

CHALMERS



Väderskydd för elbil

Produktutveckling av ett väderskydd för elbilen Z-Bee

Examensarbete för maskiningenjörsprogrammet

ADAM GRUNDQVIST

NIKLAS GÖTHBERG

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2012

ABSTRACT

This thesis is done in Gothenburg, Sweden for the company Clean motion. The problem that this thesis was going to investigate was that the electric car with the name Z-Bee did not have a protection that protected the passengers and the driver against rain. The first mission for the students that have done this thesis was to determine the functions and their requirements for the weather protection. From this mission the thesis went on with evaluation of concepts that later on resulted in one concept that was developed. The development contained manufacturing, cost, material and design of the concept. When working with the development, problems with the attachment of the concept were discovered. These problems were documented and have to be solved in the future to get the concept working and then do a detailed drawing of the concept to get it manufactured.

Keywords: product, development, process.

Innehållsförteckning

1 Inledning	6
1.1 Företagsbakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Avgränsningar	6
1.4 Precisering av frågeställningar	6
2. Teoretisk referensram.....	7
2.1 Product development process	7
2.2 Riskanalys	7
2.3 Kravspecifikation	8
2.3.1 Funktionsanalys	8
2.3.3 Fysiska tester	8
2.4 Konceptgenerering	9
2.4.1 Brainstorming.....	9
2.4.2 Katalogmetoden.....	9
2.4.3 Mofologisk matris	9
2.4.4 Osborns idésporrar	9
2.5 Val av koncept	10
2.5.1 Go or no go.....	10
2.5.2 Pugh matris.....	10
2.6 Programvara	10
2.6.1 CES-databas	10
2.6.2 Virtuellt konstruktion	10
3. Metod.....	11
3.1 Förstudie.....	11
3.1.1 Product development process checklist och Gantt-schema	11
3.1.2 Riskanalys	12
3.2 Kravspecifikation	12
3.2.1 Funktionslista	12
3.2.2 Fysiska tester	13
3.2.3 Lagar gällande bilbyggande	16
3.3 Konceptgenerering.....	17
3.3.1 Katalogmetoden på IKEA	17
3.3.2 Katalogmetoden på internet.....	17
3.3.3 Brainstorming.....	17
3.3.4 Morfologisk matris	17
3.3.5 Val av koncept.....	18
3.4 Detaljerad design.....	19
3.4.1 Modifiering av valt koncept	19
3.4.2 Detaljerad konstruktion av slutkoncept	19
4. Resultat.....	21
4.1 Förstudie.....	21
4.1.1 Riskanalys av projektet	21
4.2 Kravspecifikation	22
4.2.1 Regntest.....	22

4.2.2 Immtest	23
4.2.3 Påstigningstest tredörrars bil	23
4.2.4 Utvärdering av lagar	23
4.2.5 Funktionslista	24
4.3 Konceptgenerering	25
4.4.1 Kassering och urval av koncept.....	29
4.4.2 Koncept 10	30
4.4.3 Koncept 17	31
4.4.4 Koncept 20	32
4.4.5 Företagets ord	33
4.4.6 Modifiering av koncept nummer 20	33
4.5 Detaljerad design.....	36
4.5.1 Detaljerad ramdesign.....	36
4.5.2 Detaljerad dörrkarossdesign	39
4.5.3 Detaljerad design av Gångjärn	43
4.5.4 Detaljerad design för stängningsanordning	45
6. Källförteckning.....	49
Bilaga 1 PDP-checklista	
Bilaga 2 Gantt-schema	
Bilaga 3 Regntest	
Bilaga 4 Funktionslista.....	
Bilaga 5 Morfologisk matris	
Bilaga 6 Konceptbeskrivningar.....	
Bilaga 7 Go or no go matris.....	
Bilaga 8 Urvalsmatris.....	

1 Inledning

Att transporteras från punkt A till B i elbilen Z-Bee ska inte vara en blöt upplevelse. I nuläget är inte Z-Bee utrustad med dörrar vilket gör att föraren och passagerarna inte är skyddad mot regn. Därför ska detta projektet startas där en lösning på ett väderskydd till Z-Bee tas fram. Projektet utförs av de två studenterna Adam Grundqvist och Niklas Göthberg som går maskiningenjörsprogrammet med inriktning teknisk utveckling på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg.

1.1 Företagsbakgrund

Clean Motion AB är ett nytt innovativt företag som uppstått genom att ett flertal huvudpersoner från den svenska teknik- och bilindustrin gått ihop. Företaget är inriktat på utveckling, produktion och försäljning av energieffektiva elektriska bilar för kortare distanser. Fordonet är utvecklat för att passa in i segmentet som ligger mellan moped och bil, där syftet är att transportera personer och mindre gods.

Z-Bee är deras första produkt. Den är 2,4 m lång, väger 150 kg, förbrukar 4 KWh/100 km och kan transportera tre personer. Karossen är gjord i komposit och är konstruerad för att bära sig själv. Clean Motions mål är att Z-Bee ska kosta 6000 €.

1.2 Syfte

Uppgiften blir att ta fram ett väderskydd som är möjligt att montera i efterhand. Det ska skydda vid körning i 45 km/h och tåla en vind på 15 m/s. Lösningen ska vara möjlig att tillverka, ha en minimal påverkan på miljön och kosta så lite som möjligt.

En färdigdesignad prototyp skall visualiseras i CAD och ska även innehålla infästningsanordning.

1.3 Avgränsningar

Uppgiftens omfattning från företagets sida och arbetets tidsbegränsning har arbetet och dess mål anpassas med hjälp av handledare från högskolan och Clean motion för att vi skall hinna ta fram en detaljerad visualisering, tillverkningsmetoder och kostnader. Vi kommer inte att beröra byggande av prototyp i detta examensarbete.

1.4 Precisering av frågeställningar

- Vilka lösningar finns för skydd mot regn och stänk?
- Hur kan man fästa dessa?
- Hur kan dessa öppnas?
- Hur ska de tillverkas?
- Vad kommer det att kosta?
- Vad finns på marknaden?

2. Teoretisk referensram

2.1 Product development process

Göthberg, A (personlig kontakt, 12-01-26) beskrev Product developement process- checklista som används på SKF då ett projekt skall planeras. Checklistan bygger på att man listar upp olika moment som ska genomföras i projektet, gör en ruta för att checka av att momentet är dokumenterat, en ruta för kommentarer, en ruta för datum och slutligen en checkruta för att hela momentet är avklarat och man kan då gå vidare i projektet.

På SKF finns även en synkroniseringsplan kopplad till checklistan, detta för att se vilket moment som föregås av vad och vilka moment som kan göras parallellt. I vissa fall använder SKF även ett Gantt-schema för att åskådliggöra tiden och aktiviteterna från checklistan linjärt.

2.2 Riskanalys

Vid projektarbeten kan det hända att allt inte går som det är tänkt och arbetet blir då inte klart i tid. Vid studiebesöket på SKF hos Göthberg, A (personlig kontakt, 12-01-26) fick vi reda på att många problem som uppstår löses på kortare tid om man i planeringsarbetet av projektet utfört en riskanalys som innehåller åtgärder för att lösa problemen som kan uppstå. Det finns olika utföranden på dessa och vi har jämfört två olika sätt.

Enligt Fors-Andrée. E (2010) byggs en riskanalys upp genom att möjliga risker som kan sinka projektet ställs upp och sannolikheten för att dessa risker uppstår skattas med siffror från ett till fem där fem är en hög risk och ett är låg och likaså konsekvenserna det får skattas på samma sätt. Vidare rangordnar man riskerna genom att multiplicera sannolikhet med konsekvens vilket ger ett risktal. Får man höga risktal bör man komma fram till åtgärder som sänker både sannolikheten för att problemet ska uppstå och konsekvenserna det får.

Carlsson, F. och Palm, J (2007) utförde i sitt examensarbete en riskanalys enligt denna metodik. Det visar sig även i deras riskanalys att de haft hjälp av denna då en risk var att de skulle ha dålig förståelse för användaren och användarmiljön vilket de senare i projektet visade sig ha. Eftersom de hade riskanalysen hade de även en åtgärd för att klara av detta problem som var att åka till Bolivia och få förståelse för användaren och användarmiljön. Detta hjälpte dem sedan att förstå problemet bättre innan de skulle produktutveckla sin solugn.

Riskanalys åskådliggörs av SKF som ett diagram med aktiviteter som kan gå fel i projektet i form av post-it lappar, en x- och y – axel med sannolikhet att risken uppstår på ena axeln och riskens konsekvens på andra axeln. Denna typ av riskanalys fungerar bra då de är många inblandade i sina projekt och de kan då flytta post it lappar under tiden då de känner att en aktivitet sinkar projektet. Andra inblandade kan sedan lätt se om riskerna att en aktivitet får högre sannolikhet höjs och i sin tur möjligtvis kan påverka deras eget arbete i sin tur och personen/gruppen i fråga som flyttat post it lappen kan få hjälp med att komma på lösningar på aktiviteten så den inte sinkar projektet.

2.3 Kravspecifikation

När en kravspecifikation ska tas fram kommer flera aspekter in som måste undersökas vad gäller lagar, företags-, fysikaliska-, miljö-, estetiska-, intressent- och ergonomikrav. För att produktutvecklingen ska bli meningsfull bör dessa aspekter undersökas.

2.3.1 Funktionsanalys

När ett designuppdrag tilldelas är de oftast en vision som förklaras flyktigt utan att nämna egenskaper, krav och funktioner. För att få fram rätt resultat måste man först ta fram alla önskade egenskaper och funktioner.

När Johannesson, H.J. Persson, J-G.P. Pettersson, D.P (2004) beskriver hur man gör en funktionsanalys delar dem upp funktionerna i huvudfunktioner, delfunktioner och stödfunktioner, där man i första steget sätter in huvud-, del- och stödfunktioner för produkten tillsammans med dess mätbara krav, icke mätbara krav och önskemål i en funktionslista. Andra steget innebär att man ritar ett funktionsträd där endast huvud- del- och stöd – funktionerna finns med utan dess krav och önskemål.

När Cross. N (1989) beskriver hur man gör en funktionsanalys gör de på liknande sätt som Johannesson. H (2004) dock rangordnar de även funktionerna för att hålla koll på vilka funktioner som är de viktigaste.

2.3.3 Fysiska tester

I vissa fall krävs det att ett fysiskt test görs för att fastställa krav i funktionslistan. Därför har vi gjort ett regntest och ett immtest.

2.3.3.1 Regntest

Regndroppar faller med en hastighet på 5-9 m/s beroende på hur stora dropparna är (smhi.se (2012)). Därför används 5 m/s och 9 m/s i beräkningarna. I arbetet antas att dropparna rör sig med vindens hastighet och att vinden är konstant. Detta gör att ett förenklat rekonstruerat regn kan beräknas med hjälp av en tangensfunktion.

2.3.3.2 Immtest

Imma uppstår i en bil då fuktig varm luft i bilen möter en kall vindruta. Enligt 672/2010/EGG finns det krav att imma ska avlägsnas från en vindruta på en begränsad tid. Syftet med immtestet är därför att se om man kan tillsluta öppningarna på Z-bee utan att imma bildas.

2.4 Konceptgenerering

Efter ett strukturerat funktionsanalysarbete innehållande uppställning av krav har man koll på vad produkten måste ha för funktioner och vilka krav som måste uppfyllas. Nästa steg för att komma fram till en produkt som uppfyller kraven i funktionslistan är att komma fram till lösningar som innehåller funktionerna som efterfrågas. Som Johannesson, H.J. Persson, J-G.P. Pettersson, D.P (2004) skriver gör man detta genom att använda sig av kreativa metoder eller mera systematiska och rationella metoder, även en kombination fungerar. En av de kreativa metoderna som beskrivs i denna bok är brainstorming medan ett exempel på en systematisk metod är morfologisk matris.

2.4.1 Brainstorming

Både Johannesson, H.J. Persson, J-G.P. Pettersson. D.P. (2004) och Wilson, C.W. (2006) beskriver brainstorming som en kreativ metod som syftar till att många idéer ska komma fram vilket innebär att en viktig del i denna kreativa process är att ingen idé får kritiseras. Även kvantitet går före kvalitet under detta stadium och ovanliga idéer måste komma med för att dessa sedan kan modifieras och ge en lösning på problemet. Denna metod användes av Blomgren, F. m.fl (2007) där deras arbete var att utveckla skjutdörrar som används i hemmiljö. De använde metodiken tidigt i idégenereringsfasen för att snabbt komma igång med tankeverksamheten. De fick ut flera olika koncept och valde att skissa upp alla för att senare avgöra om de var möjligt att tillverka. Eftersom brainstorming är en metod där man inte sätter gränser på idéerna var det flera alternativ som inte var möjliga att tillverka och därför kasserades dessa.

2.4.2 Katalogmetoden

Katalogmetoden är en metod som Johannesson, H.J. Persson, J-G.P. Pettersson, D.P (2004) skriver om. Denna metod innebär att man får stöd till sitt kreativa tänkande genom att söka efter befintliga lösningar som finns på marknaden idag genom att söka i kataloger, patentskrifter, designskrifter och liknande för att hitta inspiration.

Holmström, S.H. (2010) använde denna katalogmetod i sitt produktutvecklingsarbete av en gästsäng. Hon hittade olika typer av lösningar på sängar som hon sedan analyserade, skrev en kort beskrivning om och hade med bilder på. Detta gjorde sedan att hon efter att ha använt denna metod kom fram till nya lösningar på problemet som hon inte tänkt på innan.

2.4.3 Morfologisk matris

Nya designer är oftast varianter eller modifikationer av redan existerande produkter. Designarbetet syftar till att förbättra och förenkla användandet. I designarbetet är det viktigt att jobba med flera olika varianter parallellt för att inte fastna i några tankebanor. Ett sätt för att få ut olika varianter är enligt Cross.N (2000) att jobba med en rationell metod som morfologisk matris. Där delar man in en produkt i olika delfunktioner för att sedan ta fram olika lösningar till varje delfunktion. När dellösningarna finns tillgängliga kombineras dessa på olika sätt och man får flera olika koncept.

I examensarbetet av Bakirci, I (2011) används morfologisk matris där de fick fram många olika lösningar men sållade bort många på grund av att de inte uppfyller kraven från kravspecifikationen eller att de inte var realistiska.

2.4.4 Osborns idésporrar

En annan modell som Jolheim, F.J. Frisk, I.F (2007) använder sig av och som Johannesson, H.J. Persson, J-G.P. Pettersson, D.P (2004) skriver om är Osborns idésporrar. Genom att använda denna metod kan man väcka liv i sitt idéläkningsarbete genom att besvara frågorna: Förstora? Förminska? Ersätta? Omplacera? Göra tvärtom? Kombinera? Andra användningar? Bearbeta? Modifiera?

2.5 Val av koncept

Efter att man fått fram olika koncept i konceptgenereringsfasen kommer man till ett arbete där man måste välja ut vilka koncept som på bästa sätt uppfyller kraven som ställdes i förstudiefasen. Det finns olika metoder för att välja ut det bästa konceptet där en av metoderna som ofta används inom industrin är Pugh-matris.

2.5.1 Go or no go

Denna metod syftar till att alla olika koncept man har kommer att ställas upp mot kraven i funktionslistan och checkas av om de uppfyller kraven och sållas bort om de inte uppfyller kraven som ställs på produkten. Ullman, D (2010) beskriver metoden i boken Mechanical Design Process där man ställer varje koncept emot kundkraven. I Elvebäck, M och Johansson, M (2008) examensarbete har de tagit sin funktionslista och ställt frågan, klarar konceptet detta krav? Om ja, går konceptet vidare. Om det blir ett nej kasseras konceptet direkt. Med hjälp av denna metod kan man alltså rationellt sålla bort de koncept som inte kommer uppfylla kraven.

2.5.2 Pugh matris

Pugh matrisen är ett verktyg som kan användas för att välja ut vilket koncept som på bästa sätt uppfyller kraven som ställts i förstudien. Metoden som H.J. Persson, J-G.P. Pettersson, D.P (2004) beskriver bygger på att man jämför de koncept man har kommit fram till med en befintlig lösning som finns idag och som löser liknande problem. Löser konceptet problemet bättre än den befintliga lösningen får konceptet ett plus. Skulle konceptet vara sämre får det ett minus.

Miller, K.M (2005) har i sin artikel skrivit om hur de gick tillväga vid produktutvecklingen av en bildörr. Vid val av koncept använde de sig av en Pugh matris som då visade vilka koncept som fick flest plus gentemot en befintlig framdörr från en Ford Focus. Andra koncept fick flera negativa punkter och skiljde sig från den befintliga dörren från Ford Focus på ett negativt sätt. Vid jämförelsen med Ford Focus fick de även några koncept som löste funktionerna lika bra som den befintliga lösningen och dessa fick då varken ett plus eller minus.

2.6 Programvara

2.6.1 CES-databas

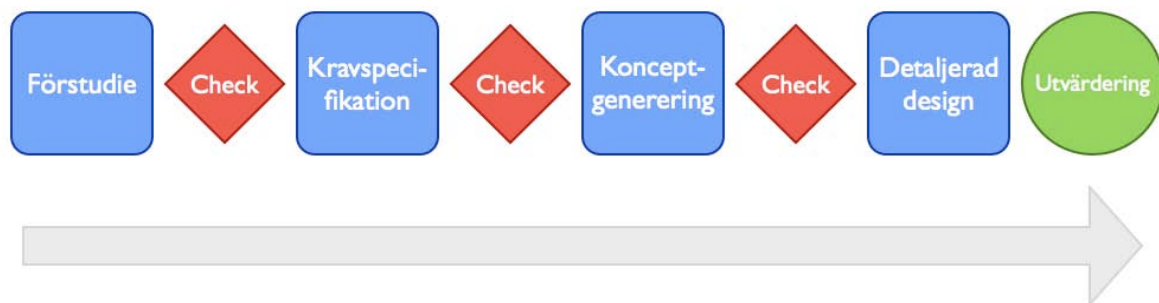
Garanta design (2012) har tagit fram en databas som innehåller olika material. I databasen kan man göra avgränsningar utefter sina krav på produkten man utvecklar för att sedan får fram de material som passar. Programmet är utvecklat av Cambridge University Engineering Department.

2.6.2 Virtuell konstruktion

Den digitala revolutionen har påverkat ingenjörers sätt att arbeta. I artikeln av Bernard, A. (2003) beskrivs hur man kan effektivisera produktutvecklingen med hjälp av virtuell konstruktion. De fördelar man finner är att man slipper kostnaderna för att bygga fysiska prototyper, det går fortare att ta fram virtuella prototyper än fysiska, man kan lättare ändra i ritningarna, det blir lättare för konstruktörer och designers att kommunicera och man kan testa prototypen i en simulerad datamiljö.

3. Metod

För att lära oss mer om produktutvecklingsprocessen gjordes ett studiebesök hos A. Göthberg (personlig kontakt, 12-01-26) på SKF, avdelningen för development cluster, roller, bearings and housing. På SKF jobbar de enligt Product development process som i sin helhet beskriver arbetsgången vid produktutveckling av nya rullningslager. Hela processen är inriktad på teknikutvecklingen och marknads/affärsdelen ingår därför inte här. Detta examensarbete följer arbetsgången enligt detta arbetssätt. Figur 3.1 beskriver hela processen så långt som vår avgränsning medgav, dvs. t o m detaljerad design. Vi har därmed lämnat verifiering och validering som annars finns i SKF PDP arbetsgång. Först genomförs en förstudie där mål för projektet sätts upp, en tidsplan skapas och en riskanalys utförs. Förstudien följs av ett möte där förstudien kontrolleras och godkänns av de inblandade i projektet. Efter detta möte sätts en kravspecifikation för produkten upp. Även detta steg kontrolleras och godkänns av de inblandade i projektet. Utifrån den satta kravspecifikationen tas koncept fram i konceptgenereringsfasen. Efter detta steg är nästa möte uppsatt och då kontrolleras och godkänns vilket koncept som det ska jobbas vidare med av alla de inblandade i projektet. Efter detta möte är det detaljerad design som påbörjas. I detta steg tar man fram den slutgiltiga produkten. Sista steget är utvärdering där man utvärderar hur projektet gått.



Figur 3.1 Product development process för Väderskydd Clean Motion. Checkrutan är ett möte där varje process och resultat presenteras till företaget för att veta om man kan gå vidare och pilen illustrerar arbetsgångens riktning.

3.1 Förstudie

Första steget i projektet kallar vi Förstudie där följande steg ingår:

- Uppsättning av mål
Målen med projektet kan utläsas i inledningen av detta examensarbete under kapitlena 1.2 Syfte, 1.3 Avgränsningar och 1.4 Precisering av frågeställningar.
- Tidsplan skapas
Tidsplanen för detta examensarbete är illustrerat i Product development process checklist som förklaras i kapitel 3.1.1 Product development process checklist och Gantt-schema. PDP checklisten och Gantt-schemat finns i bilaga 1 respektive 2.
- Riskanalys utförs.
Riskanalysen är utförd enligt kapitel 3.1.2. Riskanalysen finns i kapitel 4.1.1.

3.1.1 Product development process checklist och Gantt-schema

I vårt projekt valde vi att endast använda oss av en PDP-checklista och ett Gantt-schema kopplat till denna checklista. Någon synkroniseringsplan valde vi att inte ha med i projektet då detta inte passade omfattningen på projektet och den skulle då blivit överflödiga. Gantt-schemat kom vi fram till att detta var den bästa illustrationen då vi alltid använt oss av den i tidigare projekt och schemat passar även omfattningen på vår grupp och tiden i veckor vi har på oss.

Tidsplanen görs med hjälp av en PDP-checklista (se bilaga 1) där alla steg listas upp i den ordning de utförs och avstämningsmöten är inlagda. När alla uppgifter är listade förs de in i ett Gantt-schema (bilaga 2) där omfattningen diskuterats inom gruppen och senare kontrolleras av handledare på Clean motion. Detta för att få en överblick med olika deadlines, tilldelad längd per uppgift och för att se var inplanerade möten ligger.

3.1.2 Riskanalys

När vi jämförde metoderna i kapitel 2.2 Riskanalys för att göra riskanalyser kom vi fram till att den som Fors-Andrée, E (2010) använder sig av är den som passar vårt projekt bäst då vi bara är två personer som bara behöver en lista med risktal och åtgärder att se tillbaka på om vi skulle få problem. Exemplet i tabell 3.1 illustrerar arbetsmetodiken för riskanalysen och figuren är hämtad från kapitel 4.1.1 resultat riskanalyser. Risken är i detta fall att någon involverad blir sjuk, sannolikheten för detta

Risk	Sannolikhet	Konsekvens	Risktal	Åtgärd
Någon involverad blir sjuk	4	2	8	Jobba extra på helg, kommunicera.

skat
tas
till
fyra
och
kon

sekvensen till två. För att få fram risktalet åtta multipliceras sannolikheten och konsekvensen.

Åtgärden blir i detta fall att jobba extra på helg och kommunicera.

Tabell 3.1 Arbetsmetodik för riskanalys

3.2 Kravspecifikation

Andra steget i projektet är kravspecifikationen, där vi arbetat fram funktioner som dörren ska ha, satt in dessa i en funktionslista och ställt upp mätbara- och icke mätbara krav för funktionerna.

Funktionsanalysen gjordes genom att följande steg genomfördes:

1. Genom att diskutera vilka funktioner som skulle finnas för att man ska ta sig in och ut ur Z-Bee.
2. Vid möte med Clean motion där de sa vilka funktioner som skulle finnas enligt företagets tycke.
3. Efter dessa steg kom vi fram till att fysiska test krävdes för att fastställa funktioner och krav.
4. Genom att analysera lagar för bilbyggande.

Detta kapitel handlar om hur funktionslistan är uppbyggd, hur de fysiska testerna är utförda och hur lagar utvärderats.

3.2.1 Funktionslista

Vi har i vårt projekt valt att följa Johannesson, H (2004) funktionsanalys när vi satt upp våra funktioner, krav och önskemål för produkten, dock har vi utelämnat att rita ett funktionsträd då vi anser att en funktionslista innehar samma information som funktionsträdet. Vidare har vi valt att rangordna önskemålen till funktionerna enligt Cross, N (1989). Rangordningen fick resultatet 1-27 då vi och en representant från företaget rangordnade önskemålen var för sig och sedan multiplicerade värdena med varandra som resulterade i en gemensam rangordningssiffra där lågt nummer är viktigast.

Funktionslistans uppbyggnad illustreras med ett exempel i figur 3.2 som är tagen från funktionslistan i bilaga 4.

Huvudfunktionen är att skydda insidan av Z-Bee från regn och del/stöd-funktionen för detta är att insidan ska skyddas mot vatten vid stillastående. Kraven resulterade då i att insidan ska skyddas mot ingående regn med minst 50 % medan önskemålet kom att bli att insidan ska skyddas mot ingående regn med 100 %. Sedan rangordnades önskemålet om att skydda insidan mot regn med 100 % vilket resulterade i en etta för Niklas. Adam rangordnade även detta önskemål till en etta och Magnus likaså. De tre oberoende rangen multiplicerades sedan med varandra och resulterade i en sammanvägd rang på ett.

Funktion	Del/stöd-funktion	Krav	Önskemål	Niklas	Adam	C-M	Ny rang
Skydda insidan	Mot vatten vid stillastående	Ingående regn med 50 %*	100%	1	1	1	1

Tabell 3.2 Utdrag ur Funktionsanalys

3.2.2 Fysiska tester

Då kraven för funktionerna på Z-Bee inte kunde fastställas på alla punkter krävdes även att vi utförde tester för att få fram kraven vad gäller regnskydd och imm-eliminering.

3.2.2.1 Regntest på Z-Bee

Eftersom Z-Bee idag inte är skyddad mot regn måste krav för att skyddas mot regn tas fram och detta har vi valt att göra via ett rekonstruerat regntest då bilen färdas i 45km/h och 30km/h (se bild 3.2) och regnet faller med en hastighet på 9 m/s respektive 5 m/s. Hastigheterna har valts till dessa för att bilen har en maximal hastighet på 45km/h och det finns även en hastighetsbegränsning på vissa vägar som ligger på 30km/h. Den maximala vinden som skulle varit med i beräkningarna är 15 m/s men eftersom denna vind vid uträkning resulterade i allt för stor vinkel valdes istället 10 m/s som maximal vind, Z-Bee skulle annars tagit in vatten i för stor mängd då man skulle stått o sprutat vattnet rakt in i bilen och inte fått ett rättvist resultat. För att få reda på hur mycket vatten som kommer in i Z-Bee då den inte har väderskydd har regntest utförts utan väderskydd och med väderskydd.



Figur 3.2 Vatten sprutas på Z-Bees framruta för att illustrera regn i 45km/h.

Utrustning: Presenning, tidtagarur, kniv, vattenslang, stol, tvättsvamp, hink och silvertejp.

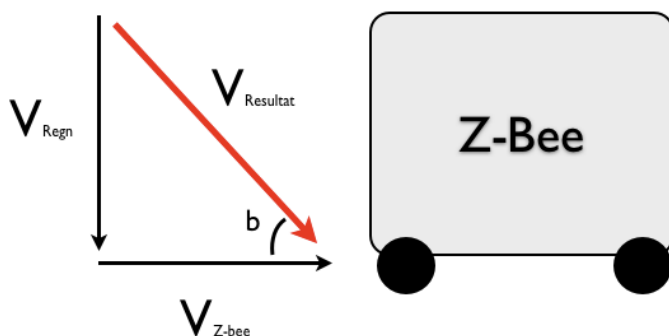
Utförande: Regntestet utfördes genom att skapa regn med hjälp av att hålla vattenkällan på en uträknad höjd och spruta regn med vattenslang mot Z-Bees framruta. Testet genomfördes sedan igen på samma sätt men då med presenning tejpat på dörröppningen som skulle skäras bort uppifrån till mitten av dörröppningen och skapa fönster i Z-Bee (se bild 3.3). Testet genomfördes ytterligare en gång, då med presenningen bortskuren nedifrån till mitten av dörröppningen.

För att få reda på hur mycket vatten som kommer in i bilen utan dörrar mättes vattenmängden med hjälp av tvättsvampar som fick ligga i bilen under testernas gång, dessa kramades sedan ur och vattenmängden mättes upp.

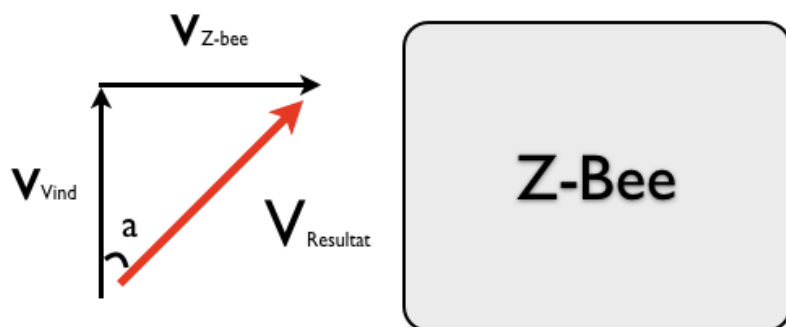


Figur 3.3 Z-Bee med presenning på nedre delen av dörröppningen under regntest.

Tabell 3.3 är ett utdrag ur resultatet av regntestet som finns i bilaga 3, detta för att visa hur tabellen skall läsas. Tabellens resultat kommer ifrån uträkning 1.1 och förklaras enligt följande: Hastigheten 12,5 m/s motsvarar 45 km/h i körhastighet. Då Z-Bees hastighet var 12,5 m/s och regnets fallhastighet 9 m/s resulterade detta enligt uträkning 1.1 i en vinkel b (figur 3.4) från regnkällan på 0,624 radianer. Då Z-Bees hastighet var 12,5 m/s och vindens hastighet rakt från sidan var 5 m/s resulterade detta enligt uträkning 1.2 i en vinkel a (figur 3.5) från vindkällan på 0,381 radianer. Regnkällan (vattenslangens mynning) konstruerades med hjälp av vinklarna a och b .



Figur 3.4 Illustrerande bild av Z-Bee från sidan med Z-bees och regnets hastighet.



Figur 3.5 Z-bee ovanifrån där pilarna illustrerar Z-bees och vindens hastighet.

Antagande för uträkning 1.1 och 1.2: Regnet rör sig i samma hastighet som vinden i sidled.

$$b = \arctan (v_{Z\text{-bee}}/v_{\text{Regn}}) \quad (1.1)$$

$$a = \arctan (v_{\text{vind}}/v_{Z\text{-bee}}) \quad (1.2)$$

Ett exempel från resultatet av regntestet är: Antal liter vatten i Z-Bee utan presenning blev 2,9 liter. Kommentaren till testet utan plast var "Mycket vatten på passagerare bak" och testets varaktighet var 1 minut. När Z-Bee sedan var täckt med plast på övre halvan av dörröppningen resulterade det i 0,8 liter vatten och kommentaren till detta var "Inget vatten i baksätet" och testets varaktighet var 1 minut. När Z-Bee var täckt med plast på halva nedre dörröppningen resulterade det i 2,7 liter vatten och kommentaren till detta var "Mycket vatten i baksätet" och testets varaktighet var 1 minut.

Tabell 3.3 Utdrag ur regntestet utan plast (Tabellen är delad).

Z-bees hastighet (m/s)	Regnets fallhastighet (m/s)	Vind från sidan (m/s)	Vinkel från regnkällan = b rad	Vinkel från sidan = a rad	Resultat utan plast (liter vatten)
12,5	9	5	0,624	0,381	2,9
Kommentar	Resultat med plast på övre dörröppninge n (liter vatten)	Kommentar	Resultat med plast på nedre dörröppningen (liter vatten)	Kommentar	
Mycket vatten på passagerare bak Varaktighet: 1 minut	0,8	Inget vatten i baksätet Varaktighet: 1 minut	2,7	Mycket vatten i baksätet Varaktighet: 1 minut	

3.2.2.2 Immtest på Z-Bee

Imma är ett problem när väderskyddet ska konstrueras för Z-Bee då inget ventilationssystem som eliminerar imma finns. För att få fram ett krav på om Z-Bees dörröppningar kunde täckas för utan att imma uppstod utfördes ett immtest.

Utrustning: Presenning, silvertejp, kniv och tidtagarur.

Utförande: Immtestet utfördes genom att Z-Bees dörröppningar täcktes med presenning. Två personer satt i bilen och inväntade imma (se bild 3.6).



Figur 3.6 Z-Bee helt stängd med presenning.

3.2.2.3 Påstigningstest på tredörrars bil

För att kunna sätta ett krav på hur lång tid det ska ta att öppna dörren och stiga in i Z-Bee utfördes ett påstigningstest på en Fiat Punto.

Utrustning: Tidtagarur.

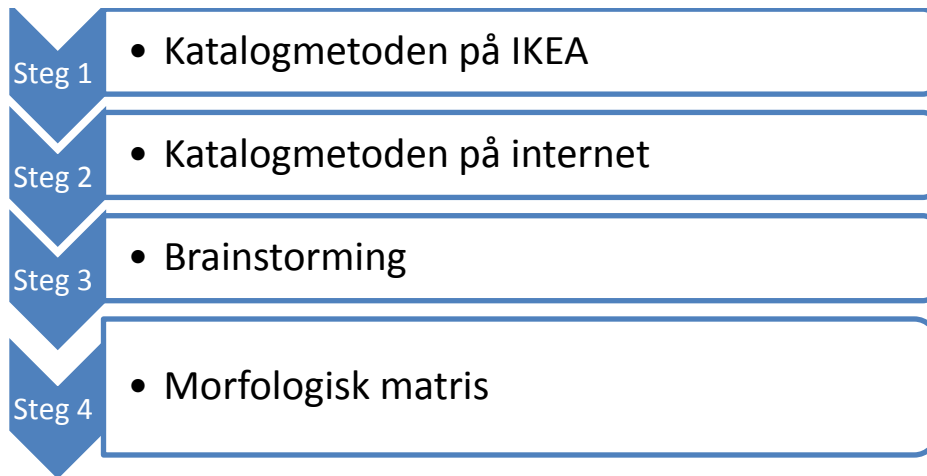
Utförande: Två personer tog sig in i baksätet på en tredörrars bil medan tiden att göra detta mättes upp. Ytterligare ett test utfördes då en person satte sig i förarsätet och den andre satte sig i baksätet, även detta test filmades och tiden uppmättes.

3.2.3 Lagar gällande bilbyggande

Enligt SKFs PDP ska vi vid uppsättning av krav analysera vilka lagar som begränsar dörrbyggandet. Efter att ha kommit fram till de funktioner som dörren skulle ha analyserade vi lagarna som begränsade oss. Vi gjorde detta på hemsidan ec.europa.eu, (2012). Denna innehåller direktiv för att få sitt fordon typgodkänt i EU. Kapitlet vi använde oss av gällde tvåhjuliga, trehjuliga och fyrehjuliga fordon. Clean motion gav oss sedan riktlinjer för vilka specifika direktiv som skulle kunna vara intressanta för oss. Vi använde oss även av transportstyrelsen.se (2012) för att analysera lagar.

3.3 Konceptgenerering

När vi bestämde oss för hur vi skulle gå tillväga för att generera koncept kom vi fram till att vi skulle använda både rationella och kreativa modeller i form av katalogmetoden och brainstorming. Arbetsgången för hela konceptgenereringsarbetet illustreras i figur 3.7 och beskrivs nedan.



Figur 3.7 Konceptgenereringsprocessen

3.3.1 Katalogmetoden på IKEA

Först valde vi att åka ut till Ikea för att använda oss av katalogmetoden som innebar att vi letade efter befintliga lösningar på allt som går att stänga och öppna. Infästningsmöjligheter, material och helhetslösningar dokumenterades med kamera och en kort beskrivning.

3.3.2 Katalogmetoden på internet

Vidare använde vi katalogmetoden igen men i detta skede innebar den för oss att vi använde internet där vi sökte på liknande fordon och hur de löst problemet med att skydda insidan mot regn. Olika typer av regnskyddande material letades även upp via internet och andra lösningar som skyddar mot regn analyserades. Alla infästningar, material och helhetslösningar dokumenterades även här med bilder och en kort beskrivning.

3.3.3 Brainstorming

Brainstormingen tog sedan fart då vi nu hade kunskap från katalogsökningarna och kunde komma på olika koncept. Dessa koncept dokumenterades i form av skisser och en diskussion kring varje koncept utfördes.

3.3.4 Morfologisk matris

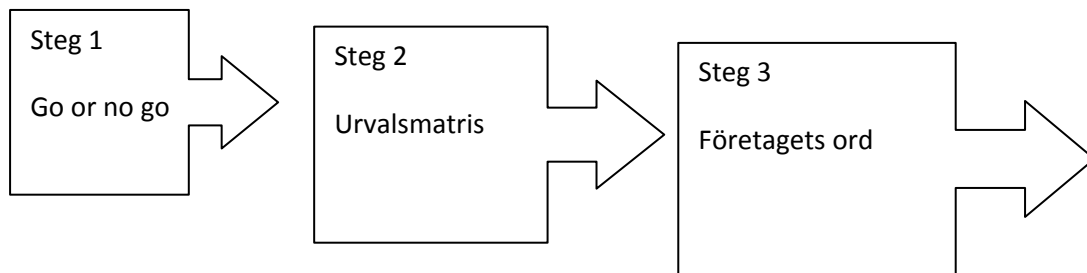
Efter dessa tre steg valde vi att föra in lösningarna från brainstormingen och från katalogsökningarna i en morfologisk matris. Eftersom en morfologisk matris är en rationell och systematiserad metod ger den också ett strukturerat upplägg på varje koncept. Matrisen ställdes upp utifrån teorin från Cross.N (2000). Delfunktioner som väderskyddet måste ha, sattes upp i en kolumn till vänster i matrisen medan dellösningförslagen som tagits fram fördes in i rutor till höger om dessa och gav lösningar till varje delfunktion i den vänstra kolumnen. Vi kunde sedan skapa tre olika koncept genom att dra streck mellan alla dellösningförslag och på så sätt ha lösningar på varje delfunktion.

3.3.5 Val av koncept

När vi valde koncept använde vi oss av tre olika metoder. Först valde vi att använda oss av Go or no go metoden för att sälla bort de koncept som inte kunde användas på grund av att de inte uppfyllde kraven som skulle uppfyllas. Varje koncept kontrollerades mot kraven. De koncept som inte klarade kraven kasserades direkt.

För att senare utvärdera vilka koncept som va bäst använde vi en variant av en Pugh matris eftersom vi inte hade någon liknande produkt att jämföra med som man ska ha för att göra en Pugh matris. Varianten kallar vi urvalsmatris och den gick ut på att ge poäng till de kvarvarande koncepten. Koncepten fick då poäng från 0-2 beroende på om de uppfyllde önskemålen fullgott eller något sämre. Fick konceptet en etta betyder det att konceptet uppfyller önskemålet bra. Fick konceptet en tvåa innebär det att konceptet klarade av önskemålet väldigt bra och en nolla att det inte klarade önskemålet alls.

Det sista steget var att Clean Motion fick säga sitt och genom diskussion kom vi fram till vilka koncept som var de bästa. Figur 3.8 förklarar arbetsgången i tre steg.



Figur 3.8 Arbetsgången vid val av koncept.

3.4 Detaljerad design

Efter att vi valt det slutgiltiga konceptet kom vi vidare in på detaljerad design. Den detaljerade designen handlar om att bestämma vilka material dörren ska ha, vilka former dörren ska ha, hur dörrarna ska öppnas, hur dörrarna ska tillverkas och vilka krav detta medför, vad dörrarna kommer att kosta att tillverka och hur dörren ska fästas.

Den detaljerade designen är gjord i två steg. Först en modifiering av konceptet och sedan konstruktion av slutkoncept som är en påbyggnad på modifieringen och som går djupare in på vilka detaljer som ska finnas med och dess material och funktioner.

3.4.1 Modifiering av valt koncept

Det första vi gjorde vid modifieringen av konceptet var att vi använde oss av Osbornes idésporrar för att ändra på konceptet vad gäller öppningsmöjligheter och dörrsnitt. De frågeställningar vi använde oss av för att modifiera koncept nummer 20 var: Förstora? Förminska? Ersätta? Omplacera? Göra tvärtom? Kombinera? Andra användningar? Bearbeta? Modifiera? Modifieringen gjordes i Catia V5 genom att konstruera olika modifieringar på koncept nummer 20 som sedan kunde utvärderas.

3.4.2 Detaljerad konstruktion av slutkoncept

Efter det slutgiltiga valet av vilken av modifieringarna vi skulle jobba vidare med kom vi in på konstruktion av slutkoncept. Detta arbete skedde i huvudsak i fyra steg med konstruktion av dörren i Catia V5 parallellt med dessa steg.

1. Först gick vi tillbaka till funktionslistan och tog utifrån denna fram nya detaljerade krav för varje ingående del i dörren då vi i detta skede visste vilka delarna skulle vara.
2. Efter steg ett var vi tvungna att veta hur snitten för dörrarna kunde sättas och var därför tvungna att utföra ett fysiskt snittest för att testa var snitten var möjliga att sätta med tanke på interaktionen med människan. Metoden för hur snittestet utfördes finns i kapitel 3.4.2.1 snittest.
3. Det tredje steget innebar att vi valde material för dörren och använde oss då av CES-databasen för att ringa in vilka material som kunde vara möjliga. Och även genom sökning på internet efter befintliga komponenter för montering på dörren.
4. Nästa steg i konstruktionen av slutkonceptet var att få fram ett pris för dörren och detta gjordes genom telefonsamtal till olika tillverkare av de olika ingående delarna för dörren och via sökning på internet.

3.4.2.1 Snittest

För att veta vilket dörrsnitt som var optimalt för Z-Bee utfördes vi ett snittest. Testet genomfördes med silvertejp och presenning som drogs över dörröppningen för att begränsa påstigningsmöjligheten. Framdörrens överkant, bakdörrens framkant och bakdörrens fönstermöjligheter var tre parametrar som testades. Detta genomfördes för att få reda på hur sikten inifrån Z-Bee begränsas, vad en person känner angående storleken på dörren när man sitter i Z-Bee och hur estetiskt tilltalande de olika snitten ter sig. Resultatet av snittestet finns i kapitel 4.5.2.2 Snittest. Figur 3.9 är från utförandet av snittestet och visar hur presenningen illustrerar ett framtida snitt för framdörren.



Figur 3.9 Illustration av framtida snitt.

4. Resultat

4.1 Förstudie

Under vår förstudie kom vi fram till en riskanalys som presenteras i detta kapitel. Resultatet av planeringsarbetet presenteras i form av en PDP-checklista (bilaga 1) och ett Gantt-schema (bilaga 2) som är kopplade till varandra genom att uppgifterna i PDP-checklistan återses i Gantt-schemat.

4.1.1 Riskanalys av projektet

När vi utförde vår riskanalys kom vi fram till att risktalet 16 var den högsta risken. Risken var att vi skulle få dålig kommunikation med underleverantörer. Åtgärden blev därför att se till att det vi vill ha reda på kommer fram så fort som möjligt (exempelvis prisförfrågan osv.), se till att få noggranna beskrivningar, kräva svar och vid mejlkontakt även mejla kopior till andra så att vi får svar på frågorna. Risken att ett datorprogram skulle fela fick vid utvärderingen risktalet 12 och åtgärderna blev att ofta spara kopior på datorn och på dropbox.com (2012). Nästa risk som fick risktalet 12 var att vi har tilldelat aktiviteterna fel tid och åtgärderna blev därför att jobba extra på helger, kvällar och under påsk. Efter dessa risker hade vi ytterligare åtta risker som fick risktal mellan fyra till tio och dessa sågs därför inte påverka arbetet.

Tabell 4.1 Riskanalys för examensarbetet.

Risk	Sannolikhet	Konsekvens	Risktal	Åtgärd
Någon involverad blir sjuk	4	2	8	Jobba extra på helg, kommunicera.
Feltolkning av data	2	4	8	Dubbelkolla viktiga siffror
Feltolkning av uppgift	3	2	6	-
För få ideér	2	4	8	-
Datorprogram felar	3	4	12	Spara ofta, kopior, använd dropbox
Finns ingen att opponera på vid samma tidpunkt	2	4	8	Bestäm i tid
Dålig kommunikation med handledare	1	4	4	-
Dålig kommunikation med underleverantörer	4	4	16	Ligg på, var noggrann med beskrivning, maila kopior, kräv svar
Fel tilldelad tid till aktiviteterna	3	4	12	Jobba extra på helger, kväll, påsk.
Kunskap saknas inom visst område	3	3	9	Fråga lärare, cleanmotion osv.
Att flera risker inträffar samtidigt	2	5	10	Gör ovanstående

4.2 Kravspecifikation

När funktioner och krav skulle genereras för produkten gjordes detta i en funktionslista där både krav och önskemål listades. Resultatet av hur funktionslistan blev inklusive resultatet av de fysiska testerna och utvärderingen av lagarna är vad detta kapitel handlar om.

4.2.1 Regntest

Regntestet (se bilaga 3) gav oss bra insikt i hur vattnet träffar Z-bee och vart det tar vägen. Det resulterade i att vi kunde dra tre slutsatser.

4.2.1.1 Slutsats nummer 1 av regntest

När vi testade att spruta vatten rakt framifrån visade det sig att vattenmängden i bilen ökade om vi ökade vinkeln "b" som beror på Z-bees hastighet (se figur 3.5). Detta gjorde att den minsta vinkeln från Z-bees körriktning (0.381 radianer) släppte in 0,85 liter/minut och den största vinkeln (0.825 radianer) släppte in 3 liter/minut. Med hjälp av detta test och observationer kan vi konstatera att det största problemet är att vattnet samlas på taket och sedan rinner ut mot sidorna och sedan droppar ner i kupén, se bild 4.1.



Figur 4.1 Regndroppar faller från taket in i kupén under regntest.

4.2.1.2 Slutsats nummer 2 av regntest

Vidare gjordes test där en vinkel a (se figur 3.5) räknades in som en vindparameter. Detta för att se hur vattnet träffade insidan. Det visade sig att om man kör i 30 km/h och med en sidovind på 10 m/s kommer kupén att fyllas med mest vatten. I denna situation samlas det mesta av vattnet på golvet men också i både förar- och baksätet då de inte finns någon dränering. Ökar hastigheten blir föraren mer skyddad men passagerarna är fortfarande lika oskyddade.

4.2.1.3 Slutsats nummer 3 av regntest

I ett annat test täcktes dörröppningarna med presenning på övre halvan, detta gjorde att vattnet i bilen minskade med 70 % till skillnad från utan skydd. När nedre delen täcktes av presenningen minskade vattenmängden i bilen istället med 20 %. Dessa resultat gav oss en grund till hur kraven i funktionslistan skulle ställas på regnskyddet. Vi fick även fram att det är viktigare att täcka övre delen av dörröppningarna än undre delen.

4.2.2 Immtest

Immtestet visade att när dörrarna täcktes med presenning uppstod imma på rutorna som inte avlägsnade sig självt (se figur 4.2). Presenningen var tvungen att öppnas för att imman skulle försvinna. Detta resultat bevisade för oss att det inte är möjligt att stoppa luftflödet genom Z-bee helt eftersom imman blir ett hinder för att se ut.



Figur 4.2 Tagen från förarsätet i en helstängd Z-Bee med två personer inuti.

4.2.3 Påstigningstest tredörrars bil

Vid påstigningstestet på en Fiat Punto kom vi fram till att det tar tio sekunder att komma in i en tredörrarsbil för två personer. Önskemålet blev därför att det inte skulle ta mera än tio sekunder att stiga in i Z-Bee då dörrar finns.

4.2.4 Utvärdering av lagar

Vid analysen av de direktiv och lagar som skulle kunna komma att begränsa konstruktionen på dörren kom vi fram till att det finns direktiv och lagar som sätter krav för hållbarhet, estetik och god förarmiljö.

Kravet "inga utskjutande delar" sattes utifrån Europaparlamentets och rådets direktiv 97/24/EG, bilaga 1, allmänna krav som säger att utsidan av alla fordon inte får ha spetsiga, skarpa eller utskjutande delar som är riktade utåt, med sådan form, sådana dimensioner, sådan vinkel eller sådan hårdhet att de ökar risken för eller svårighetsgraden av de kroppsskador för en person som träffats eller skrapas av fordonet vid en olyckshändelse.

Enligt 672/2010 finns det krav på hur snabbt det ska gå att avlägsna imma från en vindruta. Eftersom inte Z-bee har något fläktsystem innebär det att vi inte kan acceptera att någon imma bildas. Därför sätter vi kravet "ingen imma".

Vi använde oss även av www.transportstyrelsen.se(2012) för att få reda på hur stor ljusgenomsläpplighet synfältet i dörren var tvungen att ha. Enligt hemsidan fick vi fram att rutorna i förarens siktfält (förutom vindrutan) ska ha en ljusgenomsläpplighet på minst 70 %. Vilket ledde till att kravet för ljusgenomsläpplighet blev minst 70 %.

4.2.5 Funktionslista

Syftet med arbetet är att ta fram ett väderskydd till Z-bee. Det är framför allt det som många av funktionerna i listan syftar till. Z-been skall vara i skyddad mot regn i stillastående och i rörelse. Utöver det har vi fått önskemål om att man ska kunna montera och demontera dörren efter behov och därför uppkommer funktioner så som att "Medge hanterbarhet". I denna funktion finns del-/stödfunktioner där medge monterbarhet finns. I delfunktionen har vi satt ett krav på 20 delar och 11 delar som önskemål. Dessa siffror kommer ifrån att vi antog att det behövs 2 gångjärn, en dörr och 8 skruvar som minimum. I "medge hanterbarhet" finns även sådana delfunktioner som medge på-och avstigning, vara delvis öppningsbar, vara stängningsbar, vara öppningsbar, medge på och avstigning, gå att eliminera frost, vara packningsbar, inte vara skadebenägen och vara förvaringsbar.

En annan funktion som vi har tagit med är "Medge hållbarhet" där vi sätter kraven på vad dörren skall tåla och hur den ska brukas. Här är delfunktioner från Cleanmotion så som tåla körning i 45 km/h, tåla vind från sidan i 15 m/s och hur många cykler (öppningar och stängningar) den skall klara av. Utöver dessa funktioner finns även funktioner från lagar och krav från typgodkännande enheten.

En annan funktion är att "medge inbrottsskydd" som vi har fått från Clean motion men detta är endast ett önskemål. Vi har en funktion "vara estetiskt tilltalande" där estetiken behandlas med de olika delfunktioner som kan påverka slutresultatet. Att medge god förarmiljö är också en funktion som innehåller delfunktionerna: minskad ljudnivå från gatan, oljudsfri, medge ventilation och medge god sikt. Vi har också en funktion som handlar om att dörren ska "vara miljövänlig". I den funktionen finns delfunktionerna: Ha miljövänligt material, vara återvinningsbar, minska luftmotstånd och medge liten viktökning. Det uppkom även övriga delfunktioner som kostnad och underhållsmässighet.

För att sätta krav och önskemål använde vi resultaten från regntestet, immtestet, påstigningstestet och utvärderingen av lagar som begränsar vårt fortsatta arbete. Vi diskuterade även kraven och önskemål med företaget för att komma fram till rimliga krav och önskemål.

Önskemålen rangordnades med av oss och handledaren från Clean motion. Det som uppkom av detta var att det önskemål som skall prioriteras först är de som gör att förarmiljön blir så bra som möjligt och att inte köregenskaperna påverkas negativt.

4.3 Konceptgenerering

För att få inspiration till konceptgenereringen analyserades befintliga lösningar genom att vi använde katalogmetoden på IKEA och internet. I kapitlet presenteras de detaljer och lösningar vi ansåg vara användbara för fortsatt arbete. När vi hade fått idéer använde vi brainstorming som kreativ metod och morfologisk matris som rationell.

4.3.2 Katalogmetoden på IKEA

En av slutsatserna vi kan dra från att ha varit på IKEA är att de använder sig ofta av gångjärn för lätta dörrar enligt figur 4.3. Det är väldigt lätt att öppna dörrar med detta gångjärn. Det negativa med gångjärnet är att det inte är smidigt att montera av och på då man måste skruva på fyra skruvar.

En annan tanke vi fick med oss från IKEA var magnetlås (se figur 4.4) för stängning av dörrar. Detta kändes som en smidig lösning vid öppning av den lätta dörren.

Katalogmetoden gav oss också inspiration till konceptgenereringen med flera olika funktioner så som rullgardiner, skjutdörrar och stängningsanordningar.



Figur 4.3 Gångjärn som ofta används på lätta dörrar på IKEA.



Figur 4.4 Magnetlösning för stängning av dörrar.

4.3.3 Katalogmetoden på internet

Dessa fordonstyper som ofta är drivna av en elmotor eller enklare typ av förbränningsmotor och är långsamtgående fordon är den fordonstyp som man lättast kan jämföra med Z-bee. De går oftast på el, har vanligtvis inget skydd mot regn och oftast inte något internt ventilationssystem. Men eftersom golf inte spelas i kallt väder har inte heller golfbilar något problem med imma i bilen. Detta gör att de flesta lösningar vi sett är helt täta och saknar ventilation.

Skyddet i figur 4.5 är från golfcarttrader.com (2011) och fungerar genom att man hänger över ett kapell på bilen. Dörrarna går att rulla in, och man använder sig utav en dragkedja för att öppna och stänga. Väderskyddet är gjort i ett mjukt plastmaterial. Fördelen med denna är att kapellet inte blir speciellt dyrt. Det är också relativt enkelt att montera och demontera. Nackdelen är att de inte sitter åt och kommer att fladdra. Det är heller inte tillräckligt med ventilation för att det i vårt fall skall fungera.



Figur 4.5 Tältskydd från golfcarttrader.com

På Curtisindustries.net (2012) finns en golfbil med väggar och dörrar gjorda i hårdplast. Rutorna är av PVC plast för bästa möjliga sikt. Dörren öppnas parallellt med bilen som en skjutdörr. Säljaren påstår att den är lätt att montera. Det finns ingen prisinformation. Ingen information finns heller angående ventilation mer än att man kan köra med dörrarna öppna (se figur 4.6). Fördelar med detta är att man kan få en öppen känsla även om man inte monterat av dörrarna. Det tillkommer inget extra ljud eftersom dörrarna är gjorda i stabil hårdplast. Nackdelar är att lösningen väger mycket och att ingen bra ventilation finns.



Figur 4.6 Golfbild med tillbyggnad från Curtisindustries.net (2012)

På detta arbetsfordon från deere.se (2012) (se figur 4.7) sitter det dörrar av glas. Bilen är dock designad för dörrar från början och därför är de inte monterings/demonteringsbara. Dörren öppnas som en vanlig bildörr med pinngångjärn i framkanten. Fordonet är även utrustat med fläkt. Dörrarna är snygga och hållbara men väger mycket och är inte demonterbara för en brukare.



Figur 4.7 Arbetsfordon med dörrar av glas.

Detta fordon har dörrar från Dreamingcode.com (2012) som är byggda med en ram av stål (se figur 4.8). Där fönstret sitter är det ett mjukt plastmaterial (transparent dubbelpolerad vinylplast) som går att rulla på och av. Detta gör att man kan välja om man vill ha både rutorna stängda eller endast en ruta. Hur mycket man rullar ut och täcker fönstret är också anpassningsbart. Nackdelar med denna mjuka plastruta är att plasten kan fladdra i höga hastigheter.



Figur 4.8 Arbetsfordon med dörr av ram och vinylplast.

På Chalmers Campus Lindholmen i Göteborg används en elbil av märket Goupil för kortare transporter. Vi analyserade lösningen på bilens dörr (se figur 9). Den hade ett gångjärn som möjliggjorde att dörren gick att lyfta av (se figur 4.10). Dörren var byggd av en metallram och metalskiva och hade en ruta av hårdplast.



Figur 4.9 Elbil utanför Campus Lindholmen.



Figur 4.10 Gångjärn till elbil utanför Campus Lindholmen

4.3.4 Brainstorming

Vid brainstormingen kom vi fram till 20 olika koncept. Alla koncept finns beskrivna i bilaga 6. Namnen på koncepten utgår från konceptets huvudfunktion och siffrorna inom parenteserna är konceptets nummer som används genom hela rapporten.

4.3.5 Morfologisk matris

Koncept nummer ett, tre och åtta är tagna ur morfologisk matris och finns i bilaga 6. Dessa uppfyller delfunktioner på olika sätt (se beskrivningar i konceptbeskrivningar och jämför med lösta delfunktioner i morfologisk matris).

4.4 Första konceptvalet

I detta kapitel används tre metoder för att få fram vilket koncept som ska vidareutvecklas. Först används en snabb metod go/no-go för att få bort de som inte klarar kraven. Steg två är en urvalsmatris som presenterar vilka koncept som upplever önskemålen bäst och steg tre som är företagets ord används som slutgiltigt beslut om vilket koncept som ska vidareutvecklas.

4.4.1 Kassering och urval av koncept

När vi gjorde go or no go metoden (se bilaga 7) loopades alla koncept mot kravspecifikationen och det gjorde att två av våra koncept försvann på grund av bristande hållbarhet då vi antar att det bildas ett kraftigt moment på grund av vinden och den utstickande dörren. Hållbarheten i dessa koncept var ett problem när dörrarna var öppna och utsattes för stark sidovind då ingen realistisk lösning gick att applicera på dessa koncept för att få dem att hålla.

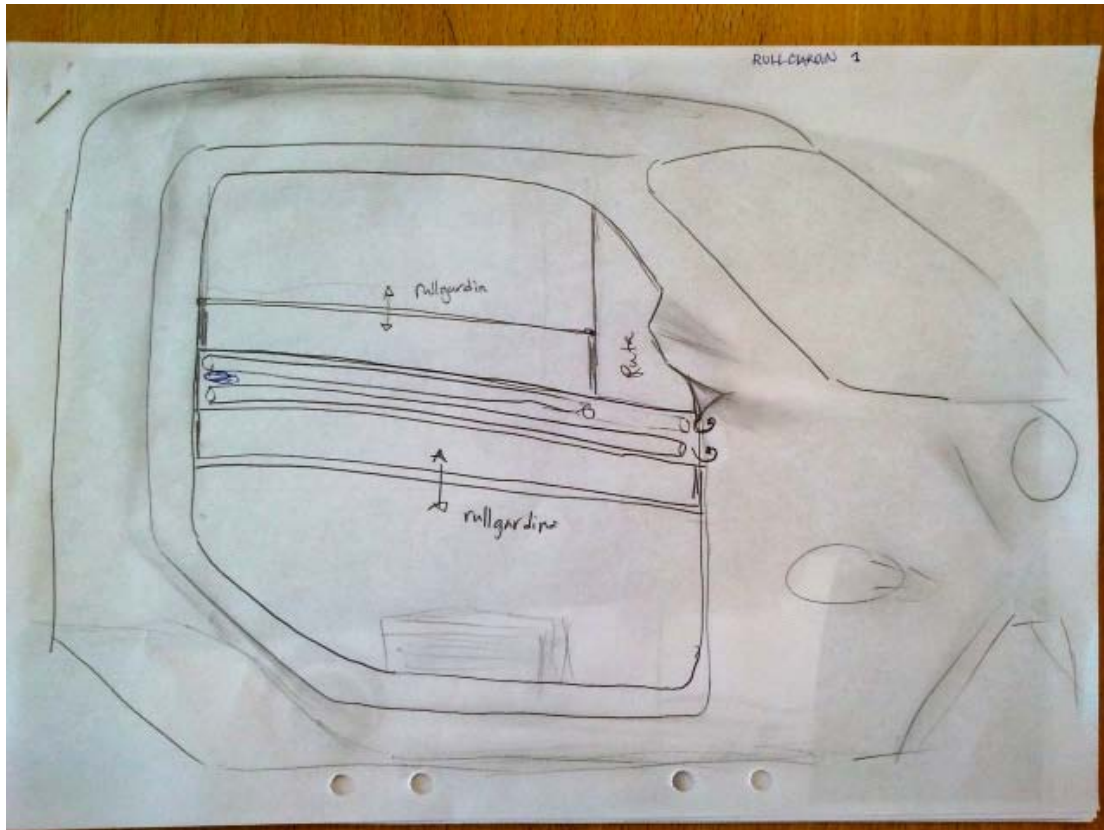
Vidare gjorde vi en urvalsmatris (se tabell 4.2) där koncept 10, 17 och 20 fick bäst resultat. Koncept 4 och 6 visar exempel på hur resultatet såg ut för koncept som inte gick vidare. Dessa koncept skiljer sig väldigt mycket från varandra men uppfyller ändå nästan önskemålen likadant. Varje koncept finns beskrivet i kapitel 4.4.2-4. Denna matris användes även i utvecklingen av det vinnande konceptet då några problem uppstod och man kunde gå tillbaka för att se hur andra ratade koncept löste detta bättre.

Tabell 4.2 Utdrag ur Urvalsmatris bilaga 8

Del/stöd- funktion	Önskemål	Nr4	Nr6	Nr10	Nr17	Nr20
Skydda mot vatten vid stillastående	100%	0	0	2	2	2
Vid körning	100%	0	0	2	2	2
Medge monterbarhet	< 11 delar	0	2	2	2	2
Medge avtagbarhet	< 2 min	0	2	2	2	2
Vara öppningsbar	Båda samtidigt	2	2	2	2	2
Medge på- och avstigning	10 sek	0	2	2	1	2
Inte vara skadebenägen	Alltid	2	2	2	1	2
Förvaringsbar	Ihopsättningsbara med varandra	2	2	2	2	1
Klara utmattning	15000 cykler	1	2	2	2	2
Tåla grus/sand	Kraftig	0	2	1	2	2
Vara låsbar	Utifrån	0	1	0	1	2
Medge färgval	Ja	2	2	0	2	0
Minskad ljudnivå från gatan	5 dB	0	1	1	2	2
Oljudsfri t ex skrammel	Inget tillfört	2	2	2	1	2
Medge ventilation	Aldrig någon imma	2	2	2	1	1
Vara återvinningsbar	Separerbar	2	2	1	2	2
Minska luftmotstånd	20%	2	1	2	2	2
Medge liten viktökning	<10 kg	1	2	0	2	1
Kostnad	< 2000 kr	1	2	0	2	2
Vara Underhållsbar	Inget underhåll krävs	0	2	2	2	2
SUMMA		29	47	48	51	52

4.4.2 Koncept 10

Konceptet uppkom under brainstorming, där inspiration hämtades från katalogmetoden på IKEA där det fanns många olika lösningar på rullgardiner. Tanken var att dörren aldrig skulle monteras bort och detta beror på att den mittkonsol som finns inte förstör känslan av att åka utan dörrar.



Figur 4.11 Koncept nummer 10

Funktion: En bred horisontell mittkonsol som öppnas med hjälp av gångjärn i framkant. I denna konsol sitter två stycken rullgardiner som kan dras ner och upp för att täcka igen dörren. Den har en främre ruta för att kunna justera öppningen på övre delen.

Material: Hårdplast för konsolen, kapellväv/vinyl, trampolinväv (finmaskigt tyg som andas, kan behövas genomgående profiler för att minska fladder).

Positivt:

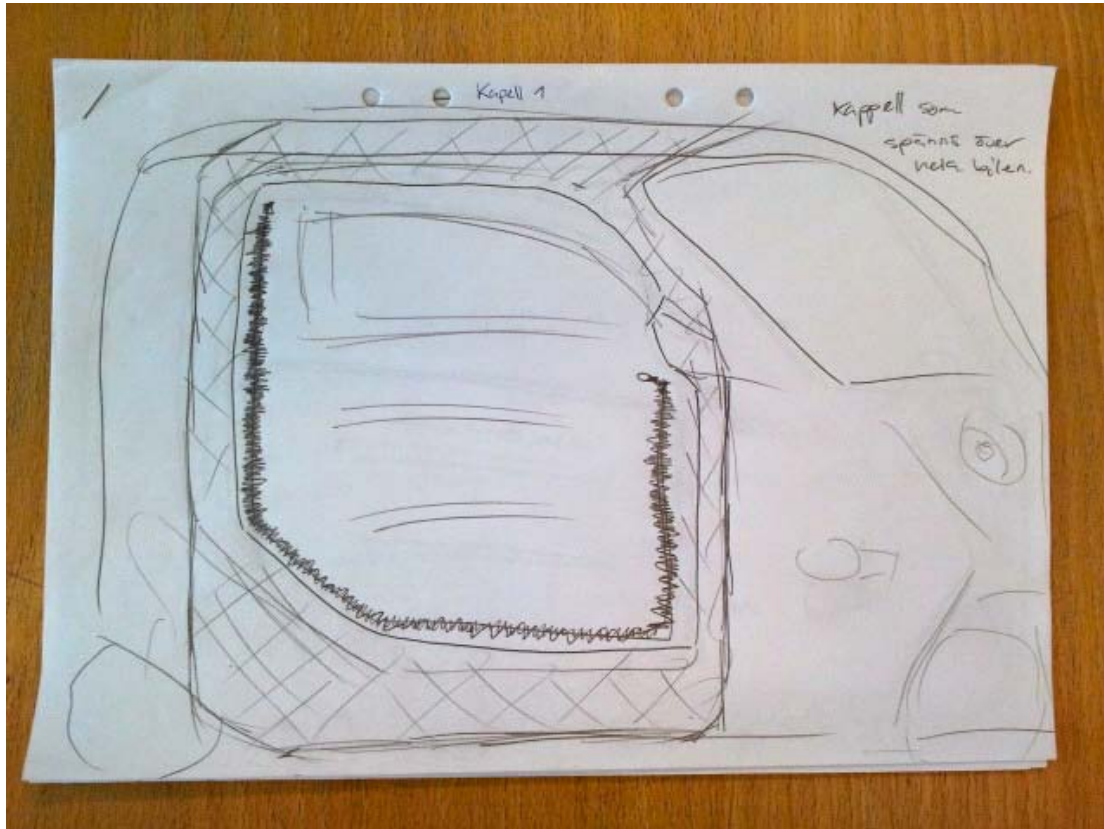
- Skapar känsla av trygghet
- Lätt att göra robust (hög kvalitetskänsla)
- Enkel konstruktion
- Få delar för användaren
- Mycket anpassningsbar

Negativt:

- Hög kostnad
- Längsgående profiler gör den klumpig i snurrfunktionen
- Svår att få den hålla många cykler på grund av stort moment
- Mekaniken utsätts för hårt väder
- Konsolen blir väldigt lång och kan vara otymplig på parkeringar

4.4.3 Koncept 17

Detta koncept är inspirerat från katalogsökningen på internet där vi fann golfbilar som var täckta av ett kapell. Ett annat användningsområde för kapell är på båtar. Därav vet vi att man kan åka i höga hastigheter och att kapell tål starka vindar och mycket vatten.



Figur 4.12 Koncept nummer 17

Funktion: Ett kapell som läggs över hela bilen och spänns fast med spännband under bilen. Kan behövas någon extra fästpunkt på karossen. Dragkedja för att öppna så man kommer in och ut. Längsgående profiler för att minska fladder. Insydda magneter för att kunna vika upp kapell och hålla det på plats. Ventilation byggs in genom ett öppet hål eller ett fält med nätmaterial.

Material: Kapellväv, kapellvinyl och trampolinväv

Positivt:

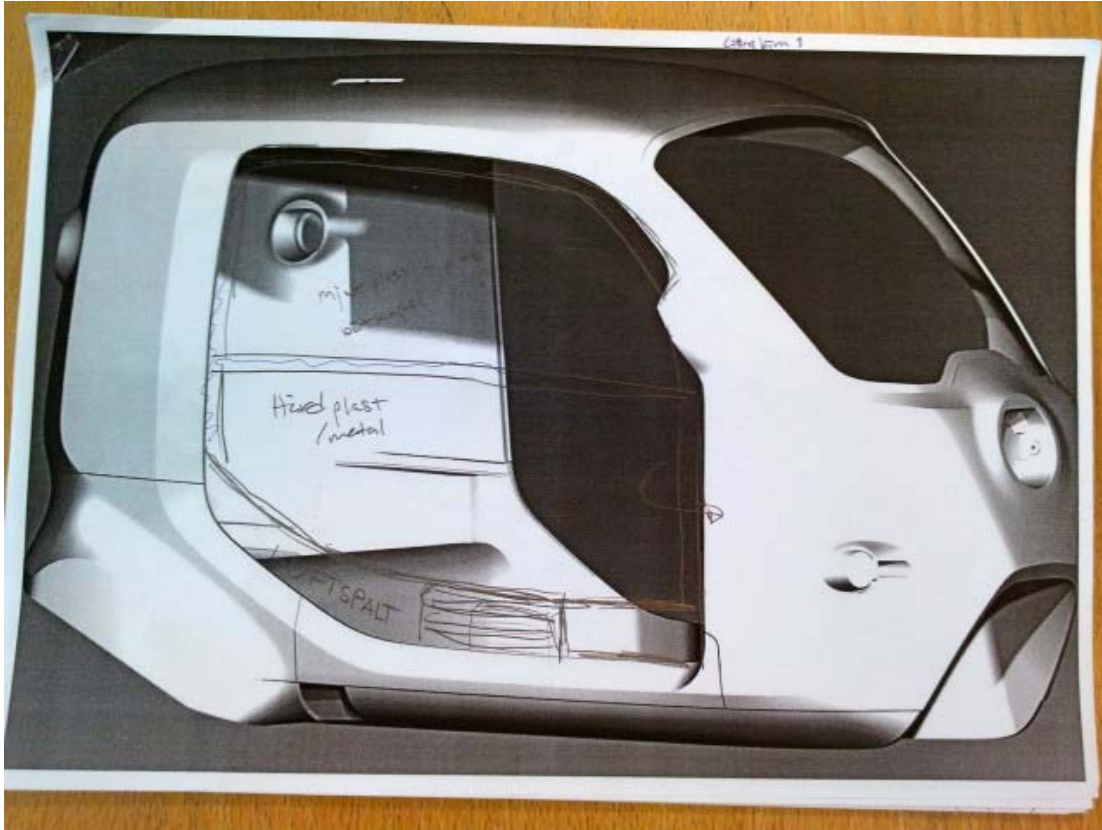
- Lätt konstruktion
- Snabb och smidig av- och påsättning
- Skyddar till 100% förare och passagerare
- Smidig förvaring

Negativt:

- Kan fladdra
- Svår att skapa god ventilation utan att släppa in vatten

4.4.4 Koncept 20

Detta koncept är inspirerat ifrån en dörr vi fann på ett arbetsfordon via katalogsökningen på internet. Det skiljer sig en del då vi har valt att använda en hård skiva ner till istället för att ha mjuk vinylplast uppe och nere.



Figur 4.13 Koncept nummer 20

Funktion: En hård ram byggd runt öppningen och en som går rakt igenom på mitten. Nedre delen är täckt med en skiva som limmas eller skruvas fast på ramen. Övre delen kan man täcka för med kapellvinyl som annars hänger på insidan av dörren. Gångjärn i främre kanten.

Material: Hårdplast som täckskiva, vinylplast som övre ruta och ramen i hårdplast eller metall.

Positivt:

- Igenkänningsupplevelse med ruta och dörr
- Enkel av- och påsättning
- Kan välja att köra helskyddad eller med ruta nere.

Negativt:

- Kan fladdra
- Svårt att skapa god ventilation utan att släppa in vatten
- Tung på grund av ramen

4.4.5 Företagets ord

Efter diskussion med handledaren på Clean motion valde vi att fortsätta med koncept nummer 20 med motiveringen att detta koncept var mest estetiskt tilltalande av de vinnande koncepten. Koncept nummer 10 ansågs bli för tung vilket skulle medföra stora moment vid infästningarna. Koncept 17 valdes bort med tanke på att den inte var nog estetiskt tilltalande och det ansågs även finnas ett väsentligt problem med att få formen på konceptet att passa på Z-Bee.

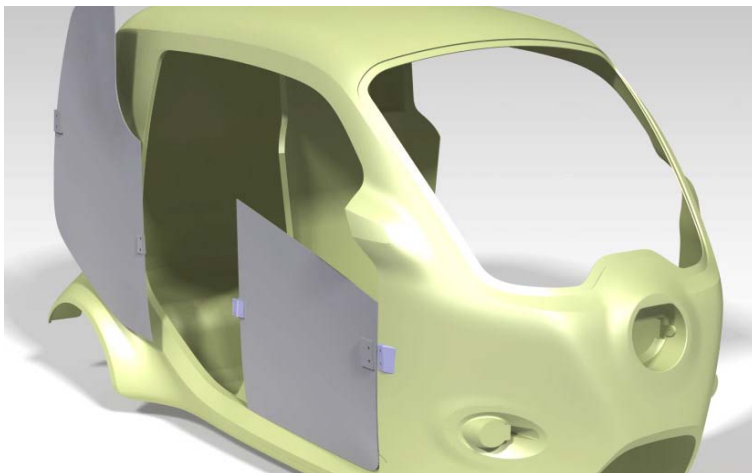
Det problem som finns med koncept 20 är att dörren blir väldigt lång vilket gör att öppningen begränsas om man står på en trång parkering. Vidare frågeställning blir därför hur det ska gå att öppna dörren på ett smartare sätt. Vi kom även fram till att föraren är nog skyddad om man stänger nedre delen av öppningen och halva övre delen bak, därför ska dörren utformas på ett sådant sätt så att passagerarna skyddas mera än föraren upptill men likadant som föraren nertill.

4.4.6 Modifiering av koncept nummer 20

Efter att ha utfört Osborns idésporrar och använt oss av de kasserade koncepten kom vi fram till tre olika sätt att öppna dörrarna på nämligen Bussdörr, Vikdörr och Gångjärn fram och bak.

4.4.6.1 Bussdörr

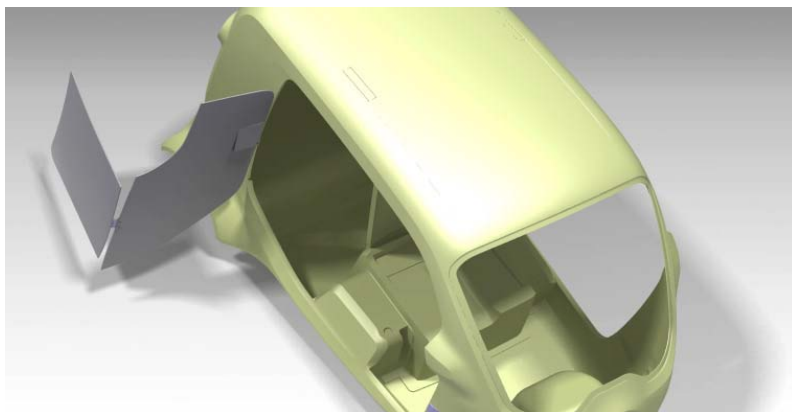
Den första modifieringen av koncept nummer 20 som vi fick fram efter Osborns idésporrar utförts var Bussdörr. Lösningen innebär att bakhjulet öppnas utåt och svänger runt en centrumaxel på insidan av Z-bees kaross. Namnet bussdörr kommer från att vi fått lösningen från brainstormingen i ett tidigare skede där vi kollade på hur dagens bussar öppnar sina dörrar. Framdörren öppnas utåt med gångjärn i framkant. Dörrarna är delade i två för att dörren annars skulle vara lång och därmed vara opraktisk vid på och avstigning. Nackdelarna med detta koncept är att infästningen till bakhjulet tar stor plats och att lösningen blir komplicerad då man ska göra denna demonterbar. Figur 4.14 är en bild som beskriver bussdörrslösningen.



Figur 4.14 Bussdörr med bakhjulet i öppet läge och framdörr i stängt läge.

4.4.6.2 Vikdörr

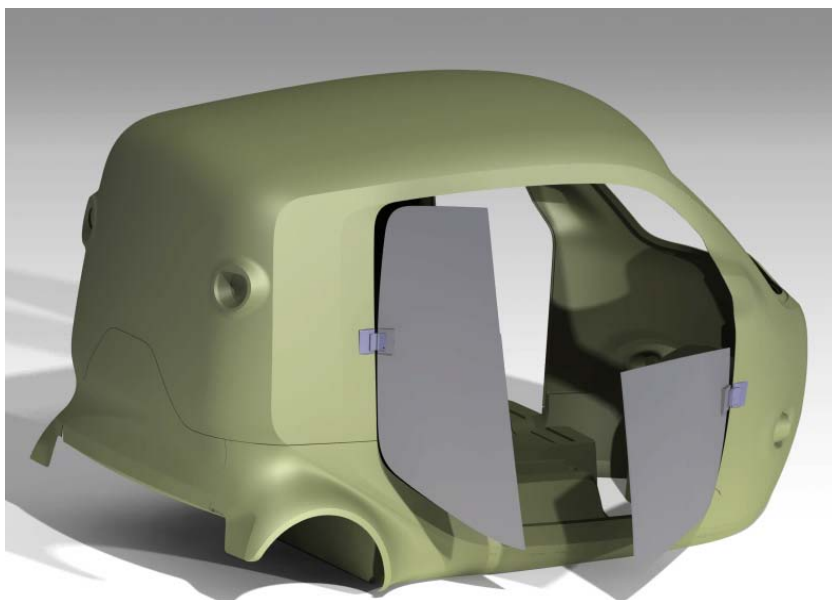
Den andra modifieringen av koncept nummer 20 var Vikdörr. Lösningen innebär att dörren öppnas utåt genom att bakdörren är fast i bakkant med gångjärn och ledad i framdörren för att bakdörren och framdörren ska kunna vikas ihop och sedan fällas utåt. Denna vikning kom till för att dörren skulle minska i längd vid öppning och därmed minimera problemet med upptagning av plats vid öppning. Nackdelen med vikedörren är att den blir svårkontrollerad då den kan fladdra. Figur 4.15 illustrerar hur öppningen med denna lösning sker.



Figur 4.15 Vikdörr i öppet läge.

4.4.6.3 Gångjärn fram och bak

Den tredje modifieringen av koncept nummer 20 som vi kom fram till var att dörren skulle delas på mitten och bakdörren skulle ha gångjärn i bakkant medan framdörren skulle ha gångjärn i framkant. Figur 4.16 illustrerar lösningen gångjärn fram och bak i öppet läge.



Figur 4.16 Gångjärn fram och bak i öppet läge.

4.4.6.4 Val av modifiering

Efter diskussion med Clean motion kom vi fram till att Gångjärn fram och bak var lösningen vi skulle fortsätta med eftersom denna uppfyllde önskemålen på samma sätt som de andra två modifieringarna trots att denna var betydligt mindre komplex att tillverka och montera.

4.5 Detaljerad design

Efter att ha valt slutgiltig modifiering av konceptet ledde det till att gångjärn, stängningsanordning, ram och dörrkaross skulle konstrueras i detalj. Därför har varje detalj genomgått en förkortad PDP arbetsgång där en detaljerad funktionslista för varje del togs fram och ut efter funktionslistan gjordes en material- och tillverkningsanalys. Vidare bestämdes design, funktionalitet och priser för varje detalj. I detta kapitel har materialanalyser, kostnadsanalyser och kataloganalyser skett parallellt med framställningen av den detaljerade designen.

4.5.1 Detaljerad ramdesign

Enligt konceptet ska ramen vara den del i dörren som utgör formen. Från tidigare funktionslista (se bilaga 4) ska dörren bestå av så få delar som möjligt och det medför att ramen också ska bestå av få delar. Efter diskussion och ledning från P. Öhl (Personlig kontakt, 12-04-18) kom vi fram till att ramen skulle bockas i ett stycke med motiveringen att det är billigt eftersom inga stora investeringar krävs vilket gör att man kan tillverka små serier. För att kunna limma fast en plastskiva på ramen krävs också att ramen består av en kvadratisk profil.

4.5.1.1 Detaljerad kravlista för ram

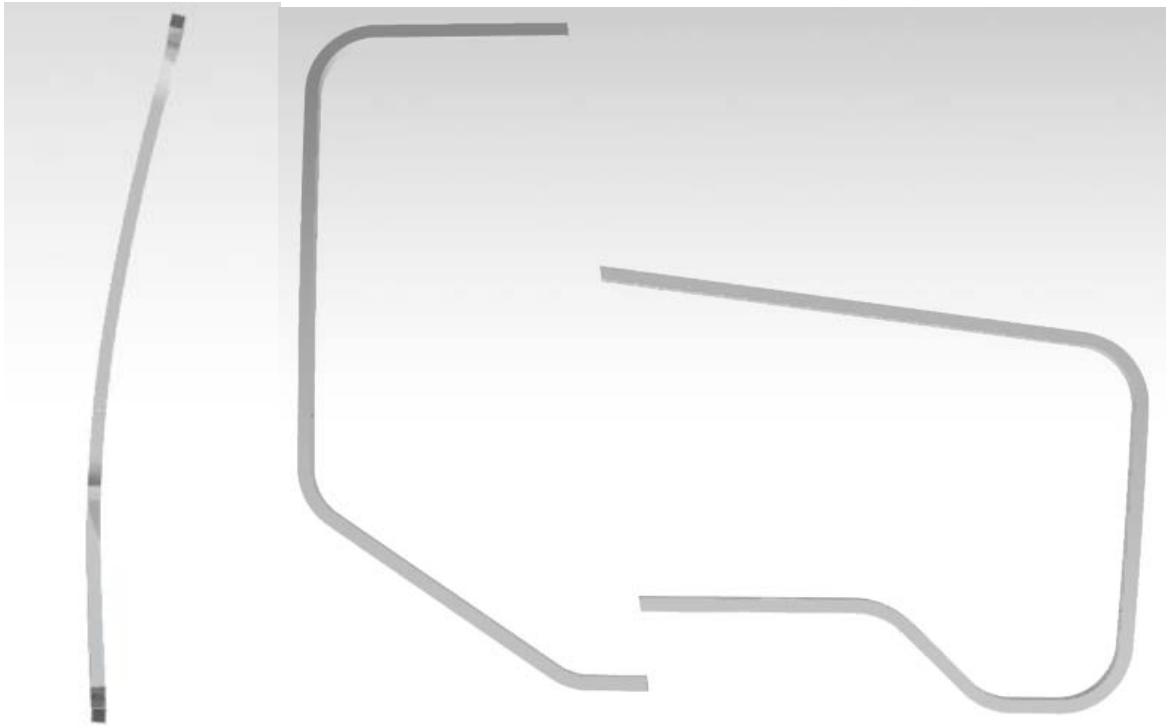
I funktionslistan (se bilaga 4) finns det krav som påverkar ramen design och funktion. För att bestämma funktionernas krav ytterligare pratade vi med P. Öhl (Personlig kontakt, 12-04-18) om vilka problem som uppstår vid krökning av en profil. Därför tillkom kravet att ramen skall vara krökningsbar. Funktionslistan gäller för en dörrsida. Ramens viktkrav sattes till 1/5 (se tabell 4.3) av totala viktkravet då det totala viktkravet delades upp på alla nytillkomna detaljerade delar. Priskravet sattes till 1000 kronor då vi ansåg att ramen var den del som skulle kosta mest och därför belastar den hälften av det totala priset.

Tabell 4.3 Detaljerad funktionslista för ram

Ram	
Funktion	Krav
Vara ihoppsättningsbar med dörrkaross	Fästas med lim
Vara krökningsbar	Ja
Vara lätt	2 kg
Vara billig	<1000 kr
Vara rostfri	100%

4.5.1.2 Detaljerad konstruktion av ram

Ramen är den del som utgör formen för dörren. Den består av en kvadratisk profil som kröks med en radie enligt Z-bees form och att den kröks för att passa dörrrens öppning (se figur 4.17). Den är delad i två för att vara till fram respektive bakdörr. Från början skulle det finnas en ramdel som gick vertikalt mellan överdel och underdel på fram- respektive bakram för att stärka och stabilisera dörrkarossen. Då dörrkarossen ändå kröks över ramens form kommer den stärkas tillräckligt av radien för att inte börja fladdra och därför konstaterade vi genom diskussion med Clean motion att den vertikala ramdelen inte behövs.

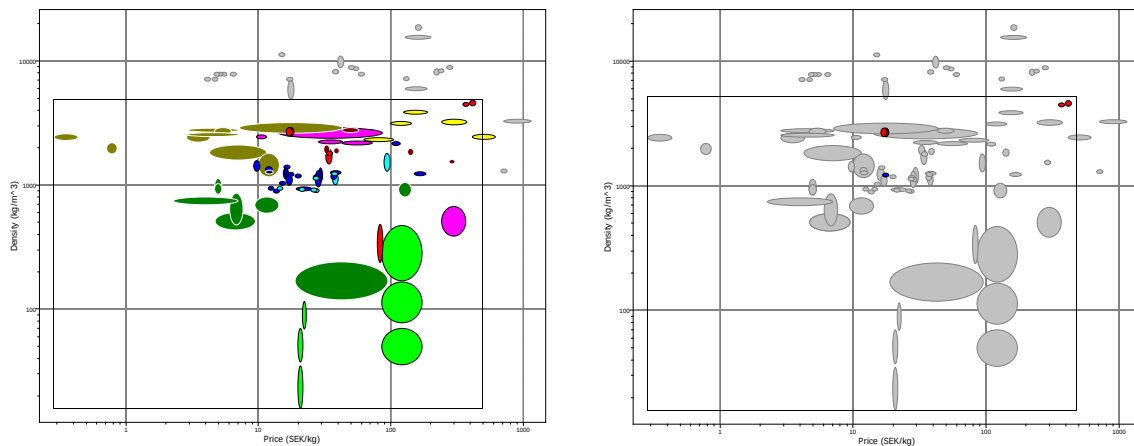


Figur 4.17 Till vänster är ramens form i genomskärning och till höger är ramdelarna från sidan.

4.5.1.3 Detaljerad materialanalys för ram

Ramens volym konstruerades först i Catia och mättes till $3,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ vid $20\text{mm} \cdot 20\text{mm} \cdot 1,5\text{mm}$ storlek på profilen. Därefter tog vi kravet för vad ramen fick väga och dividerade detta med volymen (se uträkning 4.1) för att få densiteten. För att sätta kravet för pris tog vi vad ramen fick kosta (se tabell 4.3) dividerat med vad den fick väga (se uträkning 4.2). Dessa två parametrar sattes sedan upp i CES-databasen i ett begränsat diagram där endast vissa material blev kvar (se figur 4.18). Som man kan utläsa i diagrammet finns det en stor mängd material att välja på vilket gjorde att vi var tvungna att begränsa oss ännu mera föra att få fram ett möjligt ram-material.

Vi valde därför att använda oss av formbarhetsskalan för tillverkning i CES-databasen då ramen har som krav att den ska kunna krökas. Formbarhetsskalan är uppdelad i skala 1-5 där 1 betyder opraktisk och 5 betyder utmärkt. Eftersom det är en viktig egenskap för ramen att kunna krökas valde vi minimum i formbarhetsskalan som en fyra. Vi valde även 500MPa som det minimala värdet på elasticiteten för att vara säkra på att få med material som skulle kunna krökas extremt mycket eftersom vi inte kommer göra några större beräkningar för krökning i detta examensarbete. Vi fick då fyra material kvar i diagrammet (se figur 4.18). Två av dessa material låg dock extremt nära kravgränsen för priset och valdes därför bort.



Figur 4.18 Visar till vänster materialen som återstod efter att första begränsningarna för materialvalet genomförts. Till höger visas de fyra återstående materialen som återstod efter att ytterligare avgränsningar gjorts.

$$2\text{kg}/3,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 5555,6 \text{ kg/m}^3 \quad (4.1)$$

$$1000\text{kr}/2\text{kg} = 500\text{kr/kg} \quad (4.2)$$

Det material som vi fick kvar efter arbetet i CES-databasen var åldringshårdade smidda aluminiumlegeringar. Vid telefonsamtalet med B, Johansson på Willis mekaniska AB (se kapitel 4.5.1.4) uppkom ingen diskussion om vilken specifik aluminiumlegering han kunde bocka utan det enda som var viktigt att få reda på var om radierna som konstruerats i Catia V5 gick att bocka.

När vi använde oss av volymen av ramdelarna från Catia fick vi enligt uträkningarna 4.3, 4.4 och 4.5 en dörrsidas ram till att väga 1,127 kg.

$$\text{Framram: } 0,00021 \text{ m}^3 \cdot 2700 \text{ kg/m}^3 = 0,567 \text{ kg} \quad (4.3)$$

$$\text{Bakram: } 0,0002 \text{ m}^3 \cdot 2700 \text{ kg/m}^3 = 0,560 \text{ kg} \quad (4.4)$$

$$\text{Totala vikten: } 0,56 \text{ kg} + 0,567 \text{ kg} = 1,127 \text{ kg} \quad (4.5)$$

4.5.1.4 Kostnad och tillverkningsmetod för ram

För att hitta priser på aluminium för ramen ringde vi ett samtal till Linde metallteknik AB. F, Viklund gav oss då ett pris för fyrkantiga aluminiumrör på 50kr per meter. Linde metallteknik AB kunde inte bocka aluminium och gav oss därför tips om sidan industritorget.se där man kan söka på olika bearbetningsmetoder och få fram företag för dessa. Vi valde därför att använda oss av internetsidan industritorget.se. Vi hittade genom hemsidan företaget willismekaniska.se (2010) som bockar aluminium i en CNC-rörbockningsmaskin. För att få en prisbild för bockning och material, begränsningar i bockningsradie och profilgeometri ringde vi B. Johansson (12-04-27) som jobbar på Willis mekaniska AB. Radien som han kunde bocka var 116mm medan rörets storlek var 42,4mm i diameter. Priset han gav till oss var runt 800kr till 900kr i ställtid och maskintid för maskinen exklusive moms och materialkostnad. Prisbilden för ramen som vi efter samtalen fått fram landade på

1150kr för en dörrsida (se uträkning 4.4). Vid uträkningen användes den totala längden på ramen för en dörrsida som efter uträkning i Catia blev på ca 5 meter.

$$900kr + (50kr \cdot 5m) = 1150kr \quad (4.4)$$

4.5.2 Detaljerad dörrkarossdesign

Dörrkarossdesignen skall passa Z-bees form och vara estetiskt tilltalande. Designen ska också vara praktisk med avseende till att man lätt ska kunna ta sig in och ut ur bilen. Därför har vi i detta kapitel gjort ett snitttest. Material har valts ut efter de krav som kommer från tidigare funktionslista (se tabell 4.3). Vi tar också hänsyn till att tillverkningen inte är exakt och därför har vi valt efter diskussion med handledaren på Clean Motion, att lämna 3 mm runt om dörrkarossen och Z-bees kant.

4.5.2.1 Detaljerad funktionslista för Dörrkaross

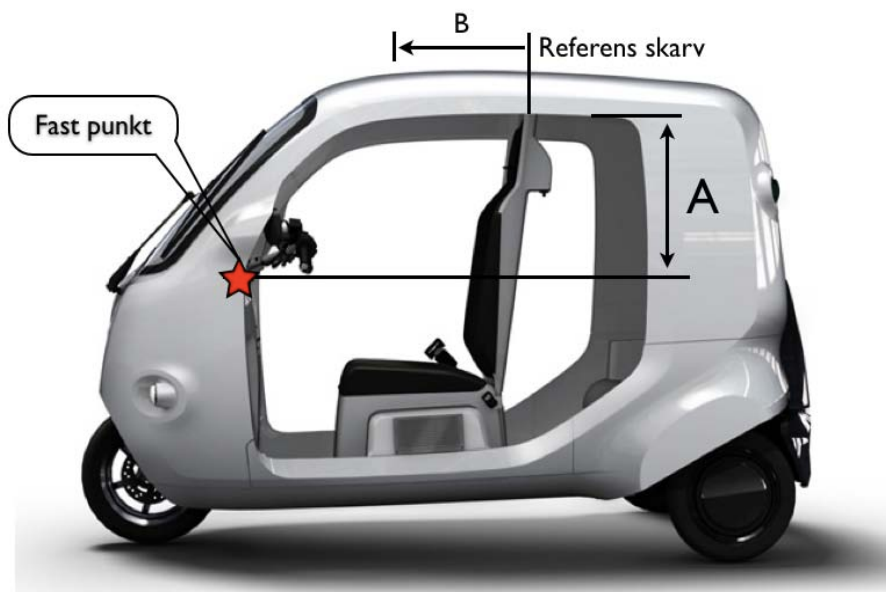
Den detaljerade funktionslistan för dörrkarossen kommer ifrån tidigare gjord funktionslista (se bilaga 4). Eftersom dörrkarossen utgör störst volym av dörrens delar så har vi satt gränsen 6 kg (se tabell 4.4). Eftersom ramen har en kostnadsgräns på 1000 kronor medför det att det finns 1000 kronor kvar till dörrkaross, gångjärn och stängningsanordning och därför satte vi gränsen för kostnaden på dörrkarossen till 500 kronor. För att dörrkarossen ska kunna fästas på ramen måste också materialet vara möjligt kröka.

Tabell 4.4 Detaljerad funktionslista för dörrkaross.

Dörrkaross	
Funktion	Krav
Vara ihopsättningsbar med ram	Fästas med lim
Vara krökningsbar (enkelkrökt)	Till gränsen att det passar form på Z-Bee
Vara lätt	6kg
Vara billig	<500kr

4.5.2.2 Snitttest för dörrkarossdesign

Resultatet vi fick ut av snitttestet var att fönstersnittet var mest estetiskt tilltalande när det följde Z-bees form utifrån den fasta punkten på figur 4.19. Detta snitt resulterar att bilen ser sportig ut och Z-bees form får en naturlig fortsättning med hjälp av fönsterlinjen. Dörrsnittet valdes ut efter diskussion med Clean motion att för att föraren endast ska behöva öppna framdörren medan det var okej att passagerarna behöver öppna båda dörrarna. Vidare konstaterades också för estetikens skull att dörren skulle ha ett snitt som hade samma vinkel som stolsryggen i Z-bee. Detta resulterade i att B=12cm och A= 30,5cm. Kommentarererna och måtten för varje enskilt snitttest är beskrivet i tabell 4.5.



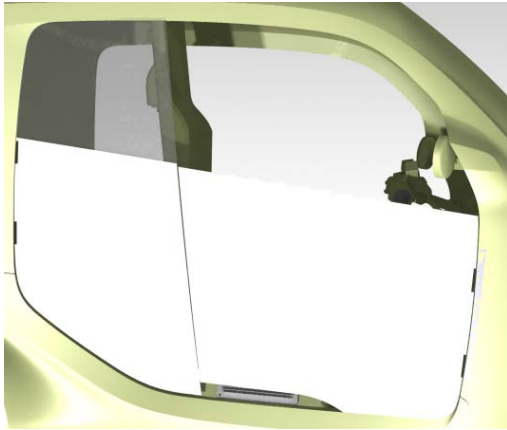
Figur 4.19 Illustration av de under snittestet varierande måtten A och B och den fasta punkten.

Tabell 4.5 Snittestens mått inklusive kommentarer.

Snittest	A(cm)	B(cm)	Kommentar
Horisontellt fönstersnitt, och dörrsnitt enligt stolsrygg	43,50	12,00	Bra sikt bak, ej naturligt intryck p.g.a. fönstersnittet.
Fönstersnitt enligt formen på Z-Bee, dörrsnitt efter stolstrygg	30,50	12,00	Sportigt intryck, fortfarande bra sikt bak.
Större vinkel horisontellt, dörrsnitt efter stolsrygg	23,50	12,00	För stor vinkel, liten sikt från baksätet.
Vertikalt dörrsnitt, fönstersnitt enligt Z-Bees form	30,50	12,00	Mindre snyggt, mindre ruta bak -> mindre skydd mot regn.
Vertikalt dörrsnitt, fönstersnitt enligt Z-Bees form	30,50	23,00	Går att stiga på fram men lite ansträngt, för smalt för att komma in bak.
Vertikalt dörrsnitt, fönstersnitt enligt Z-Bees form	30,50	35,00	Väldigt ansträngt att ta sig in utan att öppna förardörr. Går att komma in bak utan att öppna förardörr.

4.5.2.3 Detaljerad konstruktion av dörrkaross

Av snitttestet (se kapitel 4.5.2.2) framkom vilka vinklar vi skulle ha på designen för dörrkarossen. Efter diskussion med Clean motion kom vi också fram till att skivan som skulle spännas över ramen skulle vara ca 3 mm tjock. Vid snitttestet framkom även att man känner sig instängd i baksätet om bakdörren inte har en ruta högst upp. Bakdörren designades därför med en ruta. Bakrutans storlek blev naturligt den som följer den horisontella linjen och bryter bakdörren (se figur 4.20).



Figur 4.20 Dörrkarossens utformning.

4.5.2.4 Detaljerad materialanalys för dörrkaross

Dörrkarossens volym konstruerades först i Catia och mättes till $0,004\text{m}^3$ vid utförande med 3mm tjocklek. Därefter tog vi kravet för vad dörrkarossen fick väga och dividerade detta med volymen (se uträkning 4.5) för att få densiteten. För att sätta kravet för pris tog vi vad dörrkarossen fick kosta dividerat med vad den fick väga (se uträkning 4.6). Dessa två parametrar sattes sedan upp i CES-databasen i ett begränsat diagram där endast vissa material blev kvar.

För att begränsa materialen ytterligare använde vi oss av nästa krav i funktionslistan för dörrkarossen som var att dörren ska vara krökningsbar. Kravet som sattes i CES-databasen för krökningen var ett mått på elasticiteten på minimum 8,27MPa och ett maximum på 95MPa. Detta var gränsen för familjen polymerer och för att materialet ska samspela med Z-Bees andra material som till mestadels består av polymerer. Vi valde att begränsa oss inom familjen polymerer. Vidare satte vi krav på ett minimum 0,4 MPa i brottseghet och ett maximum på 5,62 MPa eftersom familjen polymerer även ligger inom denna skala. Elasticitetsmodulen valdes till att ligga mellan 0,2 och 5 eftersom värden på elasticitetsmodulen för familjen polymerer ligger inom dessa värden.

För att kunna forma dörrkarossen utefter ramen sattes även denna till en fyra i formbarhetsskalan för tillverkning eftersom ramen hade en fyra som gräns i denna skala. I denna fas hade vi nu 18 olika plaster kvar.

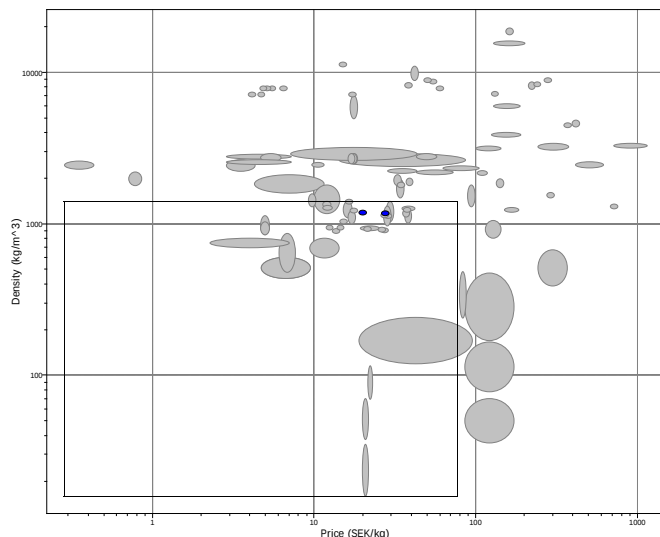
För att begränsa oss ytterligare valde vi att höja kravet för elasticiteten (sträckgränsen) samtidigt som vi höjde kravet för hårdheten då vi ville att materialet skulle vara så elastiskt som möjligt samtidigt som vi tog kravet från kravlistan att materialet ska tåla slag så bra som möjligt.

Eftersom vi även vill att ena delen av bakdörren ska vara en ruta som man kan se ut genom valdes även kravet på dörrkarossen till att ha optisk kvalitet, detta för att slippa ha flera olika plaster på dörren. Detta skulle då minska komplexiteten för tillverkning och transport eftersom dörrkarossen kan tillverkas på samma ställe.

$$6\text{kg}/0,004\text{m}^3 = 1500\text{kg}/\text{m}^3 \quad (4.5)$$

$$500\text{kr}/6\text{kg} = 83\text{kr}/\text{kg} \quad (4.6)$$

Materialen som återstod efter arbetet med dörrkarossen i CES-databasen var de två plasterna polykarbonat och polymethyl methacrylate (se figur 4.20).



Figur 4.20 De två återstående materialen polykarbonat och polymethyl methacrylate efter insättning av avgränsningskriterier i CES-databasen.

Vidare analys av de två återstående materialen gjordes på arlaplast.se (2012) då denna tillverkare producerar och säljer plastskivor av olika sorters plaster. Eftersom plasten ska kunna vara transparent valdes en jämförelse att göras mellan Saphir® och Makroclear® som är två olika okrossbara plaster. För att få en mera exakt prisbild på de transparenta polykarbonatplasterna på sidan ringde vi P. Essung och gjorde en kort jämförelse mellan plasterna Saphir® och Makroclear® och vi fick då ett ungefärligt pris på 50kr/kg och en densitet på 1200kg/m³ för Makroclear®. Saphir® hade samma okrossbara förmåga men priset var på tre gånger så högt. Plasten som valdes var därför Makroclear® som efter uträkning (se uträkning 4.7) fick ett pris per dörrsida på 215kr. Priset är då endast för materialet på en solid skiva utan utskärning av flera mindre skivor. Priset på 215kr är ett pris som ligger 285kr under kravet på 500kr vilket innebär att det finns 285kr kvar till utskärning av bakskiva, fönsterskiva och framskiva vilket verkar möjligt att klara sig på.

Den totala vikten för dörrkarossen beräknas till (enligt uträkningarna 4.7 till 4.11) 5,5kg som är summan av framskivan, bakskivan och fönsterskivans vikt som baseras på densiteten 1200 kg/m³.

$$\text{Framsiva: } 0,002\text{m}^3 \cdot 1200\text{kg}/\text{m}^3 = 2,4\text{kg} \quad (4.7)$$

$$\text{Bakskiva: } 0,001\text{m}^3 \cdot 1200\text{kg}/\text{m}^3 = 1,2\text{kg} \quad (4.8)$$

$$\text{Fönsterskiva: } 0,000585\text{m}^3 \cdot 1200\text{kg}/\text{m}^3 = 0,702\text{kg} \quad (4.9)$$

$$\text{Summa vikt plastskivor: } 2,4\text{kg} + 1,2\text{kg} + 0,702\text{kg} = 4,302\text{kg} \quad (4.10)$$

$$\text{Summa kostnad plastskivor: } 4,3\text{kg} \cdot 50\text{kr/kg} = 215\text{kr} \quad (4.11)$$

4.5.3 Detaljerad design av Gångjärn

I detta examensarbete var inte målet att konstruera ett nytt gångjärn utan använda ett befintligt som finns på marknaden och som uppfyllde kraven i den detaljerade funktionslistan. Vid val av gångjärn använde vi oss av katalogmetoden på internet för att söka efter ett rostfritt och avlyftbart gångjärn då rostfritt och avlyftbart var två grundläggande krav från den detaljerade kravlistan (se tabell 4.6).

Clean Motion ville inte att gångjärnen skulle fästas på utsidan av Z-bee vilket medförde problem då det inte fanns några plana ytor på insidan att fästa gångjärn i. Det gick därför inte att få gångjärnen att rotera i samma centrumlinje. Därför beslutade vi att Clean motion skulle ändra designen på Z-bee och skapa plana ytor fram och bak för att det ska gå lätt att fästa gångjärn.

4.5.3.1 Detaljerade funktionslista för gångjärn

Den detaljerade funktionslistan för gångjärn utgår från funktionslistan som gäller för hela dörren (se bilaga 4). Den detaljerade funktionslistan gäller för en sida på Z-Bee. Kostnadsutrymmet som finns kvar efter dörrkaross och ram är 500 kr. Det gjorde att stängningsanordning och gångjärn delade lika på resten och därför blev kostnadskravet blev 250 kronor för de gångjärn som krävs. Kravet om att gångjärnen ska vara bockningsbara kommer från att designen kräver en speciell form som inte finns att köpa färdigt.

Tabell 4.6 Detaljerad funktionslista för gångjärn.

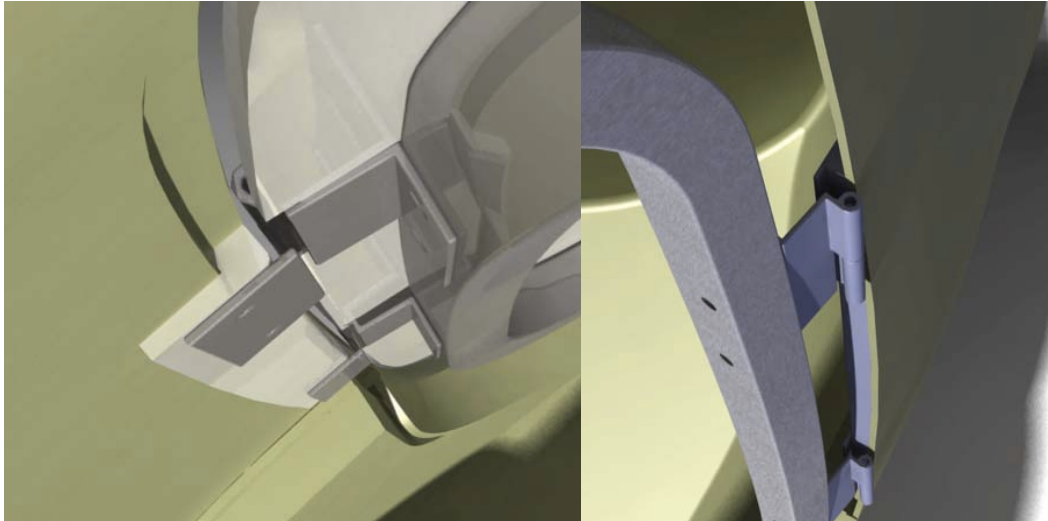
Gångjärn	
Funktion	Krav
Vara rostfri	100%
Vara öppningsbar	90°
Tåla moment	Ja
Vara billigt	<250kr
Vara bockningsbar	Ja
Vara avlyftbar	Ja

4.5.3.2 Detaljerad konstruktion av gångjärn

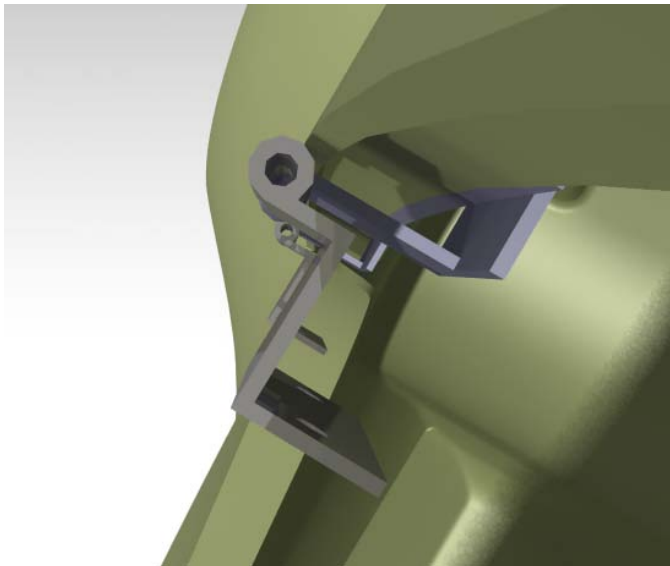
Beslutet om att skapa plana ytor gjorde att vi kunde anta att de plana ytorna fram och bak redan fanns (se figur 4.21). Ett ytterligare problem var att dörrarna måste rotera kring en centrumaxel som ligger utanför Z-bees kaross (se figur 4.21) för att undvika att dörren går ihop med karossen. Detta medförde att gångjärnen måste bockas enligt figur 4.22.

För att få fram en ungefärlig vikt för de fyra gångjärnen beräknades den med hjälp av volymen för gångjärnen från Catia och multiplicerade det med densiteten för stål (se uträkning 4.12).

$$(8,4 \cdot 10^{-6})\text{m}^3 \cdot 7850 \text{ kg/m}^3 \cdot 4 \text{ st} = 0,265 \text{ kg} \quad (4.12)$$



Figur 4.21 Visar till vänster hur gångjärnen fäst i Z-bee på en plan yta och till höger ser man hur gångjärnen ligger utanför Z-bees kaross för att göra rotering möjlig.



Figur 4.22 Visar hur bakre gångjärnen är tänkta att bockas för att göra rotation möjlig.

4.5.3.3 Katalog- och kostnads analys av gångjärn

Vid analysen hittade vi ett gångjärn på Specialbeslag.se (2012). Gångjärnet är avlyftbart, syrafast och kostar 149 kronor. Problemet vi ser vid val av gångjärn är storleken på gångjärnsbladen då dörren som konstruerats i Catia kräver gångjärn med en bladbredd på ca 60mm som även behöver bockas till för att kunna fästas in i Z-Bee och skapa en öppningsvinkel på 90°. Efter analysen konstaterar vi att priset för gångjärnen blir 596kr per dörrsida (se uträkning 4.13) och priset är då utan bockning och valfri dimension på gångjärnen.

$$\text{Gångjärn, pris: } 149\text{kr} \cdot 4\text{st} = 596\text{kr}$$

(4.13)

4.5.4 Detaljerad design för stängningsanordning

I detta examensarbete var inte målet att konstruera en ny stängningsanordning utan använda ett befintligt som finns på marknaden idag och som uppfyllde kraven i den detaljerade funktionslistan. Vid val av stängningsanordning använde vi oss av katalogmetoden på internet för att söka efter möjliga stängningsanordningar för dörren.

4.5.4.1 Detaljerad funktionslista för stängningsanordning

Den detaljerade funktionslistan för stängningsanordningen utgår från funktionslistan som gäller för hela dörren (se bilaga 4). Den gäller för en sida på Z-Bee. Kostnadsutrymmet som är kvar till stängningsanordningen är 250 kronor vilket blir kostnadsgränsen.

Tabell 4.7 Detaljerad funktionslista för stängningsanordning.

Stängningsanordning	
Funktion	Krav
Hålla dörrar	Tätt på kaross
Vara billig	<250kr
Vara öppningsbar	Från insida och utsida

4.5.4.2 Katalog- och kostnadsanalys för stängningsanordning

Olika lösningar kom fram och det som var billigast och lättast att montera var en hasplösning. Vi sökte vidare på google.se (2012) efter olika haspar. Den ena haspen vi hittade vid analysen finns på holesalemarine.com (2012), är låsbar med hänglås, vridbar och kostar ca 50 kronor. Denna lösning uppfyller även ett önskemål i funktionslistan (se bilaga 4) då den gör dörren låsbar. För att se hur denna lösning passade ihop med Z-Bee konstruerades denna i Catia V5 och sattes på den konstruerade dörren (se figur 4.21).



Figur 4.21 haspen i öppet läge.

Efter att vi konstruerat denna stängningsanordning ändrades konstruktionen av ramen och vi kom fram till att mittenramen på bakdörren inte kommer att finnas eftersom skivan skulle utgöra en radie och bli stabil på grund av det, vilket kom att innebära för oss att stängningsanordningen som vi valt inte går

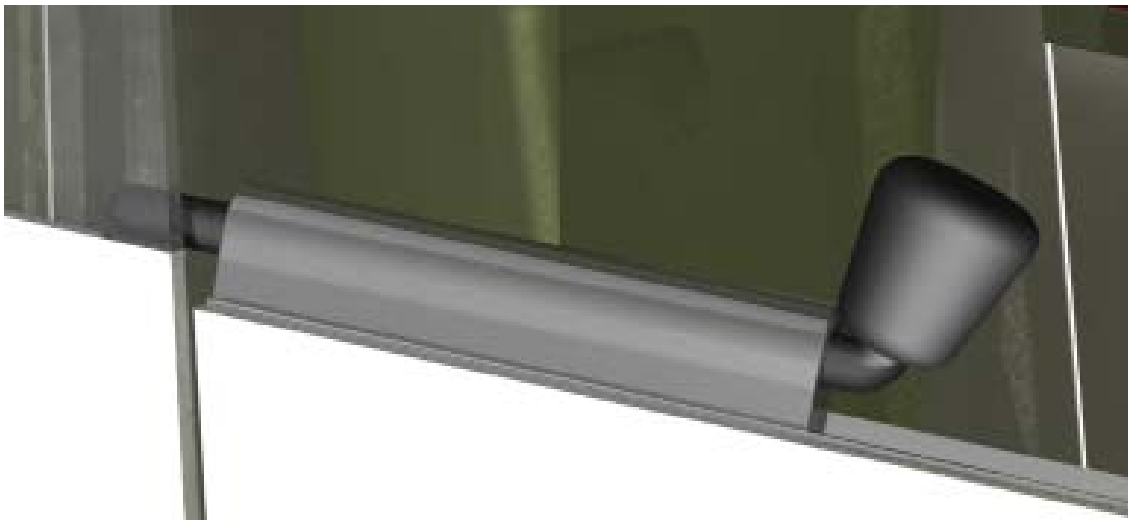
att fästa i mittenramen på bakdörren. Vi valde därför att söka efter nya lösningar för stängning. Vi hittade en stängningsanordning i form av en skjutregel på biltema.se (2012) som skulle gå att fästa utan mittenramen på bakdörren och den uppfyllde alla detaljerade krav i den detaljerade funktionslistan. Priset för skjutregeln ligger på 30 kronor. För att få dörren att ligga mot karossen ansåg vi att ett magnetlås behövdes i nedre kanten av bakdörren. Ett magnetlås fann vi på clasholson.se (2012) och det kostade 30 kronor.

4.5.4.3 Detaljerad konstruktion av stängningsanordning

Resultatet av visualiseringen av stängningsanordningen visas i figur 4.22. Funktionen är sådan att man skjuter fram handtaget vilket medför att framdörren friläggs och då kan dörren öppnas respektive stängas. Dörren hålls stängd genom att en fjäder sitter i det inkapslade huset (figur 4.22) och håller pinnen i stängt läge. För att uppfylla kravet att hålla dörrarna tätt mot karossen sattes en magnet i nedre kanten på bakdörren och motpolen för magneten sattes i motsvarande läge på karossen. Magneten som är ämnad för denna funktion ses i figur 4.23.

Vikten för stängningsanordningen blev (enligt uträkning 4.8) 0.353kg som grundas på volym från Catia och materialet är stål som har en densitet på 7850 kg/m³.

$$4.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 7850 \text{ kg/m}^3 = 0,353 \text{ kg} \quad (4.14)$$



Figur 4.22 Skjutregel i öppet läge som sitter på övre delen på framramen.



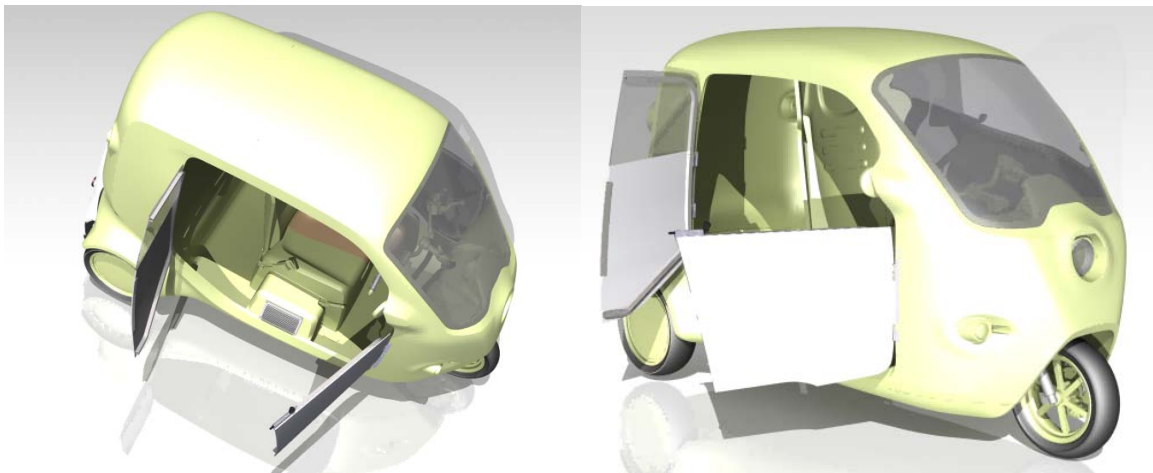
Figur 4.23 Exempel på magnetlås från Clas Ohlson

5. Slutsats

Syftet med arbetet var att ta fram en dörr som skulle skydda insidan av Z-bee från regn. Designen är utformad (se figur 5.1) på ett sådant sätt att den skyddar passagerare och förare mot de regn som rekonstruerades i regntestet (se kapitel 4.2.1). Funktionen på dörren är sådan att den uppfyller kraven i funktionslistan (se bilaga 4). Dörren är delad i en framdörr och en bakdörr (se figur 5.2) vilka är ledade fram respektive bak med hjälp av gångjärn. Dörren hålls stängd med en skjutregel och magnet.



Figur 5.1 Utformningen av regnskyddet i stängt läge.



Figur 5.2 Dörrarna i öppet läge.

Kostnaderna för en dörrsida på Z-bee uppgår till 1150 kronor för ramen, 215 kronor för dörrkarossen, 596 kronor för gångjärn och stängningsanordning 30 kr. Totalkostnaden blev då på 1996 kronor vilket är 4 kronor mindre än vi hade satt som krav. Denna kostnad är dock beräknad för att endast bygga en prototyp och därför blir den hög. Skulle man göra en serie kommer priserna att sjunka och hamna under kravet på grund av delad ställtidskostnad per detalj. En missvisande faktor är att moms ibland är inräknad i priset då de kommer ifrån företag som säljer till konsumenter.

Den totala vikten för en dörrsida blev summan av ramens vikt 1,127kg, dörrkarossens vikt 4,3 kg, gångjärnens vikt 0,265kg och stängningsanordningens vikt 0.353kg vilket är ungefär 6kg. Detta innebär att en dörrsida väger 4kg mindre än kravet från funktionslistan (se bilaga 4) och 1 kg från att uppfylla önskemålet.

Ett problem som återstår att lösa för att dörrens funktion ska fungera som planerat är att Clean motion i sin nästa version av Z-Bee gör plana ytor att fästa gångjärn på för att gångjärnens centrum axel ska vara gå i varandra.

Ett annat problem som konstaterades vid regntestet var att taket har sådan form som gör att regnet faller in i kupén på Z-Bee. Om detta problem ska försvinna bör formen av taket ändras genom att den regnlist som redan finns förstärks.

I planeringsarbetet (se bilaga 1) står att detaljerade ritningar, DFA och FMEA skulle utföras vilket under examensarbetets gång inte blev aktuellt då problemområdet med gångjärnen gjorde att analyser inte var möjliga att genomföra då lösningen inte blev komplett. Det som återstår och måste åtgärdas innan detaljerade ritningar, FMEA och DFA utförs är att Z-bees form skall ändras och vara fastställd.

6. Källförteckning

Arlaplast (2012) Transparanta plaster. <http://www.arlaplast.se> (2 maj. 2012).

Bakirci, I. Strömer, J. (2011) Utveckling av tyngdlyftningsklove, Göteborg: Chalmers tekniska högskola (Institutionen för material- och tillverkningsteknik).

Biltema (2012) <http://www.biltema.se/sv/Bygg/Armaturmontering/Handtag/Skjutregel-87508/> (28-05-12).

Blomgren, F. Olofsson, L. Ottosson, M (2007) Utveckling av skjutdörrskoncept för hemmiljö, Skövde: Högskolan Skövde (Institutionen för teknik och samhälle).

Carlsson, F. Palm, J. (2007) Project Inti Produktutveckling av en solugn. Stockholm: KTH. (Examensarbete inom industriell teknik och management).

Cross, N. (1989) Engineering design methods strategies for product design. Second edition. Milton Keynes: The Open University.

Cross, N. (2000) Engineering design methods, strategies for product design. Third edition. Milton Keynes: The Open University.

Clas Ohlson (2012) clasohlson.com (30-05-12).

Curtis Industries (2012) [http://www.curtisindustries.net/ez-go-golf-car/\(2012-03-12\)](http://www.curtisindustries.net/ez-go-golf-car/(2012-03-12)).

Dreaming code (2012) http://cdn.dreamingcode.com/public/72/documents/Version-20110407101700-Gator_XUV_PathPro_SS_Sell_Sheet-72-1590-1.pdf (2012-03-12).

Elvebäck, M. Johansson, M. (2008) Omkonstruktion av krankonsol, Linköping: Linköpingsuniversitet, tekniska högskolan.

European commission (2012) Directives on two- and three-wheel vehicles and quadricycles. http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/documents/directives/motorbikes/index_en.htm (16 maj. 2012).

Fors-Andrée, E. (2010) Hur man gör en riskanalys för projekt. <http://definitionofdone.blogspot.com/2010/03/hur-man-gor-en-riskanalys-for-projekt.html> (2012-02-12).

Garanta design (2012) <http://www.grantadesign.com/education/intro.htm> (2012-05-28).

Golf Cart Trader (2011) <http://www.golfcarttrader.com/enclosures/enclosures.htm> (2012-03-12).

Holmström, S.H. (2010) Produktutveckling av en storleksreducerbar gästsäng. Luleå: Luleå tekniska universitet. (Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle).

Johannesson, H.J. Persson, J-G.P. Pettersson, D.P (2004) Produktutveckling. Stockholm: Liber.

John Deere (2012)

http://www.deere.se/wps/dcom/sv_SE/products/equipment/gator_utility_vehicles/cross_over_utility_vehicles/xuv_855d/xuv_855d.page (2012-03-12).

Jolheim, F.J. Frisk, I.F (2007) Utveckling av ett fällbord för offentlig miljö. Skövde: Högskolan Skövde. (Institutionen för teknik och samhälle).

Larsson, D. (2012) Gångjärn. www.specialbeslag.se (2 maj. 2012).

Miller, K.M (2005) Quality function deployment and its application to automotive door design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. December 2005.

<http://search.proquest.com/docview/220689879/fulltextPDF?accountid=10041> (2012-03-16).

SMHI (2009) Regn. smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/regn-1.648. (28 maj. 2012).

Transportstyrelsen (2012) Tonade bilrutor. Transportstyrelsen.se. (16 maj. 2012).

Ullman, G (2010) The Mechanical Design Process. Fourth Edition, Boston: McGraw-Hill

Wilson, C.W. (2006) Brainstorming Pitfalls and Best Practices. Magazine interactions – Gadgets. September + oktober 2006.

<http://dl.acm.org.proxy.lib.chalmers.se/citation.cfm?doid=1151314.1151342> (3 mars 2012).

672/2010/EG, annex 2, Requirements for windscreen defrosting and demisting systems. Bryssel, Europeiska kommissionen.

97/24/EG, bilaga 1, Utskjutande delar av två- eller trehjuliga motorfordon. Bryssel, Europeiska kommissionen.

Bilaga 1 PDP-checklista

Förstudie				
Beskrivning	Dokumenterad	Kommentar	Datum	Check
Tidsplanering	Ja	-	2/2-12	✓
Risikanalys	Ja	-	2/2-12	✓
Frågeställningar	Ja	-	2/2-12	✓

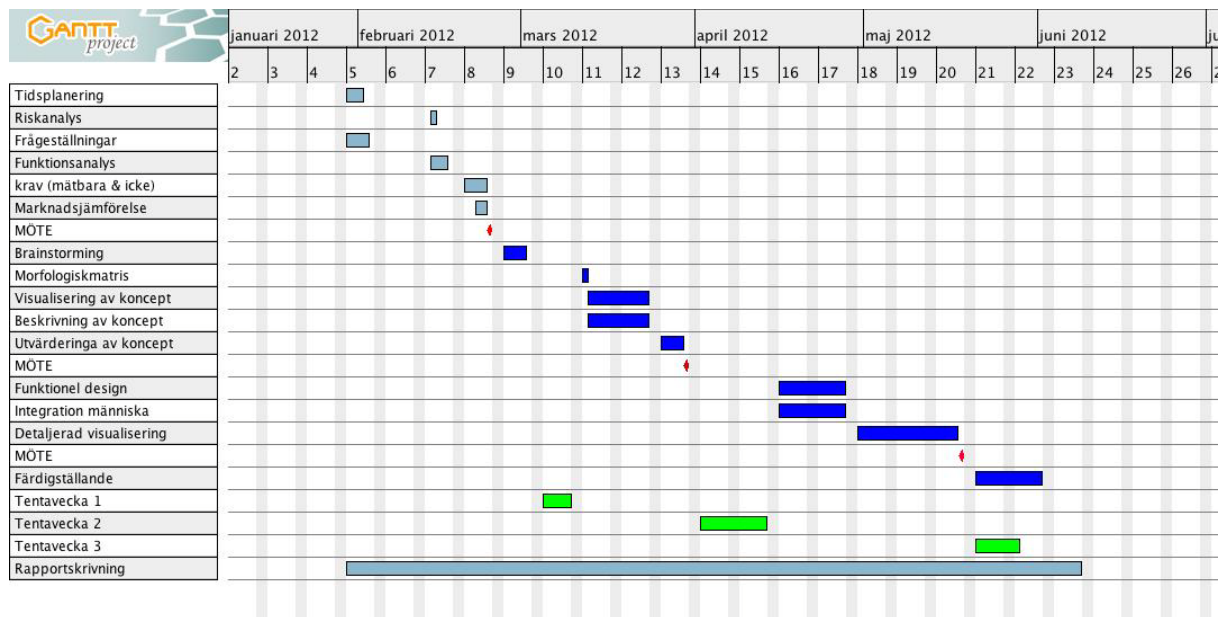
Kravspecifikation				
Beskrivning	Dokumenterad	Kommentar	Datum	Check
Funktionsanalys	Ja	-	24/2-12	✓
Lagkrav	Ja	Kommer kompletteras	24/2-12	✓
Krav (mätbara, icke mätbara)	Ja	-	24/2-12	✓

Konceptgenerering				
Beskrivning	Dokumenterad	Kommentar	Datum	Check
Brainstorming	Ja	-	21/3-12	✓
Marknadsjämförelse	Ja	Visade sig ingå i Brainstorming	21/3-12	✓
Morfologisk matris	Ja	-	21/3-12	✓
Visualisering av koncept (Skissa)	Ja	-	21/3-12	✓
Beskrivning av koncept (Material, tillverkning, kostnad, miljöpåverkan)	Ja	-	21/3-12	✓
Pugh matris	Ja	-	21/3-12	✓
FMEA	Utgått	Icke relevant längre	-	-
DFA	Utgått	Icke relevant längre	-	-
Kontrollera mot krav	Ja	Sker flera gånger under projektet	21/3-12	✓

Detaljerad design				
Beskrivning	Dokumenterad	Kommentar	Datum	Check
Integration människa	Ja	-	10/5-12	✓
Funktionell design	Ja	-	10/5-12	✓
Detaljerad visualisering	Ja	-	10/5-12	✓

Färdigställande				
Beskrivning	Dokumenterad	Kommentar	Datum	Check
Rapportbearbetning	Ja	-	6/6-12	✓
Opponering	Ja	-	13/6-12	✓

Bilaga 2 Gantt-schema



Bilaga 3
Regntest

Z-bees hastighet (m/s)	Regnets fallhastighet (m/s)	Vind från sidan (m/s)	Vinkel från regnkällan = b rad	Vinkel från sidan = a rad	Vinkel från regnkällan b = grader	Vinkel från sidan a = grader	Resultat utan plast (liter vatten)
12,5	9	0	0,624	0,000	35,8	0,0	2,0
12,5	9	5	0,624	0,381	35,8	21,8	2,9
12,5	5	0	0,381	0,000	21,8	0,0	1,7
8,3	9	0	0,824	0,000	47,2	0,0	6,0
8,3	9	10	0,824	0,876	47,2	50,2	3,0
8,3	5	0	0,540	0,000	31,0	0,0	3,7
Kommentar		Resultat med plast halva övre dörröppningen (liter vatten)	Kommentar	Resultat med plast halva nedre dörröppningen (liter vatten)	Kommentar		
Droppar från taket in i bilen, lätt sidovind 1-2m/s Varaktighet: 2 min							
Mycket vatten på passagerare bak Varaktighet: 1 minut		0,8	Inget vatten i baksätet Varaktighet: 1 minut	2,7	Mycket vatten i baksätet Varaktighet: 1 minut		
2 min							
2 min							
Blöt bak från axlar och ner Varaktighet: 30 sek		0,9	Inget vatten baksäte Varaktighet: 30 sek	2,4	Vatten i framsäte och i baksäte Varaktighet: 30 sek		
A=4,2 ingen vind 2 min							

Bilaga 4 Funktionslista

Funktion	Del/stöd-funktion	Krav	Önskemål	Niklas	Adam	C-M	Ny rang
Skydda insidan	Mot vatten vid stillastående	Minska ingående regn med 50 %	100%	1	1	1	1
		Minska sand, snö och damm	Skydda mot sand, snö och damm	1	2	1	2
	Vid körning	Minska ingående regn med 50%	100%	2	1	1	2
		Minska sand, snö och damm	Skydda mot sand, snö och damm	2	2	1	4
Medge hanterbarhet	Medge monterbarhet	< 20 delar	< 11 delar	2	2	2	8
			1 del färdig monterad	3	1	3	9
		< 5 verktyg	Inga verktyg	1	1	1	1
		2 händer + stöd	2 händer	2	1	1	2
	Medge avtagbarhet	< 10 min	< 2 min	2	1	2	4
	Vara öppningsbar		Båda samtidigt	3	3	3	27
		Från insidan					
		Från utsidan					
	Vara stängningsbar	Från insidan					
		Från utsidan					
	Medge på- och avstigning	30 sek	10 sek	3	3	2	18
	Hålla dörren stängd	Vid körning					
		Vid stillastående					
	Vara delvis öppningsbar	Nej	Ja	3	3	1	9
	Hålla dörren öppen	Vid stillastående					
	Gå att eliminera frost	På något sätt	Skrapa	3	2	2	12

	Vara packningsbar	Leveras till kund	Levereras till avhämtningsplats	2	2	1	4
	Inte vara skadebenägen	Vid monterad	Alltid	1	3	2	6
	Förvaringsbar	Ja	Ihopsättningsbara med varandra	3	3	3	27
Medge hållbarhet	Tåla körning	45 km/h					
	Tåla vind från sidan	15 m/s					
	Tåla slag	Ja					
	Tåla att vara öppen	15 m/s					
	Vara temperaturtålig	-20° < t < 50°	-30° < t < 50°	3	3	1	9
	Klara utmattning	9000 cykler	15000 cykler	2	3	2	12
	Motstå repor	Ja					
	Motstå sprickor	Ja					
	Tåla grus/sand	Måttlig Ja, (om aktuellt)	Kraftig	1	2	2	4
	Tåla solstrålning 3år	Icke ha försämrad funktion	Blekning	2	2	2	8
Medge inbrottskydd	Vara låsbar		Utifrån				
Vara estetiskt tilltalande	Medge färgval	Nej	Ja	2	2	2	8
	Inte förändra körmöjligheterna	Inte störa synfältet i backspegeln					
	Vara ljusgenomsläpplig	70%*					
	Inga utstickande delar	Enligt direktiv 97/24/EG					
Medge god förarmiljö	Minskad ljudnivå från gatan	0dB 5 dB		3	2	2	12
	Oljudsfri t ex skrammel	Inget buller	Inget tillfört	2	1	1	2
	Medge ventilation	Ingen imma vid körning	Aldrig någon imma	1	1	1	1
	Medge god sikt	Ja					

Vara miljövänlig	Ha miljövänligt material	Nej	Tillv. från återvunnet material	1	2	2	4
			Tillv. från biomaterial	3	2	3	18
	Vara återvinningsbar		Separerbar	2	2	1	4
	Minska luftmotstånd	0 %	20 %	2	1	1	2
	Medge liten viktökning	<20 kg	<10 kg	1	1	1	1
Övriga	Vara billig att tillverka	< 4000 kr	< 2000 kr	3	1	1	3
	Vara Underhållsbar	Göra det själv	Inget underhåll krävs	3	2	3	18

*Enligt transportstyrelsen.se (2012).

Bilaga 5 Morfologisk matris

Bilaga 6 Konceptbeskrivningar

Jalusikoncept 1 (nr1)

(Tagen ur morfologisk matris).

Möjliga material: Transparent hårdplast eller transparent mjukplast.

Huvudfunktion: Påminner om ett jalusiskåp där en jalsi i hårdplast löper i skenor vid öppning och stängning. Två jalsier till varje dörröppning. Jalsiet har sin mittpunkt i ytterkant på förarens stolsrygg. Jalsiet kan anta två lägen, antingen stängt bak till passagerarna eller stängt fram till föraren. Vid avstigning från förarstolen dras jalsiet bakåt löpande i skenor och stänger in passagerarsätena. Vid avstigning från passagerarsätet dras jalsiet löpande i skenorna framåt och stänger in till förarsätet.

Negativt:

- Komplicerad konstruktion med tanke på karossform.
- Går inte att stänga förarsätet samtidigt som passagerarsätet.

Positivt:

- Valbart att stänga enbart förarsätet/passagerarsätet.
- Valbart att stänga in förarsätet på ena sidan och passagerarsätet på andra sidan.
- Funktion möjlig att förenkla med mjukplast som istället spänns framåt/bakåt.
- Goda ventilationsmöjligheter.



Jalusikoncept 2 (nr2)

Möjliga material: Överdel består av en Jalusi i transparent plast och ramverk med segelplast som nedre del eller nedre del i material med nätstruktur.

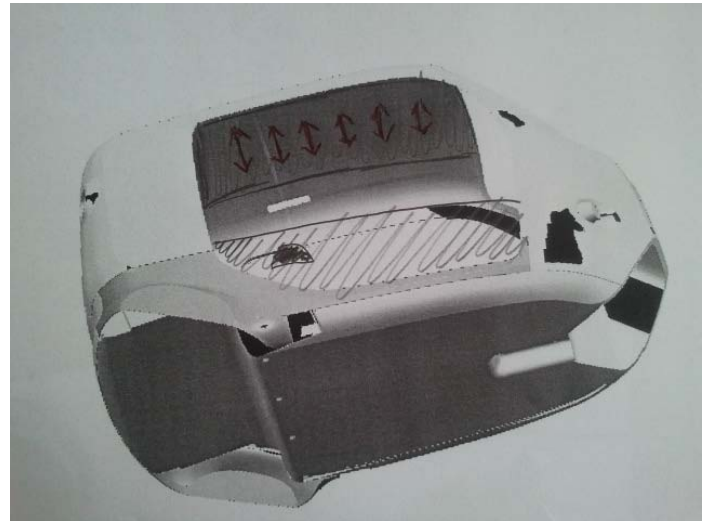
Huvudfunktion: Övre delen är en jalusi som kan skjutas upp, in under taket. Nedre delen är ett ramverk med spänd segelplast som medger öppning med handtag baktill och gångjärn i framkant. Vid helstängt läge finns en luftspalt mellan övre och nedre delen. Jalusiet kan byggas som två, en till varje dörröppning eller som en och att man då använder det till en öppning i taget.

Negativt:

- Övre delen komplicerad konstruktion vilket kan medföra svårigheter vid montering av anordning.

Positivt:

- God ventilation.
- Om nedre delen är av nätstruktur kan övre delen och nedre delen mötas på mitten utan att försämra ventilationen.
- Kan köra öppen vilket ger den öppna känslan.



Segelplastkoncept 1 (nr3)

(Tagen ur morfologisk matris).

Möjliga material: List i hårdplast och ramverk med spänd segelplast på nedre delen.

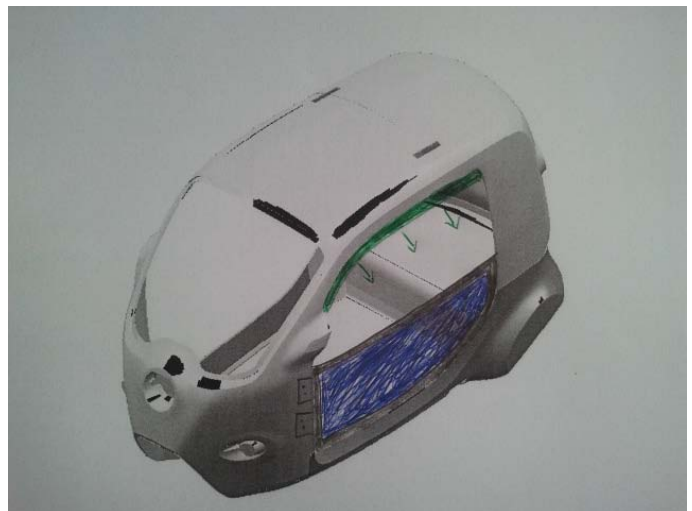
Huvudfunktion: I överkant på dörröppningen sitter en list i hårdplast som kan dras ut och skydda mot regn. När den inte används skjuter man in den under taket. Nedre delen är ett ramverk med spänd segelplast som öppnas med en handtryckning på ramverket i bakkant. Den sitter fast med gångjärn i framkant. Mellan den nedre dörren och listen är det helt öppet.

Negativt:

- Vid starka sidovindar och regn är man inte helt regnskyddad.

Positivt:

- God ventilation.



Segelplastkoncept 2 (nr4)

Möjliga material: Två separata ramverk med spänd segelplast, eller material med nätstruktur, eller persienn struktur.

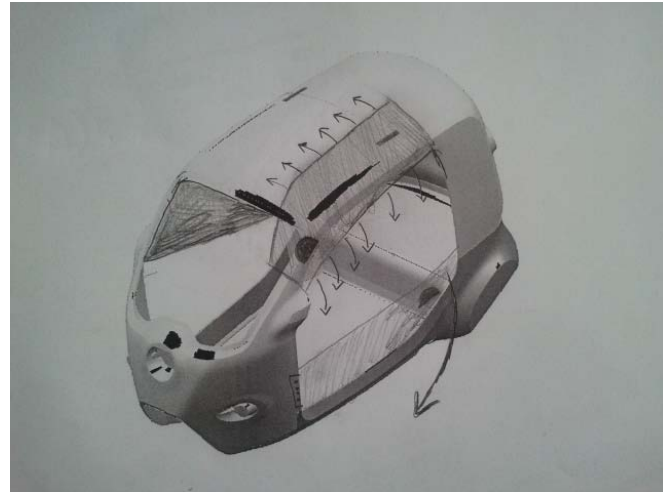
Huvudfunktion: Övre delen öppnas består av ett ramverk med spänd segelplast som öppnas uppåt och löper på skenor uppe på taket. Nedre delen är också ett ramverk med spänd segelplast som öppnas som en klassisk dörr med gångjärn. Nedre delen är även något insvängd för att fånga regnet från den övre delen lättare. Mellan de två separata delarna är det helt öppet även i helstängt läge.

Negativt:

- Svår konstruktion om dörren ska upp på taket.

Positivt:

- God ventilation.
- Möjligt att använda ett material av nätstruktur eller persienn för mera ventilation och då även kunna dra överdelen så pass långt ner att den möter nedre delen.



Segelplastkoncept 3 (nr5)

Möjliga material: Två separata ramverk med spänd segelplast eller material med nätstruktur.

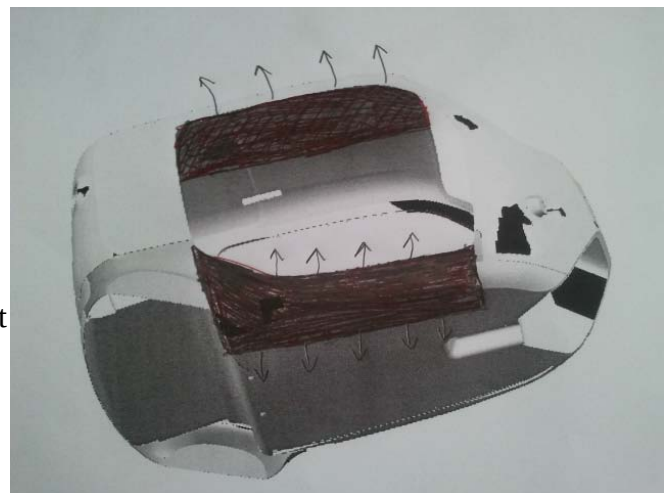
Huvudfunktion: Övre delen är ett ramverk med spänd segelplast som öppnas uppåt och löper på skenor på taket. Nedre delen öppnas på exakt samma sätt som överdelen med löper på skenor under bilen. Vid helstängt är det en luftspalt mellan de två separata delarna.

Negativt:

- Vid parkering på ojämnt underlag kan underdelen skadas.

Positivt:

- Samma lösning på överdel och nederdel.
- God ventilation.
- Används material med nätstruktur bidrar detta till att man inte behöver någon luftspalt och dörrarna kan då mötas på mitten.



Segelplastkoncept 4 (nr6)

Möjliga material: Ramverk med spänd segelplast eller kapellkopplingar i kaross med kapellplast.

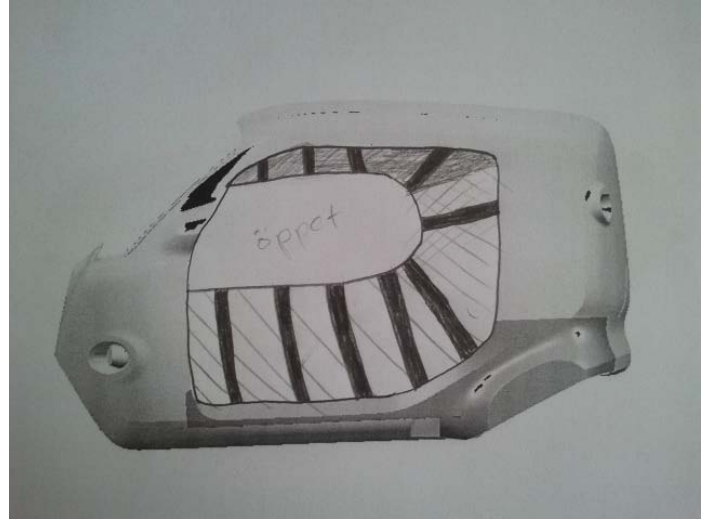
Huvudfunktion: Hela dörren är ett stycke ramverk med spänd segelplast. Vid föraren finns en helt öppen ruta för luftinsläpp och synfält. Övre delen av dörren är något utsvängd och undre delen något insvängd för att regnet ska fångas upp av nedre delen lättare. Öppningen sker med handtag i bakkant på ramverket och i framkant svängs dörren ut med gångjärn.

Negativt:

- Stor möjlighet för att det kan "fladdra".

Positivt:

- God ventilation.
- Istället för ramverk och segelplast kan kapellkopplingar monteras på karossen och materialet blir då kapellplast.



Segelplastkoncept 5 (nr 7)

Möjliga material: Två separata ramverk med spänd segelplast.

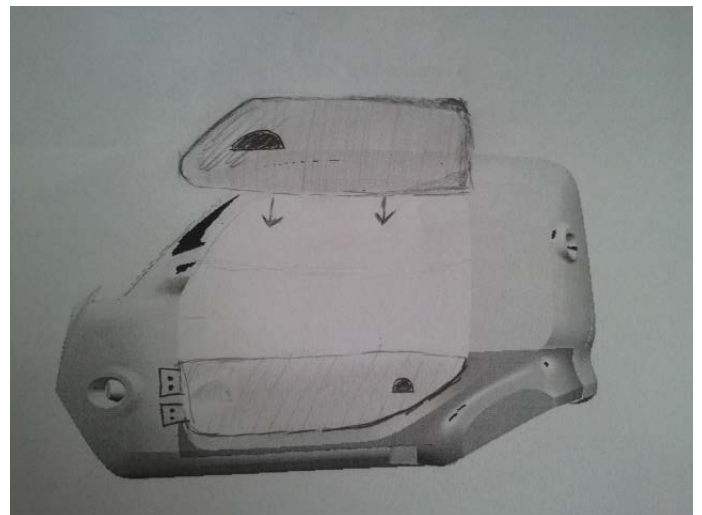
Huvudfunktion: Övre delen har en bussdörrsöppning som öppnas uppåt. Nedre delen öppnas som en klassisk upphängd dörr med handtag baktill och gångjärn framtill. Vid helstängt finns en luftspalt i mitten.

Negativt:

- Vid öppna dörrar på ovansidan bidrar detta till att luften kan få tag i dörren lätt.

Positivt:

- God ventilation.



Persiennkoncept 1 (nr8)

(Tagen från morfologisk matris).

Möjliga material: Fast persienn i hårdplast och list i hårdplast.

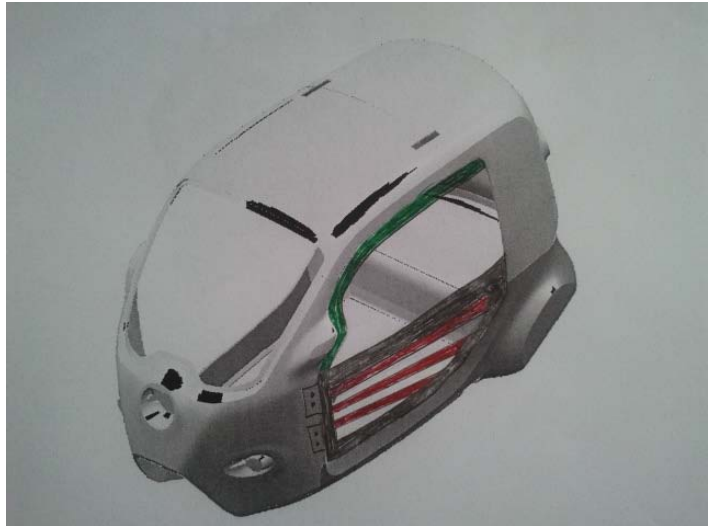
Huvudfunktion: Övre delen är en fast list för att hindra regnet ovanifrån att komma in i Z-Bee. Nedre delen är en persienn i fast läge som sitter på en ram, öppnas med gångjärn i framkant och handtag baktill. Persienn är tänkt att släppa in luft men ribborna i sig har en lutning som skyddar mot regn.

Negativt:

- Vid starka sidovindar och regn kan regnet komma in i Z-Bee.

Positivt:

- God ventilation.
- Persiennen behövs möjligtvis inte då det redan är ett koncept med mycket luftinsläpp.



Rullgardinskoncept 1 (nr9)

Möjliga material: Ram i stål/aluminium med rullgardin i plast och nedre del i material av nätstruktur.

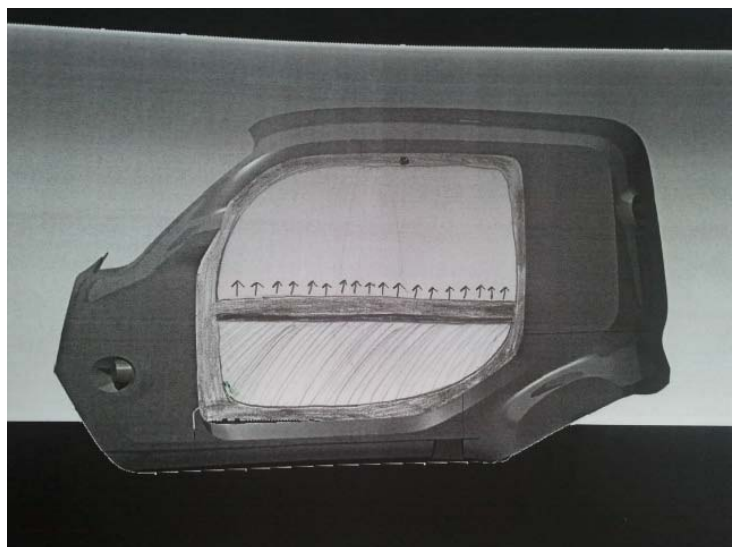
Huvudfunktion: En ram följer hela dörröppningen, ramen har i sin mitt en rullgardin i plast som kan anta två lägen, antingen öppen eller stängd. Vid öppen rullgardin är den fast i sin anordning i mittkonsollen och vid stängning följer gardinen spår i ramens kanter och fästes i en hake i ramens överkant. Nedre delen är av ett material av nätstruktur som kan släppa in luft då överdelen är stängd.

Negativt:

- Svårt att få en rullgardin tillräckligt spänd vid körning.

Positivt:

- Går att stänga och öppna som ett fönster.
- God ventilation.



Rullgardinkoncept 2 (nr10)

Funktion: En bred mittkonsol som öppnas mha gångjärn i framkant. I denna konsol sitter två stycken rullgardiner som kan dras ner och upp för att täcka igen dörren. Främre ruta för att kunna justera öppningen på övre delen.

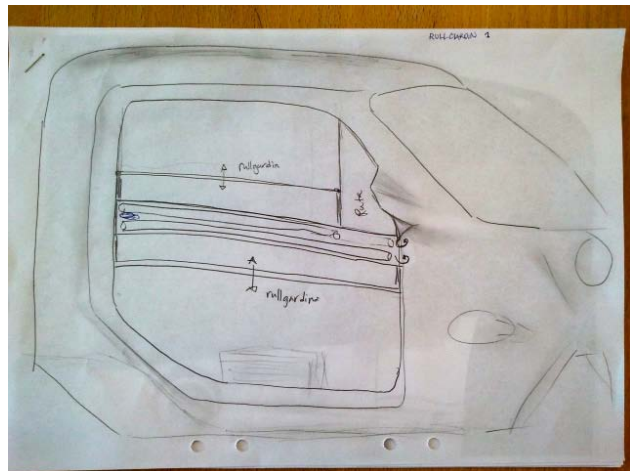
Material: Hårdplast för konsolen, kapellväv/vinyl, trampolinväv (finmaskigt tyg som andas, kan behövas genomgående profiler för att minska fladder)

Positivt:

- Skapar känsla av trygghet
- Lätt att göra robust (högkvalitetskänsla)
- Enkel konstruktion
- Få delar för användaren
- Mycket anpassningsbar

Negativt:

- Dyr
- Längsgående profiler gör den klumpig i snurrfunktionen
- Svår att få den hålla många cykler
- Mekaniken utsätts för hårt väder



Rullgardinskoncept 3 (nr11)

Funktion: Plast, formad efter Z-bee som sticker ut 5-10 cm för att minska vattnet som kommer från taket. Under sitter en rullgardin som man kan dra ner till hälften. För att kunna fälla upp den krävs det en främre del som är rak och därför finns en trekantsruta.

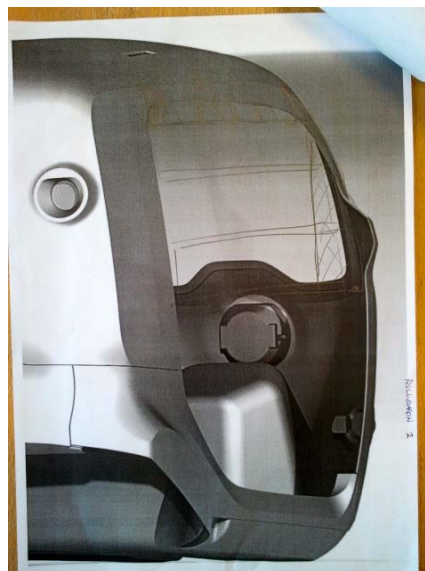
Material: Hårdplast för listen upptill. Trekantsrutan kan lösas på olika sätt, mjuk eller hård. Rullgardinen är genomskinlig vinyl. Kan behövas genomgående profiler för att minska fladder.

Negativt:

- Ger inte komplett regnskydd
- Trekantsruta krävs

Positivt:

- Billig
- Enkel
- Lätt
- Går att sätta gardin under taket



Rullgardinskoncept 4 (nr12)

Funktion: En vägg byggs ut från stolen för att skydda passagerare från vatten snett framifrån. Från ytterkanten på den nya väggen sitter en rullgardin som kan täcka för framåt.

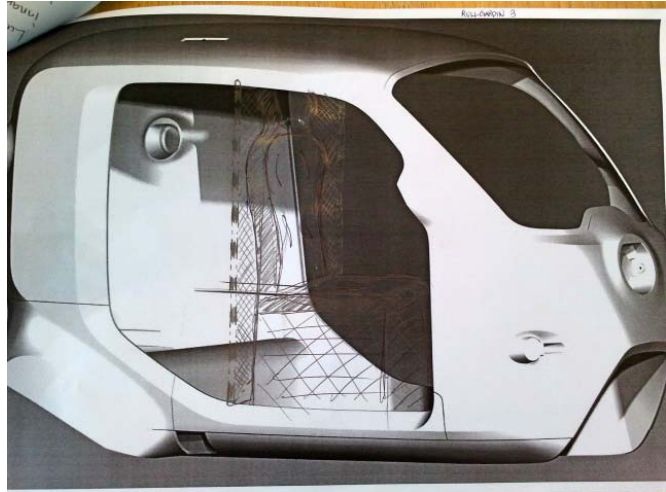
Material: Väggen bör göras i ett hårt stabilt material på grund av mycket krafter från fartvinden. Rullgardinen kan vara i vinylplast, monofilm (genomskinliga mjuka material).

Negativt:

- Kräver en väldigt robust konstruktion pga fartvinden
- Gör det svårare för passagerarna att ta sig in och ut

Positivt:

- Föraren helt inkapslad
- Går att modifiera



Skjutdörrskoncept 1 (nr13)

Funktion: Dörren är byggd med 2 längsgående skenor som gör att dörren kan skjutas bakåt. För att det ska bli stabilt kan en extra skena behövas inuti för att göra hävarmen starkare.

Material: Metallskenor. Täcksivor av hårdplast, genomskinligt där det behövs. Skulle vara möjligt med "vindsurfing" varianten på panelerna uppe och nere. En panel behöver "andas".

Negativt:

- Blir väldigt stora krafter på dörrarna när de är öppna det är stark sidovind
- Svårt att bygga stabil

Positivt:

- Gör bilen "Häftig"
- Går att välja flera olika material (mjuka och hårda)
- Skyddar förare och passagerare till 100%



Skjutsdörrskoncept 2 (nr14)

Funktion: Skjutsdörr som skjuts ihop till hälften för att sen åka bak för att släppa ut förare och passagerare.

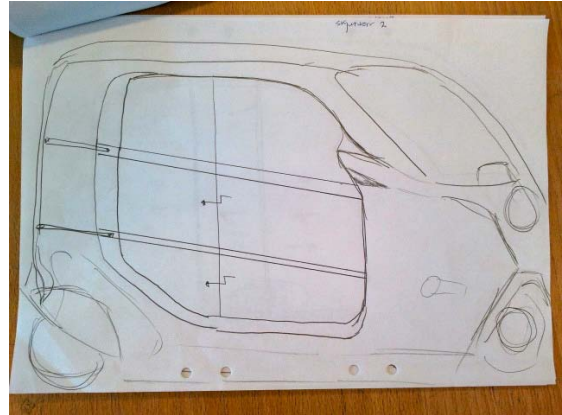
Material: Metallskenor. Täcksivor av hårdplast, genomskinligt där det behövs. Skulle vara möjligt med "vindsurfing" varianten på panelerna uppe och nere. En panel behöver "andas"

Negativt:

- Avancerad konstruktion
- Svårt att bygga stabil
- Många delar

Positivt:

- Gör bilen "Häftig"
- Går att välja flera olika material (mjuka och hårda)
- Skyddar förare och passagerare till 100%
- Smidig förvaring



Skjutsdörrskoncept 3 (nr15)

Funktion: Fungerar som en Ikea garderob. Dörrarna skjuts ihop så att antingen passagerare eller förare kan komma in/ut. Löper på skenor.

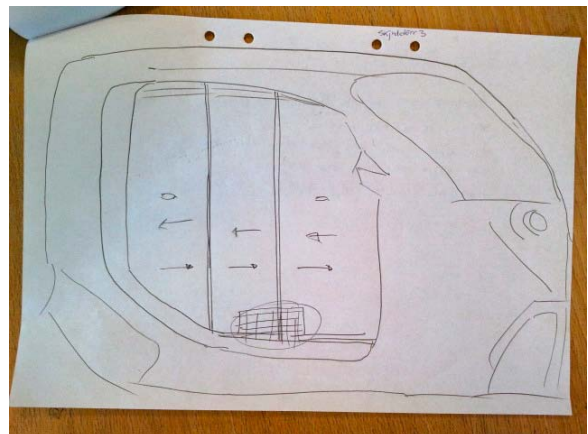
Material: Skenor i metall. Dörrar i valfritt "stabilare" material. Tex, hårdplast, Vindsurfingsegel

Negativt:

- Avancerad konstruktion
- Kylflänsarna är ivägen
- Många delar
- Svårt att göra skenor som följer karossen

Positivt:

- Smidig
- Går att välja flera olika material (mjuka och hårda)
- Skyddar förare och passagerare till 100%
- Smidig förvaring



Kapellkoncept 1 (nr16)

Funktion: Ett kapell som läggs över hela bilen och spänns fast med spännband under bilen. Kan behövas någon extra fästpunkt på karossen. Dragkedja för att öppna så man kommer in och ut. Längsgående profiler för att minska fladder. Insydda magneter för att kunna vika upp kapell och hålla det på plats. Ventilation byggs in genom ett öppet hål eller ett fält med nätmaterial.

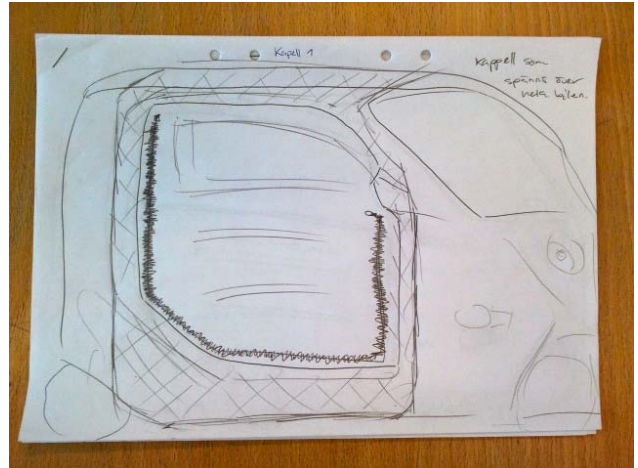
Material: Kapellväv, kapellvinyl och trampolinväv.

Negativt:

- Kan fladdra
- Svår att skapa god ventilation utan att släppa in vatten

Positivt:

- Lätt konstruktion
- Snabb och smidig av- och påsättning
- Skyddar förare och passagerare till 100%
- Smidig förvaring



Kapellkoncept 2 (nr17)

Funktion: Kapell som fästs på insidan av Z-bee med hjälp av knappar. För att minska antal knappar finns det insydda profiler som håller tyget spänt och stabilt. Två dragkedjor för att öppna och magneter för att hålla fast nedre kanten. Ventilation byggs in genom ett öppet hål eller ett fält med nätmaterial.

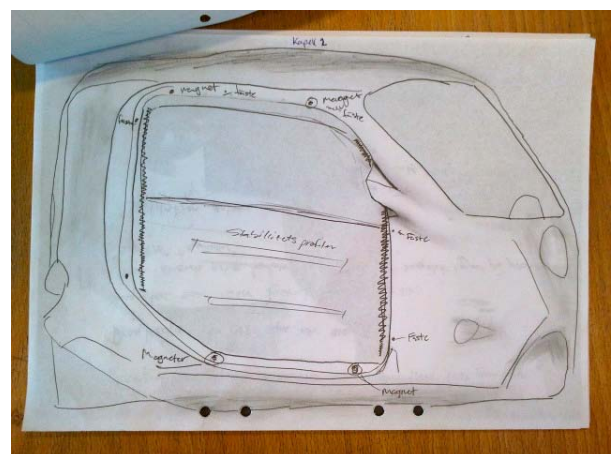
Material: Kapellväv, kapellvinyl och trampolinväv

Negativt:

- Kan fladdra
- Svår att skapa god ventilation utan att släppa in vatten

Positivt:

- Lätt konstruktion
- Skyddar förare och passagerare till 100 %
- Smidig förvaring



Kapellkoncept 3 (nr18)

Funktion: Kapell som går ner till hälften av öppningen. Öppnas med dragkedja eller att knapparna knäpps upp.

Material: Kapellväv och kapellvinyl

Negativt:

- Begränsat skydd
- Kan fladdra

Positivt:

- Enkel konstruktion
- Snabb och smidig av- och påsättning
- Smidig förvaring



Kapellkoncept 4 (nr19)

Funktion: Dragkedja eller kardborre –kapell som öppnas i mitten. Sitter fast med knappar runt om. För att underlätta öppningen sitter det två magneter närmast öppningen istället för knappar. Skenor kan behövas inuti för att skapa stabilitet. Ventilation via ett fält med hål eller fält med nät.

Material: Kapellväv, kapellvinyl och nät

Negativt:

- Kan fladdra
- Svår att skapa god ventilation utan att släppa in vatten
- Svårare att öppna tillräckligt
- Går inte att ha genomgående profiler

Positivt:

- Lätt konstruktion
- Enkel av- och påsättning
- Skyddar förare och passagerare till 100%
- Smidig förvaring



Gångjärnskoncept 1 (nr20)

Funktion: En hård ram byggd runt öppningen och en som går rakt igenom på mitten. Nedre delen är täckt med en skiva som limmas eller skruvas fast på ramen. Övre delen kan man täcka för med kapellvinyl som annars hänger på insidan av dörren. Gångjärn i främre kanten.

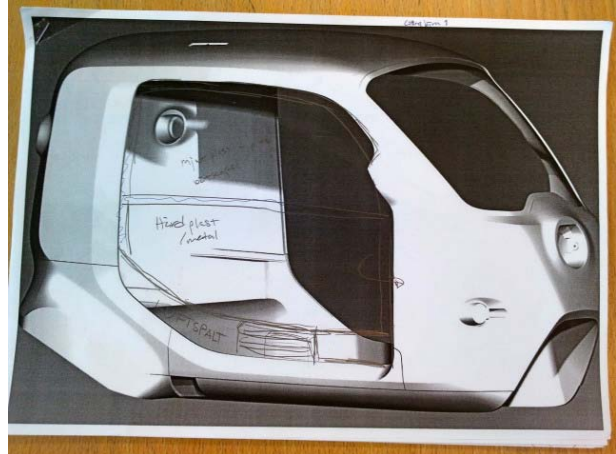
Material: Hårdplast som täckskiva. Vinylplast som övre ruta. Ramen i hårdplast eller metall.

Negativt:

- Kan fladdra
- Svår att skapa god ventilation utan att släppa in vatten
- Tung pga ramen

Positivt:

- Igenkänning upplevelse med ruta och dörr
- Enkel av- och påsättning
- Kan välja att köra helskyddad eller med ruta nere.



Kapellkoncept 2 (nr21)

Funktion: Två dörrar som öppnas åt varsitt håll. Som en duschkabin. Stängd mha knappar, magnetlist eller mekaniskt lås. Ventilation men ventilerande fällt eller en öppning.

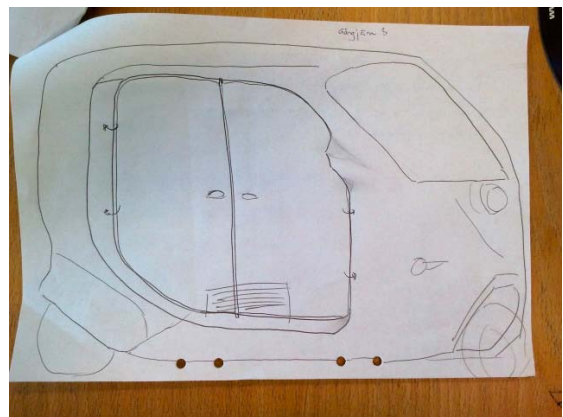
Material: Kapellväv, kapellvinyl, vindsurfingsegel, plast, glas

Negativt:

- Många delar
- Svår att skapa god ventilation utan att släppa in vatten
- Tung pga hårt material

Positivt:

- Speciell och rolig lösning (uppmärksamhet)
- Enkel av- och påsättning
- Möjlig att göra i olika material



Vindsurfing/tält -koncept 1 (nr22)

Funktion: Ett formsytt segel som hålls upp mha ett främre rör och längsgående profiler. Gångjärn i framkant. Luftspalt i mitten för ventilation eller de nedre fälten i trampolin väv som andas. Färgad nedre del och genomskinlig övre del. Hålls stängd med lås eller magneter.

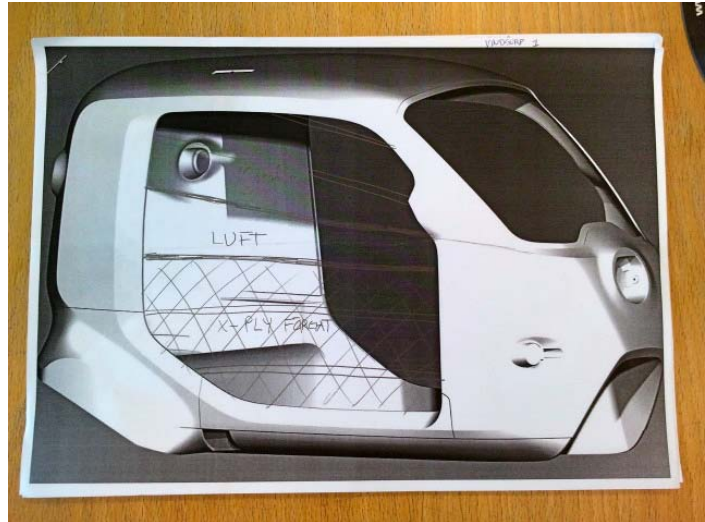
Material: Monofilm, X-ply, kolfiber, glasfiber och metallrör

Negativt:

- Skört

Positivt:

- Lätt
- Enkel av- och påsättning
- Möjlig att göra olika ventilationslösningar



Bilaga 7 Go or no go matris

Del/stöd- funktion	Krav	Nr1	Nr2	Nr3	Nr4	Nr5	Nr6	Nr7	Nr8	Nr9	Nr10	Nr11	Nr12	Nr13	Nr14	Nr15	Nr16	Nr17	Nr18	Nr19	Nr20	Nr21	Nr22	Nr23
Skydda mot vatten vid stillastånd	Ingående regn med 50 %*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Minska sand, snö & damm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vid körning	Ingående regn med 50%*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Minska sand, snö & damm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge monterbarhet	< 20 delar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	< 5 verktyg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2 händer + stöd	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge avtagbarhet	< 10 min	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara öppningsbar	Från insidan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Från utsidan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara stängningsbar	Från insidan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Från utsidan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge på- och avstigning	30 sek	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hålla dörren stängd	Vid körning	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Vid stillastående	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara delvis öppningsbar	Nej	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hålla dörren öppen	Vid stillastående	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gå att eliminera frost	På något sätt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara packningsbar	Leveras till kund	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inte vara skadebenägen	Vid monterad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Förvaringsbar	Ja	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tåla körning	45 km/h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tåla vind från sidan	15 m/s	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tåla slag	Ja	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tåla att vara öppen	15 m/s	X	X	X	X	X	X	U	X	X	X	X	X	U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara temperaturtålig	-20° < t < 50°	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Klara utmattning	9000 cykler	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Motstå repor	Ja	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Motstå sprickor	Ja	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tåla grus/sand	Måttlig	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Följa 89/173/EEG	Ja, (om aktuellt)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tåla solstrålning 3år	Försämrad funktion	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara låsbar	Nej	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge färgval	Nej	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Inte störa synfältet i backspegeln	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inte förändra körmöjligheterna	70% enligt lag	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ha transparent synfält	Följa lagen	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inte sticka ut		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Minskad ljudnivå från gatan	0	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Oljudsfri t ex skrammel	Inget buller	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge ventilation	Ingen imma vid körning	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge god sikt	Ja	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ha miljövänligt material	Nej	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara återvinningsbar	Nej	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Minska luftmotstånd	0	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Medge liten viktökning	<20	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kostnad	< 4000	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vara Underhållsbar	Göra det själv	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

U= Uppfyller inte kravet vilket medför tomma rutor nedåt då konceptet inte går vidare.

X= Uppfyller kravet.

Bilaga 8 Urvalsmatris

Del/stöd- funktion	Önskemål	Nr1	Nr2	Nr3	Nr4	Nr5	Nr6	Nr8	Nr9	Nr10	Nr11	Nr12	Nr14	Nr15	Nr16	Nr17	Nr18	Nr19	Nr20	Nr21	Nr22
Skydda mot vatten vid stillastående	100%	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	1	2	2	2	2	0	2	2	2	1
	Skydda mot sand, snö och damm	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	1	2	2	2	2	0	2	2	2	1
Vid körning	100%	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	1	2	2	2	2	0	2	2	2	1
	Skydda mot sand, snö och damm	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	1	2	2	2	2	0	2	2	2	1
Medge monterbarhet	< 11 delar	1	0	1	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	1	2	2	2
	1 del färdig monterad	0	0	2	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	2	0	2
	Inga verktyg	0	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	2 händer	1	1	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
Medge avtagbarhet	< 2 min	1	2	2	0	0	2	2	2	2	1	0	1	0	2	2	2	1	2	0	2
Vara öppningsbar	Båda samtidigt	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Medge på- och avstigning	10 sek	2	1	2	0	1	2	2	2	2	2	1	2	0	1	1	2	1	2	2	2
Vara delvis öppningsbar	Ja	0	2	1	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	1	1	0	0	2	0	0
Gå att eliminera frost	Skrapa	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0
	Levereras till																				
Vara packningsbar	avhämtningsplats	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	0	2	2	2	2	1	0	2
Inte vara skadebenägen	Alltid	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	1	1	2	2	2
	Ihopsättningsbara med varandra	2	0	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2
Förvaringsbar	-30° < t < 50°	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Vara temperurtålig	15000 cykler	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Klara utmattning	Kraftig	1	2	2	0	0	2	2	1	1	2	1	0	0	2	2	2	2	2	2	2
Tåla grus/sand	Blekning	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
Tåla solstrålning 3år	Utifrån	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	2	2	1	0	2	2	2	0
Vara läsbar	Ja	0	2	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	2
Medge färgval	5 dB	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2	2	2	2	0	2	2	2	1
Minskad ljudnivå från gatan	Inget tillfört	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1
Oljudsfri t ex skrammel	Aldrig någon imma	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	1	1	2	1	1	1	2
Medge ventilation	Tillv från återvunnet material	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ha miljövänligt material	Tillv från biomaterial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vara återvinningsbar	Separerbar	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minska luftmotstånd	20%	0	1	1	2	1	1	0	2	2	0	0	2	2	2	2	0	2	2	2	1
Medge liten viktökning	<10	0	0	2	1	1	2	2	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	1	0	2
Kostnad	< 2000	1	1	2	1	1	2	1	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2
Vara Underhållsbar	Inget underhåll krävs	1	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2
SUMMA		29	37	41	29	32	47	41	47	48	39	30	37	32	52	51	39	47	52	44	47