgen.

Naast deze twee veel gebruikte 'types' epoxyhars en PU-lak zijn er nog vele ander soorten op de markt.

Naast deze optie zijn er ook epoxyharsen met UV-filter op de markt. Dit zorgt ervoor dat er niet twee verschillende producten gebruikt hoeven te worden. Een voorbeeld hiervan is RSF 816 van het bedrijf Axson (zie bijlage 4). Deze twee componenten epoxyhars is glashelder, is met een kwast aan te brengen, is bestand tegen water en UV-licht en verkleurd niet.

Deze RSF 816 van Axson kost ca. 20 euro/kg (17,50 euro/kg excl. BTW). De mengverhouding van de epoxyhars en harder is 2,5:1. Ook hier geldt dat de epoxyhars niet vaak op karton wordt aangebracht en dat dus getest moet worden hoeveel lagen nodig zijn voordat de bank waterdicht is.

Een ander voordeel van epoxyhars is dat de hele bank gecoat kan worden, inclusief de randen en hoeken. Hierdoor is de kans klein dat de hoeken van de blokken vouwkarton los gaan zitten. Ook hoeft er dan op de bovenste plaat vouwkarton geen PE-coating aangebracht te worden, omdat deze ook voorzien kan worden van een laag epoxyhars. Verder zorgt de epoxyhars ervoor dat een keiharde buitenlaag wordt gevormd die hufterproof is.

Wanneer er gekeken wordt naar epoxyhars en het milieu zijn er een aantal punten waar op gelet kan worden. Ten eerst is er gekeken naar of de epoxyhars tijdens het gebruik giftige stoffen afscheid aan het milieu. Dit is niet het geval. Verder is er gekeken naar de recyclingsmogelijkheden van epoxyhars. Er zijn methoden op de markt waarmee epoxyhars gescheiden kan worden van het materiaal waarop het is aangebracht. Hierdoor valt het goed te recyclen. Deze methode kost echter veel geld en meestal gebeurt het dan ook dat epoxyhars op de afvalbelt terecht komt, omdat het niet af te breken is door de natuur. Wanneer de epoxyhars verbrandt wordt komen er zeer giftige gassen vrij. Er moet daarom voor gezorgd worden dat de epoxyhars zo min mogelijk in aanraking komt met vuur.

De ontbrandingstemperatuur van epoxyhars licht echter hoog (> 300 °C). Het is daardoor lastig om het materiaal te laten branden. Dit is gunstig ten aanzien van de hufterproofheid van de bank.

Polyurethaan(giet)hars wordt meestal gebruikt om producten van te gieten³⁸. Zo wordt het gebruikt voor het maken van transparante vloeren, tafelbladen en het ingieten van LED-verlichting (voor buiten). Wanneer de polyurethaanhars gebruikt wil worden om de bank mee te behandelen, dan moeten er mallen gemaakt worden. De polyurethaanhars heeft namelijk tijd nodig om uit te harden. Wanneer er geen mal gebruikt wordt druip de hars van het karton af naar beneden. Het voordeel van polyurethaanhars in tegenstelling tot epoxyhars is dat het zijn transparantie behoudt en niet verkleurt onder UV-licht. Net als epoxyhars wordt een keiharde laag gevormd die hufterproof is. Nadeel is echter dat het aanbrengen van de polyurethaanhars waarschijnlijk niet bij Acket gedaan kan worden, maar uitbesteed moet worden.

Voor polyurethaanhars en het milieu gelden ongeveer dezelfde regels als voor epoxyhars en het milieu. Tijdens het gebruik scheidt de epoxyhars geen schadelijke stoffen uit aan het milieu en de polyurethaanhars is te recyclen, dit wordt echter vanwege economische redenen weinig gedaan. Ook bij verbranding van polyurethaanhars komen zeer giftige gassen vrij. De ontbrandingstemperatuur van epoxyhars licht echter hoog (> 400 °C). Het is daardoor lastig om het materiaal te laten branden. Dit is gunstig ten aanzien van de hufterproofheid van de bank.

Een nadeel van polyurethaanhars is dat het vrij duur is, ca 30-45 euro/kg. Volgens het bedrijf Intercol uit Ede is er ongeveer 1 kg nodig per m² karton om het karton waterdicht te krijgen. Er kan dus vanuit worden gegaan dat het ca 30-45 euro/m² kost. Hierbij de kosten van het maken van de mallen nog niet meegerekend.

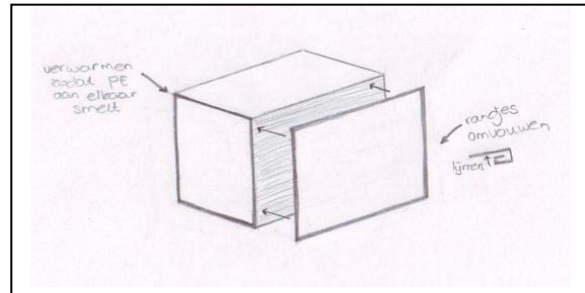
Krimpfolie wordt vaak gebruikt om producten tijdelijk af te schermen. Zo wordt het gebruikt om pallets mee te omwikkelen. De folie (meestal gemaakt van PVC of PE-LD) wordt om het product gewikkeld en daarna verwarmt. Hierdoor krimpt de folie en ontstaat er een waterdichte laag. Dit wordt gedaan door gebruik te maken van verwarmingsapparatuur. Wanneer deze apparatuur niet bij Acket aanwezig is zal dit apart aangeschaft moeten worden. De krimpfolie kan in een transparante versie geleverd worden. Het is echter niet bedoeld om producten mee te 'coaten'. Met een scherp voorwerp is de folie gemakkelijk weer te verwijderen, dit is niet hufterproof.

Krimpfoliehoezen van PVC/PE-LD kunnen gerecycled worden. Ook tijdens het gebruik brengen de hoezen weinig tot geen schade toe aan het milieu. Alleen bij de verbranding van krimpfolie komen giftige stoffen vrij. Het is echter lastig om de krimpfolie te laten branden. Krimpfolie is van zichzelf zelfdovend. Dit is gunstig ten aanzien van de hufterproofheid van de bank.

Naast krimpfolie op rol zijn ook hoezen van krimpfolie te koop³⁹. De hoezen die nu bestaan zijn bestemd voor europallets, deze hebben de afmetingen van 800x1200 mm en 1000x1200 mm. Een zak voor een pallet van 800x1000 mm kost 180 euro/50 hoezen= ca 3,50 euro per zak. Het is theoretisch gezien mogelijk om de hoezen ook in kleinere formaten te maken, er is echter nog geen bedrijf gevonden die deze aanbiedt. Naast de kosten van de hoezen moet er ook apparatuur gekocht worden om de krimpfolie te verwarmen, zoals een krimppistool, gasdrukmeter en gasfleswagen. Dit brengt extra kosten met zich mee.

Kopse kanten van het karton afwerken met platen vouwkarton voorzien van een PE-coating. Deze oplossing is het meest duurzaam van alle opties (zie ook paragraaf 2.6.1). Ook wordt er op deze manier het dichtst bij het materiaal gebleven; karton. Er wordt geen ander materiaal gebruikt om over het karton aan te brengen. Wanneer de bank op deze manier geproduceerd wordt kan hij ook gemakkelijker gerecycled worden.

De platen vouwkarton zullen met een constructielijm of montagekit op de kopse kanten van de blokken gelijmd moeten worden (zie figuur 55). De kopse kanten van de platen vouwkarton moeten omgevouwen worden zodat er geen water in de kopse kanten kan trekken. Door de platen vouwkarton en de blokken vouwkarton te verwarmen smelt de PE-laag van beide vellen aan elkaar en krijg je een waterdicht geheel. Dit is echter lastig om te doen. Het moet precies op de juiste temperatuur en een bepaalde tijd verwarmd worden, anders wordt de aansluiting niet waterdicht.



Figuur 55

Het nadeel van deze methode is dat goed uitgedrukt moet worden hoe de platen precies aangebracht moeten worden op de kopse kanten zodat er geen/zo min mogelijk naden ontstaan. Dit zijn namelijk de zwakke punten met betrekking tot vocht. De platen vouwkarton zijn echter wel door de medewerkers van Acket zelf aan te brengen. Een ander nadeel is dat de randjes niet heel vast zitten en gemakkelijk losgehaald kunnen worden. Ook kan de bank gemakkelijk branden. Beide punten zorgen ervoor dat de bank niet hufterproof is.

Aangezien karton voorzien van een PE-coating niet vaak wordt gebruikt om meubels van te maken is het niet duidelijk hoe snel deze laag zal slijten. Doordat mensen erop gaan zitten kunnen er krassen komen in de laag PE. Wanneer dit gebeurt zal de bank minder goed bestand zijn tegen water. Ook is het niet bekend wat weersinvloeden met het materiaal doen. Er zal getest moeten worden hoe snel de laag PE-coating slijt en hoe lang het karton bestand is tegen weersinvloeden.

Grootste voordeel is dus dat er geen extra/ander materiaal toegevoegd hoeft te worden en dat er alleen gebruik wordt gemaakt van vouwkarton met een laagje PE. Grootste nadeel is dat de bank niet hufterproof is en dat er nog redelijk wat onzekerheden zijn op het gebied van de weersbestendigheid.

De kosten van deze methode zijn laag. Een plaat vouwkarton voorzien van een PE-coating kost ca 0,50 euro/m². Een tube constructielijm of montagekit kost ca 10 euro per tube (ca 500 ml). Het verbruik is ca 100-200 gr/m², natuurlijk afhankelijk van de hoeveelheid die gebruikt wordt.

Bovenstaande materialen hebben tevens een 'lijmende' werking. De platen vouwkarton hoeven dus niet eerst tot blokken verlijmd te worden. Het materiaal dat gebruikt wordt zorgt ervoor dat de vellen vouwkarton bij elkaar gehouden worden.

Naar aanleiding van de tabel in bijlage 5 is er voor gekozen om de epoxyhars RSF 816 van het bedrijf Axson te gebruiken. In de tabel geeft een 1 aan dat de eis niet gehaald wordt en een 5 geeft aan dat de eis wel gehaald wordt. In de tabel is te zien dat dit materiaal de meeste punten heeft en dat er de minste onzekerheid is. Ook het materiaal epoxyhars met PU-lak scoort hoog, het grootste nadeel hiervan is dat er met twee verschillende materialen gewerkt moet worden. Dit kost waarschijnlijk extra tijd en geld.

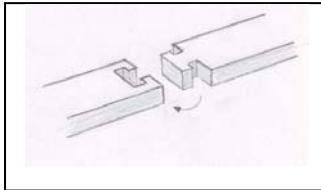
In paragraaf 6.2 (productieproces) wordt beschreven hoe de bank voorzien zal worden van de epoxyhars. Of de bank in zijn geheel of in aparte blokken wordt voorzien van epoxyhars en/of hoe de naden worden afgewerkt.

5.8 Verbindingen tussen blokken

Aangezien de bank uit een aantal losse blokken bestaat, moeten deze aan elkaar bevestigd worden. Het is niet bedoeling dat iemand een los blok mee naar huis neemt wanneer de bank buiten geplaatst wordt. Voordat het prototype was gemaakt werd gedacht dat de blokken zwaar genoeg zouden zijn zodat deze niet onrechtmatig verplaatst konden worden. Dit viel echter tegen, de kleine blokken waren gemakkelijk op te tillen en te verplaatsen.

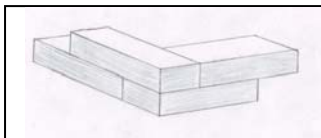
Doordat de kopse kanten van de blokken niet/slecht aan elkaar gelijmd kunnen worden moet er een andere oplossing gevonden worden om de blokken onderling te verbinden.

Er zijn een drietal oplossingen bedacht.



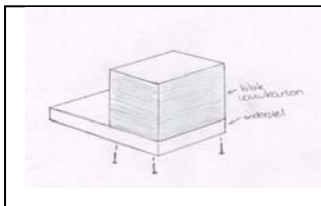
Figuur 56

* De blokken vouwkarton door middel van puzzelstukken aan elkaar verbinden (zie figuur 56). Er kleven hier echter nogal wat nadelen aan. Zo moeten er stansmallen worden gemaakt voor elke puzzelstuk. Dit zorgt voor extra kosten. Verder is het lastig om te bepalen waar de inkepingen en uitsparingen gemaakt moeten worden in/aan de blokken, willen er zo veel mogelijk banken gevormd kunnen worden. Het ontwerp wordt toch altijd belemmerd door waar deze inkepingen en uitsparingen zitten.



Figuur 57

* De blokken vouwkarton in halfsteensverband lijmen (zie figuur 57). Door blokken te maken van 10 cm dikte en deze net als een muur te metselen zorgen de blokken er zelf voor dat de bank één geheel vormt. Ook deze oplossing zorgt voor beperkingen van het ontwerp bij het maken van de bank.



Figuur 58

* De blokken vouwkarton aan het onderstel vastmaken en ervoor zorgen dat het onderstel de blokken bij elkaar houdt (zie figuur 58). Het onderstel moet dan wel uit één geheel bestaan. De blokken zullen altijd aan het onderstel vastgemaakt moeten worden anders zijn de blokken en het onderstel los van elkaar te verplaatsen. Grootste voordeel is dat de ontwerpvrijheid niet beperkt wordt.

Aangezien er zoveel mogelijk vrijheid gehouden wil worden in het ontwerp is er voor gekozen om de blokken aan elkaar te verbinden door middel van het onderstel. In de volgende paragraaf wordt het onderstel daarom verder uitgewerkt.

5.9 Onderstel

Het onderstel van de bank heeft een aantal functies en een aantal eisen waaraan het moet voldoen. Voordat er begonnen is met het ontwerpen van het onderstel zijn deze eisen op een rijtje gezet:

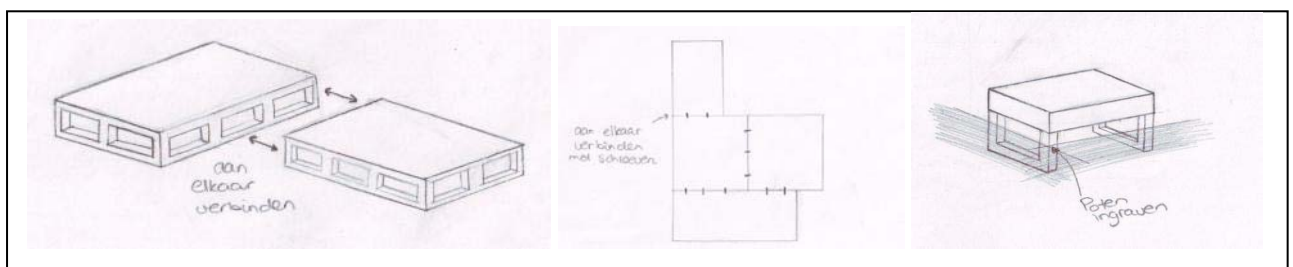
- * Het onderstel moet ervoor zorgen dat het karton los van de grond staat
Als het karton telkens in aanraking komt met de grond kan het vocht vanuit de grond omhoog trekken in het karton. Het onderstel moet ca 10 cm los staan van de grond.
- * Het onderstel moet vast zitten aan de grond
Anders kan het meegenomen worden door derden.
- * Het onderstel moet gemaakt zijn van een materiaal dat weerbestendig is
Aangezien de bank buiten wordt geplaatst is het van belang dat het materiaal van het onderstel bestand is tegen weersinvloeden.

- * Het materiaal van het onderstel mag niet schadelijk zijn voor het milieu
De bank komt buiten te staan, het is daarom wenselijk dat het materiaal geen giftige stoffen afgeeft aan de natuur. Ook moet het materiaal tijdens het recyclen/afdomen zo min mogelijk schade opleveren aan het milieu.
- * Het onderstel moet ervoor zorgen dat er lucht onder de bank door kan
Bij vochtig weer kan het zijn dat er vocht onder de bank trekt. Wanneer het weer mooier weer wordt is het van belang dat er lucht onder de bank door kan zodat het vocht weer kan verdwijnen. Anders trekt het vocht misschien in de bank.
- * Het onderstel moet de gehele bank ondersteunen
Vanwege het gewicht van de bank moet de bank geheel ondersteund worden. Wanneer er maar 4 poten onder de bank gezet worden gaat de bank doorhangen.
- * Het onderstel moet het gewicht van de blokken en personen kunnen dragen
Wanneer dit niet het geval is zal de bank door zijn onderstel heen zakken. Dit is natuurlijk niet de bedoeling.
- * Het onderstel moet de delen van de bank bij elkaar houden
Aangezien ervoor gekozen is om de blokken door middel van het onderstel aan elkaar te verbinden, moet het onderstel dit ook doen. Anders kan een blok meegenomen worden.
- * Het onderstel moet gemakkelijk te produceren zijn
Het produceren van het onderstel moet zo min mogelijk handelingen en tijd kosten.
- * Het onderstel moet gemakkelijk aan te passen zijn aan de vorm van de bank
Aangezien er 22 verschillende banken geproduceerd gaan worden van verschillende afmetingen is het van belang dat het onderstel gemakkelijk te produceren is en aan de vorm van de bank aangepast kan worden.
- * De prijs van het onderstel moet zo laag mogelijk zijn

Aan de hand van deze eisen zijn er drie ideeën uitgewerkt.

* Het eerste idee is om kunststofpallets te gebruiken in de maten 40x60 cm, 60x60 cm en 40x100 cm. De pallets worden eerst met behulp van schroeven aan elkaar verbonden, daarna worden de blokken karton (met dezelfde afmetingen) op de pallets geschroefd (zie figuur 59). De pallets zijn gemaakt van gerecycled kunststof. Dit is goed voor het milieu en tijdens het gebruik scheidt het materiaal geen giftige stoffen uit aan de natuur. De kunststofpallets zijn ongevoelig voor vocht en ongedierte. Doordat de pallets standaard afmetingen hebben, net als de blokken, kunnen hier allerlei ontwerpen mee gemaakt worden. Een ander voordeel van de pallets is dat het zorgt voor een optimale gewichtsverdeling van de bank, ook is van de pallets bekend met hoeveel gewicht ze maximaal belast kunnen worden.

Nadeel van de pallets is dat ze los op de grond staan en niet vast zitten aan de grond. Dit zou opgelost kunnen worden door extra onderdelen aan de onderkant van de pallets te bevestigen en deze vervolgens in te graven (zie figuur 59). Een ander nadeel is dat alle pallets stuk voor stuk aan elkaar bevestigd moeten worden. Dit kost veel tijd door alle handmatige handelingen.



Figuur 59

De kosten van een kunststof europallet van 800x1200 mm is ca 15 euro. De kosten voor de kleinere pallets in de juiste afmetingen kunnen aan de hand hiervan geschat worden.

Berekening:

Pallet van 800x1200 mm:

$800 \times 1200 = 960000 \text{ mm}^2 (= 0,96 \text{ m}^2)$ voor 15 euro

$1 \text{ mm}^2 = 0,000015625 \text{ euro}$

Aangezien kleinere producten in verhouding meestal duurder zijn dan grote producten is overal een extra marge genomen van 10%.

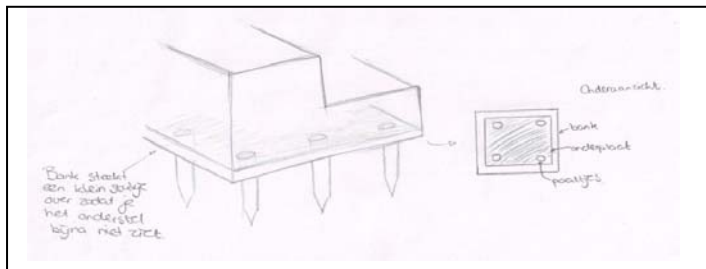
Pallet van $400 \times 600 = 240000 \text{ mm}^2 \times 0,000015625 = 3,75 \text{ euro} + 10\% = 4,13 \text{ euro}$ per pallet

Pallet van $600 \times 600 = 360000 \text{ mm}^2 \times 0,000015625 = 5,625 \text{ euro} + 10\% = 6,19 \text{ euro}$ per pallet

Pallet van $400 \times 1000 = 400000 \text{ mm}^2 \times 0,000015625 = 6,25 \text{ euro} + 10\% = 6,88 \text{ euro}$ per pallet

Een pallet van $400 \times 600 \text{ mm}$ zal dus ca 4,13 euro kosten, een pallet van $600 \times 600 \text{ mm}$ zal ca 6,19 euro kosten en een pallet van $400 \times 1000 \text{ mm}$ zal ca 6,88 euro kosten. De pallets in deze afmetingen zijn echter nog niet bij een fabriek gevonden die deze kant-en-klaar leveren en de kosten per pallet kunnen dus afwijken. Het bedrijf 'The Plastic Pallets Company' in Veghel⁴⁰ levert wel standaard europallets van gerecycled kunststof. Deze europallets zouden ook handmatig op maat gemaakt kunnen worden.

* Het tweede idee is om de blokken karton op een grote plaat kunststof te schroeven waar al paaltjes van gerecycled kunststof onder zijn geschroefd. Op deze manier wordt het gewicht van de bank over de gehele kunststofplaat verdeeld. Ook zorgt de plaat ervoor dat de bank één geheel wordt. De bank kan nu in zijn geheel ingraven worden in de grond. Hierdoor staat het karton los van de grond en kan de bank niet onrechtmatig verschoven of meegenomen worden. Het materiaal is hetzelfde als bij de kunststofpallets, gerecycled kunststof.



Figuur 60

Doordat de plaat de gehele afmeting van de bank beslaat hoeven de blokken vouwkarton alleen maar hierop geschroefd te worden. Het onderstel hoeft niet onderling nog weer aan elkaar verbonden te worden, dit scheelt een aantal handelingen. Wel moeten de poten aan de plaat geschroefd worden. Doordat de bank iets groter is dan de plaat kunststof, steekt het karton iets over. Op deze manier lijkt het alsof de bank zweeft en is het onderstel nauwelijks zichtbaar (zie figuur 60).

Het nadeel is echter dat niet bekend is hoe de optimale gewichtverdeling is en hoeveel gewicht het onderstel kan dragen. Dit zou uitgetest of berekend moeten worden. Het moet voor elke bank opnieuw gedaan worden, aangezien de banken allemaal een andere vorm krijgen. Het onderstel is dus niet heel gemakkelijk aan te passen aan het ontwerp van de bank. Verder is het zo dat deze oplossing een beetje in elkaar 'geknutseld' is, het geeft geen professionele uitstraling.

De kosten van een gerecycled kunststof zijn laag. Het is echter niet bekend hoeveel het precies kost per kg. Gezien de kosten van de kunststof pallets zal één m^2 gerecycled plastic ca 15,50 euro kosten. De dikte van de plaat is dan groot genoeg om het gewicht te dragen.

* Het derde idee is om een frame te maken van metaal, dit wordt soms ook bij meubels gedaan (zie figuur 61). De hoogte van de buizen aan de zijkant zullen op ca 10 cm (en 20 cm) komen. De blokken karton kunnen in het frame worden gezet en daarna hieraan worden vastgeschroefd met behulp van u-vormige klemmetjes. Het hele frame zal door een ander bedrijf dan Acket geproduceerd moeten worden, voordeel hiervan is dat de medewerkers van Acket de blokken alleen nog maar aan het frame hoeven vast te maken. Ook kan het frame zo gemaakt worden dat de poten een u-vorm hebben. Deze kunnen dan ingegraven worden in de grond. Hierdoor staat de bank vast aan de grond.



Figuur 61

Het materiaal dat gebruikt wordt in brandtrappen en lantaarnpalen kan ook voor het frame gebruikt worden. Er is hier de keuze uit RVS en aluminium. Er zal berekend moeten worden welk materiaal het beste het gewicht van de bank kan dragen, welk materiaal het beste te verwerken is en welk materiaal de beste prijs heeft. Wanneer het frame gemaakt wordt zal de optimale gewichtverdeling berekend moeten worden, hierna kan het frame pas worden gemaakt en kan bepaald worden hoe dik de buizen moeten zijn om het frame van te maken. Aan de hand hiervan kan dan ook pas de prijs worden vastgesteld van een onderstel.

Een ander nadeel is dat voor elke bank een ander frame gemaakt moet worden. Het frame kan niet aangepast worden aan een andere vorm. Hierbij moet de optimale gewichtsverdeling eerst weer berekend worden voordat het frame geproduceerd kan worden. Dit kost veel tijd en geld.

Doordat de buizen aan de zijkant op ca 10 cm (en 20 cm) hoogte zitten kan het karton daar lastig afgewerkt worden. De buizen zitten in de weg.

Vanuit milieuoogpunt zijn aluminium en RVS niet slecht voor het milieu. Tijdens de levensduur geven beide materialen geen schadelijke stoffen af aan het milieu. Ook kunnen de materialen na gebruik volledig gerecycled worden. De kosten in vergelijking met gerecycled kunststof zijn hoog. Aluminium kost ca 2,40-3,50 euro/kg en RVS kost ca 6,00-8,00 euro/kg

Bij alle onderstellen geldt dat ze niet bij Acket gemaakt kunnen worden en dat ze door een ander bedrijf aangeleverd moeten worden. Ideeën 1 en 2 kunnen nog wel deels bij Acket gemaakt worden, idee 3 zal geheel uitbesteed moeten worden. Het vastschroeven van de blokken aan het onderstel zal wel bij elk idee nog handmatig moeten gebeuren bij Acket.

Aan de hand van de tabel in bijlage 6 is ervoor gekozen om het onderstel te maken van pallets van gerecycled kunststof. Dit onderstel is het gemakkelijkste aan te passen aan het ontwerp van de bank, zowel qua afmetingen als qua gewichtsverdeling. Enig nadeel is dat de pallets niet goed de mogelijkheid bieden om ingegraven te worden. De pallets kunnen ca 3 cm ingegraven worden of er kan voor gekozen worden om het onderstel los op de grond te plaatsen, misschien is het zwaar genoeg en wordt het niet verplaatst. Dit zal echter getest moeten worden.

6. Productieproces en kostenschatting bank

6.1 Inleiding

Nadat alle details van de bank duidelijk zijn is er een productiemethode bedacht om de bank te produceren. Verder is er een kostenschatting gegeven van de bank, met het prototype als voorbeeld genomen.

6.2 Productieproces

Nadat alle details van de bank duidelijk zijn is er een methode bedacht om de blokken tot een bank te produceren. Voordat dit besproken wordt moet eerst besloten worden hoe de bank voorzien wordt van de epoxyhars: blok voor blok of de hele bank in één keer. Het productieproces moet hier namelijk op aangepast worden.

Er zijn twee manieren om de bank te bewerken met de epoxyhars: blok voor blok of de hele bank in één keer. Per mogelijkheid zijn er een aantal voor- en nadelen genoemd.

*** Blok voor blok bewerken met epoxyhars**

Voordelen:

- + Verschuiven de vellen vouwkarton minder snel
- + Er worden minder snel stukjes vergeten en je kan overal gemakkelijk bij
- + De bank kan uit blokken opgebouwd worden die op de plek van bestemming pas in elkaar worden gezet. Dit is gemakkelijker met vervoeren.

Nadelen:

- Er komen naden tussen de blokken
- Het kost meer epoxyhars
- Het kost meer tijd
- Doordat de blokken verschillende diktes epoxyhars krijgen kan het zijn dat de bank niet meer goed op elkaar aansluit en er veel kieren ontstaan

*** Hele bank in één keer bewerken met epoxyhars**

Voordelen:

- + Er komen geen naden tussen de blokken
- + Het kost minder epoxyhars
- + Het kost minder tijd

Nadelen:

- Verschuiven de vellen vouwkarton sneller (kan opgelost worden door de blokken tijdelijk vast te zetten totdat de kopsen kanten aan elkaar geplakt zijn)
- Er worden sneller stukjes vergeten en je kan niet overal gemakkelijk bij
- De bank kan niet opgebouwd worden uit blokken die op de plek van bestemming pas in elkaar worden gezet. Dit is lastiger met vervoeren.

Na de plus- en minpunten te hebben afgewogen lijkt het de beste beslissing om de bank in één keer te voorzien van de epoxyhars. Dit kost minder tijd en geld. De praktijk moet echter uitwijzen of dit ook werkelijk de beste manier is.

Aangezien de blokken niet machinaal gelijmd kunnen worden zal (bijna) het hele productieproces handmatig moeten gebeuren. Dit is niet erg, er zullen uiteindelijk toch maar 22 banken geproduceerd worden. Wanneer het om honderden banken zou gaan, zou het pas economisch rendabel worden om het hele productieproces geautomatiseerd te laten verlopen. Dit is nu dus economisch gezien niet rendabel.

Productieproces (zie figuur 62)

1. *Onderstel maken van de pallets in de vorm van de bank*

De pallets moeten eerst in de vorm gemaakt worden zoals de bank er uiteindelijk uit komt te zien. Per 20 cm dat twee pallets elkaar raken moet er één bout ingedraaid worden om de pallets aan elkaar te verbinden. Er moet eerst een gat voorgeboord worden waar de bout door gedraaid kan worden. Aan de andere kant moet de bout vastgemaakt worden met een moer. De naden tussen de pallets moeten afgedicht worden zodat er later geen vocht meer door naar boven kan trekken in het karton. De blokken karton worden namelijk aan de onderkant niet voorzien van een laag epoxyhars.
2. *Vellen vouwkarton op maat snijden per afmeting en stapels maken*

De bank bestaat grotendeels uit afvalvellen. Deze vellen moet eerst op maat gesneden worden voordat er blokken van gemaakt kunnen worden. Het op maat snijden van de vellen kan machinaal gebeuren. Wanneer de vellen door de machine zijn geweest worden ze aan het einde op een grote stapel verzameld per afmeting.
3. *Blokken maken per afmeting in definitieve hoogte en op pallet met gelijke afmetingen plaatsen van het onderstel*

Nadat de vellen op maat zijn gesneden moeten er blokken worden gemaakt per afmeting in de juiste hoogte. Deze blokken moeten dan op een pallet geplaatst worden van dezelfde afmetingen.
4. *Bovenste vel vouwkarton van elk blok voorzien van bedrukking*

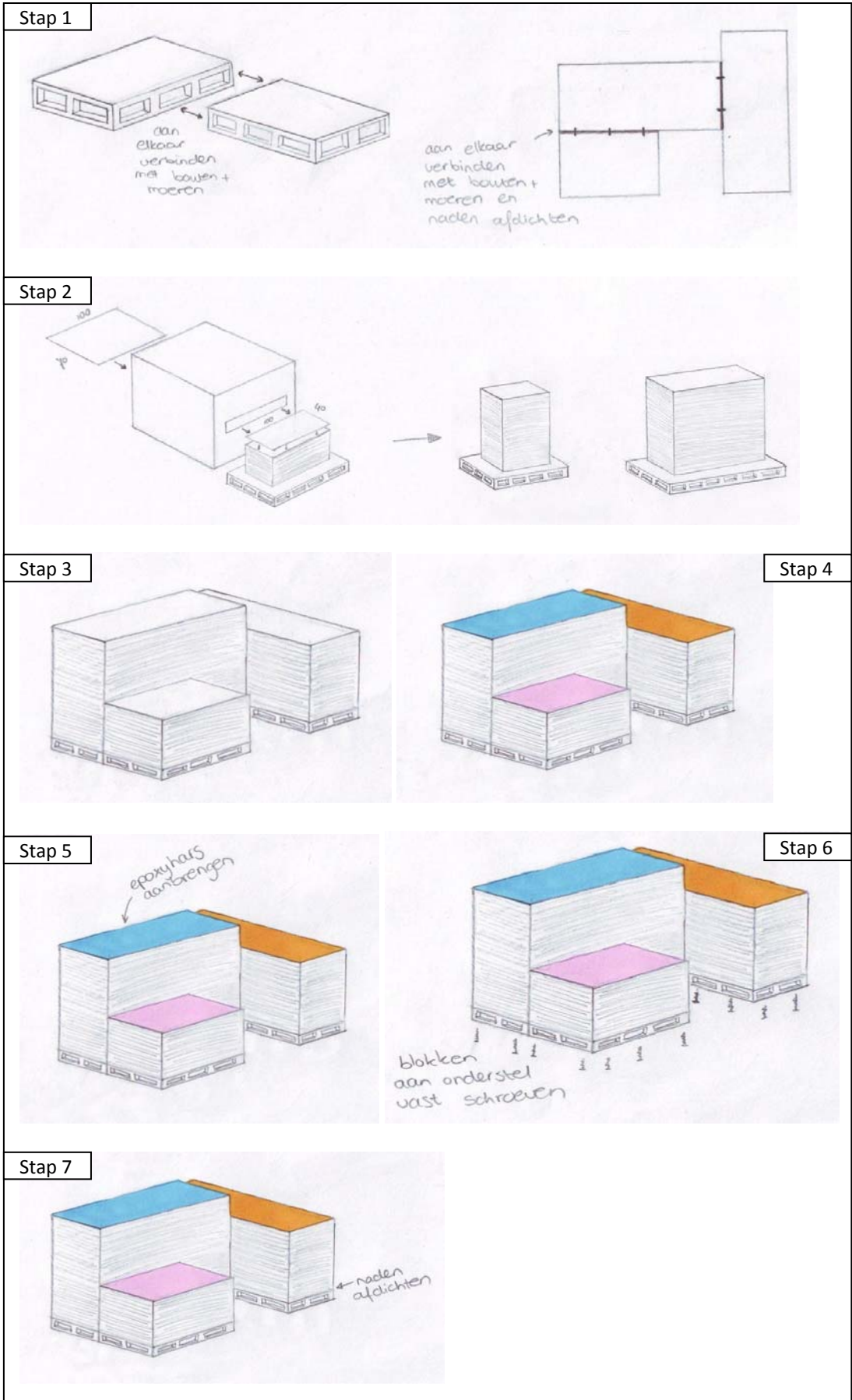
Aangezien het bovenste vel van elk blok zichtbaar is moet deze voorzien worden van bedrukking. Hiervoor is een nieuw vel vouwkarton nodig. Wanneer de vellen bedrukt zijn moeten deze ook weer op maat gesneden worden. De vellen met bedrukking moet nu op de blokken geplaatst worden met dezelfde afmetingen.
5. *De hele bank voorzien van epoxyhars met UV-filter (Axson RSF 816)*

Wanneer alle blokken op de juiste pallets zijn geplaatst kan begonnen worden met het aanbrengen van de laag/lagen epoxyhars. Er moet voor gezorgd worden dat de vellen allemaal nog recht liggen. Het is niet duidelijk hoeveel lagen epoxyhars nodig zijn om het karton waterdicht te maken. Waarschijnlijk zullen er een aantal lagen aangebracht moeten worden.
6. *Blokken vouwkarton aan het onderstel verbinden*

Wanneer de hele bank voorzien is van epoxyhars en is uitgehard moeten de blokken nog bevestigd worden aan de pallets. Vanaf onderen kunnen de schroeven door de pallets in de blokken worden gedraaid. Omdat dit van onderen gebeurd is het niet zichtbaar en is de kans kleiner dat de schroeven door buitenstaanders weer los worden gedraaid wanneer de bank buiten wordt geplaatst. Per 0,04 m² moet er één schroef gebruikt worden om het karton aan de pallet te bevestigen.
7. *Naad tussen de pallet en het karton afdichten*

Als de blokken op de pallets zijn geschroefd is er nog een naad tussen de pallets en de blokken. Deze moet misschien nog extra dicht gemaakt worden met een laag epoxyhars, anders kan hier water tussen komen. Wanneer het niet waterdicht gemaakt kan worden met epoxyhars zal een (siliconen)kit moeten worden gebruikt om de naden af te dichten.
8. *Bank neerzetten/ingraven op de plaats van bestemming*

Nadat de bank volledig is gedroogd kan de bank op de plaats van bestemming worden neergezet. Er zal gekeken moeten worden of de bank in of op de grond wordt geplaatst. Dit is onder andere afhankelijk van het gewicht van de bank. Wanneer het gewicht groot genoeg is kan de bank op de grond geplaatst worden. Wanneer de bank niet heel zwaar is zal de bank een stukje ingegraven moeten worden.



Figuur 62

Dit is echter een van de mogelijkheden om het productieproces te laten verlopen. De praktijk moet uitwijzen of dit ook daadwerkelijk werkt en de beste manier is. Ook moet de praktijk uitwijzen of de hoeveelheid bouten en schroeven zoals aangegeven werkelijk nodig zijn of dat er meer of minder nodig zijn. De hoeveelheid bouten en schroeven bij stap 1 en 6 zijn op gevoel gekozen.

Het aantal uren dat nodig is om een bank te produceren verschilt per bank. Elke bank heeft verschillende afmetingen en een verschillend ontwerp. In de paragraaf hierna is voor het prototype geschat hoeveel uren er nodig zijn.

Conclusie

Het productieproces kan op verschillende manieren verlopen. Ten eerste is er de keuze om de blokken vouwkarton per stuk te voorzien van epoxyhars of om de bank in zijn geheel te voorzien van epoxyhars. Dit is belangrijk voor de volgorde van het verder productieproces. Er is voor gekozen om de bank in zijn geheel te voorzien van epoxyhars. Dit scheelt tijd en geld. Het grootste nadeel is echter dat de bank heel groot wordt en daardoor lastiger te vervoeren is. Wanneer de bank blok voor blok voorzien zal worden van epoxyhars zou deze op de plek van bestemming in elkaar gezet kunnen worden en hoeft dit niet in de fabriek te gebeuren. Dit is een stuk gemakkelijker met het vervoeren en plaatsen van de bank. Het is echter duurder en kost meer tijd.

De tweede keuze die gemaakt moet worden is in welke volgorde het productieproces moet verlopen. Bijvoorbeeld eerst de vellen vouwkarton aan het onderstel schroeven of eerst de vellen vouwkarton voorzien van epoxyhars. In dit hoofdstuk is één productieproces weergegeven die waarschijnlijk het meest efficiënt is en het beste werkt. De praktijk zal dit echter moeten uitwijzen.

Een belangrijk punt waar op gelet moet worden tijdens dit productieproces is dat de onderkant van de bank waterdicht is. Deze wordt in bovenstaand productieproces niet voorzien van epoxyhars. De dichte pallets zullen ervoor moeten zorgen dat het vocht niet vanaf onderen de bank in trekt. Verder moet bekeken worden of de schroeven die vanaf onderen door de pallets in de blokken vouwkarton worden gedraaid ervoor zorgen dat deze stevig genoeg aan elkaar verbonden worden.

6.3 Kostenschatting

Om een indicatie te geven van de kosten van een bank is het prototype als voorbeeld genomen en zijn hiervan de totale kosten te berekend. Dit is echter een grove schatting aangezien sommige kosten lastig te bepalen zijn, zoals de hoeveelheid epoxyhars die nodig is en de benodigde manuren.

Voor het prototype zijn twee stapels vouwkarton gemaakt. Één stapel met de vellen met afmeting 40x60 cm, deze had een hoogte van 200 cm, en één stapel met de vellen met afmeting 40x100 cm, deze had een hoogte van 180 cm. Van deze stapels zijn kleinere blokken gemaakt per afmeting met verschillende hoogtes. De bank bestaat uit 6 blokken van 40x60 cm en 8 blokken van 40x100 cm. Van deze blokken is het prototype gemaakt (zie figuur 63).



Figuur 63

Kosten karton

Karton kost nieuw ca. €130,00 per 100 kg, maar aangezien er grotendeels gebruik wordt gemaakt van afvalvellen is dit niet de daadwerkelijke kostprijs. De eigenlijke kostprijs is de prijs die men misloopt doordat het karton nu niet als oud papier wordt verkocht. De waarde van oud papier is ca €37,50 per 1000 kg (= €0,0375 per kg). Dit is dus een stuk minder dan de € 1,30 per kg. €0,0375 per kg is de prijs waarmee gerekend moet worden.

Het karton dat gebruikt werd was ca. 325 grams vouwkarton (per m²) met een dikte van 59 µm. Dus wanneer een dikte wordt gecreëerd van 59 cm is dit 1000 vellen vouwkarton, het gewicht hiervan is 325 kg.

Er moet echter rekening mee gehouden worden dat de vellen vouwkarton die bovenop elk blok liggen voorzien moeten worden van bedrukking. Dit moeten dus nieuwe vellen vouwkarton zijn. Hiervoor geldt de prijs van €1,30 per kg en niet de prijs van €0,0375 per kg. De bank bestaat uit 6 blokken van 40x60 cm en 8 blokken van 40x100 cm. Het aantal vellen dat nieuw moet zijn voor de afmetingen 40x60 cm is 8 en voor de afmetingen 40x100 cm is 6.

De kosten voor het karton kunnen nu per afmeting worden berekend.

** Blokken vouwkarton met afmetingen 40x60 cm*

De stapel vouwkarton was 2 meter hoog. Dit zijn $200/59 \times 1000 =$ ca 3300 vellen.

$0,40 \times 0,60 \times 325$ gram = 78 gram per vel

$(3.300-8)$ vellen \times 78 gram = 256,78 kg

$\text{€}0,0375$ per kg \times 256,78 kg = €9,63

8 vellen die bedrukt moeten worden: 8×78 gram \times €1,30 per kg = €0,81

Totaal = €9,63 + €0,81 = €10,44

** Blokken vouwkarton met afmetingen 40x100 cm*

De stapel vouwkarton was 1,80 meter hoog. Dit zijn $180/59 \times 1000 =$ ca 3050 vellen.

$0,40 \times 1,00 \times 325$ gram = 130 gram per vel

$(3.050-6)$ vellen \times 130 gram = 395,72 kg

$\text{€}0,0375$ per kg \times 395,72 kg = €14,84

6 vellen die bedrukt moeten worden: 6×130 gram \times €1,30 per kg = €1,01

Totaal = €14,84 + €1,01 = €15,85

Totaalprijs van het karton komt op: €10,44 + €15,85 = €26,29

Kosten bedrukking karton

Het bedrukken van karton met de gewenste opdruk kost ca €0,50 per m². De drukplaten zijn al aanwezig bij Acket aangezien het dezelfde bedrukking is als die gebruikt is bij de uitnodiging van het 125-jarig bestaan. Deze kosten hoeven niet meer meegenomen te worden.

Alleen de bovenste platen vouwkarton van elk blok moeten voorzien worden van bedrukking. Deze zijn namelijk zichtbaar, de rest van de vellen zijn niet zichtbaar en hoeven daarom ook niet bedrukt te worden.

Het prototype heeft 8 blokken van 40x60 cm en 6 blokken van 40x100 cm. Deze 14 vellen die bovenop elk blok liggen moeten bedrukt worden.

De totale oppervlakte van de vellen is $8 \times 0,40 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} + 6 \times 0,40 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 4,32 \text{ m}^2$.

De totale kosten van de bedrukking bedragen: $4,32 \text{ m}^2 \times \text{€}0,50$ per m² = €2,16

Kosten epoxyhars met UV-filter

Epoxyhars met UV-filter, RSF 816 van Axson, kost ca €20,00 per kg (zie paragraaf 5.7). Het is echter niet duidelijk hoeveel er nodig is per m² om de bank waterdicht te krijgen.

Om de berekening te kunnen maken is ervan uit gegaan dat er 1 kg epoxyhars per m² nodig is. In paragraaf 5.7 is te lezen dat voor het gieten van de bank met polyurethaanhars ook ongeveer deze hoeveelheid nodig was volgens het bedrijf Intercol. De kosten worden nu ca €20,00 per m². Het is dus echter een grove schatting. De praktijk moet uitwijzen hoeveel kg er per m² nodig is. De totale oppervlakte van de bank is wel berekend. Wanneer men weet hoeveel de kosten worden per m² kan dit dus gemakkelijk herberekend worden.

De oppervlakte van de hele bank kan berekend worden. Het karton moet op vijf kanten voorzien worden van een laag epoxyhars, alleen de onderkant hoeft niet. Deze wordt namelijk op het onderstel geplaatst. De vlakken van de blokken die tegen elkaar aan zijn geplaatst worden niet voorzien van een laag epoxyhars. Hier kan men namelijk niet bij wanneer de hele bank in één keer gelakt wordt.

De oppervlakte is daarom aan de hand van foto's berekend. Per aanzicht is de totale oppervlakte per blok berekend. Hieruit volgt de totale oppervlakte per aanzicht en ten slotte de totale oppervlakte van de hele bank. Deze berekening is terug te vinden in bijlage 7.

De totale oppervlakte van de bank is 7,76 m². De totale kosten om het oppervlak van de bank te voorzien van een waterdichte laag epoxyhars bedragen: $7,76 \text{ m}^2 \times €20,00 \text{ per m}^2 = €155,20$

Kosten onderstel

Zoals te lezen is in paragraaf 5.9 wordt het onderstel gemaakt van kunststof pallets. De kosten van de pallets zijn ook gegeven in paragraaf 5.9. Een pallet van 400x600 mm kost ca €4,13, een pallet van 600x600 mm kost ca €6,19 en een pallet van 400x1000 mm kost ca €6,88.

In figuur 69 is de onderkant van het prototype te zien. Hierop is te zien dat er 3 blokken van 40x60 cm en 6 blokken van 40x100 cm zijn. Onder deze 9 blokken moeten de pallets geplaatst worden.



Figuur 69

De kosten hiervan bedragen:

Er zijn 3 pallets van 40x60 cm nodig: $3 \times €4,13 = €12,39$

Er zijn 6 pallets van 40x100 cm nodig: $6 \times €6,88 = €41,28$

De totale kosten van de pallets bedragen: $€12,39 + €41,28 = €53,67$

Hierbij moeten nog de schroeven meegerekend worden waarmee de pallets aan elkaar bevestigd worden. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat er één schroef nodig is per 20 cm (zie paragraaf 6.2) dat de pallets elkaar raken zijn er bij het prototype 22 schroeven nodig. De kosten voor een moer + bout kunnen geschat worden op €1,00 per stuk.

De totale kosten voor de bouten + moeren bedragen: $22 \text{ stuks} \times €1,00 \text{ per stuk} = €22,00$

Ook moeten de schroeven meegerekend worden die de blokken vouwkarton aan de pallets bevestigen. De totale oppervlakte van de onderkant van de bank is 3,12 m² (zie oppervlakte bovenaanzicht (bijlage 7)). Wanneer er vanuit wordt gegaan dat er één schroef nodig is per 0,04 m² (zie paragraaf 6.2) zijn er $3,12 \text{ m}^2 : 0,04 \text{ m}^2 = 78$ schroeven nodig voor de gehele bank. De kosten van één schroef kunnen schat worden op €0,20 per stuk.

De totale kosten voor de schroeven bedragen: $78 \text{ stuks} \times €0,20 \text{ per stuk} = €15,60$

De totale kosten van het onderstel bedragen: $€53,67 + €22,00 + €15,60 = €91,27$

Kosten manuren

De hele bank zal ook in elkaar gezet moeten worden. Er is een schatting gemaakt van het benodigde aantal uren. De praktijk zal moeten uitwijzen of de benodigde uren kloppen.

Benodigd aantal uren voor:

- * Het aan elkaar bevestigen van de pallets: 2 uur
- * Het op maat snijden van de vellen: 2 uur
- * Het maken van de blokken: 0,5 uur
- * Het drukken van de vellen met de gewenste bedrukking: 0,5 uur
- * Het aanbrengen van de epoxyhars (uitgaande van 3 lagen, tussendoor schuren): 3 uur
- * Het bevestigen van de blokken aan de pallets (het onderstel): 2 uur

Het totale aantal benodigde uren voor het maken van het prototype komt op ca 10 uren. De kosten per manuur zijn ca €12,00, uitgaande van een minimumloon van €8,72 per uur⁴¹. De totale kosten aan loon bedragen: 10 uren x €12,00 per uur = €120,00.

Totale kosten prototype bank

Wanneer alle kosten worden opgeteld is de kostprijs van de bank bekend. Dit is circa € 410,00 voor de bank zoals gemaakt bij het prototype. Het gaat echter om een grove schatting.

	Kosten
* Karton	€ 40,22
* Bedrukking karton	€ 2,16
* Epoxyhars met UV-filter	€ 155,20
* Onderstel	€ 91,27
* Manuren	€ 120,00
Totaal:	€ 408,85

Conclusie

De kosten van het prototype van de bank bedragen circa € 410,00. Aangezien er 22 banken gemaakt moeten worden, voor elke stads- en dorpskern van de gemeente Oss één, zullen de totalen kosten uitkomen op circa €410,00 x 22 banken = €9020,00. Het totale bedrag is echter lastig te bepalen, aangezien elke bank een ander ontwerp heeft en daardoor verschillende kosten met zich mee brengt.

Of de banken daadwerkelijk geproduceerd gaan worden zal beslist moeten worden door de opdrachtgever Acket. Het is niet aan de ontwerper om hierover een beslissing te nemen. De opdrachtgever zal moeten bepalen of het kostenplaatje binnen het budget van het bedrijf valt.

7. Conclusies en Aanbevelingen

7.1 Conclusies

De wens vanuit de opdrachtgever Acket was om de bank te maken van vouwkarton. Verder mochten er hulpmaterialen gebruikt worden mits deze duurzaam zijn of gerecycled kunnen worden. De bank is gemaakt van vouwkarton en de hulpmaterialen zijn bijna allemaal duurzaam. Zo is er gebruik gemaakt van afvalvellen vouwkarton en zijn de pallets voor het onderstel gemaakt van gerecycled kunststof. Dit past binnen het idee van de opdracht; duurzaam. De epoxyhars met UV-filter is echter niet goed voor het milieu. Dit is het enige punt waarop de bank niet duurzaam is.

Verder diende er tijdens de opdracht rekening mee gehouden te worden dat de bank onder andere 'hufferproof', waterbestendig, stevig en bij voorkeur brandvertragend is. Het ontwerp diende verder uitgewerkt te worden, met eventueel grafisch design tot een produceerbare bank.

Door het gebruik van de epoxyhars is er voor gezorgd dat de bank bestand is tegen water en dat de bank hufferproof is. Doordat er een laag epoxyhars over de gehele bank wordt aangebracht zijn er geen kopse kanten die onbeschermd blijven en op deze wijze ontstaan er geen naden waar water in kan komen. Hierdoor is het minder erg dat er water in de bank blijft staan (dit was een eis). Door een onderstel onder de bank te plaatsen is ervoor gezorgd dat het karton los van de grond staat en zodoende is het niet mogelijk dat er vocht vanuit de grond in het karton kan trekken.

Doordat de bank gemaakt is van massieve blokken vouwkarton is de bank stevig. Verder zorgen de massieve blokken en de epoxyhars ervoor dat de bank brandvertragend is. De ontbrandingstemperatuur van de epoxyhars ligt namelijk hoog (> 300 ° C). Toch moet ervoor gezorgd worden dat de epoxyhars zo min mogelijk in aanraking komt met vuur. Bij verbranding komen namelijk zeer giftige stoffen vrij. De epoxyhars zorgt echter wel voor een keiharde buitenlaag die hufferproof is.

Zoals eerder beschreven is de bank voorzien van een onderstel van gerecyclede kunststof pallets. Deze pallets kunnen per stuk aan elkaar verbonden worden en zorgen er op deze wijze voor dat de ontwerpvrijheid niet wordt beperkt. Ook zorgt het onderstel ervoor dat alle blokken bij elkaar gehouden worden. Op deze manier kan de bank (of delen ervan) niet onrechtmatig meegenomen worden. Verder zorgen de pallets voor een optimale gewichtsverdeling van de bank.

Om de bank te laten refereren aan het 125-jarig bestaan van Acket is de uitnodiging die verstuurd werd als uitgangspunt genomen voor de bedrukking van de bank. Zo zijn de kleuren cyaan, magenta, geel en blauw gebruikt en is hetzelfde motief gebruikt als in de uitnodiging. Op deze manier is er gezorgd voor grafisch design op de bank.

Verder was het de wens om de bank grotendeels machinaal te maken bij Acket. Dit is echter niet gelukt. Het grootste gedeelte van het productieproces moet handmatig worden uitgevoerd. Dit is echter niet erg, aangezien er maar 22 banken geproduceerd gaan worden. Het is de bedoeling om in elke stads- en dorpskern van de gemeente Oss een bank te plaatsen. Doordat de bank is opgebouwd uit allemaal losse blokken kunnen verschillende banken worden samengesteld. Hierdoor kan voor elke stads- en dorpskern een ander ontwerp worden gemaakt en komen er niet 22 dezelfde banken te staan.

Er is vanuit de opdrachtgever geen eis gesteld aan de exacte levensduur van de bank. De praktijk zal moeten uitwijzen hoe lang de bank meegaat. Door gebruik te maken van epoxyhars zal de bank waarschijnlijk geruime tijd bestand zijn tegen water en hufferproof zijn. Het onderstel zorgt ervoor dat het gewicht wordt verdeeld en dat de bank niet inzakt.

7.2 Aanbevelingen

Voordat de bank daadwerkelijk buiten kan worden geplaatst, zullen verschillende onderdelen beter uitgezocht en getest moeten worden. Verder zijn er een aantal aandachtspunten gegeven waar op gelet moet worden tijdens het ontwerpen van de verschillende banken.

Aangezien de bank nu niet meer via de drukpers geproduceerd wordt is het mogelijk om ook andere vormen te ontwerpen dan alleen vierkant. De maximale afmeting van de platen blijft echter 70x100 cm. Er kunnen dus ook meer ronde vormen gemaakt worden. Nadeel hiervan is echter dat het maken van de bijbehorende onderstellen complexer wordt.

Er zullen een aantal aspecten getest moeten worden voordat de bank daadwerkelijk buiten kan komen te staan. Zo zal met de epoxyhars getest moeten worden hoeveel lagen er nodig zijn voordat de bank waterdicht is. Het is niet bekend hoeveel kg epoxyhars er nodig is per m². Dit kan gedaan worden door eerst één laag epoxyhars op een blok aan te brengen en vervolgens het blok 24 uur in het water te leggen. Wanneer blijkt dat het blok niet waterdicht is wordt dezelfde procedure herhaald, maar dan met twee lagen epoxyhars. Dit moet net zo lang herhaald worden tot duidelijk is met hoeveel lagen de bank waterdicht en hufproof is.

Een andere optie is om op zoek te gaan naar een alternatief voor de epoxyhars. De hele bank is namelijk duurzaam door gebruik van afvalvellen en gerecyclede pallets. De epoxyhars is het enige materiaal dat niet duurzaam is. Wanneer hier een alternatief voor gevonden kan worden kan de bank geheel duurzaam worden gemaakt. Dit is waarschijnlijk wel lastig, aangezien de bank waterdicht en hufproof moet zijn. Tijdens de opdracht zijn hier geen materialen of methoden voor gevonden.

Verder moet getest worden in hoeverre de bank hufproof is. Dit kan getest worden door de bank in aanraking te laten komen met vuur, door de bank proberen te bewerken met een scherp voorwerp en door flinke krachten te laten werken op de bank. Vooral wanneer er hogere en lagere blokken naast elkaar worden geplaatst moet er getest worden of de hogere blokken niet 'afgebroken' kunnen worden. Wanneer dit wel het geval is zullen de hogere blokken op de lager blokken gelijmd moeten worden voor extra stevigheid. Ook kan ervoor gekozen worden om de hoogteverschillen zo klein mogelijk te houden.

Qua onderstel moet gekeken worden welke pallets het gewicht van de blokken plus personen kan dragen. Ook moet gekeken worden naar welke bedrijven gerecyclede kunststof pallets kunnen leveren in de afmetingen; 400x600 mm, 600x600 mm en 400x1000 mm. Verder moet gekeken worden of de pallets door middel van schroeven gemakkelijk aan elkaar te bevestigen zijn en of er tussen de pallets onderling een waterdichte aansluiting kan worden gevormd. Wanneer dit niet het geval is kan vocht vanaf de grond tussen de kieren van de pallets in het karton trekken. De kartonnen blokken zullen dan ook aan de onderkant voorzien moeten worden van een laag epoxyhars. Verder moet gekeken worden of de bank vast gemaakt moet worden aan de grond of dat de bank los op de grond kan worden geplaatst.

Wanneer er voor wordt gekozen om niet 22 verschillende banken, maar 22 dezelfde banken (in ieder geval qua onderstel) te maken, zal het onderstel ook op een andere manier gemaakt kunnen worden dan pallets tegen elkaar aan te plaatsen. Er zal nu een onderstel gemaakt kunnen worden uit één stuk die niet meer handmatig aan elkaar bevestigd hoeft te worden. Dit zorgt ervoor dat de het onderstel niet meer bij Acket in elkaar gezet hoeft te worden, maar dat dit volledig uitbesteed kan worden. Ook hoeft er nu niet elke keer een ander onderstel te worden gemaakt. Er kan één onderstel aangehouden worden waarop verschillende blokken combinaties kunnen worden geplaatst. Hierdoor kunnen toch een aantal verschillende ontwerpen worden gerealiseerd, maar is maar één onderstel nodig.

Bij het ontwerpen van de verschillende banken moet er gelet worden op de maten van de mens zoals aangegeven in het programma van eisen. Zo moet de zithoogte zich tussen de 30 en 60 cm bevinden.

Het productieproces zoals beschreven in het verslag is een mogelijkheid om het te doen. Wanneer men begint aan de productie kan het zijn dat er punten naar voren komen die beter in een andere volgorde uitgevoerd kunnen worden. De praktijk zal moeten uitwijzen wat de beste manier is om de banken te maken. Wanneer de wens wil worden gehaald van dat de bank geheel machinaal gemaakt moet worden, zal dit nog verder uitgezocht moeten worden. Dit is waarschijnlijk echter niet economisch rendabel, aangezien de productiehoeveelheid kleine aantallen bedraagt.

Aangezien de bank nog vervoerd moet worden moet tijdens het ontwerp en het productieproces gelet worden op het gewicht en de afmetingen van de bank. Als de bank te zwaar en te groot wordt, is het lastig om de bank nog te vervoeren in een vrachtwagen en zo op de plaats van bestemming te krijgen.

Bronvermelding

- ¹ Acket (2009). <http://www.acket.nl/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ² Gemeente Oss (n.d.). <http://www.oss.nl/content.jsp?objectid=172171>, geraadpleegd op 05-01-2010
- ³ Bijleveld, E. (2006). *Ergonomisch Handboek*, <http://ipo.hro.nl/studieprogramma/engcip1203%20mens-product%20interactie/Ergonomischzakboek-E-Bijleveld.pdf>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ⁴ Papierfabriek, Het Klokhuis, NPS, 26-02-2007
- ⁵ Informatiecentrum Papier en Karton (2009). *Productie*, <http://www.papierenkarton.org/index.php?id=3>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ⁶ Klooster, R. ten (2008), *Zakboek verpakkingen*, Onbekend: Reed business
- ⁷ <http://nl.wikibooks.org/wiki/Papier>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ⁸ Informatiecentrum Papier en Karton (2009). *Recycling*, <http://www.papierenkarton.org/index.php?id=13>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ⁹ Milieu Centraal (n.d.). *Papier en karton*, <http://www.milieucentraal.nl/pagina.aspx?onderwerp=Papier%20en%20karton>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁰ FSC Nederland (2009). <http://www.fscnl.org/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹¹ Bouwens, B. (2004). Op papier gesteld *De geschiedenis van de Nederlandse papier- en kartonindustrie in de twintigste eeuw*, Onbekend: Boom
- ¹² Bouwen in eigen beheer BV (2006). *Golfkarton*, http://www.bouwenineigenbeheer.nl/admin/assets/pdf/files/structure/section005/folders/PDFAlgemeen/files/Fabricatie_golfkarton.pdf, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹³ Onbekend (n.d.). *Vouwkarton*, <http://www.a-c-s.nl/Vouwkarton.php>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁴ Smurfit Kappa (n.d.). <http://www.solidboard.com/nl/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁵ Smurfit Kappa Group (2009). *What is solid board*, <http://www.smurfitkappa-specialties.com/DropdownMenu/Products/Solid+Board/Board/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁶ Besin International (n.d.). <http://www.besin.com/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁷ Europal Group (2008). *HONEYPAL® HONINGRAATKARTON*, <http://www.europal.be/functions/list.asp?Lid=15&pnav=;3;30;&item=55>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁸ Rijkdom, R.J. van (2007). *De BeeCabin is meer dan alleen Beeboard*, Bijlage 10 Interview Han Diderich, Besin International (07-12-2006), http://essay.utwente.nl/58176/1/scriptie_van_Rijkom.pdf, geraadpleegd op 24-11-2009
- ¹⁹ Besin International (n.d.). *Toepassingen*, <http://www.besin.com/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²⁰ Graas, D. (2009). <http://www.davidgraas.com/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²¹ Vitra (2009). <http://www.vitra.com/nl-nl/home/products/wiggle-side-chair/overview/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²² Vitra (2009). <http://www.vitra.com/nl-nl/home/products/red-beaver/overview/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²³ itdesign (n.d.). http://www.it-happens.ch/eng/bett_1.html, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²⁴ Katie&co (2007-2009). <http://www.katieco.nl/a-8684158/green-lullaby-israël/kartonnen-wieg>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²⁵ Pinzaan Company (2009). <http://www.flexiblelove.com/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²⁶ Onbekend (n.d.). <http://www.ro-ad.org/nl/projecten/23.htm>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²⁷ Heijden, B. van der (9 juli 2005). *Knutselen aan een kantoor van karton*, BN/DeStem
- ²⁸ Beesign-Concepts (2005). <http://www.beesign-concepts.com/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ²⁹ Bokaplast verpakkingen (n.d.). <http://www.rebuck.nl/>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ³⁰ PKF B.V. (n.d.). <http://www.pkfpallets.nl/index.php/nl/nieuws/30-introductie-wgpallet>, geraadpleegd op 24-11-2009
- ³¹ Eekhout, M., Verheijen, F., Visser, R. (2008). *Cardboard in Architecture*,

Amsterdam: IOS Press

³² Beesign-Concepts (n.d.) http://walteramerika.blogspot.com/walter_amerika_/files/4_poster_beecabin_bhf.pdf, geraadpleegd op 24-11-2009

³³ Shigeru Ban Architects (2009). <http://www.shigerubanarchitects.com/>, geraadpleegd op 24-11-2009

³⁴ Ajax Flamelock (n.d.). <http://www.flamelock.nl/>, geraadpleegd op 24-11-2009

³⁵ A UTC Fire & Security Company (2009). <http://www.ajaxfire.nl/utcfs/Templates/Pages/Template-50/0,8061,pageld%3D1726%26siteId%3D450,00.html>, geraadpleegd op 24-11-2009

³⁶ Poly-Service BV (2009). <http://www.polyservice.nl/Poly-Pox-THV-500----1-kg-epoxyhars-p-16177.html>, geraadpleegd op 27-11-2009

³⁷ Poly-Service BV (2009). <http://www.polyservice.nl/DD-Lak-UV-750-gr-set-blank-hoogglans-p-16233.html>, geraadpleegd op 27-11-2009

³⁸ Intercol BV (n.d.), <http://www.gietharsen.nl/NL-index.htm>, geraadpleegd op 27-11-2009

³⁹ Rajapack (2002-2009). <http://verpakking.com-leader.com/raja.nl-zakken-presentatie-pvc-krimfolie-2138450.html>, geraadpleegd op 27-11-2009

⁴⁰ The Plastic Pallets Company (2007). http://www.plasticpalletscompany.com/retour_en_eenmalige_pallets, geraadpleegd op 02-12-2009

⁴¹ FNV (2009). <http://www.loonwijzer.nl/home/minimumlooncheck>, geraadpleegd op 05-12-2009

Bijlagen

- 1. Plan van aanpak**
- 2. Tabel Conceptkeuze**
- 3. Datasheets lijm Eukalin 6000 VLC 440**
- 4. Datasheet epoxyhars RSF 816**
- 5. Tabel Keuze materiaal/methode om karton waterdicht te maken**
- 6. Tabel Keuze onderstel**
- 7. Oppervlakteberekening prototype**

Bijlage 1, Plan van aanpak

Plan van Aanpak voor het Ontwerpen van een bankje van karton voor in de openbare ruimte van de gemeente Oss

Opdrachtgever: Acket drukkerij – kartonnage

Bacheloropdracht
Naam: Mariska Vos
Studentnummer: s0147001
Begeleider: Nienke Peeters
Datum: 7 september 2009

Actoranalyse

Acket drukkerij – kartonnage is een familiebedrijf gevestigd te Oss en opgericht in 1884. Acket ontwikkelt en produceert verpakkingen voor zowel de food als de non-food industrie. Er wordt veel tijd besteed aan het ontwikkelen van uitdagende concepten met gedetailleerde oplossingen. Het bedrijf heeft zich door de jaren heen ontwikkeld tot een van de grootste en modernste bedrijven op het gebied van vouwkarton en direct bedrukte microgolf verpakkingen in Nederland.¹

De visie van Acket is het streven naar langdurige relaties met haar afnemers. Deze relaties zijn gebaseerd op tevredenheid over kwaliteit, service en flexibiliteit. In de samenwerking met de afnemers zijn vertrouwen, integriteit en maatschappelijk verantwoord ondernemen kernelementen van de bedrijfscultuur, samengevat in het begrip “Friends in packaging”.²

Op 14 januari 2009 bestond Acket 125 jaar. Om dit te vieren wordt er gedurende een jaar om de 2 maanden op de 14^{de} van de maand een bedrijfsgerelateerd geschenk gegeven aan relaties. Op 14 november 2009 is het de laatste keer dat dit gaat plaatsvinden. Op deze dag wordt een groot feest gehouden en wil Acket de gemeente Oss graag een cadeau aanbieden. Aangezien de gemeente Oss in een bijeenkomst heeft laten weten over te weinig bankjes te beschikken voor in de openbare ruimte, heeft Acket besloten de gemeente Oss bankjes van karton te schenken.

Projectkader

Door het schenken van kartonnen bankjes aan de gemeente Oss wil Acket laten zien wat er allemaal mogelijk is met karton. Wanneer dit ‘project’ succesvol afgerond wordt kan Acket wellicht in de toekomst naast verpakkingen meer producten van karton op de markt brengen en op deze manier hun afzetmarkt vergroten. Verder ziet Acket het als een goede manier om reclame te maken voor het bedrijf.

De bedoeling is om de bankjes buiten te plaatsen in de openbare ruimte van de gemeente Oss. Aangezien karton mogelijk niet goed weerbestendig te maken is, dient de mogelijkheid open gehouden te worden om de bankjes zowel binnen als buiten te kunnen plaatsen. Verder moet er onderzocht worden of karton stevig genoeg is om als bankje te kunnen fungeren en moet er onderzocht worden in hoeverre het bankje ‘hufteerproof’ is. Aangezien Acket alleen gebruik maakt van vouwkarton, dat wellicht niet het beste soort karton is voor een bankje, wordt er ook gekeken naar andere soorten karton. Daarom wordt de mogelijkheid opengehouden om andere kartonverwerkende bedrijven te betrekken bij de realisatie van dit bankje, naast de opdrachtgever Acket. Aangezien het dus niet duidelijk is of karton als materiaal te gebruiken is voor een bankje, moet dit eerst onderzocht worden. Het is overigens toegestaan om tot op zekere hoogte hulpmaterialen te gebruiken, mits deze duurzaam zijn.

Doelstelling

Het doel van de opdracht is het ontwerpen van een bankje van karton voor in de openbare ruimte dat als relatiegeschenk zal dienen voor de gemeente Oss. Het bedrijf Acket drukkerij – kartonnage bestaat dit jaar 125 jaar en wil daarom de gemeente Oss een cadeau aanbieden. Op 14 november moet het ontwerp van het bankje klaar zijn en moet er duidelijk zijn in hoeverre het maken van een bankje van karton haalbaar is. Na 3 maanden moet duidelijk zijn of dit een ‘succesvol project’ is geweest en wat het Acket heeft opgeleverd.

Dit zal gedaan worden door een analyse te maken van verschillende soorten karton, vergelijkbare producten van karton te analyseren, analyses uit te voeren met betrekking tot de mate van weerbestendigheid en hufteerproofheid en door een analyse te maken van huidige bankjes. Uiteindelijk

zullen deze resultaten leiden tot het ontwerp van het bankje. Na het ontwerp zal er nog een evaluatie plaatsvinden.

Vraagstelling

1. Hoe kunnen beschikbare soorten karton worden toegepast voor het bankje?

- a) Welke soorten karton zijn er?
- b) Waar zijn de soorten karton van gemaakt?
- c) Wat zijn de eigenschappen/kenmerken van de soorten karton?
- d) Wat zijn de eigenschappen van de soorten karton op het gebied van weersbestendigheid/water?
- e) Wat zijn de eigenschappen van de soorten karton op het gebied van vuurbestendigheid?
- f) Wat zijn de eigenschappen van de soorten karton op het gebied van stevigheid?
- g) Voor welke producten wordt het karton nu al gebruikt?

2. Hoe kunnen andere producten van karton dienen als inspiratiebron voor het bankje?

- a) Welke producten die zijn gemaakt van karton kunnen als inspiratiebron dienen?
- b) Van welk soort karton zijn de producten gemaakt?
- c) Welke kenmerken/eigenschappen bezitten de producten?
- d) Wat zijn de eigenschappen van de producten op het gebied van weersbestendigheid/water?
- e) Wat zijn de eigenschappen van de producten op het gebied van vuurbestendigheid?
- f) Wat zijn de eigenschappen van de producten op het gebied van stevigheid?
- g) Hoe is ervoor gezorgd dat de producten deze eigenschappen bezitten?
- h) In hoeverre is dit op een duurzame manier gebeurd?

3. Op welke manier is karton het beste bestand tegen weersinvloeden/water?

- a) Welke kartonsoort is het beste bestand tegen weersinvloeden/water?
- b) Welke duurzame manieren kunnen gebruikt worden om ervoor te zorgen dat het karton langer bestand is tegen weersinvloeden/water?

4. Op welke manier is karton het beste bestand tegen vuur?

- a) Welke kartonsoort is het beste bestand tegen vuur?
- b) Welke duurzame manieren kunnen gebruikt worden om ervoor te zorgen dat het karton langer bestand is tegen vuur?

5. Op welke manier is karton het stevigst?

- a) Welke kartonsoort kan het beste gebruikt worden om loodrecht op het oppervlak geplaatste krachten op te vangen?
- b) Welke duurzame manieren/constructies kunnen gebruikt worden om loodrecht op het oppervlak geplaatste krachten op te vangen?
- c) Welke kartonsoort kan het beste gebruikt worden om in de lengterichting van het oppervlak geplaatste krachten op te vangen?
- d) Welke duurzame manieren/constructies kunnen gebruikt worden om in de lengterichting van het oppervlak geplaatste krachten op te vangen?

6. Welke eisen worden aan het bankje gesteld?

- a) Welke wettelijke regels zijn er verbonden aan een bankje?
- b) Welke richtlijnen zijn er op het gebied van ergonomie?
- c) Welke eisen worden vanuit Acket aan het bankje gesteld?

7. Hoe kunnen bestaande bankjes dienen als inspiratiebron voor het ontwerp van het bankje?

- a) Wat voor bankjes zijn er op dit moment op de markt?
- b) Hoe ziet de constructie van deze bankjes eruit?
- c) Hoe zijn de bankjes vormgegeven?

8. Hoe kan het ontwerp van het bankje refereren aan Acket?

- a) Wat zijn kenmerken van Acket?
- b) Hoe kunnen deze kenmerken terugkomen in het ontwerp?

9. Hoe kan het ontwerp van het bankje passen in de openbare ruimte van Oss?

- a) Welke openbare ruimten zijn er in Oss?
- b) Wat zijn de kenmerken van de openbare ruimte in Oss?
- c) Hoe kunnen deze kenmerken terugkomen in het ontwerp?

10. In hoeverre voldoet het bankje aan de eerder gestelde eisen?

- a) In hoeverre voldoet het bankje aan de wettelijk gestelde regels?
- b) In hoeverre voldoet het bankje aan de richtlijnen die zijn gesteld op het gebied van ergonomie?
- c) In hoeverre voldoet het bankje aan de eisen van Acket?

11. Welke aanbevelingen kunnen gedaan worden ten aanzien van het bankje?

- a) In welke openbare ruimte kan het bankje het beste geplaatst worden?
- b) Wanneer moet het bankje vervangen worden?
- c) Hoelang kan het bankje gebruikt worden?
- d) Hoe kan Acket ervoor zorgen dat het bankje zo lang mogelijk mee gaat?

12. Wat heeft dit project Acket opgeleverd?

- a) Welke positieve punten heeft dit project Acket opgeleverd?
- b) Welke negatieve punten heeft dit project Acket opgeleverd?
- c) Wat vindt de gemeente Oss van het bankje van karton?
- d) In hoeverre is het een goed idee geweest om een bankje van karton te maken?
- e) In hoeverre ziet Acket, naar aanleiding van dit project, mogelijkheden om in de toekomst hun afzetmarkt te vergroten?

Begripsbepaling

Bankje: Een zitobject voor 3 à 4 personen

Ontwerp: Tekening van het bankje op papier

Dit project: het realiseren van een bankje van karton

Strategie

Vraag	Strategie	Materiaal	Ontsluiting
1a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
1b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
1c	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
1d	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
1e	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
1f	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
1g	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2c	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2d	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2e	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2f	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2g	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
2h	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet

	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
3a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
	Experiment	Karton	Acket, andere bedrijven die karton produceren
3b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
4a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
	Experiment	Karton	Acket, andere bedrijven die karton produceren
4b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
5a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
	Experiment	Karton	Acket, andere bedrijven die karton produceren
5b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
	Experiment	Karton	Acket, andere bedrijven die karton produceren
5c	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
	Experiment	Karton	Acket, andere bedrijven die karton produceren
5d	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Interview	Personen	Deskundigen binnen bedrijf
	Experiment	Karton	Acket, andere bedrijven die karton produceren
6a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
	Inhoudsanalyse	Documenten	Wetgegevens
6b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
6c	Interview	Personen	Opdrachtgever

7a	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
7b	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet
7c	Bureauonderzoek	Media	Boeken, internet

8a	Bureauonderzoek	Media	Internet
	Interview	Personen	Opdrachtgever, werknemers binnen Acket
8b	Ontwerpen		

9a	Bureauonderzoek	Media	Internet
	Veldonderzoek	Gebied	Omgeving gemeente Oss
9b	Bureauonderzoek	Media	Internet
	Veldonderzoek	Gebied	Omgeving gemeente Oss
9c	Ontwerpen		

10a	Bureauonderzoek	Documenten	Eerder gestelde eisen
	Experiment	(Delen van) het bankje	
10b	Bureauonderzoek	Documenten	Eerder gestelde eisen
	Experiment	(Delen van) het bankje	
10c	Bureauonderzoek	Documenten	Eerder gestelde eisen
	Experiment	(Delen van) het bankje	

11a	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht
11b	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht
11c	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht
11d	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht

12a	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht
	Interview	Personen	Opdrachtgever Acket
12b	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht
	Interview	Personen	Opdrachtgever Acket
12 c	Interview	Personen	Gemeente Oss
12d	Bureauonderzoek	Documenten	Resultaten gehele opdracht
	Interview	Personen	Opdrachtgever Acket
12 e	Interview	Personen	Opdrachtgever Acket

Planning

	Week 37 7-sep	Week 38 14-sep	Week 39 21-sep	Week 40 28-sep	Week 41 5-okt	Week 42 12-okt	Week 43 19-okt	Week 44 26-okt	Week 45 2-nov	Week 46 9-nov	Week 47 16-nov	Week 48 23-nov	Week 49 30-nov	
	Onderzoek				Uitloop		Ontwerp			Evaluatie				
Plan van Aanpak maken	40									Uitloop				
Kartonsoorten analyseren		25	30											
Vergelijkbare producten van karton analyseren			10	40										
Op welke manier is karton het beste bestand tegen weersinvloeden/water?					15									
Op welke manier is karton het beste bestand tegen vuur?					15									
Op welke manier is karton het stevigst?					10	20								
Programma van eisen maken		15												
Bankjes onderzoek							10							
Tekeningen van Acket en de gemeente Oss vaststellen							15							
Bankje ontwerpen							15	25	25					
Bankje toetsen aan gestelde eisen (loopt deels parallel met de andere activiteiten)								10	10					
voorbereiding + interviews Acket en gemeente Oss												10		
Aanbevelingen en evaluatie													40	
Verslaggeving (loopt parallel met de andere activiteiten)		2	2	2	2	2	2	2	2			2	2	40

Knelpunten en oplossingen

Het kan zijn dat er na het onderzoeksgedeelte uit komt dat een bankje maken van karton voor buiten niet haalbaar is. Een oplossing is om te kijken of het wel haalbaar is om het bankje binnen te plaatsen. Als dit ook niet haalbaar is moet er gekeken worden hoe dit opgelost kan worden. Bijvoorbeeld met behulp van andere materialen of dat er een ander meubelstuk van gemaakt wordt.

Een ander knelpunt is dat op 14 november het bankje nog niet klaar is. Dit kan opgelost worden door de gemeente alleen tekeningen aan te bieden (en wanneer er tijd over is ook een schaalmodel).

Referenties

- ¹: Website Acket drukkerij – kartonnage, www.acket.nl, 1 september 2009
- ²: Website Acket drukkerij – kartonnage, www.acket.nl, 1 september 2009

Bijlage 1: Originale Opdrachtomschrijving

Bachelor opdracht bank van vouwkarton

Opdracht omschrijving

Drukkerij Acket uit Oss bestaat dit jaar 125 jaar en ter gelegenheid hiervan biedt de drukkerij de gemeente Oss een cadeau aan. Dit cadeau zal bestaan uit een aantal bankjes die in de stad geplaatst kunnen worden. Deze bachelor opdracht omvat het ontwerp van deze banken, als restrictie wordt gegeven dat de banken van vouwkarton gemaakt moeten worden. Drukkerij Acket maakt verpakkingen van karton, dus daar moet het aan refereren.

Oss is een industrie stad, dus de banken mogen in deze industriële omgeving passen. Er dient rekening gehouden te worden dat ze onder andere 'hufferproof', onverwoestbaar en waterbestendig zijn. Het ontwerp dient verder uitgewerkt te worden, met evt. grafisch design tot een produceerbaar bankje.

Opdrachtgever

Acket Drukkerij kartonnage b.v.
www.acket.nl

Looptijd

Het plan is om de banken in november aan de gemeente Oss aan te bieden. Voor november dient de bacheloropdracht dus geheel uitgevoerd te zijn.

Contact

Voor meer contact over deze opdracht neem contact op met Nienke Peeters
n.peeters@utwente.nl
Kamer N218 (aanwezig op donderdag en vrijdag)

Bijlage 2, Conceptkeuze

Criteria	Concept			
	Rollen	Blokken	Kokertjes	Combinatie
De bank is gemaakt van vouwkarton	5	5	5	3
De bank refereert aan Acket	2	5	5	3
De bank is stevig	5	5	1	2
De bank is massief	5	5	2	2
De bank heeft relatief weinig kopse kanten	5	2	2	3
De bank kan bij Acket bedrukt worden	1	5	5	3
De bank is goedkoop om te bedrukken	2	4	4	4
De bank kan bij Acket geproduceerd worden	1	5	5	3
De bank is eenvoudig te produceren	4	3	1	2
De bank is machinaal te produceren	4	4	1	3
De bank is goedkoop om te produceren	2	3	2	3
De bank kan gemaakt worden van afvalmateriaal	?	5	2	3
Totaal:	36	51	35	34

Bijlage 3, Datasheet lijm Eukalin 6000 VLC 440

Z E K E R H E I D S F I C H E
(EU-Directive 91/155/EG)

Produktnaam: EUKALIN 6000 VLC 440
Datum : 16.12.05 Revisiedatum : 18.11.05 pagina: 1/4

1. Identificatie van de stof of het preparaat en van de vennootschap/onderneming
Produktnaam en code: **EUKALIN 6000 VLC 440**
Kleefstof

Naam, volledig adres en telefoonnummer van de leverancier:

EUKALIN Spezial-Klebstoff Fabrik GmbH

Ernst-Abbe-Str. 10

D-52249 Eschweiler Duitsland

Telefoonnummer: **0049/2403/6450-0** Fax: **0049/2403/645026**

Officieel informatiecentrum: **Laboratorium** Telefoon: **0049/2403/645025**

Telefoonnummer voor noodgevallen: 0049/2403/6450-0

2. Samenstelling en informatie over de bestanddelen
chemische betekenis : Waterige kunstharst dispersie

Stoffen die een gezondheidsrisico vertegenwoordigen volgens:

CAS-Nr.	Naam	Conc. -%	Symb.	R-zinnen
---------	------	----------	-------	----------

(Zie rubriek 16 voor de volledige tekst van de R-zinnen)

3. Risico's: (zie hoofdstuk III)
Bijzondere tips bij gevaar voor mens en milieu :
niet van toepassing
-

4. Eerste hulp-maatregelen:

Algemeen:

niet van toepassing

Inademing:

geen bijzondere maatregelen nodig

Contact met de huid:

Verontreinigde kleding uittrekken. De huid grondig wassen met water en zeep.

Zonodig een voor het doel geschikt reinigingsmiddel toepassen.

Contact met de ogen:

Gedurende minimaal tien minuten grondig spoelen met stromend water, terwijl de ogen worden opgehouden. Een arts raadplegen.

Opname door de mond:

Bij inslikken van het produkt onmiddellijk een arts raadplegen. Patiënt laten rusten.

5. Brandbestrijdingsmaatregelen

Algemeen :

Onbrandbaar produkt

Aanbevolen blusmiddelen :

waterstraal, alcoholbestendig schuim, CO₂, poederblussers, waternevel.

Niet gebruiken :

niet van toepassing

Gevaarlijke verbrandingsprodukten :

niet van toepassing

Speciale beschermende uitrusting voor brandweerlieden :

niet van toepassing

Z E K E R H E I D S F I C H E
(EU-Directive 91/155/EG)

Produktnaam: EUKALIN 6000 VLC 440
Datum : 16.12.05 Revisiedatum : 18.11.05 pagina: 2/4

6. Maatregelen bij accidenteel vrijkomen van de stof of het produkt

Persoonlijke maatregelen :

niet van toepassing

Milieu voorzorgsmaatregelen :

plaatselijke voorschriften nakomen.

Reinigingsmethoden :

grote hoeveelheden afpompen, de rest met bindmateriaal behandelen,
b.v. zaagsel en volgens voorschriften opruimen.

7. Gebruik en opslag

Gebruik:

persoonlijke maatregelen: gedurende de produktie voor voldoende ventilatie zorgen.

technische maatregelen: geen bijzondere brand- en/of explosie-maatregelen nodig.

Opslag:

opslag-condities: tegen vorst beschermen

opslag-temperatuur: niet beneden 0° C opslaan.

opslag-beperkingen: niet van toepassing.

8. Maatregelen ter beheersing van blootstelling / persoonlijke bescherming

Technische veiligheidsmaatregelen:

voor voldoende ventilatie zorgen.

Blootstellingslimieten:

De volgende MAC-waarden zijn van toepassing:

Bron:

CAS-No.	Naam
---------	------

Persoonlijke bescherming:

Bescherming van de ademhalingswegen:

niet van toepassing

Bescherming van de handen:

Bij regelmatig en/of langdurig contact handschoenen gebruiken.

Een afsluitende crème kan helpen om de blootgestelde huddelen te

beschermen. Deze mag echter niet worden toegepast indien contact al heeft plaatsgevonden.

Bescherming van de ogen:

Gebruik veiligheidsbrillen die beschermen tegen spetters.

Bescherming van de huid:

Wassen of douchen en arbeidskleding sorteren.

9. Fysische en chemische eigenschappen

Vorm : dik vloeibaar

Geur: typisch

	waarde	eenheid	methode
Vlampunt:		°C	N.A.
Viscositeit: (bij verwerkings-temp.)	4200 mPa*s +- 10%		
Dichtheid: bij 20 °C	1.08	g/ml	
Dampdichtheid bij 20°C:		mbar	
Onderste explosiegrens:		Vol.%	N.A.
Oplosbaarheid in water:	mengbaar		

Z E K E R H E I D S F I C H E
(EU-Directive 91/155/EG)

Produktnaam: EUKALIN 6000 VLC 440
Datum : 16.12.05 Revisiedatum : 18.11.05 pagina: 3/4

10. Stabiiteit en reactiviteit

Algemeen :

geen gevaarlijke reacties bekend

Bij opslag en gebruik zoals voorgeschreven (zie rubriek 7) stabiel

Te vermijden omstandigheden :

niet van toepassing

Te vermijden substanties :

niet van toepassing

Gevaarlijke ontledingsprodukten :

Bij opslag en gebruik zoals voorgeschreven (zie rubriek 7) stabiel

11. Toxicologische informatie

Algemeen :

Naar huidige gegevens onbekend.

acute toxiciteit :

geen gegevens bekend.

12. Ecologische informatie

Mobiliteit:

Betreffende het produkt zelf is geen informatie beschikbaar.

Het produkt mag niet in de riolering of het oppervlaktewater terechtkomen.

Persistentie :

geen gegevens bekend.

Afbreekbaarheid :

geen gegevens bekend.

Vermogen tot bioaccumulatie :

geen gegevens bekend.

Vistoxiciteit :

geen gegevens bekend.

Gedrag in installaties voor afvalwaterzuivering :

Bij zakelijk gebruik op grond van jarenlange ervaring geen gevaar bekend.

Chemisch Zuurstof verbruik :

circa 65.000 mg/l Zuurstoff.

13. Instructies voor verwijdering

Verwijdering :

Aan te raden: vernietiging door verbrandingsoven. Plaatselijke veiligheidsmaatregelen / voorschriften nakomen

Verwijderde verpakking :

niet van toepassing

14. Informatie met betrekking tot het vervoer

ADR/RID Klasse: geen gevaarlijk produktitem : _Lggvsvzi

Etiket :

IMDG Klasse: UN-nr.:

Juiste naam voor verschepping:

Etiket :

Zeevervuiler: ja/nee

EmS : .MFAG : _Ltaf

Z E K E R H E I D S F I C H E
(EU-Directive 91/155/EG)

Produktnaam: EUKALIN 6000 VLC 440
Datum : 16.12.05 Revisiedatum : 18.11.05 pagina: 4/4

ICAO Klasse: UN-nr.:
Juiste naam voor verschepping:
Etiket :
Verpakkingsgroep:

15. Wettelijk verplichte informatie
Etiketteringsvoorschrift volgens:
Symbolen:

Bevat :
R-zinnen:
S-zinnen:

16. Overige informatie

Volledige tekst van de in rubriek 2 genoemde R-zinnen:

De informatie in dit materiaal-veiligheidsinformatieblad is gebaseerd op de kennis, die op dit ogenblik in ons bezit is en in overeenstemming met de Wetten van de EG, daar de condities waaronder het produkt wordt gebruikt niet aan ons bekend zijn en buiten onze invloedssfeer liggen. Zonder voorafgaande schriftelijke instructies voor het gebruik, mag het produkt niet voor doeleinden worden gebruikt anders dan die zijn gespecificeerd onder rubriek 1. Het is te allen tijde de verantwoording van de gebruiker om de nodige maatregelen te treffen met betrekking tot het voldoen aan het gestelde in de plaatselijke wetten en reglementen. De informatie in dit blad is bedoeld als beschrijving van de veiligheidsvoorschriften die voor ons produkt gelden. Deze dient niet te worden opgevat als een garantie betreffende de eigenschappen van ons produkt.

Bijlage 4, Datasheet Epoxyhars RSF 816



RSF 816

EPOXY LAMINATING RESIN
T_g 75°C

DESCRIPTION

Designed for production of windsurf boards, surfing boards and any transparent top-coating laminate by wet lay-up methods.

PROPERTIES

- Very low viscosity
- U.V. resistance
- High transparency
- Fast curing

PHYSICAL PROPERTIES				
Composition		RESIN	HARDENER	MIXING
Mix ratio by weight		100	40	
Mix ratio by volume at 25 °C				
Aspect		liquid	liquid	liquid
Colour		transparent blue	colourless	transparent blue
Viscosity at 25 °C (mPa.s)	BROOKFIELD LVT	1,800	35	500
Specific gravity at 25 °C	ISO 1875 : 1985	1.16	0.98	-
Specific gravity of cured product at 23 °C	ISO 2781 : 1996	-	-	1.15
Pot life at 25 °C on 500 g (min)				
- without accelerateur	Gel Timer TECAM			28
- with 5 phr ACCELERATOR EPOLAM 2020*				11

* For top-coating RSF 816 resin can be accelerated by adding EPOLAM 2020 accelerator : Use 5 phr of EPOLAM 2020 accelerator (5 g of EPOLAM 2020 accelerator in 140 g of mixed resin and hardener)

MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES at 23 °C (1)			
Flexural modulus	ISO 178 :2001	MPa	3,200
Flexural strength	ISO 178 :2001	MPa	115
Tensile strength	ISO 527 :1993	MPa	60
Elongation at break	ISO 527 :1993	%	5
Impact strength (CHARPY) Unnotched specimens	ISO 179/1eU :1994	kJ/m ²	15
Hardness	ISO 868 :2003	Shore D1/ D15	82
Glass temperature transition (T _g)		°C	
Curing - 16hr at 23 °C + 16hr at 40 °C	ISO 11359 : 2002		60
- 16hr at 23 °C + 16hr at 80 °C			75
Demolding time @ 23 °C on laminate (5 plies / glass fabric 290 g/m ²)	-	hr	16

(1) : Average values obtained on standard specimens / Curing 16 hr at 23 °C + 16hr at 40 °C

Page 1/2- 14 October 2005-a

AXSON France
BP 40444
95005 Cergy Cedex
FRANCE
Tél. (+33) 1 34 40 34 60
Fax (+33) 1 34 21 97 87
Email : axson@axson.fr

AXSON GmbH
Dietzenbach
Tél. (+49) 60 74 407110

AXSON ITALIA
Saronno
Tél. (+39) 02 96 70 23 36

AXSON IBERICA
Barcelona
Tél. (+34) 93 225 16 20

AXSON UK
Newmarket
Tél. (+44) 1639 660 062

AXSON Central Europe
Zlín, Moravce
Tél. (+421) 376422526

AXSON MEXICO
Mexico DF
Tél. (+52) 5552644922

AXSON SHANGHAI
Shanghai
Tél. (+86-21) 59683037

AXSON NA USA
Eaton Rapids
Tél. (+1) 517 6638191

AXSON JAPAN
Okazaki city
Tél. (+81) 564 262591

AXSON MIDDLE EAST
info.middleeast@axson.com

AXSON INDIA
Pune
info.india@axson.com

AXSON KOREA
Seoul
info.korea@axson.com



RSF 816

EPOXY LAMINATING RESIN
T_g 75°C

HANDLING PRECAUTIONS

Normal health and safety precautions should be observed when handling these products :

Ensure good ventilation

Wear gloves, safety glasses and waterproof clothes.

For further information, please consult the product safety data sheet.

STORAGE CONDITIONS

Shelf life is 6 months in a dry place and in original unopened containers at a temperature between 15 and 25°C. Any open can must be tightly closed under dry nitrogen blanket.

PACKAGING

RESIN	HARDENER
1 x 1 kg	1 x 0.4 kg
6 x 1 kg	6 x 0.4 kg
1 x 3.5 kg	1 x 1.4 kg
1 x 200 kg	1 x 18 kg
1 x 2,000 kg	

GUARANTEE

The information of our technical data sheet are based on our present knowledge and the result of tests conducted under precise conditions. It is the responsibility of the user to determine the suitability of AXSON products, under their own conditions before commencing with the proposed application. AXSON refuse any guarantee about the compatibility of a product with any particular application. AXSON disclaim all responsibility for damage from any incident which results from the use of these products. The guarantee conditions are regulated by our general sale conditions.

1 Identification of the substance/preparation and of the company/undertaking

- **Product details**
- **Trade name:** RSF 816 RESINE
- **Application of the substance / the preparation** Epoxy resin
- **Manufacturer/Supplier:**
 AXSON FRANCE
 Rue de l'Equerre
 F-95310 SAINT OUEN L'AUMONE
 Tél.(33-1)34 40 34 60
- **Further information obtainable from:** LAB. R&D -(33) 01 34 40 34 60
- **Information in case of emergency:** ORFILA : (33)01 45 42 59 59

2 Composition/information on ingredients

- **Chemical characterization**
- **Description:** Mixture of substances listed below with nonhazardous additions.

· **Dangerous components:**

CAS: 25068-38-6 EINECS: 500-033-5	reaction product: bisphenol A-(epichlorhydrin); epoxy resin (number average molecular weight ≤ 700) Xi, N; R 36/38-43-51/53	50-100%
	Epoxy derivatives Xn; R 20/21-36/38-43-52/53	10-25%

3 Hazards identification

· **Hazard description:**



Xi Irritant
 N Dangerous for the environment

· **Information concerning particular hazards for human and environment:**

- R 36/38 Irritating to eyes and skin.
 - R 43 May cause sensitisation by skin contact.
 - R 51/53 Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.
- Contains epoxy constituents. See information supplied by the manufacturer.

4 First-aid measures

- **After inhalation:**
 Supply fresh air and to be sure call for a doctor.
 In case of unconsciousness place patient stably in side position for transportation.
- **After skin contact:** Immediately wash with water and soap and rinse thoroughly.
- **After eye contact:**
 Rinse opened eye for several minutes under running water. Then consult a doctor.
- **After swallowing:** Do not induce vomiting; call for medical help immediately.

GB

(Contd. on page 2)

Material Safety Data Sheet

According to 91/155 EC

Printing date 15.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: **RSF 816 RESINE**

(Contd. of page 1)

5 Fire-fighting measures

- **Suitable extinguishing agents:**
CO₂, powder or water spray. Fight larger fires with water spray or alcohol resistant foam.
- **For safety reasons unsuitable extinguishing agents:** Water with full jet
- **Special hazards caused by the substance, its products of combustion or resulting gases:**
In case of fire, the following can be released:
Carbon monoxide (CO)
Under certain fire conditions, traces of other toxic gases cannot be excluded, e.g.:
Hydrogen chloride (HCl)
- **Protective equipment:**
Wear fully protective suit.
Wear self-contained respiratory protective device.
- **Additional information**
Collect contaminated fire fighting water separately. It must not enter the sewage system.
Dispose of fire debris and contaminated fire fighting water in accordance with official regulations.

6 Accidental release measures

- **Person-related safety precautions:** Wear protective equipment. Keep unprotected persons away.
- **Measures for environmental protection:** Do not allow to enter sewers/ surface or ground water.
- **Measures for cleaning/collecting:**
Absorb with liquid-binding material (sand, diatomite, acid binders, universal binders, sawdust).

7 Handling and storage

- **Handling:**
- **Information for safe handling:** Ensure good ventilation/exhaustion at the workplace.
- **Information about fire - and explosion protection:** No special measures required.
- **Storage:**
- **Requirements to be met by storerooms and receptacles:** Prevent any seepage into the ground.
- **Information about storage in one common storage facility:** Store away from foodstuffs.
- **Further information about storage conditions:**
Store in cool, dry conditions in well sealed receptacles.
- **Storage class:**
- **Class according to regulation on flammable liquids:** Void

8 Exposure controls/personal protection

- **Additional information about design of technical facilities:** No further data; see item 7.
- **Ingredients with limit values that require monitoring at the workplace:**
The product does not contain any relevant quantities of materials with critical values that have to be monitored at the workplace.
- **Personal protective equipment:**
- **General protective and hygienic measures:**
The usual precautionary measures are to be adhered to when handling chemicals.
Immediately remove all soiled and contaminated clothing
Wash hands before breaks and at the end of work.
Avoid contact with the eyes and skin.
- **Respiratory protection:** Not necessary if room is well-ventilated.

(Contd. on page 3)

GB

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 15.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: **RSF 816 RESINE**

(Contd. of page 2)

· **Protection of hands:**

Protective gloves

· **Material of gloves** Synthetic rubber gloves· **Eye protection:**

Safety glasses

Tightly sealed goggles

· **Body protection:** Protective work clothing

9 Physical and chemical properties

· **General Information**

Form: Fluid
Colour: Blue
Odour: Weak, characteristic

· **Change in condition**

Melting point/Melting range: NA°C
Boiling point/Boiling range: >200°C (DIN 53171)

· **Flash point:** >110°C (ISO 2719)· **Ignition temperature:** >300°C (DIN 51 794)· **Decomposition temperature:** >200°C (DIN 53171)· **Self-igniting:** Product is not selfigniting.· **Danger of explosion:** Product does not present an explosion hazard.· **Density at 25°C:** 1.14 g/cm³· **Solubility in / Miscibility with water:**

Insoluble.

· **organic solvents:** Soluble in many organic solvents.

10 Stability and reactivity

· **Thermal decomposition / conditions to be avoided:**

No decomposition if used according to specifications.

· **Dangerous reactions**

May produce violent reactions with bases and numerous organic substances including alcohols and amines.

Exothermic polymerization.

· **Dangerous decomposition products:** Irritant gases/vapours

GB

(Contd. on page 4)

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 15.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: RSF 816 RESINE

(Contd. of page 3)

11 Toxicological information· **Acute toxicity:**· **LD/LC50 values relevant for classification:**

25068-38-6 reaction product: bisphenol A-(epichlorhydrin); epoxy resin (number average molecular weight ≤ 700)

Oral	LD50	11400 mg/kg (rat)
Dermal	LD50	>2000 mg/kg (rabbit)

· **Primary irritant effect:**

- **on the skin:** Irritant to skin and mucous membranes.
- **on the eye:** Irritating effect.
- **Sensitization:** Sensitization possible through skin contact.

12 Ecological information

- **Information about elimination (persistence and degradability):**
- **Other information:** The product is difficultly biodegradable.
- **General notes:** At present there are no ecotoxicological assessments.

13 Disposal considerations· **Product:**· **Recommendation**

Must not be disposed together with household garbage. Do not allow product to reach sewage system.

Dispose of the product by burning in a suitable incinerator or bury in an approved landfill following all applicable local and/or national regulations.

· **European waste catalogue**

20 01 27	paint, inks, adhesives and resins containing dangerous substances
----------	---

· **Uncleaned packaging:**· **Recommendation:**

Empty containers may not be disposed of unless any remaining material adhering to the internal walls has been removed.

Disposal must be made according to official regulations.

14 Transport information· **Land transport ADR/RID (cross-border)**

- **ADR/RID class:** 9 Miscellaneous dangerous substances and articles.
- **Danger code (Kemler):** 90
- **UN-Number:** 3082
- **Packaging group:** III
- **Hazard label** 9

(Contd. on page 5)

GB

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 15.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: RSF 816 RESINE

(Contd. of page 4)

· **Description of goods:** 3082 ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID, N.O.S.
(epoxy resins)

· **Maritime transport IMDG:**



· **IMDG Class:** 9
 · **UN Number:** 3082
 · **Label** 9
 · **Packaging group:** III
 · **Marine pollutant:** No
 · **Proper shipping name:** ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID, N.O.S.
(epoxy resins)

· **Air transport ICAO-TI and IATA-DGR:**



· **ICAO/IATA Class:** 9
 · **UN/ID Number:** 3082
 · **Label** 9
 · **Packaging group:** III
 · **Proper shipping name:** ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID, N.O.S.
(epoxy resins)

15 Regulatory information

· **Labelling according to EU guidelines:**

The product has been marked in accordance with EU Directives / respective national laws.

· **Code letter and hazard designation of product:**

Xi Irritant

N Dangerous for the environment

· **Hazard-determining components of labelling:**

reaction product: bisphenol A-(epichlorhydrin); epoxy resin (number average molecular weight ≤ 700)

· **Risk phrases:**

36/38 Irritating to eyes and skin.

43 May cause sensitisation by skin contact.

51/53 Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.

· **Safety phrases:**

24 Avoid contact with skin.

26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

28 After contact with skin, wash immediately with plenty of water.

37/39 Wear suitable gloves and eye/face protection.

57 Use appropriate container to avoid environmental contamination.

60 This material and its container must be disposed of as hazardous waste.

· **Special labelling of certain preparations:**

Contains epoxy constituents. See information supplied by the manufacturer.

(Contd. on page 6)

GB

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 15.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: RSF 816 RESINE

(Contd. of page 5)

- **National regulations:**
- **Classification according to VbF:** Void
- **Waterhazard class:** Water hazard class 2 (Self-assessment): hazardous for water.

16 Other information

This information is based on our present knowledge. However, this shall not constitute a guarantee for any specific product features and shall not establish a legally valid contractual relationship.

- **Relevant R-phrases**
20/21 Harmful by inhalation and in contact with skin.
36/38 Irritating to eyes and skin.
43 May cause sensitisation by skin contact.
51/53 Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.
52/53 Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.
- **Department issuing MSDS:** Product Safety and Toxicology

GB

1 Identification of the substance/preparation and of the company/undertaking

- **Product details**
- **Trade name:** *RSF 816 DURCISSEUR*
- **Application of the substance / the preparation** *Epoxy curing agent*
- **Manufacturer/Supplier:**
AXSON FRANCE
Rue de l'Equerre
F-95310 SAINT OUEN L'AUMONE
Tél.(33-1)34 40 34 60
- **Further information obtainable from:** *LAB. R&D -(33) 01 34 40 34 60*
- **Information in case of emergency:** *ORFILA : (33)01 45 42 59 59*

2 Composition/information on ingredients

- **Chemical characterization**
- **Description:** *Mixture of substances listed below with nonhazardous additions.*

· **Dangerous components:**

CAS: 2855-13-2 EINECS: 220-666-8	3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamine C; R 21/22-34-43-52/53	25-50%
CAS: 100-51-6 EINECS: 202-859-9	benzyl alcohol Xn; R 20/22	25-50%
CAS: 25620-58-0 EINECS: 247-134-8	trimethylhexane-1,6-diamine C; R 22-34-43-52/53	10-25%

3 Hazards identification

· **Hazard description:**



C Corrosive

· **Information concerning particular hazards for human and environment:**

- R 20/21/22 Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed.*
- R 34 Causes burns.*
- R 43 May cause sensitisation by skin contact.*
- R 52/53 Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.*

4 First-aid measures

- **General information:** *Immediately remove any clothing soiled by the product.*
- **After inhalation:**
Supply fresh air; consult doctor in case of complaints.
In case of unconsciousness place patient stably in side position for transportation.
- **After skin contact:**
Immediately wash with water and soap and rinse thoroughly.
If skin irritation continues, consult a doctor.
- **After eye contact:**
Rinse opened eye for several minutes under running water. Then consult a doctor.

(Contd. on page 2)

G5

Material Safety Data Sheet

According to 91/155 EC

Printing date 14.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: RSF 816 DURCISSEUR

(Contd. of page 1)

- *After swallowing: Do not induce vomiting; call for medical help immediately.*

5 Fire-fighting measures

- **Suitable extinguishing agents:**
CO₂, powder or water spray. Fight larger fires with water spray or alcohol resistant foam.
- **For safety reasons unsuitable extinguishing agents:** *Water with full jet*
- **Special hazards caused by the substance, its products of combustion or resulting gases:**
In case of fire, the following can be released:
 - Nitrogen oxides (NO_x)*
 - Carbon monoxide (CO)*
- **Protective equipment:**
Wear self-contained respiratory protective device.
Wear fully protective suit.
- **Additional information**
Collect contaminated fire fighting water separately. It must not enter the sewage system.
Dispose of fire debris and contaminated fire fighting water in accordance with official regulations.

6 Accidental release measures

- **Person-related safety precautions:** *Wear protective equipment. Keep unprotected persons away.*
- **Measures for environmental protection:** *Do not allow to enter sewers/ surface or ground water.*
- **Measures for cleaning/collecting:**
Absorb with liquid-binding material (sand, diatomite, acid binders, universal binders, sawdust).
Dispose contaminated material as waste according to item 13.
Ensure adequate ventilation.

7 Handling and storage

- **Handling:**
- **Information for safe handling:**
Ensure good ventilation/exhaustion at the workplace.
Open and handle receptacle with care.
- **Information about fire - and explosion protection:** *Protect from heat.*
- **Storage:**
- **Requirements to be met by storerooms and receptacles:** *Prevent any seepage into the ground.*
- **Information about storage in one common storage facility:** *Store away from foodstuffs.*
- **Further information about storage conditions:**
Store in cool, dry conditions in well sealed receptacles.
- **Storage class:**
- **Class according to regulation on flammable liquids:** *Void*

8 Exposure controls/personal protection

- **Additional information about design of technical facilities:** *No further data; see item 7.*
- **Ingredients with limit values that require monitoring at the workplace:**
The product does not contain any relevant quantities of materials with critical values that have to be monitored at the workplace.
- **Additional information:** *The lists valid during the making were used as basis.*

(Contd. on page 3)

GB

Material Safety Data Sheet

According to 91/155 EC

Printing date 14.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: **RSF 816 DURCISSEUR**

(Contd. of page 2)

- **Personal protective equipment:**
- **General protective and hygienic measures:**
*The usual precautionary measures are to be adhered to when handling chemicals.
 Immediately remove all soiled and contaminated clothing
 Wash hands before breaks and at the end of work.
 Avoid contact with the eyes and skin.*
- **Respiratory protection:** *Not necessary if room is well-ventilated.*
- **Protection of hands:**



Protective gloves

- **Material of gloves:** *PVC gloves*
- **Eye protection:**



Safety glasses

- *Tightly sealed goggles*
- **Body protection:** *Protective work clothing*

9 Physical and chemical properties

· General Information

Form:	<i>Fluid</i>
Colour:	<i>Colourless</i>
Odour:	<i>Amine-like</i>

· Change in condition

Melting point/Melting range:	<i>NA°C</i>
Boiling point/Boiling range:	<i>>200°C (DIN 53171)</i>

- **Flash point:** *> 100°C (ISO 2719)*
- **Ignition temperature:** *>300°C (DIN 51 794)*
- **Decomposition temperature:** *>260°C (DIN 53171)*
- **Self-igniting:** *Product is not selfigniting.*
- **Danger of explosion:** *Product does not present an explosion hazard.*
- **Density at 20°C:** *0.96 g/cm³*
- **Solubility in / Miscibility with water:** *Not miscible or difficult to mix.*
- **organic solvents:** *Soluble in many organic solvents.*
- **pH-value at 20°C:** *>10*

10 Stability and reactivity

- **Thermal decomposition / conditions to be avoided:**
No decomposition if used according to specifications.
- **Dangerous reactions:** *Strong exothermic reaction with acids.*
- **Dangerous decomposition products:**
Corrosive gases/vapours

(Contd. on page 4)

GB

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 14.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: **RSF 816 DURCISSEUR**

Ammonia

(Contd. of page 3)

11 Toxicological information· **Acute toxicity:**· **LD/LC50 values relevant for classification:****2855-13-2 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamine**

Oral LD50 1030 mg/kg (rat)

Dermal LD50 1840 mg/kg (rabbit)

100-51-6 benzyl alcohol

Oral LD50 1230 mg/kg (rat)

Dermal LD50 2000 mg/kg (rabbit)

25620-58-0 trimethylhexane-1,6-diamine

Oral LD50 910 mg/kg (rat)

· **Primary irritant effect:**· **on the skin:** Caustic effect on skin and mucous membranes.· **on the eye:** Strong caustic effect.· **Sensitization:** Sensitization possible through skin contact.· **Additional toxicological information:**

Swallowing will lead to a strong caustic effect on mouth and throat and to the danger of perforation of esophagus and stomach.

12 Ecological information· **Information about elimination (persistence and degradability):**· **Other information:** The product is difficultly biodegradable.· **Ecotoxic effects:**· **Acquatic toxicity:****2855-13-2 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamine**

EC50 (24h) 44 mg / l (daphnies)

EC50 (72h) 37 mg/l (alga)

LC 50 (96h) 110 mg / l (fish)

25620-58-0 trimethylhexane-1,6-diamine

EC/LC50 (48h) 174 mg/l (fish)

EC50 (24h) 31.5 mg / l (daphnies)

EC50 (72h) 29.5 mg/l (alga)

13 Disposal considerations· **Product:**· **Recommendation**

Dispose of the product by burning in a suitable incinerator or bury in an approved landfill following all applicable local and/or national regulations.

· **European waste catalogue**

20 01 27 paint, inks, adhesives and resins containing dangerous substances

(Contd. on page 5)

GB

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 14.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: **RSF 816 DURCISSEUR**

(Contd. of page 4)

- **Uncleaned packaging:**
- **Recommendation:**
Empty containers may not be disposed of unless any remaining material adhering to the internal walls has been removed.
Disposal must be made according to official regulations.
- **Recommended cleansing agents:** Water, if necessary together with cleansing agents.

14 Transport information

- **Land transport ADR/RID (cross-border)**



- **ADR/RID class:** 8 Corrosive substances.
- **Danger code (Kemler):** 80
- **UN-Number:** 1760
- **Packaging group:** III
- **Hazard label:** 8
- **Description of goods:** 1760 CORROSIVE LIQUID, N.O.S. (ISOPHORONEDIAMINE)

- **Maritime transport IMDG:**



- **IMDG Class:** 8
- **UN Number:** 1760
- **Label:** 8
- **Packaging group:** III
- **EMS Number:** 8-15
- **Marine pollutant:** No
- **Proper shipping name:** CORROSIVE LIQUID, N.O.S. (ISOPHORONEDIAMINE)

- **Air transport ICAO-TI and IATA-DGR:**



- **ICAO/IATA Class:** 8
- **UN/ID Number:** 1760
- **Label:** 8
- **Packaging group:** III
- **Proper shipping name:** CORROSIVE LIQUID, N.O.S. (ISOPHORONEDIAMINE)

15 Regulatory information

- **Labelling according to EU guidelines:**
The product has been marked in accordance with EU Directives / respective national laws.
- **Code letter and hazard designation of product:**
C Corrosive
- **Hazard-determining components of labelling:**
3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamine

(Contd. on page 6)

GB

Material Safety Data Sheet
According to 91/155 EC

Printing date 14.11.2002

Reviewed on 14.11.2002

Trade name: RSF 816 DURCISSEUR

(Contd. of page 5)

benzyl alcohol

· Risk phrases:

- 20/21/22 *Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed.*
 34 *Causes burns.*
 43 *May cause sensitisation by skin contact.*
 52/53 *Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.*

· Safety phrases:

- 9 *Keep container in a well-ventilated place.*
 20 *When using do not eat or drink.*
 26 *In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.*
 36/37/39 *Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection.*
 45 *In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).*
 61 *Avoid release to the environment. Refer to special instructions/safety data sheets.*

· National regulations:

· Classification according to VbF: Void

· Waterhazard class: Water hazard class 2 (Self-assessment): hazardous for water.

16 Other information

This information is based on our present knowledge. However, this shall not constitute a guarantee for any specific product features and shall not establish a legally valid contractual relationship.

· Relevant R-phrases

- 20/22 *Harmful by inhalation and if swallowed.*
 21/22 *Harmful in contact with skin and if swallowed.*
 22 *Harmful if swallowed.*
 34 *Causes burns.*
 43 *May cause sensitisation by skin contact.*
 52/53 *Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.*

· Department issuing MSDS: Product Safety and Toxicology

GB

Bijlage 5, Keuze materiaal/methode om karton waterdicht te maken

	Lijm Eukalin	Epoxyhars met PU-lak	Epoxyhars met UV-filter	Epoxyhars met giethars	Krimpfolie	Vellen vouwkarton voorzien van PE-coating
* Het materiaal moet ervoor zorgen dat het karton van de bank zichtbaar blijft	4	5	5	5	5	5
* Het materiaal mag niet verkleuren naar verloop van tijd	onbekend	4	4	4	5	4, onbekend
* Het materiaal moet bestand zijn tegen weersinvloeden	onbekend	4	4	4	5	4, onbekend
* Het materiaal moet toe te passen zijn op karton	4	5	5	5	5	5
* Het materiaal moet gemakkelijk met de hand aan te brengen zijn	5	3	3	5	1	4
* Het materiaal moet door medewerkers van Acket aangebracht kunnen worden	5	4	4	4	2	misschien, 2
* Het materiaal moet ervoor zorgen dat de bank hufferproof wordt	2	5	5	5	5	2
* Het materiaal moet ervoor zorgen dat de bank brandvertragend wordt	5	5	5	5	5	5
* Het materiaal mag niet schadelijk zijn voor het milieu	3	2	2	2	2	3
* De prijs van het materiaal moet zo laag mogelijk zijn	5	3	3	3	2	3
Totaal:	33	40	42	37	35	30

Bijlage 6, Keuze onderstel

	Gerecyclede kunststof pallets	Plaat van kunststof met paaltjes	Metalen frame
* Het onderstel moet ervoor zorgen dat het karton los van de grond staat	5	5	5
* Het onderstel moet vast zitten aan de grond	3	5	5
* Het onderstel moet gemaakt zijn van een materiaal dat weerbestendig is	5	5	5
* Het materiaal van het onderstel mag niet schadelijk zijn voor het milieu	4	4	4
* Het onderstel moet ervoor zorgen dat er lucht onder de bank door kan	5	5	5
* Het onderstel moet de gehele bank ondersteunen	5	5	5
* Het onderstel moet het gewicht van de blokken en personen kunnen dragen	5	onbekend	onbekend
* Het onderstel moet de delen van de bank bij elkaar houden	4	5	5
* Het onderstel moet gemakkelijk te produceren zijn	3	2	1
* Het onderstel moet gemakkelijk aan te passen zijn aan vorm van de bank	5	3	1
* De prijs van het onderstel moet zo laag mogelijk zijn	4	4	2
Totaal:	48	43	38

Bijlage 7, Oppervlakteberekening prototype

* Oppervlakte vooraanzicht (zie figuur 64):

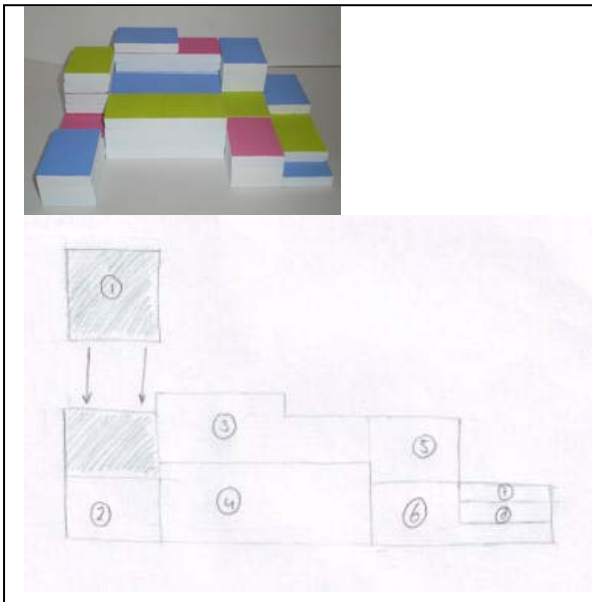
1. $0,40 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$
2. $0,30 \times 0,40 = 0,12 \text{ m}^2$
3. $0,10 \times 0,60 + 0,20 \times 1,00 = 0,26 \text{ m}^2$
4. $0,40 \times 1,00 = 0,40 \text{ m}^2$
5. $0,30 \times 0,40 = 0,12 \text{ m}^2$
6. $0,30 \times 0,40 + 0,10 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$
7. $0,10 \times 0,40 = 0,04 \text{ m}^2$
8. $0,10 \times 0,40 = 0,04 \text{ m}^2$

Totale oppervlakte van het vooraanzicht is $1,30 \text{ m}^2$

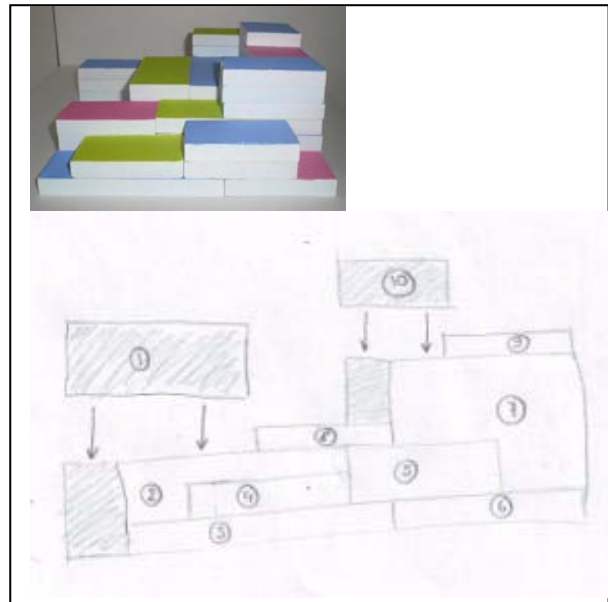
* Oppervlakte rechterzijaanzicht (zie figuur 65):

1. $0,30 \times 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$
2. $0,10 \times 0,20 + 0,10 \times 0,60 + 0,10 \times 0,20 = 0,10 \text{ m}^2$
3. $0,10 \times 1,00 = 0,10 \text{ m}^2$
4. $0,10 \times 0,60 = 0,06 \text{ m}^2$
5. $0,20 \times 0,60 = 0,12 \text{ m}^2$
6. $0,10 \times 0,60 = 0,06 \text{ m}^2$
7. $0,20 \times 0,20 + 0,30 \times 0,60 = 0,22 \text{ m}^2$
8. $0,10 \times 0,40 + 0,10 \times 0,20 = 0,06 \text{ m}^2$
9. $0,10 \times 0,40 = 0,04 \text{ m}^2$
10. $0,20 \times 0,40 = 0,08 \text{ m}^2$

Totale oppervlakte van het rechterzijaanzicht is $1,02 \text{ m}^2$



Figuur 64



Figuur 65

* Oppervlakte achteraanzicht (zie figuur 66):

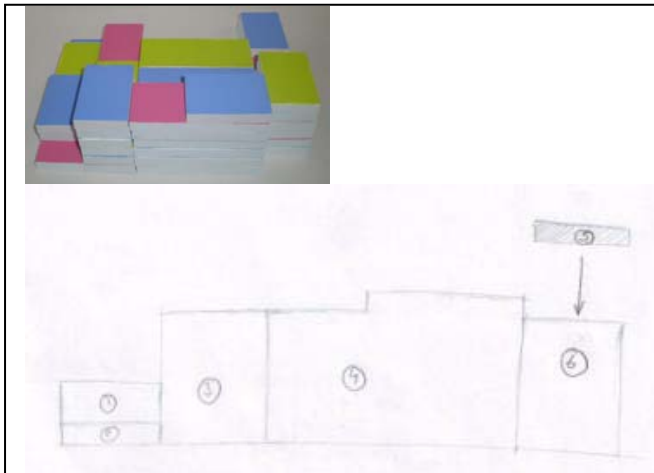
1. $0,20 \times 0,40 = 0,08 \text{ m}^2$
2. $0,10 \times 0,40 = 0,04 \text{ m}^2$
3. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
4. $0,60 \times 1,00 + 0,10 \times 0,60 = 0,66 \text{ m}^2$
5. $0,10 \times 0,40 = 0,04 \text{ m}^2$
6. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$

Totale oppervlakte van het achteraanzicht is $1,30 \text{ m}^2$

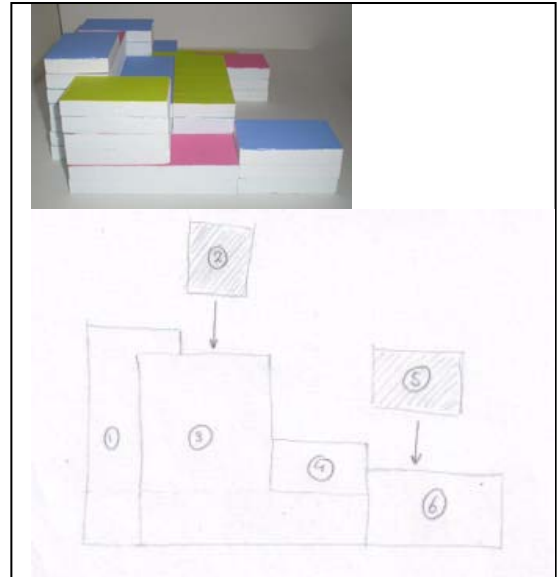
* Oppervlakte linkerzijaanzicht (zie figuur 67):

1. $0,20 \times 0,60 + 0,10 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$
2. $0,20 \times 0,20 = 0,04 \text{ m}^2$
3. $0,20 \times 1,00 + 0,40 \times 0,60 = 0,44 \text{ m}^2$
4. $0,20 \times 0,40 = 0,08 \text{ m}^2$
5. $0,30 \times 0,40 = 0,12 \text{ m}^2$
6. $0,30 \times 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$

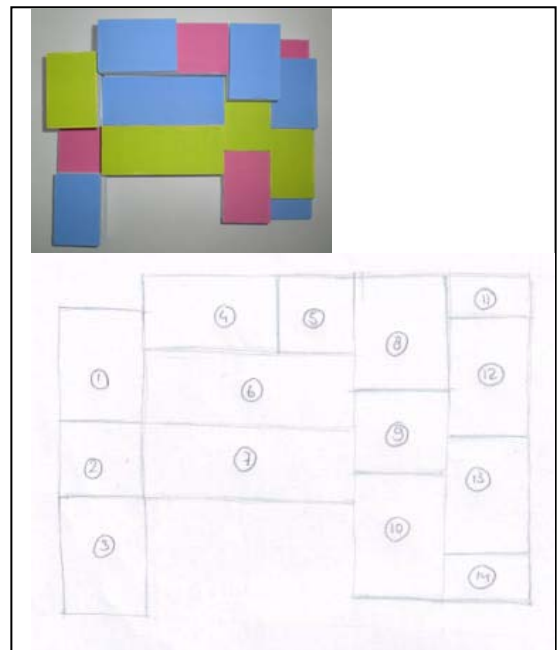
Totale oppervlakte van het linkerzijaanzicht is $1,02 \text{ m}^2$



Figuur 66



Figuur 67



Figuur 68

* Oppervlakte bovenaanzicht (zie figuur 68):

1. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
2. $0,40 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$
3. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
4. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
5. $0,40 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$
6. $0,40 \times 1,00 = 0,40 \text{ m}^2$
7. $0,40 \times 1,00 = 0,40 \text{ m}^2$
8. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
9. $0,40 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$
10. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
11. $0,20 \times 0,40 = 0,08 \text{ m}^2$
12. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
13. $0,40 \times 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$
14. $0,20 \times 0,40 = 0,08 \text{ m}^2$

Totale oppervlakte van het bovenaanzicht is $3,12 \text{ m}^2$

De totale oppervlakte van de bank is $1,30 \text{ m}^2 + 1,02 \text{ m}^2 + 1,30 \text{ m}^2 + 1,02 \text{ m}^2 + 3,12 \text{ m}^2 = 7,76 \text{ m}^2$.