

# CHALMERS



## Flexibel bilbarnstol

*Produktutveckling av en flexibel och säker bilbarnstol för Minno AB*

Kandidatarbete i Teknisk design

**Sara Arvidson**

**Louise Broo**

**Erik Dellborg**

**Anna Johansson**

**Clara Roginski**

**Mikael Sedlacek**

# Flexibel bilbarnstol

*Produktutveckling av en flexibel och säker bilbarnstol för Minno AB*

Kandidatarbete i Teknisk design

**Sara Arvidson**

**Louise Broo**

**Erik Dellborg**

**Anna Johansson**

**Clara Roginski**

**Mikael Sedlacek**

HANDLEDARE: LARS OLA BLIGÅRD

EXAMINATOR: ÖRJAN SÖDERBERG

Kandidatarbete PPUX03

**Flexibel bilbarnstol**

Produktutveckling av en flexibel och säker bilbarnstol för Minno AB

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Teknisk Design

© Sara Arvidson, Louise Broo, Erik Dellborg,

Anna Johansson, Clara Roginski, Mikael Sedlacek

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg, Sverige

Telefon +46(0) 31-772 1000

Omslagsfoto: Mikael Sedlacek

Tryck: Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling



# Förord

Denna rapport syftar till att beskriva arbetet med att utforma ett ryggstöd till företaget Minno AB:s kombinerade bälteskudde och ryggsäck, SitSac. Projektet har för företagets räkning genomförts av sex studenter vid civilingenjörsutbildningen Teknisk Design på Chalmers Tekniska Högskola under vårterminen 2012.

Det är viktigt att ta i beaktning att bilbarnstolar är en säkerhetsprodukt, varför det är essentiellt att eliminera risken att konstruktionen inte fungerar som den ska vid en kollision. Detta har varit en riktlinje under hela arbetets gång

Vi vill tacka Maria Munther på Minno AB för hennes enorma engagemang under utvecklingsarbetet. Vi vill även tacka vår handledare Lars-Ola Bligård som hjälpt och väglett oss under projektets gång, och vår examinator Örjan Söderberg. Ett stort tack riktas också till alla som hjälpt oss under projektet, Alexandra Rånge, Tommy Pettersson, Pontus Engelbrektsson, Märith Lagheim, Marianne Burénus, Peter Lundgren, Anneli Selvefors, Antal Boldizar, Thomas Nyström, Dragan Vasic, Maggie Tsang och Leo Li.

# Sammanfattning

Detta projekt är genomfört som ett kandidatarbete vid institutionen för Produkt- och produktionsutveckling på Chalmers Tekniska Högskola. Syftet var att på uppdrag av företaget Minno AB förse bälteskudden SitSac med ett rygg- och nackstöd samt sidoskydd, och därigenom öka dess konkurrenskraft på marknaden samtidigt som säkerheten höjs. SitSac är en portabel bälteskudde med integrerat packutrymme och en tillhörande ryggsäck, som tillsammans kan bäras som ryggsäck för att medge flexibelt resande. Med flexibelt resande avses resande där användaren byter transportmedel mellan exempelvis tåg, buss, bil och flygplan. Detta ställer höga krav i form av en innovativ produkt med minimal vikt och begränsad totalvolym. Bälteskudden har inte förändrats genom utvecklingsarbetet, men en ny färg har föreslagits. För ryggsäcken har ett enklare koncept tagits fram, då detta var av lägre prioritet i projektet.

Den befintliga bälteskudden är godkänd enligt ECE-standard för framåtvända bilbarnstolar i viktclass II och III, det vill säga 15-36 kg. Samma säkerhetskrav ställs på den vidareutvecklade produkten. ECE-standarderna innebär bland annat att ett slagtest genomförs på det tillagda ryggstödet insida, vilket styrt materialvalet för detta.

Projektet inleddes med datainsamling genom bland annat teoristudier, marknadsundersökningar och brukarstudier som fortlöpte under större delen av projektet. Data sammanställdes och krav kunde identifieras samt sammanställas i en kravspecifikation. Fem koncept som framförallt behandlade tekniska principer redovisades efter halva projekttiden inför examinator, handledare, kurskamrater samt företag. Detta resulterade i ett konceptval, som sedan vidareutvecklades med säkerhet, brukarkrav, funktionalitet, marknad och miljö i fokus.

Projektet resulterade i en konceptbeskrivning av en framåtvänd portabel bilbarnstol med ett rygg- och nackstöd samt sidoskydd utförda i stabiliserande polyamid med lättviktigt och energiabsorberande polyetenskum på insidan som uppfyller ECE-standarderna. Det höjjusterbara ryggstödet kan fällas över bälteskudden och utgör då ett förvaringsutrymme med plats för den tillhörande ryggsäcken. Vidareutvecklingen uppfyller även kraven för handbagage hos de flesta flygbolag. Form- och färguttryck är framtagna för att tilltala målgruppen – både barn och föräldrar – och har säkerhet, flexibilitet och lekfullhet som främsta riktlinjer. Konceptbeskrivningen levereras med illustrativa CAD-modeller samt rekommendationer för ett fortsatt förbättringsarbete.

Slutkonceptet är en lättviktig, funktionell och portabel bilbarnstol som uppfyller krav på både förvaringsutrymme och begränsad totalvolym samt är attraktiv för målgruppen.

# Abstract

This project has been carried out as a Bachelor project at the institution Product and Production Development at Chalmers University of Technology. The aim of the project was to provide the booster cushion SitSac with a back- and headrest and side impact shields, on behalf of the company Minno AB. The purpose was to make the product more competitive on the market as well as increase its safety. SitSac is a portable booster cushion with an integrated packing compartment and an additional backpack. The modules can be combined and carried as a backpack to enable flexible travelling, which is defined as travelling using different means of transportation such as trains, coaches and air planes. To meet these demands, an innovative product with minimal weight and a restricted overall volume is required. Throughout the developing process no changes were made to the booster cushion, with the exception that a new color was proposed. A basic concept for the design of the backpack was produced, due to the low priority of this matter in the project.

The existing booster cushion has been approved according to the ECE standard for forward facing child restraining devices of group II and III corresponding to weights 15-36 kg. The same safety regulations were considered during the development. To test the energy absorption of the material on the inside of the backrest, an impact test is carried out. In choosing the material, this test thus limited the selection.

The project commenced with the gathering of data in studies of theory, the market and the users. This process was carried out continuously during the project. The data was compiled and then translated into requirements that were summarized in a specification of requirements. When half of the project time had passed, five concepts were presented to the examiner, advisor, classmates and the company. At this point the project had mostly consisted in finding technical solutions. The presentation resulted in the choice of one concept to develop further focusing on security, user needs, functionality, marketing and environmental factors.

The result of the project was a description of the final concept for a forward facing child restraining device with a backrest, headrest and side impact shields. This is produced in a stabilizing polyamide with lightweight energy absorbing polyethene foam on the inside to meet the demands of the ECE standard. The backrest is adjustable in height and can be folded over the booster cushion, and hence create a packing volume containing the backpack while also ensuring that the product will pass as hand luggage at almost any flight company. The shapes and colors were designed to appeal to the target group of users – both children and parents – and aim to create a sense of security, flexibility and playfulness. The description of the concept is delivered in the form of illustrative CAD-models and a summary of recommendations for further development.

The final concept is a lightweight, functional and portable child restraining device, which meets the needs of a storage space, a limited volume in total and also provides the user with an appealing product.



# Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning .....	6
Abstract.....	7
1. Inledning.....	12
1.1. Bakgrund .....	12
1.1.1. Produktbeskrivning .....	12
1.2. Uppdrag.....	12
1.3. Syfte.....	13
1.4. Mål.....	13
2. Referensprodukt .....	14
3. Teori.....	15
3.1. Säkerhet i bilen.....	15
3.1.1. Säkerhetsbältets funktion .....	15
3.1.2. Bilbarnstolens funktion.....	15
3.1.3. ECE Reglemente 44.04 .....	16
3.1.4. Slagtest .....	17
3.1.5. Användning .....	18
3.2. Ergonomi .....	18
3.2.1. Antropometriska mått .....	18
3.2.2. Sittergonomi .....	19
3.3. Hållfasthet .....	19
3.4. Utvärdering .....	19
3.4.1. Validitet.....	19
3.4.2. Reliabilitet.....	20
3.5. Usability .....	20
3.6. Natural Colour System (NCS) .....	20
4. Metodik.....	21
4.1. Materialdatabassökning .....	21
4.2. Frågebaserade metoder .....	21
4.2.1. Intervjuer .....	21

4.2.2.	Fokusgruppintervjuer .....	22
4.2.3.	Enkäter .....	22
4.3.	Analysmetoder.....	22
4.3.1.	Image board.....	22
4.3.2.	Expression board .....	23
4.3.3.	Funktionsanalys.....	23
4.3.4.	KJ-analys.....	23
4.3.5.	Cognitive Walkthrough (CW) .....	23
4.3.6.	Predictive Human Error Analysis (PHEA).....	24
4.3.7.	Ekostrategihjulet.....	24
4.4.	Konceptgenerering.....	24
4.4.1.	Sex tänkarhattar .....	24
4.4.2.	Brainstorming och brainwriting.....	25
4.4.3.	Biomimikry .....	26
4.5.	Val av koncept.....	26
4.5.1.	Pugh.....	26
4.5.2.	Kesselring .....	26
4.6.	Visualisering.....	26
4.6.1.	CAD .....	26
4.6.2.	Modeller/ <i>mock-ups</i> .....	26
5.	Genomförande .....	28
5.1.	Förstudie .....	29
5.1.1.	Antropometriska data.....	29
5.1.2.	Studiebesök: VTI.....	29
5.1.3.	Marknadsundersökning .....	30
5.1.4.	Identifiering av brukarkrav.....	31
5.1.5.	Image board.....	31
5.1.6.	Expression board .....	31
5.1.7.	Materialdatabassökning för stötupptagande material.....	32
5.1.8.	Befintliga tekniska lösningar.....	32
5.1.9.	Funktionsanalys.....	32
5.1.10.	Utvärdering av användbarhet .....	33

5.1.11.	Kravspecifikation.....	33
5.2.	Konceptgenerering.....	34
5.2.1.	Sex tänkande hattar.....	34
5.2.2.	Brainstorming och brainwriting.....	34
5.2.3.	Biomimikry.....	34
5.2.4.	Generering av tekniska principer.....	35
5.3.	Val av fem koncept.....	35
5.3.1.	Första sällningen.....	35
5.3.2.	Pugh.....	35
5.4.	Val av ett koncept.....	36
5.4.1.	Utvärdering av fem koncept.....	36
5.4.2.	Konceptval.....	36
5.5.	Vidareutveckling av valt koncept.....	37
5.5.1.	Vidare datainsamling.....	37
5.5.2.	Tekniska principer.....	39
5.5.3.	Val av uppstödande material.....	39
5.5.4.	Formgivning.....	40
5.5.5.	Utvärderingar.....	42
6.	Förstudie.....	44
6.1.	Antropometriska data.....	44
6.2.	Studiebesök: VTI.....	44
6.3.	Marknadsundersökning.....	45
6.3.1.	Återförsäljare av bilbarnstolar.....	45
6.3.2.	Baby- & Barnmässan.....	46
6.4.	Identifiering av brukarkrav.....	47
6.5.	Image board.....	49
6.6.	Expression Board.....	51
6.7.	Materialdatabassökning för stötupptagande material.....	52
6.8.	Befintliga tekniska lösningar.....	53
6.9.	Funktionsanalys.....	54
6.10.	Utvärdering av användbarhet.....	55
6.10.1.	Cognitive Walkthrough (CW).....	55

6.10.2.	Predictive Human Error Analysis (PHEA).....	56
6.11.	Kravspecifikation.....	56
7.	Konceptgenerering.....	58
7.1.	Sex tänkande hattar.....	58
7.2.	Brainstorming och brainwriting.....	58
7.3.	Biomimikry.....	58
7.4.	Generering av tekniska principer.....	58
8.	Val av fem koncept.....	60
8.1.	Första sällningen.....	60
8.2.	Pugh.....	62
9.	Val av ett koncept.....	65
9.1.1.	Utvärdering och val av koncept.....	65
9.1.2.	Konceptval.....	66
10.	Vidareutveckling av valt koncept.....	67
10.1.	Vidare datainsamling.....	67
10.1.1.	Studiebesök.....	67
10.1.2.	Material för stötupptagning.....	67
10.1.3.	Miljöaspekter.....	69
10.1.4.	Fokusgrupp.....	69
10.2.	Tekniska principer.....	71
10.2.1.	Tekniska principer för höjdjustering.....	74
10.2.2.	Tekniska principer för låsning av lameller.....	74
10.2.3.	Val av funktionellt koncept.....	76
10.2.4.	Val av uppstödjande material.....	79
10.3.	Formgivning.....	82
10.3.1.	Formelement.....	82
10.3.2.	Tekniska principer.....	86
10.3.3.	Färgval.....	87
11.	Slutkoncept.....	93
11.1.	Konceptutformning.....	93
11.2.	Konceptdelar.....	94
11.3.	Sidoskydd, rygg- och nackstöd.....	95

11.4.	Tekniska funktioner .....	95
11.4.1.	Infästning på bälteskudde .....	95
11.4.2.	Höjjustering.....	95
11.4.3.	Låsning av lameller .....	96
11.5.	Låsning i hopfällt läge.....	96
11.6.	Diagonalledare.....	97
11.7.	Material och tillverkning .....	97
11.8.	Uttryck .....	97
11.9.	Sittdyna .....	99
11.10.	Ryggsäck.....	100
11.10.1.	Hantering.....	101
11.11.	Utvärdering av slutkoncept .....	102
11.11.1.	Avstämning mot kravspecifikation .....	102
11.11.2.	Hållbarhetsanalys .....	104
11.11.3.	Coginitive Walkthrough (CW) .....	106
11.11.4.	Predictive Human Error Analysis (PHEA) .....	107
12.	Diskussion .....	108
12.1.	Projektstruktur .....	108
12.2.	Användbarhet .....	108
12.3.	Brukarundersökningar .....	108
12.4.	Marknadsundersökningar.....	109
12.5.	Val av koncept.....	110
12.6.	Materialval.....	111
12.7.	Hållbarhetsaspekter .....	112
12.8.	Tekniska funktioner .....	112
12.9.	Uttryck .....	113
12.9.1.	Form .....	113
12.9.2.	Färg.....	114
13.	Slutsats .....	115
14.	Rekommendationer .....	116
14.1.	Usability .....	116
14.2.	Ergonomi .....	116

14.3.	Materialval.....	116
14.4.	Hållfasthet .....	116
14.5.	Infästningar .....	117
14.6.	Tekniska principer.....	117
14.7.	Miljöanalys .....	117
14.8.	Flera produkter .....	117
15.	Källförteckning .....	119
15.1.	Litteratur .....	119
15.2.	Tidskriftsartikel:.....	120
15.3.	Konferensartikel: .....	120
15.4.	Föreläsningmaterial:.....	120
15.5.	Webbkällor .....	120
15.6.	Artikel ur elektronisk tidning.....	121
15.7.	Muntliga källor: .....	121
15.8.	Övriga källor .....	121
Appendix	.....	122
Appendix 1 - ECE Reglemente 44.04	.....	122
Appendix 2 - Antropometriska data.....	128	
Appendix 3 - Intervjumall.....	131	
Appendix 4 - Enkäter .....	132	
Appendix 5 - Materialdatabassökning .....	134	
Appendix 6 - Cognitive Walkthrough (CW) av dagens SitSac .....	135	
Förberedelse för bilfärd .....	135	
Använda bokfack.....	136	
Bältesföring.....	137	
Appendix 7 - Predictive Human Error Analysis (PHEA) av dagens SitSac.....	138	
Förbereda för bilfärd .....	138	
Bältesföring.....	138	
Användning av bokfack .....	138	
Appendix 8 - Generering av tekniska principer.....	139	
Appendix 9 - Ekostrategihjulet.....	142	
Appendix 10 - Fokusgruppsmall.....	143	

Appendix 11 - Beskrivning av koncept .....	143
Appendix 12 - Cognitive walkthrough (CW) av utvecklad SitSac .....	145
Förberedelse för bilfärd .....	145
Användning av bokfack .....	147
Fälla ihop ryggstödet .....	148
Appendix 13 - Predictive Human Error Analysis (PHEA) av utvecklad SitSac .....	149
Förberedelse för bilfärd .....	149
Bältesföring.....	149
Användning av bokfack .....	149
Fälla ihop ryggstödet .....	149
Appendix 14 - Bilder på <i>mock-ups</i> .....	150
Appendix 15 - Materialspecifikationer för uppstödande material.....	152
PA (type 6, 30% carbon fiber) .....	152
PA (type 6, 40% long glass fiber).....	154

# 1. Inledning

Inledningsvis ges grundläggande bakgrundsinformation om referensprodukten och uppdraget.

## 1.1. Bakgrund

Idag gäller enligt lagkrav att individer upp till en viss längd (i Sverige 135 cm) måste använda någon form utav bilbarnstol vid transport i personbil, för att erhålla full funktion av säkerhetsbältet. Över fyra års ålder kan bilbarnstolen vara antingen en framåtvänd bilbarnstol eller en bälteskudde för att uppnå önskad funktion av säkerhetsbältet (Trafikverket, 2010).

Kravet på bilbarnstol grundar sig i riskerna kring felaktig placering av höft och diagonalbälte (säkerhetsbältets funktion beskrivs närmare i avsnitt 3.1.1.), som uppkommit av att säkerhetsbälten och bilsäten är anpassade för vuxna passagerare. Såväl bälteskudde som framåtvänd bilbarnstol avhjälpas problemen (Trafikverket, 2012). Bilbarnstol kan med fördel användas även av barn som är längre än 135 cm (Pettersson, 2012).

### 1.1.1. Produktbeskrivning

Idag kan det vara omständligt att använda bilbarnstol vid resa i andra bilar än familjens egna, exempelvis vid utlandsresor eller vid skjuts. Göteborgsföretaget Minno AB har med sin produkt SitSac sökt tillgodose detta behov för att underlätta ett konsekvent användande av bilbarnstol. Minno står för miljö och innovation, och företagets affärsidé är att sälja samhällsnyttiga produkter med tydlig designprofil, som är ekologiskt och etiskt hållbara (Minno AB, 2012).

SitSac är i dagsläget företagets enda produkt. Det är en portabel multifunktionell bälteskudde som består av två separata delar. Den ena delen är en bälteskudde med integrerat förvaringsutrymme under sitsen och den andra delen är en avtagbar ryggsäck. Denna modullösning är patenterad av Minno AB. Produkten riktar sig till familjer som reser flexibelt med barn mellan fyra och tolv år. Med flexibelt resande avses resande där användaren byter transportmedel mellan exempelvis tåg, buss, bil och flygplan.

## 1.2. Uppdrag

Minno AB har upplevt svårigheter vid försäljningen av SitSac och anser att dagens produkt blir utkonkurrerad av billigare bälteskuddar. För att ge SitSac en mer konkurrenskraftig position på marknaden, och samtidigt öka säkerheten, vill Minno AB att arbetsgruppen skall ta fram sidoskydd samt nack- och ryggstöd för produkten. Vidareutvecklingen skall sammanfattningsvis uppfylla de krav som ställs i ECE



Reglemente 44.04 (se sammanfattning i appendix 1) om fasthållande av barn i motordrivna fordon.

Den nya produkten skall kunna bäras av barn från sex år, samt av vuxna. Den skall därtill kunna användas som handbagage vid resa med flyg. Som begränsande dimensioner för handbagage föreslogs måttangivelser från flygbolaget RyanAir: 550 mm x 450 mm x 200 mm (RyanAir, 2012). Packutrymmet skall vara så stort som möjligt, dock får denna volym minskas i förhållande till dagens SitSac. Den nya produkten skall vara så säker som möjligt och utstråla ett flexibelt designuttryck. En övergång i uttrycket från lekfullhet till säkerhet från hopfällt till uppfällt läge skall eftersträvas.

### 1.3. Syfte

Detta projekt syftar till att ta fram ett helhetskoncept för ett funktionellt rygg- och nackstöd samt sidoskydd till dagens SitSac, vilket sedan skall ligga till grund för vidareutveckling av produkten. Konceptet skall uppfylla krav från Minno AB, reglementen samt brukarkrav. Projektet utförs som ett kandidatarbete på civilingenjörsprogrammet Teknisk Design vid Chalmers Tekniska Högskola, och syftar till att applicera den kunskap och de metoder som erhållits under studierna på en verklig produktutvecklingsprocess.

### 1.4. Mål

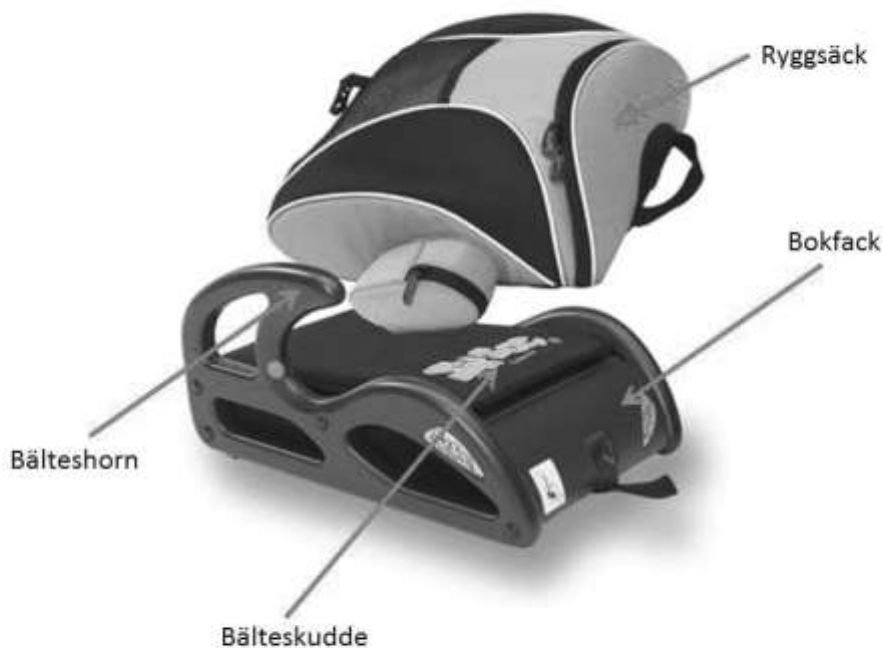
Målet med projektet är att förse dagens SitSac med sidoskydd samt rygg- och nackstöd, samt ett enklare koncept för förvaring. Till detta skall specificeras material- och färgval. Det slutgiltiga konceptet bör ta i beaktning framtida krocktester för att produkten skall kunna godkännas enligt ECE. Vidareutvecklingen skall eftersträva en låg tillverkningskostnad, klara dimensionskraven för handbagage, ha en minimerad totalvikt, samt erbjuda största möjliga förvaringsutrymme.

## 2. Referensprodukt

SitSac består av två separata delar: en bälteskudde med integrerat förvaringsutrymme under sitsen och en avtagbar ryggsäck. Bälteskudden består av högdensitetspolyeten (HDPE) och polypropylen (PP), samt är förstärkt på undersidan med aluminiumstänger. Ryggsäcken är tillverkad i polyester. Bälteskudden är avsedd för barn mellan fyra och tolv år. SitSac skall kunna bäras av både vuxna och barn, varför den inte väger mer än 1,8 kg. Packutrymmet är totalt cirka 14 liter.

Bälteskudden är krocktestad och godkänd för viktclass II och III, vilket innebär 15-36 kg samt universellt anpassad för alla bilar enligt ECE reglemente 44.04 (se även avsnitt 3.1.3.). SitSac har måtten 400 mm x 380 mm x 210 mm, dessa mått är av stor vikt då produkten tillåts nyttjas som handbagage vid resa med de flesta flygbolag.

På ovanpå bälteskudden läggs ryggsäcken, när kudden ej skall användas. Ryggsäcken fästs genom sin passform i bälteshornen, en rem längst bak, samt en snodd längst fram som träs om luckan till det i kudden integrerade förvaringsutrymme.



## 3. Teori

I detta avsnitt redogörs för teoretiska begrepp som behandlas i rapporten.

### 3.1. Säkerhet i bilen

I detta avsnitt redovisas teori kring säkerhet i bil.

#### 3.1.1. Säkerhetsbältets funktion

I Sverige är det lag på användning av säkerhetsbälte vid bilfärd. Bältets syfte är att fånga upp kroppen vid en kollision så att passageraren inte slungas ur bilen, slår i inredningen eller lösa delar. De flesta säkerhetsbälten är idag utrustade med bältesförsträckare som automatiskt drar åt bältet vid kollisionsögonblicket för att minska framkastet. Det är viktigt att undvika så kallat *slack*, det vill säga att bältet inte ligger an mot kroppen (Trafikverket, 2012).

Den nedre delen av säkerhetsbältet, skall sitta över höftbenen nere mot låren. Höftbenets kammar förhindrar att remmen vid en kollision glider upp över buken där det kan skada känsliga inre organ. En korrekt positionering av höftbältet minskar också risken för underglidning, vilket innebär att passageraren glider ut under säkerhetsbältet längs med sätet (Pettersson, 2012).

Den diagonala delen av säkerhetsbältet skall löpa över bröstet, så nära halsen som möjligt. Gör bältet det så går det i rätt vinkel och ligger därmed an mot axel och bröstben som klarar relativt stora krafter. Om bältet inte ligger över axeln så kan det vid en kollision knäcka revbenen som i sin tur skadar hjärta och lungor (NTF, 2012). Löper diagonalbältet längre ifrån halsen så kan axeln på motsatt sida skapa ett större vridmoment då passagerarens överkropp slungas framåt vid en kollision eller kraftig inbromsning. Detta kan medföra att passageraren glider ur diagonalbältet (Pettersson, 2012).

#### 3.1.2. Bilbarnstolens funktion

Barn som är kortare än 135 cm långa skall enligt svensk lag skyddas med en ytterligare skyddsanordning förutom säkerhetsbälte. Detta beror på att bilsäten är anpassade efter fullvuxna passagerare vars anatomi skiljer sig från barnens. Barn har inte färdigutvecklade höftben och därmed heller inte färdigutvecklade höftkammar. De är också avsevärt kortare än vuxna och deras huvuden har mycket stor massa i relation till den totala kroppsmassan (Pettersson, 2012).

På grund av att små barn har stora huvuden i proportion till resten av kroppen måste de upp till fyra års ålder resa bakåtvänt. Ett babyskydd eller en bakåtvänd bilbarnstol tar upp barnens fortsatta rörelse framåt vid en frontalkollision. Babyskyddet rekommenderas för barn upp till sju månader, varefter bakåtvänd bilbarnstol bör brukas till dess barnet fyllt fyra år (Trafikverket, 2012).

Så länge barnets skelett inte är färdigutvecklat måste det höjas upp från bilsätet för att säkerhetsbältet skall löpa korrekt över barnets kropp. Mellan fyra och tolv års ålder skall barn sitta i en framåtvänd bilbarnstol eller på en bälteskudde vid bilfärd. Anordningens bälteshorn håller höftbältet på plats för att det inte skall skada bukens inre organ. En högre sitthöjd underlättar korrekt positionering av säkerhetsbältets diagonaldel. Framåtvända bilbarnstolar är försedda med en bältesledare som underlättar korrekt bältesposition ytterligare och minskar risken för att glida ur diagonalbältet. Den framåtvända bilbarnstolen har också fördelen att de stöder barnets huvud vid sömn (Trafikverket, 2012).



### 3.1.3. ECE Reglemente 44.04

Inom länder tillhörande FN:s ekonomiska kommission för Europa, förkortat ECE (*Economic Commission for Europe*), finns lagkrav för anordningar som är till för att hålla kvar ett barn i sätet vid kollision. Dessa lagkrav står nedskrivna i E/ECE 324, Add. 43. Reg. No. 44.04.: *Uniform provisions concerning the approval of restraining devices for child occupants of power-driven vehicles (Child restraint system)*, vilket hädanefter förkortas ECE Reglemente 44.04. Reglementet innefattar utförliga beskrivningar av krav på bilbarnstolar samt hur tester skall utföras, för att säkerställa att dessa utförs likadant oavsett testanläggning. Kraven i ECE Reglemente 44.04 handlar framför allt om att barnets mjukdelar och huvud ej får utsättas för alltför höga krafter vid kollision, och att samtliga material även måste vara flamsäkra.

En sammanställning av för projektet relevanta krav i denna regelsamling finns nedskrivna i ett dokument (se appendix 1). Då dagens SitSac endast är godkänd för klass II och III (15-36 kg) har endast kraven som ställs för dessa tagits hänsyn till i arbetet. Krav som rör stolar med ISOFIX-fästen – en fästordning som medger montering av bilbarnstolar i bilsäten – har inte beaktats.

### 3.1.4. Slagtest

Enligt krav 7.1.2.1 i ECE Reglemente 44.04 skall alla invändiga ytor i anordningar med ryggstöd täckas av material med vissa energiabsorberande egenskaper. Detta avgörs genom ett slagtest som beskrivs utförligt i bilaga 17 till reglementet. Kortfattat genomförs testet genom att ett träklot med en vikt av  $2.75 \pm 0.05\text{kg}$ , bestyckat med en "näsa", i form av en mindre hemisfär i träklotets botten, släpps mot materialet från en höjd av 100-105 mm, bilden nedan föreställer ställning och träklot. Klotets inbromsning och eventuell tillbakastuds mäts sedan med hjälp av en accelerometer – en anordning som mäter acceleration och retardation. Inbromsningen och accelerationen under eventuell tillbakastuds får aldrig överstiga 60g. Detta ger en minsta teoretisk tjocklek på materialet, enligt formlerna  $W = Fs$  (där  $W$  är energin,  $F$  är kraften och  $s$  sträckan),  $W = mgh$  där ( $m$  är massan,  $g$  gravitationskonstanten och  $h$  höjden) och  $F = ma$  (där  $a$  är accelerationen). När klotet släpps får det energin  $W = mgh$ , som sedan skall bromsas in enligt  $W = Fs$ , eller  $W = mas$ . Här är  $h = 100\text{ mm}$  och  $a = 60g$  (vilket är högsta tillåtna värdet).

Alltså:

$$mgh = mas$$

$$s = \frac{gh}{a}$$

$$s = \frac{h}{60} = \frac{100}{60} = 1,666 \dots [\text{mm}]$$

Detta är dock ett teoretiskt minsta värde, och material behöver i allmänhet vara betydligt tjockare än detta.

Vid testets utförande läggs hela anordningen emot en betongplatta, eller annan lika rigid yta, och klotet släpps mot samtliga ytor på insidan av ryggstödet, som i upprest läge befinner sig 335 mm eller högre från sitsens innersta punkt. Vid kanter testas materialet fram till övergången till baksidan, alltså även på kanten.

Finns hål uttagna i ryggstödet behandlas dessa som ryggstödet yttre kanter. Är dessa hål dock täckta av material, exempelvis tyg, testas detta också enligt ovan (Pettersson, 2012, ECE 44.04, 2011).



### 3.1.5. Användning

Studier visar att en stor andel barn inte använder bälteskudde, särskilt i högre åldrar. Bland orsakerna finns diskomfort och att barn upplever sig sitta i fel höjd. Även felanvändning av bälteskudden har observerats i studien *Misuse of Booster Cushions – An Observation Study of Children’s Performance during Buckling Up*, där upp emot 70 % av barnen använde kudden på ett felaktigt sätt. Ett vanligt fel var att säkerhetsbältet inte spändes korrekt (Osvalder, Bohman, 2008).

En marknadsanalys har visat att föräldrar väljer bilbarnstol enligt principen att alla godkända stolar är lika säkra. Komfortfaktorn är ofta det som styr valet av bilbarnstol, varmed stolar med hårt skal och mjuk insida eftersöktes. Även stolar med ISOFIX var eftertraktade. Gemensamt för de stolar som studerades var att expanderad polystyren (EPS, i dagligt tal ”frigolit”) användes för energiabsorption. De flesta stolar hade också ungefär samma mått, sittdynans bredd låg runt 300 mm, ryggstödet var mellan 700 - 800 mm högt. (Nilsson, Wolstedt, 2009).

## 3.2. Ergonomi

Viktigt i utvecklingen av en bilbarnstol var att ta reda på och följa riktlinjer för god ergonomi, då komfort var en viktig faktor.

### 3.2.1. Antropometriska mått

Antropometri handlar om människans mått och proportioner vad gäller bland annat kroppsställningar, räckvidder och rörelseutrymme. Muskelstyrka samt tyngdpunkter hos olika kroppssegment och tröghetsmoment ingår också. De flesta dimensioner hos en människa är normalfördelade, vilket gör att en dimension hos en population kan beskrivas med hjälp av enbart medelvärde och standardavvikelse. Mått såsom muskelstyrka och kroppsvikt är dock inte normalfördelade (Bohgard et al., 2008).

Vid utformning av produkter är det viktigt att både sätta lämpliga mått både för de minsta och största brukarna. Begreppet ”Design för alla” innebär oftast design för den 5:e till 95:e percentilen, vilket innebär att hänsyn ej tas till de fem procent av den avsedda brukarpopulationen med minst dimensioner eller till de fem procent med störst

dimensioner. Att utforma en produkt så att den passar 90 procent av befolkningen innebär ofta ett visst behov av justerbarhet av produkten (Bohgard et al., 2008).

### 3.2.2. Sittergonomi

För att inte orsaka diskomfort vid långvarigt sittande är det viktigt att beakta sittergonomiska faktorer. För att kunna skifta belastning mellan muskler och ledband är det viktigt att brukaren kan variera sin sittställning. Vridna eller asymmetriska sittställningar bör undvikas, liksom kroppsställningar där leder hålls i det relativt oskyddade ytterläget under en längre tid.

Framåtlutad ställning på huvud och kropp bör undvikas både av ergonomi- och säkerhetsskäl. Det är av stor betydelse att ryggradens naturliga svank, den inverterade S-formen som uppträder vid stående, bibehålls även i sittande position. Därför bör ryggstöd följa ryggens kurvatur. Vinkeln mellan sitsen och ryggraden skall vara runt 100-120 grader. Det är önskvärt att överarmarna hålls intill kroppen liksom att undvika höga tryck på känslig mjukvävnad (Bohgard et al., 2008).

### 3.3. Hållfasthet

Ett ämnes förmåga att ta upp laster och moment avgörs av dess hållfasthet. Hållfastheten utgörs av ett antal egenskaper materialet har, som i allmänhet är relaterade till begreppet spänning. Spänningen definieras som kraft per ytenhet ( $F/A$ ). Två viktiga egenskaper för ett material är dess plasticeringsgräns, som talar om när materialet börjar deformeras på ett sätt så att det ej återfår sin ursprungliga form vid avlastning, och brottspänning, som talar om när materialet slutligen brister då det ej längre kan ta upp några krafter.

En annan viktig egenskap är elasticitetsmodulen vilken anger hur mycket ett material deformeras vid en viss spänning. Hög elasticitetsmodul ger ett styvt material och en låg elasticitetsmodul ger ett flexibelt material.

Hållfastheten kan utvärderas i alla delar av utvecklingsprocessen, och kan bestå av alltifrån grova uppskattningar till exakta beräkningar. Beräkningarna kan användas både för att jämföra och utvärdera lösningar. Ofta hänger hållfasthetsberäkningar nära samman med materialval (Lundh, 2000).

### 3.4. Utvärdering

Nedan presenteras teori kring utvärderingstermer.

#### 3.4.1. Validitet

En studies validitet innebär hur väl resultatet speglar det som önskas mätas. För att uppnå god validitet krävs ett passande urval, alltså individer eller objekt som är representativa för målgruppen. Det är även viktigt med god representation av det sökta utvärderingssystemet samt korrekt formulerade uppgifter (Jordan, 1998).

### 3.4.2. Reliabilitet

En studies reliabilitet innebär hur väl studiens resultat kan anses vara tillförlitligt, alltså huruvida studien skulle ge samma resultat vid upprepning eller om resultatet är en tillfällighet (Jordan, 1998).

## 3.5. Usability

I denna rapport är *usability* definierat i överensstämmelse med ISO 9241-11: "Extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use". Även definitionerna av *kraftfullhet* (*effectiveness*), *effektivitet* (*efficiency*) och *tillfredsställelse* (*satisfaction*) följer ISO-definitionerna, där *kraftfullhet* handlar om i vilken grad målen kan uppnås; *effektivitet* handlar om hur stor ansträngning det kräver av användaren att uppnå målen och *tillfredsställelse* handlar om de känslor användaren upplever vid användning av produkten, för att uppnå målen.

En produkts *usability* påverkas alltså (enligt denna definition) av såväl mål och miljö som användare, och alltså kan samma produkt ha hög *usability* i ett sammanhang och låg i ett annat. Exempelvis kan en avancerad miniräknare ha hög *usability* för en ingenjör som vill rita en graf, men låg *usability* för en andraklassare som vill lösa ett enkelt additionstal.

Denna definition har kompletterats av Jordan, med fem olika aspekter på *usability*, där två av dessa nämnts i rapporten (Jordan, 1998). Dessa är:

1. *Guessability* - Hur väl en förstagångs-användare klarar att använda produkten.
2. *Learnability* - Hur effektivt en användare lär sig att använda produkten.

Även ett par av Normans begrepp rörande "Artefakternas psykologi" har tagits stor hänsyn till under arbetets gång. Vissa av dessa aspekter återfinns hos Jordan, i mer eller mindre utsträckning. De behandlar i stort hur en produkts utformning påverkar användarens förhållningssätt till den, och kan beskrivas som följer:

1. *Mentala modeller* handlar om hur en användare föreställer sig en situation, hur ett samspel kommer att gå till. Exempelvis är en persons mentala modell av en dörr i allmänhet att den antingen öppnas utåt eller inåt, och inte rakt uppåt eller snett nedåt höger.
2. *Affordances* kan närmast liknas vid ledtrådar, och innebär att en produkt utformas så att användaren guidas till hur produkten används, samt vad den gör.

(Norman, 2002)

## 3.6. Natural Colour System (NCS)

NCS är ett system för att kunna ge en exakt beskrivning av en färg. Färgsystemet grundar sig på en färgcirkel, med ett färgspektrum som spänner sig mellan fyra poler i rött (R), gult (Y),



grönt (G) och blått (B). Dessa är de färger som tillsammans med vitt och utgör grundfärgerna i NCS-systemet. Mellan de fyra polerna R, Y, G och B löper alla kulörtoner. En kulörton kan till exempel anges på formen R20B, vilket innebär en ton av rött med 20% blått.

För varje kulörton finns också en uppsjö nyanser, vilket innebär en blandning mellan kulörtonen samt vitt och svart. En nyans anges med två procenttal, exempelvis 1040, vilket innebär 10% svarthet och 40% kulörthet. Resterande 50% utgörs av färgen vit.

En fullständig NCS-kod anger både nyans och kulörton och kan till exempel skrivas S 1040-R20B (NCS Colour System, 2012).

## 4. Metodik

I detta kapitel presenteras de metoder som använts under projektet.

### 4.1. Materialdatabassökning

Databasen CES (Cambridge Engineering Selector 2011.2 Version 7.0) innefattar information om olika materials egenskaper och de olika tillverkningsprocesser som kan tillämpas. Databasens syfte är att fungera som beslutsunderlag för materialval i produkter eller applikationer. Förutom att databasen möjliggör sökning av egenskaper, tillämpningar, processer och specifika materialnamn finns även möjlighet att jämföra efter olika parametrar. CES kan därför användas för att samla in data, utvärdera och analysera olika möjligheter (Ashby, 2011).

### 4.2. Frågebaserade metoder

Det finns både kvalitativa och kvantitativa frågebaserade metoder att tillgå vid en brukarundersökning. Till de kvalitativa metoderna räknas intervjuer och fokusgrupper medan de kvantitativa metoderna är strukturerade intervjuer eller enkäter (Johannesson, Persson, Pettersson, 2004).

#### 4.2.1. Intervjuer

Intervjuer utförs genom att en eller flera undersökare diskuterar med en brukare vad denne har för synpunkter och värderingar kring en produkt eller uppgift (Johannesson, Persson, Pettersson, 2004). Genom denna metod kan undersökarna få en förståelse för brukarnas attityd, beteende och resonemang kring ett ämne.

Intervjuer kan vara uppbyggda på olika sätt och innehålla antingen strukturerade, semistrukturerade eller ostrukturerade frågeställningar. I en strukturerad intervju formuleras frågor som bestämts i förhand, vars struktur följs under intervjun. I en ostrukturerad intervju formuleras frågorna fritt kring ett ämne. En semistrukturerad

intervju är ett mellanting mellan en strukturerad och ostrukturerad intervju, och baseras på en stomme av förbestämda frågeområden (Lantz, 2007, Kylén, 2004).

Fördelen med en strukturerad intervju är att insamlad data kan bearbetas och analyseras statistiskt (Johannesson, Persson, Pettersson, 2004). Nackdelen är att det inte går att ställa följdfrågor eller följa upp sidospår som kan vara av intresse för det som undersöks.

Fördelen med de ostrukturerade intervjuerna är möjligheten att ställa följdfrågor, medan nackdelen är att insamlad data kan vara svår att bearbeta.

Djupintervjuer kan i tidiga skeden av produktutvecklingsprocessen fånga upp viktiga aspekter av användarmiljö och oförväntade behov. Detta kan uppmuntras genom att ställa följdfrågor så att intervjupersonen får tala fritt samt beskriva och uttrycka uppfattningar kring problembeskrivningen. På detta vis blir det möjligt att förstå varför attityder till problemet formats (Ulrich, Eppinger, 2000).

#### 4.2.2. Fokusgruppsintervjuer

Fokusgrupper är en kvalitativ metod som involverar en eller flera representativa brukargrupper om cirka fem till femton personer per grupp som samtalar kring ett ämne. En moderator leder diskussionen och ser till att involvera samtliga deltagare, att diskussionen flyter på samt att fokus ligger på det valda ämnet. Fokusgrupper används i explorativt syfte där deltagarna kan komma på oväntade resultat och idéer genom att bygga vidare på associationer från de andra deltagarnas synpunkter (Johannesson, Persson, Pettersson 2004). Medierande objekt kan användas som stimuli för att skapa associationer hos deltagarna (Obert, Forsell, 2000).

#### 4.2.3. Enkäter

Enkäter är strukturerade intervjuer presenterade i frågeformulär där intervjuerna inte är närvarande (Lantz, 2007, Kylén, 2004). Fördelen med en kvantitativ enkätstudie är att frågorna och dess svar blir strukturerade och därmed lätta att hantera och sedermera analysera. Nackdelen är att möjlighet till följdfrågor eller användning av följdfrågor inte existerar, varför oförväntade behov inte kan komma fram (Ulrich, Eppinger, 2000).

Enkäter fungerar främst som en bekräftelse av de kvalitativa metoderna eller för att samla in data från ett stort antal personer (Lantz, 2007, Kylén, 2004).

### 4.3. Analysmetoder

Nedan presenteras metoder för analys av insamlad data.

#### 4.3.1. Image board

En image board är ett kollage som beskriver bland annat stämning, uttryck och känsla kring en produkt. Bilderna i kollaget beskriver användaren och dennes omgivning (Warell, 2006).

#### 4.3.2. Expression board

När bilderna istället betonar uttrycket kallas kollaget för en expression board. Denna kan användas parallellt med image board för att underlätta kommunikationen kring den estetiska utformningen, och kan även ligga till grund för idégenereringen. I senare delar av processen kan framtagna koncept läggas in i boarden för att utvärdera om uttrycken stämmer överens (Warell, 2006).

#### 4.3.3. Funktionsanalys

Målet med en funktionsanalys är att bryta ner behov och krav som ställs på systemet människa-produkt till centrala funktioner. Dessa kan sedan studeras mer detaljerat för att kunna uppnå de krav som ställs på varje enskild funktion. Detta uppnås genom att bryta ner produktens sammanställda funktion i huvudfunktioner, delfunktioner och stödfunktioner. Huvudfunktioner är de funktioner som måste finnas för att det skall vara möjligt att uppnå systemmålet. Dessa huvudfunktioner byggs upp av en rad olika delfunktioner, vilka kan bestå av ytterligare underordnade funktioner. Funktionsanalysen inom produktutveckling genomförs vanligen i följande steg:

1. Den övergripande funktionen definieras som omvandlingen av indata i systemet till utdata
2. Den övergripande funktionen bryts ner i styrande delfunktioner
3. Ett blockdiagram ritas upp för att visa interaktionen mellan de olika delfunktionerna
4. De olika delfunktionerna fördelas på tekniska komponenter

(Cross, 2008)

#### 4.3.4. KJ-analys

KJ-analys är en metod som används för att sammanställa stora mängder data vilket ger en helhetsbild över hur den fördelas. Insamlad data skrivs ned på lappar som placeras ut i grupper utifrån teman de behandlar, varefter varje grupp tilldelas en rubrik. Varje lapp innehåller endast en enhet av data. Metoden har utgångspunkt i detaljer som sedan sammanställs till en helhet. Detta anses fördelaktigt då grupperingen av data inte behöver vara förutbestämd utan tar form under processens gång (Kaulio, 1999).

#### 4.3.5. Cognitive Walkthrough (CW)

CW är en metod som går ut på att förutspå hur interaktionen mellan användare och maskin kommer att se ut. Via en frågeprocess identifieras även vilka fel som kan uppstå. Denna metod används för att utvärdera användningsfel och utreda de kritiska uppgifter som leder till användningsfelen. CW är en fördelaktig metod då det i ett tidigt stadium går att utvärdera ett gränssnitt utan att behöva ta fram prototyper eller involvera användare (Lewis, Wharton, 2007).

#### 4.3.6. Predictive Human Error Analysis (PHEA)

PHEA är en uppgiftsanalys som presenteras i tabell och används för att identifiera vilka användningsfel som kan uppkomma samt dess konsekvenser då en användare interagerar med en maskin. PHEA är en fördelaktig metod då den medger en systematisk genomgång av potentiella fel vid ett tidigt stadium utan färdiga prototyper eller användare. PHEA beaktar dock inte direkt kognitiva processer hos användaren (Sandom, Harvey, 2004).

#### 4.3.7. Ekostrategihjulet

Ekostrategihjulet är en metod för att synliggöra hållbarhetsmässiga förbättringsmöjligheter hos en produkt eller ett system. Metoden kan användas för idégenerering eller som checklista för utvärdering, och fokuserar på åtta områden under produktens livscykel där stora förbättringar ofta kan ske.

1. Optimera funktionen
2. Minska påverkan under användning
3. Minska mängden material
4. Välj rätt material
5. Optimera livslängden
6. Optimera produktionen
7. Optimera resthanteringen
8. Optimera distributionen

(Nyström, 2011)

### 4.4. Konceptgenerering

Nedan presenteras olika metoder för konceptgenerering.

#### 4.4.1. Sex tänkarhattar

Denna metod, utvecklad av Edward de Bono, bygger på idén om parallellt tänkande. Detta innebär att samtliga i arbetsgruppen tänker i samma riktning vid ett visst tillfälle, och på så sätt inte fastnar i argumentationer eller låser sig vid specifika idéer. Detta åstadkoms genom att hela gruppen tar på sig en av sex olika tänkarhattar, vilka motsvarar varsin färg. Hela gruppen har alltså samma färg på hatten, och vilken hatt detta är varierar sedan. Metoden kan utföras både med faktiska hattar och med tänkta hattar. Hattarna kan också användas var för sig, till exempel för att undvika subjektivitet i vissa frågor. En person kan då ombedjas att ta på sig exempelvis den vita hatten innan frågan besvaras, eller själv föredra att svara på en fråga med en viss hatt på sig. Detta kan vara ett effektivt sätt att behandla känsliga frågor.

Varje hatt representerar ett sätt att tänka och med en viss hatt på huvudet är det enbart tillåtet att tänka på detta sätt. De olika hattarna är:

**Vit hatt: Information och fakta.** När en person har den vita hatten på sig bör denne tänka likt en dator. Endast konkreta fakta och siffror får lämnas, medan tolkningar, gissningar och förutsägelser måste utelämnas. All fakta måste vara opartisk.

**Röd hatt: Känslor och emotionella tillstånd.** När denna hatt bärs är meningen att känslor skall uttryckas. En person med den röda hatten på sig skall inte försöka förklara sina känslor eller motivera dem logiskt.

**Svart hatt: Försiktighet.** Denna hatt medför ett skeptiskt tänkande, och syftar till att formulera risker, problem, svagheter och så vidare.

**Gul hatt: Optimism.** Med denna hatt ligger fokus på positivt spekulerande och konstruktivt tänkande. En positiv bedömning av frågor och problem görs, denna hatt kan ses som motsatsen till den svarta.

**Grön hatt: Kreativitet.** Denna hatt uppmuntrar till idéer, såväl helt nya som nya tappningar av gamla idéer. Lösningar till problem (från till exempel den svarta hatten) och utveckling av möjligheter (från den gula) är viktiga mål med arbetet under den gröna hatten.

**Blå Hatt: Kontroll av tänkandet.** Med den blå hatten på sker reflektioner och utvärdering av hela processen. Resultat sammanställs, och huruvida ytterligare arbete med någon av hattarna behövs bedöms.

Metoden med sex tänkande hattar kan användas i flera sammanhang, från idégenerering till beslutsfattande. Styrkan ligger i att samtliga deltagare arbetar åt samma håll, och argumentationer som kan skapa dålig stämning såväl som ödsla energi kan undvikas (Bono, 2009).

#### 4.4.2. Brainstorming och brainwriting

Brainstorming är en metod för idégenerering, som bygger på att i grupp presentera så många idéer som möjligt, utan kritik tillåten. Detta låter gruppmedlemmarna inspireras av varandras idéer, samt bygga vidare på dem, eller använda dem i andra sammanhang än de primärt var tänkta för. Viktigt är att ingen sällning eller utvärdering sker, utan att alla förslag dokumenteras för senare processer (Österlin, 2010).

En variant på brainstorming kallas för brainwriting, och innebär att varje gruppmedlem var för sig dokumenterar sina idéer och förslag. Inte heller här får någon sällning eller sortering göras. Därefter presenteras alla idéer för gruppen, varpå processen fortsätter som i brainstorming. Fördelen med att först sitta var för sig är att större spridning kan uppnås i idéerna då deltagarna inte influeras av varandra, och risken att gruppen låser fast sig i vissa tankebanor minimeras (Österlin, 2010).

#### 4.4.3. Biomimikry

Biomimikry är ett sätt att hitta lösningar på problem genom att studera hur naturen gör. På så sätt går det att använda liknande mekanismer för produkter i människans samhälle. Dessa lösningar kan vara smarta och hållbara eftersom de är utvecklade av naturen under miljontals år (Gröndahl, Svanström, 2010).

### 4.5. Val av koncept

Nedan presenteras olika elimineringsmetoder för att välja ett koncept.

#### 4.5.1. Pugh

Pugh-matrisen är en utvärderingsmatris som används för att identifiera det koncept som bäst uppfyller en kravspecifikation. Utvärderingen sker genom att varje koncept jämförs med ett referenskoncept. Ett koncept som är bättre än referenskonceptet erhåller ett plus, är det jämbördigt ges en nolla och är det sämre ges ett minus. Den totala summan av varje koncept räknas sedan ihop, där det tas hänsyn till prioriteten hos de uppfyllda kraven, och ett eller flera koncept kan väljas eller elimineras utifrån dess resultat (Johannesson, Persson, Pettersson, 2004).

#### 4.5.2. Kesselring

Kesselringmatrisen används för att utvärdera flera koncept. Detta sker via viktning mot ett idealkoncept som fullständigt uppfyller utvalda utvärderingskriterier, där varje utvärderingskriterium har en viktningsfaktor. Konzepten betygsätts sedan efter uppfyllande av utvärderingskriterium. Det erhållna betyget skrivs in i matrisen tillsammans med produkten av betyget och viktningsfaktorn. Detta för att i slutet få fram en totalsumma som kan jämföras med ideallösningen (Johannesson, Persson, Pettersson, 2004).

### 4.6. Visualisering

Nedan presenteras olika visualiseringsmetoder.

#### 4.6.1. CAD

Computer Aided (Industrial) Design, är ett samlingsnamn för verktyg som utnyttjar en dator i syfte att skapa virtuella modeller. CAD tillåter ett väldigt stort spektrum av modelltyper, alltifrån enkla formmodeller till exakta modeller för produktion, visualisering och utvärdering. Simuleringar av användning och hållfasthetsberäkningar kan vara andra tillämpningar (Almius, 2010).

#### 4.6.2. Modeller/*mock-ups*

En modell kan liknas vid en tredimensionell skiss, och är en fysisk representation av ett koncept. Precis som skisser har de flera användningsområden, såväl i utvecklingsprocessen som vid presentation. De kan också variera mycket i noggrannhet,

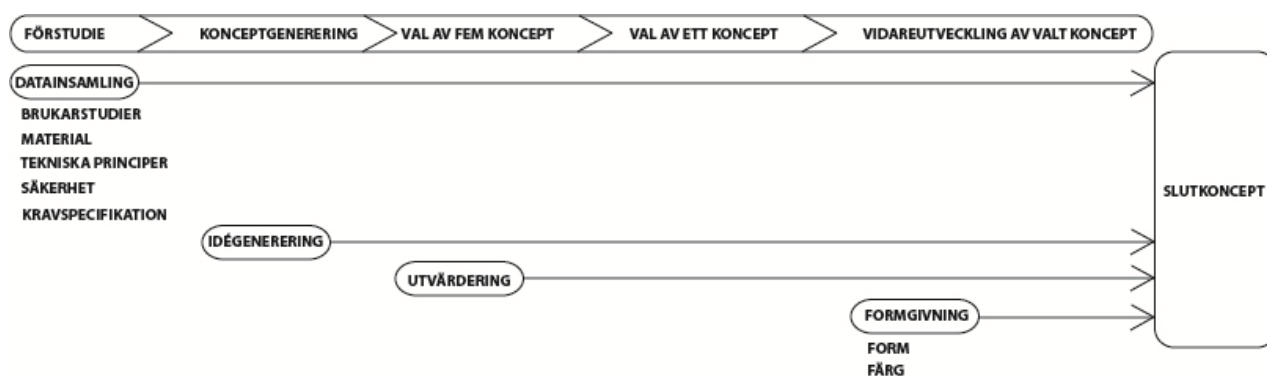
beroende på vad som eftersöks. En *mock-up* är ett slags modell som huvudsakligen tjänar till att testa olika lösningar. Detaljnivån kan variera, beroende på hur noggranna tester som önskas, och modellen kan göras antingen i fullstorlek eller i skala (Bligård, 2011).

## 5. Genomförande

Projektet lades upp i fem huvudsakliga faser som kom att leda till ett slutkoncept. De fem faserna var förstudie, konceptgenerering, val av fem koncept, val av ett koncept och vidareutveckling av valt koncept.

Förstudien hade sin utgångspunkt i den kravspecifikation som erhöles av Minno AB vid projektets start. De områden som främst beaktades var säkerhet, brukare, material och tekniska principer. Dessa områden delades upp gruppmedlemmarna emellan så att ett par i gruppen fick ansvara för varsitt område. De fakta som uppkom under datainsamlingen sammanställdes till krav som tillades kravspecifikationen. Denna process fortlöpte under hela projektets gång.

En övergripande konceptgenerering påbörjades efter förstudien och resulterade i fem koncept. Idégenerering pågick kontinuerligt under hela projektets gång då vidareutvecklingsarbetet var en iterativ process. När väl fem koncept valts utvärderades dessa för att erhålla ett koncept. Det valda konceptet vidareutvecklades sedan på detaljnivå. Aktiviteter såsom fastställande av material, tekniska principer och formgivning ägde rum i detta skede. Alltsammans resulterade i ett slutkoncept. Arbetsprocessen illustreras nedan.



För att strukturera upp arbetets gång skapades även en projektplanering innehållandes projektbeskrivning och mål. Projektplaneringen användes även för att underlätta såväl intern som extern kommunikation beträffande projektets procedur i initialskedet av projektet. Ett veckoindelat tidsschema för arbetet skapades inför varje läsperiod i vilket viktiga möten, händelser samt delmål dokumenterades. Detta för att arbetsgruppen lätt skulle kunna få en överblick av projektets status. Tidsschemat kom sedan att uppdateras under projektets gång då exempelvis delmål uppnåtts och nya uppkommit.



## 5.1. Förstudie



Vid projektets start erhöjls en kravspecifikation från Minno AB, i vilken företagens krav och önskemål presenterades. Denna kravlista var utgångspunkt vid förstudien, som utfördes i syfte att erhålla djupare och kompletterande teori för utvecklingsarbetet.

### 5.1.1. Antropometriska data

För att formge bilbarnstolen på ett sätt så att den skulle passa barn mellan fyra och tolv års ålder hämtades tabeller med antropometrisk data från databasen AnthroKids (AnthroKids, 2012). Materialet i databasen är resultatet av en undersökning genomförd av den amerikanska konsumentvarukommissionen (Consumer Product Safety Commission, CPSC) på 70-talet. Då dessa data antogs kunna vara inaktuella söktes alternativa data att jämföra dessa med, men svårigheter förelåg i att hitta resultat från senare utförda mätningar på just barn. Slutligen hittades tabeller för längd och vikt för det sökta åldersintervallet (Centers for Disease Control and Prevention, 2008 ). Dessa användes för utvärdering av tidigare funna värdenas validitet.

Insamlad data från AnthroKids hölls som riktlinjer vid utformningen av bilbarnstolen, men många mått ställdes också i relation till andra bilbarnstolar på marknaden eftersom dessa data antogs vara något föråldrade. Begreppet "Design för alla" fick i detta projekt styras av design för den 95:e percentilen, eftersom en stor del av utformningen av en bilbarnstol styrs av att de största individerna ska få tillräckligt med utrymme.

Tabellerna över barnens vikt eftersöktes för att ställa barnens längd och ålder i relation till bilbarnstolens viktklasser II och III (15-36 kg). Även det faktum att bilbarnstol ej är nödvändigt för passagerare som är längre än 135 cm beaktas. Trots att inga förändringar av bälteskudden skulle genomföras hämtades även tabeller över bland annat höftbredd från AnthroKids för att kunna utvärdera huruvida den verkligen är bred nog för den 95:e percentilen av de äldsta barnen. Mått såsom skulderbredd och höjd vid sittande beaktades för dimensionering av ryggstödet.

För fullständiga data se appendix 2.

### 5.1.2. Studiebesök: VTI

Inledningsvis gjordes ett studiebesök hos VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, vilket är en statlig myndighet som svarar till Näringsdepartementet. Då VTI bland annat genomför krocktester låg det i arbetsgruppens intresse att genomföra ett studiebesök hos dem (VTI, 2012).

VTI i Linköping är den anläggning som genomför krocktester av bilbarnstolar. Väl på VTI fick arbetsgruppen möjlighet att träffa Tommy Pettersson, Laboratory Manager på Crash

Safety, som ingående beskrev hur krock- och slagtester genomförs samt förmedlade information kring kollisioner, barns anatomi och vissa viktiga fakta kring trafiksäkerhet. Dessutom beskrevs kortfattat framtida test, vilka inom de närmsta åren skulle komma att bli relevanta. Arbetsgruppen fick även tips beträffande utformning av bilbarnstolar.

### 5.1.3. Marknadsundersökning

En marknadsundersökning utfördes för att samla information kring bilbarnstolsmarknaden. Undersökningen utgjordes av besök hos två återförsäljare av bilbarnstolar samt Baby- & Barnmässan. Fokus lades på dagens produkter, försäljningsstrategier, trender och efterfrågan.

#### 5.1.3.1. *Återförsäljare av bilbarnstolar*

De återförsäljare som besöktes var baby- och barnartikelsaffären Storken och biltillbehörsaffären Mekonomen. Syftet var att studera butikernas utbud, vad som efterfrågades av butikernas konsumenter samt hur personalen säljer in en produkt. De båda återförsäljarna valdes på grund av butikernas skilda karaktärer, för att beakta huruvida detta skulle ha inverkan på den erhållna informationen.

Besöken genomfördes i två steg. Först studerades butikens utbud av bilbarnstolar och sedan intervjuades ett butiksbiträde. Under intervjun behandlades nedan listade frågor vilka baserades på tidigare datainsamling från VTI.

- Vad letar föräldrar efter när de köper bilbarnstol?
- Vad är det som är säkert?
- Vad är nackstödet bra för?
- Vad är bälteshornen bra för?
- Vad är sittkudden bra för?
- Vad är det för prisgrupp?
- Är ISOFIX bra?
- Hurdan är efterfrågan på ISOFIX?

#### 5.1.3.2. *Baby- & Barnmässan*

Baby- & Barnmässan är en mässa för barnfamiljer, vilken besöktes på Svenska Mässan i Göteborg i mars 2012. På mässan introducerades diverse artiklar för barnfamiljer, såsom bilbarnstolar, barnvagnar och barnkläder. Under mässan gavs även tillfälle för återförsäljare och produktutvecklare att visa upp nya produkter och nytänkande lösningar. Arbetsgruppen ansåg att ett studiebesök på mässan var relevant – detta dels för att få en uppfattning om konkurrensen på marknaden, men även för att få en djupare inblick i hur bilbarnstolar marknadsförs och vad brukare efterfrågar. Under Baby- & Barnmässan genomfördes ostrukturerade intervjuer med en rad olika bilbarnstolstillverkare.

#### 5.1.4. Identifiering av brukarkrav

Både kvantitativa och kvalitativa metoder, enkäter och djupintervjuer, användes för att ta reda på vilka behov och krav som finns kring användandet av bilbarnstolar och ryggsäckar. Urvalet för enkäterna utgjordes av målsmän till barn i åldrar mellan fyra och tolv år. Även material från tidigare fokusgrupper studerades.

Videokassetter och rapporter från fokusgrupper – genomförda av företaget Splitvision på uppdrag av Minno AB – studerades, varefter uttalanden av vikt för projektet antecknades. Deltagarna i dessa fokusgrupper var skolbarn som fick uttala sig om sitt användande av ryggsäckar samt preferenser gällande deras utformning. Studien behandlade även huruvida barnen använde bilbarnstol eller ej.

Två djupintervjuer genomfördes kring attityder och beteenden kopplade till flexibelt resande och användandet av bilbarnstol. Två av varandra oberoende föräldrar till barn i åldrarna sex år respektive sju och nio år intervjuades. Intervjuerna behandlade områdena medtagning av barns tillhörigheter, användandet av bilbarnstol samt flexibelt resande. Däremot nämndes inte bilbarnstolar med integrerad ryggsäck. För hela frågeformuläret, se appendix 3.

En enkätundersökning med frågor kring bilbarnstolar, information om bilbarnstolar och flexibla resor genomfördes för att bekräfta identifierade behov och krav från intervjuerna. Enkäterna distribuerades på förskolan Ur och Skur i Mölndal samt på internetforumen *Allt för föräldrar*, *Familjeliv* och *Vi föräldrar*. Se appendix 4 för enkäternas upplägg.

Samtliga brukarstudier sammanställdes i en KJ-analys, där data grupperades i lämpliga kategorier. Ur dessa kunde sedan en rad brukarkrav utläsas, vilka tillades i kravspecifikationen.

#### 5.1.5. Image board

Tidigt i projektet skapades en image board med bilder föreställandes den miljö och känsla som gruppen ansåg överensstämma med dagens SitSac. Produkten ansågs i huvudsak vara portabel och miljövänlig. Dessutom beskrevs brukarmiljön av flexibelt resande. Den image board som togs fram användes under projektets gång för att enkelt överblicka vad som eftersträvades hos den nya produkten.

#### 5.1.6. Expression board

Då det var viktigt för designarbetet att önskat uttryck uppnåddes, framställdes en expression board bestående av fem bilder. Tillsammans skulle dessa bilder illustrera det önskade produktuttrycket. Under arbetets gång användes expression boarden sedan för att avgöra om ett koncept passade in i uttrycket. Då projektet fortskred uppdaterades expression boarden allteftersom ny data samlades in.

### 5.1.7. Materialdatabassökning för stötupptagande material

Metodik från *Materials Selection in Mechanical Design* tillsammans med programvaran CES användes för att begränsa materialvalet för stötupptagande material. Till grund för materialdatabassökningen låg framtagna krav ur ECE Reglemente 44.04 som erhållits av VTI. För god stötupptagningsförmåga krävdes ett material med lämplig elasticitetsmodul – denna behövde vara tillräckligt låg för att inbromsningen skulle ske tillräckligt långsamt men hög nog för att tillåta en låg materialtjocklek. Då även priset var en styrande faktor var det pris och elasticitetsmodul som användes som styrande parameterar vid databassökningen.

I databassökningen definierades först tänkbara materialgrupper, varefter önskade egenskaper hos materialen specificerades. Därefter identifierades relevanta krav och målfunktioner bestämdes. Slutligen definierades intressanta parametrar för materialen. Det exakta tillvägagångssättet finns beskrivet i appendix 5.

### 5.1.8. Befintliga tekniska lösningar

Flera butiker besöktes för att finna inspiration till tekniska detaljlösningar för vidareutvecklingen. Detta skedde genom att titta på befintliga tekniska lösningar som kunde återses hos produkter på marknaden. Framförallt studerades funktioner och utformningar av bärsystem och höjdjusteringar. Även ryggskydd och diverse leksaker studerades. De butiker som besöktes var Naturkompaniet, Intersport, Happyland, Teknikmagasinet, Hobbex, Claes Ohlson och Femmans sport i Göteborg. För att hitta inspiration till ergonomiska bärsystem undersöktes diverse ryggsäckar, medan tekniska principer för höjdjustering studerades hos bilbarnstolar. I samband med att höjdjusteringar hos bilbarnstolar studerades, undersöktes även olika mekanismer för att fälla ihop och ta bort ryggstöd på bilbarnstolar. På rekommendation av Minno AB studerades även ryggskydd.

Internetsökningar gjordes också på [google.se](http://google.se) (Google, 2012), [goldbug.eu](http://goldbug.eu) (Goldbug, 2012) och [thefirstyears.com](http://thefirstyears.com) (The first years, 2012), främst eftersöktes vikbara och flexibla produkter och naturfenomen. Inspirationsbilder av andra föremål, växter och djur hämtades från [gettyimages.se](http://gettyimages.se) (GettyImages, 2012).

### 5.1.9. Funktionsanalys

En förenklad funktionsanalys utfördes på dagens SitSac där produkten bröts ned i olika funktioner för att bättre förstå dess syfte och medge ett fritt tänkande vid idégenereringen. Det fanns vissa svårigheter i att finna endast en huvudfunktion för en integrerad bilbarnstol och ryggsäck, varför ett undantag gjordes och en huvudfunktion för vardera bilbarnstolen och ryggsäcken listades. Dessa huvudfunktioner delades vidare upp i delfunktioner för vilka ett antal stödfunktioner listades.

### 5.1.10. Utvärdering av användbarhet

En utvärdering av användbarhet hos dagens produkt genomfördes med hjälp av metoderna CW och PHEA.

#### 5.1.10.1. *Cognitive Walkthrough (CW)*

En CW genomfördes på dagens SitSac för att få en uppfattning om potentiell felanvändning samt huruvida detta skulle kunna korrigeras hos den nya produkten och därmed vara till hjälp för formbestämning. Genom att utvärdera de potentiella användningsfel som fanns i produkten utsågs tre uppgifter "förberedelse för bilfärd", "bältesföring" och "användning av bokfack" vilka antogs vara de kritiska moment vid vilka risk för felanvändning förelåg. Uppgifterna kunde dessutom användas i en CW även för den utvecklade produkten varvid resultaten med lätthet kunde jämföras.

För mer utförlig information, se appendix 6.

#### 5.1.10.2. *Predictive Human Error Analysis (PHEA)*

En PHEA utfördes på dagens SitSac för att få en uppfattning av de konsekvenser som eventuella användningsfel kunde orsaka. Då metodiken gjorde det möjligt att gå igenom potentiella användningsfel och vad de orsakades av, kunde detta korrigeras i den utvecklade produkten. De uppgifter som antogs vara kritiska på grund av hög risk för användningsfel var samma som i den genomförda CW av den befintliga SitSac "förberedelse för bilfärd", "bältesföring" och "användning av bokfack". Även en PHEA-analys kunde ligga till grund för jämförelse med en vidareutveckling av produkten.

För mer utförlig information, se appendix 7.

### 5.1.11. Kravspecifikation

Arbetsgruppen utgick från den av företaget erhållna kravspecifikationen och kompletterade denna med diverse krav från förstudien. Det var viktigt att formulera kraven på ett sådant sätt att de inte begränsade vid konceptgenereringen, för att ge så stort utrymme som möjligt för innovativa lösningar. Kraven formulerades även på ett sådant vis att de i största möjliga mån skulle vara mätbara. Kraven viktades sedan från 1-5, där 5 innebar högst prioritet. De krav som inte kunde mätas presenterades som önskemål i kravspecifikationen, där ett mycket viktigt önskemål tilldelades en hög prioritet. Kravställaren för varje krav identifierades även. Under projektets gång uppdaterades kravspecifikationen så att nya krav från exempelvis företaget och vidare datainsamling tillkom.

## 5.2. Konceptgenerering



Efter att förstudien genomförts och sammanställts i krav kunde en övergripande idégenerering ske, där idéerna eftersträvade att uppfylla de ställda kraven. För att generera idéer kring möjliga koncept tillämpades metoderna sex tänkande hattar, brainstorming och brainwriting samt biomimikry. Även en separat idégenerering beträffande tekniska principer utfördes. Alla idéer visualiserades med skisser.

### 5.2.1. Sex tänkande hattar

Vid projektets första idégenerering användes en anpassad variant av metoden sex tänkande hattar i syfte att generera så många tankar som möjligt. Anpassningarna tjänade till att inrikta metoden på just idégenerering. För varje hatt delgav varje gruppmedlem sina tankar inom respektive område. Varje gruppmedlem fick själv anteckna vad som sades under inflytande av respektive hatt, för att på så sätt skapa en tydlig bild över vad som sades.

När den kreativa hatten användes utökades anteckningarna till skissande, och fasen påminde då mer om brainstorming. Under denna fas antecknade varje gruppmedlem i huvudsak sina egna idéer av praktiska skäl. Vid den sista fasen utvärderades den genomförda processen, samt inom vilka områden komplettering var nödvändig eller önskvärd. Exempelvis om mer fakta behövdes, eller om ett problem eller hinder behövde undersökas ytterligare.

### 5.2.2. Brainstorming och brainwriting

Såväl brainstorming som brainwriting användes under idégenereringsfaserna i projektet. Metoderna utfördes med tillägg att huvudfokus låg på grova och snabba skisser snarare än nedteckning av idéerna. Under sessionerna fanns såväl existerande produkt som tidigare producerade skisser och skissmodeller tillgängliga som stimuli för gruppmedlemmarna.

Fokus låg i allmänhet på en eller ett par funktioner, eller delar av kravspecifikationen. En av styrkorna i metoderna är möjligheten att inspireras av och spinna vidare på andras idéer, och det bedömdes fördelaktigt att idéerna då hade samma mål.

### 5.2.3. Biomimikry

Sökmotorn AskNature (The Biomimicry Institute, 2012) användes vid konceptgenereringen för att kunna tillämpa naturens smarta och hållbara lösningar till produktens tekniska funktioner. På sidan finns det möjlighet att söka svar på frågan "How

*would Nature...". De sökord som användes var *folding allows compact shape, folding mechanism* samt *compact shape*.*

#### 5.2.4. Generering av tekniska principer

Under idégenereringen identifierades tekniska funktioner och lösningar. Dessa genererades genom att arbetsgruppen ställde sig frågan "På vilka olika sätt kan funktionen uppnås?" för ett antal önskade funktioner. De föreslagna lösningarna dokumenterades i en matris, som var utformad på ett sådant vis att varje önskad funktion utgjorde en kategori i vilken tillhörande lösningsförslag kunde dokumenteras. Denna dokumentationsmetod ansågs lämplig för att möjliggöra en kombination av lösningsförslag för att erhålla fullständiga koncept. Idégenereringen delades upp i två olika inriktningar: ett integrerat ryggskydd och ett löstagbart. Denna uppdelning gjordes för att det hade konstaterats att dessa två inriktningar var avgörande för hur konceptet kunde utformas. Därför ställdes två separata matriser upp med alternativa lösningar på delfunktioner för varje inriktning vilka kom att ligga till grund för skissande av tekniska principer, se appendix 8.

### 5.3. Val av fem koncept



Idégenereringen resulterade i en mängd olika skisser, vilka reducerades till fem koncept genom att först göra en sällning och sedan tillämpa Pugh-metodiken. Att just fem koncept valdes berodde på att det ansågs vara en lämplig mängd för att få flera idéer till de många olika funktionerna representerade.

#### 5.3.1. Första sällningen

Den första sällningen av de genererade koncepten skedde genom en intern omröstning. Varje gruppmedlem fick påverka placering av koncepten i grupperna "ja", "nej" och "kanske". Ett koncept med minst två "ja" kunde ej kasseras, och fick det mer än hälften "nej" kasserades det, förutsatt att det hade färre än två "ja". Denna gallring utfördes för att idégenereringen resulterat i en så stor mängd koncept att en traditionell utvärderingsmatris hade varit alltför tidsödande. Dessutom fanns det många koncept i mängden som kunde uteslutas direkt, då de tydligt stred mot olika krav.

#### 5.3.2. Pugh

Pugh-metodiken användes för att utröna vilka av de vid idégenereringen framtagna koncepten som bäst uppfyllde kravspecifikationen. Denna metod användes för att filtrera alla koncept till en hanterbar mängd kvalitativa koncept, vilka senare kunde ligga till grund för vidare utvecklingsarbete och utvärdering. Metoden tillämpades på ett sådant sätt att ett slumpvis valt koncept lades på ett bord, varefter ett andra koncept placerades ovanför eller under det första konceptet beroende på om det andra konceptet uppfyllde kravspecifikationen bättre eller sämre än detta. Denna bedömning skedde genom en diskussion inom arbetsgruppen om hur de utplacerade koncepten uppfyllde

kravspecifikationen. På detta vis fortlöpte processen tills dess alla koncept var utvärderade och utplacerade på bordet i rangordning och fem tydligt vinnande koncept kunde urskiljas. Dock förekom det att vissa koncept var mindre utarbetade under genomförandet av Pugh-metodiken. De koncept som ändå bedömdes ha potential för vidareutveckling placerades därför i en separat grupp.

## 5.4. Val av ett koncept



De fem koncepten utvärderades samt presenterades för Minno AB, varefter ett spår valdes.

### 5.4.1. Utvärdering av fem koncept

En Kesselringmatris användes för att vikta de fem koncept som tagits fram mot ett utdrag ur kravspecifikationen. Denna metodik tillämpades för att kunna urskilja det koncept som var starkast med hänsyn till den mån det bedömdes uppfylla kraven. Säkerhetsaspekter och designuttryck kunde dock inte beaktas då detta ej var fullständigt utarbetat hos de fem koncepten vid genomförandet av Kesselringmetodiken.

Tommy Pettersson från VTI konsulterades för att få en uppfattning om huruvida materialförslagen som tagits fram till koncepten var realistiska. Information om ungefärliga materialtjocklekar erhöles samt kompletterades med grova beräkningar för hur väl materialen skulle kunna klara slagtestet.

### 5.4.2. Konceptval

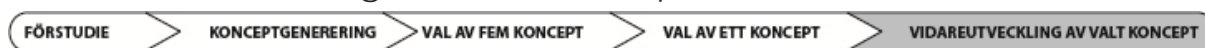
De fem koncept som valts att gå vidare med presenterades under en delredovisning inför examinator, handledare och kurskamrater. Inför denna redovisning visualiserades koncepten i skisser ritade i Adobe Photoshop CS5 samt i form av *mock-ups*. Intentionen med att göra skisserna i datorn var att de på detta vis skulle bli mer likvärdiga. Detta var viktigt för att feedback som uppkom inte skulle bero på den enskilde gruppmedlemmens skissfärdigheter utan istället baseras på varje koncepts tekniska och estetiska förutsättningar. Visualiseringen via *mock-up* tjänade till att ge en uppfattning om ungefärliga storlekar, hur tekniska principer fungerade samt vilka krav koncepten ställde på material. Modellerna tillverkades till ungefär samma detaljnivå, då det ansågs att olika detaljnivåer försvårade objektiva jämförelser. Beroende på konceptens utformning valdes olika material för modellerna, vilket resulterade i att koncepten färdigställdes i varierande grad. I samband med skapandet av *mock-ups* framarbetades ett antal nya tekniska principer och de skissade koncepten justerades. Dessa justeringar gjordes då det vid byggandet av *mock-ups* framkom att de framtagna koncepten inte var fullt realiserbara.



Efter delredovisningen presenterades koncepten för Minno AB, efter vilken en diskussion fördes och två koncept valdes för vidareutveckling. Dock valdes ett av koncepten snabbt bort, då det inte ansågs genomförbart i förhållande till de ställda kraven.

I samråd med Minno AB beslutades att ett genomarbetat koncept för förvaringen skulle få lägre prioritet i det fortsatta arbetet på grund av de begränsade tidsramarna.

## 5.5. Vidareutveckling av valt koncept



Då ett koncept väl hade valts fortlöpte utvecklingsarbetet med en vidare datainsamling, för att sedan kunna generera mer detaljrika lösningar.

### 5.5.1. Vidare datainsamling

För att kunna ta fram ett slutkoncept krävdes ytterligare förståelse kring material och brukare. Av denna anledning skedde en vidare datainsamling. Denna datainsamling låg sedan till grund för vidare utvecklingsarbete såsom framtagning av sidoskydd, tekniska lösningar, formuttryck och färgval. Alltsammans ledde till att ett slutkoncept erhöles. Detta slutkoncept utvärderades sedan ur ett hållbarhets- och användarvänlighetsperspektiv, samt gentemot kravspecifikationen.

#### 5.5.1.1. Studiebesök

För att få en tydligare bild av några material som kunde vara aktuella för vidareutvecklingen genomfördes bland annat studiebesök hos två olika tillverkare. Dessa besök ämnade ge arbetsgruppen och företaget insikt i tillverkningsprocesserna för materialen, skapa kontakt med eventuella samarbetspartners samt för att insamla mer information om materialen i fråga.

##### Loxitec AB

Loxitec AB i Smålandsstenar tillverkar skummaterial polyuretan (PUR) och är en underleverantör för flera världsledande företag. Företaget besöktes för att få en uppfattning om huruvida PUR kunde lämpa sig för rygg- och nackstöd samt sidoskydd. Mötet hölls tillsammans med representanter för företaget. Företagets VD, Dragan Vasic, gav även en guidad rundtur i fabriken, där arbetsgruppen fick se olika skeden av tillverkningen av detaljer i polyuretan.

##### Por-Pac AB

Arbetsgruppen besökte företaget Por-Pac AB i Skara för att få insikt i tillverkning av expanderade plastmaterial som de tillverkar. Väl på plats möttes företagets key account manager Peter Lundgren som presenterade materialutbudet på cellplastfronten, med efterföljande rundtur i fabriken. Under besöket delgav Lundgren värdefull information kring bland annat tillverkningsbegränsningar och nuvarande applikationer. De material

som främst behandlades under besöket var expanderad polystyren (EPS) och expanderad polypropylen (EPP).

#### 5.5.1.2. *Material för stötupptagning*

För att erhålla mer kunskap kring material för stötupptagning hos vidareutvecklingen genomfördes ett slagtest vid VTI. Innan slagtestet hölls ett möte med Antal Boldizar, Professor vid Material och Tillverkningsteknik på Chalmers Tekniska Högskola, gällande generellt materialval.

Slagtestet utfördes sedan för att ge underlag till ett beslut om vilket material som skulle utgöra rygg- och nackstödet samt sidoskyddens insidor. Materialprov inför detta tillhandahölls av Por-Pac. De material som testades var polyetenskum (PE-skum), med och utan mjukgörande tillsats av etylvinylacetat (EVA), i olika densiteter och tjocklekar. Testerna utfördes av VTI, varför fokus lades på endast de tunnaste tjocklekarna för att begränsa kostnaderna för testet. Detta till följd av att en ökad tjocklek av materialet alltid medför ett bättre resultat på slagtestet eftersom mer material kan absorbera kollisionens energi. PE-skum utan mjukgörare i tunna tjocklekar och låga densiteter klarade inte av nödvändiga brandtest enligt de materialspecifikationer som tillhandahölls av Por-Pac, därför testades dessa ej i lägre densiteter än 25g/l. Dessutom testades ett tyglaminerat prov utan mjukgörande tillsats.

En Pugh-matris tillämpades för att jämföra de material som klarade av slagtestet, ur matrisen kunde ett material urskiljas för applicering hos vidareutvecklingen.

#### 5.5.1.3. *Miljöaspekter*

En handledning med Thomas Nyström, lektor på Design and Human Factors, genomfördes initialt för att diskutera dagens SitSac ur ett hållbarhetsperspektiv. Dessutom gav Nyström råd om hur vidareutvecklingen skulle kunna utformas för att få minsta möjliga miljöpåverkan.

För mer utförlig information, se Ekostrategihjulet i appendix 9.

#### 5.5.1.4. *Fokusgrupp*

För att stifta bekantskap med brukarna i åldrarna sex till tolv år, samt komplettera tidigare brukarstudier utfördes fokusgrupper. Detta gjorde att brukargruppens tankar kring problem och möjligheter med produkten kunde kartläggas och täcka in marknadstrender, brukarpreferenser och brukarbehov kopplade till produktområdena ryggsäckar och bilbarnstolar. Fokusgrupperna genomfördes på grundskolan Öjersjö Storegård i Partille. För att få så hög reliabilitet som möjligt valdes tre grupper, med både pojkar och flickor, om tio elever från årsgrupp ett, tre och fem till varje fokusgrupp vilket ungefär motsvarar åldrarna sju, nio och elva år.

Denna brukargrupp valdes då den ansågs vara representativ för brukargruppen, samt så pass spridd i åldrar och karaktäristika att produktens livstid antogs kunna täckas. En ytterligare anledning till valet av åldersgrupp var att arbetsgruppen i samråd med Minno AB tidigare beslutat att begränsa projektet till att endast barn från sex år och uppåt skall kunna bära sin egen SitSac.

Fokusgruppen var uppdelad i två delar, en intervjudel och en diskussionsdel. Tre av gruppmedlemmarna agerade moderatorer under varsin fokusgrupp. För att erhålla så trovärdiga resultat som möjligt användes en intervjumall som utformats i förhand (se appendix 10).

### 5.5.2. Tekniska principer

Parallellt med materialval för vidareutvecklingen påbörjades framtagningen av sidoskydd. Tidigt i denna process försökte gruppen tänka fritt och generera så många olika koncept som möjligt för hur och var sidoskydden skulle fästas. De idéer som uppkom hade två tydliga spår, varav ett påvisade brister i realiserbarhet och valdes bort. Här uppdagades att det ryggstöd som valts att gå vidare med skulle behöva justeras för att medge en tillräcklig infästning av sidoskydden.

Det valda spåret för sidoskyddens infästning medgav olika placeringar av sidoskydden. För att få en bättre uppfattning av koncepten för sidoskydd och kunna utröna för- och nackdelar skapades modeller i form av *mock-ups*. Efter att *mock-ups* framställts valde arbetsgruppen att fokusera på främst två koncept, dessa utvärderades med en plus- och minuslista för respektive alternativ, varefter ett koncept för sidoskydd valdes.

Två ytterligare idégenereringar genomfördes för att identifiera grundläggande tekniska lösningar beträffande lösning i upprätt läge och höjjustering för det valda konceptet för ryggstöd. Vid idégenereringen tillämpades sex tänkande hattar på samma sätt som tidigare i projektet, fast med inriktning på de tekniska lösningarna i fråga. Efter att metoden tillämpats erhöles en tillräcklig bas med tekniska lösningar för att påbörja skissandet av potentiella principer. Dessa presenterades därefter vid ett handledningsmöte samt visualiserades via *mock-ups*. Alltsammans resulterade i två koncept. En listning av för- och nackdelar för respektive koncept gjordes, vilket sedan resulterade i ett val av ett funktionellt koncept.

### 5.5.3. Val av uppstödande material

För att finna ett material som medgav en uppstödande funktion tillämpades en materialdatabassökning, som krävde hållfasthetsberäkningar och en analys av potentiella materialgrupper och dess funktioner. Hållfasthetsberäkningarna baserades på den tekniska lösning som valts och behandlade fallen:

1. ett barn lutar sig mot ett fullt uppfällt ryggstöd, utan någonting bakom som tar upp kraften, och

## 2. ryggstödetts egentyngd skapar vid en krock ett böjande moment

Utifrån dessa beräkningar erhöles gränsvärden för det uppstödande materialets brottsspänning och elasticitetsgräns. Detta kombinerades med en analys av materialgrupper och funktioner som det uppstödande materialet skulle uppfylla, för att senare kunna utföra en materialdatabassökning.

### 5.5.4. Formgivning

Det hade tidigare i kravspecifikationen beslutats att vidareutvecklingen av SitSac skulle följa Minno AB:s varumärke. Detta uppfylldes genom att utgå från uttrycket i expression boarden och en formstudie av den befintliga bälteskudden. Då teori för formstudier endast delvis innefattats av utbildningens första tre år rådfrågades doktorand Anneli Selvefors om genomförandet av en sådan studie. Dock framkom inga metoder för formstudier av en enstaka produkt. Det beslutades istället att studien skulle genomföras genom att varje gruppmedlem fick uttrycka sin åsikt om de formelement och uttryck som dagens bälteskudde ansågs utgöras av. Denna metod för formstudie valdes då tidsåtgången ansågs rimlig och eftersom det skapade en kreativ atmosfär inför utformningsarbetet.

Designuttrycket styrdes under arbetets gång till stor del av de tekniska lösningarna, då kraven på produkten var många och väldigt begränsande. Medan dessa principer fortfarande var ofullständiga genomfördes idégenerering kring hur produkten skulle kunna utformas, men det var inte förrän funktionerna var fastställda som fokus helt kunde läggas på att ta fram ett tilltalande designuttryck. Den slutgiltiga tekniska lösningen med materialval gav gruppen en klar bild över de ytor som skulle utgöra bilbarnstolen, utifrån vilka en form sedan byggdes upp med hjälp av CAD.

Resultatet från den tidigare formstudien användes sedan under flertalet skisstillfällen där arbetsgruppen, individuellt och i grupp, testade att skissa olika former på den uppbyggda CAD-modellen över ytorna. När en mättnadsgrad i skisserna uppnåts genomfördes först en snabbsällning där former som hade fel uttryck kasserades. Fel uttryck var uttryck som stred mot de uttryck arbetsgruppen tidigare kommit fram till. Efter den första sällningen kunde tre tydliga teman urskiljas som var intressanta att utveckla vidare. För att välja fortsatt tillvägagångssätt rådfrågades mentorsgruppen, som ansåg att nästa steg borde vara att dra varje koncept till sin spets. Skisser togs fram där de olika temana gjordes så extrema som möjligt, varefter de presenterades för Minno AB och beslut togs om att gå vidare med en kombination av två teman.

Den slutgiltiga helhetsformen framkom under visualiseringsarbetet i CAD. Detta möjliggjorde att arbetsgruppen kunde få en uppfattning om hur formerna uppfattades i tre dimensioner, mycket med tanke på materialtjocklekar och volymer.

Första steget var att finna en form på sidoskydden som kompletterade bälteskudden. Detta innebar stora svårigheter då det bildades oönskade håligheter mellan ryggstöd och sidoskydd. Genom att på olika sätt undersöka de kurvor och håligheter som återfinns i dagens SitSac tog sidoskyddet form. Utifrån formstudien gjordes en bedömning av vilket formuttryck som skulle tillämpas på sidoskydden. Då sidoskyddet var integrerat i den mittersta lamellen i ryggstödet skedde utformningen av dessa samtidigt, med hänsyn tagen till att nödvändiga tekniska mekanismer skulle kunna placeras ut.

Utformningen fokuserade därefter på framtagning av formelement på sidoskyddets utsida, där tre olika principer för former testades. Redan här kunde en princip kasseras, då den fick ett oönskat uttryck. De andra jämfördes med expression boarden, varpå det som bäst stämde in på uttrycket vidareutvecklades. Utöver denna utformning arbetades förstävningar i övergången mellan sidoskydd och ryggstöd fram, med syfte att öka hållfastheten och komplettera övriga former.

Den grundläggande formen för nackstödet utformning framkom genom en studie av arbetsgruppens preferenser. Denna utfördes genom att undersöka vilka mått på sidostöd för nacken - i fråga om avstånd, storlek och vinkel - som bäst kombinerade fullgott stöd med fri sikt och rörlighet. Detta i kombination med antropometriska data, samt att nackstödet skulle kunna fästas vid ryggstödet gav de grundläggande måtten och formerna för nackstödet. Därtill skulle bältet ledas någonstans mellan nackstöd och ryggstöd. När de enkla ytorna bestämts skapades den slutgiltiga formen genom experimenterande i CAD. Nackstödet vinklades ner mot bälteskudden, varpå allt material som skar igenom sittytan trimmades bort, för att hitta en form som skulle kunna ligga an mot sitsen. Därefter trimmades en bit ut från kanten som låg an mot ryggstödet, för att lämna rum för bältesföringen. Till sist skars hål ut i syfte att minska vikt och komplettera övriga designuttryck.

Vid utformningen av bältesföring togs hänsyn främst till säkerhetsbältens bredd, vilken mättes till cirka 50 mm. Därtill låg fokus på att bältet lätt skulle kunna föras in i bältesföraren, samt att utnyttja nackstödet för att hindra bältet från att glida uppåt.

När den övergripande formgivningen var klar utformades och placerades de olika mekanismer som behövdes för att produkten skulle fungera. Utformningen skedde genom en iterativ process som blandade CAD och skiss. Tonvikt lades vid att i största möjliga utsträckning bevara och om möjligt förstärka de former som fanns. Då den understa lamellen bedömdes synas minst styrde funktionerna i kombination med kravet på låg vikt i högre grad än hos de övriga lamellerna.

#### 5.5.4.1. *Färgval*

Som ett första steg i processen för färgsättningen konsulterades industridesigner Märit Lagheim angående trender och potentiella färgsättningar. Under mötet råddes arbetsgruppen att genomföra en kortare undersökning av färgsättning på kvalitetsartiklar

inom sport- och friluftskläder. Detta till följd av att både arbetsgruppen och Lagheim ansåg att det var bland dessa produkter det eftersträvades att vidareutvecklingen skulle höra hemma med sitt uttryck. Undersökningen genomfördes genom en internetsökning bland dessa produkter, bilder insamlades och sammanställdes i ett kollage.

#### 5.5.4.2. *Utformning av ryggsäck*

När formen för rygg- och nackstöd samt sidoskydd närmade sig sitt fastställande kunde ryggsäckens utformning påbörjas. Eftersom Minno AB ansåg att fokus främst skulle ligga på framtagningen av ryggstödet, fick utformningen av ryggsäcken lägre prioritet. SitSacs utförande i egenskap av dess patenterade modullösning var viktig att bibehålla för att upprätthålla varumärket. I anknytning till vidareutvecklingen av SitSac var det därför relevant att skapa en viss volym utöver integrerade förvaringsutrymmet under sitsen. Denna reducerades visserligen i förhållande till dagens SitSac, däremot medförde valet av sidoskyddens placering att förvaringsutrymmet kunde uppnå en så hög volym som möjligt.

Det beslutades att använda ryggsäckens utformning för att skapa en tydligare produktidentitet. Detta val baserades på önskemål om att den vidareutvecklade produkten skulle passa in i den befintliga kollektionen och på så vis skapa igenkänning.

#### 5.5.5. Utvärderingar

En utvärdering utifrån ett hållbarhets- och användarperspektiv genomfördes.

##### 5.5.5.1. *Hållbarhetsanalys*

Den nya SitSac utvärderades sedan med hjälp av ekostrategihjulet. Antaganden som av gruppen ansågs rimliga gjordes för hur tillägget av ett ryggstöd skulle förändra produktens miljöpåverkan med avseende på bland annat materialmängd, livslängd och produktion. Genom att punkt för punkt betrakta de förbättringsområden som tas upp i ekostrategihjulet (se appendix 9) kunde en enkel hållbarhetsanalys genomföras. För varje eker i hjulet ställdes en eller ett par frågor som berörde nyutvecklingen. Detta gjordes för att konkretisera metoden och tillämpa den på den aktuella produkten. Analysmetoden är relativt enkel och bygger på antaganden, men ger ändå en uppfattning om var ytterligare förbättringar skulle kunna göras för hållbar design.

##### 5.5.5.2. *Utvärdering av användbarhet*

Cognitive Walkthrough (CW)

I den genomförda CW för den utvecklade produkten analyserades uppgifterna "förberedelse för bilfärd", "bältesföring" och "användning av bokfack". För vidareutvecklingen av SitSac tillades ytterligare en uppgift där risk för användningsfel förelåg - "fälla ihop bilbarnstol"- vilken också analyserades i en CW.

Predictive Human Analysis (PHEA)

De uppgifter som antogs vara de kritiska och där risken för användningsfel var hög var de samma som i den PHEA som genomfördes av dagens SitSac "*förberedelse för bilfärd*", "*bältesföring*" och "*användning av bokfack*"

Som ytterligare potentiella användningsfel tillades uppgiften "*fälla ihop bilbarnstol*" vid genomförandet av PHEA för den utvecklade produkten.

## 6. Förstudie

Förstudierna resulterade i nedanstående avsnitt.

### 6.1. Antropometriska data

Enligt de data som hämtats från AnthroKids (Anthrokids, 2012) var den totalt 38 cm breda säteskudden precis tillräckligt bred även för den 95:e percentilen hos tolvåringar, men med liten marginal. För fullständig förteckning över data som använts i rapporten se appendix 2.

Den största utmaningen med att utforma en produkt för barn mellan fyra och tolv år var den stora längdskillnaden mellan den femte percentilen hos fyraåringar och den 95:e percentilen hos tolvåringar. Vid en jämförelse mellan antropometriska data för sitt höjd och längd upptäcktes att barn som var under 135 cm långa inte hade en sitt höjd på mer än cirka 70 cm. Den 5:e percentilen av fyraåringar har en sitt höjd på 56 cm vilket medför att nackstödet höjd skulle behöva justeras mellan 56 cm och 70 cm.

### 6.2. Studiebesök: VTI

Under studiebesöket redogjordes för hur VTI i Linköping utvärderar bilbarnstolar genom institutets standardkrocktester och slagtest. Dessa genomförs i en standardiserad "worst-case"-rigg som liknar ett nackstödslöst bilsäte. I dagens krocktest testas bilbarnstolen för frontalkollision och påkörning bakifrån. Enligt Pettersson kommer även sidokollisioner testas inom tre till fyra år, detta eftersom de flesta verkliga krockar sker i en vinkel på 120 grader. Dessa tester skulle enligt Tommy förmodligen mäta framförallt stolens förflyttning i sidled vid en kollision. Förutom kollisionstesterna utförs även ett slagtest (som beskrivs i 3.1.4 Slagtest), på ryggstödet insida. Detta slagtest förklarades ingående. I anknytning till detta tipsade Pettersson om att material med egenskaper liknande de hos EPS är fördelaktiga då de tar upp mycket energi vid en krock. Då materialet går sönder vid kompressionen har det också fördelen att det inte ger någon tillbakastuds, utan självt slukar energin. VTI gör också en subjektiv bedömning av klämrisker och risker för felanvändning.

Utöver information om testerna delgavs även fakta om barns anatomi. I samband med detta fick arbetsgruppen kunskap kring underglidning ur höftbältet och urglidning från diagonalbältet såsom beskrivs i 3.1.1. Det förklarades även att en av ryggstödet främsta funktioner är att hålla upppe nackstödet som i sin tur ger barnets huvud stöd vid sömn. Detta är viktigt för att barnet inte ska luta framåt och därmed inte erhålla optimal funktion av säkerhetsbältet. Enligt Pettersson var det även viktigt att nackstödet inte är för djupt, eftersom barnet då måste böja sig framåt för att se ut åt sidorna. På ryggstödet sitter även bältesledare som medger korrekt positionering av diagonalbältet.



Vidare berättade Pettersson om ISOFIX-fästen, som ofta integreras i bilbarnstolar. Det redovisades även vilka krav från ECE reglemente 44.04 som ställs på bilbarnstolar. Dessa krav finns sammanställda i appendix 1. Dock uppdagades tidigt att ISOFIX-fästen ej lämpade sig för vidareutvecklingen av SitSac då dessa ska ha ett avstånd på 275 mm mellan varandra, vilket är bredare än basen för den befintliga bälteskudden. Således kan ISOFIX-fästen inte integreras utan förändringar i bälteskudden.

Sammanfattningsvis resulterade besöket i att arbetsgruppen fick en större förståelse för kollisioner och därmed hur vidareutvecklingen av SitSac skulle kunna uppfylla kraven.

## 6.3. Marknadsundersökning

Marknadsundersökningen resulterade i en mängd fakta angående dagens produkter, försäljningsstrategier, trender och efterfrågan.

### 6.3.1. Återförsäljare av bilbarnstolar

Baby- och barnartikelaffären Storcken hade diverse bilbarnstolar där flertalet var bakåt- eller framåtvända bilbarnstolar. Utbudet av framåtvända bilbarnstolar karaktäriserades av dess stora storlek och tyngd, tjocka sidoskydd och nackstöd samt en prisklass runt 1000 – 4000 kronor. Det fanns även ett fåtal bälteskuddar som bestod av tyg och frigolit med simpel utformning och enkelt designuttryck, priset för en sådan låg på cirka 100 kr.

Intervjun med butiksbiträdet på Storcken ledde till den listade informationen nedan. Det bör dock nämnas att informationen enbart speglar biträdets svar, och alltså inte vad som faktiskt gäller.

- Bälteskudde är endast en upphöjningsfunktion för att få rätt placering av säkerhetsbältet, det finns ingen säkerhet i en sådan
- Alla framåtvända bilbarnstolar har justerbart nackstöd så att de "växer med barnet".
- En större och tyngre bilbarnstol är säkrare.
- En dyrare bilbarnstol har mycket kuddar, är rejäl och tung samt har ofta ISOFIX.
- ISOFIX blir allt mer efterfrågat eftersom det är säkrare då bilbarnstolen sitter fast ordentligt.
- Kunderna köper främst bilbarnstolar som har rejäla sidoskydd med mycket vaddering.
- Kunderna vill försöka hålla ner priset, vilket inte är bra eftersom de dyrare bilbarnstolarna är stabilare.
- Alla bilbarnstolar som säljs är godkända i testerna och fungerar därför som de ska.

På Mekonomen fanns bara två olika framåtvända bilbarnstolar och ett fåtal bälteskuddar. De båda bilbarnstolsmodellerna fanns även hos Storcken, och således erhöles ingen ny information vid undersökning av dessa. En intervju med ett butiksbiträde genomfördes även på Mekonomen, vilket genererade den listade informationen nedan. Även här bör

nämnas att de listade uttalanden endast är butiksbitrådets åsikter och kunskap, och alltså inte nödvändigtvis korrekt.

- De två viktigaste säkerhetsaspekterna hos en bilbarnstol är huvudskydd och sidoskydd så att barnet hålls på plats samt skyddas vid sidokollision. Endast en bälteskudde ger således inte någon säkerhet.
- Alla bilbarnstolar måste vara godkända för att säljas men det skiljer ändå mycket mellan olika bilbarnstolar.

Intervjuerna som genomfördes under marknadsundersökningen visade att återförsäljarna inte har tillräcklig kunskap i ämnet. De hade anmärkningsvärt lite kunskap beträffande lagar och säkerhet vilket gjorde att marknadsföringen av existerande produkter till viss del blev missvisande. Sammanfattningsvis är det som erbjuds på marknaden, samt vad som anses säkert av konsumenter och återförsäljare, stort, tungt, mycket vadderat och dyrt.

### 6.3.2. Baby- & Barnmässan

Tillverkarna på Baby- & Barnmässan var måna om att redogöra för sina produkter och säkerhet i trafiken. Dock noterades att många tillverkare och återförsäljare lade stor vikt vid bilbarnstolarnas storlek och tyngd. Många tillverkare påpekade att användandet av endast en bälteskudde inte skulle ge tillräckligt stor säkerhet.

Intressanta funktioner och trender som observerats på Baby- & Barnmässan sammanställdes i nedanstående lista.

- Friktionsklossar på bilbarnstolens rygg och undersida gör att den sitter stabilare i bilen, detta kan t.ex. göras med en gummilist.
- Användningsbeskrivning i form av en klisterlapp eller påsydd tyglapp.
- Då bilbarnstolen justeras i höjdled anpassas den även i bredd, så att bältesföringen blir korrekt.
- Bilbarnstolar lutar bakåt så att barnets huvud inte faller under diagonalbältet vid sömn.
- Bältesföringsmarkeringar utförs alltid i rött, därför kan det vara bra att undvika röd klädsel.
- Bilbarnstolarnas vaddering utgörs av tyg och skumplast.
- Många bilbarnstolar har mörka färger.
- Många stolar består till stor del av en plastform täckt med ett tunt vadderat lager, vilket bidrar till att stolarna ger ett mjukt intryck även om detta inte är fallet.
- Det finns både luftigt och kompakt utformade bilbarnstolar.
- Billiga bilbarnstolar har mycket tyg och ger ett hårt intryck.

Sammanfattningsvis gav mässan många bra tips. Arbetsgruppen fick framförallt inspiration till flera tekniska lösningar för framförallt höjdjustering. Dessutom

observerades tekniska principer så som att luta bilbarnstolen bakåt vilket ger ökad säkerhet och komfort.

## 6.4. Identifiering av brukarkrav

Brukarundersökningen resulterade i en mängd kvalitativ och kvantitativ information ur vilken krav kunde utläsas.

Intervjuerna resulterade i nedanstående lista. Det bör noteras att detta endast är åsikter och kunskap från de intervjuade föräldrarna och inte nödvändigtvis är korrekt.

- Bilbarnstol ordnas i bästa möjliga mån inför resor.
- Om möjlighet finns används bilbarnstol.
- Bilbarnstol försummas oftast vid färd med kompisars föräldrar eller vid kortare sträckor.
- Vid oplanerade bilresor är det svårast att komma ihåg att ta med sig bilbarnstol/bälteskudde.
- Följande faktorer hos bilbarnstolar är positiva: bältet leds in rätt, stolen är lätt och inte alltför krånglig att montera.
- Rygg- och nackstöd hos bilbarnstolar är taniga och ger inte tillräckligt stöd vid sömn, detta medför nackont.
- Anledningen till att bilbarnstol/bälteskudde används var för att det ansågs finnas ett regelverk som kräver det.
- Användning och montering av bilbarnstol är stressigt och obekvämt.
- Övergång från bakåtvänd till framåtvänd bilbarnstol sker då barnet väger cirka 15 kg.
- När en ny bilbarnstol inhandlades värderas följande:
  - Tester
  - Märkningar
  - Välkända varumärken
  - Funktion
  - Enkel användning
  - Säkert uttryck
  - Rejäl sitt- och ryggplatta
  - Ordentligt nackskydd
  - Justerbarhet
  - Pris
  - Bekvämt uttryck
- Ryggsäckar som barnen använde vid resor rymde cirka 25-30 liter. De saker som packades i dessa var:
  - Kudde
  - Dataspel
  - Extra klädesplagg
  - Mat och godis

- Bok
  - Vattenflaska
  - Sittdyna
  - Matlåda
  - Filmer
  - Målarböcker
  - Pennor
- Vid färd med andra transportmedel så som buss används inte bälteskudde, heller inte säkerhetsbälte.
  - Av olika anledningar kan framåtvänd bilbarnstol användas redan vid tre års ålder på grund av exempelvis åksjuka.
  - Om bilbarnstolens ryggstöd och sittdyna separeras kan bilkudden vara tillräckligt lätt för barnet själv att bära.
  - Bilbarnstolar för större barn består av många delar, samt att de inte får plats i alla bilar.
  - Bältet skär in mot halsen när barn endast använder bälteskudde.
  - Barn kan stoppa bältet under armen och på så sätt åka osäkert.
  - Vid längre sträckor är bälteskudde jobbigt då den är mindre än bilsätet och därmed begränsar barnet till en mindre yta.
  - Föräldrarna bär ofta ryggsäcken åt sina barn, denna bärs då i handen eftersom bärremmarna är för små för en vuxen.
  - På längre bilresor använder barn en större ryggsäck.
  - Det är ofta för få fack i ryggsäckar som kan stängas vilket leder till oordning.

Resultaten från enkäterna bekräftade resultaten från intervjuerna, alltså bland annat vilka faktorer som styrde valet av bilbarnstol. Enkäterna bekräftade även att styrande faktorer bland annat var säkerhetsmärkningar och tester, storlek och pris. Det framkom även att föräldrar eftersträvade att bilbarnstolen skulle passa in i bilen, att den skulle vara lätt att tvätta, att den inte innehöll farliga kemikalier samt att den skulle ha ISOFIX-fästen. Av enkäterna bekräftades även att bilbarnstolens vikt och storlek var problematiska faktorer vid resor.

Även studien av tidigare fokusgrupper bekräftade tidigare identifierade brukarbehov, preferenser samt tankar kring problembeskrivningen flexibelt resande. Åsikter om vad barn ansåg vara viktigt med ryggsäckar, vart de brukade ta med sina ryggsäckar och vad de brukade lägga i dem erhöles även. Det som också sammanställdes var huruvida barn använder bilbarnstol eller ej.

Resultatet av intervjuerna, enkäterna samt studier av de tidigare fokusgrupperna analyserades genom en KJ-analys. Data kategoriserades i områdena funktion, attityder, urval, bärbar förvaring, användning samt inköp. Alltsammans resulterade i ytterligare krav (se tabell nedan), vilka redovisas i kravspecifikationen.

<i>Nummer i kravspecifikation</i>	<i>Nytt krav</i>
1.5	<i>Positionera säkerhetsbälte korrekt</i>
4.3	<i>Ej orsaka diskomfort vid medtagning för barn och förälder</i>
4.13	<i>Medge montering i bil</i>
4.14	<i>Medge enkel justering</i>
4.15	<i>Stödja huvud vid sömn</i>
4.16	<i>Medge separering av ryggsäck och bilbarnstol</i>
5.2	<i>Medge uppdelning av förvaringsutrymme</i>
5.3	<i>Medge vattentät avdelning av förvaringsutrymme</i>
5.5	<i>Tåla belastning</i>
6.3	<i>Uppmana till användning i buss och i övriga bilar</i>
6.4	<i>Uttrycka säkerhet</i>
6.5	<i>Uttrycka komfort</i>
6.6	<i>Medge affordances</i>
7.6	<i>Motverka osäker position av barn</i>
7.7	<i>Motverka bältesskav</i>
8.2	<i>Ej nyttja giftiga material</i>

Från intervjuerna, enkäterna samt de tidigare fokusgrupperna visade det sig att bilbarnstolar inte användes eller köptes på grund av att de var obekväma eller "inte såg sköna ut", men också för att barnen inte ansåg dem vara häftiga. För att uppmana till användning bör därför bilbarnstolen utformas efter brukarens kropps mått vilket medför att stolen till exempel måste vara justerbar samt uttrycka bekvämlighet. Vidare bör även bilbarnstolen utformas för att främja positiv attityd till användning i alla situationer och av samtliga som ingår i säkerhetskravens reglemente. Detta innebär att bilbarnstolen bör skapas för en lång produktlivslängd eftersom brukare kan vara mellan fyra och tolv år gamla och dessutom ska den vara attraktiv för den sekundära brukaren, föräldrarna.

## 6.5. Image board

Image boarden resulterade i ett kollage bestående av bilder vilka förmedlade atmosfären kring SitSac. Med bilderna ämnades visa den miljö och stämning som omringar produkten, samtidigt som de eftersträvade egenskaperna och uttrycket förmedlas i bilder av andra produkter. Mitt i kollaget har SitSac och dess logotyp placerats för att visa hur de passar in i andan.

**Bilsätet** med den lilla spargrisen valdes för att visa på säkerhetsaspekten med produkten, samtidigt som det lyfter fram en viss lekfullhet. Denna kombination var ytterst viktig att



uppnå med projektet då produkten ska uppmana barn att använda den, samtidigt som föräldrar ska vilja inhandla den. Här kan antas att barnen föredrar ett mer lekfullt uttryck medan föräldrarna lägger större vikt vid att produkten känns säker.

Då vidareutvecklingen av SitSac, såväl som dagens produkt, är ämnad för flexibelt resande valdes att detta skulle illustreras i image boarden. Här återfinns det i bilden på **flygplatsen** och **skylten som visar olika färdmedel**. Då produkten ska användas i dessa ofta stressade situationer var det av vikt att utformningen skulle underlätta användningen.

Vad gäller funktioner skulle vidareutvecklingen av SitSac kräva något slags hopfällning för att klara storlekskraven. Detta illustrerades i image boarden med hjälp av **den hopfällbara cykeln**, vilken är designad för att enkelt kunna ändra form så att användaren kan bära den med sig då den inte används. Då säkerheten även var vital för vidareutvecklingen tillkom bilden på **karbinhaken**, som ofta är en symbol för säkerhet. Slutligen framhövdes modultänket, som genomsyrar SitSac, med hjälp av **måttsatsen** där delarna passar perfekt i varandra. I dagens SitSac återfinns detta i sidofacken som låser fast ryggsäcken i bälteskudden.

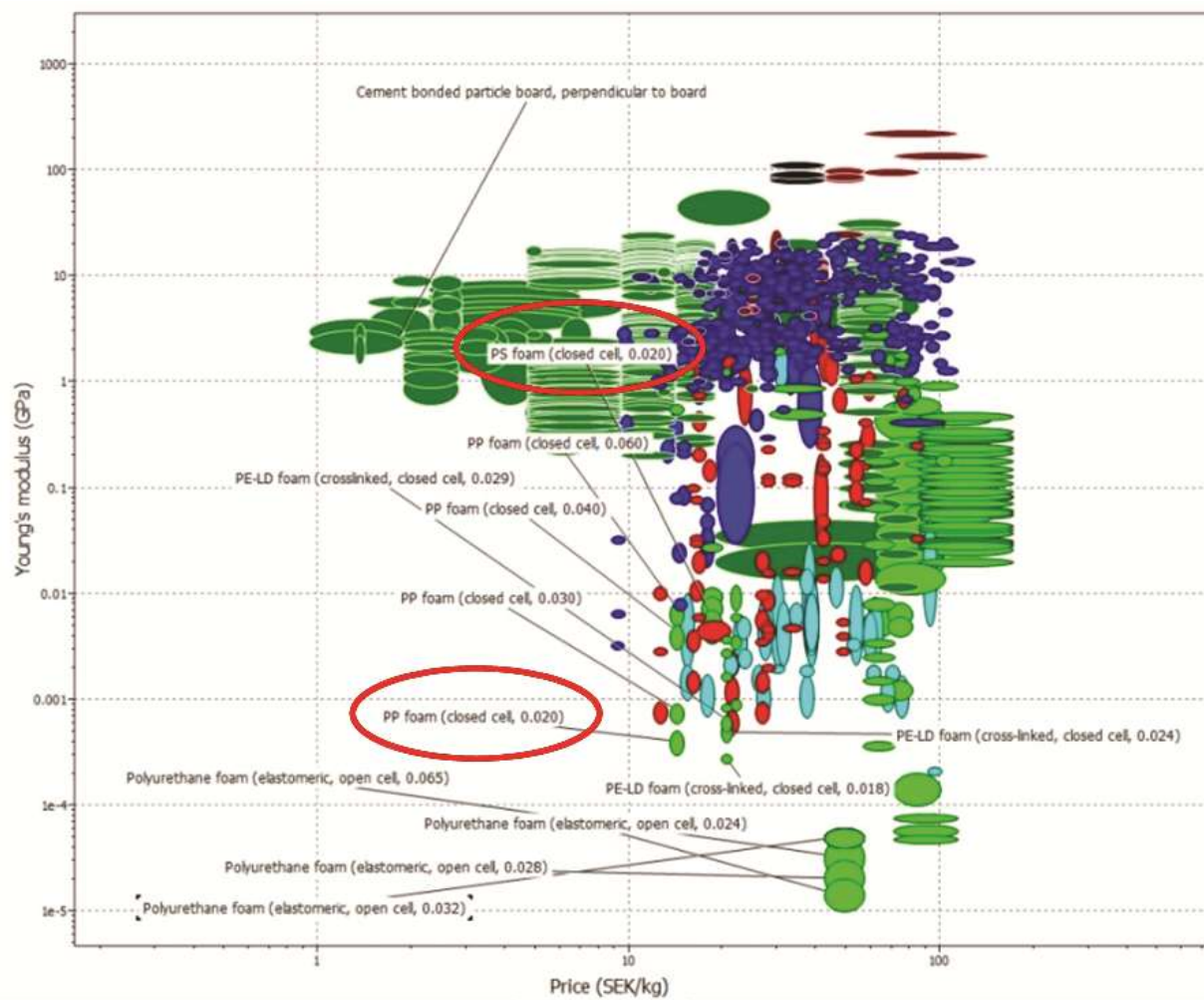
## 6.6. Expression Board

Då flexibilitet var ett ledord för produktutvecklingen, valdes bilden på ödlan, vilken är spänstig och vars hud anpassar sig efter sin omgivning. Genom gurkskivorna förmedlas en harmonisk rörelse, vilket var önskvärt att implementera i uppfällande av ryggstöd. Då användningsmiljön kan stressig, var det viktigt att med produktens rörelser var lugna och begripliga. Måttatsen återfinns även i image boarden, detta då modultänket är centralt för SitSac och detta var viktigt att detta även genomsyrade vidareutvecklingen. Utifrån brukarpreferenser uppdagades att bilen och den gröna strukturen ansågs tilltalande. Bilen illustrerar framförallt den mer sportiga och kaxiga delen av uttrycket, vilket även återses i dagens SitSac. Den gröna strukturen bidrar med ett bekvämt intryck.



## 6.7. Materialdatabassökning för stötupptagande material

Materialdatabassökningen resulterade i grafen nedan, vilken visar samtliga material som identifierades utifrån pris per kilogram och elasticitetsmodul. Ett inte alltför dyrt material med god stötupptagningsförmåga eftersöktes. Ett material med låg elasticitetsmodul tar upp rörelseenergi genom att deformeras elastiskt. Ett material med låg brottgräns absorberar stöten genom att krossas. Grafen visar tydligt att materialet PP-skum är bäst om båda aspekterna tas vara på. Resterande är så kallade dominerade lösningar (eller material), de har en sämre elasticitetsmodul i förhållande till pris. EPS, som rekommenderats av VTI, finns även det med i grafen.





Identifierade material blev de tidigare rekommenderade materialen EPS och EPP. Nedan följer en tabell med för och nackdelar för respektive material:

<b>Material</b>	<b>Fördelar</b>	<b>Nackdelar</b>
EPS	+Tar upp <u>en</u> stöt väldigt effektivt(alltså inte flera) +Ger ej någon tillbakastuds	- Klarar ej brandkraven utan tillsatser -Går ej att tvätta med sprit
EPP	+Klarar upprepade belastningar	-Ger tillbakastuds

## 6.8. Befintliga tekniska lösningar

Den studie som gjordes av befintliga tekniska lösningar resulterade främst i inspirationsbilder för diverse funktioner. Bilder togs på höjjusteringsmekanismer hos bilbarnstolar och ryggsäckar. Dock hade de flesta lösningar i existerande bilbarnstolar gemensamt att de ej utformats för låg vikt, ett flexibelt intryck eller vikfunktioner, varför nyttjandet av dessa varit svårt. Även ryggskydd för skid- och snowboardåkning ansågs intressant att titta mer på. Inspirationsbilderna användes som underlag i idégenereringen. Nedan återfinns exempel på mekanismer och funktioner som ansågs intressanta att utveckla vid idégenereringen.



## 6.9. Funktionsanalys

Funktionsanalysen resulterade i identifierandet av två huvudfunktioner, vilka byggdes upp av en rad delfunktioner och stödfunktioner. Dessa presenteras i listan nedan.

### **Huvudfunktioner:**

Säkerställa barns säkerhet vid bilresa

Medge portabel förvaring vid medtagning utan extern hjälp

**Delfunktioner:**

Medge anpassning av huvudstöd för barn

Medge fast position av barn vid bilresa

Möjliggöra medtagning som handbagage på flyg

Medge sammanhållen konstruktion vid medtagning utan extern hjälp

Åstadkomma adekvat sittkomfort

Tillhandahålla portabel volym

Medge säkert handhavande

Fasthålla förvaring vid krock

Vara brandsäker

**Stödfunktion (Funktioner som ej påverkar huvudfunktion):**

Medge sittposition vid flexibelt resande (tåg, buss, flyg)

Hindra kontakt mellan plastlock och barnets ben

Medge rengöring

Medge synlighet i mörker

Åstadkomma komfort vid medtagning utan extern hjälp

Medge ergonomiskt riktig medtagning utan extern hjälp

Motstå inläpp av vatten vid regn

Medge enkel övergång från medtagningsläge till bilbarnstolsläge

Medge medtagning på cykel

Medge flera utrymmesfack

Medge åtkomst av förvaring vid medtagning utan extern hjälp

Medge säker miljö för övriga passagerare

Minimera skador på bilen vid användning

## 6.10. Utvärdering av användbarhet

Utvärderingen av användningen med hjälp av CW och PHEA resulterade i nedanstående.

### 6.10.1. Cognitive Walkthrough (CW)

Resultaten som erhöles vid utvärdering av dagens SitSac var att avtagningen av ryggsäcken inför bilfärd var otydlig i och med att snodden, som håller fast ryggsäcken, inte syns tydligt utan är gömd i bokfacket. De röda märkningarna för bältesföringen är otydliga och små vilket kan, ifall rätt kunskap inte finns, orsaka att barnet reser med bältet felpänt. Dessutom överensstämmer inte bokfacket med användarens mentala modell, då facket endast är synligt i och med inbuktningen i locket och förväntningen av att facket överhuvudtaget finns är låg. Skulle användaren å andra sidan finna bokfacket medger inbuktningen inte tillräcklig *affordance* för hur bokfacket är ämnat att öppnas. Detta eftersom bokfacket tydligt påvisar att en interaktion ska ske vid inbuktningen, trots att det korrekta sättet att öppna bokfacket är via interaktion i dess kanter. Detta kan leda till att användaren inte förstår att facket går att öppna. Fullständiga resultat av CW:n finns i appendix 6.

### 6.10.2. Predictive Human Error Analysis (PHEA)

Resultaten av PHEA av dagens SitSac var att det föreligger problem vid avtagningen av ryggsäcken. Detta eftersom snodden inte syns och spännet, som håller fast ryggsäcken, ligger närmare användarens mentala modell över hur spännen brukar användas för att öppna och stänga ryggsäcken. Därför kan användaren tro att detta tillhör ryggsäcken och således inte kan tas bort. Andra användningsfel som identifierades var att bokfacket, som inte syns eller förväntas finnas, kan medföra att användaren inte utnyttjar produktens fulla potential. Dessutom kan inbuktningen i bokfacket medföra att facket inte stängs till ordentligt, då det krävs en hög kraft för att stänga facket ordentligt. Dessa användningsfel har möjlighet till snabb upptäckt och återhämtning vilket gör att de inte anses grova eller farliga. Däremot medför användningsfel vid bältesföring, till följd av otydlig markering, att bilkudden inte används säkert. Vid dessa fel finns ingen möjlighet för upptäckt eller återhämtning innan det blir förödande vid en krock, vilket gör att detta utgör det allvarligaste på produkten. För fullständiga resultat, se appendix 7.

### 6.11. Kravspecifikation

Kravspecifikationen uppvisade flera motsägande krav, bland annat att vidareutvecklingen av SitSac skulle ha låg vikt men samtidigt tåla hög belastning. Dessutom listades kravet om att en sexåring skulle kunna bära ryggsäcken men samtidigt skulle den medge stor packningsvolym. Krav beträffande designuttryck var även motsägande då stolen önskades uttrycka både flexibilitet och säkerhet, där säkerhet för vedertagna produkter anses vara en kraftig konstruktion och mycket vaddering. Uppfyllandet av de motsägande kraven var problematiskt och styrde till stor del utformningen. Av detta skäl stämde de framtagna koncepten kontinuerligt av mot kraven. I syfte att komma framåt i projektet fick ibland avkall göras på vissa krav, då alltför ingående arbete på enstaka krav skulle hindrat projektets framskridande. Ledande var dock att avkall aldrig fick göras på säkerhetskrav, eller något krav som påverkade säkerheten.

Kravspecifikationen uppdaterades under projektets gång, nedan presenteras den slutgiltiga versionen.

Chalmers	Dokumenttyp	Kravspecifikation				Sid 1
	Kandidatarbete	Sit Sac Bilsbarnstol Generation 2				
	Utfärdare: Kandidatgrupp Sit Sac	Skapad: 13-03-2012				
		Modifierad:				
Kriterier	Målvärde	K/O	Vikt	Verifieringsmetod	Referens (kravställare)	
<b>Funktion</b>						
	Godkänd enligt child restraining device klass II+III, ECE 44.04	K		VTI	VTI	
<b>1. Prestanda</b>						
1.1	Totalvikt	<=2.0 kg	K	5	Volymberäkning	Minno AB
1.2	Huvudstöd (ev. samt sidoskydd) som medger anpassning	Barn 4-12 år	K	5	Antropometriska mått	Minno AB
1.3	Medge plats för ISOFIX fästen	275 mm (c-c)	K	3	Enkel modell	Minno AB
1.4	Medge fast position i uppfällt läge		K	5	Enkel modell	Minno AB
1.5	Positionera säkerhetsbälte korrekt		K	5	Enkel modell	Minno AB
<b>2. Tillverkning</b>						
2.1	Medge fabriksmontering av huvudstöd		K	5	Tilverkaren/Enkel modell	Minno AB
2.2	Total tillverkningskostnad	325 SEK	K	5	Tilverkaren/Beräkningar	Minno AB
2.3	Medge monterning på existerande sittkudde		K	5	Tilverkaren/Montören	Minno AB
<b>3. Transport</b>						
3.1	Medge medtagning utan extern hjälp	>5 år	K	5	Enkel modell/Mätningar	Minno AB
3.2	Medge medtagning på flyg	40 x 55 x 20 cm	K	5	Enkel modell/Mätningar	Ryan Air
3.3	Medge flexibel användning	Bil, buss, tåg m.m.	K	5	Enkel modell/Mätningar	Minno AB
3.4	Medge bibehållen form vid medtagning		O	4	Enkel modell/Mätningar	Minno AB
<b>4. Kundkrav</b>						
4.1	Ej orsaka diskomfort	4-12 år	O	4	Enkel modell/subjektiv bedömning	Minno AB
4.2	Hindra kontakt mellan plastlock och barnets ben	4-12 år	O	3	Enkel modell	Minno AB
4.3	Ej orsaka diskomfort vid medtagning för barn och förälder	>5 år			Användarstudie	Minno AB
4.4	Vara ergonomisk anpassad till den 5:e kortaste och längsta percentilen	4-12 år			Ergonomistudie	Minno AB
4.5	Medge rengöring		O	4	Materialanalys	Minno AB
4.6	Medge synlighet i mörker	Biljus, ca 100 m avstånd	K	3	Undersökning	Minno AB
4.7	Vara vattentät	Tåla kraftigt regn ca 30 min	K	3	Undersökning	Minno AB
4.8	Minimera felanvändning		K	5	Användarstudie	Minno AB
4.9	Minimera slitage av bilinteriör		K	4	Undersökning	Minno AB
4.10	Minimera antal löstagbara delar		O	4	Enkel modell	Minno AB
4.11	Medge enkel övergång från medtagningsläge till bilbarnstolsläge		K	4	Användarstudie	Minno AB
4.12	Medge medtagning på cykel		O	4	Enkel modell	Minno AB
4.13	Medge monterning i bil	Tredörrars bil	O	4	Enkel modell	Brukare
4.14	Medge enkel justering	Max ett moment per justeringsdimension	K	3	Enkel modell	Brukare
4.15	Stödja huvud vid sömn		O	4	Enkel modell	Brukare
4.16	Medge separering av väska och bilbarnstol	Minst en avskiljning	K	2	Enkel modell	Brukare
<b>5. Förvaring</b>						
5.1	Medge utrymme för gympkläder och skor för barn	Viss volym	K	3	Mätningar	Minno AB
5.2	Medge uppdelning av förvaringsutrymme	Viss volym	O	4	Mätningar	Minno AB
5.3	Medge vattentät avdelning av förvaringsutrymme		O	2	Mätningar	Minno AB
5.4	Medge åtkomst av förvaring vid medtagning		K	4	Användarstudie	Minno AB
5.5	Tåla belastning		K	5	Materialdata	Minno AB
5.6	Medge flexibel användning för diverse aktiviteter	Sport, Musik, Skola, Fritid	O	5	Undersökning	Brukare

Chalmers	Dokumenttyp	Kravspecifikation				Sid 2
	Kandidatarbete	Sit Sac Bilsbarnstol Generation 2				
	Utfärdare: Kandidatgrupp Sit Sac	Skapad: 13-03-2012				
		Modifierad:				
Kriterier	Målvärde	K/O	Vikt	Verifieringsmetod	Referens (kravställare)	
<b>6. Designuttryck</b>						
6.1	Följa Minno AB:s varumärke		O	4	Minno AB	Minno AB
6.2	Medge individualisering av designuttryck		O	4	Undersökning	Minno AB
6.3	Uppmana till användning på buss och i övriga bilar		O	5	Undersökning	Minno AB
6.4	Uttrycka säkerhet		O	5	Undersökning	Brukarkrav
6.5	Uttrycka komfort		O	4	Undersökning	Brukarkrav
6.6	Medge affordances		O	5	Användarstudie	Brukarkrav
<b>7. Säkerhet</b>						
7.1	Medge säkert handhavande utan klämrisk		K	5	Enkel modell/Utvärderingsmetoder	VTI
7.2	Medge hög användbarhet för målgruppen	>4år	K	5	Utvärderingsmetoder	Minno AB
7.4	Röda markeringar vid bältesfästning		K	5		VTI
7.5	Medge fasthållning av förvaring vid krock		K	5	VTI Konsultation	VTI
7.6	Motverka osäker position av barn	DB över axeln, midjebälte under höftkam	K	5	Undersökning	VTI
7.7	Motverka bältesckav		O	4	Undersökning	Brukarkrav
<b>8. Miljö</b>						
8.1	Medge miljövänliga material		O	3	Materialinformation	Minno AB
8.2	Ej nyttja giftiga material		O	5		Minno AB

## 7. Konceptgenerering

Resultat av de metoder som genomfördes under idégenereringssessionerna redovisas nedan.

### 7.1. Sex tänkande hattar

Sex tänkande hattar resulterade i huvudsak i olika tekniska lösningskoncept, samt förtydliganden kring vad som behövde arbetas vidare med för att vidare utveckling och analys skulle kunna ske. Därtill tjänade metoden till att låta varje gruppmedlem sätta sig in i delar av projektet som denne inte arbetat med tidigare, samt att reda ut oklarheter kring krav och önskemål.

Under de faser som behandlade känslor och intuition, problem samt möjligheter gavs även utrymme att ventilera åsikter och funderingar, utan att påverka den kreativa processen. Detta ökade förståelsen kring de olika koncepten och principerna som uppkom.

### 7.2. Brainstorming och brainwriting

Brainstorming och brainwriting resulterade framförallt i lösningsförslag till olika funktioner, vilka sedan låg till grund för vidare arbete och analys. Nya kombinationer av tidigare lösningsförslag och nya infallsvinklar till problemen utvecklades också.

### 7.3. Biomimikry

Ur sökningen på AskNature (The Biomimicry Institute, 2012) tillhandahölls mer inspiration än under de andra metoderna. Här uppkom framförallt tankarna kring bältjurens flexibla rygg, som gör att de kan rulla ihop sig trots sina "pansarplattor". Dessa plattor är sammanlänkade med veckad hud, vilken töjs när djuret rullar ihop sig. Detta inspirerade arbetsgruppen att testa olika principer för att sammanlänka hårda delar, som skulle ge stadga, med mjukare och mer flexibla partier.

### 7.4. Generering av tekniska principer

Genom frågeställningen "På vilka olika sätt kan funktionen uppnås?" sammanställdes en matris över möjliga tekniska principer, se appendix 8.

I samråd med Minno AB beslutades att ryggstödet skulle vara integrerat i bälteskudden, då det ansågs positivt ur ett *usability*-perspektiv. Ett integrerat ryggstöd skulle innebära färre användningsfel i och med att ett löstagbart ryggstöd skulle kunna leda till att delar tappades bort eller glömdes.

Matrisen för integrerat ryggstöd användes sedan som skissunderlag, då det eftersträvades att täcka in alla möjligheter. Det var viktigt att vara kreativ och se potential i alla lösningar

innan något valdes bort. Detta resulterade i en stor mängd skisser, vilka utgick från placering av ryggstödet i hopfällt läge. Dessa kombinerades sedan med de andra funktionerna och skapade en bred grund för urval.

## 8. Val av fem koncept

Utifrån den stora mängd skisser som producerats under konceptgenereringen valdes fem koncept ut för vidareutveckling. Resultaten av denna process presenteras i detta kapitel.

### 8.1. Första sällningen

Efter den första sällningen hade en mängd olika koncept delats upp i tre olika högar: "Ja", "Nej" respektive "Kanske" samt en hög med dellösningar. "Nejhögen" och högen med dellösningar lades undan och de två resterande högarna "Ja" och "Kanske" behölls för vidare utvärdering med hjälp av Pugh-metodiken. De dellösningar som identifierades kunde sedan användas då mer specifika funktioner skulle tas fram senare i processen.

Det fanns många koncept i mängden som kunde uteslutas direkt eftersom de ansågs osäkra eller av annan anledning icke realiserbara. Konceptskisser som valdes bort på grund av bristande säkerhet byggde bland annat på tunna ryggstöd som rullades ut likt en rullgardin och sidoskydd som byggdes upp med konstruktioner som liknade tältpinnar. Det fanns även lösningar som valdes bort på grund av att de skulle ta för stor plats, såsom ett ryggstöd som skulle gå att vika ihop och förvaras i utrymmet under kudden. Andra koncept hade sidoskydd som täckte för bälteshornen på ett sätt som gjorde dem obrukbara. Ett annat förslag – som byggde på att bilbarnstolens nackstöd fästes runt nackstödet i bilsätet – valdes bort eftersom den inte skulle kunna användas i alla bilmodeller, varmed bilbarnstolen inte skulle kunna klassas universellt för alla bilmodeller.

Nedan visas en sammanställning av de skisser som togs fram inför sällningen. Vissa snarlika skisser har uteslutits. Förklaring till skisserna finns i appendix 11.





## 8.2. Pugh

Pugh-metodiken resulterade i fem koncept som ansågs intressanta att arbeta vidare med. Valet baserades på att detta ansågs som en lämplig mängd att arbeta vidare med då antalet funktioner var högt. De fem koncept som valdes följde skilda idéspår, detta för att representera en så bred grund som möjligt, och ge möjlighet till kombinerade lösningar. Dessa kom senare att döpas till Armadillo, Bat, Cobra, Dingo och Elephant (A, B, C, D, E) för att det skulle bli lättare att kunna referera till dem. Konzepten visualiserades i både skiss och i *mock-ups* (se appendix 14). Nedan utvärderas och analyseras de fem koncepten.

**Armadillo** baserades på lameller sammanfogade med ett elastiskt material, vilket hämtade sin inspiration från bältdjurens flexibla ryggar. Konzeptets största fördelar var dess möjligheter att skapa ett tilltalande formspråk samt en låg volym vid hopfällt läge. Dock låg svårigheten i att finna en lösning för låsningen av lamellerna i upprätt läge, integreringen av sidoskydd samt höjdjustering.



Föreslagna material: Lamellerna behövde vara styva och tillverkade i plast, naturmaterial eller kompositmaterial, för att hålla nere vikten. Det elastiska materialet skulle kunna vara någon form utav tyg. Insidan av stolen skulle kunna kläs i någon form av stötupptagande material, exempelvis EPP eller PE-skum.

**Bat** baserades på ett tygmaterial som spändes upp på en stomme. Anordningen veks sedan ihop, då produkten skulle bäras som ryggsäck. Det ansågs vara positivt att lösningen i upprätt läge tog upp lite plats samt att den hade möjligheter till önskat formspråk. Dock ansågs låsanordningen, för att medge ett upprätt läge, vara invecklad samt att ryggstödet vid hopfällt läge tog mycket plats – framförallt på bälteskuddens sidor där endast 1 cm påbyggnad tilläts för att produkten skulle kunna tas med som handbagage. Dessutom skulle höjdjustering vara svår att integrera i anordningen.



Föreslagna material: Tygmaterialet borde innehålla stötupptagande material, samtidigt som det skulle behöva vara flamtåligt och hållfast mot revor och sprickor.

**Cobra** byggde på sektioner som fungerade likt en teleskoparm och på så vis bildade ett justerbart ryggstöd. Sidoskydden skulle vara lösa komponenter som fästs i håligheterna i bälteskuddens horn. Konzeptets främsta egenskaper var dess enkla tillverkning till följd av dess enkla konstruktion. Dock var sidoskydden problematiska i och med att de var löstagbara, vilket ansågs skapa utrymme för felanvändning. Dessutom skulle sidoskydden ta upp förvaringsutrymme och därmed reducera packningsvolym. Det visade sig även att "teleskopfunktionen" krävde en stor mängd material då även de innersta delarna måste klara ett slagtest. Av detta följer även att konstruktionen skulle få svårt att klara av viktkraven.



Föreslagna material: Beträffande ryggskyddet och sidoskydden var materialvalet relativt fritt. Sektionerna skulle kunna bestå av naturmaterial, kompositmaterial eller plaster. Eftersom sektionerna skulle vara ihåliga måste materialet ha god slagtlighet samt styvhet. Sidoskyddens insidor kan kläs med ett mjukare stötupptagande material till exempel EPP eller PE-skum.

**Dingo** byggde på att sidoskydd av ett tygmateriale var fästa i bälteskudden och i ett ryggstöd som var ledat likt ett gångjärn. Då ryggstödet fälldes upp i upprätt läge spändes

sidoskydden upp. Konzeptets största fördel låg i den enkla konstruktionen. Dock tog det hopvikta ryggstödet stor plats från ryggsäckens packutrymme i det hopfällda läget.



Föreslagna material: Tygmaterialet behövde spännas med viss styrka för att kunna ta upp kraft i sidled. För att kunna uppfylla slagtestet krävdes att ett stötdämpande material syddes in. Insidan av ryggskyddet skulle med fördel vara gjord i EPP eller PE-skum med EVA-tillsats samt ett stödjande material på utsidan. Det stödjande materialet kunde vara gjort av plast, naturmaterial eller en komposit.

**Elephant** utgick från tanken att ha en ram av stänger som spände upp ett tyg. Stängerna skulle vara sammanlänkade med ett rör med leder i, vilka medförde en böjbar teleskopsfunktion. Konzeptet var fördelaktigt då det estimerades ha en låg vikt. Däremot var det problematiskt att integrera höjdjustering och bältesföring i konstruktionen samt att omsvepning av tyg begränsade möjligheterna att skapa ett lämpligt designuttryck.



Föreslagna material: I tyget krävdes att ett stötupptagande material var insytt, för att konceptet skulle klara slagtestet. Tyget behövde vara motståndskraftigt mot sprickor och revor, men ej vara för styvt då det ska spännas över packningen liggandes på sitsen.

## 9. Val av ett koncept

Nedan presenteras resultatet av arbetet kring valet av ett koncept att arbeta vidare med.

### 9.1.1. Utvärdering och val av koncept

Ur Kesselringmatrisen kunde utläsas att koncept Armadillo var överlägset bäst. På andra plats kom koncept Dingo.

Chalmers		Kesselringmatris:												
Utfärdare:		Skapad: 2012-03-09						Modifierad:						Sid 1
SitSac														
Kriterier		Alternativ												
Namn		Ideal		A		B		C		D		E		
		w	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t
Prestanda														
1.1 Total vikt		5	5	25	5	25	3	15	2	10	5	25	3	15
1.2 Huvudstöd (och sidoskydd) som medger anpassning		5	5	25	5	25	1	5	5	25	5	25	2	10
1.5 Positionera säkerhetsbälte korrekt		5	5	25	5	25	1	5	3	15	0	0	0	0
Tillverkning				0		0		0		0		0		0
2.1 Medge fabriksmontering av huvudstöd		5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
2.3 Medge montering på existerande sittkudde		5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
Transport				0		0		0		0		0		0
3.2 Medge medtagning på flyg		5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
3.3 Medge flexibel användning		5	5	25	5	25	3	15	3	15	5	25	5	25
Kundkrav				0		0		0		0		0		0
4.8 Minimera felanvändning		5	5	25	4	20	3	15	1	5	4	20	4	20
4.10 Minimera antal löstagbara delar (Ö)		4	5	20	5	20	5	20	1	4	5	20	5	20
4.11 Medge enkel övergång från medtagningsläge till BBS-läge		4	5	20	3	12	3	12	2	8	5	20	5	20
4.14 Medge enkel justering		3	5	15	3	9	0	0	4	12	5	15	0	0
4.15 Stödja huvud vid sömn (Ö)		4	5	20	5	20	4	16	5	20	5	20	5	20
4.16 Medge separering av väska och BBS		3	5	15	5	15	5	15	4	12	0	0	5	15
Förvaring				0		0		0		0		0		0
5.1 Medge utrymme för gympakläder och skor för barn		5	5	25	5	25	5	25	2	10	0	0	4	20
5.4 Medge åtkomst av förvaring vid medtagning		4	5	20	1	4	5	20	5	20	5	20	0	0
Total		75	335	66	300	53	238	52	231	59	265	53	240	
Rel total		1,00	1,00	0,88	0,90	0,71	0,71	0,69	0,69	0,79	0,79	0,71	0,72	
Medel		5,00		4,40		3,53		3,47		3,93		3,53		
Avvikelse		0,00	7,98	0,88	9,09	1,43	8,23	1,37	7,66	1,57	####	1,69	9,58	
Median		5,00		5,00		4,00		4,00		5,00		5,00		
Antal svaga punkter		0		1		3		2		3		3		
Rangordning														
Beslut		Välj X med följande motivering ...												

### 9.1.2. Konceptval

Under delredovisningen inför examinator, handledare och kurskamrater framkom ingen tydlig favorit bland de fem koncepten, varför tid istället lades på att tänka igenom det resultat som framkommit ur Kesselringsmatrisen. Under ett möte med Minno AB presenterades sedan koncepten med detta i åtanke. Presentationen ledde till en diskussion kring de olika för- och nackdelarna med koncepten. Minno AB uttryckte ett intresse av att arbeta vidare med koncepten Armadillo och Bat, främst till följd av att dessa hade störst potential att skapa ett önskvärt designuttryck. Konceptet Dingo ansågs av Minno AB inkräkta allt för mycket på förvaringsutrymmet, varför detta koncept kunde elimineras. Det framgick även att det ansågs alltför opraktiskt med löstagbara sidoskydd, som presenterades i Cobra. Risken att dessa glömdes och frånvaron av lämplig förvaring gjorde att även detta koncept valdes bort. Då uttryck var en viktig faktor menade Minno AB att det skulle vara alltför begränsande för designen att låta övertäcka hela bälteskudden, varför slutligen Elephant också valdes bort. För vidare utveckling valdes alltså att ytterligare undersöka möjligheterna med de elastiska partierna i Armadillo samt vikbarheten i Bat samt att arbeta vidare med lamellerna.

Vid närmare undersökning framgick det att viklösningarna som konceptet Bat byggde på skulle resultera i stora problem. För att göras vikbar skulle lösningen antingen behöva tillverkas i ett tyg med sydda fickor fyllda med exempelvis små kulor av EPS eller i ett tunt modulärt stötupptagande material där vikning skulle ske i skarvarna mellan modulerna. Dessutom skulle en viss tjocklek av det energiabsorberande materialet krävas, varpå materialet i hopvikt läge skulle bygga en så stor tjocklek på bälteskuddens sidor att den totala produkten inte längre skulle gå att ta med som handbagage vid flygresor. Skarvarna i ett styvare stötupptagande material skulle också bli kritiska vid ett slagtest då näsan på hemisfären skulle kunna komma ner i skarvarna.

För en tygkonstruktion kunde ytterligare problem identifieras när det gällde att stadga den i höjddled. Stabiliserande rörkonstruktioner insydda i kanaler, som hade tillverkats för den inför delredovisningen framtagna modellen, visade sig ge svårigheter i handhavandet då tygkonstruktionen skulle fällas ned. Det var också oklart huruvida en tygkonstruktion skulle kunna göras tillräckligt stabil för att ge fullgod säkerhet vid en kollision. På grund av detta valdes koncept Bat bort och det vidare utvecklingsarbetet utgick nu endast från koncept Armadillo.

# 10. Vidareutveckling av valt koncept

Resultatet av vidareutvecklingen av det valda konceptet presenteras i detta kapitel.

## 10.1. Vidare datainsamling

Detta avsnitt behandlar resultaten av den datainsamling som gjordes vid framtagningen av slutkonceptet.

### 10.1.1. Studiebesök

Genom studiebesöken till de två olika materialproducenterna Loxitec och Por-Pac erhöles ett tydligare underlag för materialvalet till produkten.

#### 10.1.1.1. *Loxitec AB*

Vid studiebesöket hos Loxitec konstaterades det snart att skummaterialet PUR inte skulle lämpa sig för de ämnade koncepten. PUR är dyrt att tillverka och det kunde heller inte avgöras huruvida materialegenskaperna var tillfredsställande beträffande stötupptagning och stabilitet. Fabrikens arbetsförhållanden upplevdes av Minno AB vara bristfälliga och miljöaspekterna hos PUR levde inte upp till de krav som ställdes. Detta medförde att materialet föll bort som val.

#### 10.1.1.2. *Por-Pac AB*

Både EPP och EPS har de egenskaper som önskas, EPS behöver dock skyddas från stötar vid vanlig användning. Då det framkom att ett slagtest skulle bli aktuellt tillhandahöll Por-Pac AB materialprover av EPP. Vid slutet av studiebesöket diskuterades materialet PE-skum med eller utan mjukgörande tillsats av EVA som tillverkas av en verksamhet i Kinna, vilken Lundgren hade koppling till. Till följd av detta kunde även materialprover av dessa anskaffas.

### 10.1.2. Material för stötupptagning

Under konsultation med Antal Boldizar framkom förslaget om hur slagtestet skulle kunna uppfyllas genom att ha en hård plastyta längst ner och en mjukare över denna så att kraften fördelar sig över den hårda ytan, vilket bidrar till mindre retardation.

Slagtestet påvisade att alla materialprov av PE-skum med eller utan EVA-tillsats (även kallade AZ och PZ) som testades klarade slagtestet. Det framkom även att EPP i alla tjocklekar mellan 10-25 mm var godkända i slagtestet. Detta kunde direkt meddelas från VTI utan att ett slagtest var nödvändigt i och med att EPP var ett så pass frekvent slagtestat material. De densiteter som övervägdes var 35, 45 respektive 65 g/dm<sup>3</sup>. Resultaten från slagtesten av PZ och AZ i de sökta tjocklekarna presenteras nedan.

Material	Tjocklek [mm]	g-nivå [m/s <sup>2</sup> ]	Kommentar
PZ 225	13	24,1	Mycket liten utkrossning
PZ 225	6,5	36,6	Relativt stor utkrossning
PZ 940	6	35,1	Nästan obefintlig utkrossning
PZ 225*	10	38,6	Ingen synlig utkrossning
AZ 225	10	25,5	Nästan obefintlig utkrossning
AZ 450	8	32,3	Nästan obefintlig utkrossning

\*Laminerad med tyg, slagprovning utförd på tygsida. Utkrossning innebär att materialet ej återgår till sin ursprungsform efter testet

Då samtliga materialen klarade slagtestet jämfördes materialen AZ och PZ tillsammans med EPP i nedanstående Pugh-matris för att utröna vilket material som var bäst lämpat att applicera på vidareutvecklingen av SitSac.

	PE-skum	EPP
Godkänd enligt ECE 44.04	X	X
Totalvikt <= 2kg	X	X
Medge fast position i uppfällt läge	XX	X(X)
Positionera säkerhetsbälte korrekt	X	X
Medge fabriksmontering av ryggstöd	X	X
Total tillverkningskostnad	Billigare	
Medge bibehållen form vid medtagning		Bättre
Ej orsaka diskomfort	Bättre	
Medge rengöring		Bättre
Vara vattentät	X	X
Stödja huvud vid sömn		Bättre
Tåla belastning		Bättre
Följa Minno AB:s varumärke	Bättre	
Medge individualisering av designuttryck		Bättre
Uppmana till användning på buss och i övriga bilar	Bättre	
Uttrycka säkerhet	Lika (beror på tjockleken)	
Uttrycka komfort	Lika	
Motverka osäker position av barn	Lika	
Medge miljövänliga material	AZ osäkert	



Resultatet från Pugh-matrisen var liknande för de olika materialen, men AZ/PZ valdes slutligen. Detta grundades i den ökade komfort för barnet som materialet medgav, samt möjligheten att laminera tyg över materialet vilket ökar tåligheten mot slitage.

En EVA-tillsats i PE-skummet skulle medföra fördelar i form av ytterligare ökad komfort, samt förhöjd flamsäkerhet, utan att andra tillsatser krävs. Nackdelen med EVA-tillsatser är att deras sammansättning hemlighålls av många tillverkare, varför deras miljöpåverkan och toxiska påverkan på barn är okänd. Slagtestet och Pugh-matrisen resulterade alltså i ett beslut att samtliga inre ytor skulle bekläs med ett cirka centimetertjockt lager av PE-skum, med eller utan mjukgörare, eventuellt laminerat med ett lager tyg. Även om tunnare material i praktiken kan användas, bedömdes att detta skulle minska såväl verklig komfort som intrycket av komfort, utan någon egentlig konstruktionsmässig vinst. Dessutom har PE-skum låg densitet och sedermera vikt vilket medför att ingen nämnvärd viktökning uppkom (Lundgren, 2012).

#### 10.1.3. Miljöaspekter

Under handledning med Thomas Nyström diskuterades vilka material dagens SitSac innehåller samt gällande miljö- och hållbarhetsaspekter. Nyström ansåg att nuvarande bilkudde är hållbar miljömässigt då den får anses hålla en längre tid, samt består av plaster som är rena och utan tillsatser.

Vid konstruktion av rygg- och nackstöd samt sidoskydd och ryggsäck ansåg Nyström att det var fördelaktigt om materialen fortsatt hålls rena. Störst vikt bör dock läggas på att få stolen att hålla under en längre tid.

#### 10.1.4. Fokusgrupp

Den av arbetsgruppen genomförda fokusgruppen resulterade i ytterligare krav som kunde utläsas ur KJ-analysen. Utöver detta krav kunde det även bekräftas att tidigare antaganden gällde.

Det konfirmerades att brukarna föredrog väskor med många fack och uppdelade förvaringsutrymmen. Bland annat kommenterades: *"Jag tycker att det är dåligt att det bara är två fack jag hade velat att det var fler fack så att man kunde lägga i mer saker som till exempel hemnycklar."* De artiklar som flest deltagare hade med sig till skolan var böcker, nycklar, mobiltelefon, pennfodral och frukt. Detta skiljde sig en del mot vad de hade med sig till sina fritidsaktiviteter där innehållet bestämdes bland annat efter materialsporter och vilka musikinstrument de spelade. Flera brukare berättade att de bytte ryggsäck mellan skola och fritidsaktiviteter för att anpassa storlek efter innehåll, men även för att de inte orkade packa om. När brukarna var ute och reste med sina familjer tog flera med sig sin ryggsäck

som handbagage där de packade målarböcker, pennor, böcker, filmer, spel, bärbara datorer, och kameror, *"Jag har varit mycket och rest med bil, aldrig flyg. En gång åkte vi ner till Österrike och vandrade och då är det viktigt att jag har med mig min dator"*. De flesta hade åkt med bil men även buss, båt, flyg och tåg. Utifrån dessa observationer formulerades kravet 5.6 *Medge flexibel användning vid diverse aktiviteter*.

Vad gällde användning av bilbarnstol framgick att många av deltagarna i fokusgrupperna inte använde sig av bilbarnstolar eller bilkudde. Detta berodde på att flera var längre än måttkravet på 135 centimeter eller där omkring och hade slutat använda säkerhetsutrustning i bil för en tid sedan. De som fortfarande använde bilkudde gjorde det många gånger endast vid längre sträckor, och några tyckte kudden var obekvämt *"Jag har aldrig gillat att åka med bilbarnstol och när mamma och pappa inte såg så knuffade jag bort den och så var det jätteskönt när jag fick åka utan"*. En av de yngsta deltagarna använde sig av en bilbarnstol vid längre sträckor och tyckte att den var skönare vid sömn denne fick stöd för huvudet. Det var dock ett antal som uttryckte motvilja att använda bilbarnstol eller bilkudde, *"Jag längtade bara att bli av med bilbarnstolen (Anm. med ryggstöd) för det var coolare."* När deltagarna åkte bil med en kompis föräldrar visades sig att säkerhetsutrustning användes om kompiserna i fråga använde själv eller om föräldrarna krävde det, *"När jag åker på fotbollsmatch så åker jag med Robin och hans pappa tycker att det är jätteviktigt så jag har den då."*

Ur form- och strukturkartorna som visades för deltagarna i fokusgruppen, kunde några favoriter urskiljas bland deltagarna. Dessa presenteras i bilden nedan bild.



Bilderna representerar vad deltagarna uppfattade som tilltalande samt skönt. Bland de "sköna" bilderna kunde urskiljas svepande och organiska former. Bilderna visar även på en stor variation i olika strukturer, vilka barnen gillade. Då åsikterna var något spridda kunde ingen tydlig slutsats dras, mer än att det som uppfattades som komfortabelt var lugna harmoniska kurvor.

Ur färgkartan var det ingen färg som hade flertalet röster utan preferenserna låg runt hela färgcirkeln samt även vitt och svart. Dock uttrycktes ofta preferenser för turkosa och limegröna nyanser.

För frågemall till fokusgrupp, se appendix 10.

## 10.2. Tekniska principer

Inledningsvis övervägdes huruvida sidoskydden skulle vara fast infästa i ryggstödet eller ifall de skulle kunna vikas in. För att vika in sidoskydden talade att detta skulle medge att produkten i hopfällt läge blev mindre skrymmande. Mot vikbara sidoskydd talade att ytterligare en låsningsfunktion per veck skulle krävas för att hålla sidoskydden på plats i utfällt läge. Dessa veck skulle även vara kritiska vid ett slagtest. Ett annat alternativ skulle vara att varje lamell skulle bestyckas med ett eget sidoskydd. Detta bedömdes som orealistiskt eftersom det skulle medföra ytterligare låsningsmekanismer och öka risken för feldragning av bältet genom lamellerna, vilket stred mot att säkerhet alltid måste

prioriteras. För fasta sidoskydd talade också att detta är standardutförande och sannolikt uppfattas som såväl säkrare som mer seriöst. Då nackdelarna med vikbara sidoskydd var många fler än fördelarna beslutades att använda fast infästa sidoskydd.

Vidare behövde antalet lameller bestämmas. Ursprungskonceptet Armadillo hade fem stycken. Till fördel för så många lameller talade att det medgav ett mer lekfullt uttryck med en mer avrundad form, vilket var mer i linje med dagens produkts formspråk som var önskvärt. Möjligheten att spara in verktygskostnad genom att göra flera lameller likadana ökade också vid större antal lameller. Att göra samtliga lameller likadana var dock ej en möjlighet, av flera anledningar. Den understa lamellen krävde infästningsmöjligheter för att fästas i bälteskudden (och skulle behöva ta upp mycket mer kraft än de övre lamellerna), den översta behövde antingen utgöra nackstödet eller fästa i ett, samt medge infästning av bältesförare. De mittersta behövde kunna fästa mot övriga lameller både i övre och undre kanten medan detta ej var fallet för den översta och understa. Vidare behövde sidoskydden fästa på en av lamellerna, vilket skulle ställa ytterligare krav på denna i fråga om hållfasthet.

Till nackdel för ett större antal lameller talade att det innebar fler låsningsmekanismer för att hålla ryggen i upprätt läge, hanteringen av dessa mekanismer skulle dessutom sannolikt bli krångligare för användaren då fler moment skulle krävas. Vidare skulle en höjdjustering underlättas markant av att endast ske i en av lamellerna, vilket talade för att en av lamellerna behövde bli väsentligt större. Detta skulle dock medföra ett kantigare uttryck. En väsentligt större lamell skulle också medge en stabilare infästning av sidoskydden.

Då låsningsmekanismer, gångjärnsfunktioner och höjdjustering skulle behöva fästa i ett tunt skal av hård plast konstaterades att varje extra funktion skulle innebära att material lades till. Då fler lameller innebar fler funktioner, konstaterades att flera lameller alltså innebar ökad vikt, vilket ej var önskvärt.

Då den högsta punkten ej fick vara högre än bälteshornen för att klara kravet om medtagning på flyg, skulle också en mer avrundad form innebära en mindre packvolym, jämfört med en något kantigare.

Lägre vikt, ökad packvolym, bättre möjligheter för infästning av sidoskydd och höjdjustering, enklare användning och det faktum att flera lameller också skulle innebära flera olika verktyg vägdes mot möjligheten till ett mer avrundat designuttryck, och slutligen valdes att gå vidare med tre lameller.

Dessa lameller skulle utformas som så, att den understa fäste i bälteskudden, den mittersta gjordes större än de övriga och agerade fästpunkt för sidoskydden, och den översta fungerade som nackstöd. Det konstaterades också att det var önskvärt att hålla

sidoskydden parallella med marken i nedfällt läge. Således borde även infästningen ligga parallellt med marken för att inte sidoskydden skulle få fel vinkel i uppfällt läge.

Kvar återstod valet av sidoskyddens placering, alltså huruvida de i hopfällt läge skulle ligga på insidan eller utsidan av bälteskudden. Dessa placeringar resulterade i de två nedstående koncepten Wingman och Walle där för- och nackdelar för respektive koncept listades utifrån de *mock-ups* som skapats.



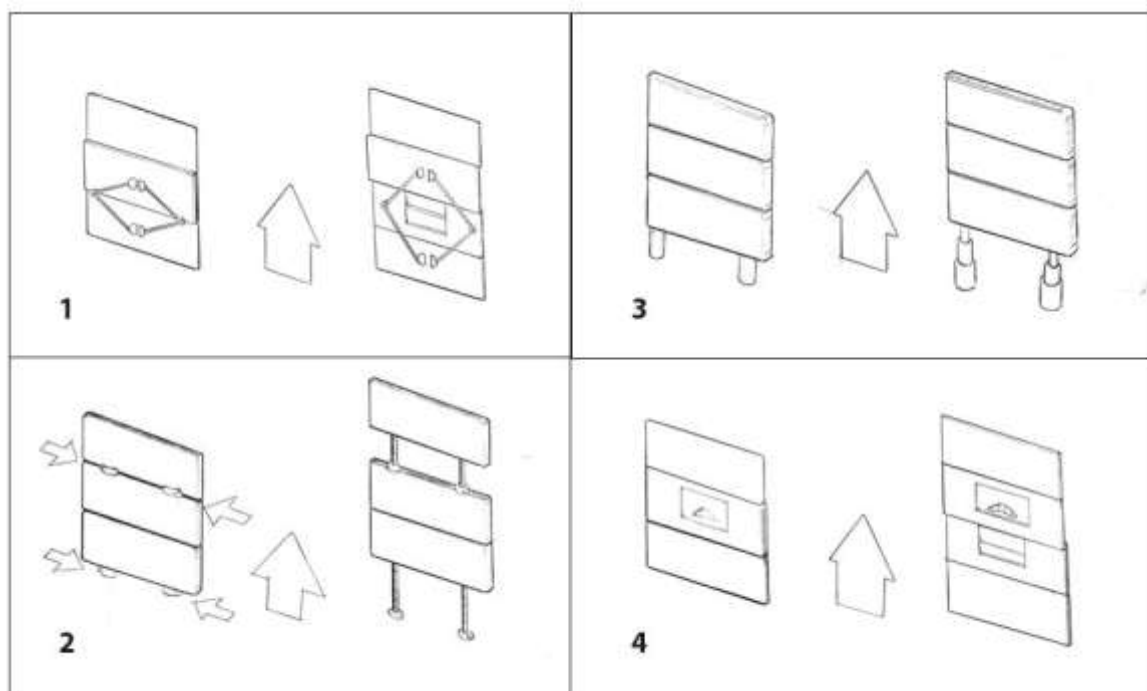
<b>Wingman – sidoskydd på utsidan</b>	<b>Walle – sidoskydd på insidan</b>
<b>Fördelar:</b>	<b>Fördelar:</b>
Medger en rad olika uttryck/designfrihet	Täcker ej för sidorna
Gott om utrymme för ryggsäck	Liten
Friare storlek på sidoskydd	Sidoskydden kan fästas på en längre sträcka
Ger rymligare utformning av stol	
<b>Nackdelar:</b>	<b>Nackdelar:</b>
Minno AB önskar ej övertäckta sidorna på bälteskudden	Litet packutrymme
Bokfacksluckan kommer att täckas för	Ger mindre axelutrymme
Osäker hållfasthet i infästningen för sidoskydden	Sidoskydden tar upp sittytta då de sitter tätare
Får svårt att bli vattentät	Riskerar att "kila fast" barn
Risk för större materialåtgång	Behöver flexa mer i infästningen av sidoskydd
Stor	Har bara utrymme för cirka 10 cm djupa sidoskydd

Av ovanstående kunde utläsas att Wingman hade fler fördelar än Walle. Den mest väsentliga aspekten var att Wingman erbjöd större sittutrymme, samt ett säkrare uttryck med större sidoskydd vilket blev avgörande vid valet av koncept. Det bestämdes således att koncept Wingman skulle tas vidare i utvecklingsarbetet.

Nästa steg blev konceptgenereringen för de tekniska principerna för höjjustering och låsning av lameller, vilka resulterade i en mängd olika koncept vilka presenteras nedan.

### 10.2.1. Tekniska principer för höjdjustering

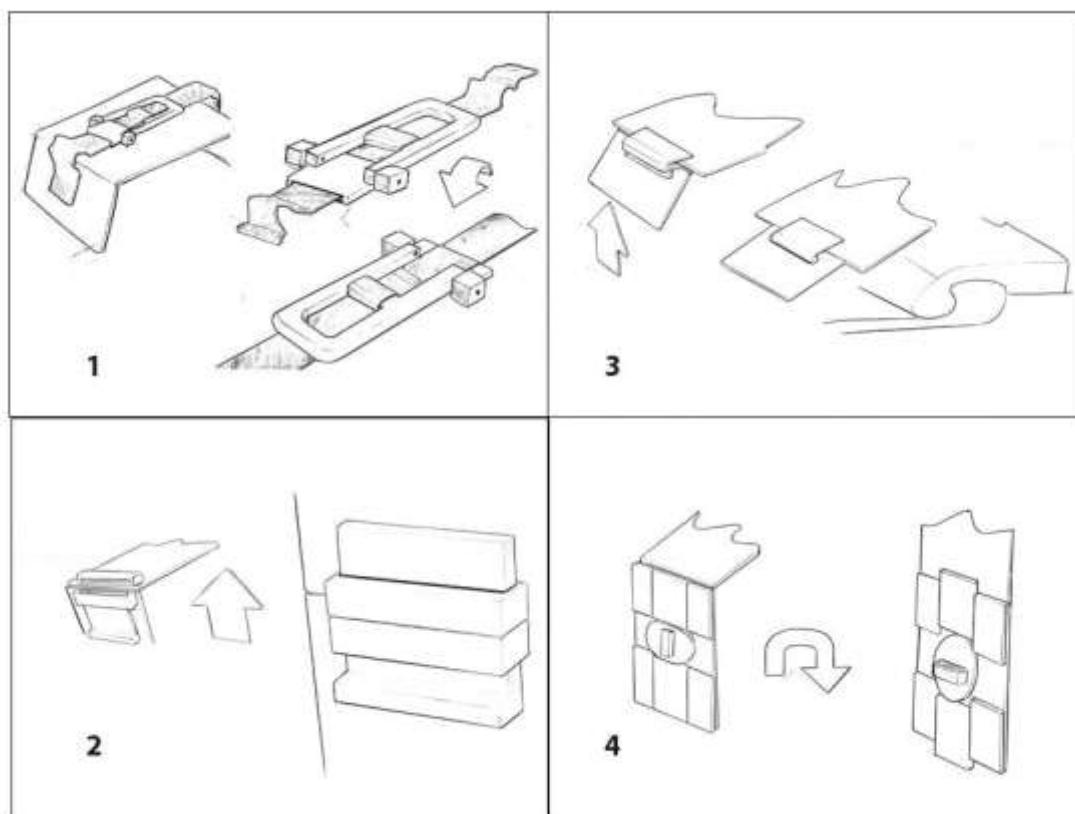
Nedan följer de lösningar som ansågs realiserbara av de tekniska lösningar som identifierades under konceptgenereringen för höjdjustering.



1. Lösningen var en så kallad sax-lösning, där delade stänger av metall eller stark plast rätas ut kring rotationspunkter, vilket ger ökad höjd.
2. Lösningen byggde på hur höjdjusteringen av nackstöden sker ibland annat Volvos bilar. Två stänger med små jack i sitter fast längst ned i bälteskudden och i ryggstödet nedersta lamell. Det resonerades att det skulle behövas två stycken sådana sektioner, alltså fyra stänger totalt, för att uppnå tillräcklig höjdjustering. Den ena sitter längst ned på modellen och den andra högst upp vid nackstödet.
3. Lösningen var en teleskoplösning som skulle fästa längst ned på sitsen, där cylindriska rör går in i varandra och på så sätt justerar höjden.
4. Lösningen liknar en teleskoplösning, men bygger istället på att mittlamellen eller den understa lamellen glider upp längs en platta eller två stänger, som döljs i lamellen själv eller fälls på sidan av den.

### 10.2.2. Tekniska principer för låsning av lameller

Nedan följer de lösningar som ansågs realiserbara av de tekniska lösningar som identifierades under konceptgenereringen för låsning av lameller.



1. Den första lösningen består av en rem som går över samtliga lameller och låses med en spak som är självspännande. Självspänningen kommer av att remmen löper under rotationsaxeln vilket ger ett positivt moment när remmen är spänd. Detta moment vrider spaken in mot ryggplattan.
2. I lösning två utnyttjades en platta som fästs i den nedre lamellen. När lamellerna är i rätt position kan plattan sedan skjutas upp en bit i nästa lamell och där låsa dem. Låsningen kan antingen ske med friktion i den övre lamellen alternativt kan det lösas med en fjädrande klickfunktion där en knapp låser mot en kant eller åker ned i en hålighet.
3. Lösning tre består av ett snäppe som består av en utstående del som fästs i en lamell och en hålighet som fästs i den lamell som ska röras till upprätt position. Den utstående delen kan enkelt glida in i håligheten men kräver ett litet lyft för att den ska kunna glida ut igen.
4. Lösning fyra byggde på en elliptisk skiva som roteras, och då knuffar ut två plattor som låser ryggen i upprätt läge, exempelvis på liknande vis som i Lösning 2.

### 10.2.3. Val av funktionellt koncept

Efter idégenereringen hölls ett handledningsmöte med Pontus Engelbrektsson, Assistant Professor på Teknisk Design. Under mötet presenterades de framtagna koncepten. Engelbrektsson ansåg att teleskoplösningar var att föredra då en sådan skulle vara enklast att konstruera. Beträffande sax-lösningen ansåg Engelbrektsson att denna borde fästas i mitten på den mittersta lamellen och ej längst ner (koncept 1 i 10.2.1). Dock ansåg varken Engelbrektsson eller arbetsgruppen att sax-lösningen var optimal i och med att denna kunde medföra stora klämrisker samt slitage av klädseln på stolen i bilen. Av denna anledning slopades sax-lösningen.

Arbetsgruppen gick vidare med att bygga enkla modeller i form av *mock-ups* av koncepten för höjdjusteringar (koncept 3, 4 i 10.2.1) och låsningar av lameller (koncept 1, 2, 3, 4 i 10.2.2). Modellbygget resulterade i att arbetsgruppen kunde avgöra konceptens realiserbarhet samt få en uppfattning av hur lätt de skulle kunna tillverkas. Under modellbyggandet framgick att den elliptiska skivan krävde ett ytterligare tillägg för att kunna fungera korrekt, detta då det i grundutförandet inte fanns något sätt att återgå till ursprungsläget. Genom att använda gummiband vid modellbyggandet försökte detta problem lösas, men visade sig vara för komplicerat och ge för hög risk att mekanismen gick sönder för att motivera vidare arbete. Modellbygget resulterade i de två helhetskoncepten Rem och Platta, vilka var en kombination av de framtagna koncepten ovan.

#### 10.2.3.1. *Koncept Rem*

Koncept Rem låstes i upprätt läge genom att en rem spändes över samtliga lameller med hjälp av en spak på mittersta lamellen. Höjdjusteringen möjliggjordes genom att den nedersta lamellen kunde skjutas upp och ned i två skenor som var fästa i bälteskudden. Höjdjusteringen låstes i hack på skenorna. Skenorna som möjliggjorde höjdjusteringen placerades på insidan av stolen så att de i nedfällt läge låg mot insidan av bälteshornen och mot sitsen. Nedfällningen bygger på en ellips som kan rotera i övre delen av ett nyckelhålsformat hål. Nedan följer bilder på den *mock-up* som byggdes för att visualisera konceptet. Viktigt var att den nedersta lamellens fästen kring skenorna kom under skenornas rotationspunkt, annars var nedfällning omöjlig.





### 10.2.3.2. *Koncept Platta*

Koncept Platta möjliggjorde höjjustering genom att den mittersta lamellen innehöll en teleskopliknande lösning. Denna lösning fungerade genom att en platta med jack stacks in i rygglamellen varpå en spärr i rygglamellen hakade i dessa jack. Jacken var utformade på ett sådant vis att ryggstödet enkelt kunde förlängas enbart genom att dra i det.

Ryggstödet kunde sedan fällas ihop genom att spärren lossades så att plattan kunde glida fritt, vilket lät anordningen fällas ihop. Låsningen vid uppfällt läge av den nedersta och den mittersta lamellen möjliggjordes genom att en platta sköts upp likt en hasp. För att låsa den översta lamellen (nackstödet) i uppfällt läge, tillämpades ett snäppe bestående av en hake som fästs i den mittersta lamellen och en motsvarande hålighet i den översta lamellen. Detta leder till att lamellerna hakar fast i varandra då ryggstödet fälls upp och för att sedan fälla ned nackstödet krävs ett litet lyft så att haken lossar. Nedan följer bilder på den *mock-up* som skapades för att visualisera konceptet.



De två koncepten utvärderades sedan genom att lista för- och nackdelar med utgångspunkt i användnings- och tillverkningsaspekter. Koncept Rems största fördel var att det endast krävdes två moment för att låsa lamellerna och justera höjden på ryggstödet. De största nackdelarna hos konceptet var klämrisk som förelåg vid uppfällningen av ryggstödet, samt den avancerade konstruktionen som kräver många komponenter och hög precision. Koncept Platta hade som största fördel att det hade en enkel konstruktion vilket dessutom medgav större frihet i designuttryck. Det krävdes dock ett ytterligare moment vid användandet, i förhållande till koncept Rem, vilket var konceptets största nackdel. Då en enkel konstruktion medger en lägre risk för felande komponenter ökar detta väsentligt säkerheten kontra en komplicerad konstruktion, vilket ger en enkel konstruktion en stor fördel.

Då koncepten ansågs relativt likvärdiga konsulterades handledare Lars-Ola Bligård, och beslut togs att valet skulle falla på det koncept som innefattade minst risker för besvär i tillverkning och användning. För och nackdelar listades för de båda koncepten, däribland

hur många komponenter varje innehöll, hur många delar som behöver tillverkas med precision samt hur många delar som kunde kärva.

Koncept	Antal komponenter	Antal delar som kan kärva	Antal delar som kräver precision
Platta	14	2	4
Rem	17	6	6

Ur listan framkom att koncept Platta var bättre anpassat för tillverkning och kunde motiveras med att det var enklare att realisera. Det hade som enda nackdel jämfört med koncept Rem att det krävdes ett extra moment för att fälla upp och höjjustera stolen. Detta kunde dock kompenseras med att mindre klämrisk förelåg vid detta moment, samt den ökade säkerhet den enkla konstruktionen medgav, varför koncept Platta valdes för vidare utveckling.

#### 10.2.4. Val av uppstödjande material

Materialvalet för ryggstödets uppstödjande skal baserades på en materialdatabassökning, vilket krävde kännedom om exakt vilken belastning det skulle komma att utsättas för. På grund av detta gjordes hållfasthetsberäkningar för att senare kunna ta fram ett lämpligt material.

##### 10.2.4.1. Hållfasthetsberäkningar

De två undersökta belastningsfallen:

1. ett barn lutar sig mot ett fullt uppfällt ryggstöd, utan någonting bakom som tar upp kraften,
2. och ryggens egentyngd skapar vid en krock ett vridande moment

resulterade i nedanstående beräkningar:

##### Fall 1:

I detta fall får plasticeringsgränsen ej uppnås, då stolen bör klara felanvändning utan att gå sönder. Kraften mot ryggstödet approximerades genom att en av gruppmedlemmarna (75kg) lutade sig mot en stol och kraften däremellan mättes med en våg. Denna visade cirka 10kg, vilket ger en kraft av cirka 100N. Då barn som väger 75kg och mer får anses extremt ovanligt användes detta. Vidare användes en hävarm något större än stolens uppskattade högsta höjd, på 0,8 m. Spänningen som fås av detta vridande moment ges av:

$\sigma = \frac{Mz}{I}$ , där  $I = \frac{t^3b}{3}$  och  $z$  är längden in i materialet från ena kanten räknat. Maximala värdet är  $z = t$ , och därför räknas med detta värde.

$$M = Fs = 100 * 0,8 = 80Nm$$

$$\sigma = 3 \frac{Mt}{bt^3} = \frac{240}{bt^2}$$

Detta visar att tvärsnittet hållfasthetsmässigt tjänar mer på att bli tjockare än bredare. Tjockleken bedömdes inte få bli väsentligt tjockare än 5 mm (då för hög tjocklek bygger på för mycket på höjden i nedfällt läge och kan då komma att strida mot kravet att kunna medföras som handbagage vid flygresor) och bredden bedömdes inte kunna bli väsentligt bredare än 20cm.

$$\sigma = \frac{240}{0,2 \cdot 0,005^2} = 48,0 \text{ MPa}$$

Med en säkerhetsfaktor på två får materialets plasticerande spänning alltså inte ligga under 96,0 MPa. Halveras tjockleken fyrdubblas denna spänning, och halveras bredden fördubblas den.

#### Fall 2:

Samma beräkningsgång med en uppskattad egenvikt av 2 kg (baserat på en av de framtagna modellernas vikt) som verkar cirka halvvägs upp längs ryggen (0,3 m), vid en krock som ger inbromsning 28g (enligt VTI) ger:

$$F = ma, \text{ där } a = 28g$$

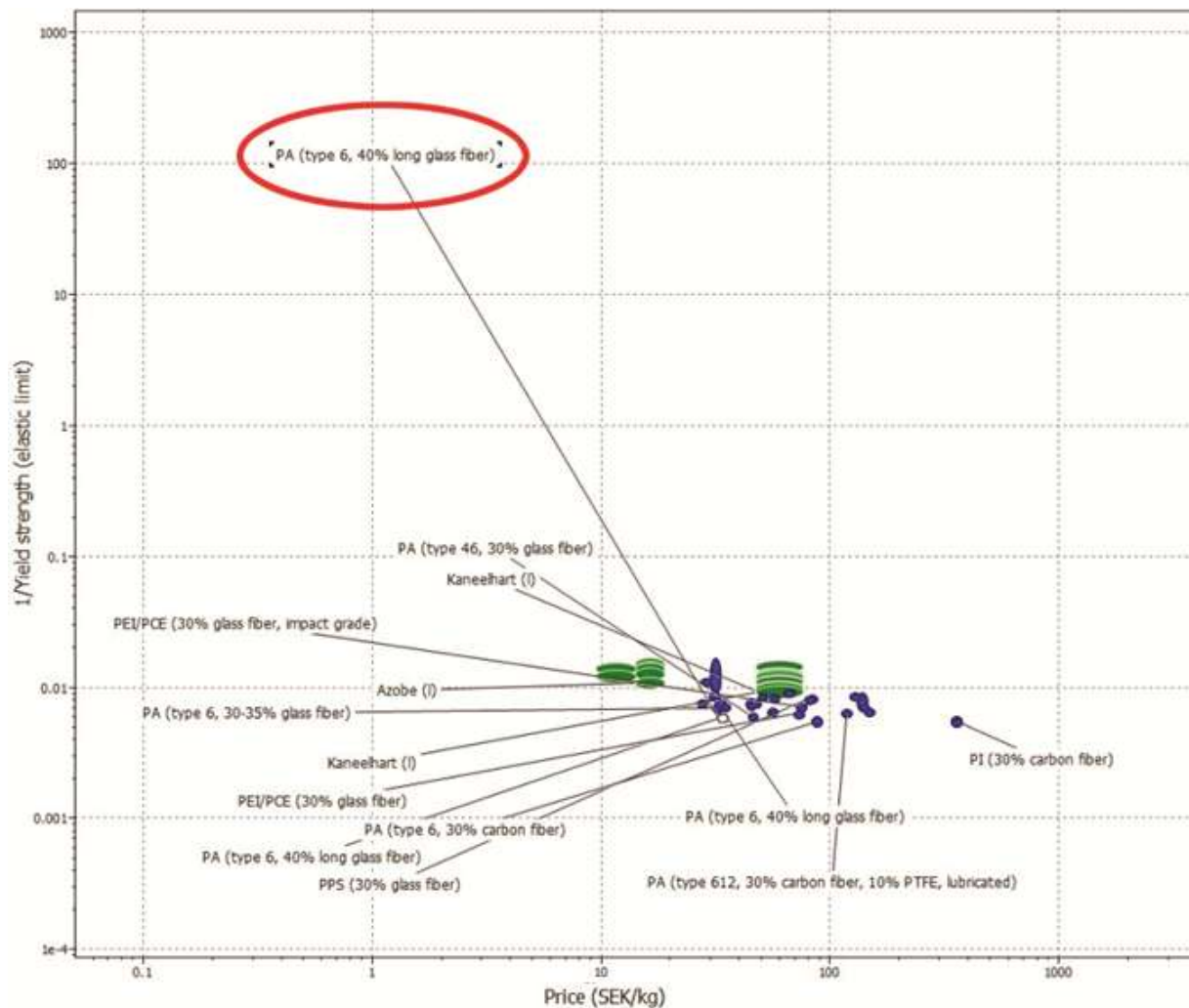
$$\sigma = \frac{3 \cdot 2 \cdot 28 \cdot 9,81 \cdot 0,3}{0,2 \cdot 0,005^2} = 98,6 \text{ MPa}$$

Dock räcker det i denna situation att ryggen inte lossnar från stolen, alltså gäller med en säkerhetsfaktor två att det sökta materialets brottsspänning måste överstiga 197,2 MPa. Samma principer för minskning av tjocklek och bredd gäller som i fall 1.

Ett alternativ till att ryggen ska kunna ta upp belastningen i fall 1 är att lägga in en spärr som låter ryggen fällas bakåt vid en viss belastning, utan att någonting går sönder (liknande spärren i backspeglar på bilar). På detta sätt kunde eventuellt materialets tjocklek och därmed vikt minskas. Dock uppskattades ytterligare funktioner medföra ökade kostnader i tillverkning och montering, och alternativet slopades, då alternativet kom upp mycket sent under projektet, och tid ej fanns att utforska den vidare.

#### 10.2.4.2. *Materialdatabassökning*

Med värden insatta i materialdatabasen erhöles en graf som visar på samtliga material som passerat kraven uppsatta gällande hållfasthet, UV-strålning osv. De blå markeringarna representerar polymerer och de gröna representerar naturliga material (vegetabiliska och animaliska material samt mineraler).



I ovanstående graf som erhöles ur databassökningen ses att de naturliga materialen ger låg elastisk gräns till ett högt pris. De skulle inte heller kunna uppfylla viktkraven om de samtidigt skulle uppfylla kraven på hållfasthet. Detta ledde till att naturliga material eliminerades från listan av aktuella material.

Polyamid (PA, typ 6 med 40 % glasfiberförstärkning) var ett av två material som uppfyllde kraven på hög plasticeringsgräns och låg densitet. Dessutom var materialet det överlägset billigaste av de två. Det andra materialet var PA (typ 6 med 30% kolfiberförstärkning) vilket ger ännu högre plasticeringsgräns samt har liknande densitet, dock är priset tre gånger så högt. Materialegenskaperna sammanfattas i tabellen nedan (för mer utförlig data se appendix 15).

Material	Elastisk gräns [MPa]	Brottgräns [MPa]	Densitet [kg/m <sup>3</sup> ]	Pris [SEK/kg]
PA 6, 30% kolfiber	166-198	207-248	1.27e3-1.29e3	82.9-91.2
PA 6, 40 % glasfiber	168-173	210-216	1.44e3-1.46e3	32.1-35.3

Konceptet medger användning av bägge materialen. Därför blev priset den avgörande faktorn, då PA med glasfibertillsats är mycket billigare att tillverka än PA med kolfibertillsats.

Det kan tilläggas att ren kolfiber ligger i en helt annan skala vad gäller plasticitetsspänning, och skulle kunna tillåta en mycket tunn konstruktion, dock är priset alldeles för högt för den uppsatta prisbilden.

## 10.3. Formgivning

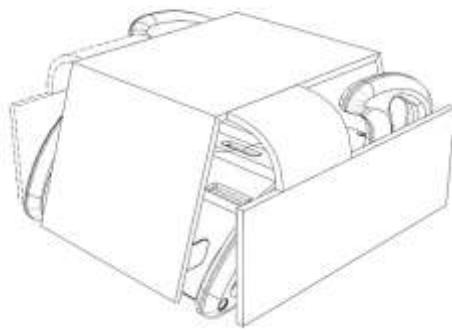
I detta avsnitt beskrivs resultatet av arbetet som skett under formgivningen. Tekniska principer, formelement och färger beskrivs alla utförligt.

### 10.3.1. Formelement

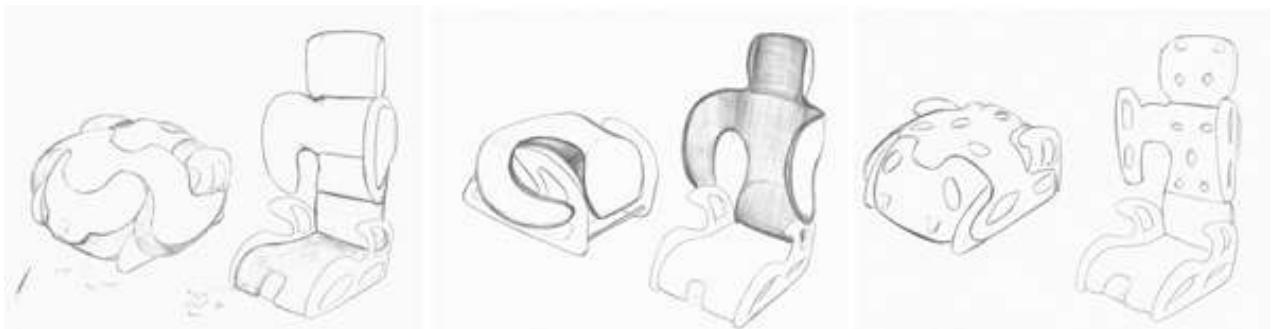
Första delen i utformningen var formstudien, vilken resulterade i en lista med ord som arbetsgruppen ansåg att bälteskudden uttryckte:

- Organisk
- Sportig
- Snabb
- Intensivt kurvig
- "Bilig"
- Tålig
- Stabil
- Kaxig
- Finurlig

Underlag för vidare skissning av formuttryck var de ytor som uppkom till följd av de tekniska lösningarna, vilka illustreras i bilden nedan.



Med dessa ytor och uttrycksord skapades skisser över en stor mängd former. Arbetsgruppen fann att många former gav bilbarnstolen ett aggressivt uttryck, dessa lades åt sidan direkt då produkten skulle ha ett säkert och lekfullt uttryck. Bland de skisser som blev kvar efter den första sällningen urskiljdes tre teman: **T-form**, **Organisk form** och **Håligheter**. Dessa skissades sedan så extrema som möjligt. Resultatet visas i bilden nedan, från vänster till höger i den ordning de listats.



Då Minno AB fick bedöma vilket koncept som bäst stämde in på företagets vision framgick att en kombination av T-formen och Håligheterna ansågs mest intressanta att vidareutveckla. Dock önskades en minskad intensitet i kurvor och delningslinjer samt fortsatt arbete med utformningen av hålen.

Andra aspekter som diskuterades, främst inom arbetsgruppen, var att försöka implementera olika tjocklekar i materialet, för att få en mer levande form. Dessutom önskades undersöka möjligheterna till håligheter endast i plasten, så att tyg eller ryggsäck medvetet skulle lysa igenom och skapa ett mönster. En fördel med håligheter i plastdelarna var att vikten kunde minskas, vilket var viktigt att tänka på i alla delar av utformningen.

Stora svårigheter uppstod i arbetet med att hitta en utformning av sidoskydd och ryggstöd som kompletterade bälteskudden. Efter diskussion inom arbetsgruppen

uppkom idén om att utnyttja den mest intensiva kurvan i den befintliga produkten, nämligen den som skapas under bälteshornen. Denna visas i rött i bilden nedan.



Redan i dagens SitSac utnyttjas denna kurva då ryggsäckens sidofack låser fast i bälteskudden. Med detta som utgångspunkt skapades en hålighet som slöt formen och liknade ryggsäckens sidofack. Intentionen här var att istället för att bygga bort håligheten använda den för att på ett enkelt sätt låta ryggsäckens element lysa igenom i nedfällt läge. Den slutna formen bidrog också till att minska intensiteten i kurvorna. Då formen uppstod i övergången mellan sidoskydd och ryggstöd låg denna till grund även för ryggstödet form.

Under den vidare utformningen av sidoskydden diskuterades tanken att arbeta med de befintliga håligheterna, något som ofta nämnts tidigare i arbetet. Att efterlikna dessa visade sig dock inte lika visuellt tilltalande som arbetsgruppen trott. För att ändå utnyttja de befintliga formerna, och inte lägga till fler formelement som kunde skapa ett rörigt intryck, drogs kurvor som skulle knyta ihop de olika formelementen. Detta resulterade i en form som sammanlänkade bälteskuddens håligheter, även detta för att visa på att den i nedfällt läge är en omslutande konstruktion att bära saker i.

Till följd av val av höjjustering och fastlåsning begränsades designfriheten i ryggglamellernas utformning. Då det var av betydande vikt att tillverkningen skulle vara så simpel som möjligt krävdes i stort sett att lamellerna var platta. Därför fick plattans form istället ligga mer i en avsmalning, likt en midja, från sidoskydden till nedre lamellen. Detta skulle kompletteras med att PE-skum skulle sticka ut i sidorna. En liten avrundning av plattan gjordes i sidorna för att motverka den kantiga formen. Det diskuterades att en mer välvd form hade varit mer tilltalande, men att det i detta projekt inte var realiserbart, då höjjustering och låsning krävde raka former.



Arbetets nästa del låg i fastställande av formen av håligheterna i sidoskydden. För att inte låsa sig i formgivningen valde arbetsgruppen att ta ett steg tillbaka och fundera över hur vikten kunde minskas med hjälp av utformningen. Tre spår identifierades: håligheter i plasten, urskurna former i plastens kanter samt utstrålande förstävningar (istället för ett solitt stycke). Dessa presenteras nedan.



Utifrån en första analys konstaterades att konceptet med utstrålande förstävningar var alltför aggressivt i sitt uttryck, varför det valdes bort. De två kvarvarande spåren jämfördes mot expression boarden för att avgöra vilken som bäst passade det uttryck som eftersträvades. Jämförelsen visade tydligt att håligheterna i det solida plaststycket bäst passade in, då de lite vassare formerna återfanns i både bilens lyktor och det gröna materialet se 4.2. Vidare bedömdes att de bäst kompletterade övriga former i bälteskudden.

När valet av håligheter gjorts anpassades dessa för att ännu bättre överrensstämma med formspråket. Även här utnyttjades kurvor som sammanslöt de olika håligheterna i bälteskudden. Resultatet ett harmoniskt men ändå iögonfallande sidoskydd, där formerna sveptes ihop och skapade ett sammanhållet uttryck. För att öka hållfastheten i lades förstävningar till. Dessa placerades på bryggan mellan ryggplatta och sidoskydd, och utformades likt den motstående håligheten i bälteshornet. Ytterligare beräkningar skulle krävas för att garantera hållfastheten i denna övergång. Dessa beräkningar bedömdes dock alltför omfattande för arbetsgruppen att lägga tid på, då de innefattade en mycket komplicerad form och vridmoment kring flera axlar, varför de ej täcks av denna rapport.

Resultatet för formgivningen av nackstödet blev en platt yta med två framåtvinklade sidoskydd, mot vilka huvudet kan vila. Sidoskydden placerades med cirka 180 mm avstånd, vinklade 45 grader och är cirka 70 mm breda. Måtten är framtagna utifrån undersökningar av vad en person i arbetsgruppen fann bekvämast, i kombination med antropometriska data. Målgruppens huvud antas vara mellan cirka 13 och 15 cm brett (se appendix 2), vilket stämmer väl överrens med gruppmedlemmens huvudbredd på cirka 15 cm. Dessa dimensioner för nackstödet bedömdes ej störa sikt men ändå ge fullgott stöd. Vidare studier av hur upplevelsen ändras under lång tid, exempelvis vid en lång bilfärd hade eventuellt kunnat påverka resultaten, men rymdes ej inom projektets ramar.

Efter konturformgivningen av nackstödet beslöts att även skära ut hål på samma sätt som i sidoskydden, främst i syfte att minska vikten. Dessa utformades genom en kombination av skiss och experimenterande i CAD, och då det bedömdes att nackstödet skulle utsättas för högst begränsade krafter togs mycket material bort. Vidare eftersträvades att följa konturkurvorna, för att undvika att införa för många uttryck och ge ett spretigt utseende.

Gällande bältesföringen placerades två små hakar på ryggstödet övre kant, en bit ifrån punkten där nackstöd och ryggstöd skiljs åt. Formen på hakarna ämnade hindra bältet från att glida ut mot sidan, och nackstödet skulle dessutom försvåra för barnet att dra bältet uppåt och på så sätt positionera det felaktigt.

### 10.3.2. Tekniska principer

De olika mekanismerna placerades och utformades omsorgsfullt för att medge säkert handhavande, god usability, minimal negativ påverkan på designuttryck och enkel konstruktion och montering.

#### 10.3.2.1. *Låsning av nackstöd*

Snäppfunktionen som låser nackstöd och ryggstöd söker smälta in i ryggens yta, samtidigt som den bör visa användaren att interaktion skall ske här.

#### 10.3.2.2. *Höjdjustering*

En konflikt uppstod mellan att göra ryggens plast tunn och att låta den del som täcker höjdjusteringen smälta in i denna, då en lång övergång från olika tjocklekar medför extra materialåtgång. Vidare var ytan mycket komplicerad att skapa i CAD, och tid fanns ej att utforska någon större mängd formkoncept.

Haken för låsning av höjdjusteringen gjordes bred i syfte att öka stabiliteten. En bredare hake torde också vara lättare att nå om produkten är placerad med ryggen mot ett bilsäte, varför detta premierades. Haken hålls nedtryckt av en fjäder, vars utformning ej bestämts fullt ut, men lämpligt kan vara en skruvfjäder fäst i hakens infästning i ryggplattan. Haken konstruerades så att den frikopplar höjdjusteringen när des bakre (i uppfällt läge övre) ände trycks mot ryggplattan. Alternativ som undersöktes var en spärr som drogs rakt ut från ryggplattan, eller en liknande funktion som den nu valda som istället frikopplades genom att den främre (i uppfällt läge nedre) delen drogs ut från plattan. Valet föll på den nu valda då den tillät en konstruktion som stack upp mycket lite från plattan, vilket var ett avgörande krav då produktens höjd var begränsad.

Utformningen av plattan styrdes av hållfastheten, vilken dimensionerade plattans mått till 200x5 mm. Utöver detta gjordes den så lång att den medgav en höjdjustering på 12 cm, samtidigt som 8 cm stannade inuti ryggglamellen, i syfte att bibehålla stabilitet i det högsta läget. Överlappet som krävs för bibehållen stabilitet skulle med fördel kunnat studeras ytterligare i syfte att optimera konstruktionen. Detta rymdes dock ej inom projektet, och siffran 8 cm togs som en tilltagen uppskattning, baserat främst på den mock-up som

byggts. Plattan bör lämpligtvis hindras från att helt glida ur rygglamellen, lämpligtvis genom en kombination av högre materialtjocklek i slutet av plattan och att den låsande haken monteras på så sätt att den ej släpper förbi denna sista tjockare del. Hur detta skall utformas bör bestämmas i samråd med montör för att minska komplicerad montering, och har ej hunnit undersökas vidare i projektet.

#### 10.3.2.3. *Låsning i upprätt läge*

Låsningen av rygglamellen i upprätt läge utgörs av en enkel haspfunktion som utformats främst med hållfasthet i åtanke. Spärren sitter till stor del inkapslad i den understa lamellen, och handtaget den förs upp med monteras lämpligtvis efter att spärren kommit på plats, vilket hindrar spärren från att lossna. Formen på håligheten vid spärren liknar en tillplattad åtta, och är tänkt att visa att spärren har två tydliga lägen. Längst upp i det övre fästet spärren glider in i är hålet lämpligtvis smalare, så att spärren kilas fast och ej faller ner under färd. Alternativa lösningar är exempelvis magneter eller hakfunktioner, men denna bedömdes enklast då den endas kräver ett moment vid handhavande och inga extra delar.

#### 10.3.2.4. *Bottenlamellen*

På bottenlamellen är ett antal gummitassar fästa, i syfte att skydda bottenplattan från stötar och smuts(då ryggsäcken sannolikt kan komma att ställas med denna sida nedåt) samt för att öka friktion mot bilens säte vid färd. Formmässigt kompletterar de den övriga plattan, där material tagit ut för att spara vikt, och skapar en horisontell yta att ställa ned väskan på.

#### 10.3.2.5. *Infästning*

Infästningen bedömdes behöva placeras så utspritt som möjligt, i syfte att sprida krafter och moment. Då kudden inte fick förändras, utformades infästningar runt bälteshornens bakre kanter, samt runt det undre aluminiumröret. Nödvändig storlek och materialtjocklek på infästningarna är mycket svåra att beräkna, och kan sannolikt enbart bestämmas helt genom ett krocktest. Nuvarande utformning medger dock att ingen kontaktyta mellan stol och rygg behöver ta upp något nämnvärt vridmoment, vilket ofta kräver mycket kraftiga infästningar. Att inget moment behöver tas upp är en följd av att hur ryggen än belastas tas kraften upp av minst två punkter som ej ligger i en linje vinkelrät mot kraften.

#### 10.3.3. *Färgval*

Från tidigare marknadsundersökningar, hos försäljare och på mässan, hade arbetsgruppen fått en bild av hur bilbarnstolar färgsätts i dagsläget. Vad som observerades var att många stolar hade mörka färger, som svart och grå, med delar av det överdragna tyget i starka färger med en del svärta i. Ett exempel visas nedan, bilden är tagen i butiken Storcken.



I dagens SitSac är den främsta färgsättningen koncentrerad kring ryggsäcken. Under diskussion med industridesigner Märit Lagheim framkom dock att starka kontraster och neonfärger var en något föråldrad färgsättningsprincip. Lagheim föreslog att istället skapa en mer nytänkande komposition och hänvisade till bland annat Klättermusens och Fjällrävens enkla färgsättningar. Att tydligt ta avstånd från dagens bilbarnsstolsmarknad i just färgsättningen, ansågs av arbetsgruppen mycket gynnsamt då detta ytterligare nischade produkten. Det talades mycket om att det var en viss sorts person som tillhörde SitSacs kundkrets, nämligen den mer miljömedvetne och ofta resande människan. Detta talade för att ta inspiration från just kvalitetsvarumärken, för att sammanhålla produktens uttryck som innovativ och miljövänlig produkt.

Mer specifikt föreslogs tre färgspår som skulle vara relativt könsneutrala. Tanken var att ta fram två elegantare spår, ett i turkos med en viss svärta och ett i en naturnära grön. Dessa skulle sedan kompletteras med en mer sportig version i orange toner. Ur fokusgruppen kunde inga tydliga färgpreferenser utläsas, men många hade turkos och limegrön som preferens.

De bilder som insamlades under marknadsundersökningen sammanställdes i följande board:

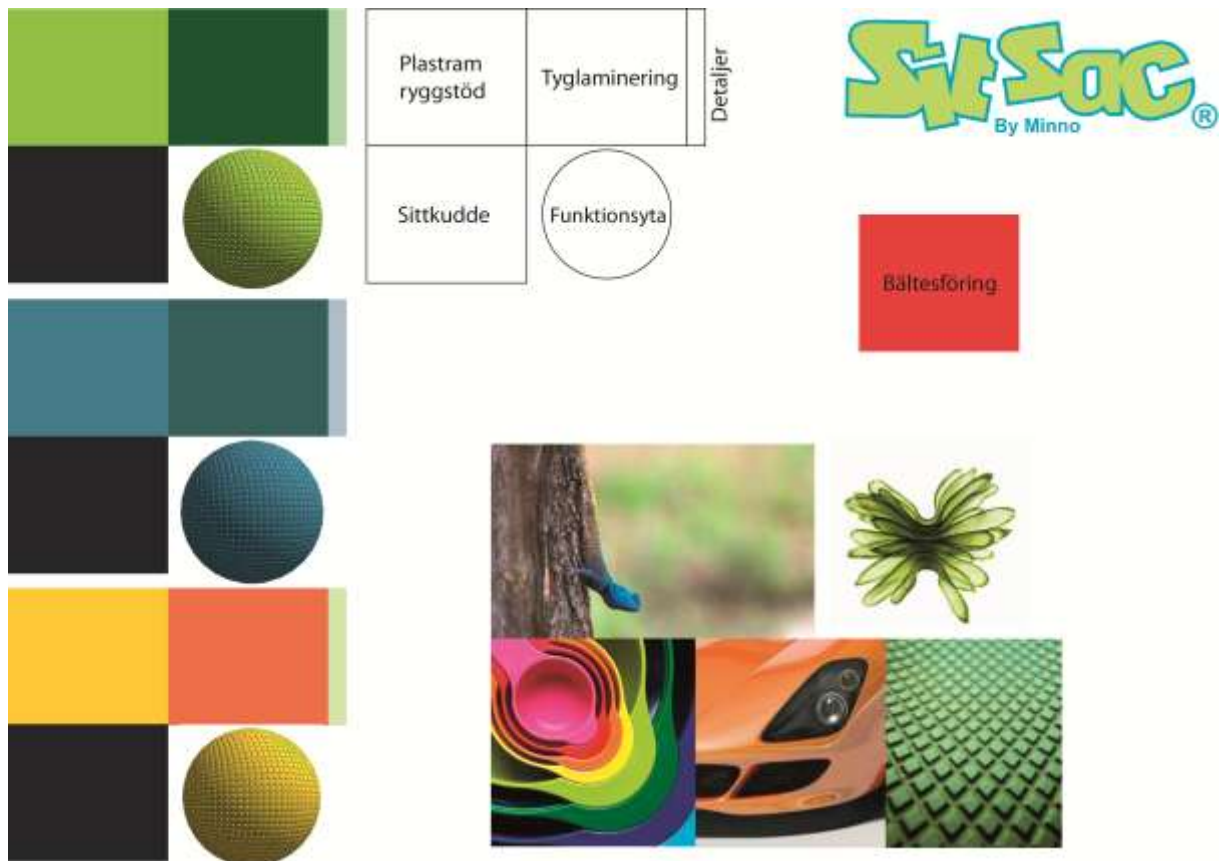


Från denna uppkom framförallt en tanke att utnyttja en vitare accentfärg för att ge liv åt en mer monokrom färgsättning. Därefter delades produkten upp i följande färgtyper: bälteskudden, plastskal för ryggstöd och sidoskydd, tyglaminering av PE-skum (med eller utan tillsats av EVA), detaljer som exempelvis dragkedjor på ryggsäck och funktionsytor. De olika ytorna behövde inte ha samma nyans, utan materialens egenskaper skulle istället anpassas efter det önskade uttrycket, snarare än efter de övriga färgernas. Då det var önskvärt att bilbarnstolens samlade uttryck var lekfullt i nedfällt läge men sedan övergick till ett mer säkert i uppfällt, ansågs att plastdelen kunde vara mer kulört och att PE-skummet kunde få mer svärta. Vad gällde bilbarnstolen påpekade Lagheim att produkten kunde tjäna på att dess svärta minskades eller dämpades överlag för att bejaka det resvänliga uttrycket.

Till sist togs olika kombinationer i de olika tonerna turkos, grön och orange fram med hjälp av färgprover från NCS-block (NCS Natural Color System, 2012).

Den valda färgsättningen enligt NCS var följande:

<b>Tema</b>	<b>Plastram - ryggstöd</b>	<b>Tyglaminering</b>	<b>Detaljer</b>	<b>Bälteskudde</b>
<i>Grön</i>	S 3560-G70Y	S 8010-G30Y	S 1020-G30Y	S 7502-B
<i>Turkos</i>	S 4050-B40G	S 6530-B50G	S 1020-B30G	S 7502-B
<i>Orange</i>	S 0585-Y20R	S 2075-Y70R	S 1020-G80Y	S 8502-B



#### Bälteskudden

För att ge ett lättare uttryck har bälteskudden fått en ljusare färg än dess föregångare. Färgen grå bör dock vara kvar för att användaren ska kunna härleda sittkudden till marknadens vedertagna dylika men också för att uttrycka att sittkudden är en bas vilket gör att användningen får högre *affordance*. En del i bälteskuddens uttryck utgörs av funktionen "bilbarnstol" vilket gör att färgsättningen behöver vara "seriös" och "se säker ut", enligt vad som framkommit ur brukarstudierna. Det var här viktigt att finna en balans mellan vad som såg lätt ut ur ryggskäcksdelens perspektiv och vad som uppfattades som en säker bilbarnstol. Den grå färgen som slutligen valdes ger ett tryggt och lugnt intryck vilket är något att eftersträva i en säker produkt. Nuvarande bälteskudde har NCS-kulör S 8502-B vilket är en grå färg med blå kulörton. För att lätta upp uttrycket har bälteskudden samma kulörfärg men med mindre andel svarthet i färgteman med grön och turkos. För det orange färgtemat behålls bälteskuddens nuvarande färg för att bättre passa in i färgtemat.

#### Ryggstödetets plastskal

I sitt nedfällda läge fungerar produkten som en ryggskäck som barn, föräldrar och andra anhöriga skall kunna bära med sig. Produkten skulle därför få ett lätt och lekfullt uttryck i nedfällt läge för att uppmana brukarna till medtagning samt användning. Detta ledde till att plastdelarna, som främst syns av ryggstödet då det är nedfällt, fick kulörstarka färger.

### Tyglaminering

I uppfällt läge skall produkten istället fungera som en bilbarnstol vars säkerhet är den viktigaste uppgiften och detta bör speglas i uttrycket, vilket ledde till dämpade färger med mycket svärta. Dessutom skall färgerna uttrycka bekvämlighet, vilket innebar att färgerna dessutom skulle vara lugna kulörer i samma eller liknande kulörton som det uppstödande plasticskalet.

### Detaljer

De detaljer som urskiljs på bilbarnstolen är till exempel dragkedjor på ryggsäcken. Dessa färgsattes med samma eller liknande kulörton som både plastram och tyglaminering men sticker ut genom att de har mycket vithet i sig.

### Funktionsytor

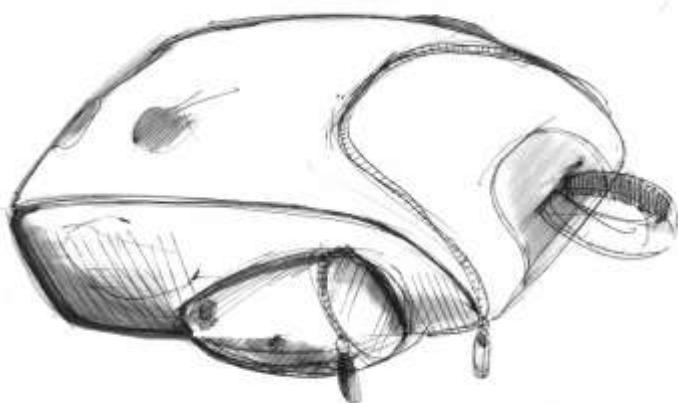
Funktionsytorna för höjdjustering, nackhandtag samt ryggstödslåsning gjordes istället med en avvikande, greppvänlig struktur. Intentionen här var att öka produktens *affordance* då ett material som är mer greppvänligt och avviker i struktur påkallar användarens uppmärksamhet, genom att det tydligt syns att handling ska utföras.

### Bältesföring

Enligt ECE Reglemente 44.04 punkt 4.3 skall färg för bältesföring vara röd.

#### 10.3.3.1. Framtagning av ryggsäck

Ryggsäcken utformades framförallt med intention att skapa en ny del av företagets utbud. Tanken var att produkten inte skulle se exakt likadan ut som den befintliga, men att SitSacs formspråk kändes igen i den nya designen. Efter sammanställning av brukarstudier framgick att det var önskvärt med många fack, en egenskap som dagens ryggsäck redan uppfyller till viss del, då den har sidofack som sticker ut ur bälteshornen. Nydesignen innebar att volymminskningen inte blev alltför stor, varför ryggsäcken kunde utformas med utgångspunkt i den befintliga men istället anpassa formen efter det utrymme som skapades av ryggstödet. Detta ledde till en något fyrkantigare ryggsäck, då det var önskvärt att fylla ut hela utrymmet under ryggstödet. Sidofackens form förändrades något, från att vara ovala geometrier som var avvikande från ryggsäcken till att bli mer integrerade i formspråket. Utformningen av sidofacken grundade sig i vad som framkom ur brukarstudierna, där



barnens preferenser var harmoniska och svepande former. För att ändå påminna om den befintliga ryggsäcken valdes att behålla formen av locket till ryggsäcken. Denna form var även fördelaktig då sidofackens placering, för att passa in i bälteshornen, leder till att endast en liten dragkedja kunde fått plats på sidan.

Den befintliga ryggsäcken behåller sin form väldigt väl då den är i formgjuten polyester. Detta leder till en förhållandevis hög vikt, vilket särskilt önskades undvikas i vidareutvecklingen där vikt redan lagts till totalprodukten. Dessutom är den existerande ryggsäcken större än utrymmet som slutkonceptet tillåter och har stabiliserande plastskivor insydda i materialet. Om storleken minskades, de stabiliserande plastskivorna togs bort och ryggsäcken istället tillverkades i ett tunt och lättviktigt material, exempelvis nylon, skulle ryggsäcken kunna bli betydligt lättare. Ryggsäckens vikt skulle genom detta sannolikt kunna bli så låg som 200 g, vilket ytterligare motiveras av jämförelse med en lättviktsryggsäck med en volym kring 15 l (Exped, 2012). Formen på ryggsäcken skulle istället kunna utgöras av lister i plast, trots att detta skulle bidra till att ryggsäcken inte blir lika fast i sin form. Denna avvägning gjordes dels till följd av ryggsäckens låga prioritet i projektet och dels som ett sätt att spara vikt.

Med hjälp av programvaran Adobe Illustrator kunde formelement från den befintliga ryggsäcken efterliknas och knyts ihop med nya kurvor. Formen utvecklades gradvis, men det var framförallt färgsättningen som styrde. Att skapa en mer monokrom färgsättning var önskvärt för att ge vidareutvecklingen ett mer uppdaterat utseende, underlag för detta framgår i avsnitt 10.3.1.1. Tanken var att de delar som knöt an till plathöljet skulle få samma färg som detta. Då sidofacken medvetet skulle synas, fick dessa samma färg som plasten. Resten av ryggsäckens utsida skulle istället sluta det tomrum som skapades under ryggstödet, och fick därför samma färg som PE-skummet. Delningar och dragkedjor tilldelades accentfärgen. Vad gäller det mönster med skarpa övergångar mellan svarta delar och färg som finns på den tidigare ryggsäcken, valdes här en enklare färgsättning. En homogen färg bröts av med ett litet område med accentfärgen, inspirerat av de väskor som undersökts i trendstudien.



# 11. Slutkoncept

Slutkonceptet resulterade i ett produktkoncept som presenteras nedan. Detta redogörs genom att presentera konceptets utformning, tekniska funktioner, material, uttryck och hantering. Utförandet av produktkonceptet har resulterats i en lättviktig, funktionell och portabel produkt som uppfyller höga säkerhetskrav och krav på både förvaringsutrymme och begränsad totalvolym samt är attraktiv för målgruppen.



## 11.1. Konceptutformning

Inklusive den existerande bälteskudden väger hela produkten ca 4 kg och är 400 mm bred, 210 mm hög samt 440 mm djup i hopfällt läge. Den hopfällda lösningen uppfyller därför kraven för handbagage på de flesta flygbolag. Ryggstödet är justerbart i höjdlängd mellan ca 570 mm och 690 mm från sitsen räknat, vilket överensstämmer med sitt höjd som inhämtats från antropometriska data. Även lutningen följer ergonomiska riktlinjer

och är cirka 100 grader, från sitsen räknat. Den totala höjden i uppfällt läge varierar mellan 640 och 760 mm, beroende på höjjusteringen.

Produktkonceptet består av en stabiliserande plastram utförd i polyamid med ett lättviktigt och energiabsorberande polyetenskum på insidan som uppfyller ECE-standard för framåtvända bilbarnstolar. Polyamiddetaljerna har en totalvolym på cirka 1700 cm<sup>3</sup> och vikt på 2.5 kg. Polyetenskumet har en totalvolym på 1200 cm<sup>3</sup> och en totalvikt på cirka 60 g med den högsta densiteten som testades. Till detta kommer vikten av det laminerade tyget, vilken dock inte torde vara markant, då ytan som skall lamineras är cirka 2400 cm<sup>2</sup>.

Ramen består av tre lameller: en lamell som fästs i bälteskudden, en lamell med integrerade sidostöd samt en lamell som utgör ett nackstöd. Det höjjusterbara ryggstödet kan fällas över bälteskudden och på så sätt utgöra ett förvaringsutrymme med plats för den tillhörande ryggsäcken. Lamellen längst ner är försedd med gummitassar som gör att konceptet blir stabilt även när det ställs på marken, samt skyddar låsningsmekanismen från stötar. Dessa ger även en ökad friktion mot bilens säte när produkten används som bilbarnsstol, vilket ger ökad stabilitet och säkerhet. Form- och färguttryck har säkerhet och lekfullhet som främsta riktlinjer och tilltalar båda målgrupperna - barn och föräldrar.



## 11.2. Konceptdelar

Produktkonceptet är utformat för att barn skall kunna resa på ett flexibelt och samtidigt säkert sätt där det finns höga krav på vikt, volym och säkerhet. Nedan presenteras slutkonceptets delar mer ingående.

## 11.3. Sidoskydd, rygg- och nackstöd

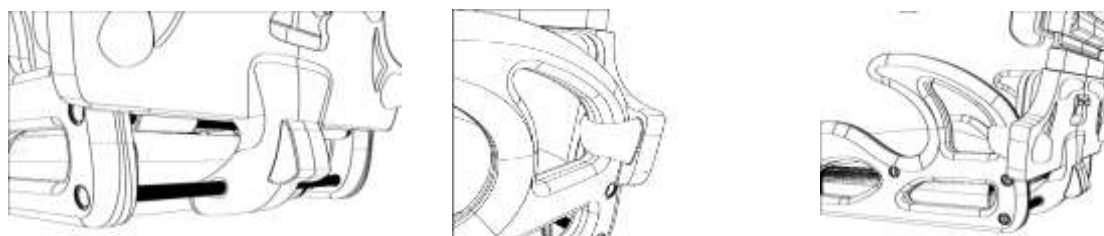
Utförandet av sidoskydd, rygg- och nackstöd är byggd utifrån tre lameller vilka i sitt nedfällda läge kan ligga över den existerande bälteskudden och på så sätt fungera både som en medtagbar bilbarnstol samt bilda ett förvaringsutrymme mellan lameller och sittdyna. I nedfällt läge ligger sidoskydden längs bälteskuddens sidor, på utsidan av dessa. Detta medger ett stort förvaringsutrymme och tillåter stora, omtäckande sidoskydd, som ej inkräktar på användarens sittytta i upprätt läge. Sidoskydden är integrerade i ryggstödet för att ej skapa krav på ytterligare låsningsmekanismer. I konceptets uppfällda läge omsluter lamellerna användarens kropp genom det rundade sidoskyddet och nackstödet. Detta medför att användaren får stöd av lamellerna vid sömn samt skydd vid en krock.

## 11.4. Tekniska funktioner

Konceptets tekniska funktioner är noga utvalda för att på ett enkelt och säkert sätt kunna tillverkas och hanteras.

### 11.4.1. Infästning på bälteskudde

Inspänningen i bälteskudden är placerad för att sprida ut spänningar och vridmoment som uppkommer vid exempelvis inbromsning simulerad vid krocktest. Den nedersta lamellen är fästad dels i bälteshornen och dels runt den understa aluminiumstången. Denna konstruktion medför att infästningarna ej behöver ta upp vridmoment utan endast krafter, vilket underlättar tillverkning och montering (se 10.3.2).



### 11.4.2. Höjdjustering

Ryggstödet kan höjdjusteras 120 mm genom att mittenlamellen glider längs en platta som är fästad i den understa lamellen. På denna platta finns sex jack utplacerade, i vilka en hake fastnar och hindrar ryggen från att glida ner. När haken frikopplas kan ryggen enkelt glida tillbaka till ursprungsläge. Jacken är utformade så att haken kan glida uppåt utan att behöva frikopplas, för att underlätta användning. Plattan har dimensionerats för att tåla såväl felanvändning som en krock, utan att gå sönder. De mått som varit dimensionerande är 200x5 mm (se 10.2.4) Vidare har jacken gjorts breda, för att medge högre stabilitet.

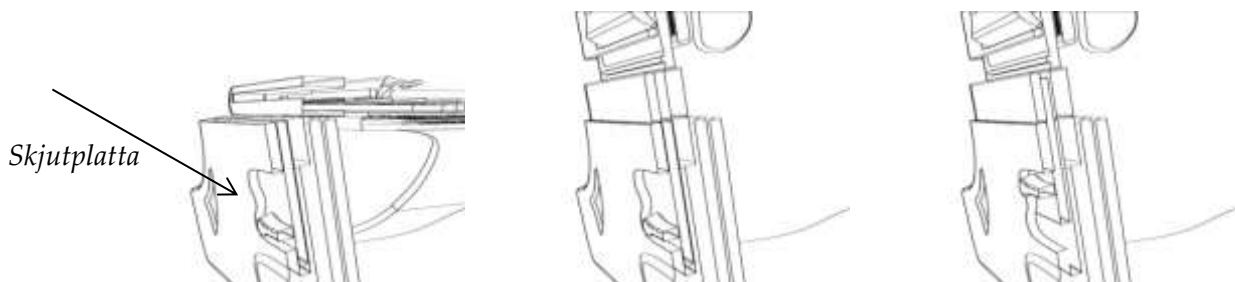


### 11.4.3. Låsning av lameller

Nedan presenteras de tekniska principerna för låsning av lameller i upprätt läge.

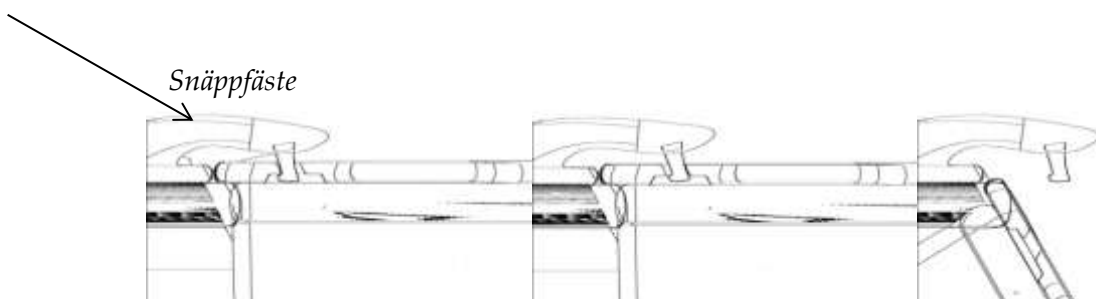
#### 11.4.3.1. Skjutplatta

Den nedersta och mellersta lamellen låses och stabiliseras i upprätt position genom att en platta skjuts upp från den nedersta lamellen till den mellersta, likt en hasp. I den mellersta lamellen går plattan in i ett spår och hålls på plats med hjälp av friktion. Plattan är enkel att använda och enkel att tillverka med få komponenter. Även plattan och dess infästningar är dimensionerade för att tåla de höga krafter som kan uppstå vid en krock.



#### 11.4.3.2. Snäppfäste

Nackstödet hålls stabilt i sitt upprätta läge med hjälp av ett snäppfäste som låser nackstödet lamell mot den mellersta lamellen. Snäppfästet består av en utskjutande del från den mellersta lamellen och motsvarande hålighet som hakar fast i varandra när nackstödet förs till upprätt position. För att sedan fälla ihop ryggestödet krävs ett litet lyft av snäppfästet för att den utskjutande delen skall lossna ur håligheten och nackstödet skall vikas ner.



### 11.5. Låsning i hopfällt läge

När produkten skall bäras som ryggsäck och alltså hållas i sitt hopfällt läge, hindras ryggsäckens ryggsäck från att fällas upp med hjälp av ett remlås med snäppfästen av plast,

liknande det som fäster dagens ryggsäck i bälteskudden. Remmens längd kan varieras efter mängden packning som skall medtagas.

## 11.6. Diagonalledare

För att bilbältets diagonaldel skall ledas rätt och inte glida ner över axlarna på användaren vid en inbromsning sitter en bältesledare av plast vid den mellersta lamellens överkant. Diagonalbältet ligger därmed an mot axel och bröstben och dess öppna form motverkar att slack bildas genom friktion mellan bältesledare och bälte. Nackstödet hindrar vidare bältet från att tryckas uppåt, och bältets korrekta position säkerställs. Plastdelarna sitter också väl synliga för en förälder som fäster barnets säkerhetsbälte, och täcks framåt av nackstödet vaddering för att hindra att barnet slår i huvudet mot dem.



## 11.7. Material och tillverkning

Materialet på lamellernas insida klarar slagtest enligt ECE-standard och är utförda i ett energiabsorberande, mjukt och lättviktigt 8 mm polyetenskum, PE. För att skydda polyetenskummet från stötar och slitage är materialet laminerat med ett skyddande tyg som är smutsavstötande. Polyetenskummet är mjukt och medger hög komfort då barnet lutar sig mot det.

Lamellernas utsidor täcks av 3 mm tunn men hållfast polyamid, PA, med tillsats av glasfiber som medger mycket god hållfasthet. Polyamiden återfinns även i infästningen på bälteskudden, höjjusteringen, låsningarna av lamellerna samt i diagonalledaren. Det tyglaminerade polyetenskummet är fäst på polyamiden med hjälp av dubbelhäftande tejp.

## 11.8. Uttryck

Slutkonceptet har ett lätt och flexibelt uttryck där lekfullhet och säkerhet är riktlinjer och genom utformning och färgsättning stämmer överens med dagens SitSac.

I lamellernas plastram finns håligheter och nedsänkningar som bidrar till att tyglaminering och ryggsäck kommer fram och med det skapar lekfulla mönster. Detta bidrar även till att plastramens volym reduceras och medför att vikten minskas. Sidoskyddens utformning utgår från den existerande bälteskudden där linjer och kurvor samspelar med varandra. Material, färg och form varieras för ett lekfullt och samtidigt sammanhållet uttryck. Lamellerna är rundade kring sido- och nackstöd vilket bidrar till ett harmoniskt uttryck.

Färguttrycken på konceptet är framtaget till att harmonisera med riktlinjerna för lekfullhet i konceptets uppfällda läge och säkerhet i konceptets nedfällda läge. Därför har färgen på plastramen kulörstarkare färg än tyglamineringen på insidan som har mer svärta i sig. Detaljer på produkten har accentuerande färger med utstickande vithet i sig förutom diagonalledaren som enligt ECE-standard är röd. Den existerande bälteskudden har med hjälp av mindre svärta fått ett lättare uttryck.

Nedan visas slutkonceptet i de tre olika färgteman.



## 11.9. Sittdyna

Den existerande sittdynans tyg är förlängt över bokfackets lock med undantag för inbuktningen för lockets snäppfäste. Tyget skyddar användaren mot att bränna sig på plasten om bälteskudden stått i solen.



## 11.10. Ryggsäck

Ryggsäckens utformning stämmer överens med formspråket hos dagens SitSac när det kommer till former och kurvor men har en annan färgsättning som är mer harmonisk och mindre kontrastrik. Accentfärgerna har samma kulörton som resten av produkten men med mer vithet i sig för att sticka ut. Volymen sluter samman med det förvaringsutrymme som skapas mellan sittdyna och ryggstöd. Detta innebär att ryggsäcken har mindre volym än den existerande och en fyrkantigare form. Sidofacken ligger an mot den kurva som bälteshornen har och utgör så en modulenhet av det totala konceptet. Det inre utrymme är uppdelat i sektioner som är förslutbara och avskilda från varandra. Ryggsäckens material är gjort av lättviktig nylon med stabiliserande lister för att påkalla formerna.





### 11.10.1. Hantering

Konceptet är utformat för att medge en enkel hantering vilket innefattar tre huvudområden: förberedelse för färd, bältesföring och användning av existerande bokfack. Tack vare den låga vikten och den passande storleken kan hela konceptet tas med vid flexibla resor som bil, buss, tåg och flyg.

För att fälla upp produktkonceptet knäpps remlåset och ryggsäcken upp och efter att ryggsäcken tagits bort dras alla lameller upp genom att greppa på lämpligt ställe t.ex. under sidostöden. När ryggstödet är uppdraget till lämplig höjd låses det fast med hjälp av att plattan längst bak på produkten skjuts upp. Därefter låses nackstödet upprätt med ett lätt tryck bak mot plastramen och höjden kan justeras med släpphaken. Bilbältet dras genom diagonalledaren och produkten kan nu användas som bilbarnstol i valfritt fordon.

För att sedan fälla ihop produkten trycks släpphaken på höjjusteringen in och ryggstödet kan nu dras ner. Plattan längst bak skjuts därefter ned och snäppfästet på nackstödet lyfts upp för att sedan vikas in. Efter att ryggsäcken knäppts fast kan produkten fällas fram, fästas med remlåset och medtagas.

För att tydliggöra ytor som skall greppas har konceptets funktionsytor för höjjustering, nackhandtag, samt ryggstödslåsning ett tillagt material i avvikande struktur för att vara mer greppvänligt. Funktionsytorna bejaktar korrekt rörelse genom att ligga an handens krökning och tydliggör på så sätt hanteringen. En korrekt bältesföring bejaktas genom att en diagonalledare vägleder användaren med en röd färg och en uppstickande krokig form som påkallar uppmärksamhet. Bokfacket kan användas när konceptet är både i sitt nedfällda och i sitt uppfällda läge. I sitt nedfällda läge kan nackstödet lätt vikas upp och

på så sätt kan bokfacket användas. Sittdynan ramar in inbuktningen i locket till bokfacket vilket påkallar uppmärksamhet och uppmanar till interaktion med produkten.



## 11.11. Utvärdering av slutkoncept

Nedan presenteras resultatet av den utvärdering som gjordes för slutkonceptet.

### 11.11.1. Avstämning mot kravspecifikation

Kravnummer	Målvärde	Uppnått värde
	ECE Reglemente 44.04	Enligt beräkningar och slagtest bör detta uppfyllas
1.1	Totalvikt max 2,0 kg	4 kg
1.2	Justerbar för 4-12 år	Justerings 57-69 cm
1.3	ISOFIX - 275 mm	Ej behandlat
1.4	Fast position i uppfällt läge	Låsning av lameller
1.5	Korrekt positionering av bälte	Bälteshorn samt bältesledare
2.1	Fabriksmontering av huvudstöd	Nackstöd del av ryggstöd
2.2	Tillverkningskostnad 325 SEK	Ej fullt behandlat
2.3	Montering på existerande bälteskudde	Infästning i bälteshorn samt stänger
3.1	Medtagning utan hjälp >5 år	Ytterligare studier krävs
3.2	Ryan-Air 40 x 20 x 55 cm	39 x 21 x 42 cm
3.3	Användning på buss, tåg, etc	Ej fullt behandlat
3.4	Bibehålla form vid medtagning	Låses med justerbar rem
4.1	Ej orsaka diskomfort	Ytterligare studier krävs
4.2	Ingen kontakt mellan ben och sitttyta	Förlängd sittdyna
4.3	Ej orsaka diskomfort vid medtagning	Ej fullt behandlat
4.4	Ergonomisk för 5-percentil och 95-percentil	Utformad för 90 % av befolkningen
4.5	Medge rengöring	Material som tål rengöring
4.6	Synlighet i mörker	Ej fullt behandlat
4.7	Vattentät	Ej fullt behandlat
4.8	Minimera felanvändning	Minimerat antal moment
4.9	Minimera slitage av bilinteriör	Inbyggda funktioner
4.10	Minimera lösa delar	Endast ryggstöd är lös del
4.11	Enkel övergång mellan bilbarnstol och väska	Beprovade tekniska principer (igenkänning) samt <i>affordance</i> i struktur och färg

4.12	Medtagning på cykel	Oförändrat från dagens produkt
4.13	Montering i bil	Rätt dimensioner, friktion mot säte
4.14	Ett moment per justeringsdimension	Ett moment per justeringsdimension
4.15	Stödja huvud vid sömn	Sidor på nackstöd
4.16	Separering av väska och bilbarnstol	Väska och bilbarnstol är separata
5.1	Utrymme för gympaskor och kläder för barn (nu 14 liter)	Cirka 6 liter
5.2	Uppdelning av förvaringsutrymme	Separering i väskan
5.3	Vattentät avdelning i väska	Fack i ryggsäck kan göras vattentät
5.4	Åtkomst av förvaring under medtagning	Går att lossa rem och lyfta nackstöd
5.5	Tåla belastning	Slittåliga material
5.6	Flexibel användning	Möjlighet att alternera väska
6.1	Följa Minno AB:s varumärke	Kurvor och former går igen i designuttrycket
6.2	Individualisering av designuttryck	Ej fullt behandlat
6.3	Uppmana till användning, buss,tåg, etc	Enkel montering i få steg
6.4	Uttrycka säkerhet	Brukarstudier krävs
6.5	Uttrycka komfort	Brukarstudier krävs
6.6	Medge <i>affordance</i>	Avvikande struktur och färg vid interaktioner
7.1	Inga klämrisker	Inga klämrisker
7.2	Hög användbarhet	Vidare <i>usability</i> -studier krävs
7.3	Röda markeringar vid bältesföring	Röda markeringar vid bältesföring
7.4	Fasthållning av förvaring vid krock	Förbättrad, sittdyna går längre ner
7.5	Motverka osäker position av barn	Korrekt bältesföring underlättas med bältesledare
7.6	Motverka bälteskav	Ej behandlat
8.1	Miljövänliga material	Nödvändiga material ej optimala ur denna synpunkt
8.2	Ej nyttja giftiga material	Inga giftiga material används

Ur tabellen kan utläsas att krav kring konstruktion till stor del uppfyllts. Tyvärr har den begränsade tidsramen lett till att krav kring uttryck och detaljutformning ej fått önskvärd uppmärksamhet. Då fokus lagts på att ta fram ett funktionellt koncept, får detta dock anses motiverat då alltför ingående studier av smådelar skulle inneburet att helhetskonceptet blivit lidande.

Vidare togs i början av projektet upp att framtida krocktester skulle tas hänsyn till. Mycket lite information om dessa fanns dock tillgänglig, och mycket pekade på att det skulle handla om bilstolens sidoförflyttning vid krock. Detta i kombination med att ISOFIX-fästen tidigt utslöts från stolen, gjorde det svårt att beakta dessa framtida krav.

## 11.11.2. Hållbarhetsanalys

Det föreligger svårigheter i att göra exakta hållbarhetsanalyser innan produkt, material, tillverkningsteknik, seriestorlek har fastställts, varför ekostrategihjulet endast ger en fingervisning av vidareutvecklingens miljöpåverkan. Det resultat som erhöles efter genomfört ekostrategihjul presenteras i punkterna nedan.

### **Optimera funktionen:**

I och med att SitSac är en integrerad produkt har den två huvudfunktioner: den är både en framåtvänd bilbarnstol och en ryggsäck. Syftet med produkten är att ge maximal nytta för barn mellan fyra och tolv års ålder som reser flexibelt och använder sig av bilbarnstol, och en förhoppning är att detta kan medföra att antalet bilbarnstolar i omlopp kan minska.

### **Minska påverkan under användning:**

SitSac är en passiv produkt utan effektförbrukning under användandet. Med stor sannolikhet kommer den att behöva tvättas ett flertal gånger under sin livstid. Ryggstödet in- och utsida går att tvätta med trasa, medan ryggsäcken kan komma att behöva tvättas i tvättmaskin.

Den kanske mest effektiva aspekten i hållbart arbete är att ändra på människors beteende. Bälteskuddar är säkerhetssystem för bilpassagerare och att kombinera skolryggsäcken med en bälteskudde förutsätter att brukaren åker bil relativt ofta. Syftet med SitSac är dock att underlätta medtagandet av bilbarnstol vid flexibelt resande och på så sätt minska antalet bilbarnstolar i omlopp.

Något som kan påverka människors beteende negativt är det faktum att SitSac är perfekt för flygresor med barn. Produkten går att ta med som handbagage och är praktisk för resenärer som flyger till sitt resmål och väl på plats hyr en bil. Detta kan anses uppmana till ett miljömässigt dåligt beteende, då både resor med flyg och bil har en ytterst negativ inverkan på miljön.

### **Minska mängden material:**

Trenden för bilbarnstolar på dagens marknad är att de är mycket stora. SitSac är således en relativt dematerialiserad bilbarnstol då även en så låg vikt som möjligt har eftersträvat. Dematerialiseringen har bland annat gått ut på att söka material som effektivt absorberar energi och att formge med håligheter i ryggstödet polyamidskal. På utsatta delar av produkten har material pålagts i syfte att förstärka.

### **Välj rätt material:**

Materialvalet för bilbarnstolen har till stor del grundats på mekaniska egenskaper, även om en så låg hållbarhetspåverkan också har eftersökts. Den befintliga bälteskudden bestod av HDPE och PP. Över lag består produkten nästan uteslutande av polymerer med olja som råvara. Positivt är dock att materialen är rena, alltså ej blandade plaster, vilket underlättar materialåtervinning.

Som stötupptagande material i ryggstödet valdes PE-skum då det gav god komfort och hade god energiabsorptionsförmåga även i små tjocklekar. För att erhålla bästa möjliga komfort kan skummet mjukgöras med en tillsats av EVA. Tillsatsen förekommer i olika kemiska sammansättningar, men det finns miljöcertifierade sådana mjukgörare att välja. PE-skummet sätts fast på det uppstödande polyamidskalet med dubbelhäftande tejp som är fri från lösningsmedel. En lösning där förhöjningar görs i PE-skummet och håligheter för att fästa denna i polyamidskalet skulle vara fördelaktig ur miljösynvinkel, detta var dock ej möjligt för gällande tillverkare att tillverka med laminerat tyg över.

På SitSac:s undersida sitter fem korta aluminiumstänger. Aluminium utvinns ur bauxit och framställningen kräver stora mängder energi och "osynligt material". För att framställa en viss mängd aluminium går den dubbla massan aluminiumoxid åt, för vilken den dubbla massan bauxit krävs. För framställning av 1 kg aluminium går således 4 kg bauxit åt (NE 2012).

### **Optimera livslängden:**

Den del av SitSac som först kommer att slitas är det energiabsorberande skummet. Då detta fästs med dubbelhäftande tejp på ryggstödet är det svårt att byta ut.

Vid en kollision kommer produkten med största sannolikhet att gå sönder, troligtvis i någon av de punkterna där säkerhetsbältet ligger an mot plasten. Det är dock vanligt för säkerhetsanordningar att deras livslängd varar fram till första olyckstillfället, varefter de bör bytas ut.

Om ryggsäcken är den del av SitSac som först går sönder är det en fördel om denna går att köpa separat, men bilbarnstolen skulle ändå kunna utgöra förvaringsutrymme tillsammans med en påse eller egentillverkad lösning.

### **Optimera produktionen:**

Produktionen är ett svårt område att påverka, då stora delar av den styrs av producenten. Gjutning bör ske med stor precision för att minimera spill. Vid tillverkning av plaster används oftast råolja och kondenserade former av naturgas. Dock så ökar användningen av förnyelsebara råvaror. Plaster tillverkade av sådana råvaror kallas för biobaserad plast.

Med stolens gällande krav på hållfasthet går det dock ej att använda sig av en biobaserad plast. Optimering av hur mycket efterbearbetning som måste göras efter gjutning är önskvärt. Detta för att minska spillet som sker vid produktion ytterligare.

#### **Optimera resthanteringen:**

Förhoppningen med SitSac är att produkten ska nedärvas genom generationer, men den skall även gå att återvinna.

PA, PE och PP är termoplaster som kan omformas oändligt många gånger, men i praktiken försämras materialets egenskaper vid varje återvinning. Även glasfiberförstärkta polymerer kan återvinnas, men återvinning sker på bekostnad av de förstärkande fibrernas längd ("Is recycling..." 1993).

För att smälta om aluminium krävs endast cirka 5% av den energi som går åt för framställning av metallen ur bauxit. Det är således av stor vikt att bälteskudden går att separera i dess olika delar (NE, 2012).

#### **Optimera distributionen:**

Hållbarhetspåverkan från distributionen kan med fördel minskas genom val av inhemska producenter, då delar av tillverkningen sker i Kina.

### 11.11.3. Cognitive Walkthrough (CW)

Generellt visade resultaten från CW att de problem som uppkom vid användandet av vidareutvecklingen av SitSac var skilda från de som identifierats hos ursprungsprodukten. Det är därför omöjligt att med säkerhet säga att produkten genomgått en kognitiv förbättring eller försämring. Användningsfel som berodde på bälteskuddens utformning kvarstår eftersom denna inte ändras, medan tillägget av ryggstödet resulterade i många nya moment i interaktionen

Vid adderandet av ett ryggstöd kan det anses att användaren identifierar produkten som en bilbarnstol vilket gör det lättare för denna att utföra rätt handling. Om bristande kunskap kring de röda markeringarnas betydelse finns medför detta risk för användningsfel av bältesföringen. Problemen kring de röda markeringarna för höftbältet kvarstod efter vidareutvecklingen av SitSac. På denna produkt finns även risker vid bältesledning av diagonalbältet.

Bokfackets åtkomlighet försvåras hos vidareutvecklingen av SitSac då uppfällning av nackstödet utgör ytterligare ett moment. Sittdynans inramning av inbuktningen i luckan bidrar fortfarande till att användaren tror att interaktion skall ske här. Dock ökar inramningen medvetenheten om att en funktion finns här.

Det potentiella användningsfel som framförallt identifierades uppstod vid hopfällning av ryggstödet, då remmen som håller fast ryggstödet mot bälteskudden inte utnyttjas. Detta

användningsfel får som direkt konsekvens att ryggstödet inte längre ligger an mot bälteskudden, vilket användaren bör lära sig redan efter första användning. Detta gör att vidareutvecklingen av SitSac har god *learnability* och upptäckt av felhandling samt återhämtning kan ske omedelbart. Resultatet av CW för utvecklad SitSac finns i appendix 12.

#### 11.11.4. Predictive Human Error Analysis (PHEA)

Även här kvarstår användningsfel som berodde på bälteskuddens utformning eftersom denn inte ändrats. Problem som tillkommit hos vidareutvecklingen av SitSac rörde främst användandet av remmen, som spänner fast ryggstödet i bälteskudden, vid uppfällning och hopfällning av ryggstödet. Även rörelseriktningen vid dessa moment kan med fördel förtydligas och på så sätt öka produktens *guessability*. Fullständiga resultat av PHEA finns i appendix 13.

## 12. Diskussion

En diskussion kring arbetets gång presenteras nedan.

### 12.1. Projektstruktur

Under projektet delades olika ansvarsområden ut till gruppmedlemmarna, områdena var exempelvis brukarstudier och marknadsundersökningar. Detta ledde till att en bred datainsamling kunde genomföras i ett tidigt skede. Tyvärr bidrog detta till att kunskapen i gruppen blev utspridd och det var svårt för deltagarna att få en djup insikt i alla delar trots metodiken med de sex tänkande hattarna. Detta fick framförallt konsekvenser vid idégenereringen, då tid kunde läggas på koncept som en annan gruppmedlem visste stred mot direkt avgörande krav.

Det kunde eventuellt ha varit bättre att behålla uppdelningarna, men mer ingående presentera områdena inom gruppen så att alla deltagarna fick en djupare kunskap. Detta kunde bidragit till att idégenereringen kunde bedrivits mer effektivt, då kunskap om alla områden behövdes för att kunna konceptgenerera med full effektivitet. I ett senare skede jobbade gruppen mer sammanhållet och kunskapen kunde spridas i gruppen mer effektivt. Detta bidrog till att bland annat de tekniska funktionerna kunde utvecklas på ett effektivt sätt.

### 12.2. Användbarhet

Utvärderingen av användbarhet har bedrivits med hjälp av PHEA och CW. Ytterligare utvärdering med hjälp av användartest hade varit fördelaktigt, speciellt om dessa kunde bedrivits med hjälp av en fullskalig prototyp. Tyvärr låg detta utanför tidsramen och material för att kunna tillverka en prototyp med tillräckligt hög standard fanns ej. För att säkerställa att beslut grundade på just användarvänlighet var korrekt fattade hade tester med mer färdigställda modeller varit fördelaktigt.

Då produkten har många tekniska funktioner är det viktigt att användbarheten noggrant utvärderas för att skapa en produkt som är anpassad för målgruppen. De tekniska funktionerna i kombination med att man kan separera ryggsäcken och stolen gör att produkten från början kan framstå som komplex att förstå för brukaren. För att kunna sälja produkten i stor utsträckning kan resoneras kring att produkten måste ha en god illustration eller förklaring av användandet finnas i butik, eller på andra ställen där produkten marknadsförs. Då produkten dock skall hanteras vid upprepade tillfällen, kan argumenteras att en god *learnability* kan kompensera för en begränsad *guessability*.

### 12.3. Brukarundersökningar

Barnen i fokusgruppen bidrog med brukarpreferenser. Av dessa barn var det dock få som fortfarande använde bilbarnstol eller bälteskudde överhuvudtaget, då barnen antingen



var över eller omkring 135 cm långa. Detta medförde att många hade svårt att relatera till frågeställningarna. Det är dessutom viktigt att tänka på att produkten är relativt ny och ej vedertagen bland dagens brukare varför brukarstudiens frågeställningar var mer riktade till brukarsituationen flexibelt resande och därför mindre precisa för produktutvecklingen. Detta kan dock ses som positivt vid produktutveckling då begränsande lösningar kring existerande produkter uteblir.

Eftersom produkten är unik i sitt slag är det svårt att avgöra hur brukaren kommer att uppfatta produkten. Det kan resoneras att eftersom produkten är så unik kan den komma att anses häftig av den primära målgruppen, och därför uppmana till användning även längre upp i åldrarna.

Punkterna som lades till i kravspecifikationen efter brukarundersökningarna kretsar framförallt kring kundkrav, förvaring och designuttryck. Det som kan konstateras kring detta är att brukarna litar på att godkända bilbarnstolar är säkra, och ej är särskilt insatta i lagkrav och vad som anses säkert av experter. Att ha mer information om vad brukare eftersöker bland bilbarnstolar hade eventuellt kunnat öka säljbarheten för slutkonceptet, dock skulle tydligare information om vad som verkligen ger säkerhet eventuellt kunna göra detsamma. En reklamkampanj skulle kanske kunna utformas som en upplysningskampanj, med fokus på att öka användandet av bilbarnstolar, och därmed efterfrågan på flexibla lösningar.

## 12.4. Marknadsundersökningar

Den information som erhöles från besöken i butikerna som säljer bilbarnstolar och bälteskuddar var att det finns en svårighet för dagens SitSac att slå sig in på marknaden, då andra leverantörer av bälteskuddar erbjuder mycket lägre priser. Detta var också vad Minno AB kommit fram till i sina undersökningar. Marknadsundersökningen kan dock ändå anses framgångsrik då det gav arbetsgruppen god insikt i problematiken kring försäljningen av SitSac.

Efter besöket i butikerna ansågs att en mättnadsgrad uppnåtts på grund av att utbudet var det samma i de båda butikerna. Det kan anses att reliabilitet och validitet ej uppnåtts efter endast två besök, men med motivationen att flera metoder såsom enkäter och djupintervjuer givit liknande information får informationen ändå anses ha god reliabilitet och validitet. Material från tidigare fokusgrupper som företaget Minno AB låtit utföra påvisade även motsvarande information.

Det bedöms att återförsäljarnas kunskaper kring hur den utvecklade SitSac kommer att fungera är viktig för att uppnå god säljbarhet, detta eftersom säljarna i butik avgör väldigt mycket vad kund köper. Marknadsundersökningen påvisade att det i dagsläget är stort, stabilt, tungt och vadderat som säljer vilket är problematiskt även för vidareutvecklingen

av SitSac. Dock bör den, med hjälp av god marknadsföring, ändå kunna konkurrera på marknaden genom sin tydliga nisch – säker och flexibel.

## 12.5. Val av koncept

Vissa av koncepten ansågs som icke-realiserbara, dock var åsikterna subjektiva då samtliga koncept utvärderades utifrån skisser. Denna gallring fick ses som nödvändig då så många olika koncept producerats. Dock hade ytterligare utveckling av fler koncept eventuellt kunnat ge en bredare grund för lösningar senare i projektet.

De koncept som valdes gjordes som *mock-ups* av olika tyg, papp och silvertejp. Det var ett bra sätt att representera de tekniska funktionerna för koncepten. Utvärderingen av de tekniska funktionerna var av största vikt på grund av de krav som ställdes på produkten. Användningen av *mock-ups* var fördelaktigt för att ge en mer objektiv bild av de subjektiva åsikterna för koncepten. Vidare användes Pugh-metodiken för utvärdering, vilket var ett bra sätt att återknyta till kravspecifikationen, och motverka tunnelseendet som kan uppstå vid omfattande konceptgenerering. Det händer dock att subjektiva bedömningar görs vid avgöranden om huruvida ett koncept uppfyller ett visst krav eller ej eller till vilken grad ett krav uppfylls. Uppskattningen om hur väl ett koncept uppfyller önskemål är särskilt svårt att göra objektiv utan användartester som grund.

Trots att subjektiva bedömningar förekom bedömdes samtliga koncept av samma jury, varför de i någon mening gavs samma förutsättningar för vidareutveckling. En annan viktig aspekt är att koncept som utvecklats olika mycket kunde ställas mot varandra vid Pugh-utvärderingen. Detta kunde leda till att koncept som var mer utarbetat föredrogs framför ett som var mindre utarbetat.

Minno AB:s åsikter var av stor vikt vid urvalet från de fem koncepten där Armadillo och Bat valdes. Armadillo kom även ut som ett av två slutkoncept ur Kesselringmatrisen som gjordes innan presentationen för företaget. Valet att vidareutveckla dessa koncept får därför anses väl motiverat. Dock bör noteras att tillämpningen av Kesselringmatrisen inte beaktade alla krav. Av denna anledning kan det erhållna resultatet, Armadillo som vinnande koncept, vara inkorrekt. Fullständigt utarbetade koncept hade lett till att alla krav hade kunnat viktas, vilket hade kunnat ge en annan utgång. Till följd av detta var det positivt att även företaget föredrog detta koncept, då det talade för att det verkligen uppfyllde kraven bäst.

Huruvida Bat-konceptets hade kunnat realiserats eller ej är svårt att avgöra, och som med alla koncept hade vidare utveckling varit att föredra. Dock behövde arbetet här utvecklas mot ett tydligt spår, och det koncept som då såg ut att ha bäst förutsättningar valdes.

Att gå ner från fem lameller till tre stred mot företagets önskan, men på grund av att säkerheten för den här typen av produkt alltid måste komma först kändes beslutet

nödvändigt. Det bedömdes helt enkelt som mer realiserbart att få till ett fullgott designuttryck med tre lameller, än fullgod säkerhet med fem.

## 12.6. Materialval

Valen av material var av stor betydelse för produkten på grund av kraven på hållfasthet och energiabsorptionsförmåga. På grund av detta uppstod en konflikt mellan att välja material så snart som möjligt och att olika konstruktioner ställde oerhört olika krav på materialen, från flexibilitet till råstyrka. Formuttryck och materialval var starkt sammankopplade och påverkade varandra genomgående under projektet, vilket också placerade formgivningens arbetet sent i projektet. Hade detta kunnat påbörjas tidigare, hade sannolikt att ännu mer tilltalande uttryck kunnat uppnås.

Under projektets tidiga delar fördes många diskussioner för att ta fram en modell för krocktester. Denna skulle vara enkelt utformad men kunde ändå ge en uppfattning om huruvida designen skulle kunna fungera. Detta genomfördes aldrig då tidsåtgången för att ta fram en modell skulle bli alltför stor, samtidigt som för lite tid skulle kunna läggas på framtagning av tekniska lösningar. Istället genomfördes hållfasthetsberäkningar med goda säkerhetsmarginaler och i de mest påfrestande fallen, i syfte att ge underlag för materialvalet när det gäller det uppstödande materialet (PA typ 6 med 40 % glasfiber). Detta kan anses ge en god vetenskaplig grund till att konstruktionen torde klara belastningen. I ett längre projekt hade det varit en god idé att ändå genomföra ett krocktest för att utvärdera tekniska lösningar, utformning och materialval samt för att godkänna den slutgiltiga produkten.

Att krocktest snart ströks från vad som ansågs genomförbart hade främst att göra med att produktens komplexitet ökade snabbt, då fler och fler krav uppstod. Att genomföra krocktest på de olika tekniska principlösningarna hade givetvis varit oerhört värdefullt, men för att ge någonting hade de behövt färdigställas till en grad som inte skulle hinnas med.

Under lång tid av projektet hölls EPS och EPP som självklara alternativ till stötupptagande material. Detta berodde på en viss misstro mot PE-skummet från arbetsgruppen. Hade detta material valts tidigare hade eventuellt ytterligare undersökningar kring exempelvis EVA-tillsats kunnat göras.

Då kravet på låg vikt sattes till "så lågt som möjligt" var det mycket svårt att ställa det mot andra krav, vilket blev extra tydligt i materialvalet. Till ett högt pris skulle konstruktionen sannolikt kunna göras mycket lättare, med bibehållen hållfasthet. Att åstadkomma en konstruktion som är "så lätt som möjligt" är dock i princip omöjligt, då det nästan alltid går att avlägsna någonting.

Samtidigt bidrar en låg vikt till ökad användning, vilket i sin tur leder till höjd säkerhet vid bilfärd, vilket gör det till ett mycket viktigt krav. Att utarbeta en tydligare bild över vilka krav som skulle vara ledande hade eventuellt kunnat hjälpa arbetet i slutet av projektet.

## 12.7. Hållbarhetsaspekter

Det är svårt att på ett riktigt sätt analysera en produkts hållbarhet innan alla definitiva beslut har fattats. När det gäller SitSac finns ännu oklarheter kring vilket lim som ska användas för att fästa det stötupptagande PE-skummet i det glasfiberförstärkta PA-skalet. Dessutom återstår undersökningar om PE-skummet ska mjukgöras med någon form av EVA-tillsats. Ekostrategihjulet är dock en enkel utvärderingsmetod vars syfte framförallt är att få produktutvecklare att tänka till kring vilka förbättringar som kan göras. Detta syfte kan mycket väl uppfyllas trots oklarheter kring bland annat material, tillverkningsmetod och seriestorlek.

Hållbarhetsaspekterna är starkt sammanlänkade med materialval, men svårigheter har legat i att finna information om materialens miljöpåverkan från oberoende källor. Dock påminner ekostrategihjulet om att det finns stora möjligheter till förbättring gällande materialvalet. Bälteskudden är som tidigare nämnts tillverkad i PP och HDPE samt har förstärkande aluminiumstänger. För att minska antalet olika material i produkten och på så sätt underlätta återvinningen, hade det varit fördelaktigt att tillverka det uppstödande materialet i HDPE och det stötupptagande materialet i PE-skum. HDPE uppfyllde dock inte hållfasthetskraven, men valet av glasfiberförstärkt PA försvarades med att detta ökar produktens livslängd.

Det återstår frågor kring vilken miljöpåverkan EVA-tillsatsen i materialet AZ har, eftersom tillsatserna är hemlighållna av leverantören. Dock kan det konstateras att tillsatser i material påverkar återvinningsbarheten negativt.

Utvärderingen med ekostrategihjulet har visat på stor förbättringspotential, bland annat kan vidare arbete utföras för fästningen av PE-skummet på PA-skalet för att slippa miljöfarliga limmer och för att göra det möjligt att byta ut skummet då det befaras vara den del av produkten som slits snabbast.

## 12.8. Tekniska funktioner

Valet av tekniska funktioner för produkten är starkt sammanlänkat med valet av koncept och material. Eftersom koncepten byggde på skilda tekniska lösningar för höjdanpassning, sidoskydd och hopfällning, utvärderades de tekniska funktionerna av de första koncepten samtidigt som samtliga andra aspekter i designprocessen. Det kan dock resoneras att hur de tekniska funktionerna löstes hade en mycket stor inverkan på valet av koncept, eftersom de starkt påverkar hur stor plats ryggstöd med tillbehör tar, delvis

för att uppfylla kraven på att kunna tas med som handbagage på vid flygresor samt kraven om packvolym.

Valet av tekniska funktioner var av stor vikt för hela projektet på grund av de motsägande kraven på säkerhet samtidigt som flexibilitet. Även kravet att kunna ta med produkten som handbagage på flyg var starkt begränsande för hur funktionerna skulle lösas. Detta hade både positiv och negativ karaktär då det var positivt att projektet fick en tydlig begränsning, men negativt därför att arbetsgruppen blev mer lösningsbunden. Med mindre strikta dimensionskrav hade det varit möjligt att istället vidareutveckla något av de koncept som hade andra önskvärda egenskaper, exempelvis gällande designuttryck.

Den övergripande utformningen begränsades också mycket av att den existerande kudden ej fick ändras, och samtidigt nästan hade maximalt tillåten storlek i två dimensioner. Detta begränsade starkt designen tidigt i projektet, och kanske hade ett alternativt tillvägagångssätt kunnat vara att i början bortse från detta krav, för att sedan arbeta sig tillbaka till det.

Det kan även lyftas fram att en förvirrande omständighet under projektet varit att den existerande produkten mätts till 21 cm höjd, och alltså ej borde kunna gå som bagage hos Ryan Air. Dock har SitSac:s vid ett flertal tillfällen följt med som handbagage, utan några rapporterade tillfällen där de ej fått komma med. Detta har försvårat definitionen av en gräns för höjden, och generellt har bälteshornens höjd använts som riktlinje.

## 12.9. Uttryck

### 12.9.1. Form

Genom hela arbetet var det viktigt att konceptet skulle höra samman med dagens SitSac:s formspråk varför det gjordes en designstudie på produktens varumärke och formuttryck efter att ett koncept valts. De formteman som togs fram utifrån dessa studier ansågs av Minno AB ej överensstämma med vad företaget ville ha vilket justerades innan arbetet med formuttrycken gick vidare. Det hade underlättat arbetet med formuttrycket om en avstämning gjorts med företaget efter designstudien, för att se att arbetsgruppen uppfattade som Minno AB:s varumärke var detsamma som företaget ville bli uppfattad som. Det är dock oklart om formuttrycket hade blivit annorlunda om arbetet haft en annan ordning. Detta skulle även kunna vidareutvecklas genom att komplettera det framtagna uttrycket med vad företaget ville bli uppfattade som, och implementera dessa till produktkonceptet. Förutsättningarna för uttrycket på konceptet är dock styrda av de tekniska funktionerna, materialval samt storlek - och viktkrav vilket gör att funktionsytorna är begränsade till slutkonceptets. Tilläggas bör att det inom tidsramen för projektet ej varit möjligt att göra en mer ingående studie.

## 12.9.2. Färg

Vid arbetet med att ta fram färger för produkten konsulterades industridesigner Märit Lagheim som fick se de teman som arbetsgruppen tagit fram efter designstudien. Mötet var mycket givande och råden som Lagheim kom med överensstämde mycket med vad arbetsgruppen även uppfattat att konceptet skulle få för uttryck. När färgkombinationerna senare togs fram användes färgkartor med tillhörande NCS-koder som kunde beskriva dessa färger. Dessa NCS-koder översattes till RGB koder när färgkartan togs fram. När dessa färger lades in i de CAD-modeller som fanns skiljde sig färgerna markant, vilket försvårade bedömningen av färgvalet. Liknande färger försökte åstadkommas i CAD-programmen, men en exakt bedömning var mycket svår. Hur färgnära pigmenten som kan användas i de valda materialen kan göras är heller ej helt klart, och eventuellt skulle provbitar av materialen i olika färger ha underlättat utvärderingen av färgvalet.

## 13. Slutsats

De uppsatta målen med projektet, att ta fram sidoskydd, nack- och ryggstöd som ska monteras på den befintliga bälteskudden får anses ha uppnåtts. Funktionerna gällande dessa har lösts ur ett tekniskt, estetiskt och brukarmässigt perspektiv. Den nya produkten kan även tas med som handbagage på de flesta flygbolag, och då framförallt Ryan Airs begränsande handbagageföreskrifter på 55 × 40 × 20 cm. Packutrymmet är maximerat under gällande konstruktion och en övergång från uttrycket lekfullhet till säkerhet från hopfällt till uppfällt läge får också anses ha uppnåtts. Den nya produkten är även säker och ska enligt all data som finns tillgänglig kunna genomgå krocktester vid VTI och bli godkänd enligt ECE Reglemente 44.04. Beaktning har tagits gällande de förväntade framtida kraven om sidokollisionstester genom konstruktion av sidoskydd. Materialval och tekniska principer har gjorts med stor hänsyn till så låg vikt och pris som möjligt, slutkonceptet inklusive den existerande bältesstolen kommer att väga cirka 4 kg. Detta kan anses vara för hög total vikt i förhållande till den existerande bälteskuddens 1,3 kg. På grund av uppsatta krav för säkerhet, pris, hållfasthet och de tekniska lösningarna bidrar slutkonceptet till en viktökning på ca 2,7 kg, vilket kan anses som rimligt då en viktökning var oundviklig. Eftersom ovanstående punkter har uppnåtts kan följaktligen en ökad försäljning antas, således har uppdraget från företaget uppfyllts.

# 14. Rekommendationer

I detta kapitel presenteras områden där vidare arbete skulle vara lämpligt, det framgår även hur dessa studier kan utföras.

## 14.1. Usability

Under arbetet fanns dessvärre inte tid att utföra någon mer omfattande *usability*-studie, varken på dagens produkt eller på vidareutvecklingen av den. Lämpligtvis bör en sådan studie ske genom observation av barn och föräldrar i en så realistisk miljö som möjligt, då det uttryckts att stress är en stark faktor kring i- och urstigning ur bilen. Exempelvis skulle detta kunna ske genom att barn och förälder på kortast möjliga tid skall sätta sig i bilen, med korrekt positionering av bilbarnstol och säkerhetsbälte. För att göra situationen än mer realistisk skulle trafikljud kunna spelas upp i bakgrunden. Det som bör studeras är främst användningsfel som kan leda till fara och föräldrar och barns upplevelse av kontroll och säkerhet.

## 14.2. Ergonomi

Då vikten varit ett ledande krav bör noggrannare undersökningar av vad som är en lagom vikt för brukarna utföras. Då en bestämd vikt är en förutsättning för att kunna optimera val av exempelvis material och tekniska principer, bör en sådan fastställas. Dessutom hamnade bärsystemet i skuggan av framtagningen av ryggstödet, här skulle en undersökning kring utformning av bärselar vara lämplig. Exempelvis skulle element av elastiska material kunna läggas in för att ge mer justerbarhet.

## 14.3. Materialval

De material som har valts uppfyller de krav som ställts under projektet, dock kan vidare undersökningar med fördel utföras. Då låg vikt och pris varit konflikterande krav, bör det optimala läget mellan dessa hittas, då ett lägre pris kan motivera en ökad vikt och vice versa.

## 14.4. Hållfasthet

De hållfasthetsberäkningar som genomförts är relativt grundläggande, och ej tillräckliga för att skapa en helt optimerad konstruktion. Fokus låg på den mest kritiska punkten, och punkter såsom sidoskyddens infästningar bör studeras vidare. Då en last långt ner på sidoskydden skapar ett vridmoment kring två axlar och ytan själv är krökt blir dessa beräkningar sannolikt mycket komplicerade, varför empiriska testmetoder kan vara att föredra.



## 14.5. Infästningar

Utformningen av ryggstödet infästning i bälteskudden är i nuläget tämligen grov, och vidare arbete kring dessa är lämpligt. Var delningslinjer skall gå och dimensionen på eventuella skruvar eller andra fästmetoder (såsom knäppfunktioner eller lim) är frågor som bör undersökas noga. Huruvida infästningen kan bli säkrare och mer estetiskt tilltalande genom en förändring av själva bälteskudden bör också beaktas. Detta har dock ej övervägts i projektet, då utvecklade koncept ej fick bygga på väsentliga förändringar av dagens produkt. Vidare kan även tekniska principer så som att ryggstödet tillförs en inbyggd anordning likt yttre backspeglarna på flera bilar beaktas. Detta skulle kunna undvika att ryggstödet brister vid eventuell belastning på ryggstödet då detta inte ligger an mot någonting, i ett sådant scenario skulle istället anordningen ge vika utan att förstöras.

## 14.6. Tekniska principer

Vid val av tekniska principer har fokus legat på enkel användning, enkel konstruktion och låg vikt. Tid har dessvärre inte funnits till mer utförlig estetisk formgivning av funktionerna, varför detta sannolikt kan förbättras. Efter en eventuell *usability*-studie bör också utformningen med avseende på användarvänlighet kunna revideras. Vidare bör undersökningar kring gångjärnsfunktionerna utföras; huruvida en PP-fog eller ett metallgångjärn ger bäst hållfasthet kontra vikt och kostnad är ett exempel på en sådan undersökning.

## 14.7. Miljöanalys

Den miljömässiga vinsten med dagens produkt ligger mycket i att den ersätter flera produkter, samt underlättar exempelvis samåkning, vilket också gäller för vidareutvecklingen. Hur stor denna vinst faktiskt är skulle kunna undersökas, exempelvis genom att studera hur många bilbarnstolar ett genomsnittsbarn förbrukar under sin uppväxt, samt hur mycket samåkningsfrekvensen påverkas hos nya användare. Resultatet från detta skulle dels kunna användas som försäljningsargument, och dels ligga till grund för hur man ytterligare kan höja miljövinsten, genom att uppmana till ett mer miljömedvetet resande.

Materialen i vidareutvecklingen har dessvärre en ganska hög miljöpåverkan. Detta är delvis en följd av mycket höga krav på hållfasthet. Därför bör ett kontinuerligt arbete med att undersöka nya material som blir kommersiellt tillgängliga föras, i syfte att ersätta de gamla.

## 14.8. Flera produkter

Då många konflikterande krav har ställts i fråga om vikt, storlek, pris, designuttryck, säkerhet, användarvänlighet med mera, bör möjligheten att skapa två produkter beaktas.

Exempelvis kan en produkt som till ett högt pris ej kompromissar någonting i fråga om låg vikt och storlek kompletteras av en billigare modell som väger något mer. En användare som sällan flyger prioriterar sannolikt ett lägre pris framför att bilbarnstolen kan tas med som handbagage. Med flera produkter blir också varumärket tydligare, varvid arbetet med designuttryck kan underlättas.

Lämpligtvis kan en undersökning bland nuvarande brukare kring deras resvanor utföras, för att få reda på exempelvis hur många som faktiskt flugit med dagens produkt som handbagage, och då kunna bestämma hur avgörande de olika kraven skall vara. Detta skulle sedan kunna ligga till grund för utvecklingen av mer nischade produkter.

# 15. Källförteckning

Följande källor har undersökts för att ta fram data i rapporten.

## 15.1. Litteratur

- Ashby, M.F. (2011), *Materials Selection in Mechanical Design*. Fourth edition. Oxford: Elsevier Ltd
- Bohgard et al. (2008) *Arbete och teknik på människans villkor*, Solna: Prevent
- Bono, E. (2009) *Sex tänkande hattar*. Jönköping: Brain Books AB
- Cross, N. (2008) *Engineering design methods: strategies for product design*. Chichester: John Wiley
- Gröndahl, F. Svanström, M. (2010) *Hållbarutveckling en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare*. Liber: Stockholm
- Johannesson, H., Persson, J. G., Pettersson, D. (2004) *Produktutveckling – effektiva metoder för konstruktion och design*. Liber: Stockholm
- Jordan, P. (1998) *An Introduction to Usability*, London/Philadelphia: Taylor & Francis Group
- Jorgensen, DL. (1989). *Participant Observation: a methodology for human studies*. Newbury: Sage publications
- Kylén, J-A. (2004). *Att få svar: intervju, enkät, observation*. Stockholm: Bonnier utbildning
- Lewis, C. and Wharton, C. (1997) *Cognitive Walkthroughs*. Handbook of Human-computer Interaction
- Lundh, H. (2000). *Grundläggande hållfasthetslära*. 3. Stockholm: Institutionen för hållfasthetslära, Tekniska högskolan
- Nilsson, E., Wolstedt, V. (2009) *Konceptutveckling av ergonomisk bältestol: för framåtvänd barn i bil*. Göteborg : Chalmers tekniska högskola.
- Norman D. (2002): *The design of everyday things*. New York: Basic Books Inc
- Obert, C. och Forsell, M. (2000). *Fokusgrupp: ett enkelt sätt att mäta kvalitet*. Höganäs: Kommunlitteratur
- Sandom, C. och Harvey, R (2004) *Human Factors for Engineers*. London: Institution of Electrical Engineers

Ulrich, Karl T., Eppinger, Steven D (2000) *Product design and development*. New York: McGraw-Hill

Österlin, K. (2010) *Design i fokus för produktutveckling: varför ser saker ut som de gör?.* Malmö: Liber

## 15.2. Tidskriftsartikel:

Is recycling of polyamides rational? (1993) *K-Plastic & Kautschuk Zeitung*, 13 , s 10-10.

## 15.3. Konferensartikel:

Warell A. (2006) *Identity recognition in product design: An approach for design management*. Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Product Development Management Conference. Milano: ss. 1-15

Osvelder A. och Bohman K. (2008) *Misuse of Booster Cushions – An Observation Study of Children's Performance during Buckling Up*. Proceedings AAAM Conference. San Diego: ss. 49-58

## 15.4. Föreläsningmaterial:

Thomas Nyström (2011)

Li Wikström (2010)

Håkan Almius (2010)

## 15.5. Webbkällor

Allt för föräldrar (2012) <http://www.alltforforaldrar.se>. (120210)

Anthrokids. (2012) *Anthropometric Data of Children*.  
<http://ovrt.nist.gov/projects/anthrokids/> (120130)

The Biomimicry Institute (2012) *Ask Nature*. <http://www.asknature.org/> (120227)

Exped (2012)  
[http://www.exped.com/exped/web/exped\\_homepage\\_na.nsf/0/B2B54B803AF8CAC4C125767E00705EDE?opendocument](http://www.exped.com/exped/web/exped_homepage_na.nsf/0/B2B54B803AF8CAC4C125767E00705EDE?opendocument) (120521)

Familjeliv(2012) <http://www.familjeliv.se>. (120210)

The first years (2012) <http://www.thefirstyears.com> (120209)

GettyImages (2012) <http://www.gettyimages.se> (120209)

Goldbug (2012), *Folding booster seats*. [http://www.goldbug.eu/product.asp?P\\_ID=28](http://www.goldbug.eu/product.asp?P_ID=28) (120209)

Minno AB (2011) <http://minno.se/minno.html> (120424)

NCS Natural Colour System (2012) <http://www.ncscolour.com> (120509)

National Encyklopedin (2012) *Aluminium* <http://www.ne.se/aluminium/framställning> (120517)

NTF. (2012) *Bilbälte*. <http://www.ntf.se/konsument/bilar/skyddssystem/default25921.asp> (120515)

RyanAir, (2012)<http://www.ryanair.com/se/fragor/viktiga-tips-for-en-smidig-och-punktlig-flygres>a (120521)

Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) (2012) *Om VTI*. <http://www.vti.se/sv/om-vti/om-vti/>. (120328)

Trafikverket.(2010) *Bakåtvänd bilbarnstol*. <http://www.trafikverket.se/Privat/Trafiksakerhet/Din-sakerhet-pa-vagen/Sakerhet-i-bil/Barn-i-bil/Bakatvand-bilbarnstol/senast> (120515)

Trafikverket. (2012) *Bälte*. <http://www.trafikverket.se/Privat/Trafiksakerhet/Din-sakerhet-pa-vagen/Balte/> (120515)

Vi föräldrar (2012) <http://www.viforaldrar.se>. (120210)

## 15.6. Artikel ur elektronisk tidning

McDowell, M., Fryar, C., Ogden, C., Flegal, K. (2008) Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2003–2006. *Centers for Disease Control and Prevention*, 22 oktober. <http://www.cdc.gov/nchs/data/nhsr/nhsr010.pdf> (120130)

## 15.7. Muntliga källor:

Tommy Pettersson (anställd på VTI Linköping) intervjuad 2012-01-20

Peter Lundgren (key account manager på Por-Pac AB i Skara) studiebesök 2012-03-19

## 15.8. Övriga källor

Kaulio, M. et al. (1999) *PRE-kundförståelse i produktutvecklingen*. Mölndal/Institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF) och Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola

Lantz, A. (2007). *Intervjumethodik*. Lund: Studentlitteratur

# Appendix

## Appendix 1 - ECE Reglemente 44.04

Utlästa krav på framåtvänd, universell, "non-integral" bilbarnstol klass II och III (de kursiverade kraven är ej relevanta för vidareutvecklingsarbetet):

**4.3.** Om en anordning för fasthållandet av ett barn vid kollision används i kombination med ett säkerhetsbälte anpassat för vuxna så måste bältesföringen framgå med permanenta markeringar på denna. Om anordningen hålls på plats med hjälp av säkerhetsbältet måste bältesföringen markeras med färgkodning. Om anordningen är riktad i bilens färdriktning ska färgkodningen vara röd och om bilen är biktad bakåt i färdriktningen ska färgkodningen vara blå. Samma färger ska också användas i markeringen på stolen.

**6.1.4.** *En sittkudde måste hållas fast antingen av ett vuxenbälte, enligt testet som beskrivs i 8.1.4. nedan, eller med separata medel.*

*Place a cotton cloth on the seating surface of the test bench. Position the booster cushion on the test bench, position the lower torso body block as described in Annex 22, Figure 1, on the seating surface, fit and apply the 3-point adult safety-belt and tension as prescribed in Annex 21. With a piece of 25 mm width webbing or similar tied round the booster, apply a load of  $250 \pm 5$  N in the direction of arrow A, see Annex 22, Figure 2, in line with the seating surface of the test bench.*

**6.1.6.** Bilbarnstoltillverkaren måste skriftligen tillkännage att materialen som använts i framställningen av bilbarnstolen uppfyller brandsäkerhetskraven i relevanta paragrafer i "ECE Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles" (R.E.3) (document TRANS/WP.29/78/Rev.1, paragraph 1.20.). Tests confirming the validity of the declaration may be carried out at the discretion of the test authority.

**6.1.8.** *För en universell bilbarnstol utan ISOFIX-fästen gäller att den punkt i kontaktytan mellan bilbarnstolen och säkerhetsbältet som utsätts för störst belastning inte ska vara belägen mindre än 150 mm från Cr-axeln, när måtten tas med stolen på den dynamiska testriggen. Alternativa vägar för säkerhetsbältet är tillåtna, men när sådana finns måste tillverkaren specifikt hänvisa till denna bältesväg i användarmanualen. Vid test där alternativ bältesdragning används ska fasthållningssystemet uppfylla kraven i reglementet med undantag med denna paragraf.*

**6.2.1.** Konfigurationen av barnstolen ska vara sådan att:

**6.2.1.1.** Bilbarnstolen ska ge erforderligt skydd i avsedd positionering av bilbarnstolen (; for "Special Needs Restraints" the primary means of restraint shall give the required protection in any intended position of the restraint system without the use of the additional restraining devices which may be present.)

**6.2.1.2.** barnet enkelt och snabbt kan spännas fast och knäppas loss ; in the case of a child restraint system in which the child is restrained by means of a harness belt or a Y-shaped belt without a

retractor each shoulder restraint and lap strap shall be capable of movement relative to each other during the procedure prescribed in paragraph 7.2.1.4. ...)

**6.2.1.4.** *bilbarnstolar för grupp 0, 0+ och I skall hålla barnet i en position för att ge erforderligt skydd även då barnet sover.*

**6.2.1.5.** *För att förebygga underglidning, antingen p.g.a. anslag eller rastlöshet skall alla framåtvända klass I bilbarnstolar med inbyggd bältessele ha en grenrem. När grenremmen är ikopplad, i dess mest utdragna läge om den är justerbar, skall det inte vara möjligt för midjebältet att glida upp ovanför bäckenet på någon av dockorna för 9 kg och 15 kg.*

**6.2.2.** *För grupp I, II och III måste alla fastspänningsanordningar som använder sig av ett midjebälte leda detta så att lasterna som överförs via midjebältet överförs till barnets bäcken.*

**6.2.4.** Konstruktionen ska ej utsätta svaga kroppsdelar hos barnet (buk, gren, etc.) för store spänningar. Designen ska vara sådan att trycklaster inte verkar på barnets hjässa i händelse av en kollision.

**6.2.5.** Bilbarnstolen ska designas och placeras så att:

**6.2.5.1.** faran för skada på barnet eller andra passagerare i bilen genom skarpa ändrar eller utskjutande delar (som definieras Regulation No. 21) minimeras.

**6.2.5.2.** inga skarpa ändrar eller utskjutande delar som kan tänkas skada fordonssätenas klädselar eller passagerarens kläder blottas.

**6.2.5.3.** inga utsatta kroppsdelar hos barnet (buk, gren, etc.) utsätts för extra krafter från tröghetsmoment.

**6.2.5.4.** stela delar av bilbarnstolen, i de punkter där de möter bilbältet, inte blottar några vassa delar som skulle kunna slita på bältet.

**6.2.6.** Delar som gjorts separerbar för att delar ska kunna sättas ihop och tas isär ska designas så att risken för felaktig montering och felanvändning minimeras. ("Special Needs Restraints" may have additional restraining devices; these shall be designed to avoid any risk of incorrect assembly and that their means of release and mode of operation is immediately obvious to a rescuer in an emergency.)

**6.2.7.** Om bilbarnstolen (för klass II) har ett ryggstöd så ska den inre höjden för detta, enligt diagrammet I bilaga 12, inte vara mindre än 500 mm.

**6.2.8.** *Endast automatically-locking eller emergency-locking bältesförsträckare får användas.*

**6.2.10.** En bilbarnstol får designas för användning i mer än en viktklass, förutsatt att den uppfyller kraven som ställts upp för båda berörda grupper. En universell bilbarnstol måste uppfylla kraven för alla viktklasser som den godkänts för.

**6.2.12.** *Hos bilsäteskuddar måste beaktas hur enkelt det är för remmen och "tungan" att löpa genom fixeringspunkterna. Detta gäller i synnerhet kuddar tänkta att användas i framsätet, då dessas bälteshållare ofta sitter på långa, halvstyva "stjälkar". Bältesspännet skall när det är fastspänt i*

*bälteshållaren inte kunna passera genom bälteshornen, eller låta bältet ligga på ett sätt som väsentligt skiljer sig från uppbyggnaden på testvagnen.*

**6.2.13.** Om bilbarnstolen är avsedd för mer än ett barn, så måste varje stol vara helt oberoende av kraftöverföring och justeringar.

(resten av del 6 är en massa krav på ISOFIX-barnstolar)

**6.2.14.** Bilbarnstolar som innehåller uppblåsbara komponenter skall vara så utformade att användningsförhållandena (tryck, temperatur och luftfuktighet) inte inverkar på hur väl de uppfyller kraven i detta reglemente. Kortfattat: är det uppblåsbara delar skall bilbarnstolen funka även om de inte är uppblåsta.

**7.1.1.1.** En fullständig bilbarnstol, eller de delar av den som kan tänkas korrodera, ska undergå korrosionstest enligt 8.1.1. nedan.

The metal items of the child restraint shall be positioned in a test chamber as prescribed in Annex 4. In the case of a child restraint incorporating a retractor, the strap shall be unwound to full length less  $100 \pm 3$  mm. Except for short interruptions that may be necessary, for example, to check and replenish the salt solution, the exposure test shall proceed continuously for a period of  $50 \pm 0.5$  hours.

On completion of the exposure test the metal items of the child restraint shall be gently washed, or dipped, in clean running water with a temperature not higher than  $38^{\circ}\text{C}$  to remove any salt deposit that may have formed and then allowed to dry at room temperature of  $18$  to  $25^{\circ}\text{C}$  for  $24 \pm 1$  hours before inspection in accordance with paragraph 7.1.1.2. above.

**7.1.1.2.** Inga synliga tecken på försämring som kan försämrade bilbarnstolens funktion, och ingen för blotta ögat märkbar korrosion, får ha uppkommit efter genomgång av korrosionstest enligt 8.1.1.1. och 8.1.1.2..

## **7.1.2. Energiabsorption**

**7.1.2.1.** På alla anordningar med ryggstöd ska insidiga ytor, definierade i bilaga 18, täckas av material med en maximal acceleration på under 60 g då denna mäts enligt bilaga 17. Detta krav gäller också de ytor på de främre kollisionssköldarna inom huvudets projiceringsyta.

**7.1.2.2.** För bilbarnstolar med permanent mekaniskt fastsatta justerbara huvudstöd, där höjden hos vuxenbilbältet eller barnselen direkt kontrolleras av det justerbara huvudstödet, är det inte nödvändigt att kräva energiabsorberande material i områden som definieras i Annex 18, som inte kan komma i kontakt med manikinens huvud, dvs på baksidan av huvudstödet.

## **7.1.3. Kantring**

**7.1.3.1.** Bilbarnstolen ska testas enligt 8.1.2. nedan; manikinen ska ej falla ut ur anordningen, och när testsätet är uppochnar ska manikinens huvud inte röra sig mer än 300 mm från dess originalposition i vertikalled relativt testsätet.



The manikin shall be placed in the restraints installed in accordance with this Regulation and taking into account the manufacturer's instructions and with the standard slack as specified in paragraph 8.1.3.6. below.

The restraint shall be fastened to the test seat or vehicle seat. The whole seat shall be rotated around a horizontal axis contained in the median longitudinal plane of the seat through an angle of 360° at a speed of 2-5 degrees/second. For the purposes of this test, devices intended for use in specific cars may be attached to the test seat described in Annex 6.

This test shall be carried out again rotating in the reverse direction after having replaced, if necessary, the manikin in its initial position. With the rotational axis in the horizontal plane and at 90° to that of the two earlier tests, the procedure shall be repeated in the two directions of rotation.

These tests shall be carried out using both the smallest and the largest appropriate manikin of the group or groups for which the restraining device is intended.

#### **7.1.4. Dynamiskt test**

**7.1.4.1.** *Allmänt. Bilbarnstolen ska undergå ett dynamiskt test enligt 8.1.3.*

**7.1.4.1.1.** *Universella, "begränsade" och semi-universella bilbarnstolar ska testas på testvagnen med hjälp av testsätet som beskrivs i paragraf 6 och enligt 8.1.3.1..*

**7.1.4.1.3.** *Det dynamiska testet ska utföras på bilbarnstolar som ej tidigare belastats.*

**7.1.4.1.4.** *Ingen del av bilbarnstolen som håller barnet på plats ska gå sönder under det dynamiska testet, och inga bältesspännen eller låsningsanordningar ska släppa.*

**7.1.4.1.5.** *För "non-integral" bilbarnstolar ska de standardsäkerhetsbälte och fästen användas som föreskrivs i annex 13.*

**7.1.4.1.8.** *Under det dynamiska testet får standardsäkerhetsbältet som används för att spänna fast bilbarnstolen inte skiljas från bältesledare eller låsningsanordning.*

**7.1.4.2.** *Bröstkorgens acceleration*

**7.1.4.2.1.** *Den resulterande accelerationen för bröstkorgen får enbart överskrida 55 g under perioder på sammanlagt max 3 ms.*

**7.1.4.2.2.** *Den vertikala accelerationskomponenten från buken mot huvudet får enbart överskrida 55 g under perioder på sammanlagt max 3 ms.*

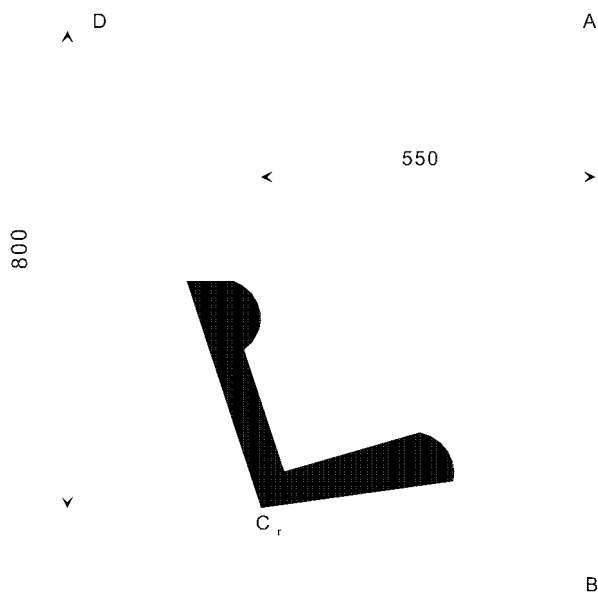
**7.1.4.3.** *Genomborrning av buk*

**7.1.4.3.1.** Inga synliga tecken på genomborring av buken, orsakad av fasthållningssystemet, ska finnas i leran på krockdockans buk (Under undersökningen i Annex 8 – appendix 1, 5.3.)

**7.1.4.4.** Förflyttning av manikinen

**7.1.4.4.1.** För universella, begränsade och semi-universella bilbarnstolar gäller:

**7.1.4.4.1.1.** Framåtvända bilbarnstolar: manikinens huvud ska ej passera planen BA och DA enligt figuren nedan. Detta ska bedömas fram till tiden 300 ms eller ögonblicket då krockdockan har stannat helt, beroende på vad som sker först.



**7.1.5.** *Temperaturrestånd*

**7.1.5.1.** *Bältesspänneskonstruktioner, bältesförsträckare, justerare och uppknäppningsanordningar ska utvärderas i temperaturtestet i 8.2.8.:*

*The components specified in paragraph 7.1.5.1. shall be exposed to an environment over a water surface within a closed space, the environment having a temperature of not less than 80 °C, for a continuous period of not less than 24 hours and then cooled in an environment having a temperature not exceeding 23 °C. The cooling period shall immediately be followed by three consecutive 24 hour cycles with each cycle comprising the following consecutive sequences:*

*(a) an environment having a temperature of not less than 100 °C shall be maintained for a continuous period of 6 hours and this environment shall be attained within 80 minutes of commencement of the cycle; then*

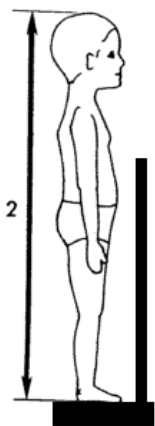
(b) *an environment having a temperature of not more than 0 °C shall be maintained for a continuous period of 6 hours and this environment shall be attained within 90 minutes; then*

(c) *an environment having a temperature of not more than 23 °C shall be maintained during the remainder of the 24 hour cycle.*

**7.1.5.2.** *Efter temperaturtestet som beskrivs i 8.2.8.1. ska inga tecken på försämring, som kan skada bilbarnstolens funktion, synas för blotta ögat.*

## Appendix 2 - Antropometriska data

Nedan följer antropometriska mått hämtade från AnthroKids.

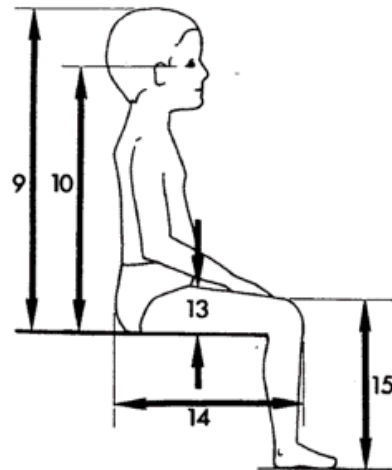
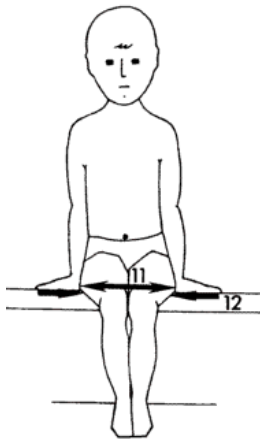


### Kroppsvikt [kg]

Ålder	Medel	S	Min	5%	50%	95%	Max	
4.5-5.5	271	18,3	2,5	13,7	15,1	17,9	22,1	36,0
5.5-6.5	243	20,5	3,0	13,1	16,1	20,0	25,6	32,5
6.5-7.5	231	23,7	4,1	15,4	18,3	22,9	31,1	43,6
7.5-8.5	197	26,6	5,2	17,6	20,4	25,5	36,9	54,2
8.5-9.5	256	29,7	5,5	19,6	22,7	28,6	40,0	60,0
9.5-10.5	258	33,1	6,6	22,2	24,8	31,9	45,5	69,0
10.5-11.5	282	37,2	8,2	20,7	27,4	35,2	53,2	80,0
11.5-12.5	287	40,3	8,1	26,1	29,3	39,1	54,7	77,8

### Kroppslängd (2) [cm]

Ålder	Medel	s	Min	5%	50%	95%	max	
4.5-5.5	271	108,3	4,7	96,5	100,6	108,5	115,8	124,4
5.5-6.5	242	114,6	5,1	96,5	105,8	114,5	123,7	128,7
6.5-7.5	227	121,2	5,5	106,3	111,8	121,2	130,5	133,8
7.5-8.5	198	126,9	5,6	111,5	118,2	126,4	136,9	140,6
8.5-9.5	257	133,0	6,0	117,8	124,1	132,6	142,3	150,3
9.5-10.5	258	137,7	6,3	120,1	127,1	137,6	148,3	159,0
10.5-11.5	282	143,3	6,6	122,0	133,1	142,7	154,6	161,1
11.5-12.5	287	148,8	7,2	132,8	137,5	148,6	160,4	172,4

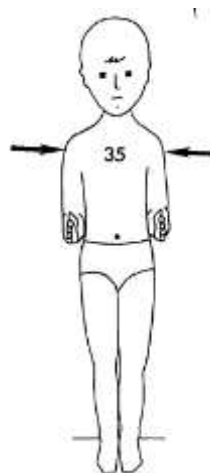
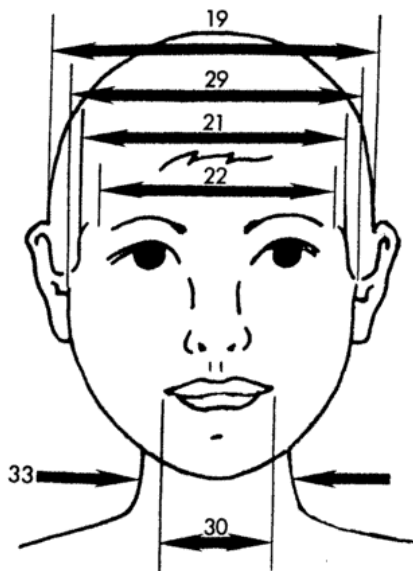


### Höftbredd (11) [cm]

Ålder		Medel	s	Min	5%	50%	95%	max
4.5-5.5	257	20,7	1,3	17,3	18,6	20,5	23,0	24,6
5.5-6.5	214	21,5	1,6	17,9	19,1	21,3	23,8	27,7
6.5-7.5	225	22,7	2,1	18,2	19,8	22,3	26,6	30,8
7.5-8.5	190	23,9	2,0	19,6	21,1	23,5	28,1	32,6
8.5-9.5	249	24,9	2,3	19,6	21,6	24,6	29,2	34,0
9.5-10.5	251	26,0	2,5	21,6	22,5	25,7	29,7	37,5
10.5-11.5	276	27,2	3,0	21,5	23,2	26,8	32,8	44,6
11.5-12.5	283	28,3	3,0	22,6	23,9	28,0	33,2	33,8

### Sitthöjd (9) [cm]

Ålder		Medel	s	Min	5%	50%	95%	max
4.5-5.5	265	60,5	2,7	52,6	56,0	60,5	64,9	70,3
5.5-6.5	241	63,4	2,8	53,2	58,1	63,3	67,7	71,7
6.5-7.5	230	65,8	3,0	56,6	60,7	65,7	70,9	73,5
7.5-8.5	197	68,2	2,8	59,7	63,8	68,0	73,0	75,6
8.5-9.5	254	70,3	3,0	61,2	65,3	70,3	75,2	78,5
9.5-10.5	255	72,1	3,1	64,5	66,7	72,1	76,9	81,6
10.5-11.5	276	74,5	3,5	65,2	69,3	74,2	80,7	84,6
11.5-12.5	284	76,7	3,7	67,1	71,2	76,3	83,2	87,7



### Huvudtjocklek i frontalplanet (19) [cm]

Ålder	Medel	s	Min	5%	50%	95%	max	
4.5-5.5	257	13,8	0,5	12,5	13,1	13,7	14,7	15,6
5.5-6.5	219	13,9	0,5	12,7	13,1	13,9	14,8	15,9
6.5-7.5	222	14,1	0,5	12,7	13,3	14,0	15,0	15,7
7.5-8.5	190	14,2	0,5	13,1	13,4	14,1	14,9	16,2
8.5-9.5	248	14,2	0,5	13,0	13,2	14,2	15,1	15,8
9.5-10.5	247	14,4	0,5	12,7	13,5	14,3	15,1	15,8
10.5-11.5	277	14,5	0,5	13,2	13,7	14,4	15,4	16,6
11.5-12.5	283	14,6	0,5	13,3	13,7	14,5	15,3	16,0

### Skulderbredd (35) [cm]

Ålder	Medel	s	Min	5%	50%	95%	max	
4.5-5.5	262	26,8	1,4	22,7	24,7	26,8	29,1	31,4
5.5-6.5	216	28,1	1,8	23,1	25,4	27,8	31,3	34,6
6.5-7.5	225	29,5	2,2	23,5	26,5	29,1	33,1	38,5
7.5-8.5	192	30,7	2,2	26,0	27,7	30,4	34,1	41,4
8.5-9.5	251	32,1	2,2	27,1	28,7	31,9	35,7	40,4
9.5-10.5	253	33,1	2,6	27,9	29,0	32,9	37,9	42,4
10.5-11.5	282	34,4	3,0	27,4	30,5	33,9	39,9	47,2
11.5-12.5	287	35,3	2,6	29,6	31,2	35,1	39,9	45,0

## Appendix 3 - Intervjumall

Intervjumall för identifiering av brukarkrav:

- När du är ute och reser med ert/era barn; Vad har ni gjort då? Var har ni rest? Hur upplever du de resor du gjort med ert/era barn?
- Med vilka transportmedel reser du med barnet/barnen? (tåg, båt, buss, bil, flyg, taxi, samåkning, bilpool etc.)
- Har du upplevt några problem med säkerhet i samband med resorna?
- När förväntar du dig att barnet/barnen skall bära egna saker? Är det vid en viss ålder, en viss situation, eller en kombination av dessa? (Vad är avgörande.)
- Hur mycket/Vad tycker du att barnet/barnen ska kunna bära? Vilka kläder tas med på gympan? Vad brukar ditt/dina barn ha med sig? Till dagis/skolan/Till fritidsaktiviteter? Är det situationsberoende? ex. utomlands; till mormor; till skolan. Hur bär barnet/barnen med sig sakerna i de här situationerna?
- Har du upplevt några problem när barnet/barnen skall ta med sig sina tillhörigheter?
- Vilka funktioner tycker du att väskor till barn skall ha?
- Använder ditt/dina barn sig av bilbarnstol/bilkudde i er egen bil?
- Hur upplever du de situationer där du har använt bilbarnstolar för ditt/dina barn?
- Brukar ditt/dina barn resa i kompisarnas/mor- eller farföräldrarnas bilar? Använder de bilbarnstol/bilkudde då?
- Om ni tar andra typer av transportmedel (tåg, båt, buss, flyg, taxi, samåkning, bilpool etc.); Brukar ditt/dina barn använda bilbarnstol/bilkudde då?
  - Om ja, Hur förvarar du den?
  - Om nej, Vad är anledningen till detta?
- När du är ute och skall köpa olika saker åt ert/era barn; Hur styrd är du över vad *du* vill ha och vad ert/era barn vill ha? Vilken faktor påverkar mest? Är det skillnad på *vad* det är som skall inhandlas?
- Vad är viktigt med en bilbarnstol?
- Vad vill du att en bilbarnstol ska ha för egenskaper?
- Vad är din uppfattning angående bilbarnstolar med stöd för rygg/ nacke?
- Kollar du efter säkerhetstester och säkerhetsmärkningar? Var hittar du information om dessa?
- Ställer du några krav på stolarna? Vilka?
- Vet du vilka regler som gäller för barnsäkerhet i bil?
- Har du upplevt några problem kring användningen av bilbarnstolar? För dig/För ditt/dina barn?

## Appendix 4 - Enkäter

### **Följande enkät lämnades på dagiset Ur och Skur:**

Vi är en grupp studenter som går tredje året på utbildningen Teknisk Design vid Chalmers Tekniska Högskola och genomför just nu en studie gällande bilbarnstolar för barn i viktklass 15-36 kg eller barn i åldrarna 4-12 år och upp till 135 cm.

För att få ett bra underlag för vår studie genomför vi användarundersökningar.

Vi skulle vara mycket tacksamma om du har möjlighet att besvara en liten enkät.

Skriv ditt svar här nedan.

Vi kommer att behandla enkätsvaren helt anonymt. Alla svar är välkomna och uppskattade.

1. Var hämtar du information om bilbarnstolar?
2. Nämn minst 3 saker du tänker på vid köp av en bilbarnstol.
3. Tar du med dig bilbarnstolen/bilbarnstolarna när du är ute och reser med barnet/barnen i buss, taxi, tåg, flyg, hyrbil eller i bilpool?
  - a. Om du har med den/dem, Hur brukar ni förvara dem?
  - b. Om du inte har med den/dem, Vad är anledningen till detta?

Stort tack på förhand

### **Följande forumtråd lades ut på internetforumen *Vi föräldrar, Allt för föräldrar och Familjeliv*:**

Jag går tredje året på utbildningen Teknisk Design vid Chalmers Tekniska Högskola och genomför tillsammans med en grupp studenter just nu en studie rörande bilbarnstolar för barn i viktklass 15-36 kg eller barn i åldrarna 4-12 år och upp till 135 cm.

För att få ett så bra underlag för vår studie genomför vi användarundersökningar. Vi tycker därför att detta forum uppmärksammar just dessa användare.

Jag/Vi skulle vara mycket tacksamma om du har möjlighet att besvara en liten enkät/delta i detta diskussionsforum. Vi kommer att behandla alla svar helt anonymt. Alla svar är välkomna och uppskattade.

1. Vad brukar du tänka på när du skall köpa en bilbarnstol?
2. Var hämtar du information om bilbarnstolar?
3. Tar du med dig bilbarnstolen/bilbarnstolarna när du är ute och reser med barnet/barnen i buss, taxi, tåg, hyrbil eller i bilpool?
  - a. Om du har med den/dem, hur brukar ni förvara dem?
  - b. Om du inte har med den/dem, vad är anledningen till detta?



Stort tack på förhand!

## Appendix 5 - Materialdatabassökning

**Inför materialdatabassökningen genomfördes följande analys:**

1. De definierade materialgrupperna för stötupptagning var skum, polymerer, kompositer samt naturliga material. Materialgrupperna rekommenderas med gällande dokumentationer samt utifrån rekommendationer från VTI. Skum var av intresse på grund av sitt relativt låga pris, samt att det användes för liknande applikationer idag. Polymerer ansågs även de fördelaktiga på grund av lågt pris, samt att det lämpar sig för många olika tillverkningsmetoder. Hybrider var även av intresse då de kan anpassas efter specifikation. Naturliga material undersöktes också då de har lågt pris och liten påverkan på miljön.
2. Efter att ha specificerat tänkbara materialgrupper definierades vilka funktioner materialet måste uppfylla. De funktioner som eftersträvades var:
  - Uppta punktlast
  - Uppfylla brandsäkerhetskrav
  - Bära utbredd last
  - Tåla slag
  - Tåla omgivning
3. Utifrån ovan nämnda funktioner definierades diverse krav på materialet. De krav som ansågs relevanta för ryggstödet, nackstöd och sidoskydd var:
  - Brandsäkerhetskrav 250 mm/min
  - Uppfylla slagtest (max retardation 60G vid punktbelastning)
  - Pris: Max 100 SEK/kg
4. Nästa steg i processen var att definiera målfunktioner. Dessa målfunktioner innefattade lågt pris, låg vikt (densitet) och liten miljöpåverkan.
5. Slutligen definierades de fria variablerna, det vill säga de parametrar som kunde vara av intresse att modifiera utifrån de materialförslag som erhålls från programvaran. Som fria variabler valdes material och tvärsnittsarea.

**Efter den förberedande analysen kunde data föras in i programmet och där med kunde sökningen genomföras.**

De slutgiltiga gränser och rankningssteg som användes vid det initiala materialvalet var:

1. Ett gränsvärde sätts för priset: max 100 SEK/kg
2. Materialgrupperna begränsas till de tidigare definierade grupperna: polymerer och elastomerer, skummaterial, kompositer och naturliga material

1227 av 3821 material klarar gränserna och finns inom materialgrupperna.

3. Slutligen erhöles en graf av E-modul mot pris

## Appendix 6 - Cognitive Walkthrough (CW) av dagens SitSac

Förberedelse för bilfärd

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Bilkudden är synlig		
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Nej	Användaren förväntar sig att väskan ska kunna tas av	Spännet är otydligt, snodden är osynlig	Spännet ser ut att tillhöra en separat funktion för bara ryggsäcken
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Nej	Användaren förväntar sig att ryggsäcken ska lossna efter att spännet knäppts upp.	Snodden är gömd.	Användaren märker att ryggsäcken fastnar även efter att spännet knäppts upp
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmare målet?	Ja	Bilkudden är nu klart synlig		Bärsystemet kan göra användaren osäker på att uppgiften är slutförd.

## Använda bokfack

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Nej	Det är otydligt att det finns ett fack på bilkuddens undersida	Användaren har ej vetskap om att det finns förvaringsutrymme även under sitsen	Dras sittdynan ned ytterligare så kommer denna funktion att försvåras ytterligare. Det enda som visar på att det finns ett fack är den lilla inbuktningen i locket.
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Nej	Otydlig markering av locket.	Fackets placering stämmer ej överens med användarens mentala modell.	
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Den ingröpta delen stämmer överens med mental modell av luckor.		
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har för uppgiften närmare målet?	Ja	Facket är nu öppet och det syns tydligt att där finns ett väskutrymme.		Om sittdynan utformas med värmeskydd för benen så inramas inbuktningen vilket drar uppmärksamhet till bokfackets lucka.

## Bältesföring

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Nej	Användaren ser/förstår inte bältesföringsmarkeringen	De röda prickarna är små/användaren har inte rätt kunskaper	
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Nej	Användaren ser/förstår inte bältesföringsmarkeringen	De röda prickarna är små/användaren har inte rätt kunskaper	
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Nej	Användaren förstår ej vad prickarna eller hornen ska användas till.	De röda prickarna är små/användaren har inte rätt kunskaper	
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har fört uppgiften närmare målet?	Nej	Användaren lyckas knäppa bältet även om det blir fel	Användaren har inte rätt kunskaper.	

## Appendix 7 - Predictive Human Error Analysis (PHEA) av dagens SitSac

### Förbereda för bilfärd

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Snodden fastnar	Den syns inte	Användaren drar i väskan som fastnar i snodden	Väskan fastnar i snodden när väskan dras bort	Användaren söker efter var väskan fortfarande sitter fast på bilkudden.
Användaren knäpper ej upp spännet	Spännets formspråk är för likt ryggsäckens eller användarens mentala modell av en ryggsäck	Användaren lyckas ej lossa ryggsäcken	Ryggsäcken sitter fast på bilkudden	Spännet lossas

### Bältesföring

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Midjebältet dras över bälteshornen	Det är lättare att dra bilbältet över bälteshornen	Bältet sitter fel	Vid krock	-
Midjebältet dras genom bälteshornen	Hålen kan tolkas som en bältesföringsanordning	Bältet sitter fel	Vid krock	-

### Användning av bokfack

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Bokfacket används inte	Användaren hittar inte luckan	Förvaringsutrymme förloras	När väskan tas bort (locket måste öppnas för att få loss snodden)	Bokfacket börjar användas
Bokfacket lämnas öppet	En viss kraft krävs för att stänga luckan	Saker kan åka ur väskan	Locket hänger och slänger	Luckan stängs.

## Appendix 8 - Generering av tekniska principer

Med hjälp av principen "På vilka olika sätt...?" erhöles följande matriser:

<b>Integrerat ryggstöd</b>	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6	Alt 7
Vart kan man fästa den?	Undre förvaringsutrymme	Över	Rulla in	Hänga under	Fästa vid sidan, vikser	Svepa, omsluta	Komprimera
	Ligga mot rygg	Ligga mot sitsen					
Hur kan man fästa den?	Spänna	Magneter	Dragkedja	Kardborre	Snäppfunktion	Klämma	Skruva
	Knyta	Kila	Öglor	Knäppa	Mutter		
Hopfällning	Vik ihop	Skruva ihop	Sektioner	Skrynkla	Teleskop	Dragspel	Tältpinne
	Solfjäder	Ledad	Elastisk	Kugghjul	Automatisk utfällning	Montera isär	Transformers
	Rubiks kub	Telefonsladd	Slinky	Böja			
Uppmana till användning	Handtag	Går ej att använda utan uppfällt	Färgkodning	Visuell feedback	Audiell feedback	Belöning om man gör rätt	Automatisk uppfällning
	Musik	Automatisk utfällning knapp					
Justering	Teleskop	Stegvis snäppfunktion	Rulla som räls	Tryckluft	Snäppfunktion	Böjt som rätas ut	Justera position med rem
	Gångor						
Bäras	På hjul	I handen	På ryggen	Kombination	Bära i sittkudde	Dra som en vagn	Magväska

	Helium						
--	--------	--	--	--	--	--	--



<b>Tvådelad produkt</b>	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6	Alt 7
Vart kan man fästa den?	Undre förvaringsutrymme	Över	Rulla in	Hänga under	Fästa vid sidan, vik ner	Svepa, omsluta	Komprimera
	Ligga mot rygg	Ligga mot sitsen					
Hur kan man fästa den?	Spänna	Magneter	Dragkedja	Kardborre	Snäppfunktion	Klämma	Skruva
	Knyta	Kila	Öglor	Knäppa	Mutter		
Hopfällning	Vik ihop	Skruva ihop	Sektioner	Skrynkla	Teleskop	Dragspel	Tältpinne
	Solfjäder	Ledad	Elastisk	Kugghjul	Automatisk utfällning	Montera isär	Transformers
	Rubiks kub	Telefonsladd	Slinky	Böja			
Uppmana till användning	Handtag	Går et att använda utan uppfällt	Färgkodning	Visuell feedback	Audiell feedback	Belöning om man gör rätt	Automatisk uppfällning
	Musik	Automatisk utfällning knapp					
Justering	Teleskop	Stegvis snäppfunktion	Rulla som räls	Tryckluft	Snäppfunktion	Böjt som rätas ut	Justera position med rem
	Gångor						
Bäras	På hjul	I handen	På ryggen	Kombination	Bära i sittkudde	Dra som en vagn	Magväska
	Helium						

## Appendix 9 - Ekostrategihjulet

För de åtta områdena i ekostrategihjulet ställdes följande frågor:

### **Optimera funktionen:**

- Ger produkten maximal nytta för kunden med minsta möjliga miljöbelastning?
- Kommer vidareutvecklingen av SitSac medföra att färre bilbarnstolar behövs?

### **Minska påverkan under användning**

- Produkten har ingen effektförbrukning. Behöver den underhållas?
- Kommer den att påverka brukarnas människors beteende på ett hållbart sätt?

### **Minska mängden material**

- Hade materialmängden kunnat minska ytterligare?

### **Välj rätt material**

- Hur belastar de valda materialen miljön? Lim? Färg?

### **Optimera livslängden**

- Vilken del av produkten kommer att gå sönder först?
- Går denna del att byta ut/reparera?

### **Optimera produktionen**

- Hur mycket energi går åt vid tillverkningen? Varifrån kommer den?
- Uppkommer spill vid produktionen?

### **Optimera resthanteringen**

- Kan produkten återanvändas?
- Kan den återvinnas?
- Går produkten att separera i rena material?

### **Optimera distributionen**

- Vilka transporter kommer att krävas från råvaruframställare till brukare?

## Appendix 10 - Fokusgruppsmall

### Intervjumall för fokusgrupper:

Tycker ni om era ryggsäckar?

**-Vad är det som är så bra/dåligt med dem?**

-Varför bra/dåligt?

-Har ni haft bättre/sämre ryggsäckar?

-Vad gjorde dessa bättre/sämre?

**-Fick ni vara med och välja?**

-Varför valde ni som ni gjorde?

-När köpte ni den?

-Var köpte ni den?

-Har ni fått från större syskon/givit till mindre syskon?

**-Vad brukar ni ha med er i era ryggsäckar?**

-Tränar ni något? Spelar ni något instrument? Vad gör ni efter skolan?

-Har ni med er ryggsäcken då?

-Vad har ni i ryggsäcken då?

-Var har ni varit med ryggsäcken?

-Vad har ni med er till olika ställen?

-Har ni flugit med ryggsäcken?

-Har ni flera ryggsäckar/väskor?

-Vad används dessa till?

-Har ni någon favorit?

-Varför är den er favorit?

-Har ni bilbarnstol när ni åker bil?

-Vilken typ av stol har ni?

-Hur ser er bilbarnstol ut?

-Hur stora är ni? (Ålder, längd, vikt?)

-Vad tycker ni om bilbarnstol?

-Har ni ryggstöd?

-Vad tycker ni om ryggstöd?

-Vill ni ha bilbarnstol?

-Varför vill ni/vill ni inte?

-Om ni har en, hur vill ni att den skall vara?

## Appendix 11 - Beskrivning av koncept

Nedan presenteras beskrivningar av ett urval av koncept.

	A	B	C	D	E
1	Koncept med skenor som glider längs sidorna på kudden	Koncept med tyg fäst i kudden som spänns då ryggen reses	Koncept med bred rygg som viks över kudden	En stor kåpa omsluter kudde och ryggsäck	Rörkonstruktion utan rygg som bär upp ett nackstöd, fälls fram över kudden
2	Rörkonstruktion med ryggrad, fälls över kudden	Koncept med tyg fäst i bälteshornen som spänns då ryggen reses	Mekanolikt konstruktions konstruktion med leder som böjs och viks ihop	Höjdjustering genom teleskop	Koncept som utnyttjar håligheter för minskad vikt
3	Koncept som förvaras i facket under kudden	Hela ryggstödet med sidoskydd uppbyggt som teleskopram	Kombination av mekanolikt konstruktions konstruktion och tyg fäst i kudden	Koncept där delarna kan tas loss och vikas ihop	Koncept med en kudde som fästs runt bilsätets nackstöd
4	Lameller fäst i flexibelt tyg som rullas/viks in under kudden	Lameller med mellanliggande dragspelsvecke fälls över kudde	Lameller som viks upp med sidoskydd som viks ut	Hela ryggen konstruerad som en bred teleskopfunktion	Nackstödet fälls ihop och förvaras i ryggstödet
5	Invikta sidor stabiliserar en vikbar rygg	Nackstödet formas för att passa i bälteshornen och sluter om gavlarna	Hela ryggen viks ihop på origamilikt konstruktions vis	Dragspelsvikt rygg förvaras i utrymmet under kudden	Ett nackskydd som hänger i en rem från kudden
6	Nackstödet passar in i bälteshornen och låses fast av dessa	Rygg med utfällbara sidoskydd förvaras i utrymmet under kudden	Ryggen består av en bred teleskopfunktion med ökad bredd uppåt	Med höjden bredare lameller förbundna av elastiskt tyg	Nackstöd på mycket smal rygg som rullar ihop likt en rullgardin
7	Kombination av mekanofunktionen och teleskopfunktionen	Rygg och sidoskydd i ett stycke, höjdjusteras längst ner,	Förslag att införliva fotstöd i kudden		

# Appendix 12 - Cognitive walkthrough (CW) av utvecklad SitSac

## Förberedelse för bilfärd

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Brukaren känner igen bilbarnstolen och förstår hur den ska se ut då den används.		Både ryggstöd och ryggsäck måste avlägsnas för att bilbarnstolen ska kunna användas
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Ja	Ledade partier och spännen förmedlar att handlingen ska ske på ett visst sätt.		Funktionsytor finns markerade, men rörelser kan med fördel förtydligas
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Nej	Brukaren kan försöka fälla upp ryggstödet åt fel håll,	Det finns inte en tydlig markering av rörelsen i grepphanteringen.	Höjdjustering, ryggstödslåsning och nackhandtag kan med fördel förtydliga den korrekta rörelsen. Det har ingen betydelse om användaren försöker öppna höjdlägesjusteraren eftersom detta inte påverkar uppgiften.
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har för uppgiften närmare målet?	Ja	Brukaren känner igen bilbarnstolen och förstår hur den ska se ut då den ska användas.		

## Bältesföring

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Nej	Användaren förstår inte betydelsen av den röda markeringen	Bristande kunskap hos användaren.	Problemet med dragning av diagonalbälte genom bälteshornen kvarstår.
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Nej	Bältesföringen kan tolkas som en designfeature		Eftersom bältesmarkeringarna är symmetriskt placerade kan det undgå användaren att de fyller en säkerhetsfunktion.
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Nej	Användaren förstår inte vad bältesmarkeringarna fyller för funktion.		
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har för uppgiften närmare målet?	Nej	Användaren lyckas knäppa bältet även fast det är fel bältesföring.	Användaren har inte rätt kunskaper.	För att avskilja funktionen bältesföring med designen bör säkerhets och funktionsdelar ha ytterligare attribut.

## Användning av bokfack

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Nej	Det är otydligt att det finns ett fack på bilkuddens undersida	Användaren har ej vetskap om att det finns förvaringsutrymme även under sitsen	Dras sittdynan ned ytterligare så kommer denna funktion att försvåras ytterligare. Det enda som visar på att det finns ett fack är den lilla inbuktningen i locket.
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Nej	Otydlig markering av locket.	Facket placering stämmer ej överens med användarens mentala modell.	Ytterligare ett moment krävs för att öppna luckan, då nackstödet måste lyftas.
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Den ingröpta delen stämmer överens med mental modell av luckor.		
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har för uppgiften närmare målet?	Ja	Facket är nu öppet och det syns tydligt att där finns ett väskutrymme.		Om sittdynan utformas med värmeskydd för benen så inramas inbuktningen vilket drar uppmärksamhet till bokfackets lucka.

## Fälla ihop ryggstödet

	Ja/Nej	Orsak	Problem	Övrigt
Kommer användaren att försöka uppnå rätt effekt?	Ja	Användaren vet hur bilbarnstolen skall se ut i nedfällt läge.		
Kommer användaren att notera att rätt handling finns tillgänglig?	Nej	Användaren vet inte att remmen över nackstödet måste spännas åt.	Användaren förväntar sig inte att spännremmen behövs.	Det finns ett tydligt grepp för att sänka ned ryggstödet. Funktionsytor finns markerade, men rörelser kan med fördel förtydligas.
Kommer användaren att associera korrekt handling med rätt effekt?	Ja	Rörelsen nedåt kommer ske utan påverkan av någon yttre kraft.		
Om rätt handling är utförd, kommer användaren att se att handlingen har för uppgiften närmare målet?	Nej	Bilbarnstolen ser ut att vara korrekt nedfälld även fast den inte är åtspänd.	Användaren förväntar sig inte att spännremmen behövs.	



## Appendix 13 - Predictive Human Error Analysis (PHEA) av utvecklade SitSac

### Förberedelse för bilfärd

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Användaren knäpper inte upp remmen	Användaren har inte sett eller förstått att remmen skall knäppas upp	Användaren försöker fälla upp ryggstödet i alla fall	Ryggstödet går ej att fälla upp	Användaren söker och finner remmen
Användaren försöker fälla upp ryggstödet från fel håll	Ryggstödet är i kontakt med bälteskudden i både fram och bakkant	Ryggstödet sitter fast	Ryggstöd går ej att fälla upp	Användaren försöker från det andra hållet

### Bältesföring

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Användaren för bältet fel	Användaren ser inte eller förstår inte markeringarna för bältesföring	Bältet sitter fel	Vid krock	-

### Användning av bokfack

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Bokfacket används inte	Användaren hittar inte luckan bakom nackstödet	Förvaringsutrymme förloras	När väskan tas bort (locket måste öppnas för att få loss snodden)	Bokfacket börjar användas
Bokfacket lämnas öppet	En viss kraft krävs för att stänga luckan	Saker kan åka ur väskan	Locket hänger och slänger	Luckan stängs.

### Fälla ihop ryggstödet

Fel	Orsak	Konsekvens	Upptäckt	Återhämtning
Remmen för att spärra fast ryggstöd används inte	Användaren vet inte att det behövs	Ryggstödet öppnas upp och förvaringsutrymmet blir oskyddat	Ryggstödet öppnas upp	Användaren söker infästning

## Appendix 14 - Bilder på *mock-ups*

Nedan presenteras bilder på de *mock-ups* som tillverkades under arbetets gång.





# Appendix 15 - Materialspecifikationer för uppstödjande material

PA (type 6, 30% carbon fiber)

## General properties

### Designation

Polyamide (Nylon) (Type 6, 30% PAN Carbon Fiber, Conductive - EMI Shielding)

Density	1.27e3	-	1.29e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	* 82.9	-	91.2	SEK/kg

### Tradenames

Addinyl; Aklamid; Akromid; Akulon; Akuloy; Alamid; Albis; Alcom; Alfanyl; Anjamid; Aquamid; Arcomid; Armamid; Ashlene; Astamid; Baylon; Beetle; Bergamid; Capron; Celanese; Certene; Chemlon; Compamid; Compodic; Dafnemid; Danamid; Daunyl; Danyl; Diaterm; Dilamid; Dinalon; Domamid; Durethan; Ecoamid; Econyl; Esamid; Espree; FirestoneNylon; Frianyl; GaussPellet; Gelon; Grilon; Gusspolyamid; Heramid; Hylon; Infinity; Itamid; Jarid; Kaneka Flux; Kaprolon; Kopa; Kopla; Latamid; Luxamid; Mach6; Magnacomp; Mapex; Mazmid; Miramid; Monocast; Murylon; Nevimid; NilamidA-B; Nipplon; Niretan; Nivionplast; Nycoa; Nydur; Nylon; Nymax; Nypel; Orgalloy; Orgamide; Oxnilon; Perlamid; Plastimid; Poler; Polynil; Radiflam; Radilon; Reret; Rutamid; Scanamid; Schulablend; Schulamid; Seralon; Silamid; Sniamid; Specialmid; Staramide; Sumigauss; Sunylon; Sustamid; Sustavacu; Synlon; Systemer; Tanagin; Tarnamid; Taromid; Tecamid; Tecarim; Technyl; Teklamid; Tekmide; Tekumid; Thermylon; ToyoboNylon; Tylon; Ultramid; Veroplas; Vitamide; Vydyne; Whistatt; Wondel; Zytel

## Composition overview

### Composition (summary)

(NH(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>CO)<sub>n</sub> + C filler

Base	Polymer		
Polymer class	Thermoplastic : semi-crystalline		
Polymer type	PA6		
Polymer type full name	Polyamide/nylon 6		
% filler (by weight)	30		%
Filler type	Carbon fiber		

### Composition detail

Polymer	70		%
Carbon (fiber)	30		%

## Mechanical properties

Young's modulus	19.3	-	20.7	GPa
Compressive modulus	* 19.3	-	20.7	GPa
Flexural modulus	17.2	-	18.6	GPa
Shear modulus	* 7.15	-	7.67	GPa
Bulk modulus	* 21.7	-	22.8	GPa
Poisson's ratio	0.34	-	0.36	
Shape factor	8.8			
Yield strength (elastic limit)	* 166	-	198	MPa
Tensile strength	207	-	248	MPa
Compressive strength	* 190	-	210	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	317	-	352	MPa
Elongation	2	-	3	% strain
Hardness - Vickers	* 49.7	-	59.5	HV
Hardness - Rockwell M	* 74	-	82	
Hardness - Rockwell R	109	-	120	
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	* 79.8	-	104	MPa
Fracture toughness	* 7.01	-	8.41	MPa.m <sup>0.5</sup>
Mechanical loss coefficient (tan delta)	* 0.0048	-	0.00504	

## Impact properties

Impact strength, notched 23 °C	7.62	-	8.4	kJ/m <sup>2</sup>
Impact strength, notched -30 °C	* 6.36	-	7.7	kJ/m <sup>2</sup>
Impact strength, unnotched 23 °C	33.3	-	36.8	kJ/m <sup>2</sup>

Impact strength, unnotched -30 °C	* 27.3	- 33	kJ/m <sup>2</sup>
<b>Thermal properties</b>			
Melting point	210	- 220	°C
Glass temperature	44	- 56	°C
Heat deflection temperature 0.45MPa	218	- 263	°C
Heat deflection temperature 1.8MPa	213	- 254	°C
Maximum service temperature	120	- 150	°C
Minimum service temperature	-64	- -54	°C
Thermal conductivity	* 0.594	- 0.618	W/m.°C
Specific heat capacity	* 1.47e3	- 1.53e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	24.7	- 25.7	µstrain/°C
<b>Processing properties</b>			
Linear mold shrinkage	0.1	- 0.3	%
Melt temperature	222	- 302	°C
Mold temperature	60	- 90	°C
Molding pressure range	* 68.8	- 138	MPa
<b>Electrical properties</b>			
Electrical resistivity	* 1e6	- 1e7	µohm.cm
<b>Optical properties</b>			
Transparency	Opaque		
<b>Absorption, permeability</b>			
Water absorption @ 24 hrs	0.7	- 1	%
<b>Durability: flammability</b>			
Flammability	Slow-burning		
<b>Durability: fluids and sunlight</b>			
Water (fresh)	Excellent		
Water (salt)	Acceptable		
Weak acids	Unacceptable		
Strong acids	Unacceptable		
Weak alkalis	Limited use		
Strong alkalis	Limited use		
Organic solvents	Acceptable		
UV radiation (sunlight)	Good		
Oxidation at 500C	Unacceptable		
<b>Primary material production: energy, CO2 and water</b>			
Embodied energy, primary production	* 137	- 152	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	* 10.2	- 11.3	kg/kg
<b>Material processing: energy</b>			
Polymer molding energy	* 20.9	- 23.1	MJ/kg
Polymer extrusion energy	* 5.9	- 6.52	MJ/kg
Coarse machining energy (per unit wt removed)	* 1.96	- 2.16	MJ/kg
Fine machining energy (per unit wt removed)	* 15.3	- 16.9	MJ/kg
Grinding energy (per unit wt removed)	* 30.1	- 33.3	MJ/kg
<b>Material processing: CO2 footprint</b>			
Polymer molding CO2	* 1.57	- 1.73	kg/kg
Polymer extrusion CO2	* 0.443	- 0.489	kg/kg
Coarse machining CO2 (per unit wt removed)	* 0.147	- 0.162	kg/kg
Fine machining CO2 (per unit wt removed)	* 1.15	- 1.27	kg/kg
Grinding CO2 (per unit wt removed)	* 2.26	- 2.5	kg/kg
<b>Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction</b>			
Recycle	False		
Recycle fraction in current supply	0.1		%
Downcycle	True		
Combust for energy recovery	True		
Heat of combustion (net)	* 30.7	- 32.2	MJ/kg
Combustion CO2	* 2.67	- 2.8	kg/kg
Landfill	True		
Biodegrade	False		

A renewable resource?

False

## Notes

### Typical uses

Gears; cams; rollers; bearings; nuts and bolts; power tool housing; electrical connectors; combs; coil formers; fuel tanks for cars; kitchen utensils.

PA (type 6, 40% long glass fiber)

## General properties

### Designation

Polyamide (Nylon) (Type 6, 40% Long Glass Fiber)

Density	1.44e3	-	1.46e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	* 32.1	-	35.3	SEK/kg

### Tradenames

Radilon; Addinyl; Aklamid; Akromid; Akulon; Akuloy; Alamid; Albis; Alcom; Alfanyl; Anjamid; Aquamid; Arcomid; Armamid; Ashlene; Astamid; Baylon; Beetle; Bergamid; Capron; Celanese; Celstran; Certene; Chemlon; Compamid; Compodic; Dafnemid; Danamid; Daunyl; Denyl; Diaterm; Dilamid; Dinalon; Domamid; Durethan; Ecoamid; Econyl; Esamid; Espree; FirestoneNylon; Frianyl; GaussPellet; Gelon; Grilon; Gusspolyamid; Heramid; Hylon; Infinity; Itamid; Jarid; Kaneka Flux; Kaprolon; Kopa; Koplá; Latamid; Luxamid; Mach6; Magnacomp; Mapex; Mazmid; Miramid; Monocast; Murylon; Nevimid; NilamidA-B; Nipplon; Niretan; Nivionplast; Nycoa; Nydur; Nylon; Nymax; Nypel; Orgalloy; Orgamide; Oxnilon; Perlamid; Plastimid; Poler; Polynil; Radiflam; Radilon; Reret; Rutamid; Scanamid; Schulablend; Schulamid; Seralon; Silamid; Sniamid; Specialmid; Staramide; Sumigauss; Sunylon; Sustamid; Sustavacu; Synlon; Systemer; Tanagin; Tarnamid; Taromid; Tecamid; Tecarim; Technyl; Teklamid; Tekmide; Tekumid; Thermylon; ToyoboNylon; Tylon; Ultramid; Veroplas; Vitamide; Vydyne; Whistatt; Wondel; Zytel

## Composition overview

### Composition (summary)

(NH(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>CO)<sub>n</sub> + glass filler

Base	Polymer
Polymer class	Thermoplastic : semi-crystalline
Polymer type	PA6
Polymer type full name	Polyamide/nylon 6
% filler (by weight)	40 %
Filler type	Long glass fiber

### Composition detail

Polymer	60	%
Glass (fiber)	40	%

## Mechanical properties

Young's modulus	12.1	-	12.7	GPa
Compressive modulus	* 12.1	-	12.7	GPa
Flexural modulus	10.7	-	11.3	GPa
Shear modulus	* 4.48	-	4.7	GPa
Bulk modulus	* 13.4	-	14.1	GPa
Poisson's ratio	0.34	-	0.36	
Shape factor	6.6			
Yield strength (elastic limit)	* 168	-	173	MPa
Tensile strength	210	-	216	MPa
Compressive strength	* 233	-	258	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	300	-	331	MPa
Elongation	2.2	-	2.3	% strain
Hardness - Vickers	* 50.4	-	51.8	HV
Hardness - Rockwell M	88.6	-	97.7	
Hardness - Rockwell R	* 117	-	128	
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	* 74.7	-	97.1	MPa
Fracture toughness	* 8.72	-	10.5	MPa.m <sup>0.5</sup>
Mechanical loss coefficient (tan delta)	* 0.00675	-	0.00698	

## Impact properties

Impact strength, notched 23 °C	24.9	-	33.4	kJ/m <sup>2</sup>
Impact strength, notched -30 °C	* 23.6	-	28.6	kJ/m <sup>2</sup>
Impact strength, unnotched 23 °C	* 54.5	-	66	kJ/m <sup>2</sup>
Impact strength, unnotched -30 °C	* 39.1	-	47.3	kJ/m <sup>2</sup>
<b>Thermal properties</b>				
Melting point	210	-	271	°C
Glass temperature	44	-	56	°C
Heat deflection temperature 0.45MPa	* 209	-	258	°C
Heat deflection temperature 1.8MPa	184	-	231	°C
Maximum service temperature	90	-	130	°C
Minimum service temperature	-64	-	-54	°C
Thermal conductivity	* 0.514	-	0.534	W/m.°C
Specific heat capacity	* 1.34e3	-	1.4e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	* 36.5	-	37.3	µstrain/°C
<b>Processing properties</b>				
Linear mold shrinkage	0.2	-	1	%
Melt temperature	198	-	288	°C
Mold temperature	50	-	60	°C
Molding pressure range	68.8	-	138	MPa
<b>Electrical properties</b>				
Electrical resistivity	* 1e20	-	1e21	µohm.cm
Dielectric constant (relative permittivity)	* 3.9	-	4.1	
Dissipation factor (dielectric loss tangent)	* 0.02	-	0.08	
Dielectric strength (dielectric breakdown)	* 15.1	-	18.1	MV/m
Comparative tracking index	250	-	600	V
<b>Optical properties</b>				
Transparency	Opaque			
<b>Absorption, permeability</b>				
Water absorption @ 24 hrs	* 0.9	-	1.2	%
<b>Durability: flammability</b>				
Flammability	Slow-burning			
<b>Durability: fluids and sunlight</b>				
Water (fresh)	Excellent			
Water (salt)	Acceptable			
Weak acids	Unacceptable			
Strong acids	Unacceptable			
Weak alkalis	Limited use			
Strong alkalis	Limited use			
Organic solvents	Acceptable			
UV radiation (sunlight)	Fair			
Oxidation at 500C	Unacceptable			
<b>Primary material production: energy, CO2 and water</b>				
Embodied energy, primary production	* 103	-	114	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	* 7.13	-	7.88	kg/kg
<b>Material processing: energy</b>				
Polymer molding energy	* 18.7	-	20.6	MJ/kg
Polymer extrusion energy	* 5.82	-	6.43	MJ/kg
Coarse machining energy (per unit wt removed)	* 2.08	-	2.3	MJ/kg
Fine machining energy (per unit wt removed)	* 16.5	-	18.3	MJ/kg
Grinding energy (per unit wt removed)	* 32.6	-	36	MJ/kg
<b>Material processing: CO2 footprint</b>				
Polymer molding CO2	* 1.4	-	1.55	kg/kg
Polymer extrusion CO2	* 0.437	-	0.483	kg/kg
Coarse machining CO2 (per unit wt removed)	* 0.156	-	0.173	kg/kg
Fine machining CO2 (per unit wt removed)	* 1.24	-	1.37	kg/kg
Grinding CO2 (per unit wt removed)	* 2.45	-	2.7	kg/kg
<b>Material recycling: energy, CO2 and recycle fraction</b>				
Recycle	False			

Recycle fraction in current supply	0.1			%
Downcycle	True			
Combust for energy recovery	True			
Heat of combustion (net)	* 18	-	19	MJ/kg
Combustion CO2	* 1.37	-	1.44	kg/kg
Landfill	True			
Biodegrade	False			
A renewable resource?	False			

### Notes

#### Typical uses

Gears; cams; rollers; bearings; nuts and bolts; power tool housing; electrical connectors; combs; coil formers; fuel tanks for cars; kitchen utensils.