



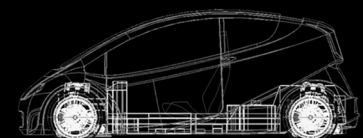
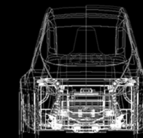
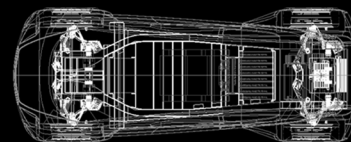
HET ONTWERPEN VAN DE CITO 1+1

Bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen
Datum: 01-03-2010



© Richard Vink (Modesi 2009)

R.E.M. Claassen
Small Advanced Mobility BV
Universiteit Twente



ALGEMENE INFORMATIE

Titel afstudeer project: Het ontwerpen van de onderdelen voorruit, ruitenwisser, dak en kofferbak voor de *Cito 1+1*

Naam student: Ruud Elisabeth Maria Claassen

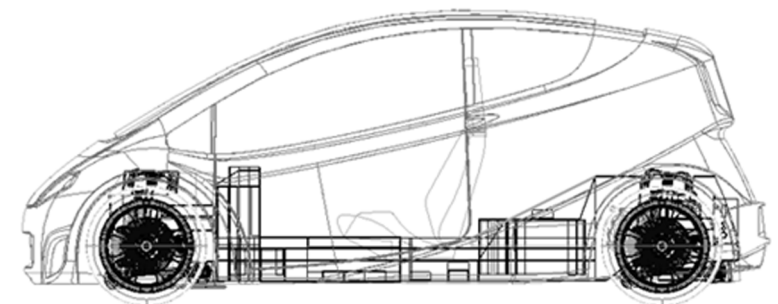
Studentnummer: 0150118

Opleiding: Industrieel Ontwerpen

Datum bachelorexamen: 11-03-2010

Naam en adres bedrijf: Small Advanced Mobility (SAM)
TU/e Innovation Lab
Horsten 1
5612 AX Eindhoven

Examencommissie: Voorzitter: M.E. Toxopeus
UT-begeleider: M.E. Toxopeus
Bedrijfsbegeleider: R. Vink
Tweede Examiner: W.A. Poelman



VOORWOORD

Dit verslag is geschreven in het kader van de bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen van de Universiteit Twente. Met dit verslag wordt het bachelorgedeelte van de opleiding afgerond. Het verslag is gebaseerd op de ontwerpopdracht die de student uitgevoerd heeft bij *Small Advanced Mobility (SAM)*, te Eindhoven.

SAM heeft zich gericht op de verdere ontwikkeling en uitvoering van het “*City Dual Mode*” (CDM) Project. In dit project worden een nieuw voertuig, de Cito, en een geheel nieuwe infrastructuur voor dit voertuig ontwikkeld. SAM heeft voor dit project ook de hulp van het bedrijf *Modesi* ingeschakeld, dat zich gespecialiseerd heeft in design en engineering. Beide bedrijven worden gerund door dezelfde directeur, Dirk van Sambeek. De meerderheid van de werknemers van SAM bestaat uit stagiairs. Elke stagiair, of team van stagiairs, houden zich bezig met een deel van het project. Zo werken er voor de Cito een team aan de aandrijving, een team aan de ophanging en zijn er stagiairs bezig met de indeling van accu’s in het voertuig. De Cito zal namelijk een volledig elektrisch voertuig worden.

Bij deze wilde ik graag Dirk van Sambeek bedanken, voor de mogelijkheid om bij zijn bedrijf mijn opdracht uit te voeren. Ook wil ik Remco van den Berg van Inalfa Roofsystems bedanken voor de uitgebreide rondleiding bij zijn bedrijf en het beantwoorden van mijn vragen. Daarnaast wil ik ook de medewerkers van Modesi en SAM bedanken die mij gedurende mijn opdracht hebben geholpen. Verder wil ik Ellen van Oosterbeek van de Universiteit Twente bedanken voor haar advies bij het ergonomische deel van de opdracht en wilde ik Arie Paul van den Beukel (Universiteit Twente) bedanken voor zijn tijd en antwoorden op mijn vragen. Ten slotte wil ik Marten Toxopeus bedanken voor de begeleiding, tips en hulp gedurende de hele uitvoering van de opdracht.

INHOUDSOPGAVE

TITELPAGINA	0
ALGEMENE INFORMATIE	1
VOORWOORD	2
INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	4
ABSTRACT	5
INLEIDING	6

1. ACHTERGRONDINFORMATIE 7 t/m 9

1.1. HET BEDRIJF	7
1.2. HET PROJECT: CITY DUAL MODE (CDM)	8
1.3. DE EVOLUTIE VAN DE CITO	9

2. DE BACHELOROPDRACHT 10 t/m 11

2.1. DE OPDRACHTOMSCHRIJVING	10
2.2. DOELSTELLING	10
2.3. EISEN EN WENSEN	11

3. HET MODEL VAN DE CITO 12 t/m 14

4. DE VOORRUIT 15 t/m 22

4.1. WET EN REGELGEVING	15
4.2. DE PUNTEN V1 EN V2	16
4.3. ONDERGRENS VOORRUIT	17
4.4. BOVENGRENS VOORRUIT	18
4.5. MATERIAAL VOORRUIT	21

5. DE RUITENWISSER 23 t/m 26

5.1. AFMETINGEN	23
5.2. ONDERZOEK SOORT RUITENWISSER	24

6. HET DAK 27 t/m 33

6.1. AFMETINGEN	27
6.2. KEUZE DAKSYSTEEM	29
6.3. UITWERKING DAKSYSTEEM	30
6.4. DAKSYSTEEM VAN BUITENAF	32

7. DE KOFFERBAK 34 t/m 40

7.1. BEGINPUNTEN KOFFERBAK	34
7.2. HET BOODSCHAPPENKRAT	34
7.3. DE ACHTERKLEP	36

8. RESULTATEN & CONCLUSIES 41 t/m 42

9. BEGRIPPENLIJST 43 t/m 44

10. BRONNENLIJST 45 t/m 46

SAMENVATTING

In deze bacheloropdracht is Small Advanced Mobility (SAM) geholpen met het ontwerp van de Cito. Dit is gedaan door aandacht te besteden aan de onderdelen voorruit, ruitenwisser, dak en kofferbak. Hierbij was het belangrijk om een concept van elk onderdeel te ontwikkelen en om te kijken naar de positie en afmetingen van de onderdelen op de Cito.

Voordat daadwerkelijk met het ontwerpen van de onderdelen is begonnen, is eerst het computermodel van de Cito bestudeerd. Zo is met behulp van *Dined*, een site waar de afmetingen van de mens te vinden zijn, erachter gekomen dat het dak van het eerste model van de Cito niet hoog genoeg was voor de langste personen uit de doelgroep. In het nieuwe model is dit probleem voornamelijk opgelost door de passagiersstoel lager in het voertuig te zetten.

DE VOORRUIT

Na de modelanalyse is er begonnen aan de voorruit. Voor dit onderdeel is er gekeken naar de *Europese richtlijn 70/156/EEG*, die betrekking heeft op het minimale verplichte zichtveld dat de bestuurder vanuit de auto naar buiten moet hebben. De onderste grens van dit verplichte zichtveld bleek 51,73mm onder de voorruit te vallen. Om dit te corrigeren is de bestuurdersstoel met deze afstand verhoogd. Hierdoor valt de ondergrens van het minimale zichtveld samen met de ondergrens van de voorruit. Voor de bovengrens is gebruik gemaakt van de hoogte van verkeerslichten boven het wegdek. De totale lengte van de uiteindelijke voorruit bedraagt 1295,18mm. Als materiaal wordt er voor de voorruit gekozen voor *gelaagd glas*, het materiaal waarvan de voorruit van nagenoeg alle huidige voertuigen zijn gemaakt.

DE RUITENWISSER

Nu de grootte van de voorruit was bepaald kon ook de ruitenwisser worden ontworpen. Met behulp van Europese richtlijn 78/318/EWG, is gekeken welk gebied van de voorruit minimaal gewist moet worden. Met deze gegevens is bepaald dat de ruitenwisser minimaal 514,91mm lang moet worden om dit gebied te kunnen wissen. Om ook het gebied dat zich op ooghoogte van de langste persoon uit de doelgroep bevindt te wissen, moet de wisser een lengte van minimaal 742,75mm krijgen. Om vervolgens voor de juiste ruitenwisser te kiezen is een klein onderzoek gedaan, waar is gekeken naar verschillende bestaande *wissystemen*. Daarnaast is er ook gekeken

naar de wissystemen van soortgelijke voertuigen als de Cito, zoals de Carver en de Monotracer. Uiteindelijk is er gekozen om het wissysteem van de Carver over te nemen. Wel wordt de wisser met beugel van dit systeem vervangen door een *beugel-vrije wisser*. Uit onderzoek blijkt deze namelijk beter te zijn dan een wisser met beugel. Voor de lengte van de wisser is 800mm gekozen. Volgens Bosch was dit de grootste maat waarin beugelvrije wisserbladen te krijgen zijn (in nov. 2009).

HET DAK

Om tot een keuze voor het daksysteem te komen is eerst gekeken welke ruimte op het dak van de Cito hiervoor beschikbaar was. De voorste grens werd bepaald door de voorruit, de achterste grens door de kromming van de achterzijde van het voertuig. De totale beschikbare lengte voor een *daksysteem* kwam hiermee op 1659,32mm, de beschikbare breedte kwam op 692,00mm. Om meer informatie over de mogelijkheden voor een daksysteem met deze afmetingen te krijgen is voor dit onderdeel het bedrijf *“Inalfa Roofsysteems”* bezocht en zijn verschillende daksystemen op de *IAA in Frankfurt* bestudeerd. Uiteindelijk is er gekozen voor een daksysteem met twee schuifdaken van elk 400mm lang en 572mm breed, één voor de bestuurder en één voor de passagier.

DE KOFFERBAK

De grootte van het bagagecompartiment is afgestemd op een vouwkrat van 600x400x320mm. Uit onderzoek bij een aantal bedrijven bleek dit het grootste vouwkrat te zijn dat verkocht wordt als boodschappenskrat. Vervolgens is gekeken waar in de Cito ruimte was voor de kofferbak. Aan de achterkant moest namelijk extra rekening worden gehouden met de accupakketten die er geplaatst moeten worden. In overleg met de studenten die voor de packaging verantwoordelijk waren, is er besloten om de kofferbak boven en tussen de wielen in te plaatsen.

Met de positie van de achterklep moest rekening worden gehouden met de ruimte die het opengeschoven deel van het schuifdak van de passagier inneemt. Het zou namelijk een plus zijn als de kofferbak geopend kan worden wanneer ook dit schuifdak geopend is. Om aan dit pluspunt te voldoen mag de achterklep niet verder dan 115 graden worden geopend. Voor de verdere bepaling van de achterklep is gekeken naar oplossingen die zijn toegepast in bestaande voertuigen en is er gekeken naar de ergonomische kant. Tenslotte is grof de inhoud van de kofferbak berekend. Deze kwam uit op ongeveer 185 liter.

ABSTRACT

In this bachelor assignment, Small Advanced Mobility (SAM) has been helped with the design of the Cito vehicle. This was done by taking a closer look at the windscreen, windscreen wipers, roof and trunk of the Cito. At least one concept had been developed for each component, indicating its dimensions and location on the vehicle.

Before the components were actually designed, the first computer model of the Cito was studied. This was done with the use of Dined, a site where various dimensions of the human being can be found. It appeared that the roof of the first model wasn't high enough for the tallest people in the target group. This problem was solved in the second model, mainly by lowering the driver's seat.

THE FRONT WINDSHIELD

The front windshield was the first component of the Cito that had been designed. With the use of European directive 70/156/EEG, which states the minimum field of view that a driver must have from its car, the minimum dimensions of the windshield could be determined. Because the lower limit of the minimum field of view didn't match the lower limit of the windshield, the driver's seat had to be lifted with 51.53mm. The upper limit of the windshield is determined by the position of traffic lights above the streets. The total length of the entire windshield measures up to 1295,18mm. As for the material of the windshield, laminated glass (the material of which the windows of virtually all current vehicles are made), seemed the best choice.

THE WINDSCREEN WIPER

Now that the size of the front windshield is determined, the wiperblade and wiper-system can be designed. This time, European directive 78/318/EEG is used. This directive states the minimum area of the windscreen that has to be wiped. For the wiper to reach this area, it has to have a length of at least 514,91mm. To also wipe the area of the windshield directly in front of the largest person of the target group, the wiper must have a minimum length of 742,75mm.

To choose the best wipersystem, various systems were examined. There's also looked at several wiper systems of similar vehicles as the Cito, namely the Carver and the Monotracer. Finally the wipersystem of the Carver One is chosen for the Cito. However, the standard wiper on this system will be replaced by a flat wiperblade. Re-

search namely has shown that flat wiperblades are better than wipers with bracket. The final length of the blade will be 800mm. According to Bosch, this is the maximum length in which flat wiperblades are available (in Nov. 2009).

THE ROOF

In order to design the roofsystem, the available space on the roof of the Cito had to be looked at first. The front limit was determined by the left limit of the windshield, the rear limit by the rear curvature of the vehicle. The available length for the roof system was 1659.32 mm, the width 692.00mm. For a better understanding of the possibilities for a roof system with these dimensions, the company "Inalfa Roof Systems" was visited and various roof systems at the IAA in Frankfurt were studied. The designed roofsystem consisted of two sliding panels of each 400mm in length and 572mm wide, one for the driver and one for the passenger.

THE LUGGAGE COMPARTMENT

The size of the luggage compartment is related to a folding crate of 600x400x320mm. A study among several companies who sell these crates, showed that this was the largest shopping crate available.

A place in the Cito now had to be created to place this crate. This wasn't easy because the Cito was packed with batteries (it's an electric car). After having had a discussion with the packaging team, responsible for the placement of all the parts inside the vehicle, the crate was placed between and above the rear wheels.

Next, the trunk lid had to be designed. It would be a plus if the trunk could be opened even if the rear roof panel was slid open. To achieve this, the angle in which the trunk can be opened, had to be limited to 115 degrees. For further development of the tailgate, solutions used in existing vehicles were investigated, and the ergonomic side was studied. Finally, the volume of the trunk has been calculated roughly, the outcome; approximately 185 liters.

INLEIDING

Het eerste bedrijf waar was begonnen met een afstudeeropdracht was Carver Engineering. In de zomer van 2009 is daar begonnen met het ontwerpen van een nieuw voertuig. Twee maanden na de start van de opdracht ging het bedrijf failliet. Omdat het nieuwe studiejaar van 2009-2010 weer bijna ging beginnen had het geen nut meer om een nieuwe opdracht te zoeken. Daarnaast waren er al plannen gemaakt om mastervakken te gaan volgen.

Begin september mailde Dirk van Sambeek van Small Advanced Mobility. In de eerste zoektocht naar een bacheloropdracht was ook dit bedrijf bezocht, maar uiteindelijk was er toch voor Carver gekozen. Dirk gaf de mogelijkheid om bij zijn bedrijf aan een nieuwe opdracht te beginnen. Omdat het toch de prioriteit had om de bachelorfase af te ronden, is er bij dit bedrijf gestart.

De opdracht die Dirk had liggen was het nader bepalen van de onderdelen voorruit, ruitenwisser, dak, achterklep en kofferbak van de Cito. De Cito was onderdeel van het CDM project, een project waarin SAM een nieuw voertuig, de Cito, en een nieuwe infrastructuur voor dit voertuig ontwerpt. Voor deze onderdelen moesten verschillende concepten ontwikkeld worden met afmetingen en positie op het voertuig. De oorspronkelijke tijd die Dirk voor de opdracht in gedachten had was minimaal zes maanden. De periode voor de bacheloropdracht was “slechts” 14 weken. In overleg met Dirk is besloten om de opdracht alsnog te doen, maar om de detaillering van elk onderdeel buiten beschouwing te laten. Het resultaat van de opdracht moet uiteindelijk een goed startpunt zijn voor de personen die de verschillende onderdelen verder voor SAM gaan uitwerken.

Om goede en realistische beslissingen te kunnen nemen wordt voor elk onderdeel eerste gekeken aan welke eisen het moet voldoen. Zo blijken er voor verschillende onderdelen Europese richtlijnen te zijn geschreven waaraan het moet voldoen om tot de openbare weg toegelaten te worden. Daarnaast wordt gekeken naar de grootste persoon die in de Cito moet gaan passen. Aan de hand van een model van de Cito, die SAM heeft ontwikkeld en aangeleverd, wordt gekeken of de grootste persoon in het voertuig past. Ook wordt er bij het bepalen van de afmetingen van de te behandelen onderdelen rekening gehouden met de afmetingen van de grootste persoon. Zo wordt er bij de voorruit bijvoorbeeld gelet op zijn/haar ooghoogte, zodat de voorruit ook voor hem/haar groot genoeg is.

Elk te behandelen onderdeel krijgt in dit verslag een eigen hoofdstuk waarin de verschillende keuzes die ervoor zijn gemaakt worden toegelicht.

Het verslag wordt uiteindelijk afgesloten met een conclusie waarin onder andere wordt nagegaan of de aan het begin van het verslag opgestelde eisen gehaald worden. Omdat veel afbeeldingen in het groot weergegeven moeten worden om meer duidelijkheid te geven, is er een bijlage met deze afbeeldingen in het groot bijgevoegd. Figuren staan alleen in het hoofdverslag. Extra informatie over een aantal onderdelen uit het hoofdverslag zijn ook bijgevoegd in de bijlagen. Hier wordt in het hoofdverslag naar verwezen. Daarnaast is het misschien opgevallen dat een aantal woorden schuingedrukt zijn, dit betekent dat deze woorden, mits het geen bronvermelding of verwijzing naar de bijlage is, in de begrippenlijst (hoofdstuk 9) terug te vinden zijn.

1. ACHTERGRONDINFORMATIE

1.1. HET BEDRIJF

De bacheloropdracht wordt uitgevoerd bij één bedrijf; Small Advanced Mobility (SAM). Het bedrijf is gevestigd in het Innovation Lab op het TU/e terrein in Eindhoven. De kantoorruimte die daar beschikbaar is, wordt gedeeld met Modesi, een tweede bedrijf gerund door dezelfde directeur als van SAM, Dirk van Sambeek. De bedrijfsbegeleider van de bacheloropdracht is Richard Vink, hij is hoofd design bij Modesi. SAM heeft Modesi ingehuurd om mee te werken aan het CDM project. Beide bedrijven werken daarom met elkaar samen. Hieronder worden beide bedrijven kort besproken.

Naam : Small Advanced Mobility (SAM)
 Adres : Horsten 1, 5612 AX Eindhoven
 Website : <http://www.smalladvancedmobility.nl>

Small Advanced Mobility (SAM) is een jonge ambitieuze onderneming uit Eindhoven, die zich focust op de ontwikkeling, productie en marketing van elektrisch aangedreven voertuigen. SAM richt zich op standaard elektrische voertuigen, omdat deze tegenwoordig steeds meer op de markt komen. SAM heeft echter serieuze plannen voor een geheel nieuw transport systeem, genaamd "CDM".

De algemene doelstellingen van het bedrijf:

- Het creëren van maatschappelijk en politiek draagvlak voor CDM
- Het interesseren van gemeentes en regio's voor deelname aan (proef)projecten
- Opzetten van "tijdelijke" bedrijven binnen de SAM Group voor:
 - SAM Vehicle Systems: ontwikkeling en vermarketing van het hightech elektrisch voertuig
 - SAM Guidance Systems: ontwikkeling en vermarketing van "cooperative vehicle guidance technology"
 - SAM Infra Systems: ontwikkeling van infrastructurele lichtgewicht prefab modules

- Het opzetten van CDM Exploitatie: exploitatie van CDM (infrastructuur en voertuigen)
- Het creëren van draagvlak en initiatief bij Automotive OEM's voor productie van Cito-voertuigen

SAM houdt zich op dit moment bezig met de ontwikkeling van een 1+1 en een 2+2 seater versie van de Cito. Bij de 1+1 seater nemen bestuurder en passagier achter elkaar plaats. De 2+2 seater heeft de indeling van een normale auto. Beide types hebben verder veel overeenkomsten.

De 2+2 kan gezien worden als het huidige doorsnee elektrisch aangedreven voertuig. De Cito 1+1 seater is echter gebaseerd op een nieuw concept met een nieuwe infrastructuur.

Naam : Modesi B.V.
 Adres : Horsten 1, 5612 AX Eindhoven
 Website : <http://www.modesi.nl>

Modesi is een ontwerp- en ingenieursbureau uit Eindhoven, dat net als SAM gevestigd is in het Innovation Lab op het TU/e terrein. De missie van Modesi is het bieden van hoogwaardige ontwikkelingsdiensten, voor zowel design, engineering en analyse. De expertises van Modesi liggen in deze gebieden. Daarnaast houden ze zich bezig met het toepassen van software tools, prototype bouw en management support. De expertises richtten zich voorheen vooral op de automotive- en transportsector, maar is sinds kort uitgebreid met de Sport sector.

Modesi werkt samen met SAM aan de ontwikkeling van CDM.

1.2. HET PROJECT: CITY DUAL MODE (CDM)

In dit verslag wordt meerdere malen de naam “Cito” genoemd. In dit hoofdstuk wordt wat meer informatie over dit voertuig en de achterliggende gedachte gegeven. De Figuren 1,2 en 3 die hier worden gebruikt zijn nog van het oude model uit 2007. Gedurende de uitvoering van de opdracht is er gewerkt aan een nieuw model. Het principe van de Cito blijft echter hetzelfde.

Met Cito Dual Mode (CDM) kunnen problemen rond filevorming en milieu worden aangepakt. De basis voor CDM wordt gevormd door de smalle, autoachtige Cito. Bij dit tweepersoonsvoertuig zit de passagier achter de bestuurder (1+1). Een Cito heeft alle luxe en comfort van een gewone auto. Belangrijk kenmerk is dat een Cito behalve normaal gestuurd (manueel), ook zelfstandig (automatisch) kan rijden. Deze dubbele gebruiksvorm staat bekend als de Dual Mode.

Figuur 1: Het Cito voertuig



De intelligente Cito's rijden automatisch in een U-vormige baan. Daarbij wordt onderling gecommuniceerd over posities en snelheden. Hierdoor kunnen de Cito's op zeer korte afstand van elkaar rijden. Ook maken ze zelfstandig in- en uitvoegacties. Omdat de Cito smal is en automatisch rijdt, kan de baan zeer smal worden uitgevoerd. De efficiëntiewinst (ruimte versus capaciteit) van CDM ten opzichte van een snelweg, ligt daardoor erg hoog.

Binnen bebouwde kom

In de bebouwde kom wordt de Cito, net als een normale auto, met de hand bestuurd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de aanwezige auto-infrastructuur.

Figuur 2: De Cito in het normale straatbeeld



Regionaal

Op lange rechte trajecten rijden de Cito's automatisch in de nieuw aan te leggen U-banen. Deze banen liggen tussen steden en worden gevormd uit betonnen U-profielen. De Cito rijdt in deze banen automatisch. Naast personenvervoer is het ook mogelijk kleine hoeveelheden goederen te transporten (“mini-cargo”). In de nachtelijke uren zou dit zelfs heel intensief kunnen worden uitgevoerd, waardoor de CDM-infrastructuur optimaal gebruikt kan worden.

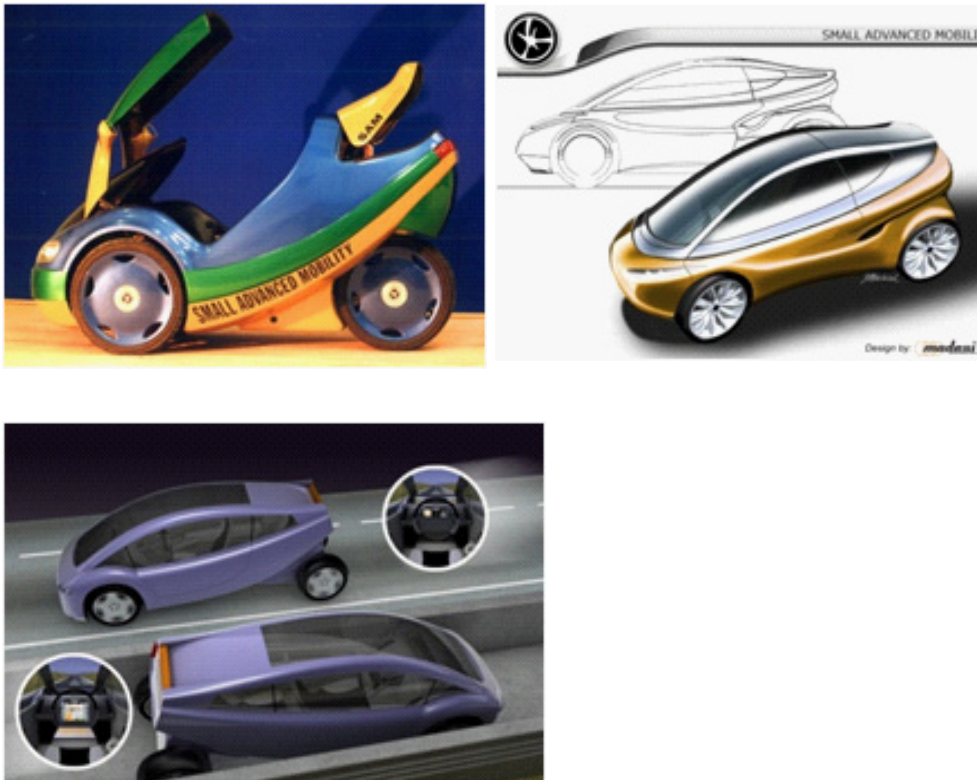
Figuur 3: De Cito in een U-baan



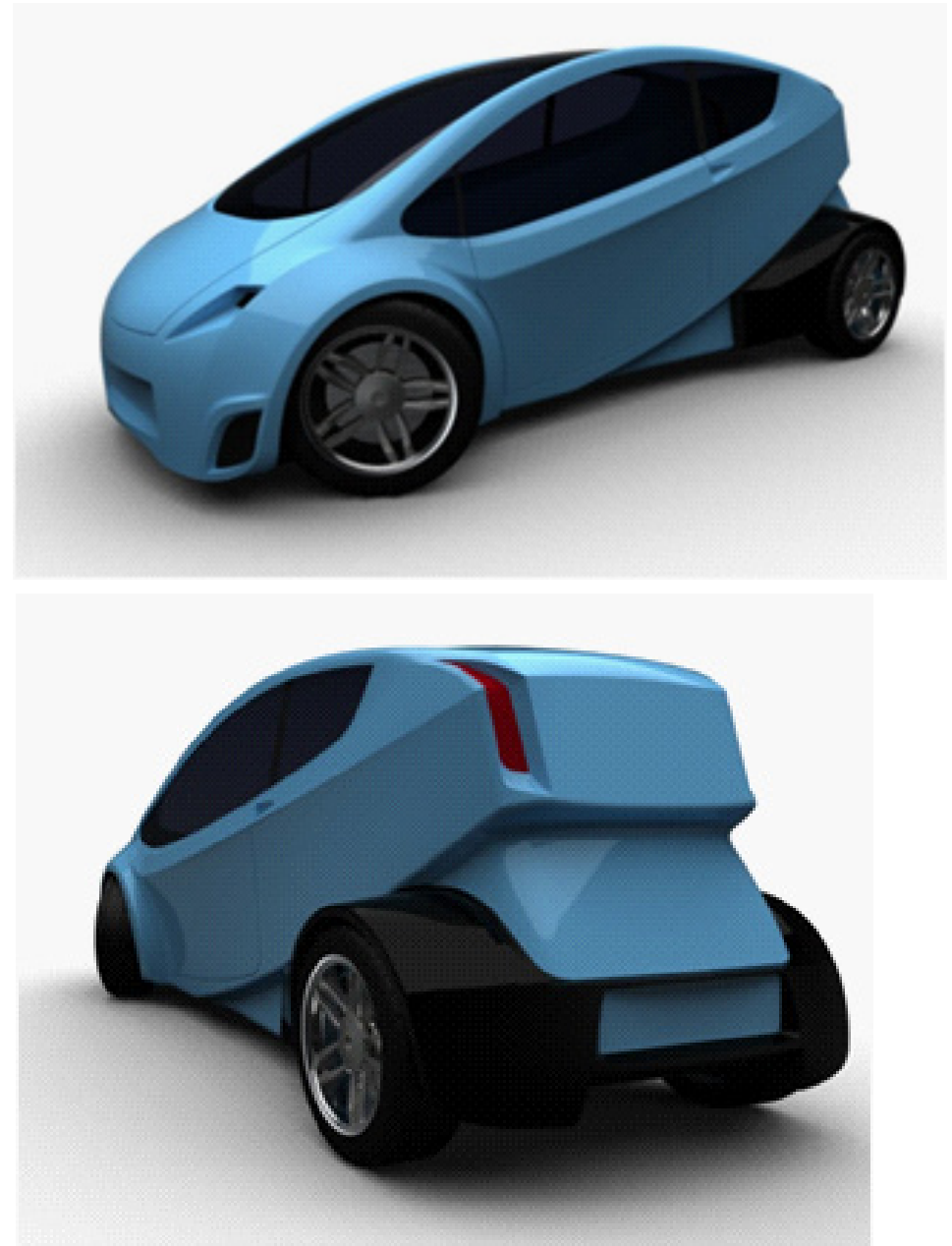
1.3. DE EVOLUTIE VAN DE CITO

Het Cito-concept leeft al sinds het jaar 1996. In dat jaar studeerde Dirk van Sambeek af op de Technische Universiteit Delft met zijn eerste "Cito-concept". Hoewel dit concept het minste wegheeft van het concept waar nu aan gewerkt wordt, is er nog steeds goed te zien waar het idee voor een alternatieve vorm van vervoer vandaan kwam. Het eerste concept is net als alle daaropvolgende concepten gebaseerd op het idee om de oppervlakte die nodig is om een persoon te verplaatsen te verkleinen. In Figuur 4 zijn de ontwerpen van 1996, 2006 en 2007 te zien. In Figuur 5 is het model van de Cito waar nu (2009) mee gewerkt wordt weergegeven.

Figuur 4: Het ontwerp van de Cito uit resp. 1996, 2006 en 2007



Figuur 5: Het huidige model van de Cito (2009)



2. DE BACHELOROPDRACHT

2.1. DE OPDRACHTOMSCHRIJVING

In deze bacheloropdracht is er gewerkt aan de volgende onderdelen van de Cito:

- Voorruit (Hoofdstuk 4)
- Ruitenwisser (Hoofdstuk 5)
- Dakstelsel (Hoofdstuk 6)
- Kofferbak (Hoofdstuk 7)
- Achterklep (Hoofdstuk 7)

Het startpunt was het vernieuwde ontwerp van de Cito 1+1 van 2009, welke in de eerste weken dat er bij het bedrijf werd begonnen, door de ontwerpers van Modesi werd afgerond. Dit ontwerp betrof alleen het exterieur van de Cito 1+1. Het interieur is een afstudeeropdracht van een andere student. Hier moest door hem nog aan worden begonnen.

De in het begin genoemde onderdelen voor de Cito 1+1 dienden binnen deze bacheloropdracht verder uitgewerkt te worden. De vormgeving van deze onderdelen waren al globaal vastgelegd door de exterieur ontwerpers van Modesi. De “speelruimte” lag dus al vast. Voor elk onderdeel moesten echter nog beslissingen worden genomen over de afmetingen en positie op het voertuig. Daarnaast moesten er ideeën bedacht worden over hoe deze onderdelen eruit zouden gaan zien. Deze afstudeeropdracht kwam kort gezegd neer op het nemen van deze beslissingen en het bedenken van ideeën voor deze onderdelen.

Om tot goede keuzes te kunnen komen is er tijdens de opdracht zoveel mogelijk overlegd met zowel de stagiair, die verantwoordelijk was voor het interieur, als de exterieur ontwerpers. Beslissingen die genomen werden hadden namelijk invloed op zowel de buiten als de binnenkant van de Cito. Een panoramadak brengt bijvoorbeeld meer licht in de auto, hier moet de interieur ontwerper vervolgens rekening mee houden bij het maken van verschillende keuzes m.b.t. het interieur, bijvoorbeeld een keuze voor het kleurgebruik. Daarnaast moest er in overleg met de exterieur ontwerpers gekeken worden hoe de te behandelen onderdelen veranderd konden worden, zonder dat er teveel van hun gewenste vormgeving afgeweken werd. Gedurende de

uitvoering van de opdracht is ook contact gezocht met verschillende bedrijven als Bosch, het RDW, Duracare en Inalfa Roofsystems.

Om voor verschillende onderdelen een keus te maken is er informatie gehaald uit een aantal gesprekken met het bedrijf (wat zijn de voorkeuren van het bedrijf), en een markt- / concurrentieonderzoek (wat is er al bedacht, wat is er in ontwikkeling). Tussentijdse concepten zijn gepresenteerd aan het bedrijf, waarna er aan de hand van de verkregen feedback, over is gegaan op de conceptkeuze.

Om de benodigde informatie over de Cito te weten te komen is gebruik gemaakt van het *CAD model* van het voertuig. De software die SAM hiervoor gebruikt, is *Pro Engineer Wildfire 4.0*. Om de basis van deze software onder de knie te krijgen, zijn er in de eerste weken van de opdracht verschillende *tutorials* gemaakt. Behalve Pro Engineer is er ook gebruik gemaakt van *Bunkspeed Hypershot*. Dit is een renderprogramma waarin van het CAD model van de Cito realistisch afbeeldingen te genereren zijn. Op deze manier is er bijvoorbeeld ook aan Figuur 5 (blz. 9) gekomen.

Extra bijkomstigheid: Dutch Design Week en IAA Frankfurt

Tijdens de uitvoering van de Bacheloropdracht bij het bedrijf, werd ook de Dutch Design week gehouden (17 t/m 25 oktober). SAM BV en Modesi BV waren hier aanwezig met onder andere de Cito 1+1, het voertuig waar aanmeegewerkt is. Deze DDW is samen met de interieur ontwerper bezocht. Ook is er met hem een speciaal door de Automotive Technology Centre (ATC) georganiseerde Seminar bijgewoond (*Bron 1: ATC, 2009*). Behalve de DDW is ook de IAA in Frankfurt bezocht. Op deze grootschalige autobeurs presenteren verschillende automerken hun nieuwste modellen en de nieuwste toegepaste automotive snufjes. Dit was een uitgelezen kans om inspiratie en ideeën op te doen voor de onderdelen die in de opdracht uitgewerkt moesten worden.

2.2. DOELSTELLING

De doelstelling van deze opdracht is om SAM te helpen bij het ontwerpen van de Cito. Dit zal gedaan worden door aandacht te besteden aan de onderdelen voorruit, ruitenwisser, dakraam, kofferbak en achterklep. Deze onderdelen zullen niet in detail worden uitgewerkt, maar er zal naar positie op de Cito en naar de onderlinge afmetingen worden gekeken. Daarnaast wordt er voor elk onderdeel een concept ontwikkeld. Hierdoor krijgt SAM een goed beeld van de ruimte die elk onderdeel zal gaan innemen en hoe dit onderdeel eruit zal gaan zien. Met deze bijdrage zal SAM verder in het ontwerpproces een goede basis hebben voor de detailuitwerking van deze onderdelen.

2.3. EISEN EN WENSEN

Aan het begin van de opdracht is er met de directeur van SAM gesproken over de eisen en wensen die het bedrijf heeft over de verschillende onderdelen voorruit, ruitenwisser, daksysteem, kofferbak en achterklep. Hieronder worden deze eisen en wensen per onderdeel op een rijtje gezet.

ALGEMEEN

Eisen

- In de Cito kan een 95% mens plaatsnemen op de bestuurdersstoel zonder zijn hoofd te stoten

Wensen

- In de Cito moet een hoofdruimte zijn van minimaal 50 mm voor de 95% mens
- Niets aan de afmetingen van de Cito veranderen (breedte, lengte, hoogte)

VOORRUIT

Eisen

- De voorruit moet groot genoeg zijn voor het minimale verplichte zichtveld (Richtlijn 70/156/EEG)

Wensen

- De voorruit moet zo groot zijn, dat het dak niet binnen het zichtveld bestuurder valt

RUITENWISSER

Eisen

- Wissen van het minimale verplichte oppervlak (Richtlijn 78/318/EWG)

Wensen

- Wissen van het horizontale zichtveld van de grootste bestuurder
- De ruitenwisser is in ruststand niet zichtbaar voor de bestuurder

DAK

Eisen

- Er moet een schuifdak in de Cito komen

Wensen

- Het dakraam is groter dan 564mm x 362mm, zodat de bestuurder/passagier hieruit kan ontsnappen
- In de Cito moeten twee schuifdaken komen, voor zowel de bestuurder als de passagier

BAGAGECOMPARTIMENT

Eisen

- De kofferbak moet ruimte bieden voor een boodschappencrat van 510x340x272mm
- Ruimte voor de materialen van twee zakenmensen
- Openen moet in beide modussen kunnen, zowel in de U-baan als daarbuiten

Wensen

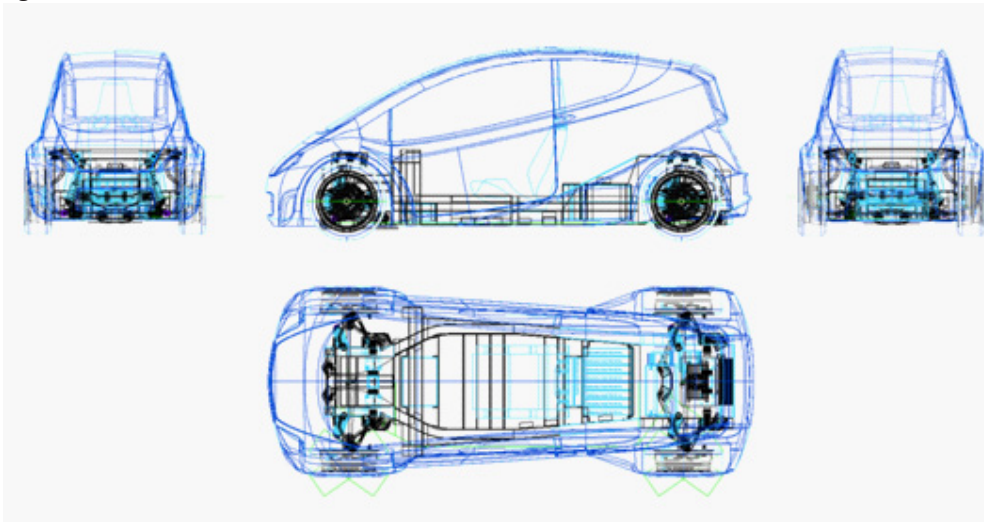
- Er moet ruimte zijn voor het vervoeren van twee sporttassen
 - De achterklep moet geopend kunnen worden wanneer de schuifdaken geopend zijn
-

3. HET MODEL VAN DE CITO

Om de juiste afmetingen te kunnen bepalen van de te ontwerpen onderdelen, wordt er gebruik gemaakt van een digitaal model (CAD). Dit model is in Pro Engineer gemaakt door de exterior ontwerpers van Modesi. Uit dit model zijn zo goed als alle afmetingen te halen die nodig zijn voor het bepalen van de juiste dimensies van de te ontwerpen onderdelen.

Voordat er wordt begonnen aan de verschillende onderdelen, is het erg belangrijk om eerst het model van de Cito eens goed te bestuderen. Zo bleek er in het eerste model dat tijdens de opdracht is gebruikt, te weinig ruimte te zijn om een 95% mens in het voertuig te laten passen. Dit was een eis van het bedrijf. Voor de verdere opdracht is daarom overgestapt naar een nieuw model (Figuur 6). De stappen die zijn ondernomen om te controleren of het nieuwe model wel voldeed aan deze eis worden hieronder beschreven.

Figuur 6: Aanzichten van het nieuwe Cito 1+1 model



Om te bepalen of het model groot genoeg is, zodat 95% van de bevolking (voor wat betreft de lengte) erin past, moet er eerst een waarde voor deze groep gevonden worden. Hiervoor is Dined (*Bron 2: TU Delft, 2004*) geraadpleegd. Dined is een site die beschikt over een database met daarin verschillende maten van het lichaam van

de mens. In deze database is het ook mogelijk om te selecteren op verschillende leeftijdsgroepen en is er de keuze uit Nederlandse en Europese gemiddelden.

Omdat in principe alle mensen met een rijbewijs in de Cito moeten kunnen rijden is er gekozen voor de breedst mogelijke leeftijdsgroep op Dined. Dit is de leeftijdsgroep van 20-60 jaar. Vanuit het bedrijf is het de eis om 95% van de bevolking in de Cito te laten passen. Omdat de Cito in de beginjaren in Nederland het eerste zal verschijnen en omdat de Nederlanders een van de grootste mensen ter wereld zijn (*Bron 3: ANP, 2007*), waardoor de Cito eerder ruim dan krap zal worden, is er gekozen voor de 95% gemiddelden van Nederland. Om 95% van de Nederlanders in het voertuig te laten passen, wordt gekeken naar de afmetingen van de grootste 95% van de bevolking. Wanneer de grootste persoon die in deze groep valt in het voertuig past, is aan deze eis voldaan. In het vervolg wordt ook wel gesproken over de *95% mens*. De lengte van deze 95% mens bedraagt 1960mm.

Omdat de bestuurder van de Cito in het voertuig zit, moet er gekeken worden naar de maten van de 95% mens in zitpositie (rechttop). Een belangrijke maat die meegenomen moet worden is de afstand van de onderkant van het zitvlak tot de bovenkant van het hoofd. Deze bedraagt volgens Dined 1008 mm.

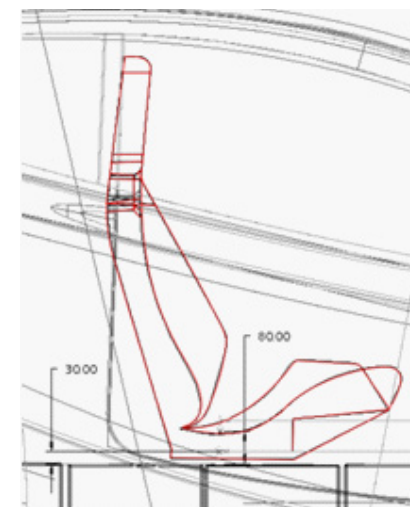
Naast maten van de mens moet er ook gekeken worden naar afmetingen van de Cito. De positie van de stoel, voornamelijk het zitvlak, en de hoogte van het dak zijn daar erg belangrijk.

Om achter de positie van de stoel te komen moet er eerst een stoel zijn ontworpen. Helaas was dit nog niet gebeurd. Het interieur zou namelijk later pas gedaan worden door een andere stagiair. Wel had een van de ontwerpers van Modesi een “tijdelijk” model van een stoel in het voertuig gemodelleerd. Dit was vooral om de renders die hij van het model maakte meer invulling te geven. Om toch enig houvast te hebben is er voor de verdere opdracht gebruik gemaakt van dit model van de stoel. De stoel is te zien in Figuur 7.

Punt R

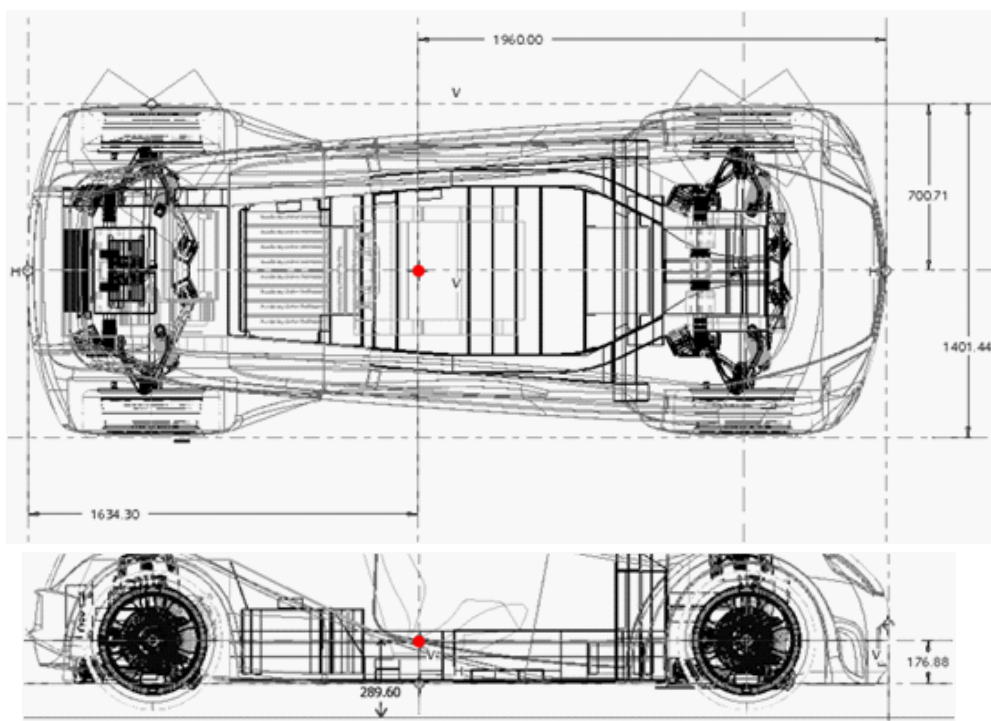
In het nieuwe model van de Cito is aan de hand van het model van deze stoel gekozen voor een zitvlakhoogte van 289,60mm, gemeten vanaf de

Figuur 7: De stoel in de Cito



grond. Tot de bodem van het voertuig bedraagt deze afstand 176,88mm. De afstand tot de neus is 1960,00mm en de afstand tot de zijkant van de Cito bedraagt 700,71mm. Deze maten zijn terug te zien in Afbeelding 1 voor het nieuwe model. Het punt van het zitvlak is aangegeven met een rode stip en wordt in de rest van het verslag punt R genoemd. De naamgeving "R" is overgenomen uit Europese richtlijn 77/649/EEG, welke in het volgende hoofdstuk aan bod komt.

Afbeelding 1: Punt R in het nieuwe model

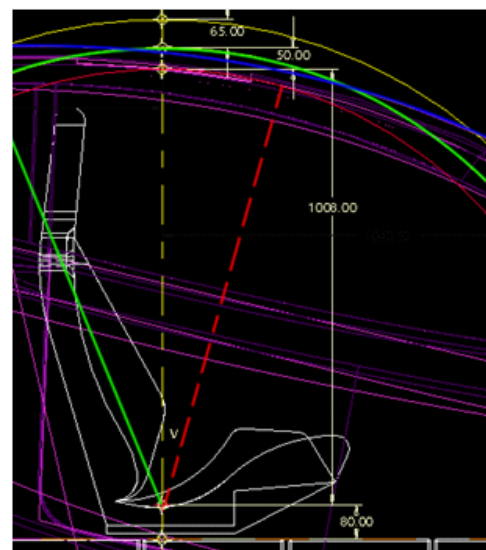


Meetcirkels

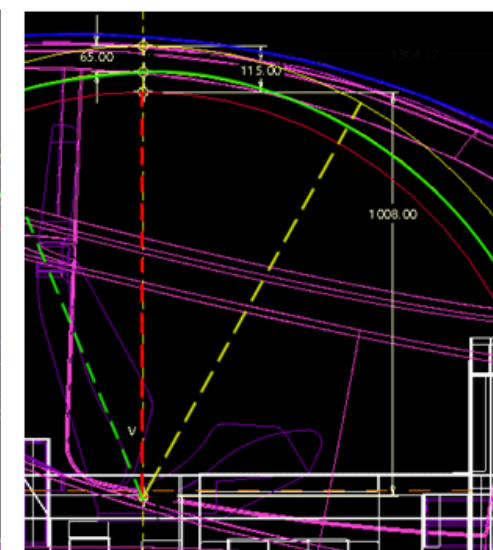
Nu de keuze voor de hoogte van het zitvlak is bepaald, kan er gekeken worden naar de afstand van het zitvlak tot de bovenkant van het hoofd van de 95% mens en de onderkant van het dak. Maar niet alleen recht boven het zitvlak moet de 95% mens in het voertuig passen. Bij bijvoorbeeld een aanrijding of naar voren buigen mag het hoofd van de bestuurder het dak ook niet raken. Om na te gaan of de Cito hier ook ruimte voor heeft zijn er rond punt R een aantal cirkels getrokken. De straal van de eerste cirkel is de afstand van het zitvlak tot de bovenkant van het hoofd van de

bestuurder, deze afstand wordt voor het gemak straal A genoemd. In het gunstige geval valt deze cirkel met straal A binnen het voertuig en snijdt het dus niet met de lijnen van het dak. Is dit wel het geval, dan past de persoon niet voldoende in de Cito en moet het dak en/of de stoel worden aangepast. Behalve de cirkel met straal A, is het ook belangrijk om extra hoofdruimte in te calculeren. Het is niet bepaald prettig om met het hoofd klem onder het dak te zitten. Voor deze hoofdruimte wordt een afstand van 50mm genomen. Deze maat voor de extra ruimte is een schatting, een minimale eis voor deze maat is niet gevonden. De cirkel met deze 50mm extra hoofdruimte bovenop straal A wordt in het vervolg straal B genoemd.

Afbeelding 2: Circels in nieuwe model



Afbeelding 3: Circels in oude model



Behalve straal A en B is het ook handig om zeker te zijn dat de dikte van het dak van de Cito, zoals die gemodelleerd is door de ontwerpers, klopt. Het is het streven om aan het exterieur van de Cito zo min mogelijk te veranderen, om zo het ontwerp zoveel mogelijk hetzelfde te laten. Om achter de dikte van het dak te komen is er gekeken naar de wens van SAM om een schuifdak in het voertuig in te bouwen. Een schuifdak is namelijk dikker dan een gewoon dak, i.v.m. de extra onderdelen. De afmetingen van het schuifdak zijn nagevraagd bij Inalfa RoofsysteMS (Bron 4: Inalfa, 2009), een bekende fabrikant van speciale daksysteMS. De dikte van een gemiddeld schuifdak bedraagt volgens dit bedrijf 65mm. Voor de nieuwe straal C komt er bovenop straal B dus nog een extra 65mm. Wanneer alle cirkels binnen de buitenste lijnen van het dak van de Cito vallen, betekent dit dat de Cito voldoende groot is voor

een 95% mens en kan er verder worden gegaan met de uitwerking van de positie van het dak, voorruit, ruitenwissers en bagageruimte. In Afbeelding 2 wordt dit verhaal zichtbaar gemaakt voor het nieuwe model, en in Afbeelding 3 voor het oude model.

Overzicht modelanalyse

Het dak in het nieuwe model is hoog genoeg voor de 95 % mens. Er is zelfs nog een extra 8,13mm ruimte over tussen de bovenkant van het hoofd van de bestuurder en het dak. Uit de analyse van het oude model bleek dat het dak niet hoog genoeg was. De cirkels met straal B en C vallen hier namelijk buiten de daklijn van het model.

4. DE VOORRUIT

In dit onderdeel wordt gekeken naar wat de afmetingen gaan worden van de voorruit. Onderling zijn de te behandelen onderdelen voorruit, ruitenwisser, dak en kof-ferbak van elkaar afhankelijk. Het dak bijvoorbeeld, zal pas beginnen op het punt waar de voorruit eindigt. Maar omdat de voorruit in vergelijking met de andere onderdelen aan de meeste wetten en regels moet voldoen, is er gekozen om met dit onderdeel te beginnen.

4.1. WET EN REGELGEVING

Na grondig onderzoek op het internet naar de juiste bronnen, is uiteindelijk bij EUR-LEX (*Bron 5: EUR-LEX, 2009*) uitgekomen. Op deze site is het recht van de Europese Unie te vinden. Wetten en regels waaraan een auto moet voldoen als het op de Europese markt gebracht wordt staan hier ook beschreven. Meer informatie over de zoektocht naar goede bronnen voor regelgeving is terug te vinden in *Bijlage 1*.

Zoals in de inleiding van dit onderdeel is vermeld, moet de voorruit aan de meeste richtlijnen voldoen. Deze zijn opgesteld door de Europese Unie. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste richtlijnen behandeld van de EUR-LEX en wordt er gekeken of de voorruit van de Cito hieraan voldoet. Mocht dit niet het geval zijn, dan wordt besproken wat er gedaan kan worden om dit alsnog voor elkaar te krijgen. Het hoofdstuk eindigt met een conclusie over de vorm en afmetingen van de definitieve voorruit.

Europese wetgeving (voorruit)

Voordat er uitgebreid gezocht gaat worden naar de wetten en regels voor de Cito, is het belangrijk om eerst vast te stellen wat voor soort voertuig de Cito volgens de wet is. Wetten en regels zijn namelijk verschillend per voertuigtype. Daarnaast zijn de verschillende wetten en regels ook op voertuigtype gecategoriseerd.

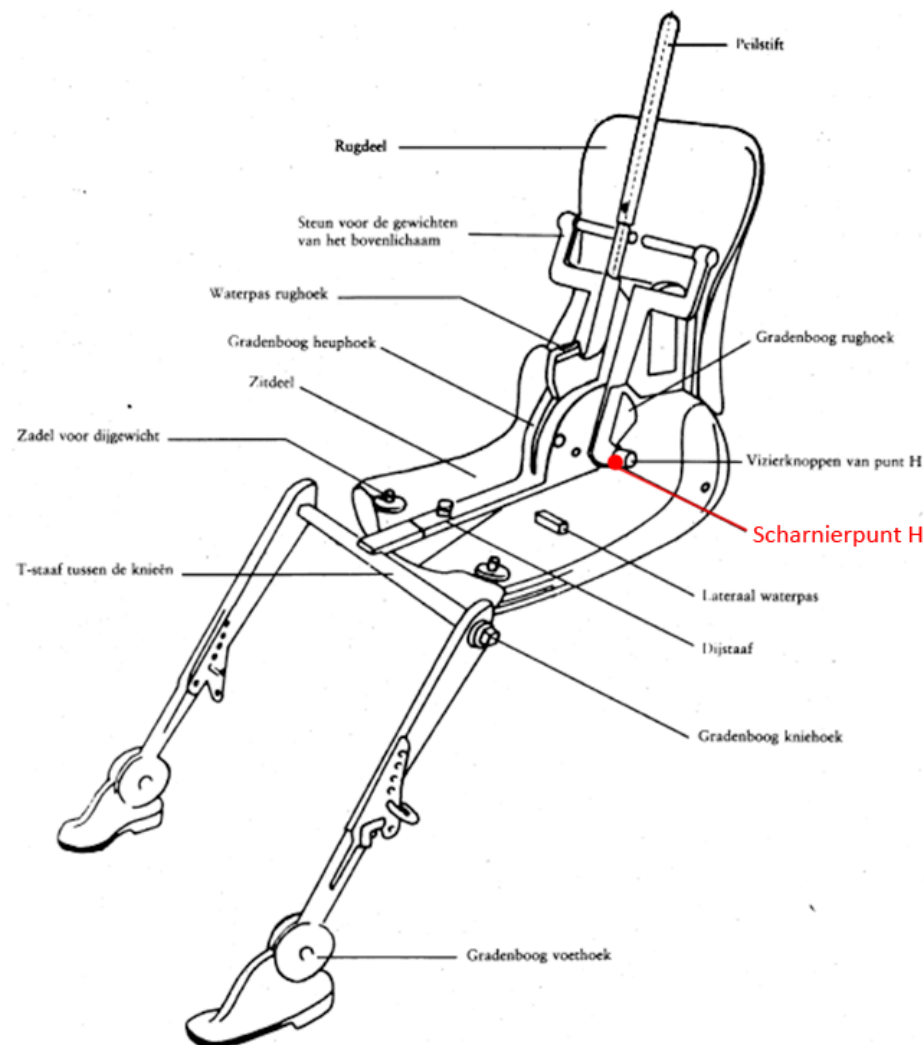
Uit Europese eis 70/156/EEG (*Bron 6: EUR-LEX, 2007*), is af te leiden dat de Cito onder de categorie M1 valt. Bij het opzoeken van de juiste richtlijnen moet dus gekeken worden bij voertuigcategorie M1.

Minimale zichtveld

Voor de minimale grootte van de voorruit bestaan geen regels. Wél bestaan er regels voor het minimaal verplichte zichtveld dat de bestuurder vanuit het voertuig moet hebben. Deze regels zijn terug te vinden in richtlijn 77/649/EEG (*Bron 7: EUR-LEX,*

1990). Twee afbeeldingen uit dit artikel die belangrijk zijn voor de bepaling van het minimale verplichte zichtveld zijn weergegeven in de Figuren 8 en 9.

Figuur 8: 3DH machine

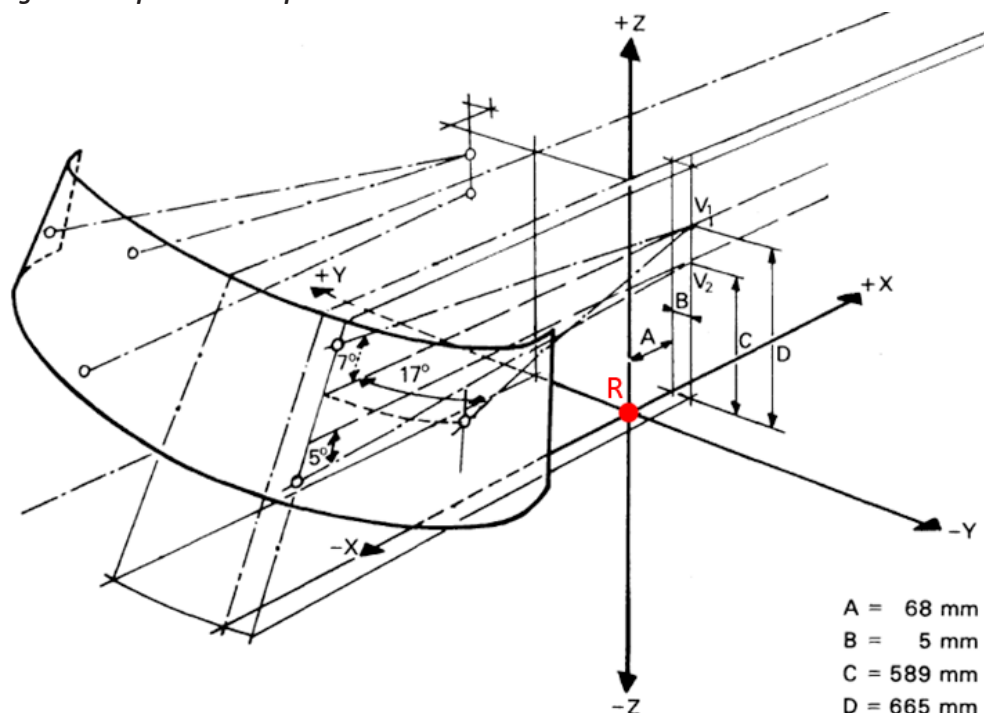


Figuur 8 is een weergave van de 3DH machine. Met deze machine wordt bij auto's gemeten of ze voldoen aan de eisen voor het minimale zichtveld. Wanneer het voertuig hier niet aan voldoet is het niet toegestaan om het op de markt te brengen.

Uiteraard zijn er behalve deze eis nog veel meer regels en wetten waar het ontwerp van een voertuig aan moet voldoen voordat het toegelaten wordt op de openbare weg.

In Figuur 8 is scharnierpunt H te zien. Dit punt komt nagenoeg overeen met punt R in Figuur 9.

Figuur 9: Bepalen van de punten V



De positie van dit punt R is o.a. afhankelijk van de dikte van de stoel, de vering, montagehoogte ten opzichte van de bodem van het voertuig aan de binnenzijde, en het gewicht van de bestuurder. De positie en waarde R wordt normaal door de fabrikant van het voertuig vermeld. In het geval van de te ontwikkelen Cito was er echter nog geen definitieve waarde voor R bepaald. In het vorige hoofdstuk is daarom voor de bepaling van punt R gebruik gemaakt van een door Modesi (tijdelijke) ontworpen stoel.

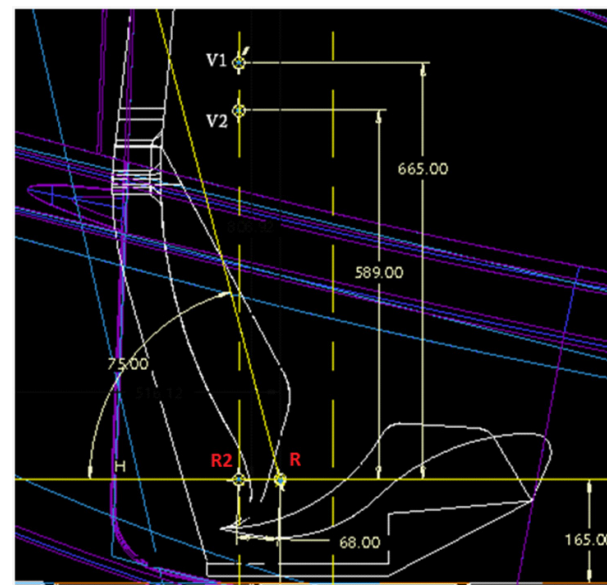
4.2. DE PUNTEN V1 EN V2

De eerste stap is het bepalen van punt R, wat in hoofdstuk 3 gedaan is. Vanuit dit punt worden vervolgens de punten V1 en V2 bepaald. In Afbeelding 4 is te zien hoe vanuit punt R aan deze punten te komen is.

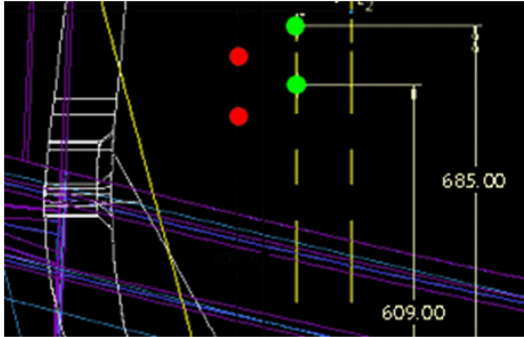
Vanuit punt R moet eerst 68mm naar de achterkant worden gegaan (punt R2) en 5mm naar links (links voor de bestuurder van het voertuig). Vervolgens 589mm omhoog voor punt V2 en nog eens 76mm extra omhoog (665mm vanuit punt R) voor punt V1. De punten die nu gevonden zijn, zijn in Afbeelding 4 weergegeven met V1 en V2. De Afbeelding is nog van het oude Cito model. De stoel is echter hetzelfde als in het nieuwe model. Daarnaast is ook de methode voor de bepaling van de punten V1 en V2 hetzelfde als in het nieuwe model.

In punt 5.4. van richtlijn 77/649/EEG wordt vermeld dat wanneer de hoek van de rugleuning niet gelijk is aan 25 graden, er correcties moeten worden aangebracht aan de positie van V1 en V2. De hoek van de rugleuning in de stoel die bij deze berekening is gebruikt, is 75 graden (gerekend vanaf de horizon). In deze richtlijn is het belangrijk om de hoek te weten vergeleken met een verticale lijn, oftewel de hoek van de rugleuning ten opzichte van rechtop zitten. Deze hoek bedraagt $90 - 75 = 15$ graden.

Afbeelding 4: De locatie van de punten V1,V2, R en R2



Voor de juiste correcties moet er dus gekeken worden bij een hoek van de rugleuning van 15 graden. Volgens de tabel uit dezelfde richtlijn komt dit overeen met een verplaatsing van 90mm naar voren (richting de neus van het voertuig) en 20 mm omhoog. In Figuur 10 staat de verplaatsing weergegeven (rood is zonder, groen is met correctie).

Figuur 10: De punten V1 en V2 met correctie

4.3. ONDERGRENSEN VOORRUIT

Nu V1 en V2 ook bepaald zijn, is het mogelijk om het minimale zichtveld te bepalen. In de punten 5.1.1.2 en 5.1.1.3 van richtlijn 77/649/EEG wordt beschreven hoe dit te bepalen is.

Vanuit V1 en V2 vertrekken twee lijnen richting de voorkant van het voertuig. Deze twee lijnen vertrekken met twee verschillende hoeken ten opzichte van de horizon. Vanuit het punt V1 is de hoek 7 graden omhoog, vanuit V2 is deze 5 graden omlaag. In het tussenliggende gedeelte moet zicht zijn naar buiten. Hiermee is dan ook de minimale grootte van de voorruit te bepalen. Vervolgens is ook indirect met deze gegevens te bepalen hoe groot de ruitenwissers moeten worden.

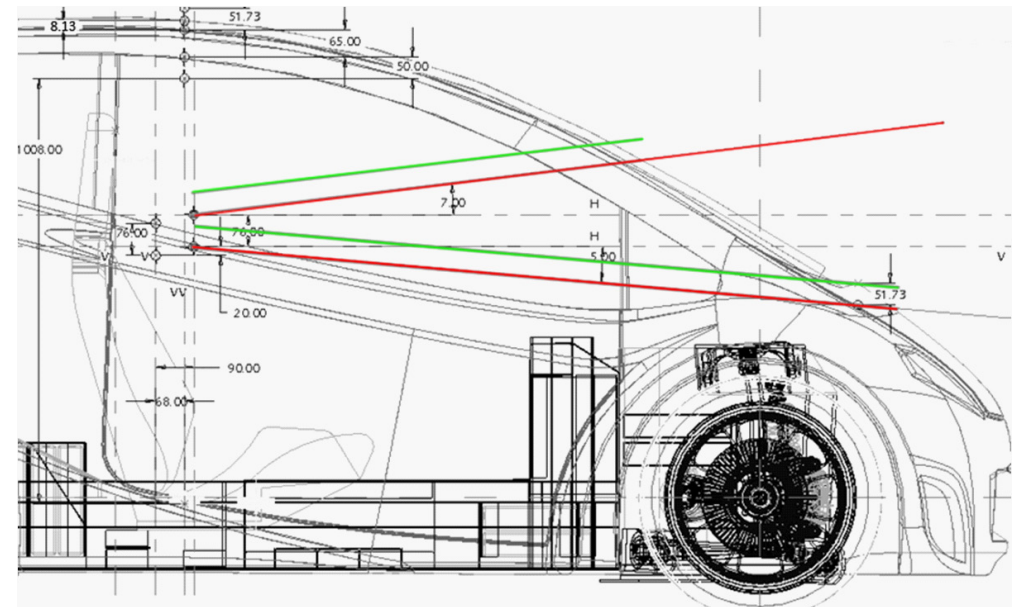
In Afbeelding 5 is te zien wat het minimale verplichte zichtveld is voor de Cito voor het nieuwe model.

Uit dezelfde Afbeelding blijkt dat het minimale zichtveld niet gehaald wordt. De rode lijnen in de Afbeelding geven de berekende grenzen aan van het zichtveld. De groene lijnen geven aan wat de minimale grenzen van het zichtveld moeten zijn, zodat ze binnen de voorruit vallen en zo het minimale zichtveld wel gehaald wordt. Het verschil tussen de rode en groene lijnen is 51,73mm. Mogelijke oplossingen voor dit probleem zijn als volgt:

- De stoel verhogen met 51,73mm, wat betekent dat ook het dak verhoogd moet worden. De extra ruimte die in het dak over was, bedroeg 8,13 mm. Dit betekent dat het dak dan met $51,73 - 8,13 = 43,6$ mm verhoogd zal moeten worden. Er kan ook gekozen worden om in de speling tussen bovenkant van het hoofd en onder

kant van het plafond in te korten. Hier was 50mm voor ingecalculleerd. Wanneer hier 43,6mm vanaf wordt gehaald is er nog een hoofdruimte van 6,4 mm beschikbaar en is het minimale zichtveld zichtbaar door de voorruit.

- De voorruit doortrekken, zodat er verticaal gemeten een hoogte van 51,73 mm bij komt en de rode lijnen hierdoor net binnen de voorruit vallen, waardoor het minimale zichtveld binnen de voorruit valt. Het is alleen nog onduidelijk wat de positie van het dashboard gaat worden. Hoe lager de voorruit komt te liggen, hoe groter de kans dat het achter het dashboard verdwijnt en daardoor geen bijdrage meer levert aan het zichtveld.
- Kiezen voor een kleiner % mens, maar hierdoor vervalt wel min of meer een eis

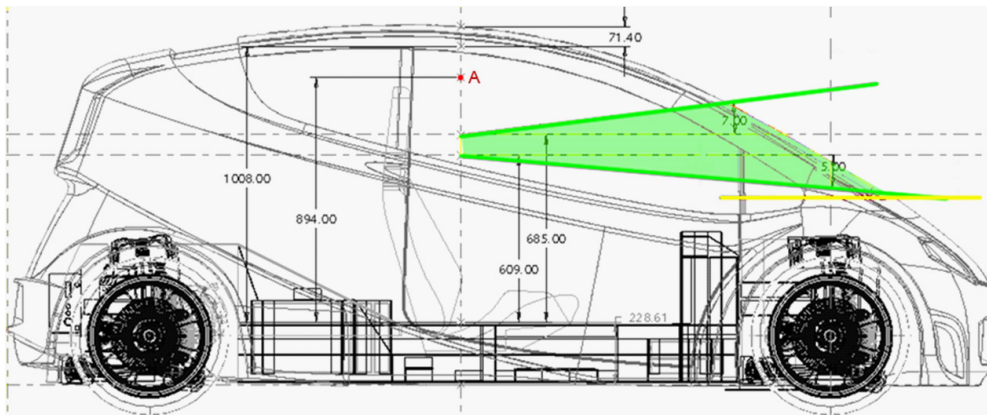
Afbeelding 5: Minimale verplichte zichtveld

Keuze:

Om zo min mogelijk aan het exterieur te veranderen en omdat de stoel niet definitief was gemodelleerd, is gekozen om de stoel te verhogen. De zitvlakhoogte komt dan op $176,88\text{mm} + 51,73\text{mm} = 228,61\text{mm}$ (gemeten vanaf de onderste bodemplaat. Dit heeft echter wel tot gevolg dat er nog maar 6,4mm in plaats van de eerder gekozen 50mm hoofdruimte overblijft. Aan de eis dat er een 95% mens in de Cito past is dan echter nog steeds voldaan. In Afbeelding 6 is het eindresultaat van het minimale verplichte zichtveld te zien. De gele lijn geeft de onderzijde van de voorruit van de

Cito weer, zoals deze in het nieuwe model was ontworpen. Het groene gebied is het minimale verplichte zichtveld.

Afbeelding 6: Eindresultaat minimale verplichte zichtveld



4.4. BOVENGRENS VOORRUIT

De onderkant van de voorruit is nu vastgelegd met behulp van het minimale verplichte zichtveld. De bovenkant van de voorruit zou zich nu minimaal op de bovengrens van dit verplichte zichtveld moeten bevinden om aan de Europese wetgeving te voldoen.

Een eis vanuit het bedrijf was om de 95% mens in het voertuig te laten passen. Aan deze eis is voldaan door te bewijzen dat het dak hoog genoeg was. Wanneer de bovenkant van de voorruit echter zou eindigen op de bovengrens van het minimale verplichte zichtveld, kan de 95% mens niet recht voor zich uit door de voorruit kijken. In Afbeelding 6 is punt A zichtbaar, dit punt geeft de ooghoogte weer van de 95% mens. Deze ooghoogte bevindt zich op 894mm boven punt R.

Omdat er verder geen eis is vanuit het bedrijf voor de grootte van de voorruit, moest er op een andere manier bepaald worden waar de bovengrens van de voorruit zich zou bevinden. Het is belangrijk om voor deze keuze rekening te gaan houden met de positie van het schuifdak, dat ook nog bepaald moet worden. Hoe groter de voorruit aan de bovenzijde wordt, hoe minder ruimte er overblijft voor het dakraam.

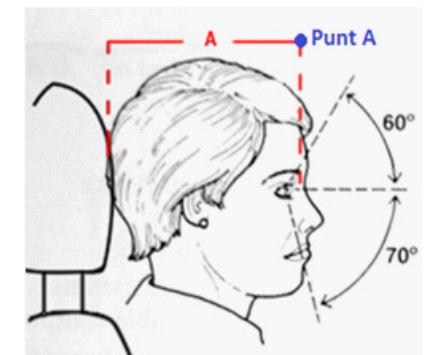
Optie 1: Minimale zichtveld mens

Als eerste optie is ervoor gekozen om te kijken naar het maximale zichtveld van de mens. Het belangrijkste van dit zichtveld is het gebied boven de horizon dat de mens nog steeds kan zien. Deze hoek met de horizon blijkt 60 graden te zijn (*Bron 8a: van Lint, M., 2007*) (Figuur 11). Behalve de 60 graden is ook een site gevonden waarin wordt verteld dat deze hoek 50 graden is (*Bron 8b: Halcrow, ERM, 2005*). Om liever te ruim te zitten dan te krap, is 60 graden gekozen. Met deze kijkhoek is te achterhalen wat de bestuurder wel of niet boven zich ziet wanneer hij/ zij recht voor zich uit kijkt. Hiermee wordt vervolgens gekeken vanaf welk punt het dak boven de bestuurder kan beginnen en waar dus de voorruit kan eindigen. Het beginstuk van het dak is namelijk niet doorzichtig (meer over het dak in hoofdstuk 5). Wanneer dit ondoorzichtige deel in het gezichtsveld van de bestuurder valt is dit niet echt een probleem, maar het liefste wordt dit voorkomen, zodat er optimaal een ruimtelijke ervaring opgedaan kan worden. En het zicht naar buiten voor de bestuurder maximaal is.

In Figuur 11 wordt ook afstand A aangegeven.

Dit is de "diepte" van het hoofd van de kleinste 95% persoon. Dit is niet de afstand van het oog tot de hoofdsteun, maar die van het voorhoofd tot de hoofdsteun. Bij de kleinste persoon in de 95% categorie bedraagt deze afstand 175mm (Dined). Om hier nog iets preciezer de afstand van het oog uit te halen wordt er 25mm van deze afstand afgehaald. Dit is een schatting. Bij de meeste mensen lijkt deze afstand minder. Maar in dit geval kan de afstand van de hoofdsteun naar het oog beter te klein zijn dan te groot. Hoe kleiner deze afstand namelijk wordt, hoe groter de voorruit wordt en hoe kleiner de kans is dat het dak alsnog in het zicht van de bestuurder valt. Daarnaast kan er ook nog meegenomen worden dat er bij het autorijden zelden of nooit tegen de hoofdsteun aan wordt geleund. Voor de afstand A wordt dus 150mm genomen. Het punt dat zich op deze afstand van de hoofdsteun bevindt, wordt voor het gemak punt A genoemd.

Figuur 11: Horizontale zichtveld mens



Optie 1 voor de grootte van de voorruit is alleen uitgevoerd voor het oude model van de Cito. Bij verdere berekeningen bleek namelijk dat door de grootte van de voorruit er niet meer genoeg ruimte was voor twee dakramen waar zowel de bestuurder als de passagier door konden ontsnappen. Na een bespreking met de directeur van SAM werd ook duidelijk dat hij wilde dat het dakraam verder naar voren kwam te staan.

Om optie 1 niet meteen te verwerpen, is er nog gekeken of er in het model de mogelijkheid was om de stoel naar voren te schuiven. Dit was helaas niet ver genoeg mogelijk om de volledige kijkhoek van 60 graden te handhaven. Een andere optie zou het verhogen van het dak zijn, maar gezien er dan aanpassingen in heel het model zouden moeten komen en het effect gering was, is dit uiteindelijk niet doorgevoerd.

Voor het nieuwe model is niet meer gebruik gemaakt van optie 1. Er moest dus een andere manier worden gevonden om een logische keuze te maken voor de bovengrens van de voorruit, zonder deze groter te maken dan in optie 1 het geval was, om te voorkomen dat er wederom te weinig ruimte overblijft voor de dakramen.

Voor optie 2 is er besloten om te kijken in welke situaties het in het verkeer handig is om hoger door de voorruit te kunnen kijken. Met deze gedachte is er uitgekomen op verkeersborden (boven de snelweg) en verkeerslichten. Omdat er in tegenstelling tot verkeersborden voor verkeerslichten wel een stopstreep ligt, is er besloten om deze laatste als referentie te kiezen. Omdat er voor verkeersborden geen stopstreep ligt, is het namelijk lastig om hieruit een minimale kijkhoek te halen om daar vervolgens weer de grootte van de voorruit uit af te leiden. Vandaar dat er gekozen is om verkeerslichten als referentie te kiezen.

Optie 2: Regelgeving verkeerslichten

Omdat er geen regels gevonden zijn voor de bovengrens van de voorruit (alleen minimale zichtveld) is er gekozen om de bovengrens van de voorruit te relateren aan verkeerslichten. Omdat er geen algemene Europese regels zijn voor de plaatsing van verkeerslichten, zijn hiervoor de Nederlandse regels gekozen. Dit omdat hier de Cito het eerst gelanceerd zal gaan worden en zich dus in het Nederlandse verkeer zal moeten bewijzen.

In artikel 14 van de Nederlandse Wegenverkeerswet (*Bron 9: Verkeer en waterstaat, 1994*) is bepaald op welke afstand verkeerlichten boven het wegdek moeten hangen en op welke afstand van deze lichten de stopstreep is. Met deze gegevens is te berekenen wat de kijkhoek minimaal moet worden om voor de stopstreep vanuit de Cito de verkeerslichten nog steeds goed te kunnen zien.

Voor de duidelijkheid zijn hieronder de belangrijkste regels voor de plaatsing van verkeerslichten weergegeven.

Artikel 1.2.18: Is een driekleurig verkeerslicht aangebracht boven de rijbaan, dan moet de onderkant van het achtergrondschild zich binnen de bebouwde kom ten minste 4,50m en buiten de bebouwde kom ten minste 5m boven het wegdek bevinden.

Artikel 1.2.20: Bij plaatsing van een driekleurig verkeerslicht boven de rijbaan bedraagt de afstand van een punt op het wegdek loodrecht onder de verkeerslantaarn tot de daarvoor aangebrachte stopstreep voor het gemotoriseerde verkeer binnen de bebouwde kom ten minste 8m en buiten de bebouwde kom ten minste 12m. De afstand bedraagt maximaal 20m.

Met een eenvoudige berekening is te zien dat de hoek waaronder het verkeerslicht vanaf de stopstreep hangt groter is binnen dan buiten de bebouwde kom. Hieronder de gegevens die nodig zijn voor deze berekening.

Berekening hoek stoplichten

De hoogte van het verkeerslicht boven het wegdek bedraagt 4,50m binnen en 5m buiten de bebouwde kom. Dit is echter niet de afstand van de ooghoogte van de bestuurder tot het verkeerslicht. Om deze afstand te krijgen moeten de 4,5m en 5m verminderd worden met de ooghoogte van de bestuurder t.o.v. de grond. De ooghoogte van de bestuurder t.o.v. punt R bedraagt 894mm. Punt R bevindt zich vervolgens 341,33mm t.o.v. van de grond. De ooghoogte van de bestuurder t.o.v. de grond bedraagt dus 1235,33mm.

- Punt R ligt op 1960mm afstand van de neus van de Cito en de stopstreep
- Punt R ligt 180,97mm van de hoofdsteen
- Punt A (horizontale positie van het oog t.o.v. hoofdsteen) ligt op 150mm van de hoofdsteen

Voor een preciezere hoeksberekening moet daarom bij de afstand van punt R tot de stopstreep nog $180,97 - 150 = 30,97$ mm extra opgeteld worden (zie voor de bepaling van punt A ook hoofdstuk 4.4, optie 1 minimale zichtveld mens).

De horizontale afstand van de stopstreep tot het oog bedraagt dus $1960 + 30,97 = 1990,97$ mm. De verticale afstand van de grond tot het oog bedraagt 1235,33mm.

De berekening van de hoek binnen de bebouwde kom:

De $\tan$ (hoek A) = de verticale afstand (overstaande) / horizontale afstand (aanliggende). Oftewel $\tan$ (hoek A) = (verticale afstand / horizontale afstand) = hoek A

Verticale afstand: $4500\text{mm (hoogte verkeerslicht)} - 1235,33\text{mm} = 3264,67\text{mm}$

Horizontale afstand: 8000mm (afstand stopstreep)+ 1990,97mm = 9990,97mm

$\tan^{-1} (3264,67 / 9990,97) = 18,1$ graden.

De berekening voor de hoek buiten de bebouwde kom:

Verticale afstand: 5000mm (hoogte verkeerslicht) - 1235,33mm = 3764,67mm

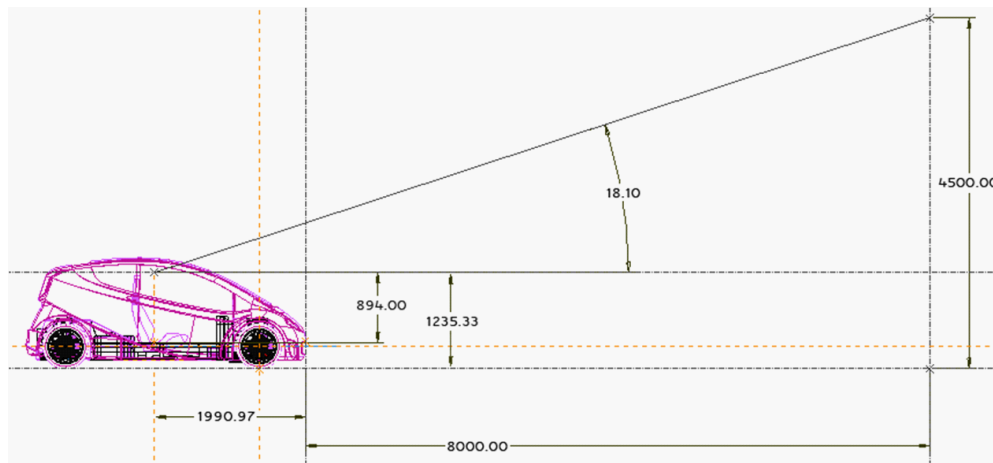
Horizontale afstand: 12000mm (afstand stopstreep)+ 1990,97mm = 13990,97mm

$\tan^{-1} (3764,67/13990,97) = 15,06$ graden

Binnen de bebouwde is de benodigde hoek om het stoplicht te zien dus het grootst, ongeveer 18,1 graden. Deze hoek wordt daarom gebruikt als referentie.

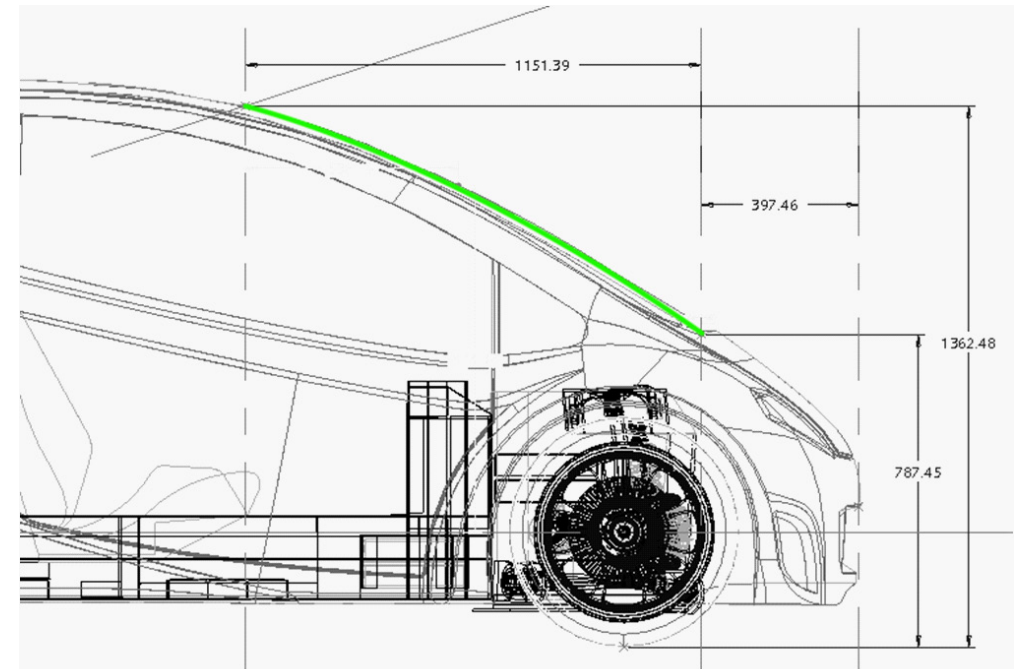
In Afbeelding 7 staan de juiste maten weergegeven en in Afbeelding 8 is de positie van de voorruit vastgelegd. De totale lengte van de voorruit van onder naar boven bedraagt 1295,18mm.

Afbeelding 7: Kijkhoek gebaseerd op verkeerslichten

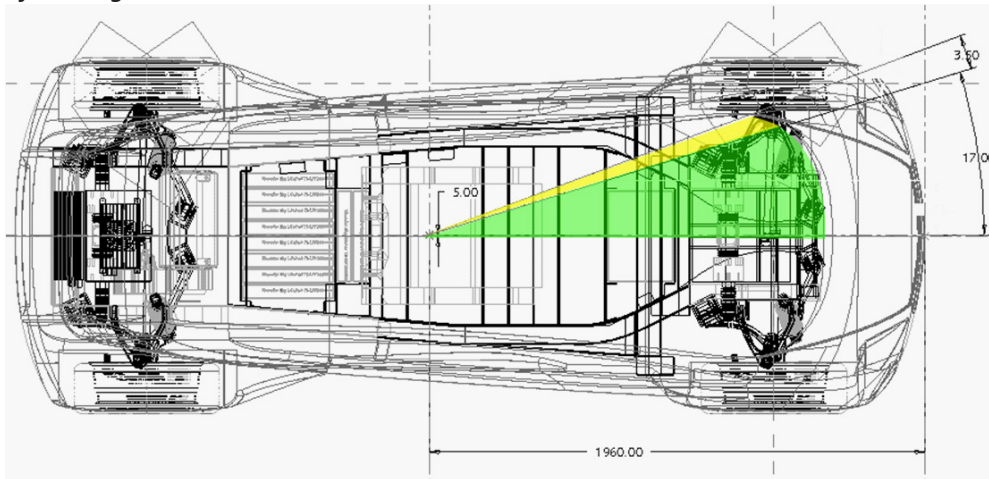


Behalve in de lengte (zijaanzicht) is het ook belangrijk om na te gaan of de voorruit ook in de breedte (bovenaanzicht) voldoet aan de minimale eisen voor het zichtveld. In richtlijn 77/649/EEG staat aangegeven hoe na te gaan is of de voorruit ook aan deze voorwaarden voldoet.

Afbeelding 8: De uiteindelijke positie van de voorruit



Vanuit punt V1 en V2 (is in bovenaanzicht hetzelfde) moet er 5mm naar links worden verschoven. Vanuit dit punt wordt er vervolgens een horizontale lijn getrokken (richting lengte-as voertuig). Met deze lijn wordt er een hoek gemaakt van 17 graden naar links, dezelfde kant uit als waar vanuit de punten V, 5mm is verschoven. Wanneer deze hoek doorgetrokken wordt naar de voorkant van het voertuig en binnen de voorruit valt, is er voldaan aan de eis voor het minimale zichtveld. Behalve naar links, moet hetzelfde ook gedaan worden aan de rechterkant van het voertuig. Aangezien de punten V op de middenas ligt van de Cito en deze dus precies in tweeën deelt, is het zichtveld aan de rechterkant van de bestuurder hetzelfde als links. Omdat het linker gebied binnen de voorruit valt is dus te concluderen dat de voorruit voldoet aan de richtlijnen voor het minimale zichtveld, zoals deze gesteld zijn in artikel 77/649/EEG. Aan beide kanten blijft er zelfs nog een extra zichthoek van 3.5 graden over. Afbeelding 9 geeft het bovenaanzicht met het minimale zichtveld weer.

Afbeelding 9: Boven aanzicht minimale zichtveld

4.5. MATERIAAL VOORRUIT

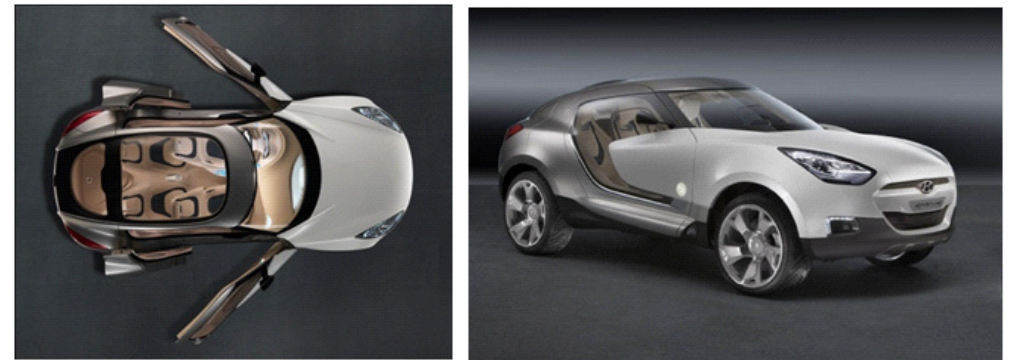
Behalve algemene sites op het internet om achter de materialen te komen die gebruikt mogen worden als voorruit in de auto, is er ook weer op EUR-LEX rondgekeken. In richtlijn 92/22/EEG staat voor een aantal verschillende soorten materialen van voorruit beschreven aan welke eisen er voldaan moet worden. Deze eisen worden getest volgens een aantal vasten proeven. Welke proeven dit zijn en wat ermee wordt getest staat beschreven in deze richtlijn. Een aantal voorbeelden van deze proeven:

- Breukpatroon
- Kogelvalproef
- Gedrag ruit bij schok met hoofd
- Testen m.b.t. omgevingsinvloeden, hittebestendig, vochtbestendig, slijtage, etc.

Wanneer er een keuze wordt gemaakt voor glas voor de voorruit, is alleen gelaagd glas nog maar toegestaan. Vanaf 1981 is er namelijk in heel Europa verplicht gesteld dat voorruit van auto's alleen nog maar uit gelaagd glas mogen bestaan (*Bron 10: Glass for europe, 2003*).

Voorruit mogen volgens richtlijn 92/22/EEG (*Bron 11: Raad v.d. EU, 2001*) ook uit kunststof bestaan, mits deze ruit alle proeven zoals genoemd in de richtlijn doorstaat. Of er op het moment ook al een kunststof bestaat die op de Nederlandse wegen wordt toegelaten is onduidelijk.

In de hoop hier een beter antwoord op te krijgen is er contact opgenomen met SABIC Innovative Plastics (*Bron 12: SABIC, 2009*). Dit bedrijf hield ook een presentatie op de Automotive Seminar op de Dutch Design Week. SABIC specialiseert zich vrijwel in alles dat met kunststof te maken heeft. Zo zijn ze ook op automotive gebied actief met hun technologie. Een pronkstuk op dit gebied is de Hyundai QarmaQ, die ook op de DDW aanwezig was (Figuur 12).

Figuur 12: De Hyundai QarmaQ

Bij dit voertuig (concept) bestaat de gehele beglazing uit kunststof. Dubbelgekromde oppervlakten zijn bij dit voertuig ook uit kunststof vervaardigd. Ook bij een eerder project, de c'mm'n, uitgevoerd in samenwerking met de 3TU's, heeft Sabic de dubbelgekromde beglazing op zich genomen (Figuur 13).

Figuur 13 : De C'MM'N

SABIC meldt dat het op dit moment (nog) niet is toegestaan om een voorruit in kunststof uit te voeren, ook al zijn er kunststof voorruit die aan alle eisen voldoen. Dit zou volgens SABIC te maken hebben met internationale wetgeving. Voor panoramadaken, achterrauiten, zijruit van de B- stijl (naar achteren) en vaste ruiten achter de A-stijl mag dit wel.



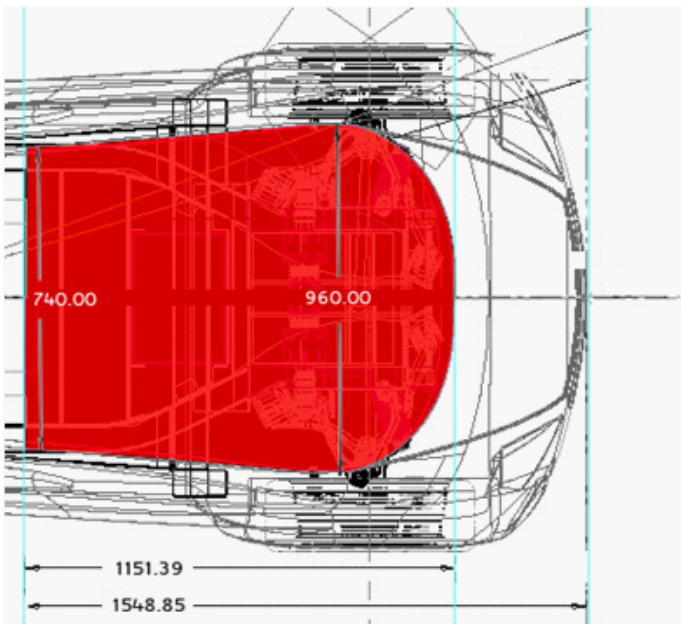
Voor wat betreft kunststof beglazing lijken Lexan en Makrolon een goed alternatief voor glas (*Bron 13: Sabic-IP, 2008*). In de autosport zijn deze materialen al te bestellen en worden ze gebruikt als vervanging van de standaard beglazing van glas.

Met de gedane onderzoeken is het dus moeilijk om zeker te zeggen dat voorruiten van voertuigen uit de categorie M1 uit kunststof mogen bestaan. Voor de zekerheid wordt er in deze opdracht daarom gekozen voor een voorruit van gelaagd glas. Het advies aan SAM is om deze ontwikkeling in de gaten te blijven houden.

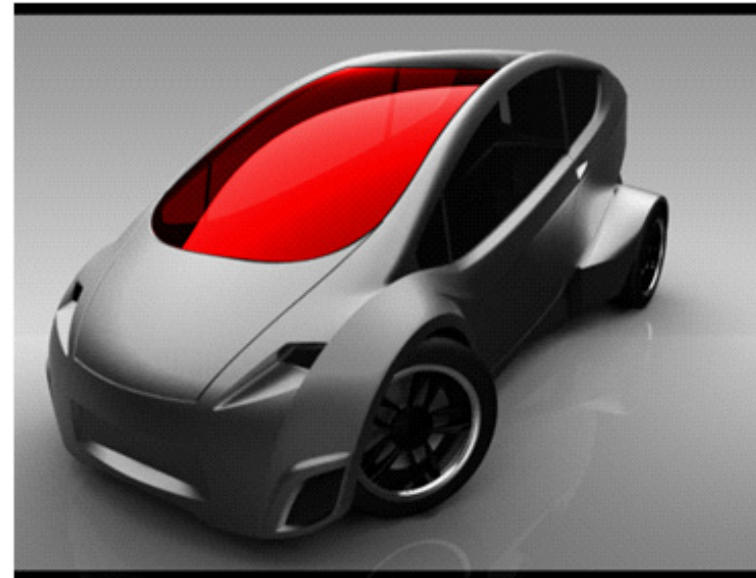
Overzicht voorruit

Voor de voorruit is gekeken naar Europese richtlijnen die betrekking hebben op het minimale verplichte zichtveld dat de bestuurder vanuit de auto naar buiten moet hebben. De onderste grens van het minimale zichtveld bleek onder de ondergrens van de voorruit te vallen. Om dit te corrigeren is de bestuurdersstoel met 51,73mm verhoogd. Hierdoor valt de ondergrens van het minimale zichtveld samen met de ondergrens van de voorruit. Voor de bovengrens is gebruik gemaakt van de hoogte van verkeerslichten boven het wegdek. De uiteindelijke positie en afmetingen van de voorruit zijn in Afbeelding 8 en in Figuur 14 waar te nemen. De totale lengte van de voorruit bedraagt 1295,18mm. Als materiaal wordt er voor de voorruit gekozen voor gelaagd glas, het materiaal waarvan de voorruit van nagenoeg alle huidige voertuigen is gemaakt. In Figuur 15 is tenslotte nog een render van de Cito te zien, met in het rood de voorruit.

Figuur 14: Bovenaanzicht van de voorruit (rood)



Figuur 15: De uiteindelijke voorruit van de Cito in het rood



5. DE RUITENWISSER

5.1. AFMETINGEN

Zoals er regels zijn voor de voorruit, zo zijn er ook regels voor het gebied op de voorruit dat de ruitenwissers minimaal moeten wissen. Deze regels zijn beschreven in richtlijn 78/318/EWG (*Bron 14: Raad v.d. EU, 2007*). In Bijlage 4, punt 2 van deze richtlijn worden specifiek de zichtveldzone's besproken die gewist moeten worden. Voor de bepaling van deze zichtveldzone's wordt gebruik gemaakt van de punten V1 en V2, zoals die in het hoofdstuk 4 over de voorruit zijn bepaald.

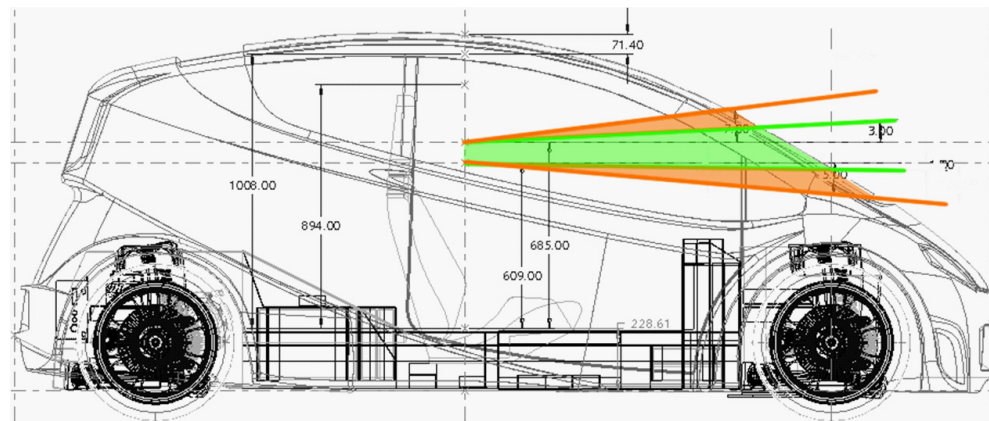
Zichtveldzone A en B

Vanuit punt V1 wordt er een horizontale lijn getrokken richting de voorzijde van de Cito. Vanuit hetzelfde punt wordt er nogmaals een lijn getrokken, maar nu met een hoek van 3 graden omhoog ten opzichte van de horizontale lijn. Deze nieuwe lijn is de bovengrens van zichtveldzone A. De onderste grens is te vinden door vanuit punt V2 een lijn te trekken die een hoek van 1 graden omlaag maakt met een horizontale lijn vanuit hetzelfde punt. Het gebied tussen de bovengrens en ondergrens geprojecteerd op de voorruit is zichtveldzone A. Van dit gebied moet volgens de richtlijn minimaal 98% worden gewist.

Zichtveldzone B is op een gelijkwaardige manier te bepalen. In plaats van 3 graden omhoog wordt er voor de bovengrens een lijn met een hoek van 7 graden omhoog getekend. De ondergrens is te vinden door in plaats van 1 graden omlaag er 5 omlaag te gaan. Dit gebied geprojecteerd op de voorruit geeft zichtveldzone B. Van deze zone moet minimaal 80% gewist worden om aan Europese richtlijnen te voldoen. In Afbeelding 10 zijn de zichtveldzones te zien zoals hierboven is beschreven.

Geprojecteerd op de voorruit hebben zichtveldzone A en B samen een lengte van 643,64mm. Van zichtveldzone A moest 98% gewist worden en van zone B 80%. Stel nu dat zone A volledig wordt gewist, dus 100%, en zone B voor de minimaal vereiste 80%. Van het totale gebied moet dan 80% gewist worden, er vanuit gaande dat 100% van zone A in de 80% van zone B valt. De lengte van het gebied dat minimaal gewist moet worden bedraagt dan 80% van 643,64mm --> $0.8 \cdot 643,64 = 514,91\text{mm}$. Dit betekent dat de minimale lengte van de ruitenwisser die dit gebied moet wissen ook 514,91mm moet bedragen. Maar de ooghoogte en daarmee ook het horizontale zichtveld van de 95% mens, bevindt zich boven deze zichtveldzones die gewist worden.

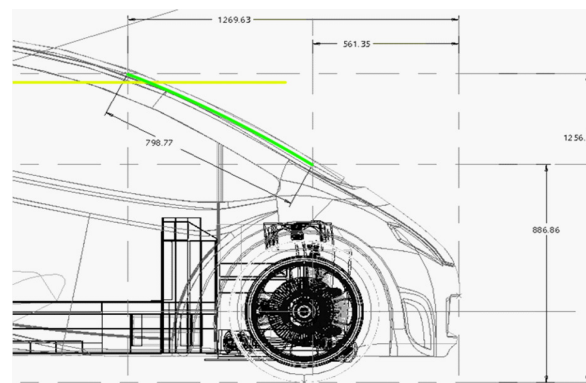
Afbeelding 10: Zichtveldzones A (groen) en B (groen + oranje)



Hoewel het voor de regelgeving voor het voertuig verder niet veel meer uitmaakt, is het wel voor te stellen dat het wenselijk is als het horizontale zichtveld van de 95% mens enigszins gewist wordt, zodat de langste bestuurder ook recht door de voorruit kan kijken wanneer het regent.

Om dit te kunnen bepalen is er vanuit het punt dat de ooghoogte van de langste bestuurder weergeeft een horizontale gele lijn getrokken (Afbeelding 11). Wanneer de ruitenwisser (groene lijn) deze horizontale lijn snijdt, dan kan de langste bestuurder ook als het regent recht voor zich uit door de voorruit iets zien. Uit het model is bepaald dat de ruitenwisser om de gele lijn te raken een minimale lengte moet hebben van 742,75mm.

Afbeelding 11: Ooghoogte bestuurder



Voordat er definitief gekozen kan worden voor de ruitenwisser, moet er nagegaan worden of de ruitenwisser wel in deze lengte te krijgen is. Voor de Cito is namelijk gekozen voor een beugelvrije wisser. De keuze hiervoor wordt in het hoofdstuk 5.2. verder besproken. Om achter de maximale lengte waarin dit soort ruitenwissers te krijgen zijn te komen,

is er op het internet gekeken bij verschillende ruitenwisserfabrikanten en is er uiteindelijk gebeld met Bosch (*Bron 15: Bosch, 2009*). Op het moment van onderzoeken (nov. 2009) had de langste ruitenwisser een lengte van 800mm. Voor de Cito is er daarom gekozen voor een ruitenwisser met deze grootste afmetingen.

De zichtveldzone die gewist moet worden is niet alleen in het zijaanzicht te definiëren. Ook het vooraanzicht/ bovenaanzicht moet bekeken worden. Niet alleen de lengte van de ruitenwisser moet dus voldoen aan verschillende regels, maar ook het wispatroon.

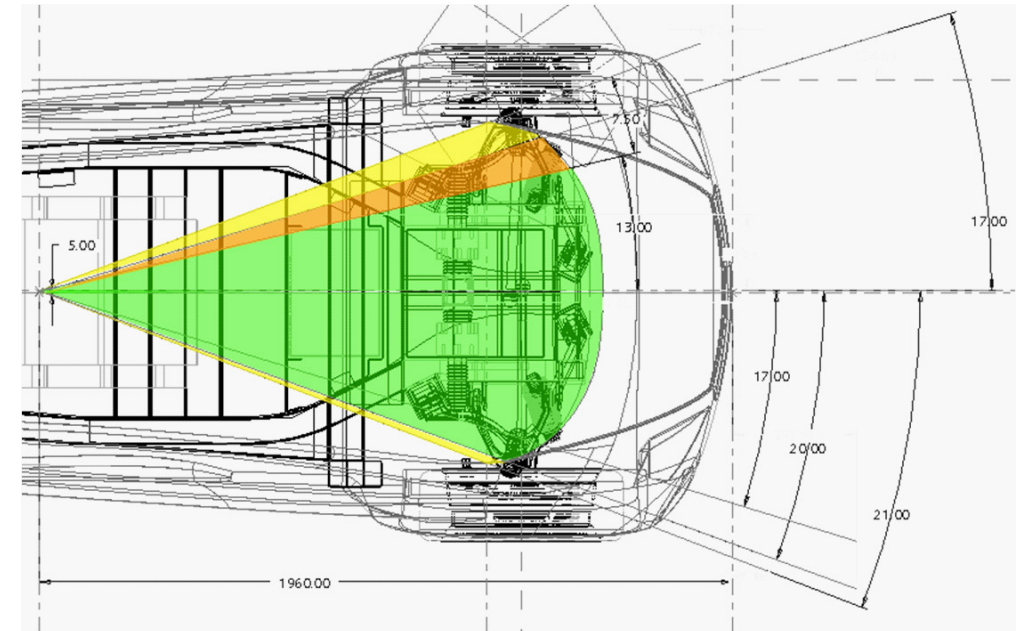
De zichtveldzone's in het bovenaanzicht zijn terug te vinden in Afbeelding 12. Het groene gebied is zichtveldzone A, het oranje en groene gebied samen is zichtveldzone B. Volgens dezelfde richtlijn als de zichtveldzones in het zijaanzicht moet van zone A minimaal 98% en van zone B minimaal 80% gewist worden. De linker en rechtergrens van zone A is gevonden door vanuit de punten V1 en V2 (liggen in het bovenaanzicht op dezelfde lijn) eerst 5mm naar links te gaan. Vervolgens wordt er vanuit dit punt een horizontale lijn getrokken richting de voorruit van de Cito. De linker grens is een lijn die een hoek maakt van 13 graden met deze lijn. Voor de rechter grens maakt deze lijn een hoek van 20 graden. Voor de linker en rechter grens van zichtveldzone B moet er aan beide kanten een lijn worden getrokken die een hoek van 17 graden naar link en naar rechts maakt met de eerder bepaalde horizontale lijn. In Afbeelding 12 is het verkregen resultaat te zien. Aan de linkerkant blijft 3,5 graden en aan de rechterkant blijft 1 graad over tussen de zichtveldzones en de totale breedte van de voorruit.

Bij de keuze van een ruitenwissersysteem moet er dus rekening mee worden gehouden dat dit verplichte gebied gewist wordt. In deze opdracht wordt er geen nieuw systeem ontworpen. SAM wil graag bestaande systemen gebruiken. In het volgende deel zal daarom gekeken worden welk systeem of systemen het beste dit gebied zal kunnen gaan wissen.

5.2. ONDERZOEK SOORT RUITENWISSER

Voor de keuze van de juiste ruitenwisser of een systeem met eenzelfde werking is er een onderzoek gedaan om te kijken wat er allemaal mogelijk is. Ook wordt er gekeken naar het wispatroon. Dit patroon moet namelijk voldoen aan een aantal voorwaarden die zijn beschreven in het vorige deel. Het hele onderzoek is terug te vinden in *Bijlage 2*.

Afbeelding 12: Zichtveldzones bovenaanzicht



Uit het onderzoek is gebleken dat beugelvrije ruitenwissers de beste optie lijken. Het grootste verschil tussen “normale” ruitenwissers (met beugel) en beugelvrije ruitenwissers is dat de eerstgenoemde een beugel nodig heeft om de wisser op elk punt evenveel druk te geven. Hierdoor blijft de wisser strakker tegen de voorruit staan en wist het de ruit beter. Beugelvrije ruitenwissers zijn ontworpen om zonder beugel ook deze druk te leveren. In de constructie van het wisserblad zit meer veerkracht, waardoor deze beugelvrije wisser beter op elk punt tegen de ruit wordt gedrukt en daardoor beter wist. Behalve deze zichtbare verschillen schijnen beugelvrije wisserbladen aerodynamischer en stiller zijn en zouden ze de voorruit beter schoonmaken dan ruitenwissers met beugel (*Bron 16: Cupédo, 2008*).

Figuur 16: Wisserblad met beugel



Figuur 17: Wissersblad zonder beugel

Behalve de conventionele ruitenwissers is er ook een onderzoek gedaan naar een nieuwe technologie om de voorruit schoon en droog te houden: *Lotus technologie*. De werking is gebaseerd op een speciale coating die op de voorruit wordt aangebracht. Deze coating zorgt ervoor dat water en vuil geen grip krijgen op de voorruit. Wanneer de auto een voorwaartse snelheid heeft, wordt door de rijwind (en schuine stand voorruit) op de voorruit het water en het vuil weggeblazen, zodat een schone voorruit overblijft. Vanwege gelimiteerde praktijktesten op auto's is ervoor gekozen om deze technologie voorlopig nog niet te kiezen, maar het lijkt heel wat te beloven.

Figuur 18: Wissersysteem Carver One

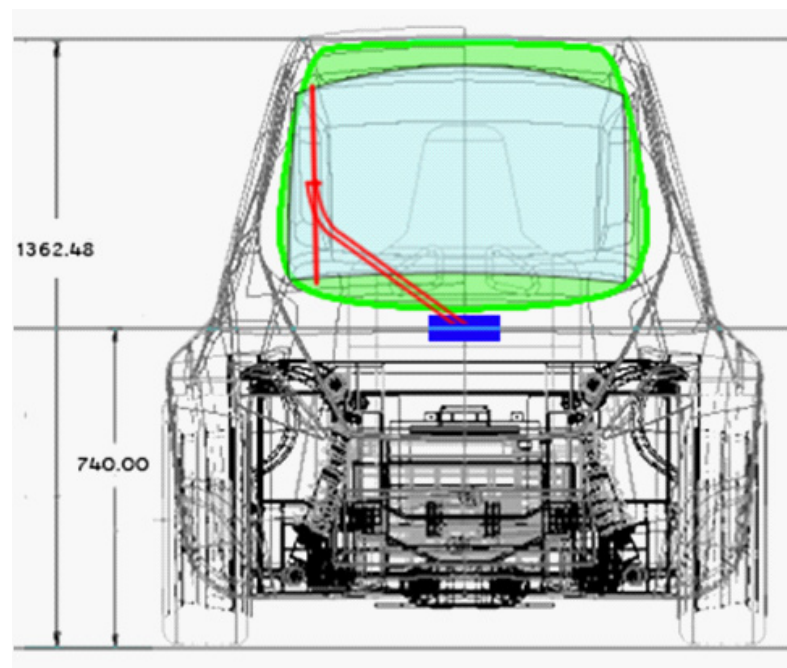
Voor de plaatsing en wispatroon van de ruitenwisser is gekeken naar de oplossingen die fabrikanten van gelijkwaardige voertuigen met een smalle voorruit hebben toegepast. De oplossing van Carver lijkt het meest geschikt. Deze techniek is toegepast op de Carver One en wist het grootste gedeelte van de voorruit. In Figuur 18 is de gekozen techniek te zien. In de Figuur is nog een ruitenwisser met beugel te zien. Deze wordt voor de Cito vervangen door de beugelvrije ruitenwisser. De ruitenwissermotor die

Carver gebruikt, is dezelfde als in de Renault Twingo MK1 wordt gebruikt. De fabrikant van deze motor is Valeo. Duidelijkheid over het exacte type is niet gevonden.

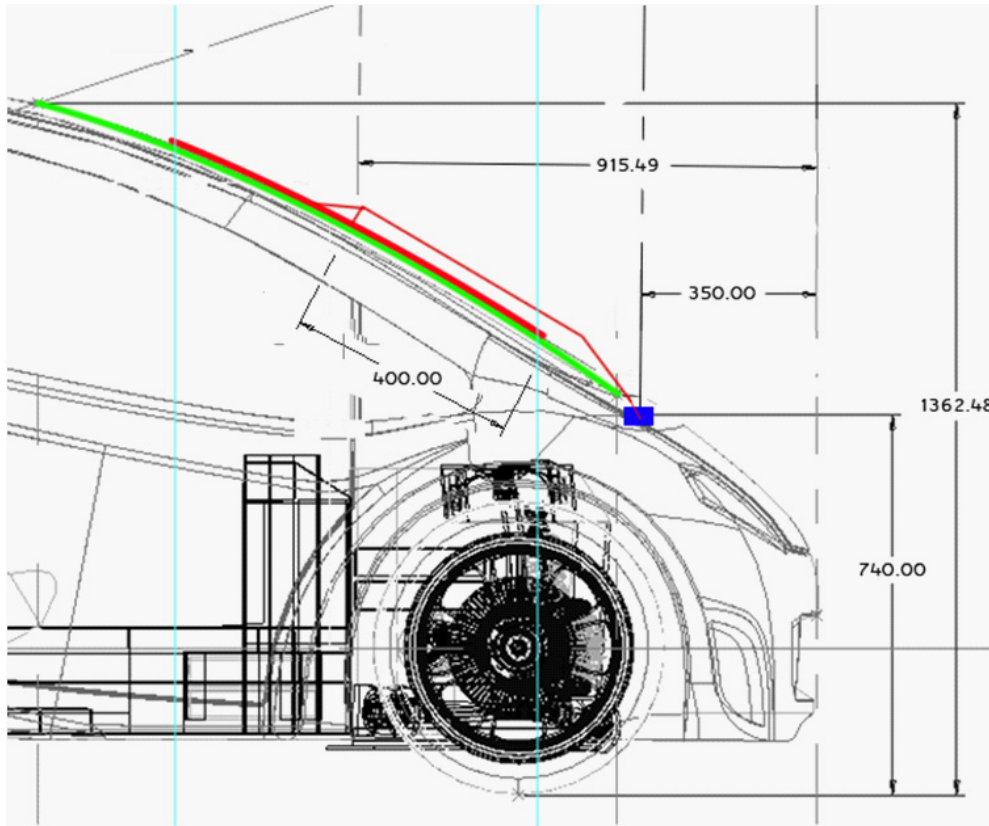
Overzicht ruitenwisser

Met behulp van Europese richtlijn 78/318/EWG, is gekeken welk gebied van de voorruit minimaal gewist moet worden. Met deze gegevens is bepaald dat de ruitenwisser minimaal 514,91mm lang moet zijn om dit gebied te kunnen wissen. Om ook het gebied dat zich op de ooghoogte van de 95% mens bevindt te wissen, is het wenselijk om wissers met een lengte van minimaal 742,75mm te gebruiken. Om vervolgens voor de juiste ruitenwisser te kiezen is een klein onderzoek gedaan, waar is gekeken naar verschillende wissersystemen. Daarnaast is er ook gekeken naar de wissersystemen van soortgelijke voertuigen als de Cito. Uiteindelijk is er gekozen om het wissersysteem van de Carver One over te nemen. Wel worden de wissers met beugel van het systeem van de Carver vervangen door beugelvrije wissers. Uit onderzoek blijken deze namelijk beter te zijn dan de wissers met beugel (*Bron 16: Cupédo, 2008*). De grootste maat waarin deze beugelvrije wissers te krijgen zijn bedragen volgens Bosch 800mm. Vandaar dat er voor de Cito ook gekozen wordt voor wissers met deze lengte.

In de Figuren 19 en 20 zijn de uiteindelijke positie en afmetingen voor de ruitenwisser weergegeven (Rood: ruitenwisser en arm, Groen: voorruit, Blauw: ruitenwissermotor).

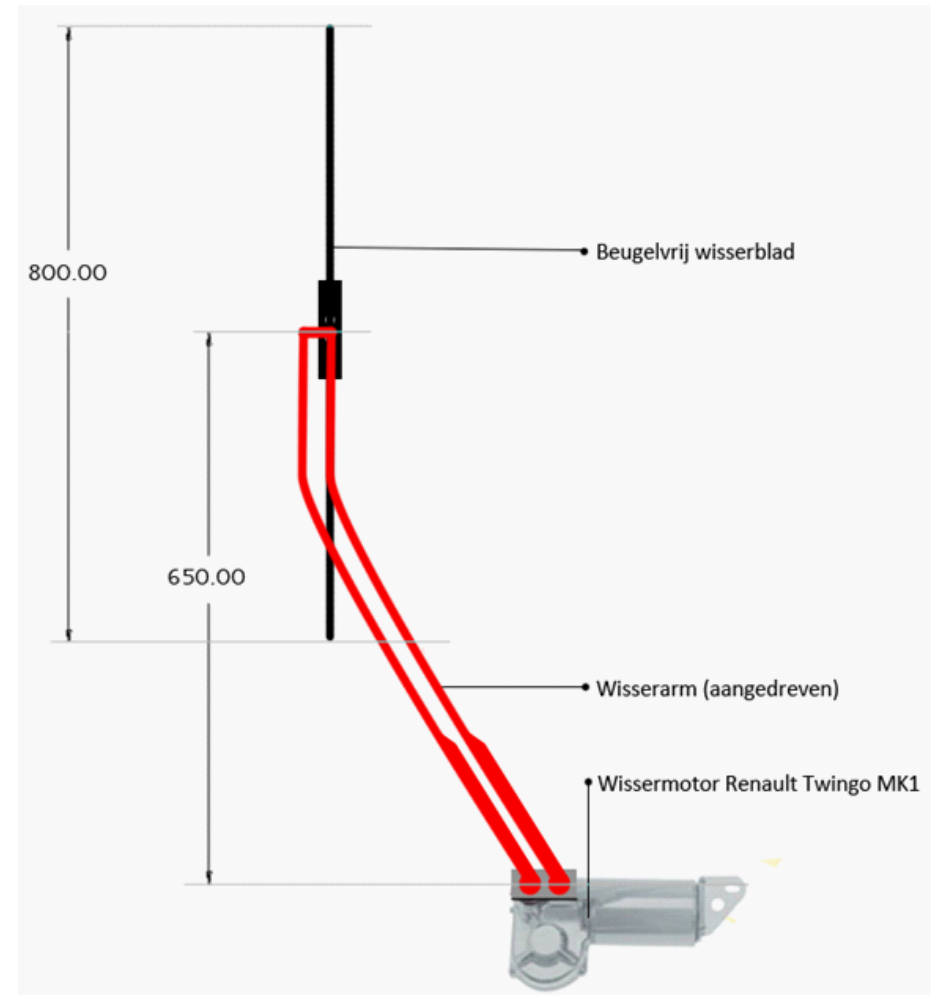
Figuur 19: Ruitenwisser Cito (Zijaanzicht)

Figuur 20: Ruitenwisser Cito (vooraanzicht)



In Figuur 21 tenslotte het ruitenwissersysteem dat voor de Cito gebruikt gaat worden. De lengte van de arm van de ruitenwisser zal ongeveer 650mm gaan bedragen. De weergegeven wissermotor is als voorbeeld, dit is niet de wissermotor uit de Twingo MK1 en is niet op schaal.

Figuur 21: Vorm ruitenwissersysteem



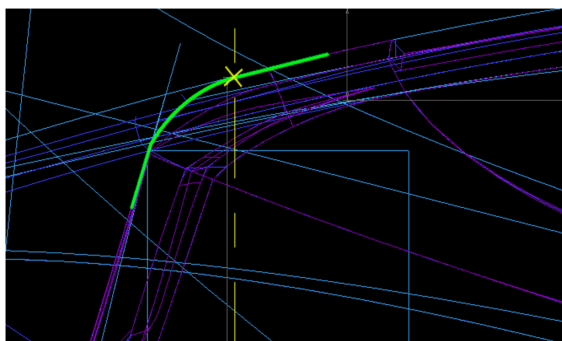
6. HET DAK

6.1. AFMETINGEN

Met de afmetingen en de positie van de ruit bepaald is nu duidelijk waar de voorruit overgaat in het dak. In Afbeelding 8 is te zien waar de bovengrens van de voorruit in de Cito ligt. Deze bovengrens is meteen ook het beginpunt van het dak. Om de totale lengte die beschikbaar is voor het dak te weten te komen is het noodzakelijk om ook het eindpunt van het dak te bepalen.

In het model is gekeken naar de kromming van het dak. Op 386,13mm aan de rechterzijde van de achterbumper (gele kruis in Figuur 22) is te zien dat er vanaf dit punt een sterke kromming naar beneden ontstaat (groene lijn). Omdat er een eis is vanuit het bedrijf om een schuifdak in de Cito te plaatsen is ervoor gekozen om dit punt te kiezen als het achterste punt van het dak. Dit betekent dat een schuifdak in geopende stand dit punt niet mag passeren. Wanneer dit wel gebeurd ontstaat er tussen het opengeschoven deel van het dak en de Cito een overhang. Dit is visueel niet aantrekkelijk. Dit punt is daarom de linkergrens van waar het daksysteem op het dak in uitgeschoven stand kan komen.

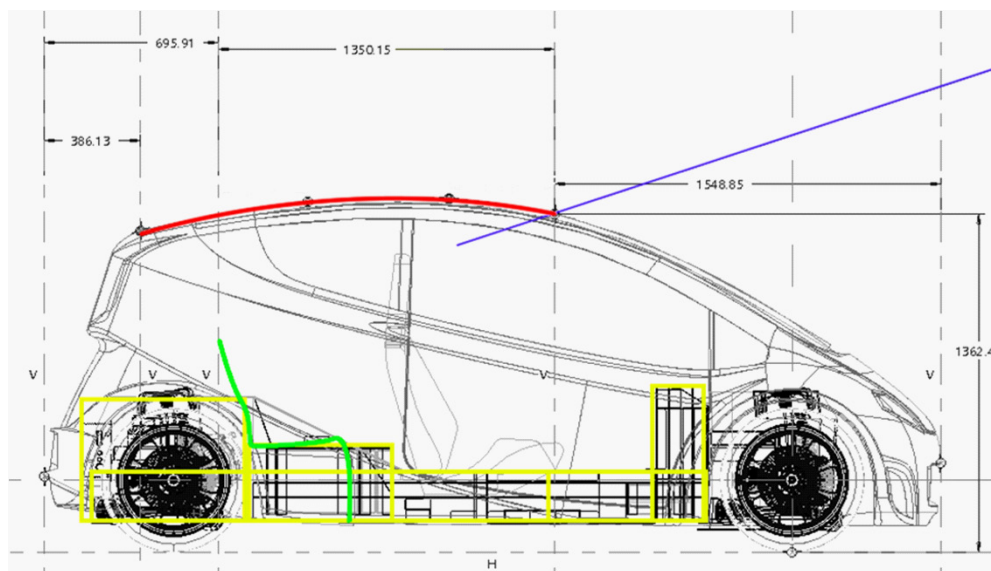
Figuur 22: Achterste grens schuifdak (gele kruis)



Behalve een bestuurdersstoel is in het model ook een passagiersstoel gemodelleerd. Achter deze stoel begint de kofferbak. Het deel van het dak dat boven de kofferbak ligt hoeft niet doorzichtig te zijn, omdat de passagier daar toch niets meer van zal zien. In Afbeelding 13 is een zijaanzicht te zien met o.a. de passagiersstoel (groen).

Aan de positie van de passagiersstoel is te zien dat daar geen 95% mens in past. Deze stoel staat namelijk hoger dan de bestuurdersstoel, waar nog net een 95% mens op kon plaatsnemen zonder zijn hoofd tegen het dak te stoten. Het was echter alleen een eis om voorin een 95% mens te laten passen. Er is uitgelegd dat dit de reden is dat de Cito een 1+1 voertuig genoemd wordt in plaats van een tweepersoons voertuig. De +1 wil zeggen dat het geen volwaardige zitplek is.

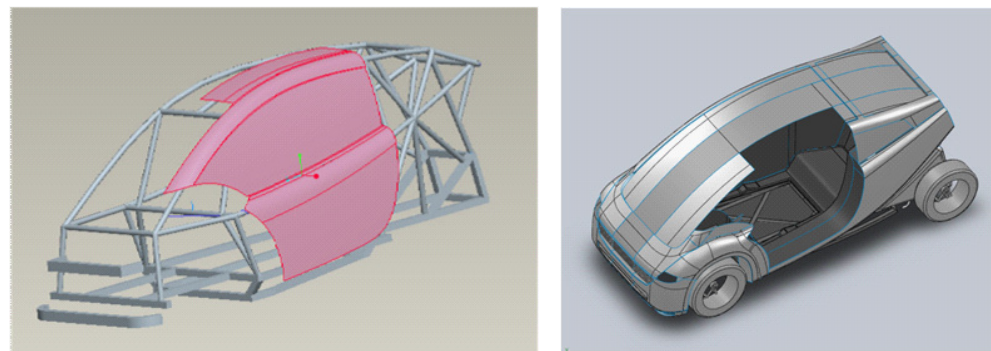
Afbeelding 13: Zijaanzicht Cito, dak (rood), accupakketten (geel), Max. kijkhoek (blauw)



De deur van de Cito 2007

Voordat het gebied dat voor het dak beschikbaar is definitief wordt vastgelegd, moet er eerst gekeken worden naar de deur die voor de Cito is ontworpen, deze heeft namelijk invloed op de ruimte die beschikbaar is voor het dak.

Figuur 23: De deur van de Cito en de ruimte die het in het model inneemt



In Figuur 23 is de deur van de Cito te zien zoals deze voor het model uit 2007 is ontworpen. Deze deur opent verticaal (Figuur 24), omdat de deur ook te openen moet zijn in de smalle U vormige banen waar de Cito zich in kan bevinden. Bij het openen

van deze deur wordt er een deel van het dak meegenomen om de instap in het voertuig te vergemakkelijken. Deze inham in het dak (Figuur 23) zorgt echter wel voor een asymmetrisch beeld en maakt het aanzicht van de Cito een stuk minder fraai. De Cito zal namelijk maar over één deur gaan beschikken. Daarnaast vermindert deze deur door de ruimte die het inneemt ook een heel stuk de opties die voor het dak mogelijk zijn.

Figuur 24: De deur opent verticaal



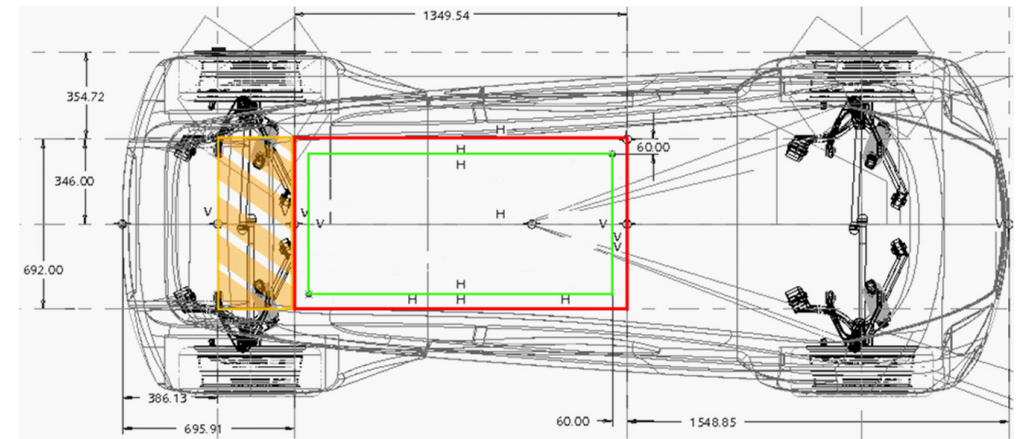
In overleg met de directeur en de stagiair die verantwoordelijk is voor het interieur, is er gekozen om de deur, die ontworpen was voor het oudere model van de Cito, zodanig te veranderen dat deze geen invloed meer heeft op het dak. Een uitwerking van de nieuwe deur valt buiten de opdracht. Doordat de nieuwe deur geen deel van het dak meer meeneemt, is er meer vrijheid ontstaan voor het ontwerp van het dak.

De instap is echter wel lastiger geworden door deze verandering. Om dit probleem te kunnen verhelpen is er samen met de interieur ontwerper gedacht over mogelijke oplossingen. Een van de ideeën was om de bestuurdersstoel naar de ingang toe te laten draaien, hierdoor hoeft de bestuurder maar een kleine afstand te overbruggen om in het voertuig te komen. Het verder uitwerken van deze/ meerdere oplossingen wordt de taak van de interieur ontwerper. De deur heeft na de aanpassing geen invloed meer op het dak. Het gebied dat nu definitief voor het dak beschikbaar is, is weergegeven in Afbeelding 14.

Onderdelen daksysteem

Om wat meer te weten te komen over wat er allemaal bij een (schuif)dak komt kijken is het bedrijf Inalfa Roofsysteems bezocht. Een beknopt verslag van dit bezoek is opgenomen in *Bijlage 3*. Bij het bedrijf werd er door Remco van den Berg een rondleiding gegeven in de fabriek. Tijdens de rondleiding is er over de verschillende daksystemen uitleg gegeven en is verteld over de werking, de onderdelen, afmetingen en verschillende mogelijkheden voor een daksysteem. De punten uit het bezoek die voor het ontwerp van het daksysteem voor de opdracht het belangrijkste waren staan hiernaast weergegeven.

Afbeelding 14: Het gebied op de Cito dat beschikbaar is voor het dak



Onderdelen:

- Frame met bevestigingsrand, steunbalken en guides
- Waterafvoer
- Motor
- Kettingen om het schuifdak te bewegen
- Glas

In de opdracht wordt bepaald welk soort daksysteem er voor de Cito gebruikt gaat worden en waar het in het dak komt te liggen. Van de bovenstaande onderdelen is het dan ook belangrijk om te weten welke ruimte ze innemen.

In Afbeelding 14 is een rode en een groene rechthoek te zien. De rode rechthoek geeft de buitenste rand weervan het daksysteem als deze in het dak ligt. De groene rechthoek is het deel waarin de doorzichtige stukken en het van buitenaf zichtbare gedeelte van het schuifdak zich gaan bevinden. Het verschil tussen de beide rechthoeken bestaat uit het frame met bevestigingsranden, steunbalken, guides en de waterafvoer. De guides zijn de buizen waar de kettingen doorheen lopen die aan het schuifdak trekken, zodat deze open en dicht kan schuiven. Samen hebben deze onderdelen een ruimte van 50-60 mm rondom het "groene gebied" nodig om ingebouwd te kunnen worden.

In Figuur 25 (volgende bladzijde) is voor een willekeurig daksysteem in het groen aangegeven welke onderdelen samen de 50-60 mm rondom innemen. Het rode deel in de Figuur is de plek waar de motor zich bevindt die het schuifdak aandrijft. Deze motor neemt een ruimte van minimaal 150x150mm in.

Figuur 25: Voorbeeld dakstelsel

Omdat het gebruik van bestaande onderdelen een voorkeur is van het bedrijf, is er een onderzoek gedaan naar verschillende soorten daksystemen. Het hele onderzoek is te vinden in *Bijlage 4*. Om snel een beeld te krijgen van wat er allemaal mogelijk is en toegepast is in de autowereld met betrekking tot daksystemen, is er ook een collage gemaakt. Deze collage is terug te vinden in Afbeelding 15.

6.2. KEUZE DAKSYSTEEM

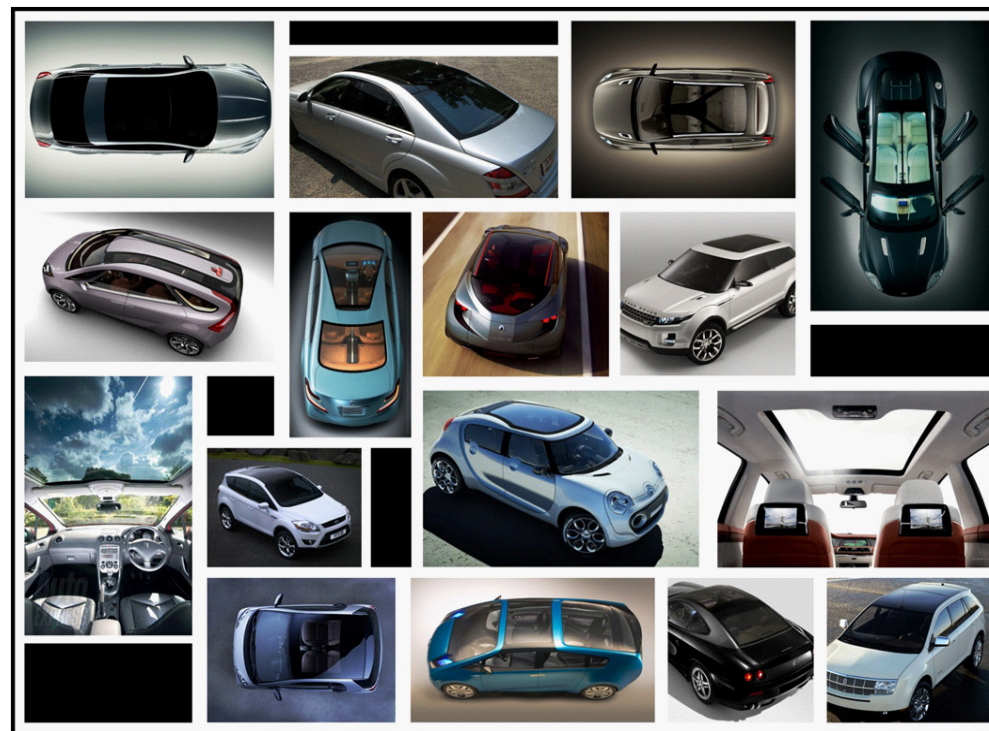
Voor de invulling van de ruimte van het dak waren er drie mogelijkheden. Geen, één of twee schuifdaken. Meer dan twee schuifdaken is niet logisch, omdat er maximaal twee personen in de Cito vervoerd kunnen worden. Het bedrijf wenste een schuifdak in het voertuig. Hierdoor kon er al een mogelijkheid worden weggestreept. Voor de verdere keuze tussen een of twee schuifdaken moesten er op meerdere punten worden vergeleken. De punten die hiervoor gekozen zijn waren design, comfort en veiligheid.

Design

Het doel van de ontwerpers van de Cito was om een strak en clean voertuig neer te zetten. In het verlengde van deze gedachte zou een enkel schuifdak de voorkeur hebben. Bij een enkel schuifdak zijn er namelijk minder naden nodig in het dak en is een groter doorzichtig deel mogelijk (glas). Daarnaast is er door het enkele schuifdak ook maar een enkele motor nodig om het aan te drijven. Hierdoor kan in het niet schuivende gedeelte ook een groot deel doorzichtig worden. Meerdere configuraties met een enkel schuifdak zijn terug te vinden in *Bijlage 5*.

Comfort

Het grootste comfort voor zowel bestuurder als passagier ontstaat wanneer beide

Afbeelding 15: Collage verschillende daksystemen

inzittenden beschikken over een eigen schuifdak. Wanneer er zelden of nooit een passagier meereist, dan is het logischer om te gaan voor het grootste comfort voor alleen de bestuurder. Hiervoor zou een enkel schuifdak geschikter zijn, omdat deze dan groter kan worden uitgevoerd.

Veiligheid

Als het op veiligheid aankomt is het belangrijk om na te gaan of beide inzittenden ook via het dak kunnen ontsnappen. De Cito zal namelijk maar over één deur gaan beschikken. Mocht er in een bepaalde situatie geen mogelijkheid meer zijn om deze als uitgang te gebruiken, dan zou het prettig zijn als er nog een mogelijkheid was. Omdat er in de Cito plaats is voor twee personen, spreekt het voor zich dat er ook voor beide personen een uitgang moet zijn. Uiteraard kan de passagier ook via het enkele schuifdak naar buiten klimmen, maar dan zou eerst de bestuurder het voertuig verlaten moeten hebben. De passagier zou dan de bestuurdersstoel naar voren moeten klappen om vervolgens via het schuifdak te ontsnappen.

pen. Kortom het beste voor de veiligheid zou zijn als beide inzittenden via een eigen uitgang het voertuig kunnen verlaten wanneer de normale uitgang niet meer als uitgang te gebruiken is. De keuze zou dan vallen op twee schuivende delen.

Voordat dit punt is toegevoegd als factor voor de keuze tussen een enkel of twee schuivende delen is eerst nagegaan of er in het dak wel ruimte was voor twee schuifdaken waar de grootste inzittenden (95% mens) uit kunnen ontsnappen. Om te kunnen ontsnappen moeten de inzittenden door het schuifdak passen. De belangrijkste maten van de mens zijn hiervoor de schouderbreedte (breedste schouders waren breder dan breedste heupen) en de “chest depth”, oftewel de dikte van de borst, gemeten vanaf de rug. Voor de maten is wederom gebruikt gemaakt van Dined. De schouderbreedte van de 95% mens bedroeg 564mm, dit is inclusief armen, de chest depth bedroeg 362mm. Uit een analyse van het model bleek dat deze ruimte beschikbaar was in het dak.

Conclusie

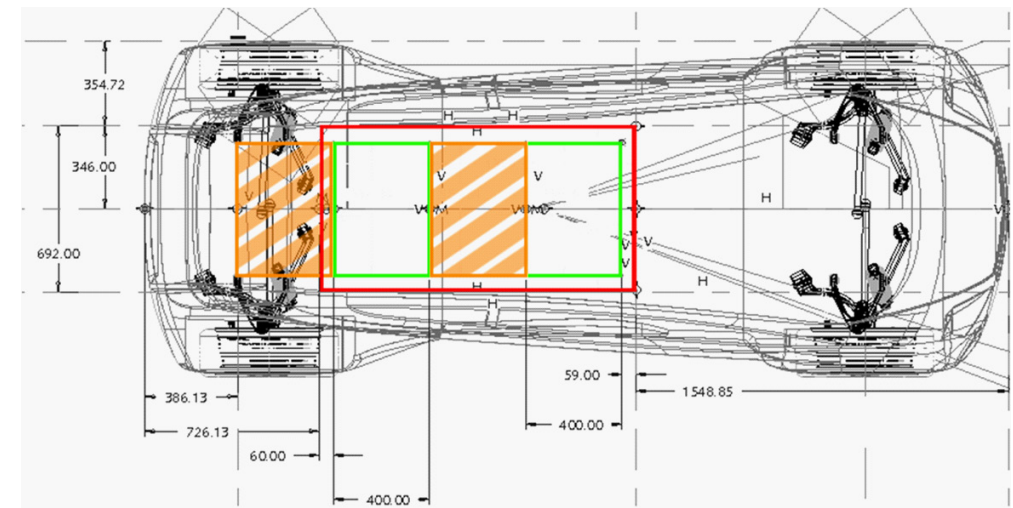
Als het alleen op design was aangekomen, dan had een enkel schuifdeel de voorkeur gehad. Wanneer er verder gekeken wordt naar de punten comfort en veiligheid dan lijken twee schuivende delen uiteindelijk toch de beste keus. Het daksysteem dat voor de Cito wordt gekozen zal dan ook gaan bestaan uit twee schuivende delen.

6.3. UITWERKING DAKSYSTEEM

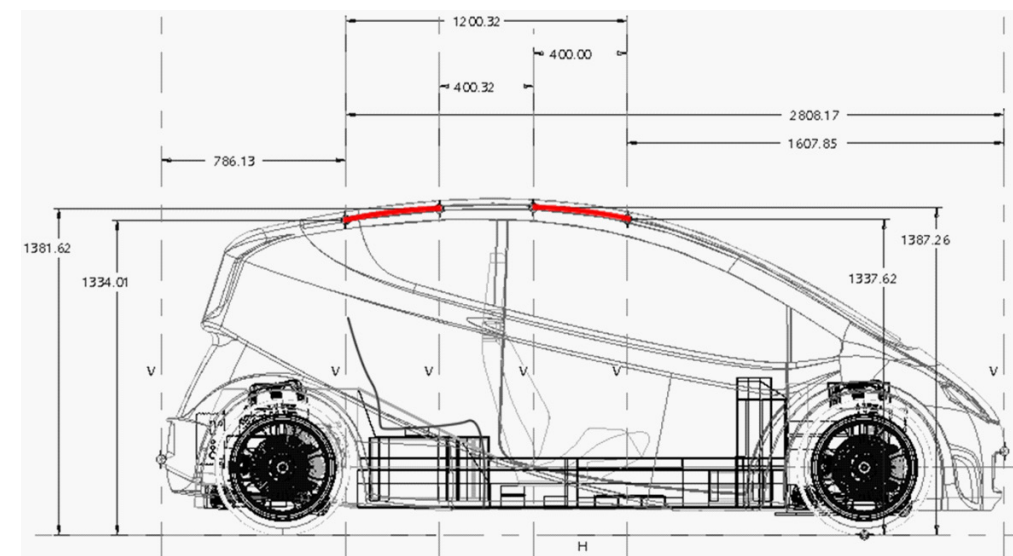
In Afbeelding 16 is het bovenaanzicht te zien van het resultaat en in Afbeelding 17 het zijaanzicht.

Het eerste schuivende deel begint direct na de ingecalculerde montageruimte van 59mm (tussen 50-60mm was nodig, 59mm is gekozen omdat dit beter uitkwam bij de verdere indeling van het dak van het model). Dit is gedaan om te zorgen dat de bestuurder zoveel mogelijk van het schuifdak kan profiteren. Wanneer de motor vooraan was gemonteerd had het schuifdak 150mm verder naar achteren gelegen. Hierdoor zou de bestuurder minder kunnen genieten van een opengeschoven dak en minder zicht naar boven hebben. Het eerste schuivende doorzichtige deel (rechter groene rechthoek in Afbeelding 16) heeft een breedte van 572mm en een lengte van 400mm. Voorbij het eerste schuivende gedeelte komt het eerste “oranje” gebied (rechter oranje gebied Afbeelding 16). Hier schuift het eerste deel van het dak overheen bij openen. In dit oranje deel zitten ook de motoren van beide schuifdaken ingebouwd. Dit is gedaan om het daksysteem compact te houden. Ook loopt door dit tussenstuk in de breedte een stuk frame om de stijfheid van het voertuig en daksysteem te garanderen.

Afbeelding 16: Bovenaanzicht schuifdak Cito



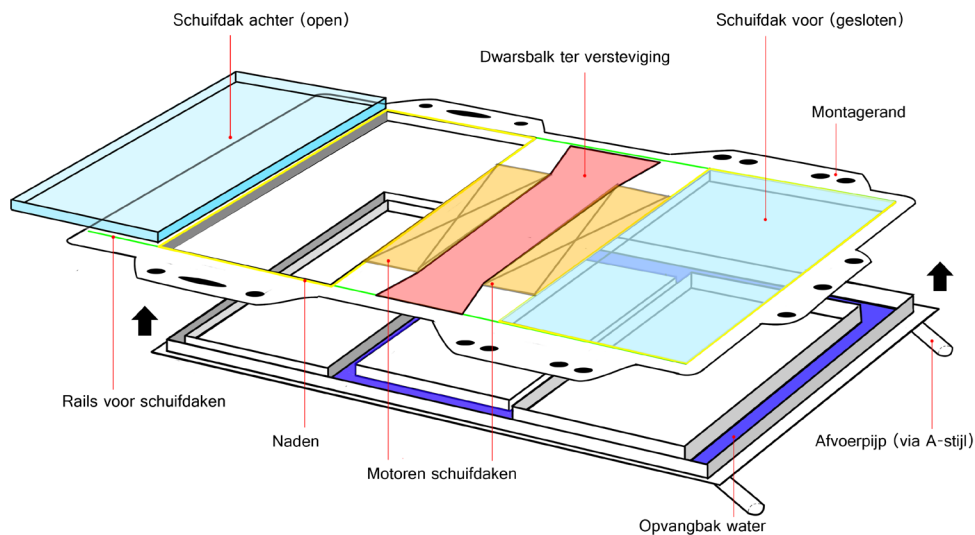
Afbeelding 17: Zijaanzicht schuifdak Cito



Dit oranje gebied is niet doorzichtig, maar wordt aan de buitenzijde behandeld met een glanzende lak, zodat het van buitenaf lijkt alsof het uit hetzelfde materiaal is gemaakt als het doorzichtige schuivende deel (groene rechthoek). Het tweede verschuifbare

doorzichtige deel begint direct na dit “oranje” gebied en eindigt op een afstand van 786,13mm van de achterbumper. Dit tweede schuivende deel heeft dezelfde afmetingen als de eerste (572x400mm). Achter dit tweede schuivende deel begint het tweede oranje gebied. Hier schuift het tweede dakdeel overheen. Onder de eerste 60mm van dit oranje gebied bevindt zich een deel van de montageruimte van het daksysteem. In Afbeelding 18 zijn de hierboven genoemde onderdelen van het daksysteem in een schets weergegeven.

Afbeelding 18: Schets van het daksysteem voor de Cito



Watermanagement

Het watermanagement zorgt ervoor dat bij water op het dak er niets in het voertuig komt. Met schuivende delen kan het water, zonder management in het daksysteem, door de naden naar binnen lopen. Om dit tegen te gaan zit er onder elke naad van het daksysteem een goot/ “opvangbak” waar het water in kan lopen. Al het verzamelde water loopt vervolgens weg via speciale afvoerpijpjes die door de A stijlen van het voertuig lopen. Deze gootjes staan in verbinding met de wateropvangbak van het daksysteem van het voertuig (Afbeelding 18).

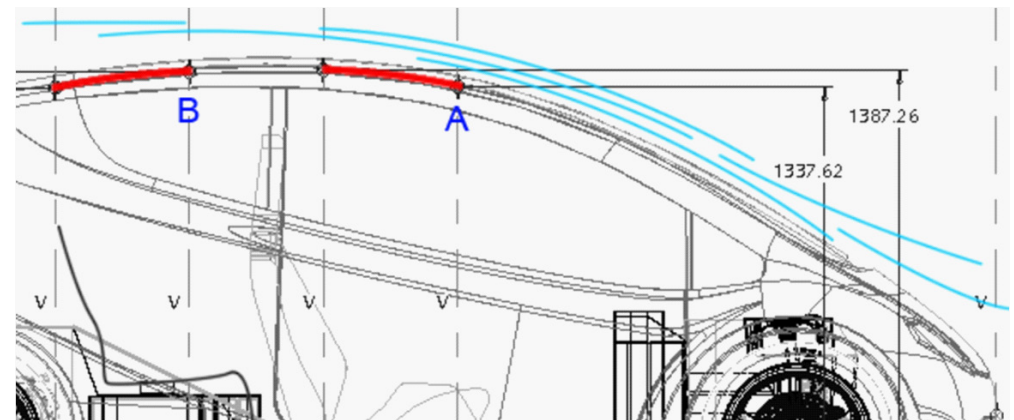
Aerodynamica

Om te kijken wat voor invloed het daksysteem had op de luchtstroom over het voertuig, was het het plan om met speciale software de aerodynamica in beeld te breng-

en. Het doel hiervan was om te controleren of de positie van de schuifdaken er niet voor zorgden dat er een windstroom recht in het gezicht van de inzittenden kwam. Het berekenen met dit programma zou echter wel een halve dag duren. In verband met de drukte bij het bedrijf is er helaas geen tijd kunnen vinden voor een daadwerkelijke test. Wel is er met een werknemer van Modesi, die deze software goed kent, gesproken over het daksysteem. De voorspelling was dat de wind niet in de gezichten van de inzittenden zou gaan waaien. De voorspelde luchtstroom is weergegeven in Figuur 26. Het blijft echter een schatting. Zo is de invloed van bijvoorbeeld de geopende delen van het daksysteem op de luchtstroom moeilijk/ niet in te schatten. Voor een goede analyse moet het model inclusief ontworpen schuifdak in het softwareprogramma getest worden.

Figuur 26: De voorspelde luchtstroom

De luchtstroom (blauwe lijnen) volgt de curve van de voorruit naar de achterzijde van het voertuig. Wanneer het eerste schuifdak is geopend, moet de opening (rode lijn) aan het begin van het dak, punt A, zo haaks mogelijk op de luchtstroom staan. Hierdoor kan de luchtstroom slecht blijven “plakken” aan het oppervlak, waardoor het niet mee naar binnen stroomt, maar de daklijn blijft volgen. Eenmaal bij punt B aangekomen heeft de luchtstroom het dak al “losgelaten” en ligt de opening (rode lijn) van het dak bij B uit de luchtstroom (Deze informatie is gebaseerd op het gesprek met een werknemer van Modesi).



Glas of kunststof

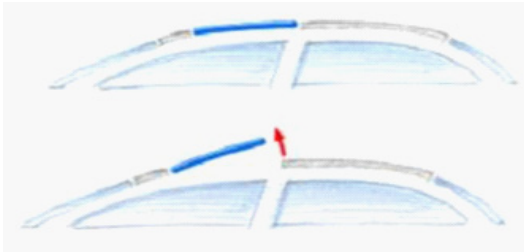
De twee schuivende delen in het daksysteem van de Cito worden doorzichtig. De vraag is dan van welk materiaal dit wordt gemaakt. Tijdens het bedrijfsbezoek is de vraag gesteld wat Inalfa voor hun daksystemen gebruiken, glas of kunststof. Volgens SABIC Innovative Plastics is het namelijk toegestaan om de beglazing behalve de voorruit en voorste zijruiten van kunststof te maken.

Op het moment maakt Inalfa nog gebruik van glas. Volgens Remco (Inalfa Roofsysteems) zit een overstap naar kunststof beglazing er wel aan te komen. Op het moment is kunststof echter duurder dan glas, omdat voor de fabricage van glazen dakpanelen alle voorzieningen die hiervoor zijn benodigd zijn gebouwd, voor kunststof niet. Daarnaast gebruiken alle fabrikanten nog steeds glazen dakpanelen. Zodra de vraag naar kunststof vanuit de markt toeneemt en meerdere bedrijven de overstap gaan maken van glas naar kunststof, dan zal de prijs van kunststof panelen waarschijnlijk een stuk dalen. Hierdoor zullen kunststof panelen een stuk aantrekkelijker worden. Voor de zekerheid wordt er voor nu voor de Cito gekozen voor glazen panelen. Wellicht dat in de periode dat de Cito ook daadwerkelijk gefabriceerd gaat worden, de kunststof panelen in trek zijn. Dit is nu nog moeilijk in te schatten.

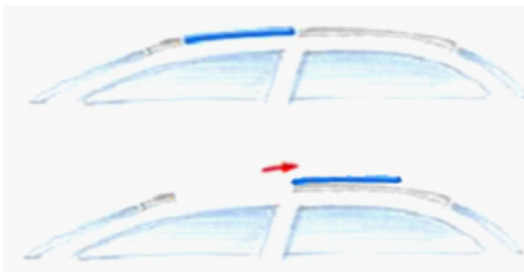
Bewegingen schuifdak

Voor de Cito is gekozen voor een daksysteem met twee schuivende delen. Deze delen kunnen zowel horizontaal als verticaal openen. Bij de verticale opening moet gedacht worden aan een spoiler systeem (Figuur 27). Hierdoor is het mogelijk om gecontroleerd frisse lucht binnen te laten, zonder dat het schuifstelsel ingeschakeld hoeft te worden. De horizontale beweging is het open en dichtschuiven van de doorzichtige dakdelen (Figuur 28). Hierbij schuiven de dakpanelen over het dak heen.

Figuur 27: Versimpelde weergave van een spoiler systeem (verticale beweging)



Figuur 28: Versimpelde weergave van een schuifdak systeem (horizontale beweging)



6.4. DAKSYSTEEM VAN BUITENAF

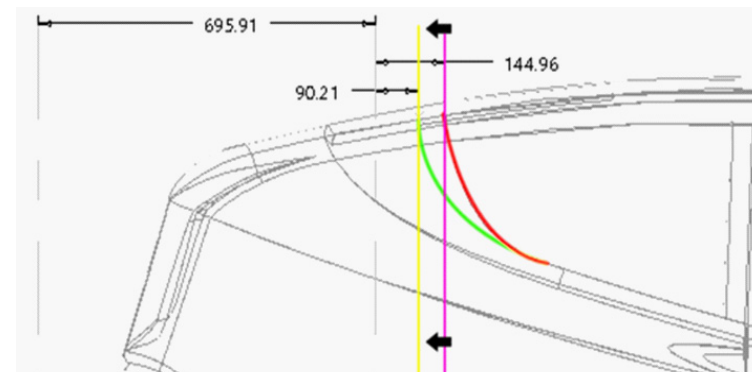
Van buitenaf is het het streven om de gehele dakpartij één geheel te laten lijken. Dit kan gedaan worden door het glas aan de buitenzijde te tinten en de niet doorzichtige delen met een donkere glans lak te bewerken. Hieronder in Figuur 29 is dit toegepast voor een ander voertuig. Doordat het hele dak hierbij eenzelfde kleur en materiaal lijkt te hebben ziet het er als één geheel uit.

Figuur 29: Daksysteem lijkt door dezelfde uitstraling beter een geheel



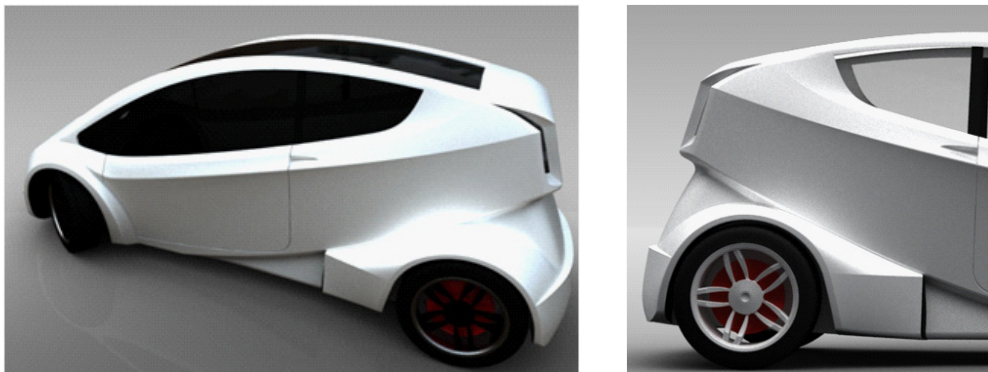
In hoeverre het daksysteem visueel moet doorlopen is een kwestie van smaak. Om hier een keuze te maken zijn er een drietal concepten gegenereerd. Deze concepten zijn te zien in Bijlage 6. In overleg met SAM is ervoor gekozen om het daksysteem samen te laten lopen met de zijruiten en deze samen tot de achterzijde van de passagiersstoel en dus het begin van de kofferbak te laten lopen. Voorbij dit punt kan de passagier toch niet meer naar buiten kijken, dus hebben zijruiten of een zichtbaar dakdeel geen nut meer.

Figuur 30: Oude positie(rood) en nieuwe positie(groen) achterkant zijruit

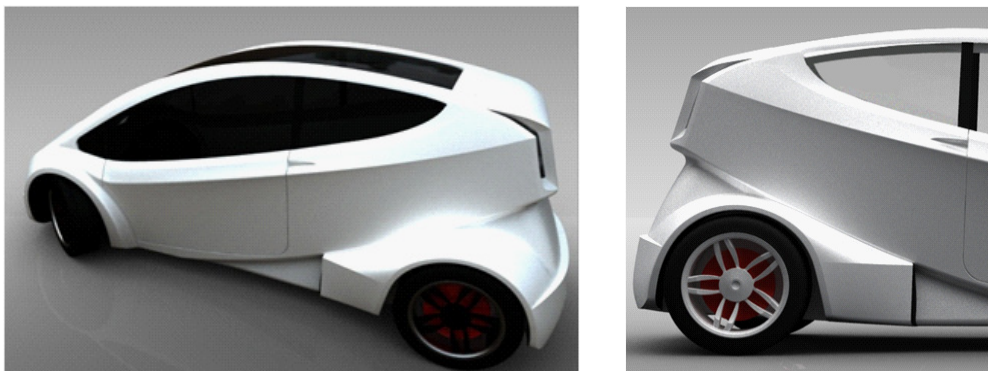


Om de zijruiten tot dit punt door te laten lopen, moeten de ruiten uit het huidige model verlengd worden met 54,75mm. Gemeten vanaf de achterbumper komt het achterste punt van de zijruit nu op 786,12mm in plaats van de eerdere 840,87mm (Figuur 30). Hoe dit er uiteindelijk uit moet gaan zien is in de Figuren 31 en 32.

Figuur 31: Zijruiten onveranderd



Figuur 32: Zijruiten en dakdeel gelijk getrokken



Overzicht dak

Om tot een keuze voor het daksysteem te komen is eerst gekeken welke ruimte op het dak hiervoor beschikbaar was. De voorste grens werd bepaald door de voorruit, deze ligt op 1548,85mm van de voorbumper van het voertuig. De achterste grens werd bepaald door de kromming van de achterzijde van het voertuig, deze grens kwam op een afstand van 386,13mm van de achterbumper (3226,17mm van de voorbumper). De totale beschikbare breedte was 692,00mm. Om meer informa-

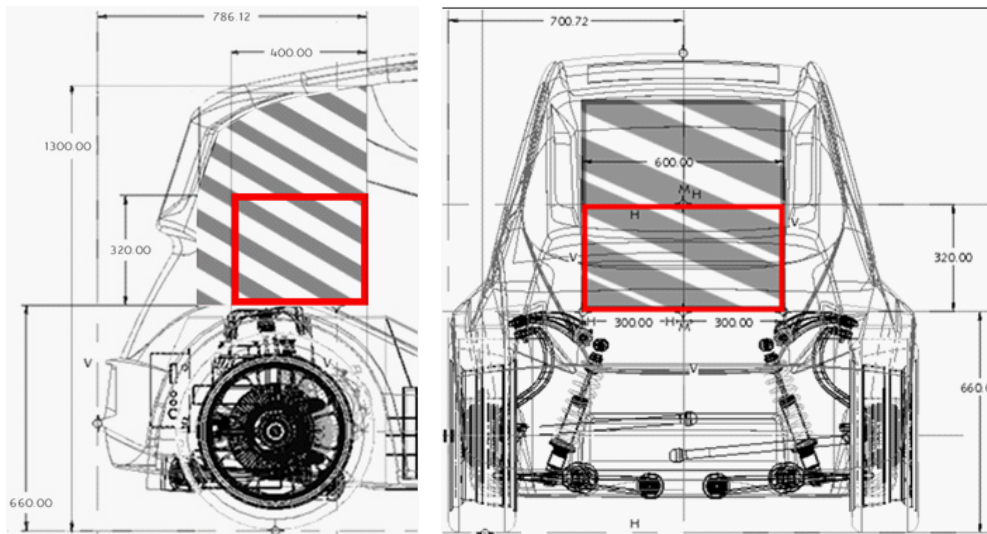
tie over de mogelijkheden van een daksysteem te krijgen is voor dit onderdeel het bedrijf “Inalfa Roofsysteems” bezocht en zijn verschillende daksystemen op de IAA in Frankfurt bestudeerd. Uiteindelijk is er gekozen voor een daksysteem met twee schuifdaken van elk 400x572mm, één voor de bestuurder en één voor de passagier.

7. DE KOFFERBAK

7.1. BEGINPUNTEN KOFFERBAK

In de vorige hoofdstukken is al deels naar voren gekomen dat de kofferbak begint achter de passagiersstoel. Gemeten vanaf de achterbumper is deze afstand 786,12mm. De afstand gemeten vanaf de grond waar de kofferbak begint bedraagt 660mm. De kofferbak begint daarmee boven de wielen en de ophanging. In Afbeelding 19 is zowel een zijaanzicht als een achteraanzicht te zien van de locatie van de kofferbak.

Afbeelding 19: Zij- en achteraanzicht kofferbak



De uiteindelijke locatie van de kofferbak is afgeleid uit het nieuwe model en uit een aantal gesprekken met stagiairs van SAM. Deze stagiairs waren verantwoordelijk voor de packaging. Dit betekent dat zij in de Cito moesten aangeven waar de personen kwamen te zitten, waar de wielen kwamen, de accupakketten, de ophanging, etc. Uit de packaging van het moment van bepalen van de locatie van de kofferbak, blijkt dat er tussen de wielen geen plek is voor een deel van de kofferbak. Tussen de wielen bevinden zich namelijk een aantal accu's. Op Afbeelding 13 is dit ook te zien, waar in het geel de accupakketten aangegeven worden.

De hoogte waar de kofferbak kan beginnen bevindt zich daarom minimaal op 660mm

van de grond, boven de ophanging en de accupakketten. Voordat deze hoogte definitief is gekozen, is er ook nog gekeken naar wat ergonomisch verantwoord is.

7.2. HET BOODSCHAPPENKRAT

Voordat er gekeken is naar wat er allemaal meegenomen moet kunnen worden in de kofferbak is er eerst telefonisch contact opgenomen met het RDW. Op de site van Verkeer en Waterstaat (*Bron 17: Verkeer en waterstaat, 2009*) wordt er namelijk geschreven dat het niet verplicht is een reserveband aan boord te hebben. De RDW bevestigde dit. Dit zou betekenen dat er een stuk meer ruimte beschikbaar is voor de kofferbak. Wel moest er volgens het RDW minimaal een bandenreparatieset aanwezig zijn. Deze set bestaat uit een compressor (werkend op 12V) en een lijmkit. Omdat deze set niet veel ruimte inneemt (*Bron 18: Otopartner 2009*), kan de set onder een van de stoelen in het voertuig worden opgeborgen. Verder kan de reparatieset ook aan de binnenzijde van de kofferbakruimte worden opgehangen, of tussen de kofferbakruimte en het plaatwerk, de plaats waar bij normale auto's vaak de krik of een opvouwbare gevarendriehoek te vinden is.

Voor overige voorwerpen die meegenomen moeten kunnen worden is nagegaan wat zakenmensen, de oorspronkelijke doelgroep van de Cito, allemaal mee zouden kunnen nemen voor woon-werkverkeer. De kofferbak zou vervolgens zo groot moeten worden, dat deze voorwerpen meegenomen konden worden. Een aantal voorwerpen waar hier bijvoorbeeld aan gedacht zou kunnen worden; laptop(tas), aktetas en een beamer. Uiteraard moeten deze voorwerpen in tweevoud meegenomen kunnen worden, omdat de Cito plaats biedt aan twee personen.

Behalve het meenemen van deze voorwerpen heeft het bedrijf ook als eis gesteld dat er een boodschappenkrat meegenomen moet kunnen worden, en de wens om twee sporttassen mee te kunnen nemen. Zo is het ook mogelijk om de Cito ook te gebruiken voor het halen van boodschappen en om ermee naar de sportclub te gaan. Door te kijken wat de afmetingen van een aantal van de voorwerpen zijn die zakenmensen mee zouden kunnen nemen, is al snel te concluderen dat een gemiddeld boodschappenkrat of sporttas van redelijke grootte meer ruimte inneemt dan de voorwerpen (x2) die zakenmensen mee zouden kunnen nemen voor woon-werkverkeer. Om achter de afmetingen van een boodschappenkrat of sporttas te komen is er een klein onderzoek gedaan.

Onderzoek afmetingen boodschappenkrat

De bekende vouwkragen (Figuur 33) zijn verkrijgbaar in verschillende afmetingen. Om te achterhalen welke afmetingen het meeste voorkomen bij boodschappenkratten is er contact opgenomen met het bedrijf Overtoom (*Bron 19: Overtoom, 2009*),

Figuur 33: Een vouwkrat



die deze kratten levert. Aan hen is gevraagd welke afmetingen het meest verkocht worden om vervolgens voor boodschappen gebruikt te worden. De betreffende afmetingen waren volgens dit bedrijf 600x400x320mm (lxbxh). Ter controle is er behalve bij dit bedrijf ook nog bij vier andere bedrijven gekeken naar de afmetingen van boodschappenkratten. De resultaten van dit onderzoek waren als volgt (lxbxh):

- Obelink (www.obelink.nl): 480x350x230mm
- Wibra (www.wibra.nl): 470x350x240 mm
- Budgetland (www.budgetland.nl): 500x335x220 mm
- Curver (www.curver.com): 470x340x240 mm

Onderzoek afmetingen sporttas

Bij sporttassen bestaat er een nog grotere variatie aan afmetingen dan bij de vouwkratten. Daarnaast zijn de meeste vouwkratten rechthoekig, terwijl sporttassen allerlei verschillende vormen kunnen hebben. Om tot de goede afmetingen te komen is hier ook een klein onderzoek gedaan naar de verschillende tassen op de markt. Belangrijk hierbij was om in gedachte te houden dat het gaat om de afmetingen van een sporttas voor een individu. Niet voor een heel team, aangezien deze tassen (teamtassen) vaak stukken groter zijn.

Conclusie

Er zijn veel verschillende soorten sporttassen, elk soort is vervolgens weer in verschillende afmetingen te krijgen. Het is daarom lastig om een keuze te maken voor de afmetingen van de doorsnee sporttas. In de eisen en wensen van het bedrijf staat dat een boodschappenkrat een eis en de sporttassen een wens is. Omdat de kofferbakruimte in de compacte Cito zo klein mogelijk moet worden gehouden, wordt er gekozen om de grootte van de kofferbak te relateren aan de grootte van een boodschappenkrat/vouwkrat. Aan de wens wordt op deze manier alsnog deels voldaan, er zijn namelijk nog voldoende sporttassen die binnen de afmetingen van een vouwkrat vallen.

Uit het vouwkratten onderzoek is gebleken dat de afmetingen van de grootste gebruikte kratten 600x400x320mm bedragen. Vandaar dat de afmetingen van dit krat uiteindelijk gebruikt zijn voor de verdere bepaling van de grootte van de kofferbakruimte voor de Cito 1+1.

Voordat bovenstaande afmetingen gebruikt werden voor de bepaling van de kofferbak-grootte, is er ook nog gekeken naar extra "plaatsingsruimte" rondom het krat. De Cito bleek hier echter niet groot genoeg voor. Als er namelijk extra plaatsingsruimte meeberekend wordt, moest de Cito verlengd worden.

Ergonomie

In het begin van het hoofdstuk wordt gesproken over de beginpunten van de kofferbak. Hier wordt ook de hoogte van 660mm genoemd. Bij het bepalen van deze hoogte moet ook de ergonomische kant worden bekeken. De mens moet immers een beweging maken naar deze "hoogte" om iets in de kofferbak te zetten of om er iets uit te halen. Het is daarom verstandig om te kijken naar wat ergonomisch is verantwoord.

Op het internet is hiervoor gezocht naar ergonomische richtlijnen (*Bron 20: Motmans, 2006*). Deze bleken allemaal eigenlijk pas te gelden bij herhaalde bewegingen. Dus niet bij een of twee keer iets pakken uit de kofferbak. Voor meer duidelijkheid is er contact opgenomen met Dorien van de Belt van de Universiteit Twente, een deskundige op het gebied van ergonomie.

Ze bevestigde dat ergonomische conclusies vooral pas getrokken kunnen worden bij het veelvuldig uitvoeren van een beweging of herhaaldelijke belasting.

Het inladen en uitladen van de kofferbak is iets wat niet erg veel op een dag zal voorkomen. In het zakenleven hangt ook veel af van het soort beroep dat wordt uitgeoefend. Timmerlieden, loodgieters etc. zullen meer gebruik maken van de kofferbak dan een werknemer van een bank die alleen aan het begin en aan het einde van de werkdag zijn spullen uit de auto moet halen. Daarnaast is het gewicht dat uit de kofferbak getild moet worden ook niet groot bij deze laatste groep. Laptop, documenten en eventueel een beamer wegen bij elkaar in een normale situatie amper 10 kilo. De situatie waar dan rekening mee gehouden moet worden is het in en uitladen van boodschappen of sporttassen. Maar ook dit gebeurt niet frequent genoeg om hier ergonomische richtlijnen op toe te passen.

Vandaar dat de hoogte van 660mm gekozen is, omdat dit het eerste punt is waar de kofferbak kan beginnen i.v.m. packaging. Een hogere positie van de kofferbak zou ervoor zorgen dat de kofferbak kleiner wordt.

Het bovenste punt van de kofferbak bevindt zich op 1300mm (Afbeelding 19). Dit punt is gekozen, zodat het 65mm onder het bovenste punt van het dak blijft. Uit het

bezoek aan Inalfa Roofsystems bleek namelijk dat het dikste punt van het dak 65mm bedraagt. Door deze waarde als dikte voor het gehele dak te hanteren wordt er voor de veilige kant gekozen.

Voor de precieze dimensies van de kofferbak is het van belang om te kijken hoe en hoe dik de achterklep wordt. De kofferbak zal namelijk doorlopen tot het punt waar de klep begint. In het volgende deel wordt hier verder op ingegaan.

7.3. DE ACHTERKLEP

In het model is geen dikte gegeven aan de achterklep. De exacte waarde is hierdoor onbekend. Deze wordt pas duidelijk wanneer heel het model wordt doorberekend op stijfheid en sterkte. Omdat het voor verdere berekeningen praktisch is om nu een waarde te hebben voor deze dikte, is er besloten om te kijken naar de dikte van de achterklep van een paar bestaande auto's. Het is hierbij belangrijk om te weten dat de dikte van de achterklep van een auto, behalve door de dikte van de stalen constructie, ook vaak wordt bepaald door andere onderdelen die in de achterklep zijn geïntegreerd. Dit kunnen de volgende onderdelen zijn:

- Nummerplaatverlichting
- Achterruitwischer en ruitwissermotor
- Achterlichten/ verlichting in de kofferbak
- Slot (en bijbehorende onderdelen)
- Bekleding aan de binnenkant van de achterklep

De bekleding van de achterklep zorgt ervoor dat de andere onderdelen die in de achterklep zitten niet direct zichtbaar zijn. Dit zorgt er wel voor dat de achterklep weer een stuk dikker wordt.

Bij de Cito zit de nummerplaat in de achterbumper onder de achterklep. In de achterklep bevindt zich verder geen raam (dus ook geen ruitwischer(motor)) en de achterlichten bevinden zich naast de achterklep. Het ontbreken van deze onderdelen zorgt ervoor dat de achterklep van de Cito een stuk dunner kan worden.

Dikste punt achterklep auto 1: 40 mm Motorkap: 20 mm
Dikste punt achterklep auto 2: 60 mm Motorkap: 20 mm

Het dikste punt bij auto 2 kwam door het slot. Dit is op afstand te vergrendelen. Bij auto 1 is dit niet op afstand mogelijk, het slot was hier ook een stuk minder dik. De

bekleding op de achterklep bestond voor beide auto's uit hard kunststof. Deze liep boller naarmate het dichter bij het slot kwam. Ver van het slot af scheelde dit ongeveer 10mm. Het grootste gedeelte van de achterklep had dan ook een dikte van 50mm. De motorkappen, waar geen slot in zit, was bij beide auto's ongeveer gelijk met een dikte van 20mm. Om ruim te zitten wordt de grootste waarde voor de dikte van de achterklep van de Cito gebruikt. Deze bedraagt 60mm.

Manier van openen

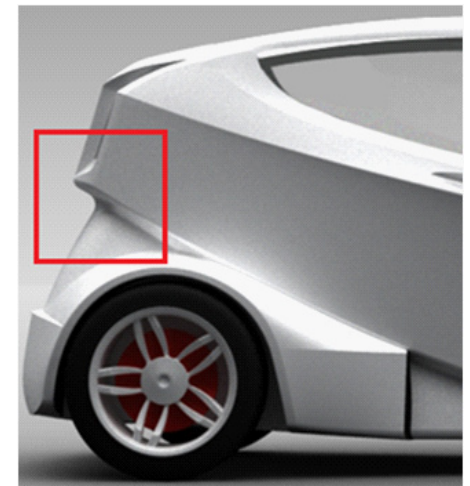
Om inspiratie op te doen voor verschillende manieren waarop de achterklep geopend kan worden, is er op het internet gezocht naar verschillende soorten achterkleppen (*Bijlage 7*). Belangrijke punten om mee te nemen bij de keuze van een manier van openen:

- de ruimte die de constructie voor het openen inneemt (minder is beter)
- eenvoudige constructie
- de achterklep moet in de U-baan geopend kunnen worden
- gebruiksgemak

Uiteindelijk bleven er twee opties over, deze waren de klassieke verticaal openende achterklep en de achterdeur, zoals bestelauto's die meestal hebben. SAM liet weten geen fan te zijn van een achterdeur constructie, omdat het niet op een bestelauto moest gaan lijken.

Bij nadere inspectie van de achterkant van het model van de Cito, is te zien dat de verspringing aan de achterzijde (Figuur 34) ook voor extra moeilijkheden kan gaan zorgen wanneer er gekozen gaat worden voor een zijwaarts openslaande achterklep. Vanwege bovenstaande argumenten en het naderen van het einde van de opdracht is er gekozen om de achterklep verticaal te laten openen.

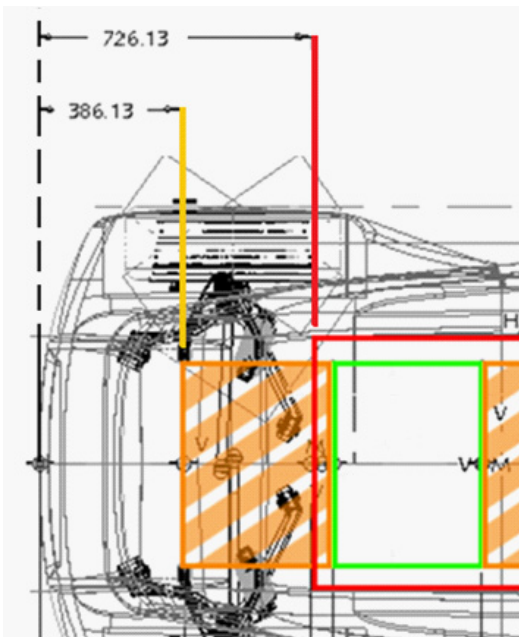
Figuur 34: De kont van de Cito



De positie van de achterklep

In hoofdstuk 6 wordt de achterste grens van het daksysteem bepaald. Wanneer het schuifdak van de passagier geopend is, komt de achterkant van dit geopende deel tot deze achterste grens. Deze grens (oranje lijn in Figuur 35) bevindt zich op 386,13mm van de achterbumper. Het linker oranje gestreepte gebied geeft het stuk weer dat overlapt wordt door dit opengeschoven deel. Als het dak gesloten is, komt de achterste grens van het schuifdak tot de achterste rode lijn uit dezelfde Figuur. Deze lijn bevindt zich op 726,13mm van de achterbumper. Deze informatie is handig voor het bepalen van de plek waar de achterklep begint. Bevindt dit punt zich namelijk in het oranje gebied, op een afstand tussen 386,13mm en 726,13mm van de achterbumper, dan moet het schuifdak altijd eerst worden gesloten voordat de achterklep kan worden geopend. Het makkelijkste zou zijn dat dit niet nodig is. Daarom wordt het beginpunt van de achterklep achter het oranje gebied, op maximaal 386,13mm van de achterbumper, gekozen.

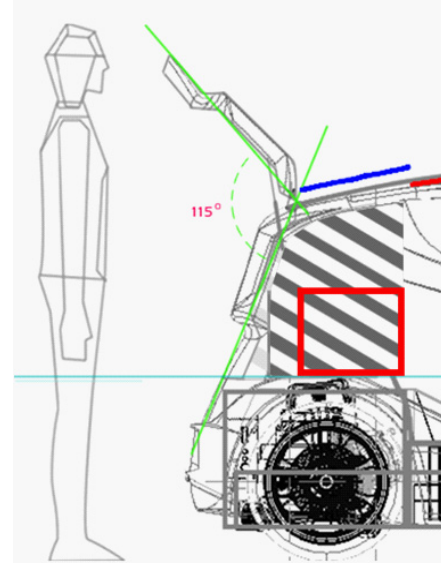
Figuur 35: Bovenaanzicht daksysteem Cito



28 is het opengeschoven deel van het dakraam in het blauw zichtbaar gemaakt. Dit opengeschoven deel heeft een dikte van 50mm (Bijlage 3). In het kort gezegd, mag de achterklep de lichtgroene streep in Figuur 36 niet passeren. Gebeurt dit wel,

Voor de grootte van de hoek tussen kofferbak en achterklep is uiteindelijk gekozen om de achterklep zover mogelijk te openen als dat het mechanisch/ technisch haalbaar is. Hierbij is van belang wat ongeveer de posities van de scharnieren en gasveren worden. Daarnaast is ook de dikte van de achterklep van belang, samen bepaald dit hoever de achterklep kan openen. Als de klep te ver open gaat, komt een deel hiervan in aanraking met het dak/ opengeschoven deel van het daksysteem. De hoek tussen gesloten stand en de stand waarin de klep nog net geen deel van het dak raakt, is de maximale geopende stand. Deze bedraagt ongeveer 115 graden. In Afbeelding

Figuur 36: Achterklep met 95% mens



dan komt de achterklep in contact met het opengeschoven dakraam. In Figuur 36 is voor de verhouding ook een model van de 95% mens weergegeven. Deze heeft een lengte van 1,96m.

Om meer inzicht te krijgen in de manieren waarop achterkleppen scharnieren en aan het voertuig zijn gemonteerd is zowel op het internet als op de IAA in Frankfurt gekeken naar deze punten. Van de IAA zijn een aantal Afbeeldingen in een collage samengevoegd. Deze is terug te vinden in Afbeelding 20.

In de omhoog openende achterklep, die ook voor de Cito gekozen is, zorgt een combinatie van scharnieren en gasveren ervoor

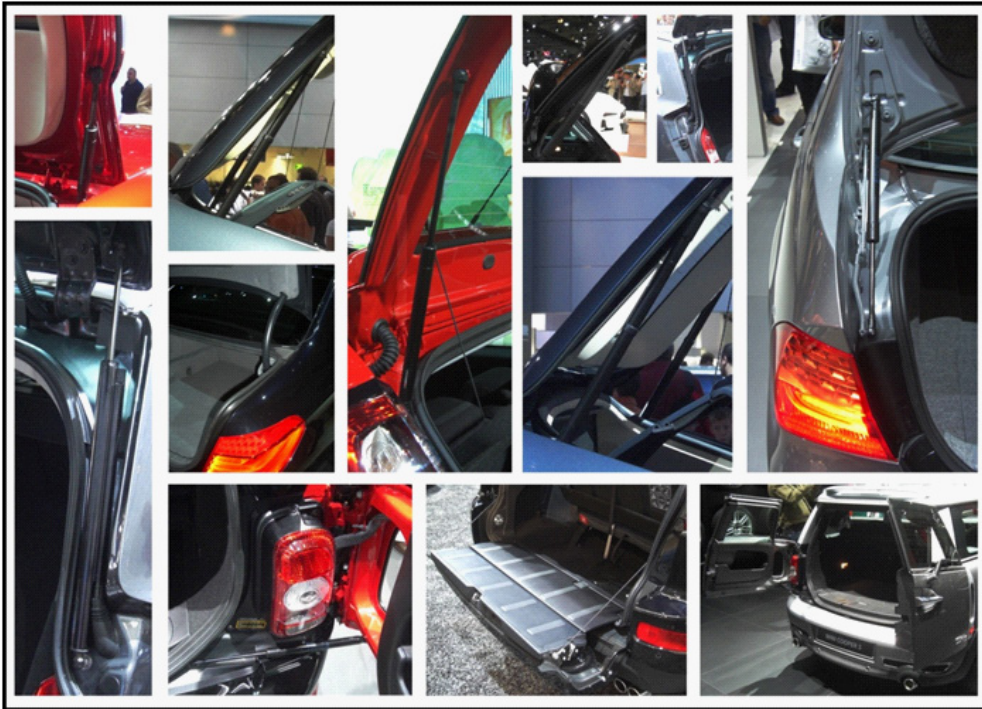
dat de achterklep te openen is en open blijft. De gasveren zijn nagenoeg allemaal hetzelfde van vorm. Waar deze onderling verschillen is het punt waar ze bevestigd worden en de kracht (hoe meer kracht ze moeten kunnen leveren, hoe dikker ze zijn) die ze leveren (Bron 21: Okenhout Group, 2006). De twee scharnieren die op de IAA en op het internet het meeste zijn tegengekomen, voor het verticaal openen van de achterklep, zijn te zien in Figuur 37 en 38.

Figuur 37: Scharnier gemonteerd "op" het dak



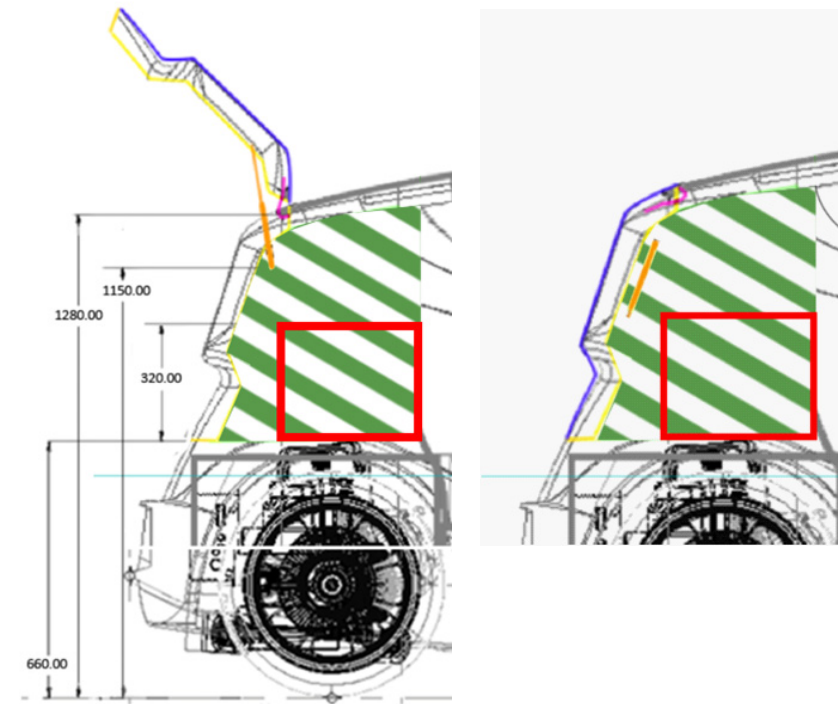
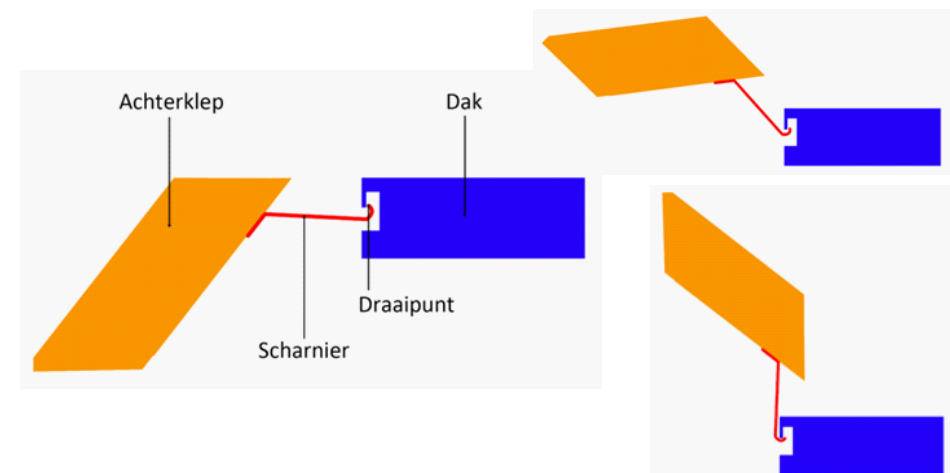
Figuur 38: Scharnier aan achterzijde dak



Afbeelding 20: Collage van achterkleppen op de IAA

Het verschil tussen deze twee scharnieren is dat het systeem in Figuur 37 geschikter is wanneer de auto aan de achterzijde geleidelijker afloopt. De scharnier is op een deel van het dak gemonteerd, op de bovenkant van het voertuig en onder de achterklep (in gesloten toestand). Het systeem in Figuur 38 is vooral geschikt voor een korte, stijl aflopende achterzijde. Hier zitten de scharnieren aan de achterkant van het dak, aan de achterzijde van het voertuig en aan de zijkant van de achterklep (in gesloten toestand).

Omdat de Cito een korte, stijl aflopende achterzijde heeft, lijkt het systeem in Figuur 38, waar het is toegepast op de Mini Cooper, de beste keus voor de Cito. Een impressie van hoe dit op de Cito eruit zou kunnen zien is te zien in Figuur 39. In de Figuur is de kofferbak (groen), het krat (rood), de scharnier (roze) en de gasveer (oranje) te zien. De dikte van de achterklep die gebruikt is bedraagt, zoals eerder genoemd, 60mm. In Figuur 40 wordt de scharnier en de werking verduidelijkt weergegeven. Tussen de achterklep en het dak ontstaat een naad. Om te voorkomen dat er hierdoor water in de kofferbak komt, wordt in het volgende deel kort over waterafvoer gesproken.

Figuur 39: Achterklep van de Cito met gasveer en scharnier (open en gesloten)**Figuur 40: De scharnier van de achterklep (situatie is uitvergroot)**

Waterafvoer en sluiting achterklep

Net zoals in de naden van het daksysteem, kan er ook in de naden tussen de achterklep en de kofferbak water lopen. Om te voorkomen dat dit water in de kofferbak loopt, moet er rondom de kofferbak extra ruimte worden "gereserveerd" in het model, waar het water in weg kan lopen, een zogenaamde "goot". Bij bestaande auto's is dit ook gedaan. Deze extra ruimte is in Figuur 41 goed te zien.

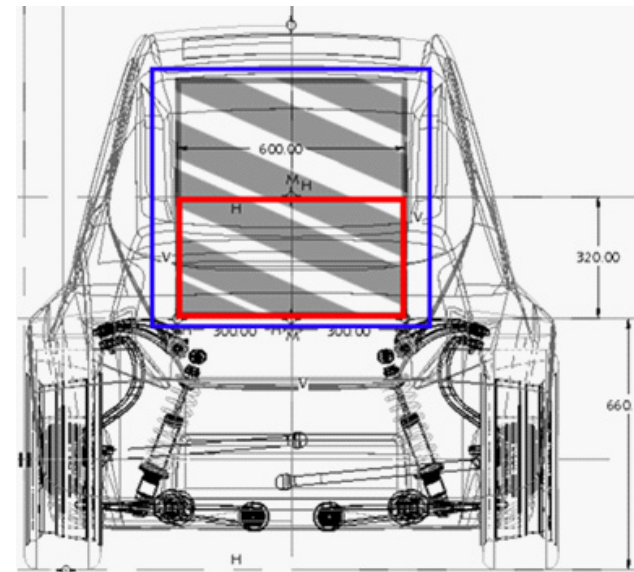
Figuur 41: "Goot" rondom kofferbak



Op de rand van de kofferbak zijn eerst rubbers te zien (A). Op deze rubbers komt de achterklep te liggen, waardoor de rubbers worden ingedrukt en er geen water meer tussen het rubber en de achterklep naar binnen kan komen. Verder naar de buitenkant loopt het plaatwerk naar binnen, waardoor een soort goot gevormd wordt (B). De breedte van deze goot wordt bepaald door de gasveer die in ingeklapte toestand van de achterklep in deze goot valt. In de goot rusten ook de kabels die de elektronica in de achterklep indien nodig van stroom voorzien. Deze kabel is het beste in Figuur 38 te zien, rechts van de scharnier van de achterklep. Voorbij de goot loopt het plaatwerk van de auto (C). Wanneer de achterklep gesloten is, ontstaat er links van punt C een naad.

Bij de auto's waarbij de dikte van de achterklep is opgemeten, is ook de breedte van deze goot, de gasveer en de afdichtrubbers

Figuur 42: De kofferbak (grijs) met "bruto" ruimte (blauw)



van een gasveer veel zegt over de uitschuifkracht die het kan leveren, hoeft er voor de Cito waarschijnlijk geen dikkere gasveer gebruikt te worden. Bij de verdere uitwerking van de achterklep moet dus niet alleen gekeken worden naar de kofferbakruimte "netto", maar moet ook worden meegenomen dat de achterklep ook zo groot moet zijn dat het over de afdichtrubbers en de goot valt. Deze "bruto" ruimte van de kofferbak moet dus niet worden vergeten (Figuur 42).

De inhoud van de kofferbak

De inhoud die de kofferbak zal krijgen is globaal te bepalen. Als basis hiervoor wordt het boodschappenkrat gebruikt. Door twee van deze kratten op elkaar te stapelen wordt de inhoud redelijk benaderd. Zie ook Figuur 43 voor de globale indeling.

mm--> dm = 1/100

mm³ --> dm³ = 1/1000000

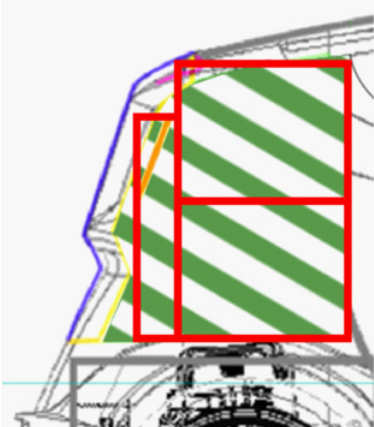
Normale krat: 600*400*320 = 76800000mm³ = 76,8 liter

Twee kratten: 2x 76,8 = 153,6

Extra rechthoek: 600* 110*470 = 31,2 liter

Omhoog afronden levert 185 liter op.

rondom opgemeten. De gasveer was 20mm bij de een, 25mm bij de ander, de afdichtrubbers waren bij beide ongeveer 30mm. De dikte van de goot was ongeveer 40mm bij de een en 50mm bij de ander. Omdat de achterklep van de Cito een stuk kleiner en dus ook lichter zal gaan worden dan die van de auto's die zijn opgemeten, is te berekenen dat de gasveren voor de Cito hoogstwaarschijnlijk ook geen grotere uitschuifkracht hoeven te leveren. Omdat de dikte

Figuur 43: Globale indeling kofferbak

Omdat 185 liter op zich niet heel veel zegt, is er gekeken naar de kofferbakinhoud van andere compacte voertuigen. Een aantal hiervan zijn terug te vinden in *Bijlage 8*. De hoofdreden dat deze voertuigen vaak een grotere inhoud hebben is omdat ze breder zijn dan de Cito. Wat betreft diepte van de kofferbak doet de Cito niet onder voor deze groep. Zo zijn de kofferbakken van een aantal van de bekeken auto's niet diep genoeg om het vouwkrat in te plaatsen dat wel in de Cito past.

Overzicht bagagecompartment

De grootte van het bagagecompartment is afgestemd op een vouwkrat van 600x400x320mm. Uit onderzoek bij een aantal bedrijven bleek dit het grootste vouwkrat te zijn dat verkocht wordt als boodschappenkrat. Vervolgens is gekeken waar in de Cito ruimte was voor de kofferbak. Aan de achterkant moest namelijk extra rekening worden gehouden met de accupakketten die er geplaatst moeten worden. In overleg met de studenten die voor de packaging verantwoordelijk waren, is er besloten om de kofferbak boven en tussen de wielen in te plaatsen.

Met de positie van de achterklep moest rekening worden gehouden met de ruimte die het opengeschoven deel van het schuifdak van de passagier inneemt. Het zou namelijk een plus zijn als de kofferbak geopend kan worden wanneer ook dit schuifdak geopend is. Om aan dit pluspunt te voldoen mag de achterklep niet verder dan 115 graden worden geopend. Voor de verdere bepaling van de achterklep is gekeken naar oplossingen die zijn toegepast in bestaande voertuigen en is er gekeken naar de ergonomische kant. Tenslotte is de inhoud van de kofferbak benaderd. Deze kwam uit op ongeveer 185 liter.

8. RESULTATEN & CONCLUSIES

Tijdens de uitvoering van de opdracht zijn er meerdere keren veranderingen aan het model dat gebruikt is aangebracht. Het ontwerp van de Cito stond namelijk nog niet 100% vast. Voor de opdracht is er toen besloten om de berekeningen en ontwerpen niet meer aan de nieuwere versies aan te passen, omdat hier alleen maar kostbare tijd mee werd verspild. Dit heeft echter wel tot gevolg dat de afmetingen van de onderdelen voor het nieuwste model van het voertuig niet meer zullen kloppen. Vandaar dat in de opdracht niet alleen de afmetingen van de ontwerpen staan genoteerd, maar dat er ook beredeneerd is hoe er aan die afmetingen zijn gekomen. Op deze manier is ook voor een nieuw model na te gaan wat de afmetingen moeten worden. SAM zal ondanks dat de afmetingen niet meer perfect zullen kloppen daarom alsnog de resultaten van de opdracht goed kunnen gebruiken voor de verdere uitwerking van de onderdelen. De doelstelling, zoals die aan het begin van de opdracht is geformuleerd, is daarom ook gehaald.

Voor elk onderdeel is eerst onderzocht welke richtlijnen hiervoor gelden. In het geval dat deze richtlijnen aanwezig waren, is gekeken of het model van de Cito hieraan voldeed. Vervolgens is gekeken naar de 95% mens. Dit is namelijk de grootste persoon die in de Cito moet passen. Met de afmetingen van de 95% mens, die via Dined zijn opgevraagd, is verder beredeneerd wat de beste keuzes zijn voor de onderdelen van de Cito. Waar nodig zijn concepten gegenereerd, die vervolgens met het bedrijf SAM zijn besproken. Met de daaruit voortgekomen feedback is daarna het uiteindelijke concept gevormd. De detaillering van deze concepten vallen niet binnen de opdracht. Aan de uitwerking van bijvoorbeeld het daksysteem zou namelijk al een volledige bacheloropdracht besteed kunnen worden.

Om te kijken of uiteindelijk ook aan alle gestelde eisen en wensen is voldaan, worden ze kort per onderdeel besproken.

Algemene eisen en wensen

Van de algemene eisen en wensen voor de Cito is alleen de wens van een hoofdruimte van 50mm niet gehaald. Dit had te maken met het minimale verplichte zichtveld door de voorruit. Het onderste deel van dit verplichte zichtveld viel onder de voorruit. Om dit te corrigeren is er gekozen om de stoel te verhogen met 51,73mm, zodat de ondergrens van het minimale zichtveld samenvalt met de ondergrens van de voorruit. Dit heeft er echter wel voor gezorgd dat er op de hoofdruimte “bezuinigd” moest worden. De resterende hoofdruimte bedraagt 6,4mm. Dit betekent dat de

95% mens nog steeds in de Cito past. Aan de afmetingen aan de buitenkant van de Cito is verder niets veranderd. Pas als bijvoorbeeld de kofferbak groter moet worden, of als de bestuurder meer hoofdruimte moet krijgen, dan zullen de afmetingen van het voertuig wel gewijzigd moeten worden.

Voorruit: eisen en wensen

Doordat de passagiersstoel is verhoogd, is aan de eis van het minimale zichtveld is voldaan. Aan de wens dat het dak buiten het zichtveld van de bestuurder moest vallen, is helaas niet voldaan. Uit een onderzoek bleek dat het zichtveld van de mens ongeveer 60 graden bedraagt. Om aan de wens te voldoen moest het dak dan ook buiten dit zichtveld vallen. Uiteindelijk is ervoor gekozen om de positie van het dak binnen deze 60 graden, op 18,1 graden te laten vallen. Als er wel voor 60 graden was gekozen, dan had het schuifdak een stuk verder achter op het dak van de Cito moeten liggen en daardoor ook verder weg van de bestuurder.

Ruitenwisser: eisen en wensen

Voor de ruitenwisser is bepaald wat het minimale gebied op de voorruit was dat gewist moest worden. Om dit gebied te kunnen wissen moest de ruitenwisser minimaal 514,91mm lang zijn. Om na te gaan of er aan de wens om het “horizontale zichtveld” van de langste bestuurder te wissen voldaan kon worden, is gekeken hoe lang de ruitenwisser moest worden om dit gebied te bereiken. Hiervoor is er een horizontale lijn vanuit het oog van de 95% mens naar de voorruit getrokken. Om dit punt op de voorruit te kunnen wissen, moest de wisser minimaal 742,75mm lang zijn. Uit een gesprek met Bosch, fabrikant van ruitenwissers, is gebleken dat de langste ruitenwisser die op het moment te verkrijgen was een lengte had van 800mm. Met de keuze voor deze wisser wordt dus ook het horizontale gebied van de voorruit, dat zich recht voor de bestuurder bevindt, gewist.

Omdat de voorruit van de Cito smal en hoog is, is er gekozen om de wisser in ruststand niet aan de onderkant, maar aan de zijkant van de voorruit te leggen. De arm van de wisser loopt van de zijkant van de ruit naar de voorzijde, waar zich de ruitenwissermotor bevindt. Zowel het wisserblad als de arm is daardoor in ruststand zichtbaar voor de bestuurder, waardoor er niet aan de bijbehorende wens wordt voldaan.

Dak: eisen en wensen

Aan de eisen en wensen van het dak is voldaan. In het uiteindelijke concept is gekozen voor twee schuifdaken. Omdat elk schuifdak de afmetingen 572x400mm heeft, is het mogelijk om in een situatie die hierom vraagt, via de schuifdaken naar buiten te klimmen.

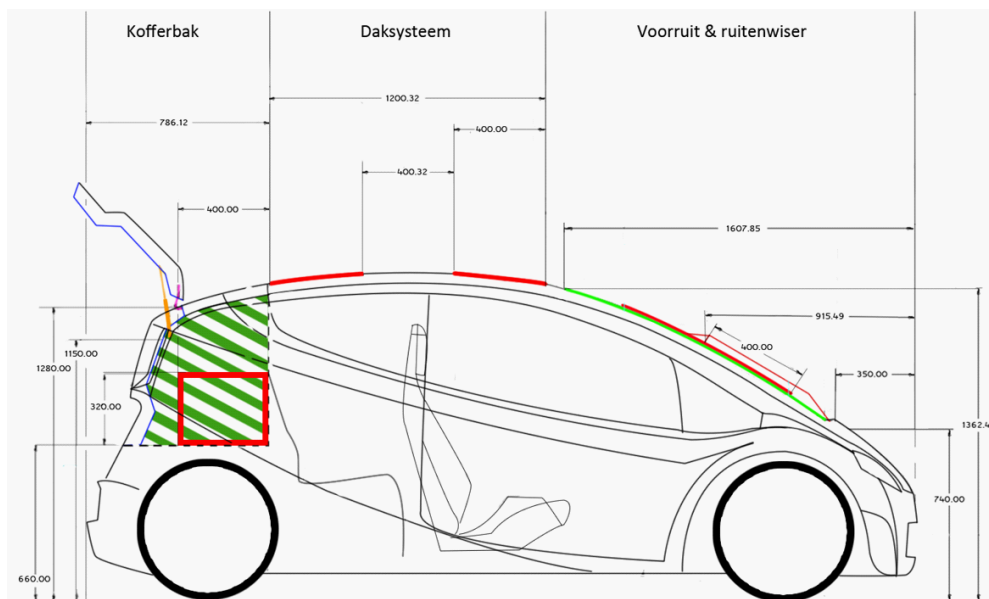
Bagagecompartiment: eisen en wensen

De grootte van de kofferbak is gebaseerd op een krat van 600x400x320mm. Dit is meer dan het krat van 510x340x272mm dat bij het bedrijf stond. Dit “bedrijfskrat” was gebruikt voor een ander project als referentie voor de inhoud van de kofferbak. De ruimte die de materialen van twee zakenmensen innemen is na berekening minder dan de ruimte die het gekozen vouwkrat inneemt. De totale inhoud van de kofferbak bedraagt ongeveer 185 liter. Hier kunnen twee sporttassen in. Er zijn echter zoveel verschillende sporttassen verkrijgbaar dat er niet algemeen te zeggen is dat er van alle soorten sporttassen twee in de kofferbak kunnen.

Met een verticale beweging is de kofferbak te openen. Omdat de U-baan alleen beperkt is in de ruimte die naast het voertuig beschikbaar is, is het dus mogelijk om de achterklep in de banen te openen. Wanneer de klep niet verder dan 115 graden geopend wordt, is het ook mogelijk om tijdens het openen van de klep het achterste dakraam gewoon open te houden. Als de klep verder geopend kan worden, dan komt de bovenkant van de achterklep tegen het opgeschoven dakdeel aan.

Aan SAM nu de taak om deze en de andere onderdelen verder in detail uit te werken wanneer er weer wordt verder gegaan met de Cito 1+1.

Afbeelding 21: De behandelde onderdelen van de Cito



9. BEGRIPPENLIJST

Bedrijfsonderzoek.....	In het bedrijfsonderzoek is gekeken naar de mening en wensen van het bedrijf. In dit geval waren dit de mening- en van de directeur, exterieur en interieur ontwerpers.
Bunkspeed Hypershot..	Dit is een render programma. Hier wordt mee bedoeld dat er van een computer model, in deze opdracht het CAD model van de Cito, een realistische afbeelding (render) te maken is.
CAD Model.....	CAD staat voor Computer Aided Design. Voor deze opdracht is een CAD model van de Cito gebruikt. Dit is een digitaal model van het voertuig, dat op de computer te bewerken is.
CDM.....	City Dual Mode, met de City Dual Mode wordt bedoeld dat de Cito over een dubbele modus (dual mode) beschikt. De Cito kan namelijk automatisch (op de speciale U-vormige rijbaan) en manueel (buiten de U-vormige banen) rijden.
Cito.....	Cito is de naam van het voertuig dat de basis is voor het CDM systeem. De naamgeving Cito komt van een samenvoeging van de woorden City en Auto. Voor de Cito wordt zowel een 1+1 als een 2+2 seater ontwikkeld. In deze opdracht wordt er gewerkt met de 1+1.
Daksysteem.....	Met daksysteem worden alle onderdelen bedoeld die zich in een schuifdak bevinden. In het geval van de Cito, zijn dit de glazen verschuifbare panelen, de motoren, de opvangbak voor water, etc.
De 95% mens.....	SAM heeft als eis gesteld dat het voertuig zo ontworpen moet worden, dat 95% van de bevolking erin past. Om dit te controleren worden de afmetingen van de langste persoon uit deze groep gebruikt. Deze langste persoon wordt in het verslag de 95% mens genoemd.
Dined.....	Dined is een site die wordt beheerd door de TU Delft. Op deze site staan de afmetingen van (de lichaamsdelen van) de mens. Ook zijn de verschillende afmetingen te sorteren op leeftijdsgroepen, land en percentage van de bevolking.
Dutch Design Week.....	De Dutch Design Week (DDW), is een tentoonstelling waar verschillende ontwerpen (designs) te zien zijn. De thema's van de ontwerpen lopen erg uiteen. In 2009 werd de DDW in Eindhoven gehouden, van 17 tot 25 oktober.
Europese richtlijn.....	De Europese Unie heeft op de site EUR-LEX.nl zo goed als alle wetten en regels staan die er binnen de EU gelden. Zo ook voor voertuigen. In dit verslag worden de ontwerpen gebaseerd op deze richtlijnen. Wanneer een voertuig aan alle richtlijnen voldoet mag het op de openbare weg worden toegelaten (na een voertuigkeuring te hebben ondergaan).
Gelaagd glas.....	Gelaagd glas bestaat uit twee lagen glas, met daar tussenin een dunne laag kunststof. Wanneer de voorruit breekt, blijven de glasdelen aan deze kunststoflaag hangen, waardoor het niet afbrokkelt en op de bestuurder terecht komt. Gelaagd glas is in de jaren '70 verplicht gesteld als materiaal voor de voorruit van voertuigen en wordt daarom in nagenoeg elke auto toegepast.
Hydrofoob.....	Hydrofoob betekent letterlijk "watervrezend". Wanneer een oppervlak hydrofoob wordt gemaakt, gaat deze water afstoten.
Hydrophilic Coating.....	Deze coating zorgt ervoor dat het behandelde oppervlak niet beslaat.
IAA Frankfurt.....	De IAA staat voor Internationale Automobil Ausstellung. De IAA is een internationale "autoshow" die in Frankfurt wordt georganiseerd. Op de IAA laten autofabrikanten hun nieuwste modellen en technische snufjes zien.
Inalfa Roofsystems.....	Inalfa Roofsystems is een bedrijf dat zich gespecialiseerd heeft in de productie van daksystemen. Dit bedrijf heeft op dit gebied jarenlange ervaring en levert aan klanten als BMW, Volkswagen en Rollce Royce.
Lotus technologie.....	De Lotus technologie is in principe een nano-coating die op de voorruit van een voertuig kan worden aangebracht. De techniek is vernoemd naar de Lotus bloem, waar het oorspronkelijke idee van afgeleid is. Deze plant stoot namelijk water af.
Modesi.....	Modesi is een bedrijf dat zich bezig houdt met design en engineering. De naam Modesi is een samenvoeging van de woorden Motion en Design. Daarnaast werkt het be-

	drijf samen met SAM aan het CDM project. En worden ze beiden gerund door dezelfde directeur, Dirk van Sambeek.		
Opvangbak	Tussen de schuifdaken en de rest van het daksysteem en tussen de achterklep en de kofferbak, zitten verschillende naden waar water doorheen kan lopen. Om te voorkomen dat dit water in het voertuig komt, worden er onder deze naden gootjes of opvangbakken geplaatst. Deze overlappen aan de onderzijde de naad waar het water doorheen kan komen. Het opgevangen water wordt vervolgens via een goot afgevoerd. In het geval van het dak via de A-stijl van het voertuig, bij de kofferbak loopt het aan de onderzijde weg.	Wissysteem	het oppervlak afrolt. Met wissysteem worden alle onderdelen bedoel die een ruitenwisser laten werken. Dit zijn het wisserblad, de arm en de ruitenwissermotor.
ProE Wildfire 4.0	ProE is de afkorting van het CAD programma Pro Engineer. Wildfire 4.0 duidt een versie van het programma aan. Zo is Wildfire 4.0 een update van Wildfire 3.0. Met Pro Engineer is het mogelijk om van een ruw ontwerp een gedetailleerd 3D model te maken. Met dit programma is het ook mogelijk om van het 3D computermodel een echt model te maken, door met de software een frees aan te sturen.		
Project CDM	Binnen het project CDM vallen de Cito en de nieuwe infrastructuur (U-banen).		
Rijwind	De rijwind is de wind die ontstaat bij een verplaatsing. Wanneer men met grotere snelheid gaat rijden, wordt deze wind ook sterker.		
SAM	SAM is een afkorting van de bedrijfsnaam Small Advanced Mobility. Het bedrijf richt zich op draagvlakvorming, ontwikkeling en marketing van het Cito Dual Mode (CDM) vervoerssysteem.		
Tutorial	Een tutorial is te zien als een handleiding om tot een bepaald ontwerp te komen. Stap voor stap is zo te zien welke handelingen genomen worden om tot een bepaald resultaat te komen. In deze opdracht is onder andere een tutorial van een telefoon in Pro Engineer doorlopen.		
U-Banen	De U-banen zijn de infrastructuur van de Cito 1+1, wanneer deze in automatische modus rijdt. Deze banen zijn U-vormig en maar iets breder dan de Cito zelf. Zie ook de afbeelding op de voorpagina, waar de U-baan te zien is.		
Wegparelen	Wegparelen van water is dat het water in druppelvorm van		

10. BRONNENLIJST

Bron 1: Presentaties van het Seminar dat door ATC georganiseerd was

ATC, 2009, "ATC Design Seminar 2009", http://www.atcentre.nl/downloads/ATC_Design_Seminar_2009, bezocht op 2 nov. 2009

Bron 2: Dined voor het opzoeken van afmetingen van lichaamsdelen mensen

TU Delft, 2004, "Dutch adults, populatie (DINED 2004, 20-61 jaar)" <http://dined.io.tudelft.nl/en,dined2004,304>, bezocht op 15 sept. 2009

Bron 3: Nederlanders langste mensen ter wereld

ANP, 2007, "Nederlanders langste mensen ter wereld", <http://www.nu.nl/wetenschap/962463/nederlanders-langste-mensen-ter-wereld.html>, bezocht op 21 sept. 2009

Bron 4: Inalfa Roofsystems (het bedrijfsbezoek is terug te vinden in Bijlage 3)

Adresgegevens: <http://www.inalfa-roofsystems.com/contact.php>

Datum bedrijfsbezoek: 28 okt. 2009 om 11:00

Bron 5: EUR-LEX, Europese richtlijnen

(Algemene site), <http://www.eur-lex.eu>, bezocht op 28 sept. 2009

Bron 6: EUR-LEX richtlijn 70/156/EEG

Raad van de Europese Unie, 2007, "Richtlijn 70/156/EEG", http://eur-lex.europa.eu/Result.do?T1=V1&T2=1970&T3=156&RechType=RECH_naturel&Submit=Zoeken, bezocht op 30 sept. 2009

Bron 7: EUR-LEX richtlijn 77/649/EEG

Raad van de Europese gemeenschappen, 1990, "Richtlijn 77/649/EEG", http://eur-lex.europa.eu/Result.do?T1=V1&T2=1977&T3=649&RechType=RECH_naturel&Submit=Zoeken, bezocht op 6 okt. 2009

Bron 8a: Zichtveld van de mens 60 graden

van Lint, M., 2007, "Gezichtsvelden", <http://users.telenet.be/mvanlint/toa/gezichtsvelden.pdf>, bezocht op 19 okt. 2009

Bron 8b: Zichtveld van de mens 50 graden

Halcrow, ERM, 2005, "Figuur 10.22, Vertical field of view", http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_1402007/For%20HTML%20version/Figure/Figure%2010.21&10.22.png, bezocht op 19 okt. 2009

Bron 9: Regelgeving verkeerslichten

Verkeer en waterstaat, 1994, "Regeling verkeerslichten", http://www.st-ab.nl/wettennr04/0352-089_Regeling_verkeerslichten.htm, bezocht op 21 okt. 2009

Bron 10: Verplichten van gelaagd glas

- Glass for europe, 2003, "Automotive glass", <http://www.glassforeurope.com/SiteCollectionDocuments/NLNewsletter0311.pdf>, bezocht op 2 nov. 2009
- Autokompas, 2004, "Glas belangrijker als designelement", http://www.autokompas.nl/archief/2004/04/Glas_belangrijker_als_designelement.html, bezocht op 3 nov. 2009

Bron 11: EUR-LEX richtlijn 92/22/EEG

Raad van de Europese Unie, 2001, "Richtlijn 92/22/EEG", <http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?val=234341:cs&lang=nl&list=234341:cs,186074:cs,185544:cs,186229:cs,&pos=1&page=1&nbl=4&pgs=10&hwords=>, bezocht op 3 nov. 2009

Bron 12: Sabic Innovative Plastics

Contactgegevens Sabic, http://www.sabic-ip.com/gep/Plastics/en/UtilityPages/ContactUs/contact_us_resins.html, bezocht op 3 nov. 2009

Bron 13: Lexan

- Sabic-IP, 2008, "Automotive Glazing", http://www.sabic-ip.com/gep/Plastics/en/IndustryApplications/Applications/fixedglazing_exteriorbodypanelsglazing_automotive.html, bezocht op 5 nov. 2009
- (Algemene site) <http://www.plastics4performance.com/>, bezocht op 5 nov. 2009

Bron 14: EUR-LEX richtlijn 78/318/EWG

Raad van de Europese Unie, 2007, "Richtlijn 78/318/EWG", http://eur-lex.europa.eu/Result.do?T1=V1&T2=1978&T3=318&RechType=RECH_naturel&Submit=Zoeken, bezocht op 11 nov. 2009

Bron 15: Bosch

Contactgegevens Bosch, http://servicefunctions.bosch.com/user/contactdealer/index.asp?country=nl&lang=nl&app=contact&gb=&option1=&option2=&option3=&email=&opener=http%3A//www.bosch.nl/content/language1/html/715_3904.htm%23%23http%3A//www.google.nl/search%3Fhl%3Dnl%26q%3Dbosch+ruit+enwisers, bezocht op 16 nov. 2009

Bron 16: Beugelvrije wissers beter dan wissers met beugel

- Cupédo, Auke, 2008, “Bosch Aerotwin wint ruitenwissertest”, <http://www.amt.nl/web/Nieuws/Algemeen/Tonen-Nieuws-Algemeen/Bosch-Aerotwin-wint-ruitensertest.htm>, bezocht op 10 nov. 2009
- Buma, Frank, 2008, “Kampioentest, 15 ruitenwissers”, <http://www.kampioen.nl/published/kmp/content/tests/pagina/k11-autotest-ruitenswissers.nl.html>, bezocht op 10 nov. 2009

Bron 17 Verkeer en waterstaat (Reservewiel is niet verplicht)

Verkeer en waterstaat, 2009, “Ben ik als automobilist verplicht een reservewiel bij me te hebben?” <http://www.verkeerenwaterstaat.nl/veelgestelde vragen/detail.aspx?CategoryId=16>, bezocht op 17 nov. 2009

Bron 18: Informatie over de bandenreparatieset

(Webshop OTOPARTNER), 2009, “Slime reparatieset”, <http://www.otopartner.nl/?id=shop&cat=4&item=30>, bezocht op 17 nov. 2009

Bron 19: Overtoom vouwkrat

Contactgegevens Overtoom, http://www.overtoom.nl/is-bin/INTERSHOP.enfinity/eCS/OIN/nl_NL/-/EUR/N_StaticPage-Start;sid=LekvZLTdc4orZP-NYRFJYrvXr_p9d01mVos=?Template=contact, bezocht op 19 nov. 2009

Bron 20: Ergonomische richtlijnen

Motmans, Roeland, 2006, “Tillen van lasten”, <http://www.ergonomiesite.be/tillen.htm>, bezocht op 24 nov. 2009

Bron 21: Dikte gasveren

Okenhout Group, 2006, “Gasveren”, <http://www.onkenhout.nl/download.php?strFile=compleet/gasveren>, bezocht op 7 dec. 2009