

DASHBOARD VOOR STRAAT LEGALE SAKER RAPX

BACHELOR AFSTUDEEROPDRACHT



P. TEN KLOOSTER
SAKER SPORTSCARS BV.
AUGUSTUS 2011
UNIVERSITEIT TWENTE - INDUSTRIEEL ONTWERPEN

DASHBOARD VOOR STRAAT LEGALE SAKER RAPX

Peter ten Klooster
S0204625
Industrieel Ontwerpen

Saker Sportscars BV
Pottenbakkerstraat 30
4871EP Etten-Leur

Datum bachelorexamen: 25-08-2011

Examencommissie:
prof.dr.ir. A.O. Eger
ir. C.M. Beusenbergh
ir. H. Boender

VOORWOORD

Dit verslag is geschreven naar aanleiding van mijn bachelor afstudeeropdracht industrieel ontwerpen. Deze opdracht wordt uitgevoerd ter afronding van de bachelor fase, welke drie jaar in beslag neemt. Met dit verslag probeer ik het ontwerpproces wat ik heb afgelegd in woorden en beelden te beschrijven en onderbouwen. Het verslag is geschreven voor de examencommissie, zodat zij mijn afgelegde proces kunnen begrijpen en beoordelen.

Ik wil hierbij ook direct van de gelegenheid gebruik maken om de examencommissie te bedanken. Dhr. C.M. Beusenberg en dhr. H. Boender hebben mij als respectievelijk UT-begeleider en interne begeleider goed geholpen tijdens het uitvoeren van de opdracht. Ondanks de lastige periode (zomervakantie) wisten zij tijd voor mij vrij te maken, met name H. Boender als begeleider van Saker, bij hem kon ik elke dag terecht met mijn vragen. Daarbij heeft de examencommissie zich flexibel opgesteld voor de benodigde tijd voor het lezen van het verslag, waar ik ze extra voor wil bedanken. Tijdens het maken van het prototype heb ik nuttig advies gekregen van dhr. J.F.H. Beeloo, en daarnaast erg veel hulp van dhr. T.H. Punt tijdens het frezen. Hier wil ik ze beiden hartelijk voor danken.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting.....	5
1 Inleiding	8
1.1 Actor analyse.....	8
1.2 Project kader	8
1.3 Doelstelling.....	9
1.4 Vraagstelling.....	10
1.5 Planning.....	11
1.6 Opbouw verslag	11
2 Doelgroepanalyse	12
3 Eisen Saker	13
4 Stijl en beleving.....	15
4.1 Stijl.....	15
4.2 Beleving.....	18
5 Dimensionele eisen.....	20
5.1 CAD model	20
5.2 Zekering/relais paneel.....	21
6 Ergonomische analyse	23
6.1 Zitpositie.....	23
6.2 Zicht.....	25
6.3 Reikwijdte.....	27
6.3.1 Reikwijdte voor P95	28
6.3.2 Reikwijdte voor P05	30
6.4 Schakelpook	31
6.5 Stuurstang	31
7 SVA eisen vaststellen	33
8 Programma van eisen	34
8.1 Eisen	34
8.2 Richtlijnen	35

8.3	Wensen	36
9	Conceptgeneratie	37
10	Concept detaillering	48
10.1	Cockpit	48
10.1.1	AIM en klokken	51
10.2	Bedieningselementen en middenconsole	52
10.2.1	Richtingaanwijzer	52
10.2.2	Contactsloot	57
10.2.3	Tuimelschakelaars	58
10.2.4	Remdruk-knop	60
10.2.5	USB-poorten	62
10.2.6	Indicatielampjes	63
10.2.7	Uiteindelijke indeling bedieningspaneel	64
10.2.8	Functietoewijzing tuimelschakelaars en indicatielampjes	67
10.2.9	Middenconsole	69
10.3	Fusebar	70
10.4	Bevestiging	75
10.5	Materialen en productie	77
10.5.1	Cockpit, middenconsole en fusebar	77
10.5.2	Panelen	80
10.5.3	Remdruk-knop, richtingaanwijzerhendel, schakelaarbody en ledraster	81
10.5.4	Nabewerking	83
10.6	Kosten	83
11	Prototype bouw	85
12	Resultaten en aanbevelingen	86
12.1	Aanbevelingen	86
13	Referenties	87
14	Bijlagen	88

SAMENVATTING

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van een dashboard voor de straat legale Saker RapX. Saker, een Nederlands automerk, richt zich vooral op het bouwen en onderhouden van auto's voor op het circuit. Vanuit de klanten kwam echter steeds vaker vraag naar een straat legale Saker. Om deze reden wil Saker deze markt gaan verkennen. Dit zal op zeer kleine schaal gebeuren, te beginnen met een kleine serieproductie van minder dan vijf auto's per jaar. Door belastingregelingen in Nederland zal de catalogusprijs van de RapX meer dan twee maal zo duur worden, en boven de €100.000,- uit stijgen. Het huidige dashboard in de RapX is erg simpel vormgegeven uit een gebogen plaat aluminium. Om het interieur beter bij de nieuwe prijsklasse en verwachtingen van de klant aan te laten sluiten dient er een nieuw dashboard ontworpen te worden. Dit dashboard moet aan verschillende eisen voldoen. Het dashboard zal voor zowel links als rechts gestuurde auto's geschikt moeten zijn, en zowel voor circuit- als normaal weggebruik. Daarbij is er een beperkt budget beschikbaar, en zal er erg op de kosten gelet moeten worden.

Het ontwerpproces werd gestart met een vooronderzoek waarin onder andere een doelgroep analyse werd gehouden om de klanten van Saker beter te leren kennen, en daarmee ook hun eisen in te kunnen schatten. Saker zelf bleek veel van deze informatie binnen het bedrijf beschikbaar te hebben. Vervolgens werden ook de eisen van Saker zelf verzameld, en werd het merk onder de loep genomen. Hierbij werd onderzocht welke stijl een Saker kenmerkt, en met welke beleving een Saker gereden wordt. Het vooronderzoek werd voortgezet met het vaststellen van dimensionele eisen. Hierbij werd een CAD-model gemaakt van de huidige situatie, en werden belangrijke afmetingen opgenomen in het programma van eisen. Hiermee samenhangend was de ergonomische analyse, waarin onder andere de zitpositie, het zichtveld en de reikwijdte werden bepaald. Onderdelen die mogelijk pijnlijk in contact kunnen komen met lichaamsdelen werden bekeken, en vervolgens werden eisen en richtlijnen opgesteld hoe het dashboard ergonomisch verantwoord te ontwerpen. Laatste stap in het vooronderzoek was het uitzoeken van de veiligheidseisen gesteld door de SVA. Alle eisen, richtlijnen en wensen werden vervolgens samengevoegd. Vanuit deze lijst zijn de concepten gegenereerd.

Tijdens de conceptgeneratie werden globale ontwerp oplossingen gevonden, zoals hoe het dashboard geschikt gemaakt kon worden voor zowel links als rechts gestuurde auto's. De eerste schetsen deden beslissen dat de cockpit, ofwel de helft naast de middenconsole waar het stuur ook zit, het meest opvallende en kenmerkende onderdeel van het dashboard zou moeten worden. Hiermee werd extra nadruk gelegd op de rijbeleving van een Saker, het pure rijden zelf is het belangrijkste. Uiteindelijk werd er een conceptkeuze gemaakt aan de hand van schetsen.

Dit concept is vervolgens in CAD uitgewerkt. Met deze stap werden de dimensies en verhoudingen vastgelegd, en werd meteen duidelijk hoe het dashboard in de huidige carrosserie zou passen. Na de hoofdvorm van de cockpit werden ook de bedieningselementen en de middenconsole uitgewerkt. Als laatste volgde de rijrijdershelft, waarin onder meer het zekering- en relaispaneel verwerkt diende te worden.

Met het ontwerp in CAD kon snel en betrouwbaar geanalyseerd worden of de producten ook daadwerkelijk te produceren zouden zijn. Zo zullen de grote onderdelen met behulp van het handlamineren geproduceerd worden. Hierbij is het belangrijk dat het product lossend is. Dit werd per onderdeel geanalyseerd, en waar nodig werden de onderdelen aangepast. De panelen zullen in verschillende materialen beschikbaar worden gemaakt, wat de klant de mogelijkheid tot personaliseren biedt. Voor de productie van vier overige onderdelen werd een rapid manufacturing proces gekozen, namelijk selective laser sintering. Het productiegedeelte wordt besloten met een beknopte uitleg over de benodigde nabewerkingen.

Het verslag wordt vervolgd met een kostenberekening, welke deels in een confidentiële bijlage is opgenomen. Mede dankzij de vele ontwerpkeuzes gebaseerd op de kostprijs, is de uiteindelijke kostprijs van het dashboard beperkt en betaalbaar gebleven. Vervolgens wordt kort beschreven hoe het prototype tot stand is gekomen,

en welke materialen hiervoor zijn gebruikt. Het prototype zal uiteindelijk worden gebruikt om de mallen van het dashboard van af te gieten.

Het verslag wordt afgesloten met een bespreking van de resultaten en een opsomming van aanbevelingen. Geconcludeerd wordt dat het uiteindelijke ontwerp aan alle eisen voldoet. Resultaat is een goed betaalbaar dashboard, wat aan meerdere configuraties en gebruikssituaties aangepast kan worden. Daarbij zijn er qua uitstraling links naar het exterieur gelegd, en zijn er elementen gebruikt die het 'Saker-gevoel' doen versterken. Kernwoorden die bij Saker passen werden verwerkt in de vormtaal, en elementen die goed bij het imago pasten, zoals de tuimelschakelaars en de remdruk-knop, werden succesvol geïntegreerd

SUMMARY

This report describes the design of a new dashboard for the Saker RapX, and the process which led to this design. Saker, a Dutch car brand, focuses mainly on building and maintaining racecars. However, customers showed an increasingly demand for a street legal Saker. Therefore, Saker decided to explore this market. Production will be on a very small scale, starting with a batch of less than five cars per year. Thanks to the Dutch taxes the consumer price for a street legal Saker RapX will be more than twice the price of the circuit version. This raises the price to more than €100.000,-. The current dashboard is a very simple one, consisting of one bended aluminum plate. To meet the customer expectations deriving from the high price, a new dashboard should be designed. This dashboard has to meet several requirements. The dashboard should be suitable for both left and right driven cars, and both for track and road use. Because of the limited budget, there should be strived for a relatively low price.

The process started with multiple researches. The first step was researching the target group. Many of this information was yet available within the company, so no external research was needed. Subsequently the demands of Saker were gathered, and the brand was analyzed. This analysis was held to examine the style of a Saker, and what kind of experience you get of driving a Saker. After that the current car was examined. At this point a CAD-model was made of the current interior. The most important dimensions were included in the list of requirements. Associated with this process was a research of the ergonomics within the car. This research determined the seating position, the field of vision and the reach of the driver. Parts with which the driver might collide were analyzed, resulting in requirements and guidelines for an ergonomically correct dashboard. Final step in the research process was an analysis of the requirements set by the SVA. The requirements which have to be met were combined into a list of requirements and guidelines.

During the concept generation, global design choices had been made. For example, the way the dashboard could be made suitable for both left and right driven cars. The cockpit (the half of the dashboard where the steering wheel is located) was decided to be the most striking and characteristic part of the dashboard. In this way, extra emphasis was put on the driving experience of a Saker; pure driving is most important. Eventually a final concept had been chosen, based on sketches.

Thereafter, a CAD model of the final concept had been made. This determined the dimensions and proportions of the dashboard, and it made clear how the dashboard would fit into the current body. After the main shape of the cockpit had been modeled, the controls and midconsole were designed. The last part to be designed was the passenger side of the dashboard, which included the fuse box. With the CAD models a fast and reliable production analysis was made. This should point out whether the parts were able to be produced, or not. The biggest parts will be made through the hand lay-up process. This requires draft for the products to be taken out of the molds. Every part was analyzed, and if necessary they were adjusted. The panels will be available in multiple colors and materials. This offers the customer a possibility to personalize the dashboard. The production of the four remaining products will be through a rapid manufacturing process: selective laser sintering. The production chapter concludes with an explanation about the necessary finishing touches.

The report continues with a cost calculation, which partly can be found in a confidential annex. Many design choices had been made because of a favorable pricing, which resulted in an affordable final price. Subsequently there is a brief explanation of the manufacturing of the prototype. The prototype will eventually be used to cast the molds; therefore it's been made of high density foam.

The final part of the report consists of a discussion of the results, and a list of recommendations. The final design meets all the requirements. It's affordable and suitable for multiple configurations and usage situations. The style of the interior is linked to the exterior, thanks to several matching shapes and lines. Also elements like the toggle switches and a brake-pressure knob have been used to increase the feeling of driving a Saker.

1 INLEIDING

1.1 ACTOR ANALYSE

Saker Sportscars is een Nederlandse fabrikant van sportauto's. Het bedrijf bestaat sinds 2002 en is na een herstart in 2005 uitgegroeid tot een goed lopend bedrijf, met goed functionerende en presterende raceauto's als resultaat. Naast een vestiging in China, waar de meeste onderdelen worden gemaakt en deels geassembleerd, staat ook in Etten-Leur een fabriek waar specifiek voor de West-Europese markt modellen worden (af)gebouwd. In Nederland wordt de complete aandrijflijn geassembleerd. Sinds 2007 beschikt Saker Sportscars over een moderne productie ruimte en produceert 25 tot 50 raceauto's per jaar die over de hele wereld hun weg vinden. Naast de goede prijs-kwaliteit verhouding hebben de racewagens een in het oog springend uiterlijk, welke wat weg heeft van de wagens die meerijden in de Le Mans series. De Saker is een duurzame en pure raceauto; de bestuurder wordt niet geassisteerd door technische hulpmiddelen als bijvoorbeeld een antiblokkeersysteem en/of een tractie controle systeem. De Saker is breed inzetbaar en kan naast de eigen Saker Sportscar Challenge in nog veel meer raceklassen worden ingezet. Zo zijn er bijvoorbeeld de Saker Sportscar Challenge in Engeland, de Dutch Supercar Challenge, de Belcar (BE), de Bridgestone Special Open Trophy (BE), 24H van Dubai, DNRT Sprint, ACNN vrije klasse, Britcar, Interserie Germany, STT Germany en de DMV.

Nu binnen het bedrijf een solide basis aanwezig is wil Saker Sportscars zijn bekendheid in Nederland en Europa vergroten. In Engeland en België zijn er al distributeurs, Duitsland is de volgende stap. Twee nieuwe modellen, de Saker Sniper (open dak) en Saker RapX (gesloten dak), moeten aan de merkbekendheid bijdragen. Onder de motorkap zijn ze nagenoeg hetzelfde als de twee voorgangers, de Saker Sprint en Saker GT. Het exterieur heeft echter een flinke facelift gekregen, waarbij er ook rekening is gehouden met de huidige bezitters, zij kunnen hun Saker GT of Sprint upgraden naar een Sniper of RapX.

Saker Sportscars stelt dat er ook vraag is naar een Saker op kenteken, en wil de vraag van de klant graag beantwoorden door ook daadwerkelijk een Saker op kenteken aan te gaan bieden. Dit willen ze realiseren door het bestaande ontwerp van de RapX aan te passen en door te ontwikkelen zodat deze aan de geldende eisen voor straatauto's zal voldoen.

1.2 PROJECT KADER

Zoals uitgelegd wil Saker Sportscars zich in kleine mate (zeer kleine serieproductie) toeleggen op het produceren en leveren van auto's op kenteken. De RapX moet zodanig worden aangepast dat hij ook legaal over de straat mag. Om dit te realiseren zal Saker Sportscars veel kosten moeten gaan maken, daarnaast zal de klant ook een veel hogere prijs moeten betalen voor zijn/haar Saker, alleen al vanwege de forse BPM. Deze hoge aanschafprijs schept ook hogere verwachtingen qua comfort en uitstraling. Het exterieur van de RapX is gloednieuw, en zal zoveel mogelijk behouden worden. Het huidige interieur is echter erg simpel en functioneel ontworpen, zoals je dat van een circuit auto kan verwachten. Saker Sportscars heeft besloten dat het dashboard van de straat legale versie van de RapX er mooier en stijlvoller uit moet zien. De verbeterde esthetiek moet gepaard gaan met een goede functionaliteit, gezien de auto nog steeds op het circuit gebruikt zal worden. Hier wordt ergonomie dus ook erg bepalend. Het dashboard moet in te bouwen zijn in de huidige Saker RapX, wat resulteert in vele dimensionale eisen. Daarnaast zijn er al vele onderdelen op voorraad, het is wel zo voordelig wanneer deze onderdelen uit het huidige interieur zoveel mogelijk ingepast worden in het nieuwe ontwerp. Kortom, Saker Sportscars wil een dashboard ontwikkelen dat beter aansluit bij de prijsklasse van de Saker RapX op kenteken, en de verwachtingen van de klant. De stijl van het interieur moet aansluiten bij het bestaande exterieur, en bij het beoogde gebruiksdoel. Wanneer het dashboard goed bevalt en niet al te

duur is, kan het ook als optie leverbaar worden voor de circuitvarianten. Hier dient ook rekening mee gehouden te worden.

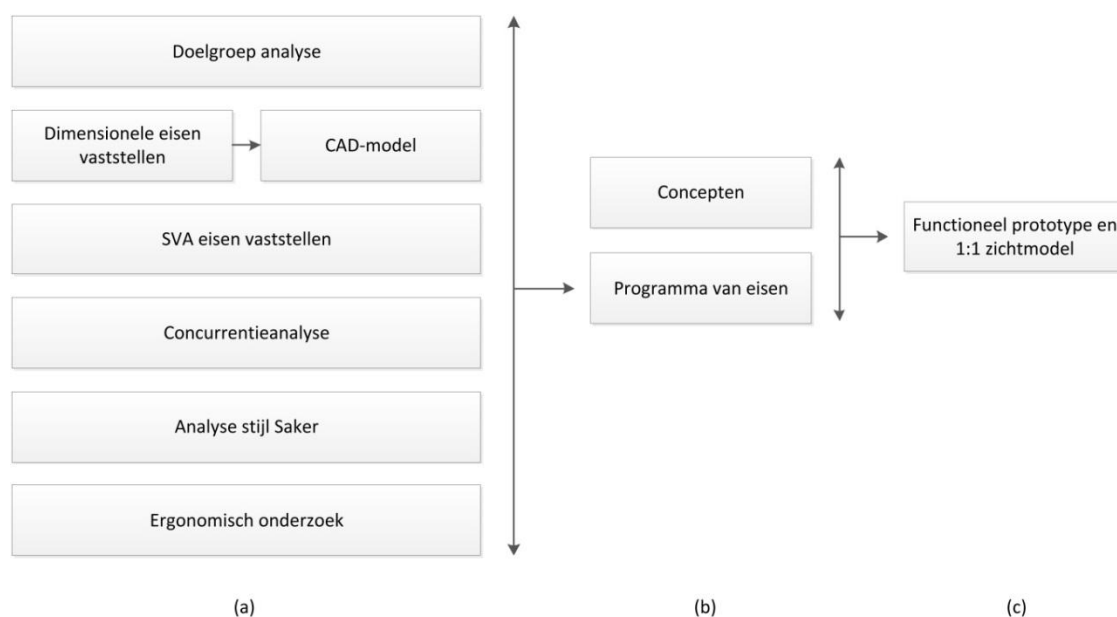
Saker Sportscars weet dat er vraag is naar een RapX op kenteken, het doel van het bedrijf met dit project is het vergroten van het aanbod, zodat zij beter aan de vraag van de klanten kunnen voldoen. Op deze manier probeert Saker de groep tevreden klanten te vergroten, en daarmee een grotere bekendheid te vergaren.

Naast Saker Sportscars en de (eind)gebruikers zijn er weinig actoren die een substantiële rol spelen. Meest prominente is dan de SVA, die de auto keurt voordat hij de weg op mag. Het SVA stelt meerdere eisen, die voornamelijk met veiligheid te doen hebben.

1.3 DOELSTELLING

Het doel van deze opdracht is het ontwikkelen van een dashboard voor de Saker RapX op kenteken, het dashboard is een belangrijk onderdeel van het eindproduct waarmee een nieuwe markt, straat legale sportwagens, verkend zal worden. Het dashboard dient in verschillende uitvoeringen (zowel links als rechts gestuurd) in te bouwen zijn in de huidige RapX en beter aan te sluiten bij de hogere prijsklasse (dan die van de goedkopere circuitvariant). Bovendien zal de stijl van het dashboard aan moeten sluiten bij de stijl van het bedrijf, bij het exterieur, bij de doelgroep en bij het beoogde gebruiksdoel (zowel openbare weg als circuit).

Om dit doel te bereiken zal er als volgt te werk worden gegaan: te beginnen met (a), een beknopt onderzoek doen naar de doelgroep, concurrentie, stijl van Saker en ergonomie binnen de auto. Daarnaast zullen dimensionele eisen vastgesteld moeten worden, door metingen te verrichten aan de RapX en deze vervolgens vast te leggen. Ook relevante eisen van het SVA betreffend het interieur dienen uitgezocht en opgesomd te worden. (b) Met al deze informatie wordt een programma van eisen opgesteld, aan de hand van deze eisen zullen een aantal concepten gegenereerd worden, hierbij wordt vooral geëxperimenteerd met de hoofdvorm, in verschillende stijlen. (c) Uiteindelijk wordt er samen met Saker een concept uitgekozen, deze keuze wordt voornamelijk gemaakt aan de hand van de uitstraling, haalbaarheid en prijs. Het gekozen concept wordt vervolgens verder uitgewerkt. Nu wordt vooral aandacht besteed aan de indeling van de bedieningselementen, de productie en de kosten. Vervolgens wordt het eindontwerp uitgewerkt tot een prototype op schaal 1:1, zodat hij in te bouwen is in de RapX en er mallen uit af te gieten zijn. Dit alles dient gerealiseerd te worden binnen een tijdsbestek van drie maanden.



FIGUUR 1-1 GLOBALE PLANNING

1.4 VRAAGSTELLING

Welke eisen worden er door de doelgroep aan het interieur gesteld?

Welke eisen worden er door het SVA aan het interieur gesteld?

- Welke features dienen verplicht aanwezig te zijn?
- Aan welke veiligheidseisen dient het interieur te voldoen?

Wat zijn de afmetingen waarbinnen het interieur ontworpen dient te worden?

- Wat zijn de afmetingen van het interieur van de huidige RapX?
- Welke elementen hebben waar reeds een vaste plaats?

Wat is er nu op de markt?

- Hoe ziet het interieur van andere (sport)auto's er uit?
- Welke elementen zijn interessant om in de straat legale RapX toe te passen?

Hoe ziet de huidige stijl van Saker Sportscars er uit?

- Wat zijn materialen die kunnen worden gebruikt om een bijdrage te leveren aan de aansluiting bij de stijl van Saker?
- Wat zijn vormelementen die kunnen worden gebruikt om een bijdrage te leveren aan de aansluiting bij de stijl van Saker?

Aan welke ergonomische eisen moet het interieur voldoen?

- Voor welke elementen is een ergonomische plaatsing het meest van belang?
- Waar dienen deze elementen geplaatst te worden?
- Wat zijn de minimale en/of maximale afmetingen van deze elementen?

Welke eisen stelt Saker Sportscars aan het interieur?

- Wat mag de productie van het interieur ongeveer kosten?
- Welke overige eisen stelt Saker?

Welke ontwerpoplossingen kunnen worden gebruikt?

- Wat zijn de mogelijke ontwerpoplossingen?
- Welke ontwerpoplossingen zijn het meest geschikt?

Welke productiemethode is het meest geschikt voor de productie van het dashboard?

- Welke productiemethoden heeft Saker reeds tot haar beschikking
- Is het voordeliger om de productie uit te besteden aan een partner binnen Nederland?

Hoe kunnen de productie- en assemblage kosten voor het dashboard zo ver mogelijk beperkt worden?

- Hoe ziet het huidige kostenplaatje er uit?
- Op welke manieren kan er bespaard worden?

1.5 PLANNING

Tijdens de start van het project is er een gedetailleerdere planning gemaakt. Deze is opgenomen in de bijlagen, als bijlage A.

1.6 OPBOUW VERSLAG

De rest van het verslag zal op worden gebouwd volgens de volgorde van uitvoeren. Eerst zullen de verschillende fasen van het vooronderzoek doorlopen worden, welke resulteren in een programma van eisen. De concepten die aan de hand van deze eisen zijn gegenereerd worden hierna besproken. Vervolgens volgt, na de conceptkeuze, de conceptuitwerking en detaillering. Hier worden onder andere de productie en kosten aangehaald. Het rapport wordt afgesloten met een concluderend hoofdstuk welke de resultaten van de opdracht weergeeft, en in hoeverre de doelstellingen zijn behaald. Achter in dit boekwerk vindt u de referenties en bijlagen.

2 DOELGROEPANALYSE

Gezien de reeds aanwezige kennis van de markt en de doelgroep, in combinatie met de korte tijdsduur van dit project, is er in overeenkomst met Saker besloten deze analyse voornamelijk te baseren op kennis en documentatie die bij Saker aanwezig is. Een aantal van de rijders behoren tot het vaste personeel van Saker, daarnaast zijn de banden met de klanten heel hecht. Zo kon snel een compleet beeld gegenereerd worden van deze doelgroep. Voor de lezers die niet bekend zijn met het bedrijf en haar klanten volgt een korte beschrijving van de kenmerken van deze doelgroep.

- Nagenoeg allemaal mannen
- Gemiddeld een hoog inkomen (kostbare hobby)
- Vaak personen met een druk leven, opzoek naar ontspanning in het weekend
- Gemiddelde leeftijd van 45 jaar oud
- Houden van veel racesensatie voor een relatief laag bedrag
- Fysiek postuur is divers (zowel mensen met een lengte van 1.65m als van 2.00m)
- Geen hoog BMI, voor gezette personen is het lastig om comfortabel in de auto te zitten
- Liefhebbers van 'puur' autorijden (d.w.z. zonder assistentie van technische hulpmiddelen als bijv. ABS)

Deze analyse bestond dus voornamelijk uit het vergaren van reeds binnen het bedrijf aanwezige informatie. Saker gaf aan voldoende op de hoogte te zijn van de door de doelgroep gestelde eisen, en achtte geen verdere analyse nodig. Deze eisen komen later naar voren in hoofdstuk 3.

3 EISEN SAKER

Tijdens het vooronderzoek zijn er in overleg met Saker meteen al een aantal eisen vastgelegd welke Saker als opdrachtgever in ieder geval wilde stellen, daarnaast zijn ook punten vastgesteld waar geen rekening mee gehouden hoefde te worden. Vooral het laatste zorgde voor een aantal belangrijke en opvallende eisen. Zo zal de auto in eerste instantie niet met uitgebreide features op de markt komen; features als airconditioning, geluidsinstallaties of navigatieschermen behoren niet tot de uitrusting. Hier hoeft dan ook geen rekening mee gehouden te worden in het dashboard. In feite dient de uitrusting van het dashboard er als volgt uit te zien:

- AIM / DASH2 of klokken voor snelheids- en sensor weergave
- Zekeringen en relais (afgeschermd maar wel bereikbaar)
- Contactslot
- Bedieningselementen
 - Startknop
 - Remdruk
 - Ontwaseming
 - Richtingaanwijzers
 - Claxon
 - Dimlicht
 - Groot licht
 - Mistlampen voor en achter
 - Alarmlicht
 - Ruitensproeier
 - Ruitenwissers
- Indicatielampjes
 - Mistlampen achter
 - Groot licht
 - Richtingaanwijzer (mag zowel visueel als met geluid)
 - Alarmlicht (kan gelijk zijn aan richtingaanwijzer)
 - Handrem
 - Remvloeistof
 - Hydraulisch systeem (kan samen met remvloeistof en handrem)

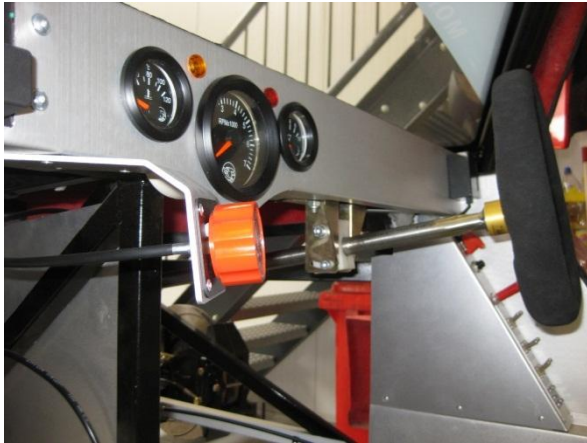


FIGUUR 3-1 AIM DATALOGGER

Op de AIM (een datalogger en interface, zie figuur 3-1) na zijn al deze elementen óf wegens wetgeving verplicht, óf onmisbaar binnen de racewereld. Net zoals er al geen technische rijhulpmiddelen (als bijv. Tractioncontrol of ABS) in de auto aanwezig zijn, zullen er dus ook geen overbodige kilo's aan interieur-luxe in de auto aanwezig zijn. Pure rijbeleving is het belangrijkste.

De huidige Sakers zijn leverbaar met zowel snelheidsklokken (zie figuur 3-2) als een AIM. Gezien de AIM vaak als extra optie gekozen wordt, en een AIM echt een meerwaarde is tijdens rijden op het circuit, werd in overleg afgesproken dat de cockpit hier ook voornamelijk op afgestemd diende te worden. Een goede en mooie integratie van de AIM, wat in het huidige interieur nog niet het geval is, zou een grote meerwaarde betekenen. Saker wil de straat legale RapX echter ook met klokken aan kunnen bieden, dus beide oplossingen dienen modulair inpasbaar te zijn. Dat wil zeggen dat binnen het dashboard eenvoudig moet kunnen worden gewisseld tussen de klokken en de AIM, zodat wanneer de klant een upgrade of downgrade wil dit eenvoudig aangepast kan worden, en niet het complete dashboard vervangen dient te worden. Hetzelfde geldt voor links- en rechts gestuurde auto's. Wanneer de delen van het dashboard links en rechts van het middenconsole uitwisselbaar zijn kan het dashboard van een links naar een rechts gestuurde auto worden geplaatst, en andersom. Hetzelfde geldt voor panelen met verschillende combinaties van bedieningselementen. Zo kan het

dashboard met verschillende ‘bouwstenen’ opgebouwd worden, wat resulteert in meer flexibiliteit, mogelijkheden, en minder kosten.



FIGUUR 3-2 INTERIEUR RAPX MET KLOKKEN

Het dashboard zal moeten kunnen worden ingebouwd in de huidige RapX. Hierbij dienen er geen of nauwelijks aanpassingen te worden gedaan in de rest van het huidige interieur. Dit brengt veel dimensionele eisen met zich mee. Zo zal het dashboard rond een aantal balken van het stalen frame gebouwd moeten worden, maar zal er ook rekening gehouden moeten worden met andere componenten waarvan de positie vast staat. Zo staat bijvoorbeeld de positie van de versnellingspook, het stuur en de stuurstang vast. Hier zal tijdens het ontwerpproces rekening mee moeten worden gehouden.

Naast al deze eisen kwam de opdrachtgever ook nog met een aantal wensen. Zo zou het dashboard, mits het goed bevalt en de kostprijs niet al te hoog is, ook ingebouwd kunnen worden in huidige en toekomstige circuit varianten. Zoals al eerder genoemd, zou het een voordeel zijn wanneer het instrumentenpaneel modulair aanpasbaar is, zodat zowel de nodige bedieningselementen voor de straat- als de nodige bedieningselementen voor de circuit-versie geïnstalleerd en relatief eenvoudig gewisseld kunnen worden.

Een tweede wens die genoemd werd is het verwerken van het logo in het dashboard. Zodat je naast de kenmerkende uitstraling van de Saker ook gelijk aan het logo kan zien in welke auto je zit.

4 STIJL EN BELEVING

Minstens zo belangrijk als de functionele en dimensionele eisen is de uitstraling. De uitstraling en stijl van het interieur dienen goed overeen te komen met die van het exterieur. Daarnaast dient het ook aan te sluiten bij de beleving van het rijden in een Saker. Wanneer we het over stijl en beleving hebben spreken we over subjectieve eigenschappen, deze zijn lastig te analyseren en controleren. Hierbij is het vooral zaak veel te discussiëren met personeel van Saker, zij kennen het merk nu eenmaal het best.

4.1 STIJL

Ten eerste, om de lezer een idee te geven over welke auto het gaat, is er een kleine collage gemaakt van de Saker RapX, te zien in figuur 7-1. De RapX is samen met de Sniper het nieuwste model van Saker. De RapX laat zich kenmerken door het gebruik van scherpe lijnen, in combinatie met afrondingen. Ook is er gebruik gemaakt van scherpe lijnen die langzaam overvloeien in afrondingen. Deze stijlelementen kunnen worden ingepast in het interieur, om zo het interieur en exterieur elkaar te laten versterken.



FIGUUR 4-1 COLLAGE SAKER RAPX

Het uiterlijk doet misschien nog het meest denken aan auto's als de Maserati MC12 en Nissan R390. Beide auto's reden de 24-uurs race van Le Mans, en uit de historie van deze race lijkt het ontwerp van de RapX dan ook een beetje uit af te stammen (zie figuur 4-2). Tegenwoordig zien we in de Le Mans races allerlei aerodynamische aanpassingen als formule-1 neuzen verschijnen. Voor de Saker RapX is er bewust gekozen voor een wat meer allround ontwerp. Op deze manier kan de RapX in vele klassen meerijden, en zal hij ook nergens misstaan. Tussen de Le Mans racers zal hij niet opvallen, maar ook tussen de opgevoerde BMW's van de Dutch Supercar Challenge voelt hij zich thuis. Op de openbare weg zal hij door zijn exclusiviteit wel opvallen, maar hij zorgt niet voor een ander straatbeeld dan een langs scheurende Ferrari of Lamborghini.

Deze rijden immers ook op de openbare weg. De eerste indruk van het uiterlijk van de RapX verraadt dan ook niet dat hij in eerste instantie alleen voor het circuit bedoeld was. Voor het interieur dient hier ook rekening mee gehouden te worden. De RapX is breed inzetbaar, en dus zal het dashboard ook geschikt moeten zijn voor bijvoorbeeld zowel het circuit, de snelweg, en de Franse bergweggetjes. Saker is dus niet op zoek naar een extreem racy en functioneel dashboard, maar ook weer niet naar één die van alle comfort is voorzien. De gulden middenweg moet gezocht worden, net zoals hier bij het exterieur naar gestreefd is.



FIGUUR 4-2 OUDE LE MANS RACERS (GRANDPRIX-ORIGINALS.COM)

Kenmerkend voor de modellen van Saker is de achterzijde. De achterzijde van de RapX kent nog steeds dezelfde hoofdvorm als die van de voorganger, de Saker GT (figuur 4-3). De achterzijde bestaat voornamelijk uit scherpe lijnen en vierkante hoeken. Kernwoorden die kenmerkend zijn voor de uitstraling en stijl van een Saker zijn:

- Snel
- Alert
- Reactie
- Serieus
- Puur
- Agressief
- Fel
- Levendig
- Strijdlustig

Het is zaak om het interieur hier zo goed mogelijk op aan te laten sluiten.



FIGUUR 4-3 VOORGANGER RAPX, DE SAKER GT

Vervolgens is er een vrij algemene collage gemaakt, met interieurs van de concurrentie. Deze collage, zoals te zien in figuur 4-4, is doorgesproken met de interne begeleider. In een discussie werd besproken welke interieurs wel en niet bij de RapX zouden passen, en waarom niet. De interieurs van Spyker, links boven, werden vaak als te klassiek bestempeld. De voorbeelden links onderin te futuristisch, en rechts onderin te gewoontjes. We waren meer op zoek naar een ietwat 'racy' uiterlijk, zoals het interieur van de McLaren, 3^e kolom, 2^e van boven.



FIGUUR 4-4 ALGEMENE STIJLCOLLAGE



FIGUUR 4-5 TOEGESPITSTE STIJLANALYSE

Na het eerste gesprek is een tweede collage gemaakt, beter toegespitst op de beoogde stijl voor de Saker (zie figuur 4-5). Een feature die in de smaak viel was de tuimelschakelaars met tussenschotjes. Deze tussenschotjes zijn hierbij verplicht vanwege de veiligheidseisen. Het interieur van de RapX is erg klein, het is lastig om andere interieurs te vinden die het met dezelfde ontwerpruimte moeten doen. Ook smalle middenconsoles zijn nauwelijks te vinden (bij straatauto's). Favoriet bleef het interieur van de McLaren, maar ook de uitstraling van de Lotus interieurs komt aardig in de richting. We zien opnieuw een combinatie van afgeronde en scherpe hoeken. Opvallend bij de interieurs van Lotus is het veelvoudig gebruik van kleuraccenten. Zo opvallend als dit in de Lotus ingepast is, is voor het tijdloze ontwerp van de Saker wellicht niet heel geschikt. Het geeft echter wel aan dat gecombineerd materiaal- en kleur gebruik de uitstraling kan versterken.

4.2 BELEVING

Zoals uit de uitrusting al op te maken is, zal het rijden in een straat legale Saker niet hetzelfde zijn als rijden in een straat legale Audi of Opel. Veel features die tegenwoordig al bijna als standaard geleverd worden zullen in de Saker niet aanwezig (kunnen) zijn, hierbij kan men denken aan radio/cd-speler, airco en vele opbergruimtes. De beleving van het rijden in deze straat legale auto is dan ook heel anders. De Saker richt zich op het pure rijden, en racen over het circuit zal nog steeds het beoogde primaire gebruiksdoel zijn voor de straat legale versie. De doelgroep houdt van het autorijden en zal met de Saker naast de circuits ook de mooiste openbare wegen kunnen verkennen. De Saker zelf is toch ook een auto die met 'het weinige' (relatief lichte motor, lichtgewicht auto) grootse prestaties weet te bereiken. De wegligging is subliem door het lichte gewicht en vooral ook het lage zwaartepunt (mede dankzij de Subaru Boxer motor). Voor het interieur geldt hetzelfde, met een minimale configuratie blijft er toch een grootse rijbeleving over. Doordat Saker een erg gunstige samenstelling van componenten heeft gemaakt blijft de prijs van de auto ook erg laag; de RapX circuit

versie rijdt U voor slechts €49.950,-. Voor relatief weinig geld krijgt de klant enorm veel rijplezier en sensatie. De nadruk van de stijl van het toekomstige dashboard zal dan ook meer op de primaire functionaliteit dan op het comfort liggen. Geen overbodige luxe, geen overbodige poespas en versiering. Er moet in geracet en genoten kunnen worden, daar zijn geen sigarettenaanstekers en handschoenenvakjes voor nodig. Figuur 4-6 laat een sfeercollage zien die bovenstaande beschrijving met beelden versterkt, de uitstraling van het uiteindelijke dashboard dient bij deze sfeer aan te sluiten.

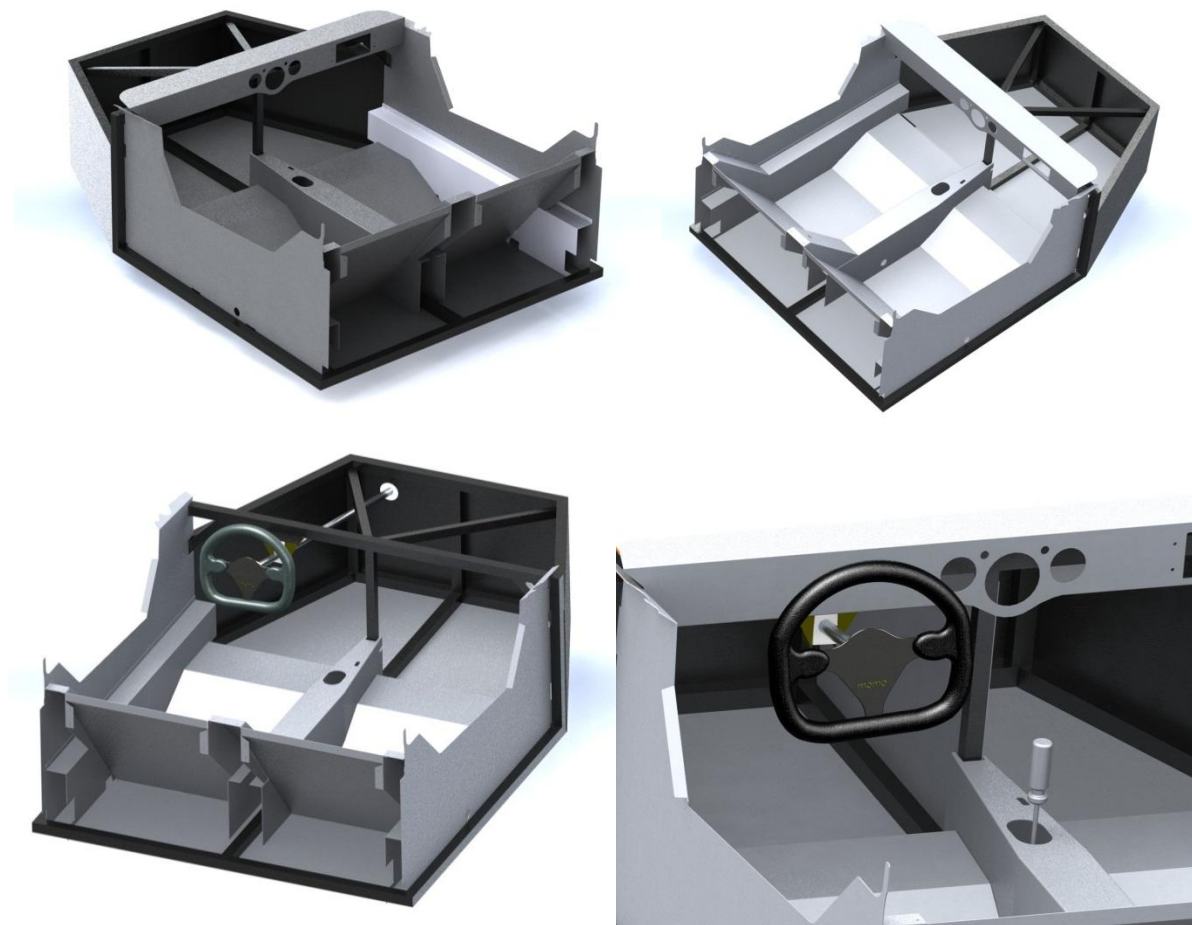


FIGUUR 4-6 SFEERCOLLAGE

5 DIMENSIONELE EISEN

5.1 CAD MODEL

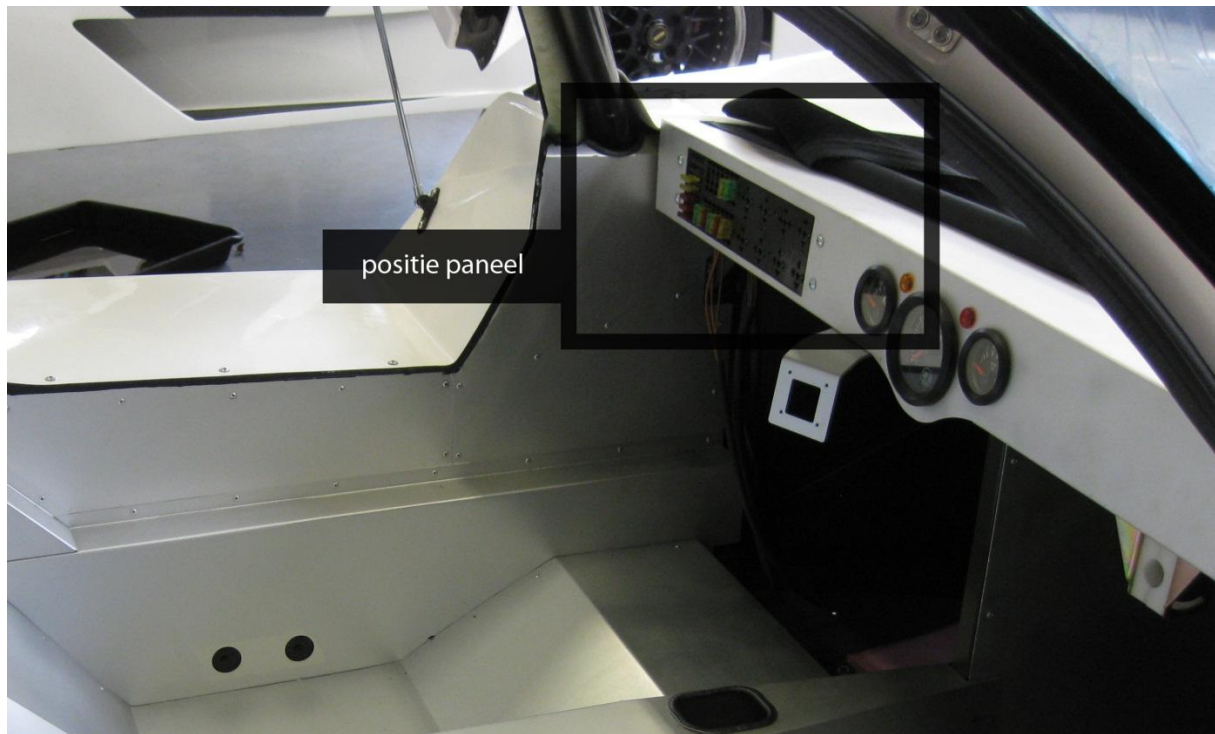
Het dashboard moet kunnen worden ingepast in de huidige Saker RapX. Er was echter geen CAD-model waar de dimensies van het huidige interieur eenvoudig uit af gelezen konden worden. De enige beschikbare bestanden waren 2D tekeningen van het plaatwerk. Er is voor gekozen om aan de hand van deze tekeningen en handmatig meetwerk aan de auto's een 3D CAD-model van de huidige situatie samen te stellen. Voordelen van een dergelijk model zijn dat alle dimensies en verhoudingen eenvoudig en direct uit te lezen zijn. Daarnaast kan een toekomstig CAD model van het dashboard eenvoudig in het huidige interieur gepast worden, resulterend in een snelle visualisatie van het geheel. Het model kan ook worden gebruikt tijdens de conceptgeneratie; de definitievere concepten kunnen digitaal over het model heen worden geschetst, zodat het snel duidelijk wordt of het globale ontwerp ook daadwerkelijk in de huidige auto past. Ten slotte zijn duidelijke maten bij het vooronderzoek - bijvoorbeeld bij de ergonomische analyse - ook van groot belang. Zoals gezegd, van het plaatwerk waren al 2D tekeningen beschikbaar. Deze zijn waar nodig geschaald, en vervolgens in een 3D omgeving gemodelleerd en vervolgens aan elkaar gerelateerd. Overige componenten, als bijvoorbeeld het stalen frame, zijn met de hand opgemeten. Echter konden deze maten vaak ook al uit het plaatwerk afgeleid worden en diende het meten met de hand voornamelijk als verificatie. Van andere componenten (bijvoorbeeld de stuurstang) waren wel 2D tekeningen beschikbaar, maar de positie ten opzichte van de andere componenten diende met handmatig meetwerk bepaald te worden. Figuur 5-1 laat een aantal renders van het uiteindelijke CAD-model zien.



FIGUUR 5-1 RENDERS VAN CAD-MODEL HUIDIG INTERIEUR SAKER RAPX

5.2 ZEKERING/RELAIS PANEEL

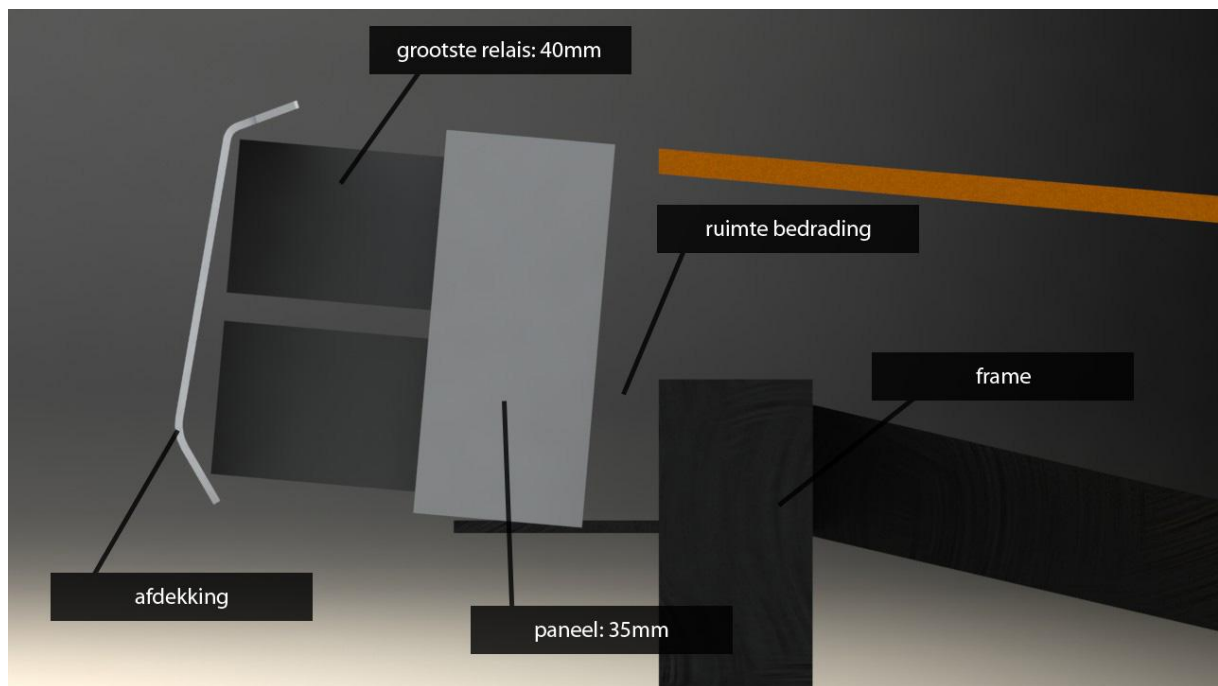
Het paneel met alle zekeringen en relais zit momenteel open en bloot in het dashboard geplaatst (zie figuur 5-2). Voor de straat legale versie dient dit paneel afgeschermd te worden. Op het circuit dienen de componenten eenvoudig vervangen te kunnen worden, en dus is het voordelig wanneer deze overkapping eenvoudig te (de)monteren is. De afmeting van het paneel is 308x78x35 mm.



FIGUUR 5-2 HUIDIGE POSITIE ZEKERING/RELAIS PANEEL

De huidige positionering van het paneel is eenvoudig toegankelijk voor monteurs, gezien het dashboard eventueel ook voor de circuit-varianten toegepast zal worden is het gunstig dat deze frontaal toegankelijke positie behouden blijft. Dit betekent wel dat het paneel dan tussen het frame en het dashboard geplaatst dient te worden. In dat geval moet er qua dimensionering en positionering rekening gehouden worden met de bedrading aan de achterzijde, en het grootste relais aan de voorzijde. Dit grootste relais is het relais van de LED knipperlichten, welke 40mm diep is. Tel hierbij de diepte van het paneel en de ruimte voor de bedrading bij op, wat resulteert in een minimale diepte van 90mm (zie figuur 5-3).

Naast het relaispaneel is ruimte nodig voor de bevestiging. Deze ruimte dient in horizontale richting, vanaf het relais gemeten, minimaal 24 mm groot te zijn. De horizontale afstand tussen de bevestigingspunten van het relaispaneel is 293mm (middelpunt van de gaten). Om extra bevestigingsonderdelen te voorkomen dient het paneel aan het dashboard te kunnen worden bevestigd. Het paneel is reeds op voorraad en het is wel zo voordelig deze bestaande onderdelen opnieuw toe te passen in het nieuwe ontwerp, zodat geen nieuwe componenten aangeschaft hoeven te worden.



FIGUUR 5-3 ZIJAAANZICHT ZEKERING/RELAIS PANEEL, FRAME EN AFDEKKING

6 ERGONOMISCHE ANALYSE

Een ergonomische analyse was erg belangrijk om een aantal eisen te stellen, en dimensies te bepalen. Door plaats te nemen in de RapX werden al snel een aantal eisen duidelijk, te lezen in paragraaf 6.4 en 6.5. Voor overige eisen als de positie van bedieningselementen en de AIM waren een aantal bureauonderzoeken nodig.

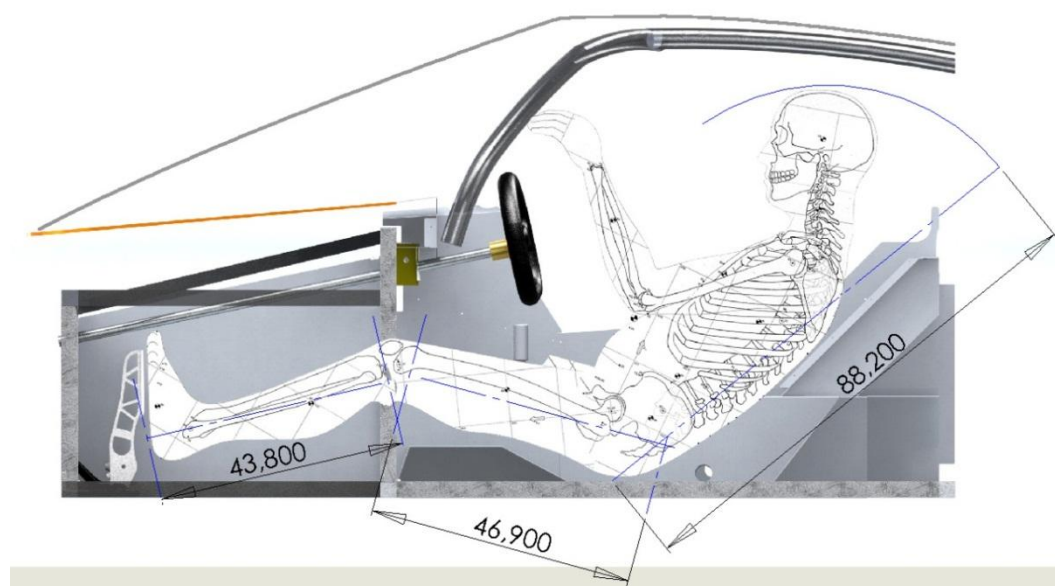
6.1 ZITPOSITIE

Bij de analyse van de zitpositie, het zicht en de reikwijdte is er uit gegaan van twee mannen. Eén met lichaamsafmetingen behorend tot percentiel 5,00 (P05), de ander met lichaamsafmetingen behorend tot percentiel 95,00 (P95). Door een doorsnede tekening (Reed, 2010) per lichaamsonderdeel te schalen naar P05 en P95 en deze vervolgens juist in de auto te plaatsen. Omdat de verhoudingen tussen verschillende lichaamsonderdelen kan veranderen naarmate de persoon in kwestie tot P05 of P95 behoort, zijn de personen per lichaamsonderdeel geschaald. Het lichaam is onderverdeeld in de volgende afmetingen: zithoogte, knieholte hoogte en bil-knieholte diepte. De afmetingen zijn afkomstig uit de DINED database, waarbij de populatie gekozen is als Nederlandse mannen van 20 tot 60 jaar oud. De verhoudingen zijn af te lezen in tabel 6-1.

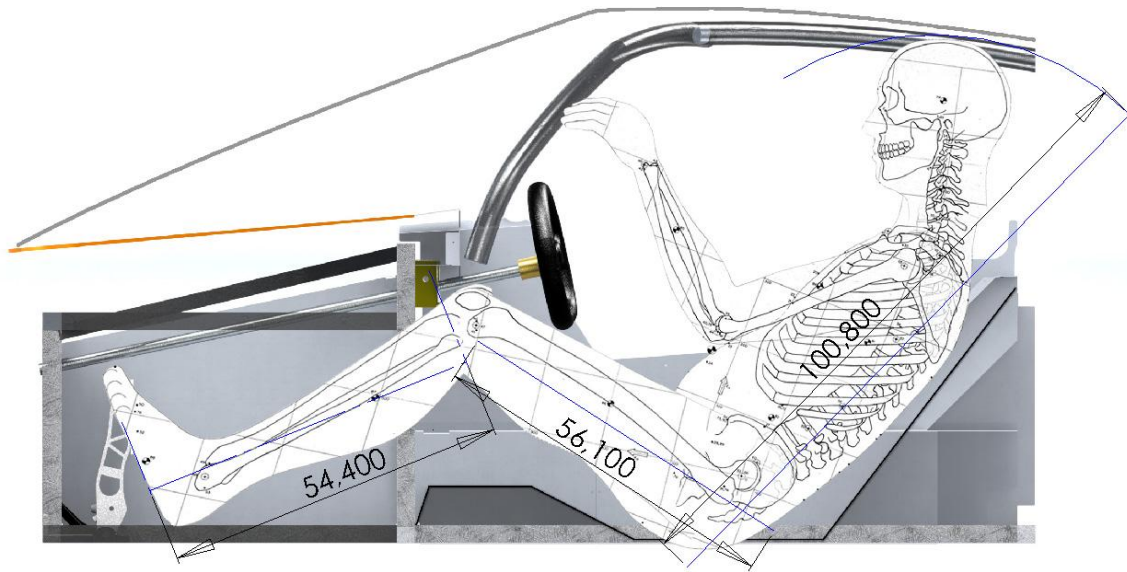
TABEL 6-1 VERHOUDINGEN LICHAAMSAFMETINGEN VAN NEDERLANDSE MANNEN VAN 20 TOT 60 JAAR (DINED, 2004)

afmeting	P05	% van totale lengte	P95	% van totale lengte
Knieholte - hak	438	24,5%	544	25,7%
Knieholte - bil	469	26,2%	561	26,6%
Bil - kruin	882	49,3%	1008	47,7%

Aan de hand van tabel 5-1 zou je kunnen concluderen dat langere mannen uit de populatie gemiddeld ook relatief lange benen hebben, in verhouding met de rest van de lengte. Figuur 6-1 en 6-2 laten zien hoe deze waarden zijn meegenomen in het schalen van de personen.

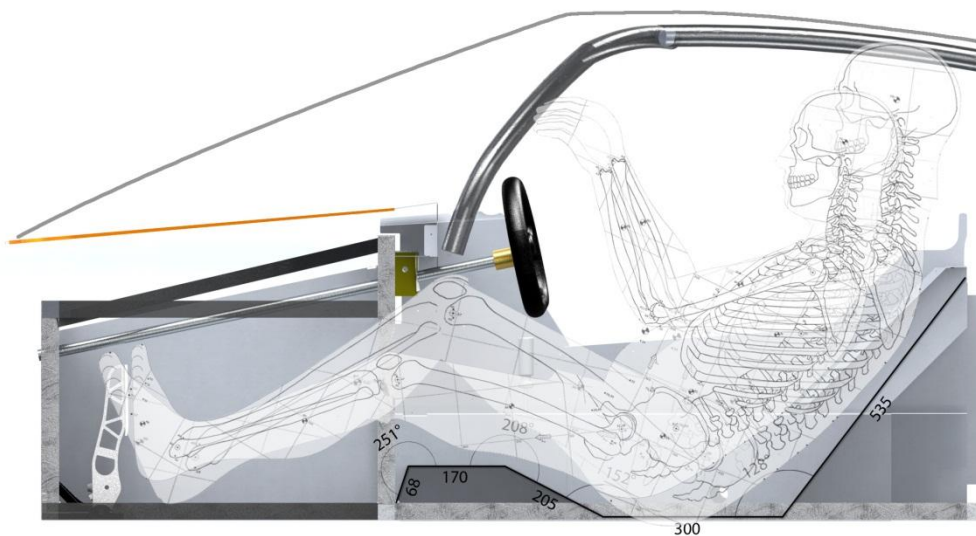


FIGUUR 6-1 ZIJAAZICHT ZITPOSITIE PERSOON P05 INCLUSIEF VERHOUDINGEN



FIGUUR 6-2 ZIJAAZICHT ZITPOSITIE PERSOON P95 INCLUSIEF VERHOUDINGEN

Wanneer beide personen in dezelfde afbeelding geplaatst worden is beter te zien hoe de posities ten opzichte van elkaar liggen. Dit wordt weergegeven in figuur 6-3.



FIGUUR 6-3 ZIJAAZICHT ZITPOSITIE PERSONEN P05 EN P95

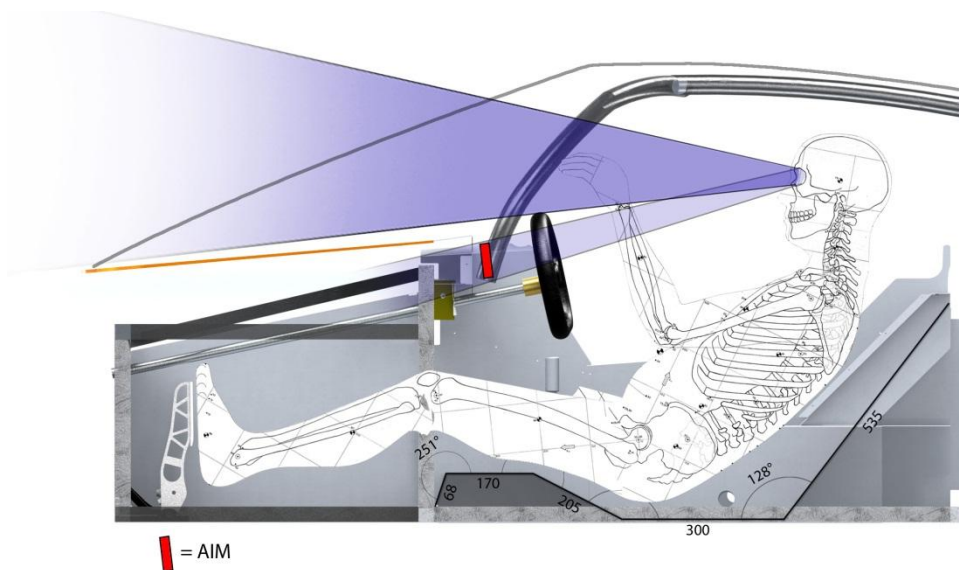
Op dit moment worden de stoelen op maat gemaakt (zie figuur 6-4). Zo krijgen de kleinere personen een dikkere rugleuning, waardoor ze verder naar voren zitten. Het is belangrijk om deze posities te bepalen zodat er later uit af kan worden geleid wat een bestuurder in kwestie kan zien, waar hij bij kan en waar hij zich aan kan bezien. Het is opportunistisch om te zeggen dat elke persoon in deze wenselijke houding zit, maar het geeft wel een goed beeld van de verandering van de houding ten opzichte van de lengte van de bestuurder.



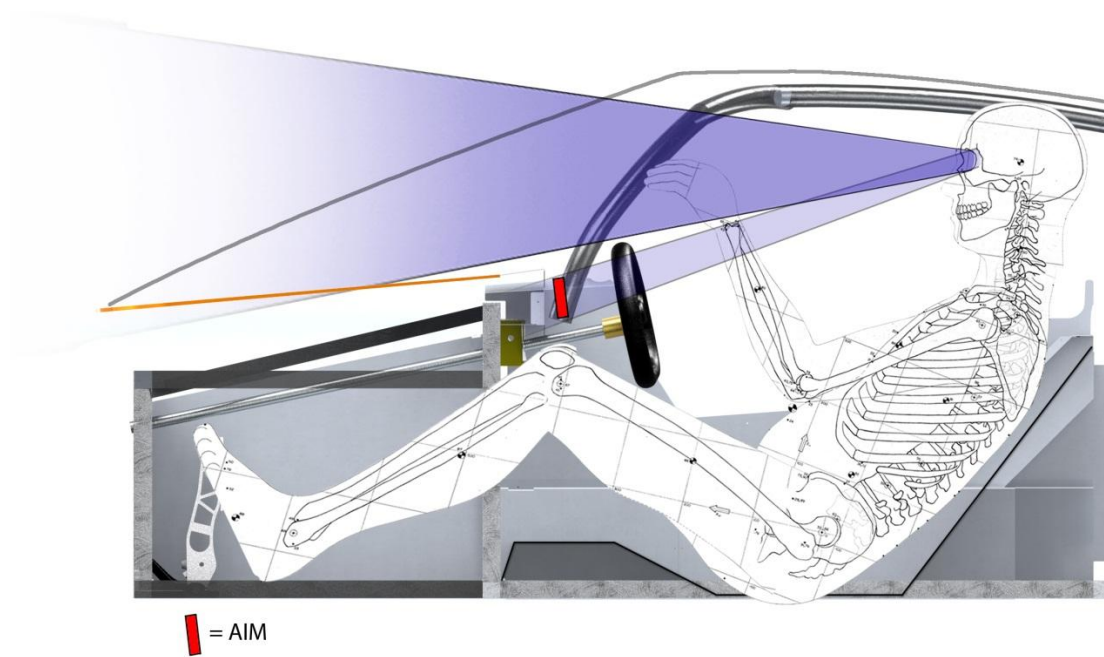
FIGUUR 6-4 OP MAAT GEMAAKTE STOEL

6.2 ZICHT

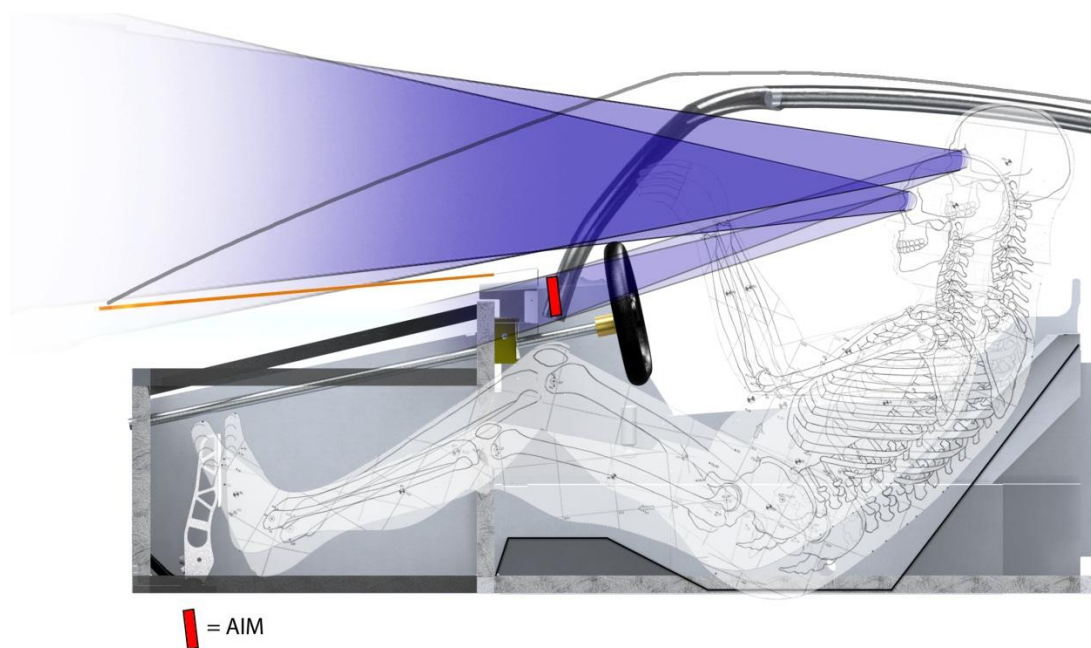
Met behulp van de positiebepalingen uit 6.1 kunnen we in zijaanzicht bepalen op welke hoogte de dashboardinformatie geplaatst moet worden. Uit de eisen van Saker (hoofdstuk 3) kwam naar voren dat er in eerste instantie uit moet worden gegaan van een AIM datalogger als informatieverstrekker, maar het is een toegevoegde waarde wanneer er ook rekening wordt gehouden met mogelijke klokken.



FIGUUR 6-5 ZICHT PERSOON P05



FIGUUR 6-6 ZICHT PERSOON P95



FIGUUR 6-7 ZICHT PERSOON P05 EN P95 SAMEN

Figuren 6-5, 6-6 en 6-7 laten zien dat ondanks de verschillende zitposities het zichtveld ongeveer gelijk is. Dit is dan ook de meest belangrijke conclusie die we uit deze korte analyse kunnen trekken. De zitposities en zichtvelden zullen altijd iets variëren van de hierboven geschetste situaties, maar wat wel geconcludeerd kan worden is dat het zicht veld ten opzichte van de AIM niet drastisch toe- of afneemt in verhouding tot de lengte van de bestuurder. De plaatsing van de AIM is het meest ideaal zo dicht mogelijk boven de stuurstang, bovendien is hier al een lip aan het frame gelast waardoor hij hier ook eenvoudig te monteren is.



FIGUUR 6-8 PRAKTIJKTEST ZICHTSVELD PROEFPERSOON

Kanttekening hierbij is wel dat er uit is gegaan van het huidige zeer kleine stuur (diameter 270mm). Mocht er later worden overgestapt op een groter stuur dan wordt de AIM alleen maar beter zichtbaar. Figuur 6-8 laat zien hoe het zicht veld van een proefpersoon met lichaamshoogte van 1.92m er ongeveer uit ziet. De AIM is hierbij strak op de stuurstang geplaatst. Zoals te zien is in de afbeelding zijn de shiftlights (boven het scherm) nog net te zien. Bij langere personen zal dit nog krappier worden, dus zal gestreefd moeten worden naar een positie zo dicht mogelijk op de stuurstang.

Tijdens het ontwerpen zal er rekening mee moeten worden gehouden dat de klokken ook zichtbaar blijven. Zoals aan de omvang van de klokken te zien is (zie figuur 5-8) zal dit moeten resulteren in een opstelling met de grootste klok in het midden, de twee kleinere klokken er naast, waarbij de onderzijden ongeveer op lijn liggen. Alleen op deze manier zijn ze zichtbaar door de opening van het stuur.

6.3 REIKWIJDTE

Voor de plaatsing van de bedieningselementen is het van belang te weten wat binnen bereik van de bestuurder ligt. Er zijn bepaalde bedieningselementen die binnen handbereik moeten zijn, gezien ze onder het rijden gebruikt worden. Een korte analyse over de frequentie van het gebruik van de bedieningselementen tijdens het racen, leert ons het volgende:

REMDRUK Wordt tijdens de vrije training onder het rijden veel aangepast, vervolgens niet meer onder de race tenzij er gerekend wordt. Moet dus goed binnen handbereik.

LAMPEN Staan meestal aan, wordt niet vaak geschakeld.

REGENLAMPEN Verplicht tijdens regen, wordt dus iets vaker geschakeld dan gewone lampen.

RUITENWISSERS Aan tijdens regen.

Daarnaast zal er tijdens rijden op de openbare weg veelvuldig gebruik worden gemaakt van de richtingaanwijzers, maar in mindere mate van de remdruk en de regenlampen. Deze informatie zal later van pas komen bij het ontwerpen van de indeling voor de schakelaars.

6.3.1 REIKWIJDTE VOOR P95

Voor deze analyse wordt er uitgegaan van de schouderpositie als geanalyseerd in 5.1. Vanuit het zijaanzicht is de positie van het schoudergewricht gemarkeerd in het 3D CAD-model. Vervolgens met behulp van tabellen waarden voor mannen bepaald, tussen de 30 en 60 jaar oud. (DINED, 2004)

TABEL 6-2 SCHOUDERBREEDTE (BI-DELTOID) PERCENTIEL VERDELING IN MM

P01	P2.5	P05	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P97.5	P99
405	414	422	430	445	461	477	492	500	508	517

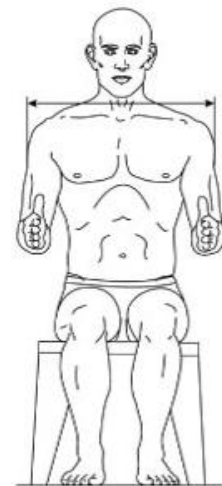
Zoals in de tabel te zien is betreft het een breedte van 500 mm. Dit geeft de breedte van de schouders, echter wat van belang is voor het bepalen van de reikwijdte is de positie van de schoudergewrichten.

De afstand tussen de gewrichten is bij benadering 78% van de schouderbreedte. Dit betekent dat, voor een persoon behorend tot P95, deze afstand 390 mm is. In het CAD-model zijn op de positie van beide gewrichten een punt geplaatst, welke het middelpunt vormen van elk een eigen bol. Deze bol moet het reikgebied voorstellen. Om de radius van deze bol te bepalen dienen we de afstand gewricht tot vingertop te bepalen. Zelfde tabellen geven de volgende verdeling voor de mannelijke spanwijdte:

TABEL 6-3 SPANWIJDTE PERCENTIEL VERDELING IN MM

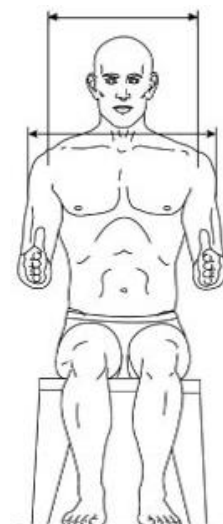
P01	P2.5	P05	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P97.5	P99
1593	1621	1645	1673	1719	1770	1821	1867	1895	1919	1947

Voor 95% van de mannen is deze maximaal 1895 mm. Wanneer we de schoudergewricht tot schoudergewricht afstand hier van aftrekken, en daarna door twee delen, krijgen we de afstand gewricht tot vingertop; 752 mm.



© mpr, 2009

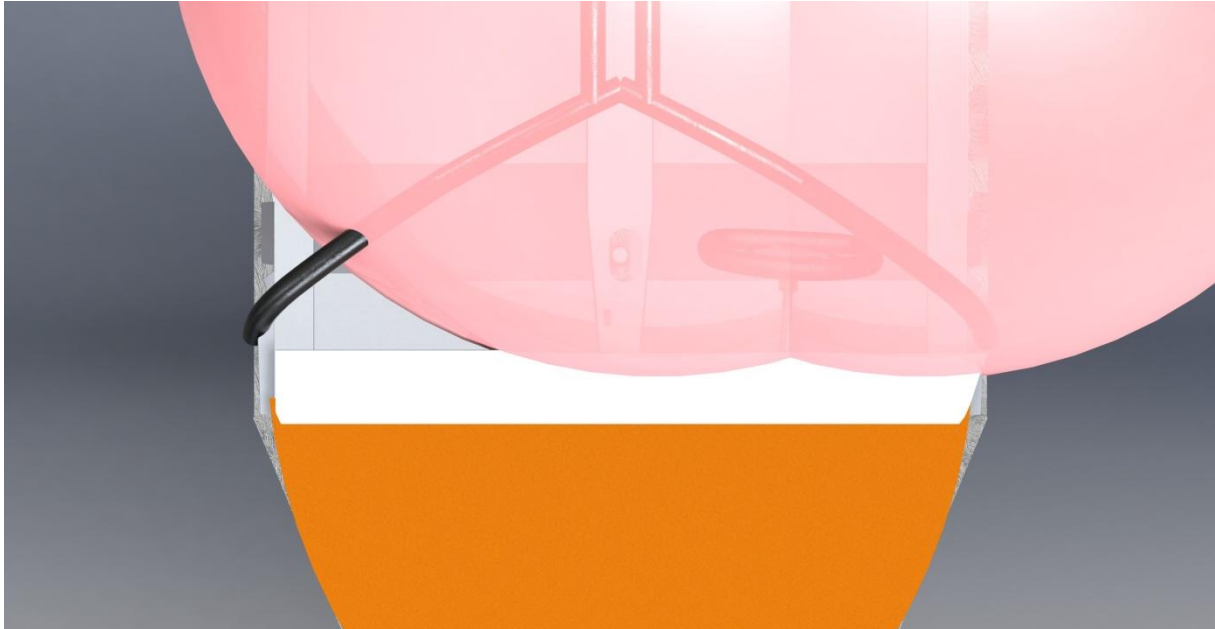
FIGUUR 6-9 SCHOUDERBREEDTE



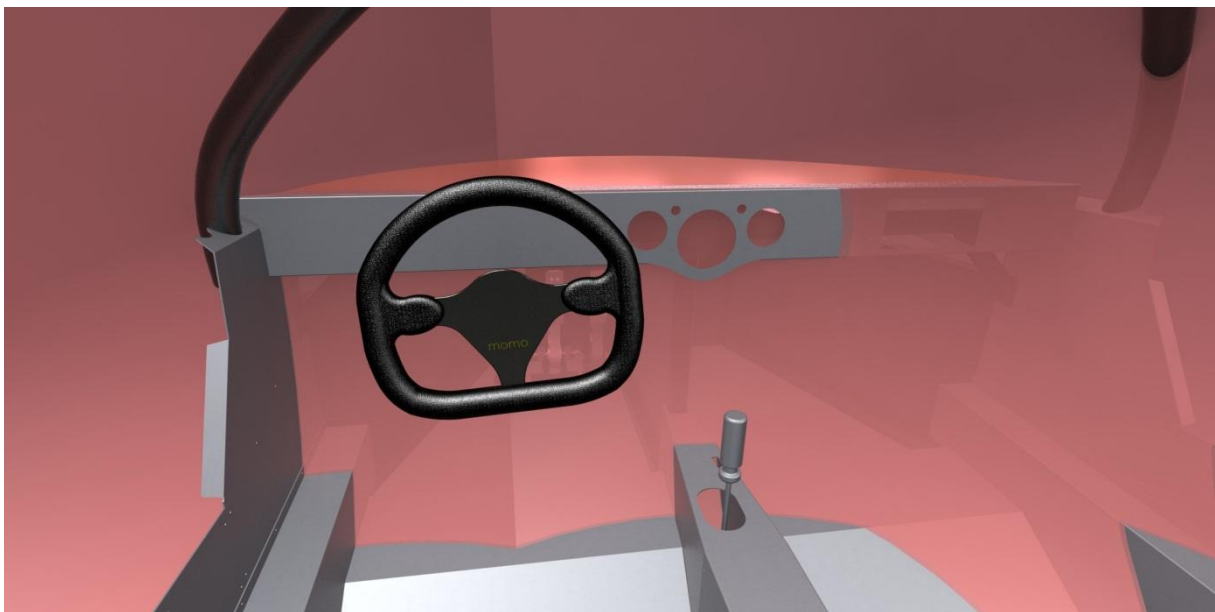
© mpr, 2009

FIGUUR 6-10 SCHOUDERBREEDTE EN AFSTAND SCHOUDERGEWRICHTEN

De twee halve bollen met een radius van 752 mm geven een visualisatie van het reikgebied als weergegeven in figuur 6-11 en 6-12. Dit is dus het gebied waar de bestuurder met zijn armen bij kan zonder zijn lichaam van positie te veranderen. De resultaten kunnen gebruikt worden om later het ontwerp eenvoudig te controleren. Wanneer het ontwerp in het CAD-model wordt geplaatst, is meteen duidelijk waar de bestuurder eenvoudig bij kan, en waar niet.



FIGUUR 6-11 REIKWIJDTE PERSOON P95, GEKLEURDE BOLLEN ZIJN HET GEBIED MAKKELIJK TE RAKEN



FIGUUR 6-12 REIKWIJDTE PERSOON P95, VAN BINNEN UIT GEZIEN

6.3.2 REIKWIJDTE VOOR P05

Voor het bepalen van de reikwijdte van een persoon met afmetingen van P05 is gebruik gemaakt van dezelfde methode. De zijaanzicht-positie is opnieuw bepaald via de zichtveldanalyse. Waarden die vervolgens veranderd zijn: schouderbreedte is 422 mm, schoudergewricht tot schoudergewricht is 329 mm, spanwijdte is 1645 en de schoudergewricht tot vingertop afstand (bol radius) is 658 mm.

Doordat kleinere personen ook verder naar voren zitten neemt het gebied niet heel drastisch af. Zelfs niet bij het huidige, vrij ver naar achter gelegen, dashboard. Resultaat zijn de visualisaties als weergegeven in figuur 6-13 en 6-14.



FIGUUR 6-13 REIKWIJDTE PERSOON P05, GEKLEURDE BOLLEN ZIJN HET GEBIED MAKKELIJK TE RAKEN



FIGUUR 6-14 REIKWIJDTE PERSOON P05, VAN BINNEN UIT GEZIEN

6.4 SCHAKELPOOK

De schakelpook is vrij dicht bij het stalen frame gepositioneerd. Voor het ontwerp van een mogelijk middenconsole is het essentieel om te weten hoeveel ruimte er tussen de pook en middenconsole over moet blijven. Een handmatige meting wijst uit dat de pook zelf een maximale uitwijking van ongeveer 65 mm heeft. Voor percentiel 99.9 geldt een handdikte van 38 mm (DINED, 2004). Tel hier nog een beetje bewegingsvrijheid bij op en er kan geconcludeerd worden dat vanuit de ruststand van de pook, in de richting van het dashboard, een ruimte van minimaal 110 mm vrij moet worden gelaten. Dit betekent dat de afstand tussen de opening van de schakelpook en de voorkant van de middenconsole minimaal 55 mm moet zijn. Het is wenselijk dat deze afstand wat groter is.

N.B. de hendel aan de voorzijde van de pook, zoals zichtbaar in figuur 6-15, zal bij de straatversie niet aanwezig zijn.



FIGUUR 6-15 ZIJAAANZICHT SCHAKELPOOK EN AFSTAND TOT FRAME



FIGUUR 6-16 FOTOS UITWIJING SEQUENTIËLE SCHAKELPOOK

6.5 STUURSTANG

Een ander punt wat direct opvalt wanneer je plaatsneemt in de RapX is de geringe ruimte boven en naast de knie. Wanneer je gas geeft is er niet zoveel aan de hand maar bij gas los trek je de knie zo ver op (vooral bij vluchtige handelingen op het circuit) dat er weinig ruimte over blijft tussen de knie en het daarboven gelegen dashboard en frame. Figuur 6-17 geeft het verschil tussen de posities weer. Bij de rechter foto is de voet relatief ver van het gas af, wat normaal niet heel snel voor zal komen. Echter bij het racen wordt stevig en snel getrapt op de pedalen dat we kunnen zeggen dat dit een kniehouding is waar rekening mee gehouden dient te worden.



FIGUUR 6-17 FOTOS KNEIPOSITIE, VERSCHIL POSITIE TUSSEN GAS GEGEVEN EN GAS LOS

In figuur 6-17 wordt de afstand van het stalen frame naar beneden gemeten, zoals te zien is de afstand boven de knie ongeveer 30 á 40 mm. De proefpersoon op de foto heeft een heup hoogte van 1,10 meter, wat betekent dat slechts 10 procent van de Nederlandse mannen tussen de 20 en 60 en hogere heuphoogte heeft dan deze proefpersoon (DINED, 2004). Deze heuphoogte is nagenoeg gelijk aan de beenlengte van een persoon. Er van uitgaand dat mannen met een langere beenlengte een nagenoeg gelijke zitpositie hebben (we zien niet veel verschuiving in de zijaanzichten) kan men stellen dat bij ongeveer 10% van de bestuurders deze afstand boven de knie nog kleiner is dan 30 á 40 mm.



FIGUUR 6-18 FOTO AFSTAND STALEN FRAME TOT KNEI

Het stalen frame zal niet worden aangepast, dus voor het dashboard is het zaak om de afstand tussen de onderkant van deze balk en het dashboard zo klein mogelijk te houden. Idealiter zou de wand van het dashboard aan de onderkant van de balk bevestigd zijn.

Zoals eerder genoemd is de ruimte naast de knieën ook niet heel ruim. Deze is nu groot genoeg, maar wanneer er een kap rond de stuurstang zou worden gemaakt moet er rekening mee worden gehouden dat de knieën dicht in de buurt zitten. Het is wenselijk om deze kap zo strak mogelijk langs de stuurstang houder (links in beeld in figuur 6-17) te bouwen.

7 SVA EISEN VASTSTELLEN

In het SVA handboek staan verschillende eisen die van toepassing zijn op het te ontwikkelen interieur van de Saker RapX. Deze eisen zijn opgenomen in de bijlagen (bijlage B), daarnaast in verkorte en vereenvoudigde bewoording:

- Verplichte indicatielampjes
 - Mistlampen achter (verplicht oranje)
 - Groot licht (verplicht blauw)
 - Richtingaanwijzer (mag zowel visueel als met geluid)
 - Alarmlicht (kan gelijk zijn aan richtingaanwijzer, verplicht rood)
 - Remsysteem (verplicht rood)
- Deze indicatielampjes dienen te testen te zijn op werking
- Geen scherpe hoeken (kromming minder dan 2.5 mm) die gecontacteerd kunnen worden door een bol van 165mm in diameter in het gebied voor de stoel, 150mm boven het achterste punt van de zitting (zie SVA documentatie)
- Oppervlakte behandelingen die de grip op objecten verbeteren (opruwingen) dienen afgestompt te worden
- Knoppen etc. dienen niet los te raken bij een kracht minder dan 40 kgf
- Onderste hoek van instrumentenpaneel/dashboard dient afgerond te worden tot een hoek met een kromming groter dan 19mm (5mm wanneer bedekt met een zacht materiaal)
- Vakjes in het dashboard dienen randen te hebben van minimaal 25mm dik, afgerond met een radius van minimaal 3.2 mm, bedekt met een zacht materiaal.
- Alle voor-, achter-, en nummerbordlichten dienen aan en uit te kunnen worden gezet met 1 schakelaar.

N.B. de kleurverplichtingen die aan de indicatielampjes gesteld worden, worden niet allemaal verplicht gesteld door de SVA. Deze verplichting geldt echter wel bij andere keuringsdiensten, als bijvoorbeeld de Engelse IVA. Deze zijn voor de zekerheid ook meegenomen.

8 PROGRAMMA VAN EISEN

8.1 EISEN

FUNCTIONALITEIT

- Volgende onderdelen dienen dimensioneel onaangepast te blijven, en dus succesvol geïntegreerd te worden in het nieuwe ontwerp:
 - Aluminium plaatwerk van stoelkuipen
 - Aluminium zijplaten naast stoelkuipen
 - Schakelpook (zowel H-box als sequentieel)
 - Pedalbox en voetenruimte
 - Stuurinrichting
 - Stuur
 - Stalen frame
 - Voor- en zijruiten
 - Carrosserie
 - Handrem (positie staat nog niet vast)
- Volgende onderdelen dienen aanwezig te zijn in het nieuwe ontwerp, maar kunnen op een andere plaats dan op dit moment:
 - AIM / DASH2
 - Zekeringen (afgeschermd maar wel bereikbaar, overkapping o.i.d.)
 - Contactslot
 - Bedieningselementen
 - Remdruk
 - Ontwaseming
 - Richtingaanwijzer
 - Claxon
 - Dimlicht
 - Groot licht
 - Mistlampen voor en achter
 - Alarmlicht
 - Ruitensproeier
 - Ruitenwissers
 - Indicatielampjes
 - Mistlampen achter (verplicht oranje)
 - Groot licht (verplicht blauw)
 - Richtingaanwijzer (mag zowel visueel als met geluid)
 - Alarmlicht (kan gelijk zijn aan richtingaanwijzer, verplicht rood)
 - Remsysteem (verplicht rood)
- AIM dient uitleesbaar te zijn via USB, aansluitingen aan de zijkant en achterkant.
- ECU dient aangesloten te kunnen worden via USB.
- Functionaliteit voor op het circuit moet behouden worden.

DIMENSIES EN ERGONOMIE

- Het nieuwe ontwerp moet inpasbaar zijn in de huidige RapX (bematingen).
- Afstand tussen gat van schakelpook en de voorkant van de middenconsole moet minimaal 55mm groot zijn.
- Het scherm van de AIM moet binnen zicht veld van de bestuurder vallen.

- Wanneer de AIM achter het stuur wordt geplaatst, dan moet deze zo dicht mogelijk boven de stuurstang geplaatst worden.
- Wanneer de klokken achter het stuur worden geplaatst, dan zal de grootste klok in het midden moeten liggen, met de twee kleine klokken aan beide zijden er naast. De onderzijden zullen ongeveer in lijn moeten liggen.
- Ruimten naast de stuurstang en onder de horizontale frame-balk dienen groot genoeg te zijn voor de knieën.
- Minimale ruimte loodrecht voor zekering/relais paneel van minimaal 40mm, gezien het grootste relais er in moet passen.
- Minimale ruimte loodrecht achter zekering/relais paneel van minimaal 15mm, gezien er ruimte nodig is voor de bedrading.
- Zekering/relais paneel integreren in dashboard, bevestiging d.m.v. reeds aanwezige gaten in het paneel, dit betekent 24mm vrij houden naast het buitenste relais, of 26mm vrij houden naast de buitenste zekering.
- Losneembare verbindingen tussen dashboard en carrosserie.

VEILIGHEID

- Geen scherpe hoeken (kromming minder dan 2.5 mm) die gecontacteerd kunnen worden door een bol van 165mm in diameter in het gebied voor de stoel, 150mm boven het achterste punt van de zitting (zie SVA documentatie).
- Indicatielampjes dienen te testen te zijn op werking.
- Oppervlakte behandelingen die de grip op objecten verbeteren (opruwingen) dienen afgestompt te worden.
- Knoppen etc. dienen niet los te raken bij een kracht minder dan 40 kgf.
- Onderste hoek van instrumentenpaneel/dashboard dient afgerond te worden tot een hoek met een kromming groter dan 19mm (5mm wanneer bedekt met een zacht materiaal).
- Vakjes in het dashboard dienen randen te hebben van minimaal 25mm dik, afgerond met een radius van minimaal 3.2 mm, bedekt met een zacht materiaal.
- Alle voor-, achter-, en nummerbordlichten dienen aan en uit te kunnen worden gezet met 1 schakelaar.

PRODUCTIE EN KOSTEN

- Rechts en links van het middenconsole uitwisselbaar, voor links en recht gestuurd.
- Kosten en handelingen sterk beperken (zo min mogelijk onderdelen en productie/montage handelingen).
- Productiemethode geschikt voor kleine serieproductie van ong. 5 stuks.

8.2 RICHTLIJNEN

- Aansluiten bij het uiterlijk van de RapX, kernwoorden uitstraling exterieur:
 - Snel
 - Alert
 - Reactie
 - Serieus
 - Puur
 - Agressief
 - Fel
 - Strijdlustig
- Zowel geschikt voor circuit als voor openbare weg

- Zowel geschikt voor racing als touring
- Balans tussen functionaliteit en comfort/uitstraling
- Console achter het stuur qua uitstraling het meest prominent, middenconsole en zekering/relais paneel afscherming ondergeschikt.

PRODUCTIE EN KOSTEN

- Zoveel mogelijk componenten die in het huidige dashboard gebruikt worden hergebruiken.
- Aantal en grootte van de mallen zo klein mogelijk.
- Het budget voor het ombouwen naar een straat legale auto wordt geschat op €15.000,-, het dashboard wordt hier ook van betaald. De kostprijs van het dashboard zal dus ver beneden de €15.000,- moeten liggen, gezien de andere aanpassingen ook al veel geld kosten.

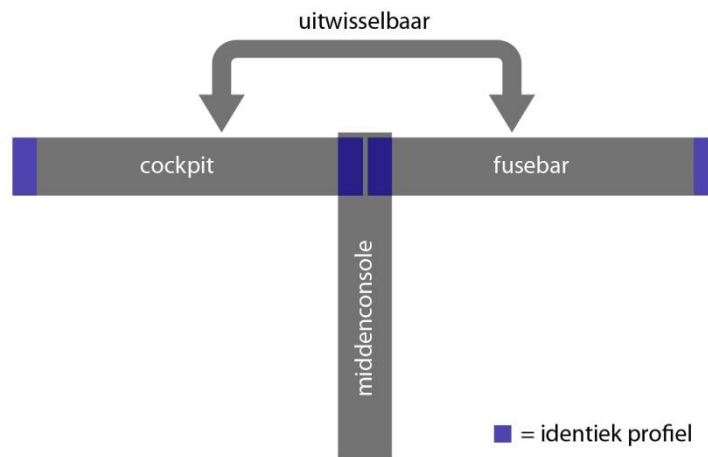
8.3 WENSEN

- Tevens geschikt voor circuit-variant
- Gebruik productietechnieken reeds beschikbaar in fabriek in China

Met deze lijst aan eisen, richtlijnen en wensen zullen de eerste concepten gegenereerd worden. De eisen geven specifieke waarden waar het ontwerp aan moet voldoen. De richtlijnen geven punten waar naar gestreefd zal moeten worden. Deze eisen, richtlijnen en wensen zijn voornamelijk gebruikt ten tijde van het ontwerpen van de concepten, gedurende de conceptuitwerking zullen er nog vele andere kleinere eisen opduiken, die weer te maken hebben met keuzes die gedurende of na de conceptgeneratie gemaakt zijn. Wanneer dit het geval is wordt dat in het desbetreffende hoofdstuk besproken.

9 CONCEPTGENERATIE

Alvorens wilde schetsen te maken is er eerst goed gekeken naar het programma van eisen. Een aantal eisen waren erg bepalend voor de hoofdvorm, en het zou zonde van de tijd zijn schetsen te maken die uiteindelijk toch niet haalbaar zouden zijn. Zo diende het dashboard zowel voor links- als rechts gestuurde auto's geschikt te zijn. Dit kan door alle mallen te spiegelen, maar het is voordeliger wanneer dezelfde mallen gebruikt kunnen worden voor beide varianten. Een logische tweedeling ligt dan in het midden, zodat de helft met de cockpit (stuur en AIM) en de helft met het zekeringen paneel verwisseld kunnen worden. Dit zijn immers ook de delen die bij de twee varianten van plaats veranderen; de stuurstang en het zekeringen paneel. Gedurende de rest van dit verslag zal de (bij een links gestuurde auto) linker helft de cockpit worden genoemd, en de andere helft de fusebar. De naad tussen de twee helften zou netjes bedekt kunnen worden met een middenconsole, welke toch al nodig is om het frame aan het oog te onttrekken (zie figuur 6-17 voor de huidige situatie). Dit systeem is erg voordelig voor de productiekosten, maar brengt ook beperkingen met zich mee qua vorm. Zo zal er aan beide zijanten van de twee helften een identiek profiel moeten zijn die loodrecht geëxtrudeerd wordt (qua vorm), zodat deze netjes samenvallen onder de middenconsole, en wanneer ze omgewisseld worden dit nog steeds het geval is. Dit is in vooraanzicht weergegeven in figuur 9-1.



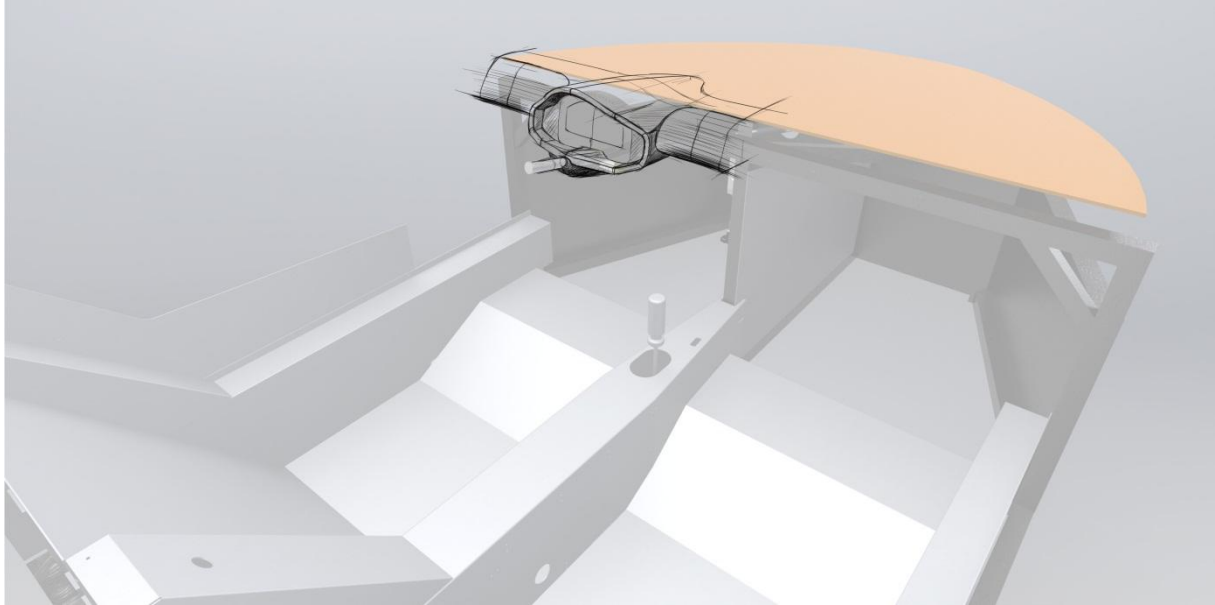
FIGUUR 9-1 VOORAANZICHT DASHBOARD UITWISSELBARE ONDERDELEN EN IDENTIEKE PROFIELEN

Gezien de vele voordelen van een dergelijk systeem is dit als uitgangspunt genomen tijdens de conceptgeneratie. Voordelen van dit systeem:

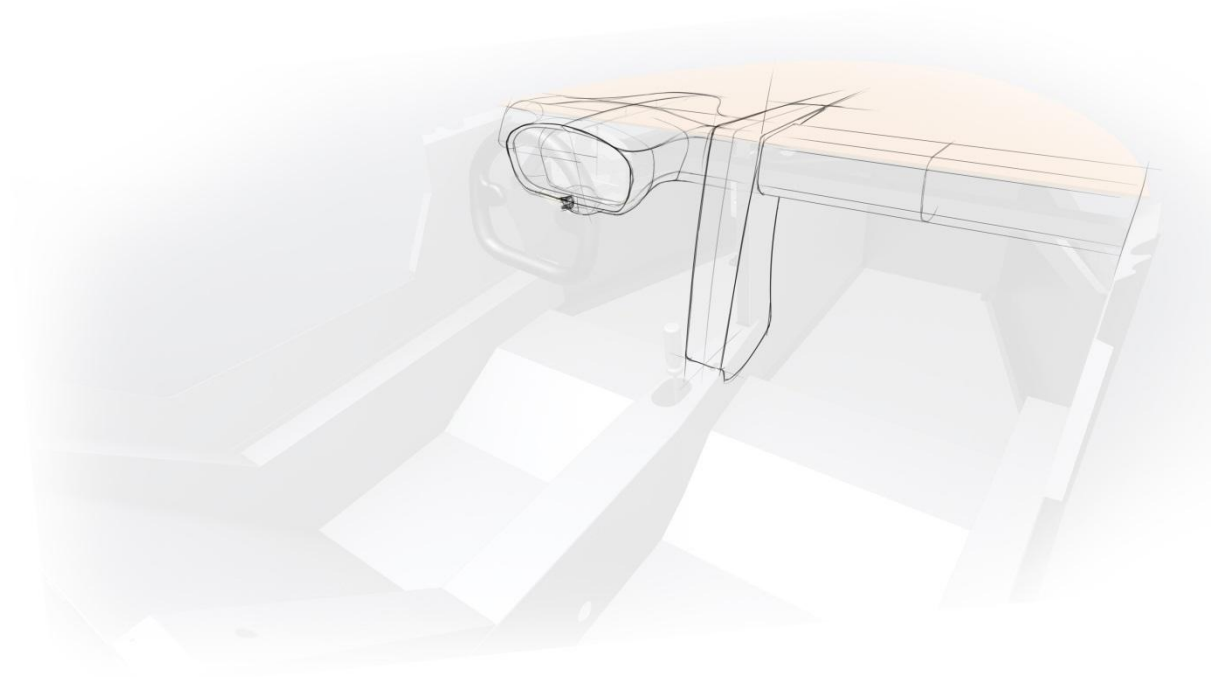
- Beperkte productiekosten door hergebruik van de mallen.
- Relatief kleine en goedkope mallen doordat er geen onderdelen over de hele breedte meer zijn. (maximaal 55cm breed)
- Flexibiliteit tijdens het inbouwen, de productie van de Chinezen is niet altijd consistent qua maten, nu maakt het echter niet uit wanneer breedte van de twee helften iets varieert; onder de middenconsole kan nog een en ander geschoven/gecorrigeerd worden.
- Minder voorraad nodig, doordat de dashboards zowel in links als rechts gestuurde auto's ingebouwd kunnen worden hoeft men niet voor beide varianten een eigen voorraad aan te leggen, maar slechts één.

Nadelig is dat er minder vormvrijheid ontstaat. Echter, voor Saker is de productiekosten één van de belangrijkste criteria, en daarom werd ook erg enthousiast gereageerd op bovenstaand systeem.

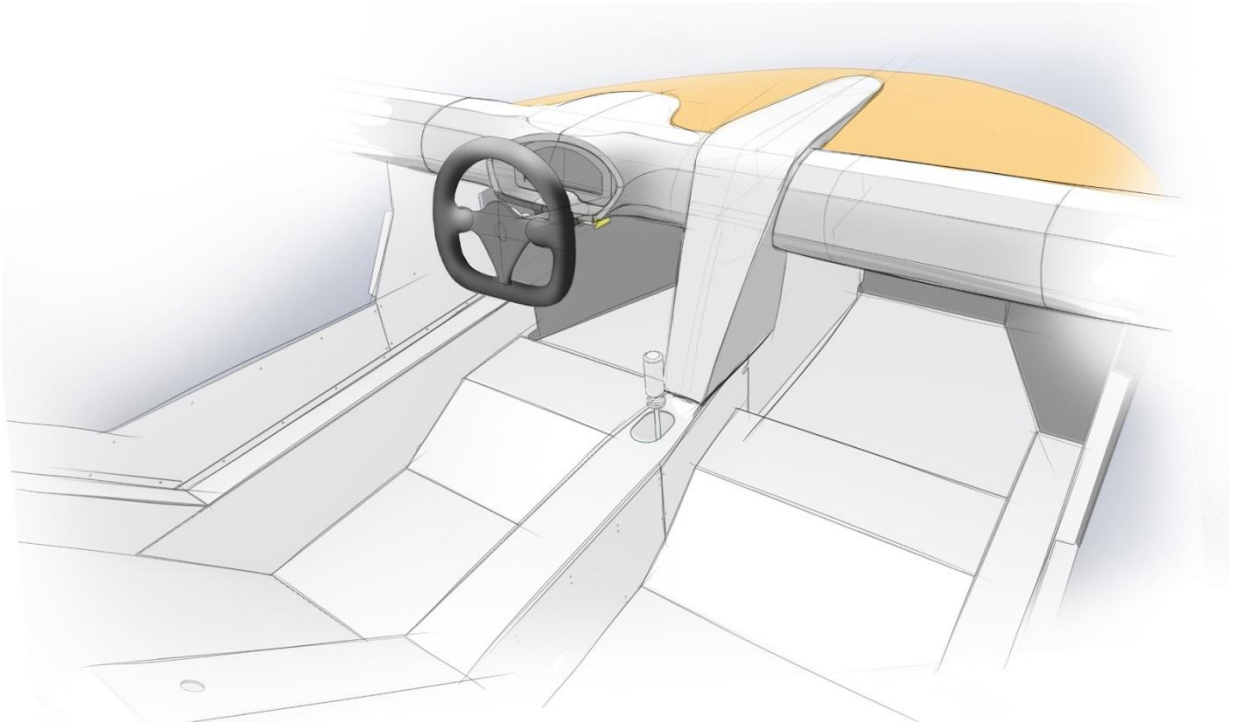
Om een beter gevoel voor de mogelijkheden te krijgen zijn er schetsen gemaakt waarbij er over het CAD-model heen is geschetst. Op die manier heb je tijdens het schetsen de dimensionele beperkingen in beeld, en kan een beter gevoel voor de proporties en verhoudingen gecreëerd worden dan bij vrij schetsen. Zo kon snel gevisualiseerd worden hoe een dergelijk systeem met uitwisselbare helften er uit zou kunnen zien, en hoe dit binnen de huidige auto zou passen.



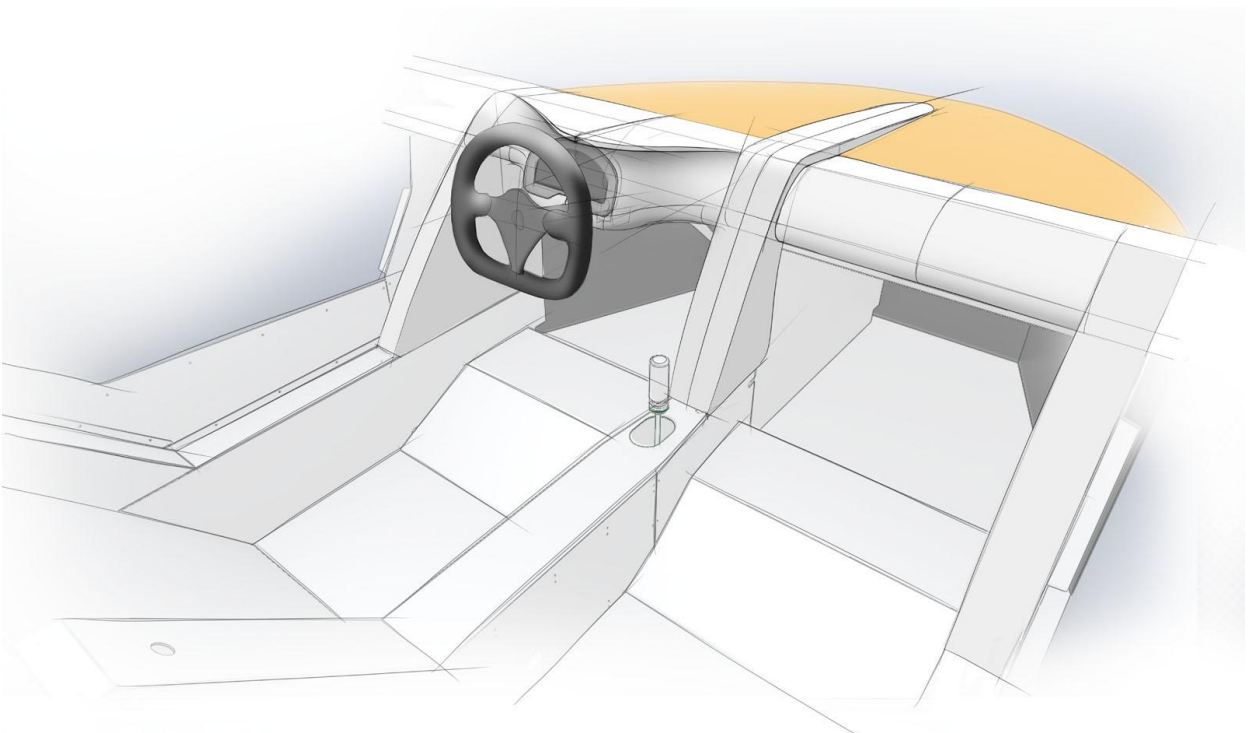
FIGUUR 9-2



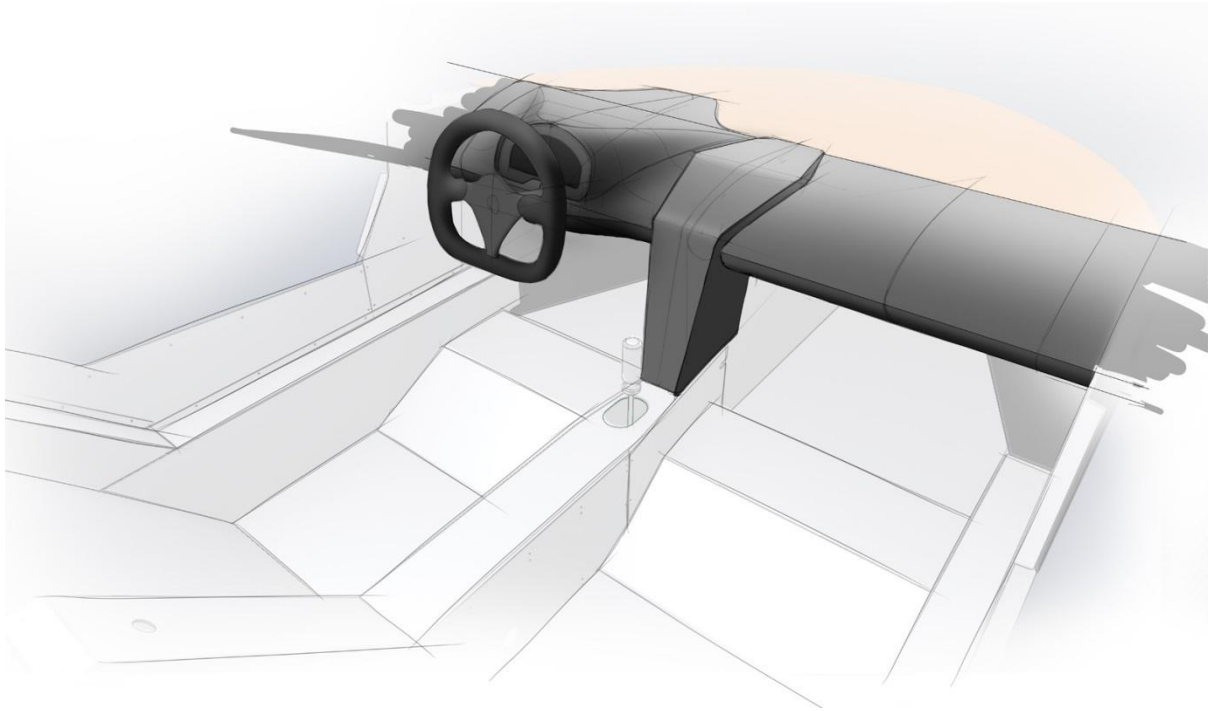
FIGUUR 9-3



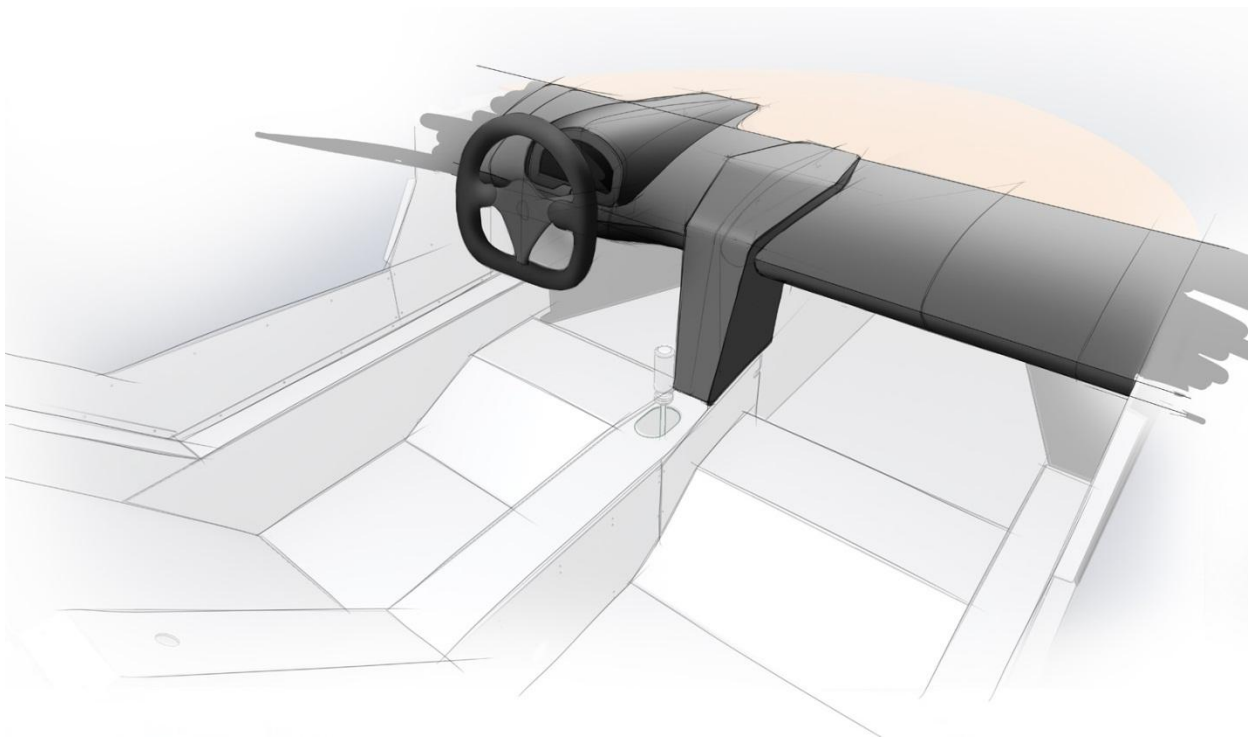
FIGUUR 9-4



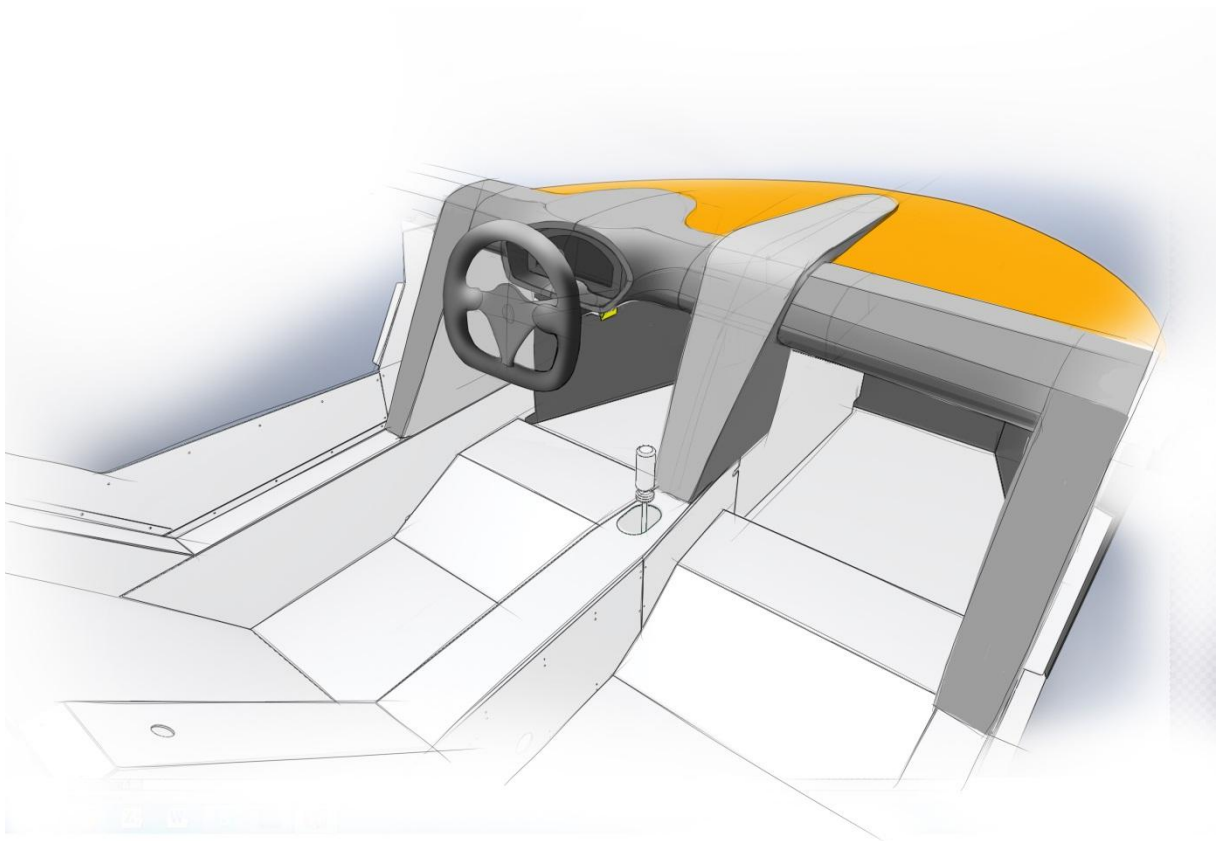
FIGUUR 9-5



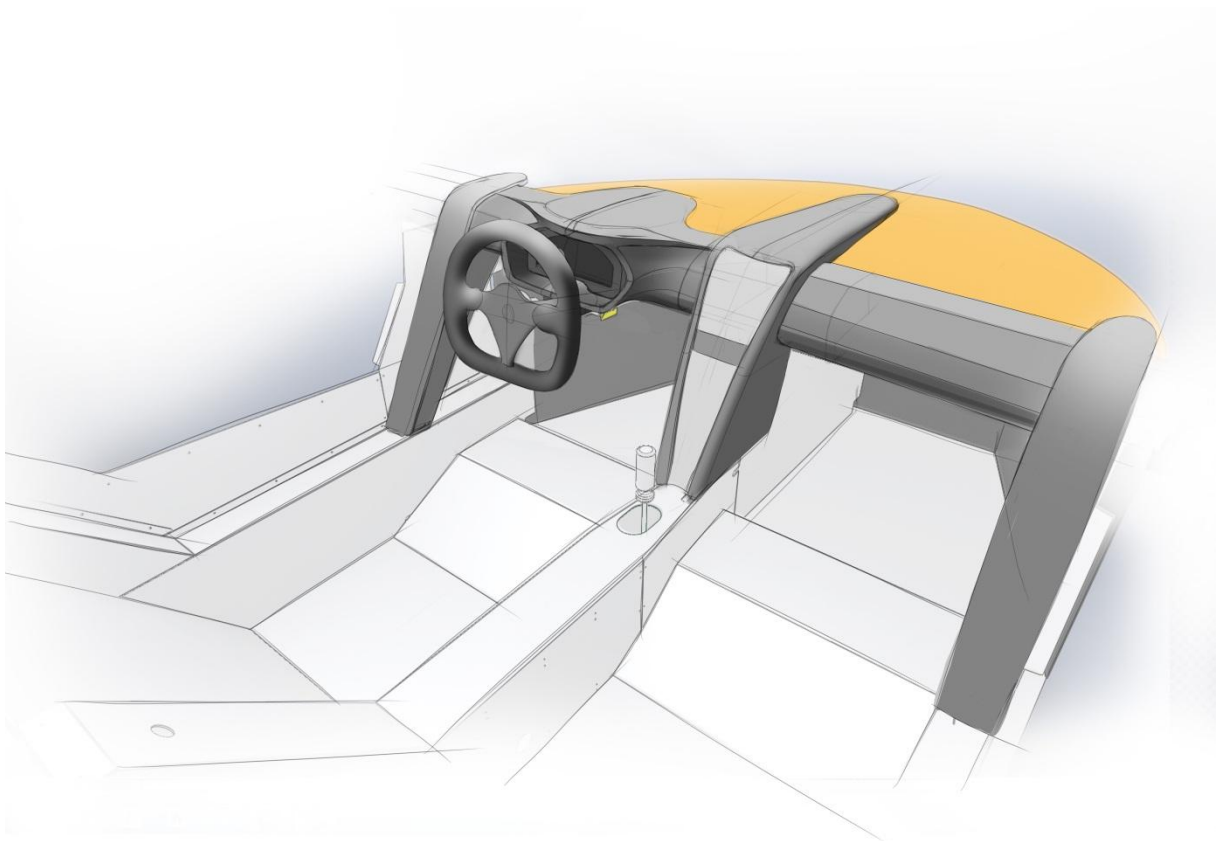
FIGUUR 9-6



FIGUUR 9-7



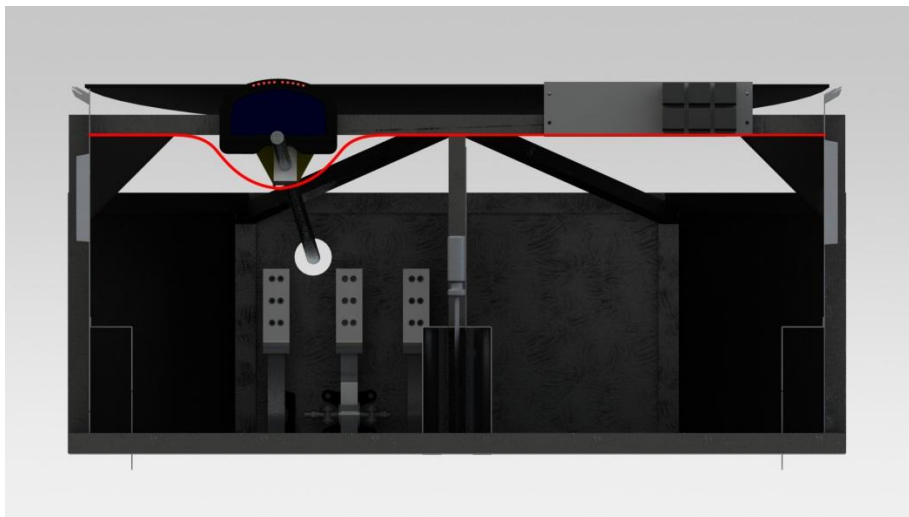
FIGUUR 9-8



FIGUUR 9-9

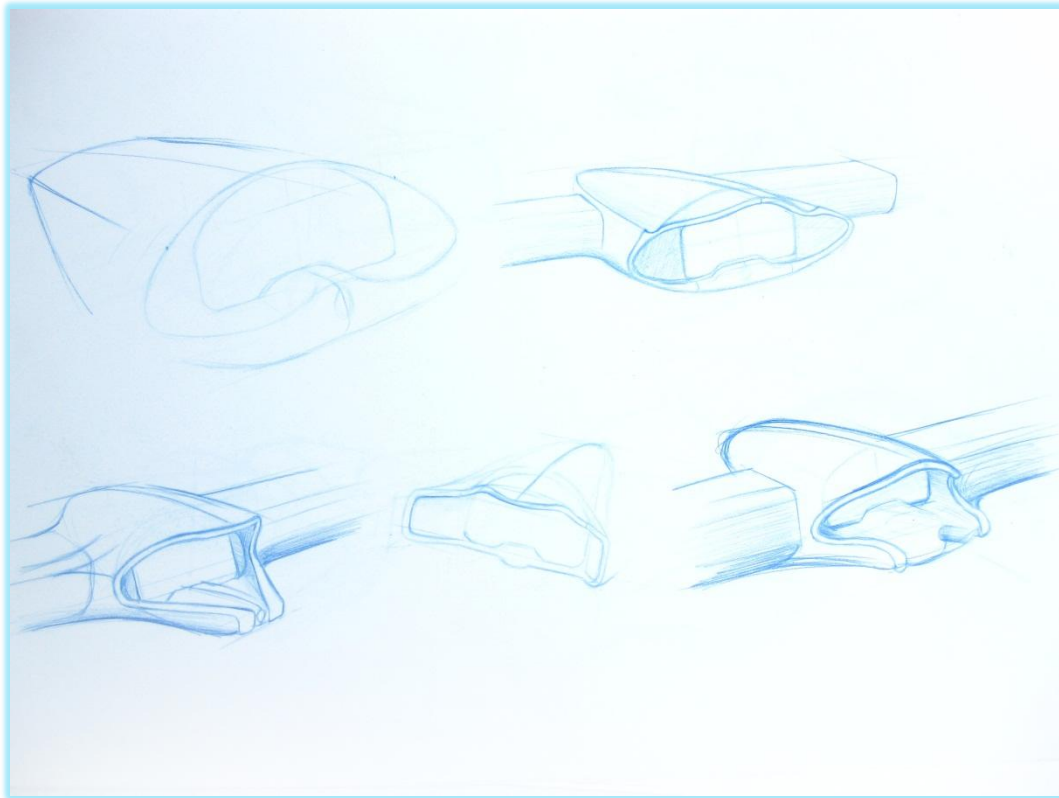
Deze eerste schetsen dienden vooral ter verkenning. Ze maakten duidelijk hoe de verhoudingen van de omvang van de onderdelen ongeveer liggen, en waren een eerste zoektocht naar een stijl die past bij het merk Saker.

In deze eerste digitale schetsen was nog te weinig rekening gehouden met de ergonomie, onder andere niet met de benodigde ruimte voor de knieën. Wanneer je nagaat dat de knieën naast de stuurstang komen te bewegen, is het duidelijk dat de ontwerpen in figuur 9-6 en 9-7 niet geschikt zijn. Figuur 9-10 laat een frontaal aanzicht van de kale auto - dus zonder dashboard - zien. De rode lijn geeft aan waar de onderste dashboard rand ongeveer zou moeten komen. De onderste lijn is op deze manier vastgelegd omdat hij vanwege de knieën zo dicht mogelijk bij het frame moet liggen, en ook zo dicht mogelijk rond de AIM en stuurstang heen moet lopen. Een voordeel hiervan is dat het dashboard met deze positie ook eenvoudig aan het frame te monteren is. Het huidige dashboard is ook op deze manier bevestigd, en zelfs dan is er, zoals uit het vooronderzoek bleek, slechts 3cm ruimte over boven de knieën. Het is logisch dat het niet handig is om deze ruimte nog kleiner te maken. Doordat de AIM zo dicht mogelijk op de stuurstang moet worden gepositioneerd zal het dashboard rond de AIM als het ware naar beneden gezakt liggen, ten opzichte van de rest van het dashboard.

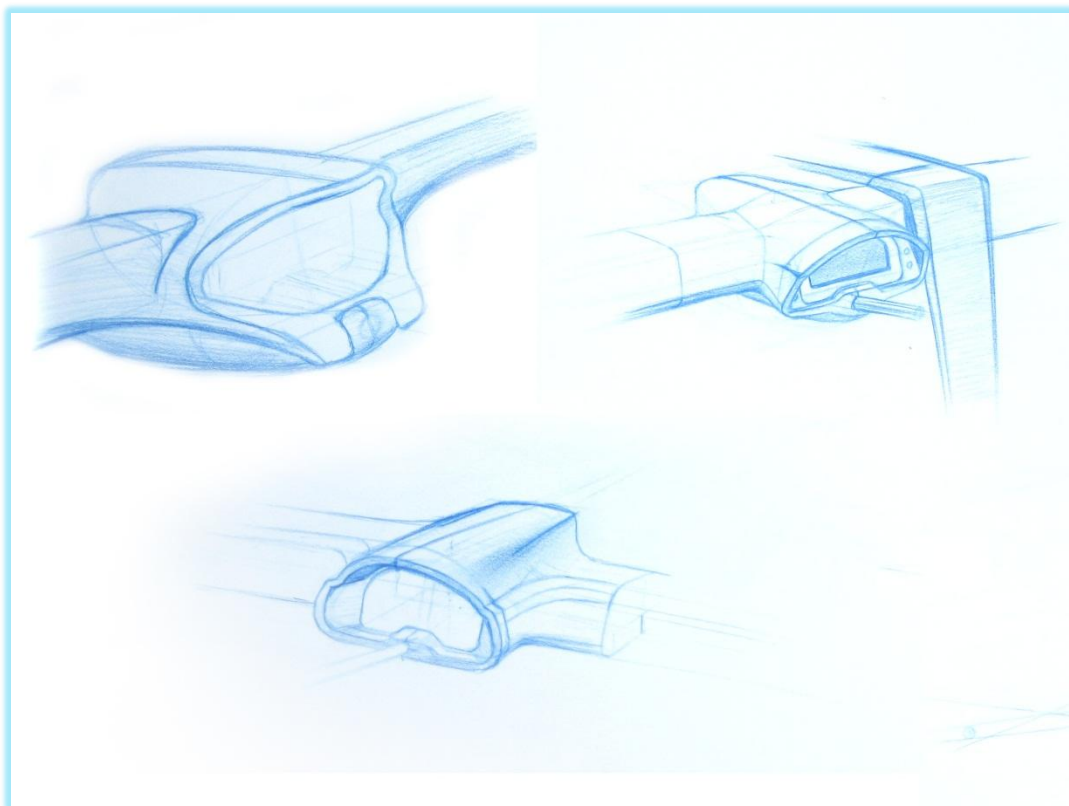


FIGUUR 9-10 FRONTAALAANZICHT KALE AUTO

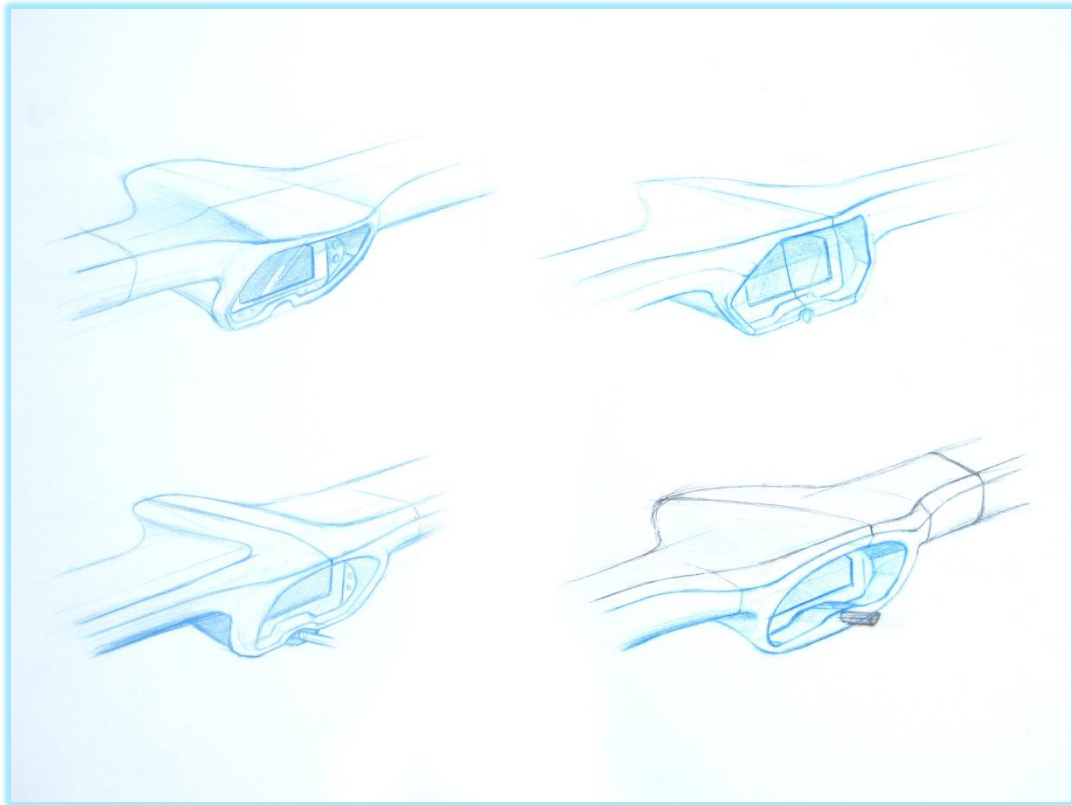
Deze vorm van een cockpit is niet echt gebruikelijk. We zien in de concurrentie collage dan ook geen enkele auto waarbij er ruimte naast de stuurstang vrij moet worden gelaten voor de knieën. Dat deze vorm niet gebruikelijk is betekent ook dat juist de cockpit een heel kenmerkend onderdeel kan worden van de Saker. In overleg met de opdrachtgever is dan ook besloten om in het uiteindelijke ontwerp de cockpit de meeste aandacht te laten trekken, meer dan de middenconsole en de fusebar. De cockpit zou een uniek onderdeel moeten worden binnen de autowereld. In de toekomst zou iedereen bij het zien van alleen de cockpit moeten weten dat het om een Saker gaat. Hiermee wordt ook de rijbeleving van de Saker benadrukt. Het gaat in eerste instantie om het rijden, om het sturen, hier mag alle aandacht naar toe. Met deze kennis zijn er concepten geschetst voor de cockpit, te zien op de volgende pagina's.



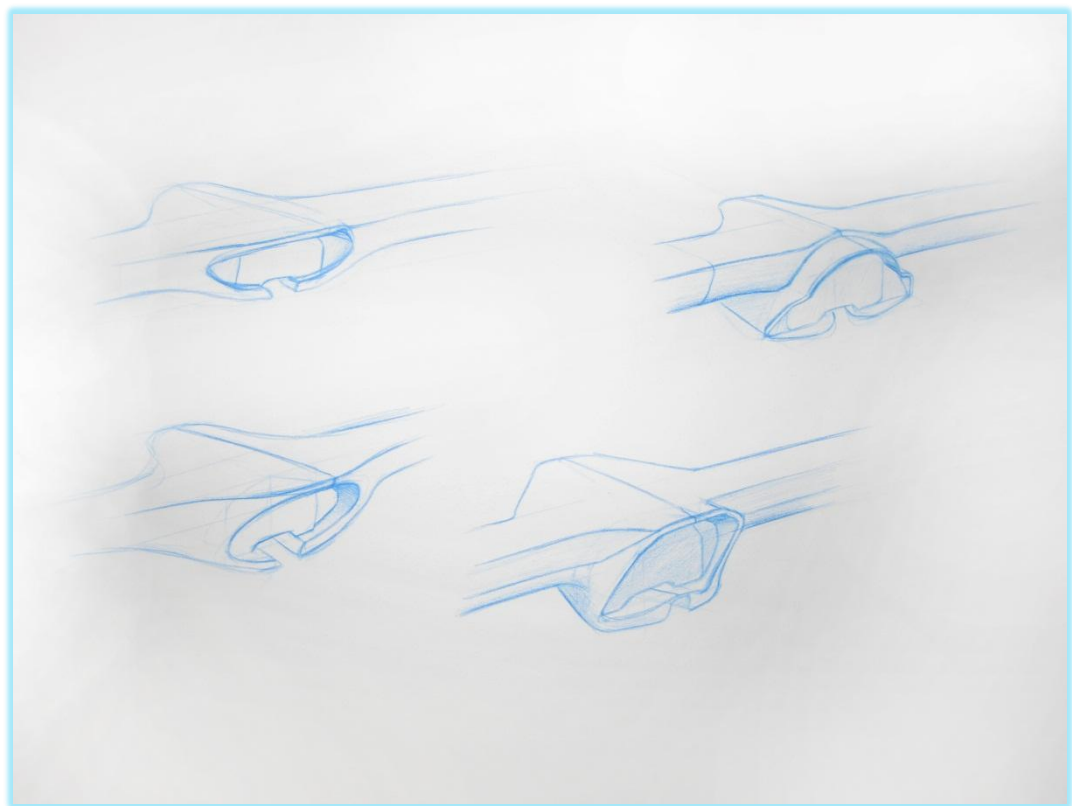
FIGUUR 9-11



FIGUUR 9-12



FIGUUR 9-13

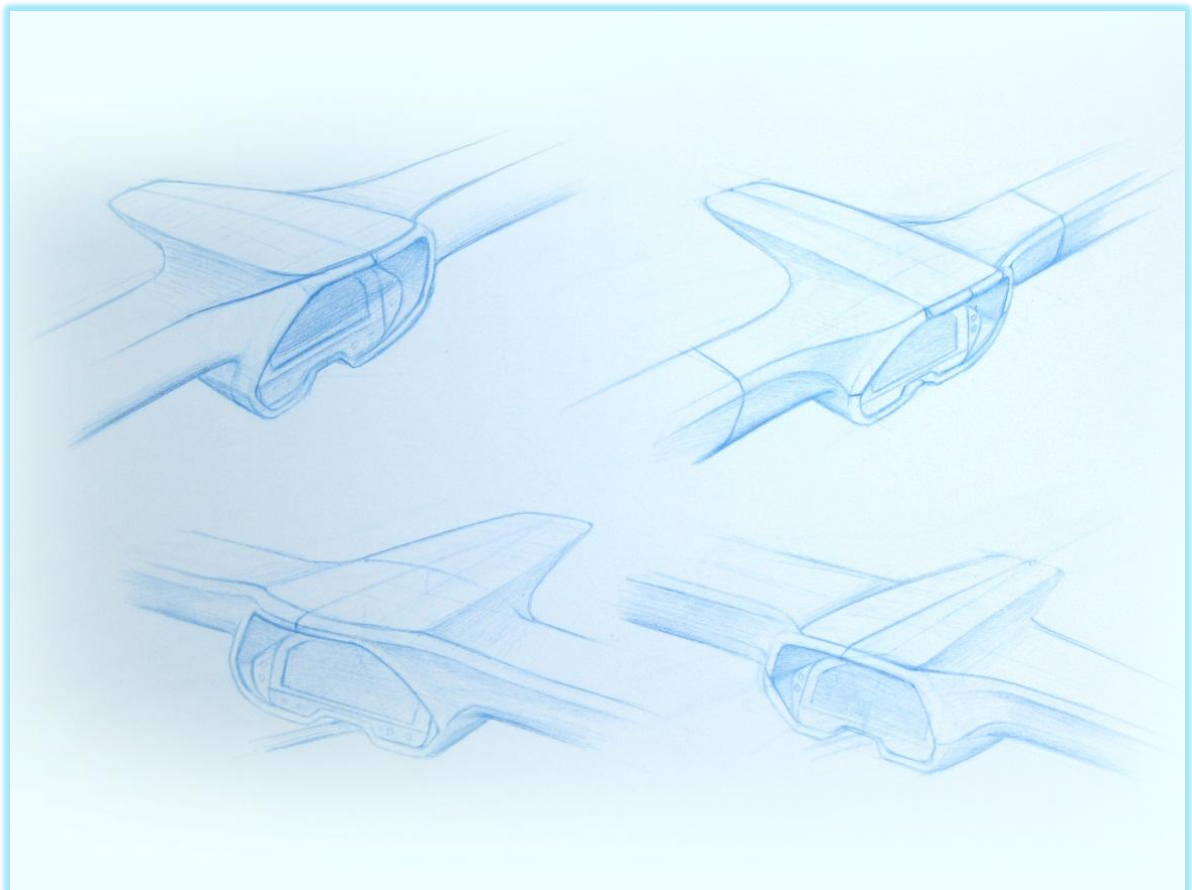


FIGUUR 9-14

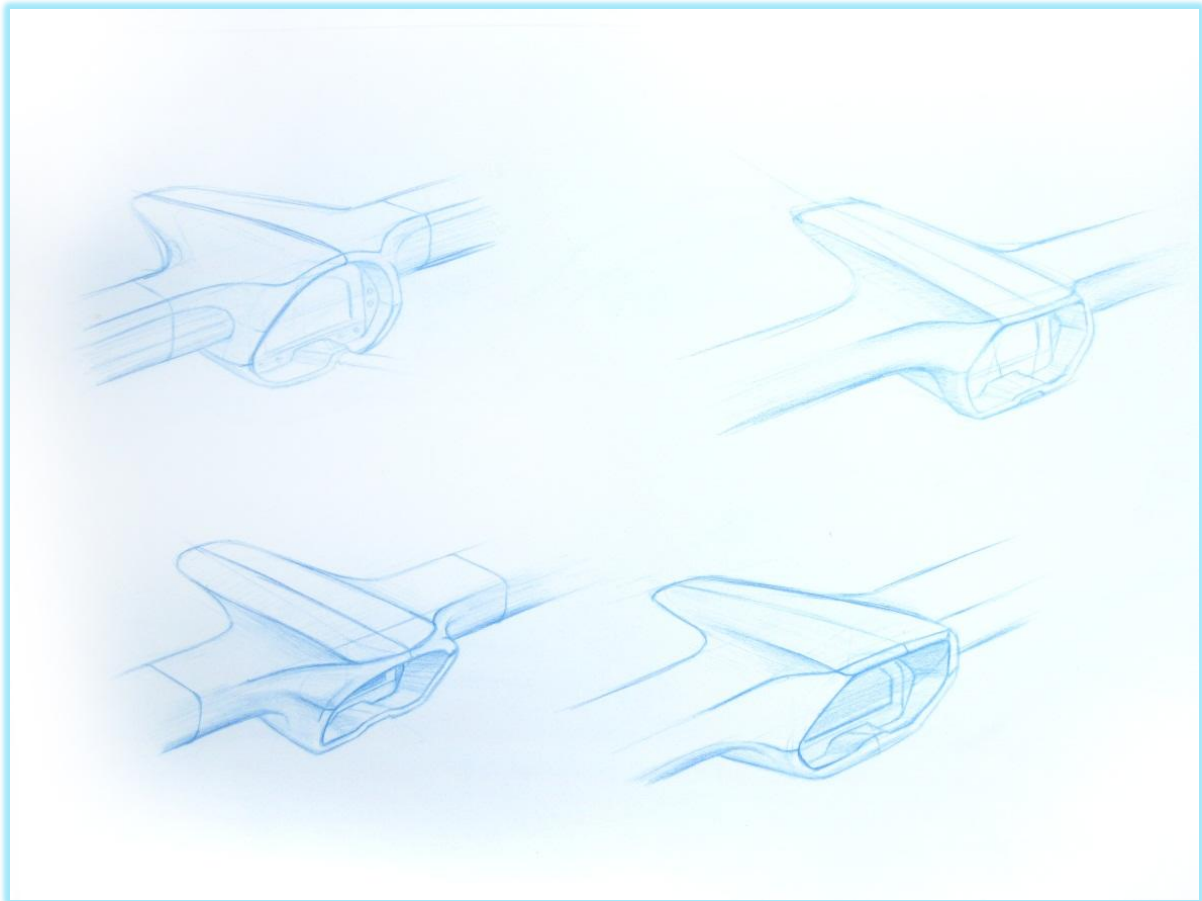
De geschetste concepten werden geëvalueerd en voornamelijk het concept links boven, in figuur 9-13, sprong er in positieve zin uit. De hoofdvorm lijkt ergonomisch goed te passen; er blijft voldoende ruimte over boven en naast de knieën. Ook functioneel biedt dit ontwerpvoordelen voor de racerij, de afkapping boven de AIM beschermt het scherm voor zonlicht. Qua stijl heeft het enkele raakvlakken met het exterieur. Zo loopt de hoeklijn op de bovenkant van scherp naar een vloeiende kromming, net zoals dit te zien is in de neus van de RapX; de lijn die vanuit de koplamp over de wielkast loopt. Het uiteindelijke ontwerp zou aan moeten sluiten bij de volgende kernwoorden:

- Snel
- Alert
- Reactie
- Serieus
- Puur
- Agressief
- Fel
- Strijdlustig

Na overleg met de opdrachtgever werd besloten dat hier nog verbetering mogelijk was. Dit ontwerp viel in de smaak, maar kon nog wat finetuning gebruiken om beter bij het merk te passen. De volgende schetsen die hiervoor gemaakt werden zijn te zien in figuur 9-15 en 9-16.

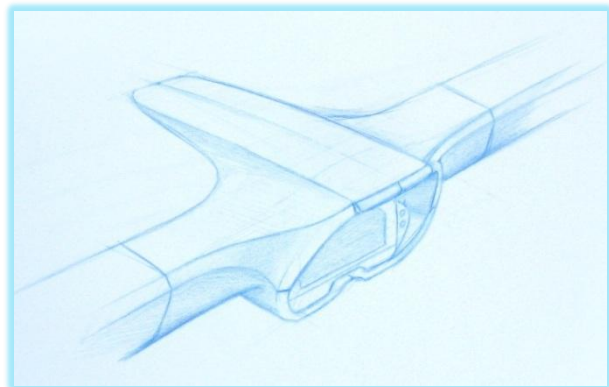


FIGUUR 9-15



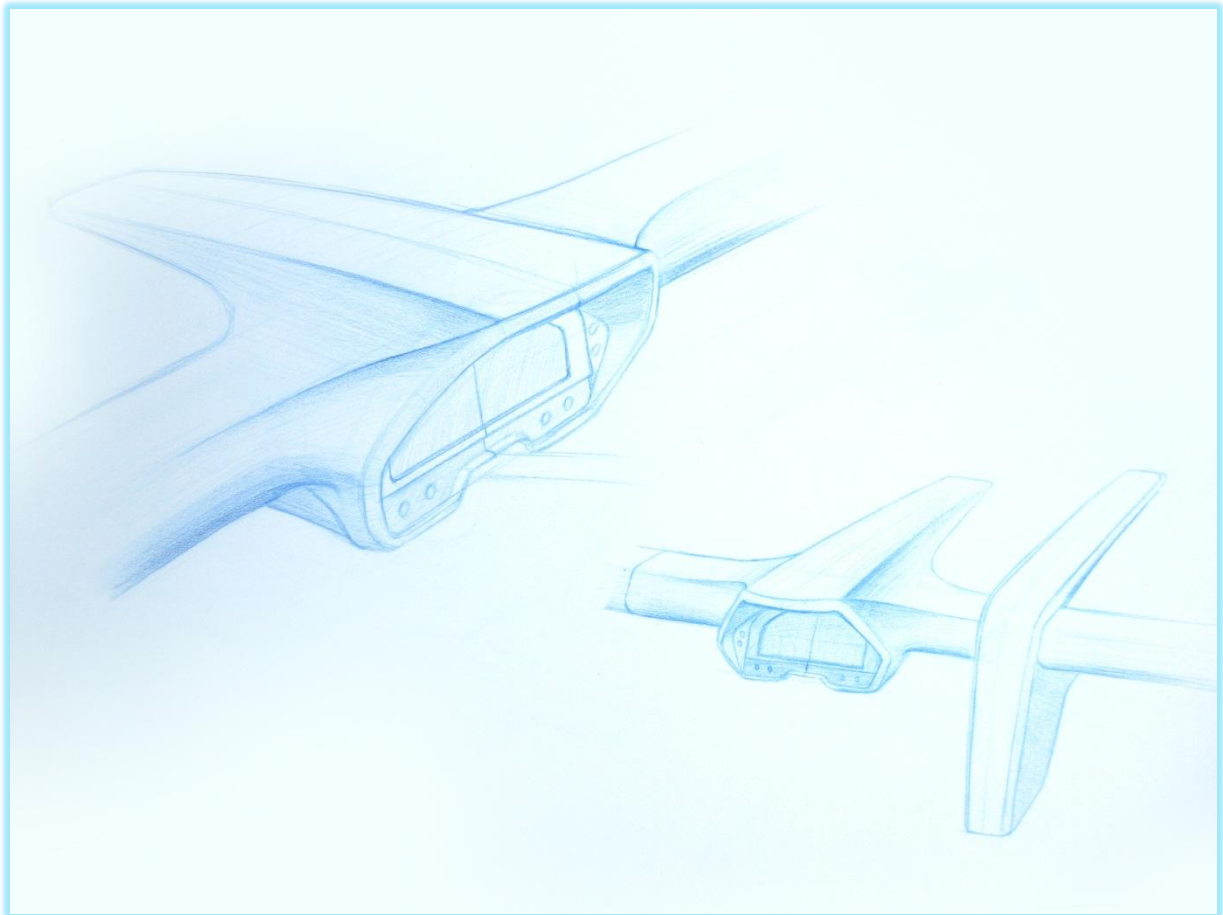
FIGUUR 9-16

De gemaakte schetsen werden opnieuw besproken met de opdrachtgever en het personeel van Saker, uiteindelijk werd gesteld dat het concept rechtsboven in figuur 9-15 (nogmaals te zien in figuur 9-17) het best bij de stijl van Saker past. Vergeleken met de eerdere favoriet straalt dit ontwerp meer snelheid uit. Dit komt voornamelijk doordat de bovenkant verder door is getrokken naar achteren (richting voorruit), en in deze richting iets samenloopt. De vorm van de bovenkant doet bovendien denken aan de luchthapper op het dak van de RapX. De lijn die van bovenop schuin naar beneden loopt zal in de hoek scherp beginnen, en langzaam uitlopen in de ronding van het profiel. Deze vormtaal zien we ook terug in de neus van het exterieur. De AIM wordt netjes geïntegreerd, naast de AIM is ook nog ruimte over gelaten voor



FIGUUR 9-17 WINNENDE CONCEPT

waarschuwingslampjes. Door deze ruimte over te laten kan de cockpit ook uitgerust worden met de analoge klokken. In dit ontwerp zal de stuurstang onder de opening van de AIM door lopen, en dus voor een deel bloot liggen. De stuurstang kan in verdere conceptuitwerking eventueel nog worden geïntegreerd. Qua productie lijkt het ontwerp op het eerste gezicht ook haalbaar, de lossing zou niet veel problemen op moeten leveren beaamt ook de interne begeleider. Het personeel van Saker vond dit ontwerp het best passen bij de RapX, en zij zijn het best bekend met het merk en haar klanten. Het concept is nog eenmaal groter geschetst, en in combinatie met een middenconsole. Zie hiervoor figuur 9-18.



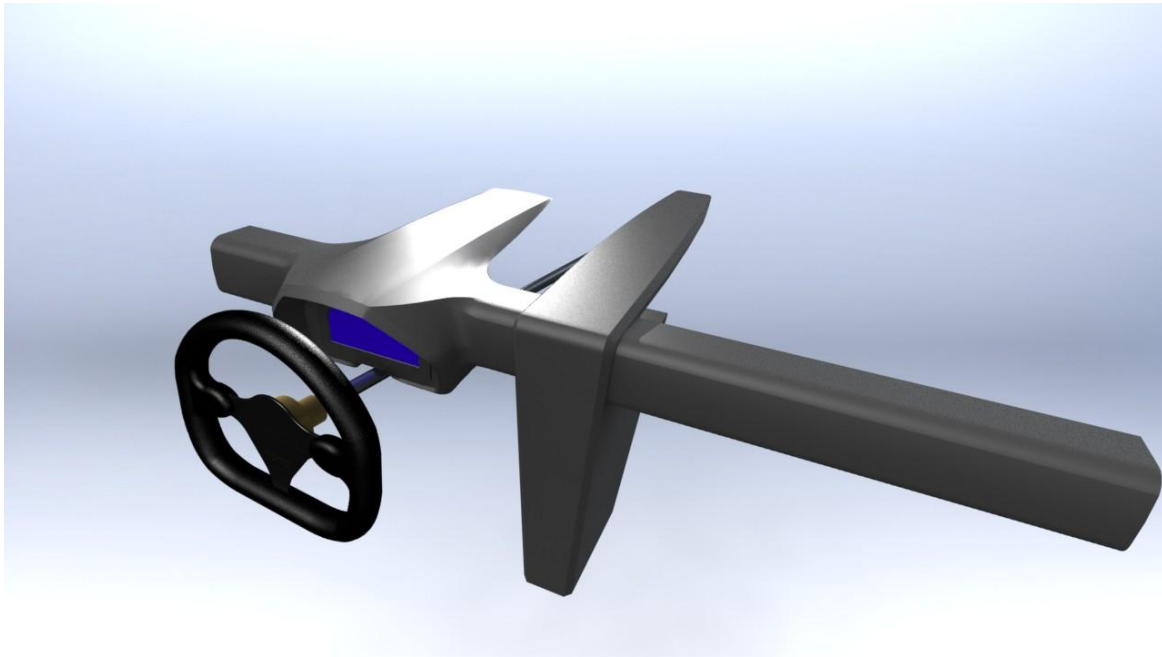
FIGUUR 9-18

Vanuit deze schets zou het concept vervolgens verder in detail worden uitgewerkt.

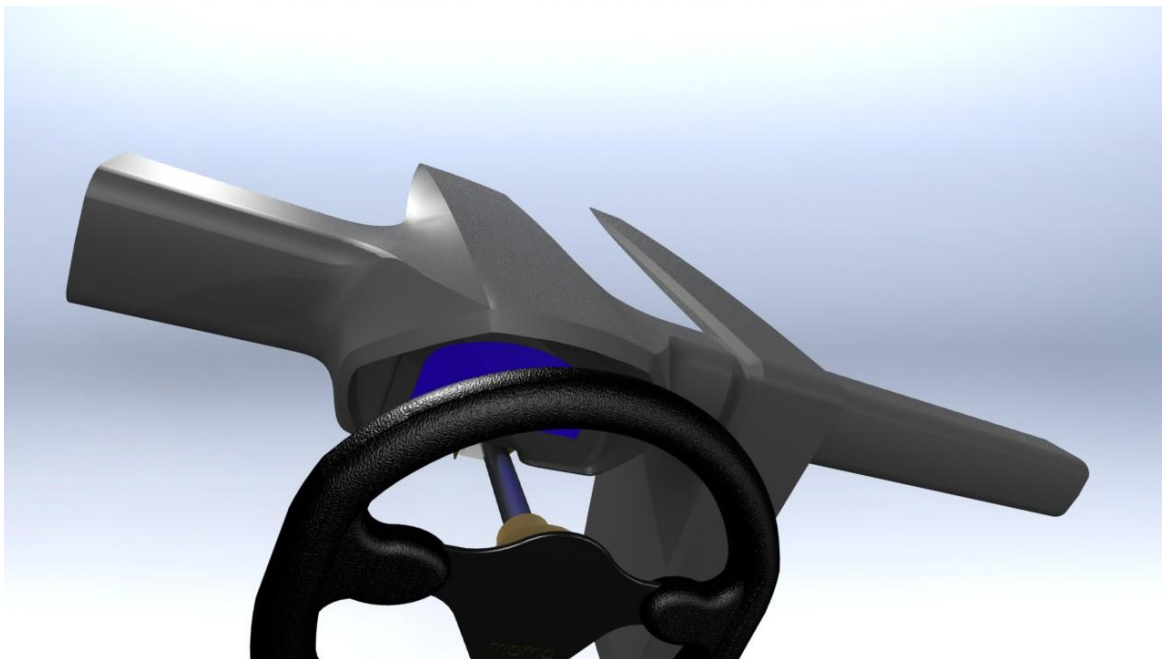
10 CONCEPT DETAILLERING

10.1 COCKPIT

Het gekozen concept is uitgewerkt tot een CAD-model. De dimensies van het nieuwe dashboard kunnen aan de rest van het interieur gerelateerd worden, wat zorgt voor een nauwkeurige maatvoering. Op deze manier kan eenvoudig een realistisch beeld gecreëerd worden hoe het ontwerp binnen het bestaande interieur zal passen. Renders van het CAD model zijn te zien in figuur 10-1 en 10-2. De middenconsole getoond in deze renders was er even snel bij gemodelleerd om een beter beeld te krijgen van het geheel.

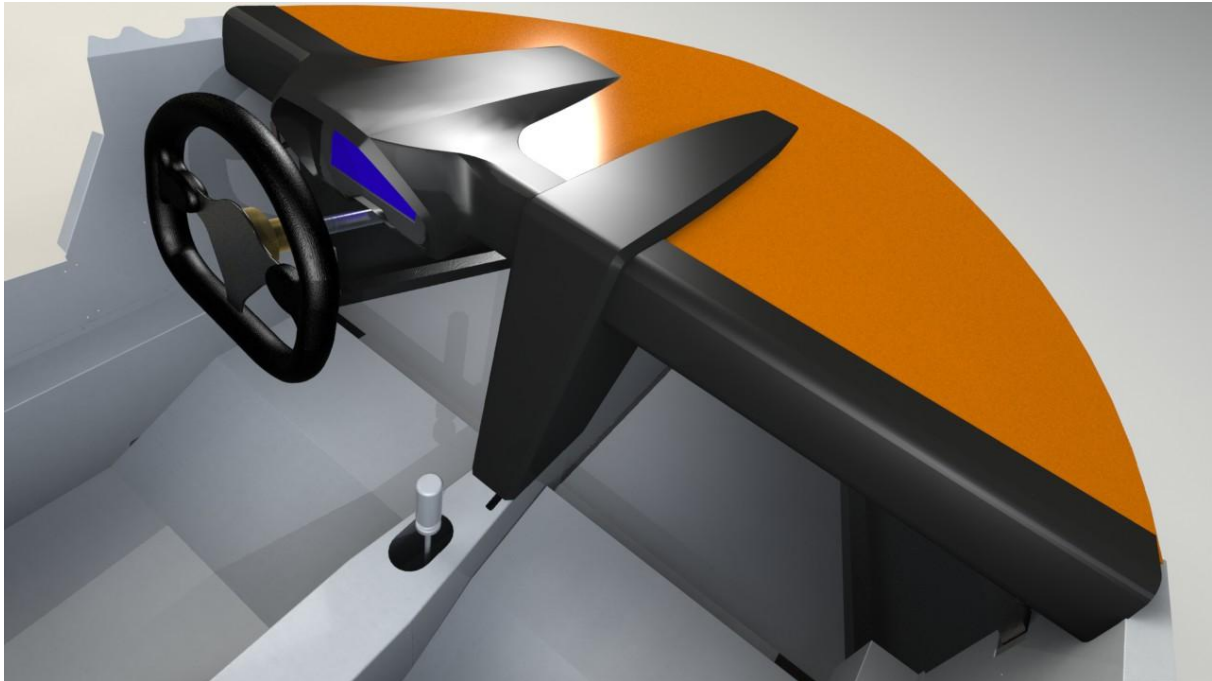


FIGUUR 10-1

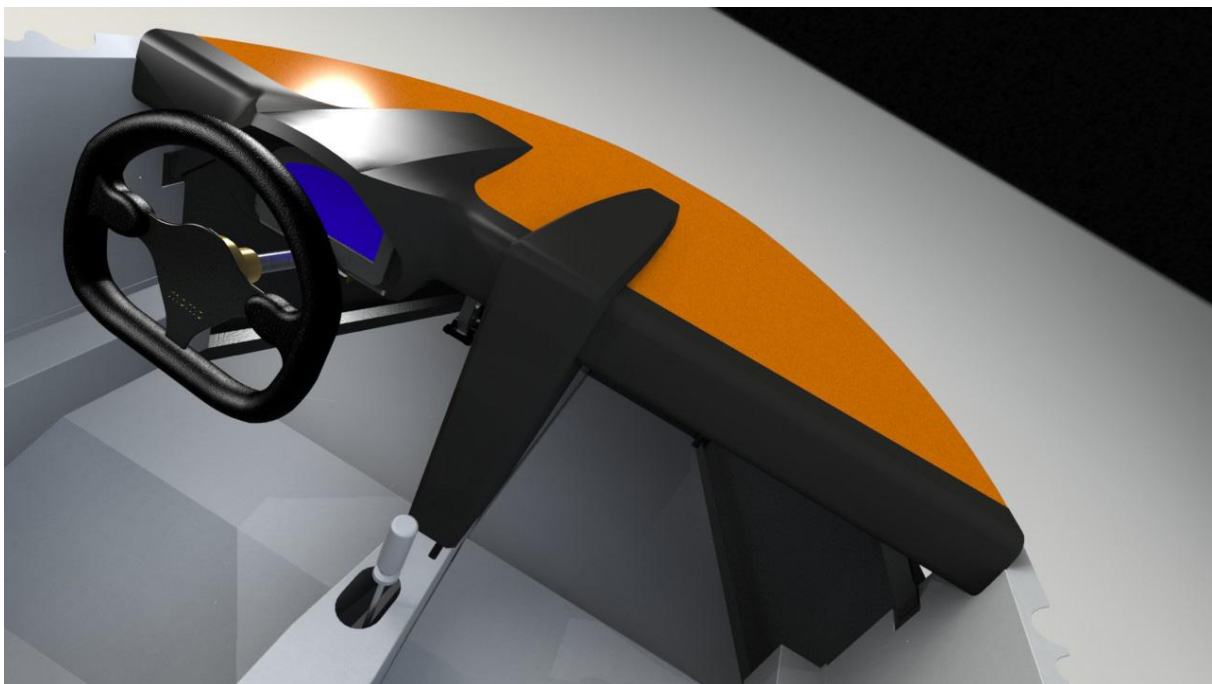


FIGUUR 10-2

Hoe het concept er binnen het huidige interieur uit ziet is te zien in figuur 10-3 en 10-4.



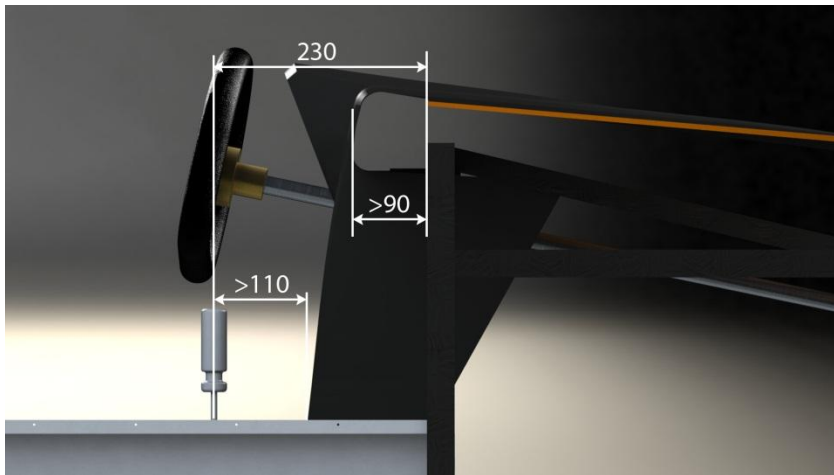
FIGUUR 10-3



FIGUUR 10-4

Een probleem dat tijdens het modelleren naar voren kwam was de benodigde afstand die de voorkant van het dashboard van het frame af zou moeten liggen. Zoals geanalyseerd was in het vooronderzoek, diende deze minimaal 90mm te zijn vanwege de benodigde ruimte voor het zekeringen-paneel. Echter, andere dimensies die bij deze positionering meespelen zijn bijvoorbeeld de benodigde ruimte vóór de schakelpook, maar ook de afstand van de AIM tot het frame. Tussen de schakelpook en middenconsole zou 110mm ruimte vrij gehouden

moeten worden, zodat schakelen met de sequentiële pook geen problemen op zou opleveren. Figuur 10-5 laat een zijaanzicht zien van deze twee afmetingen. De afstand van het centrum van de pook tot het frame is 230mm, dus is er slechts 30mm ruimte aan speling. Uiteindelijk is er voor gekozen om voor de positionering van het dashboard de minimale 90mm aan te houden, zodat er van de 30mm overige ruimte nog wat overblijft om de afstand tussen schakelpook en middenconsole te vergroten. Zo blijft er ook nog ruimte over voor eventuele knoppen. Nadeel van deze keuze is dat er geen gebruik gemaakt kan worden van een groter relais dan het relais dat momenteel wordt gebruikt.

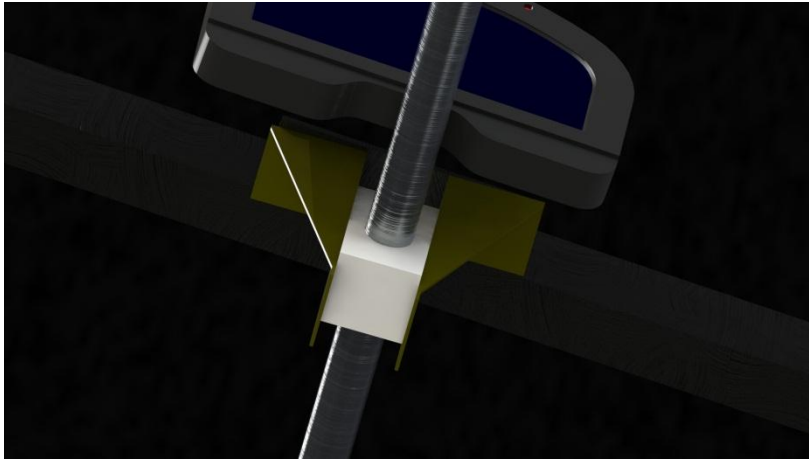


FIGUUR 10-5

Zoals in het bovenaanzicht van figuur 10-6 te zien is loopt de stuurstang niet loodrecht op de voorste balk van het frame. Dit zou consequenties kunnen hebben voor de plaatsing van de AIM. Wanneer de bestuurder door de opening van het stuur naar de AIM kijkt, is het wenselijk dat deze netjes gecentreerd ligt. Dit betekent automatisch dat de stuurstang niet onder het midden van de AIM doorloopt (doordat hij in een hoek staat). Dit is ook weergegeven in figuur 10-7. Wanneer de afstand tussen het stuur en de AIM te groot wordt zal de stuurstang niet meer in de inham van de AIM kunnen vallen. Daar staat tegenover dat de afstand tussen de AIM en het frame minimaal 90mm moet zijn, de optionele analoge klokken zijn namelijk 90mm diep (inclusief bedrading). Een derde limitering is dan nog dat de afstand tussen de AIM en het stuur ook weer niet te klein kan zijn, omdat anders de afkapping boven de AIM te dicht bij het stuur komt (zoals te zien in figuur 10-5). Al met al blijkt het best wanneer een afstand tussen de AIM en het frame van 90mm aangehouden wordt. Hierbij valt de stuurstang nog in de inham van de AIM, is er genoeg ruimte voor de klokken, en blijft de afstand tussen de afkapping en het stuur 50mm; ruim genoeg voor de vingers.

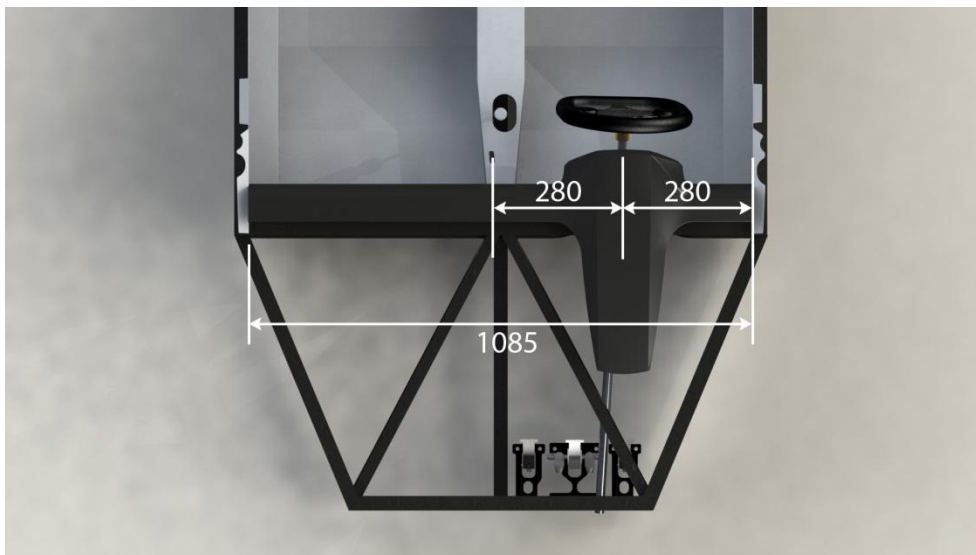


FIGUUR 10-6



FIGUUR 10-7

Op dit moment bleek ook dat het feit dat het stuur niet precies in het midden ligt, of eigenlijk niet precies op een kwart van de totale breedte, ook consequenties met zich meebrengt voor de tweedeling van het dashboard, over de breedte. Zo is de afstand van het midden van de AIM tot de zijpanelen 280mm (zie figuur 10-8), en zal het cockpit onderdeel dus 560mm breed worden. Gezien de totale breedte 1085mm bedraagt, resulteert dit in een breedte van 525mm voor de fusebar. De deellijn van de twee onderdelen ligt dus 17,5mm naast de middellijn. Gezien de middenconsole normaliter breder zal worden dan 35mm levert dit verder geen problemen op.



FIGUUR 10-8

10.1.1 AIM EN KLOKKEN

Bij het ontwerpen van de cockpit is er rekening gehouden met zowel de AIM als de analoge klokken. Uiteindelijk zal de RapX verkocht worden waarbij de klant uit beide opties kan kiezen. Figuur 10-9 en 10-10 laten zien hoe beide configuraties in het huidige ontwerp zouden passen. Het paneel waarin de AIM of de klokken worden gemonteerd is een los onderdeel ten opzichte van de rest van de cockpit. Zo kan een klant met analoge klokken in zijn dashboard eenvoudig upgraden naar een AIM. Hiervoor hoeft dan alleen het paneel vervangen te worden, en niet de complete cockpit.



FIGUUR 10-9 COCKPIT MET ANALOGIE KLOKKEN



FIGUUR 10-10 COCKPIT MET AIM

10.2 BEDIENINGSELEMENTEN EN MIDDENCONSOLE

10.2.1 RICHTINGAANWIJZER

Het basis-ontwerp voor de cockpit was nu klaar, volgende stap was het verdiepen in de middenconsole en bedieningselementen. In het vooronderzoek kwam naar voren dat op de straat vooral de richtingaanwijzer veel bediend zal worden. In de huidige circuit-versie is de bediening hiervan niet echt geschikt voor de gebruiksfrequentie op de weg. Momenteel wordt de richtingaanwijzer bediend met een tuimelschakelaar in de

zijconsole (te zien in figuur 6-4). Door de hogere gebruiksfrequentie op de weg zou een knop/hendel op of rond het stuur zeer wenselijk zijn. In eerste instantie was het idee om de richtingaanwijzer te gaan bedienen met twee knoppen op het stuur, zoals bij de Ferrari FFX ook het geval is (zie figuur 10-11).



FIGUUR 10-11 STUUR FERRARI FFX (HOTRIDERSWORLD.BLOGSPOT.COM)

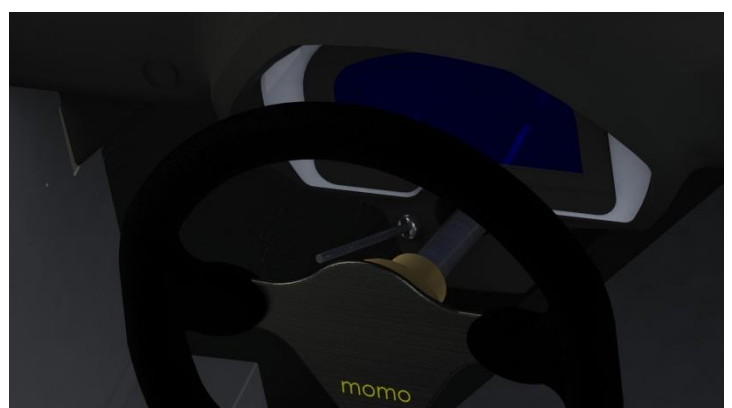
Na een marktonderzoek bleek echter dat er geen universele- of merk-sportsturen beschikbaar zijn met knoppen, die ook nog eens bij de stijl van de RapX passen. De logische keus was dan een schakelhendel, zoals die in de meeste auto's te vinden is. Er zijn verscheidene universele hendels in omloop. Het grootste verschil is de bevestigings methode. Zo zijn er hendels die je rond de stuurstang bevestigt (figuur 10-12), en hendels die je in een paneel bevestigt (figuur 10-13). Wanneer er voor de eerste variant gekozen zou worden, zouden extra onderdelen nodig zijn om de hendel netjes weg te werken (gezien de richtingaanwijzer dan mee zou draaien met de stuurstang). Wanneer voor de tweede variant gekozen zou worden zou dit, na aanpassing van de cockpit, misschien niet nodig zijn. Dit zou uiteraard voordeliger zijn voor de productiekosten. De schakelaar werd besteld en, zoals verwacht, was het zwarte uiteinde demontabel. In principe was het de bedoeling om een omhulsel voor de kale stang te ontwerpen, zodat deze er overheen kon worden geschoven, en de schakelaar qua uitstraling mooi aan zou sluiten bij de rest van het dashboard. De uiteindelijke oplossing wordt weergegeven in figuren 10-14, 10-15, 10-16 en 10-17.



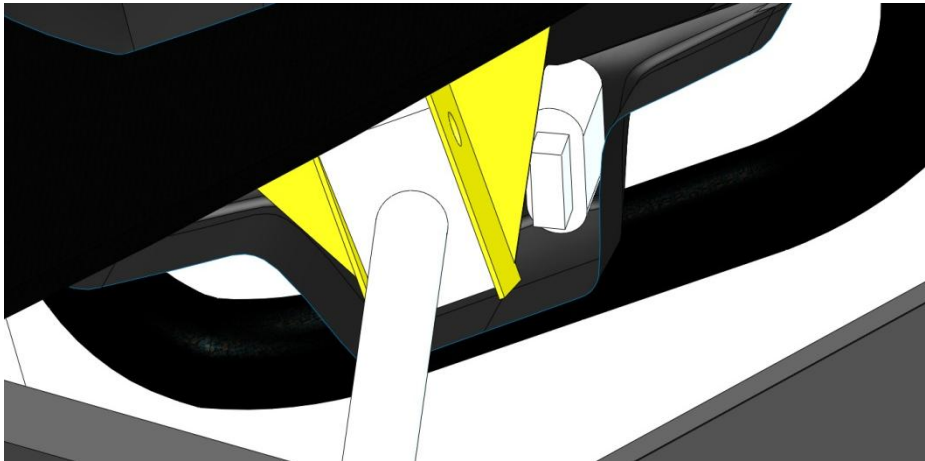
FIGUUR 10-13



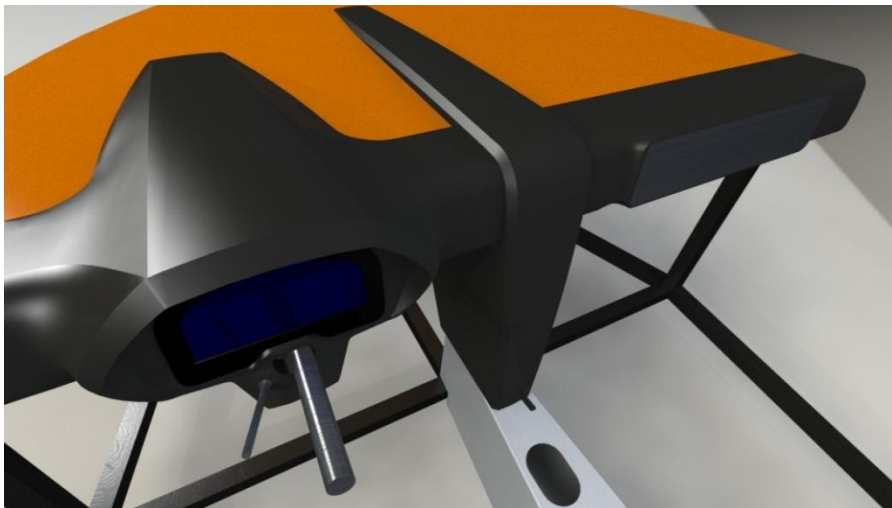
FIGUUR 10-12



FIGUUR 10-14 RICHTINGAANWIJZER SCHAKELAAR MET EN ZONDER OMHULSEL



FIGUUR 10-15 RICHTINGAANWIJZER SCHAKELAAR, BEVESTIGING ACHTERZIJDE



FIGUUR 10-16 SCHAKELAAR ZONDER OMHULSEL



FIGUUR 10-17 OMHULSEL

Voor de positionering van de schakelaar diende rekening gehouden te worden met de volgende punten:

- De oriëntering van de schakelrichting moest verticaal. De hendel wordt immers naar boven en naar beneden bewogen.
- Ook voor de rechts gestuurde auto's moet de schakelaar niet in aanraking komen met de stuurstang.
- De ergonomische positie moet kloppen, de schakelaar moet eenvoudig te bedienen zijn tijdens normale stuurbewegingen. De schakelaar moet ook niet in de weg zitten tijdens het sturen.
- Bij voorkeur zo dicht mogelijk bij de stuurstang plaatsen, gezien de omvang van de benodigde uitbouw dan beperkt blijft.

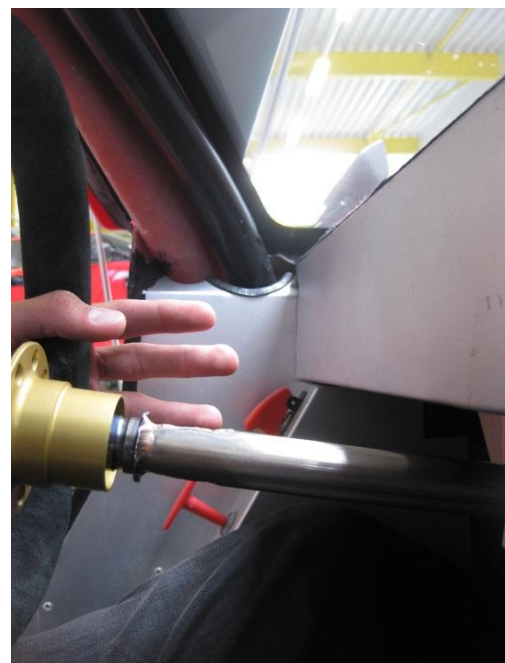
Zoals te zien is in figuur 10-16 is de cockpit behoorlijk aangepast aan de onderzijde. De stuurstang is nu geïntegreerd in de cockpit, en de nieuwe uitbouw biedt ruimte aan de schakelaar. Bovendien is de stuurstang houder, in het geel weergegeven in figuur 10-15, nu ook meteen afgeschermd van de benen van de bestuurder. Saker had dit al als eis gegeven, en zo worden dus twee vliegen in één klap geslagen. Waar het eerst nog de bedoeling was dit met een extra onderdeel af te schermen is het nu geïntegreerd in de cockpit.

Wat de ergonomische positie betreft zijn eerst metingen gedaan binnen de auto, met papieren modelletjes. Figuren 10-18 laat zien hoe uitwijking van de schakelaar benaderd werd, en hoe geanalyseerd werd in welke hoek de schakelaar zou moeten staan.



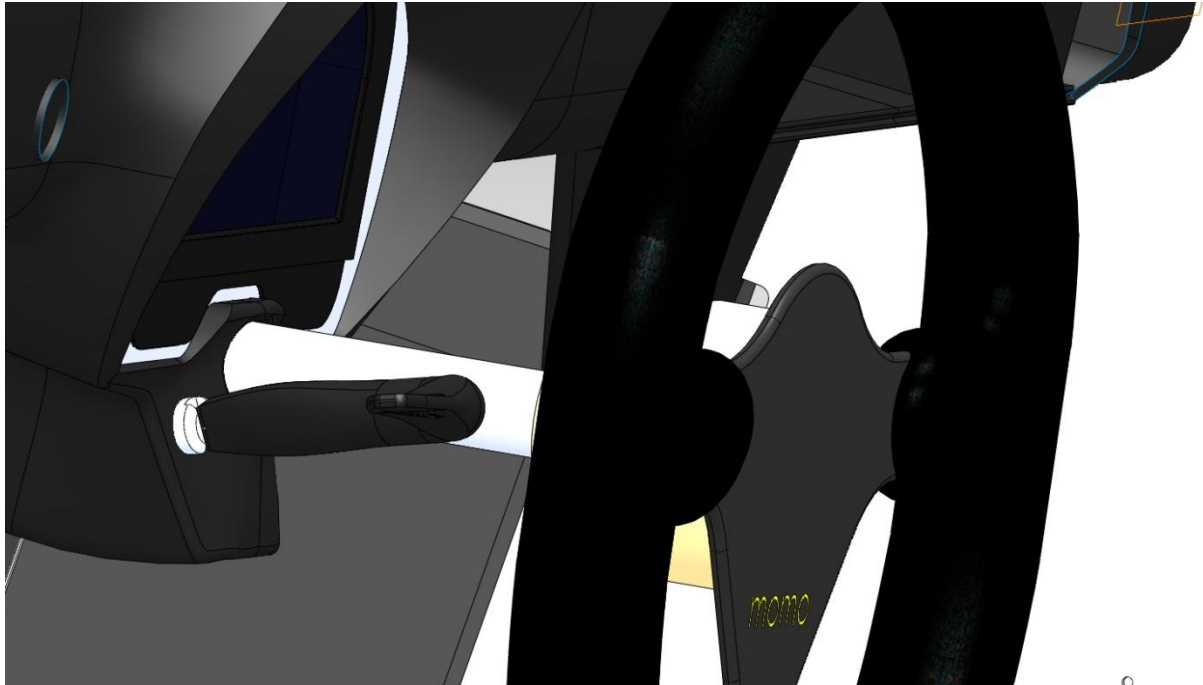
FIGUUR 10-18

In de ruststand zou de schakelaar op hoogte van de middelvinger moeten zitten, normaliter wordt met deze vinger de schakelaar bediend. Zoals figuur 10-19 laat zien, zit de middelvinger bij een normale handpositie (duim leunt op de horizontale spaak) naast de horizontale spaak. Figuur 10-20 laat zien hoe deze positie gehandhaafd wordt. Daarnaast is ook de afstand tot het stuur belangrijk. Zo zal de schakelaar niet in de weg mogen zitten tijdens het sturen, maar hij moet wel door bestuurders met korte vingers bediend kunnen worden. De maximale handdikte van de doelgroep was al uitgezocht in het vooronderzoek; 38mm. Over de minimale lengte van de middelvinger was helaas geen data beschikbaar, niet van de doelgroep 'Nederlandse mannen van 20 tot 60 jaar'. Waar wel data over beschikbaar was, de lengte van de middelvinger van Nederlandse jongens van 12 tot 13 jaar. Bij 95% van deze jongens is deze lengte langer dan 63mm. Gezien de middelvingers van de doelgroep niet kleiner zullen zijn dan die van jongens van 12 tot 13 jaar, kan deze afmeting best als minimum worden genomen.



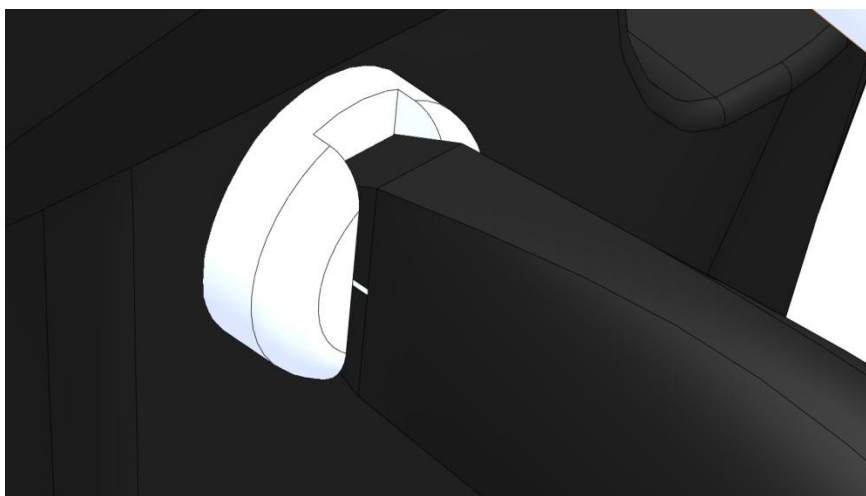
FIGUUR 10-19

Deze afmeting is gemeten tot het topje van de middelvinger. Gezien je de schakelaar niet met je vingertoppen zal bedienen, lijkt een maximale afstand van 45mm geschikt. De schakelaar zal dus tussen de 38 en 45mm van het stuur af moeten liggen.



FIGUUR 10-20 POSITIONERING SCHAKELAAR, VAN ZIJKANT GEZIEN

Een probleem dat opdook tijdens het ontwerpen van de hendel ontstond toen de schakelaar in bezit was. De staaf van de schakelaar bleek rond zijn as te kunnen draaien, en dus zou bij de bediening de hendel rond zijn as gaan draaien, in plaats van verticaal op en neer te bewegen. Met een kleine aanpassing in het ontwerp werd dit verholpen, te zien in figuur 10-21. Het omhulsel wordt als het ware doorgetrokken tot in de bewegingssleuf van de schakelaar. Het contactoppervlak wat de draaiing moet voorkomen is niet erg groot, maar met 16mm^2 wel groot genoeg. Om te verifiëren of deze oplossing ook daadwerkelijk zou werken, werd het omhulsel 3D-geprint en getest. Figuur 10-22 toont het proof-of-concept. Uit de praktijk blijkt dat, zolang het omhulsel van een hard en slijtvast materiaal gemaakt wordt, deze oplossing prima werkt.



FIGUUR 10-21 OPLOSSING VOORKOMEN VAN DRAAIEN OM DE EIGEN AS



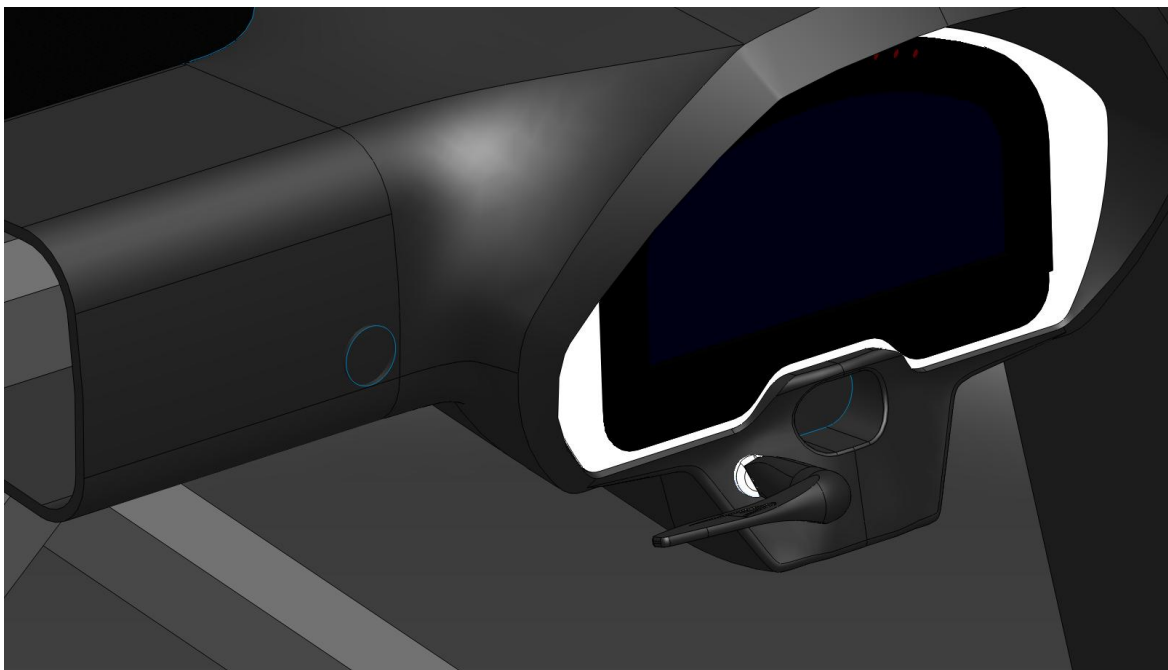
FIGUUR 10-22 PROOF OF CONCEPT

10.2.2 CONTACTSLOT

Het tweede bedieningselement wat in het cockpit gedeelte gepositioneerd is, is het contactslot. Voor het contactslot is een simpele oplossing gekozen, voornamelijk doordat deze eenvoudig universeel aan te sluiten is op het elektronische circuit. Daarnaast kan hij eigenlijk overal eenvoudig gemonteerd worden. In het uiteindelijke ontwerp is hij links naast het stuur geplaatst, maar mocht hij om welke reden dan ook van plaats veranderd moeten worden, dan is dat zo geregeld. Er hoeft alleen een gat geboord te worden van 19mm, en het contactslot kan er eenvoudig in gedraaid worden.



FIGUUR 10-23 CONTACTSLOT



FIGUUR 10-24 POSITIONERING CONTACTSLOT

10.2.3 TUIMELSCHAKELAARS

Uit het programma van eisen volgt dat het dashboard de volgende bedieningselementen moet bevatten:

- Remdruk
- Ontwaseming
- Richtingaanwijzer
- Claxon
- Dimlicht
- Groot licht
- Mistlampen voor en achter
- Alarmlicht
- Ruitensproeier
- Ruitenwissers

Tevens bleek uit het concurrentie onderzoek een grote voorkeur voor tuimelschakelaars. Deze dragen bij aan een racy uitstraling, en passen goed bij het imago van Saker: niet overdreven fancy, puur, functioneel en effectief. Bovendien worden de tuimelschakelaars ook in het huidige dashboard gebruikt, en zijn dus al op voorraad. Van bovenstaande lijst van bedieningselementen is de richtingaanwijzer functie al voorzien van een bedieningselement, en de remdruk regelen is niet mogelijk met een tuimelschakelaar. De overige functies kunnen vervuld worden met de volgende schakelaars:

- 1 schakelaar on-off: Ontwaseming
- 1 terugverende schakelaar on-off: Claxon
- 1 schakelaar on-off: Dimlicht
- 1 schakelaar on-off: Groot licht
- 1 schakelaar on-off: Mistlampen voor
- 1 schakelaar on-off: Mistlampen achter
- 1 schakelaar on-off: Alarmlicht
- 1 schakelaar on1-off-on2: Ruitenwisser snelheid 1 en 2
- 1 terugverende schakelaar: Ruitensproeier

Een totaal van 9 tuimelschakelaars. Tussen de schakelaars zouden, vanwege de veiligheid, tussenschotjes geplaatst moeten worden. De minimale afronding binnen het interieur is een radius van 2,5mm. De schotjes zullen dus minimaal 5mm dik moeten worden. De vorm (in zij aanzicht) van de tussenschotjes is afgeleid van de vorm van het profiel van het dashboard. Figuur 10-25 toont het eerste concept hiervan. De indeling van horizontale rijen van drie is zo gekozen zodat het middenconsole beneden nog fatsoenlijk aan kan sluiten op de middentunnel. De middentunnel is op deze positie ongeveer 65mm breed. Wanneer er rijen van vier schakelaars gemaakt zouden worden, zou de middenconsole naar boven toe erg breed uit moeten lopen. De vier schakelaars inclusief schotjes zouden dan al ongeveer 95mm breed zijn, de extra breedte van de middenconsole zelf is dan nog niet eens meegerekend. Bovendien, een brede middenconsole is niet wenselijk, gezien de loodrecht geëxtrudeerde profielen van de cockpit en fusebar dan ook langer moeten zijn, en er dan minder vormvrijheid voor deze twee onderdelen over blijft. Bij drie schakelaars is de breedte van de schakelaars met tussenschotjes ongeveer 70mm. Mogelijke indelingen zijn dan in rijen van 3-3-3, 3-2-2-2, of misschien zelfs 2-2-2-2-1.



FIGUUR 10-25 EERSTE CONCEPT TUIMELSCHAKELAARS MET TUSSENSCHOTJES

Een ander punt wat invloed heeft op de indeling is de beschikbare ruimte. De ruimte voor de versnellingspook, dient zo groot mogelijk te zijn, gezien er flink aan de pook getrokken en geduwd wordt. De bestuurder wil zich hierbij niet bezeren door met zijn hand tegen knoppen aan te komen tijdens het bedienen van de schakelpook. Hier is enige bewegingsruimte wenselijk. De grootste schakelpook, die van de sequentiële versnellingsbak, is 162mm hoog (vanaf de middentunnel gemeten). Dit betekent dus dat er bij voorkeur in de onderste 162mm van de middenconsole geen knoppen worden geplaatst. Figuur 10-26 laat zien hoeveel ruimte er dan nog over blijft, het rood gemarkeerde gebied kan niet gebruikt worden om schakelaars te plaatsen. De pook in figuur 10-26 is overigens die van de handbak, deze is kleiner dan de pook van de sequentiële versnellingsbak.



FIGUUR 10-26 ONBRUIKBAAR GEBIED VOOR SCHAKELAARS MET ROOD GEMARKEERD

Wanneer we er van uit gaan dat de middenconsole bij de middentunnel begint en over de cockpit en fusebar heen zal lopen, zal de hoogte van de middenconsole ongeveer 380mm bedragen. Hier gaat dan 162mm van af voor de benodigde ruimte vóór de pook. De middenconsole zal bovenaan afgerond worden, zodat hij netjes over het profiel heen loopt. Voor deze afronding is ook nog op zijn minst ongeveer 20mm aan hoogte benodigd. Zo blijft er maximaal 198mm aan hoogte over voor de schakelaars en remdruk-knop. Het plaatje waarmee de remdruk-knop aan een oppervlakte gemonteerd wordt is 50mm hoog, zo blijft er 148mm over voor de tuimelschakelaars.



FIGUUR 10-27 APEM 600H SERIES

De tuimelschakelaars die momenteel gebruikt worden zijn die uit de 600H series, van het merk APEM (figuur 10-27). Deze zijn voornamelijk geschikt vanwege de hoge ampèreage (30A bij 250V). De schakelaars zullen verticaal geplaatst worden, want normaliter schakel je aan en uit in verticale richting. De hoogte van de behuizing achter het montage paneel is 30mm. Wanneer er gekozen zou worden voor een 2-2-2-2-1 opstelling zou er dus minimaal 150mm benodigd zijn voor de tuimelschakelaars, dit zal niet passen. De 3-2-2-2 opstelling zal minimaal 120mm nodig hebben, de 3-3-3 opstelling minimaal 90mm.

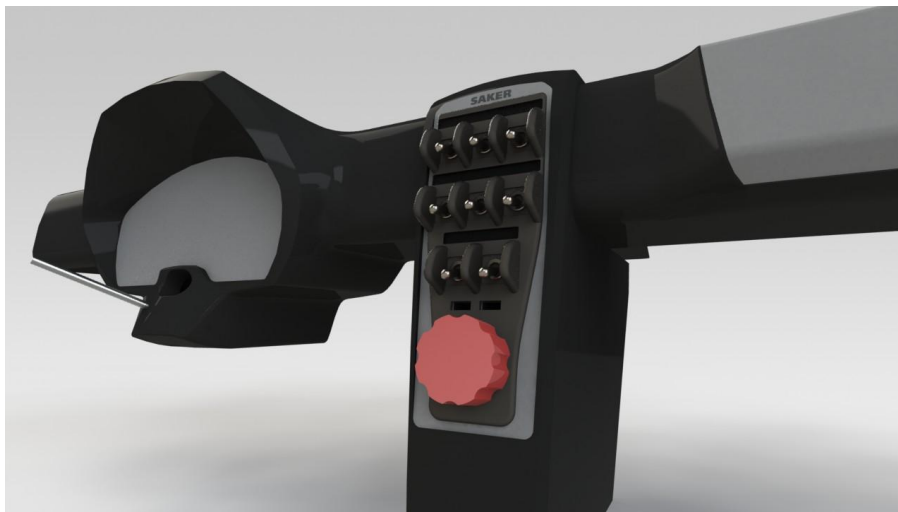
Zoals uit de eisen bleek, moest er ook nog een plekje worden bedacht voor indicatielampjes en voor twee USB-poorten, waarmee de ECU en AIM aan een laptop aangesloten kunnen worden. Om hier ook wat meer ruimte voor te bieden is er gekozen voor een 3-3-3 opstelling van de schakelaars. Later meer hier over.



FIGUUR 10-28 HUIDIGE REMDRUK-KNOP

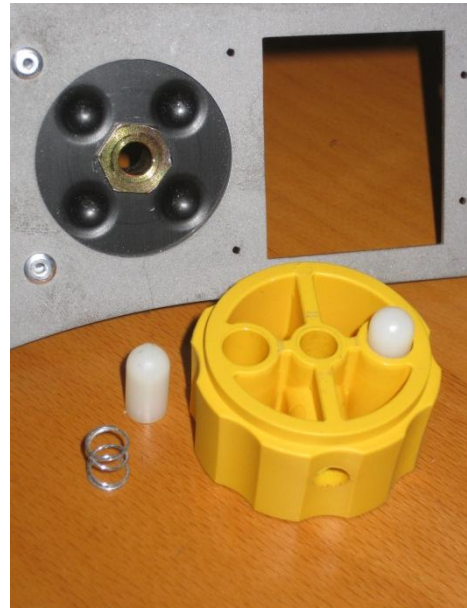
10.2.4 REMDRUK-KNOP

De remdruk-knop past in zijn huidige verschijning niet echt in het nieuwe interieur. De huidige knop is te zien in figuur 10-28, hoe dit in het nieuwe interieur zal staan is weergegeven in figuur 10-29. Tijdens het maken van deze renders was er nog uit gegaan van acht benodigde tuimelschakelaars, wat er later negen zijn geworden.

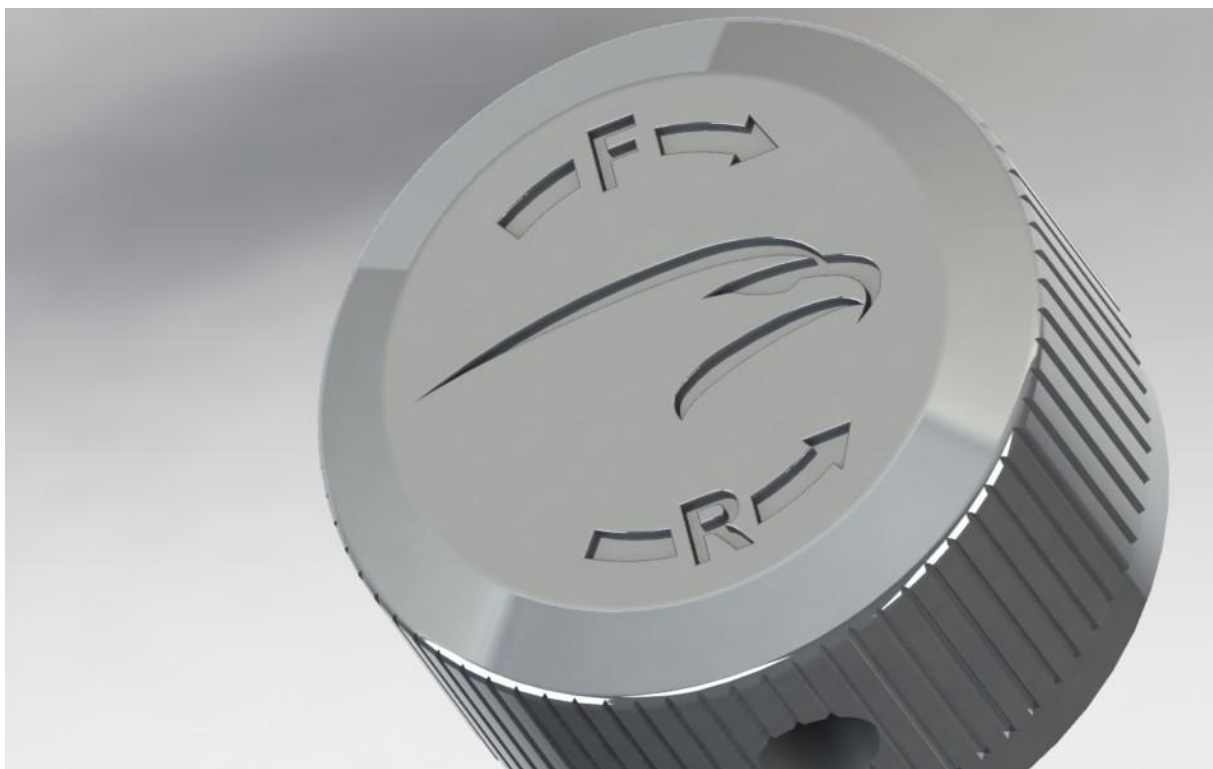


FIGUUR 10-29 HUIDIGE REMDRUK-KNOP IN NIEUW INTERIEUR

In overleg met de opdrachtgever is besloten om een nieuwe remdruk knop te ontwerpen, die beter bij de uitstraling van het nieuwe interieur zou passen. Deze nieuwe knop zou echter wel op dezelfde manier moeten werken als de huidige. De knop is in een aantal standen te draaien, hij blijft in deze standen staan doordat een kunststof onderdeelje, wit in figuur 10-30, in de kuiltjes van het onderliggende plaatje glijden. Deze witte onderdeeljes liggen los in de knop, met daaronder een veertje die zorgt dat de knop in die stand blijft. Het systeem voor de nieuwe knop zal identiek moeten werken. Dit betekent dat de gaten aan de onderzijde op dezelfde plek moeten zitten, en even groot moeten zijn. De minimale buitendiameter van de knop is dan 42mm, en de minimale diepte 22mm. In het nieuwe ontwerp is getracht deze afmetingen zo klein mogelijk te houden, omdat de knop anders nogal overdadig aanwezig is. Figuur 10-31 toont het uiteindelijke ontwerp van de knop. De minimale diameter is aangehouden, daarbij zijn er smalle gleufjes toegevoegd voor meer grip. De voorkant is voorzien van een afschuining, een dergelijke afschuining is ook terug te vinden aan de voorkant van de rand van de cockpit. Vanwege de nogal forse omvang van de knop, zal deze een groter deel van de aandacht naar zich toe trekken dan bijvoorbeeld de tuimelschakelaars. Dit maakt de knop een geschikte plek om het logo weer te geven. De F en R op de voorzijde zijn instructies over de draairichting. Hiermee kan de bestuurder de remdruk naar front (F) of rear (R) verleggen.



FIGUUR 10-30 HUIDIGE REMDRUK-KNOP, EN HOE DEZE WERKT



FIGUUR 10-31 UITEINDELIJKE ONTWERP REMDRUK-KNOP

10.2.5 USB-POORTEN

De opdrachtgever had gevraagd of er ook USB-poorten in het dashboard geïntegreerd konden worden. De AIM en ECU worden regelmatig met een PC verbonden, en nu liggen deze kabels vaak los in de auto.



FIGUUR 10-32 ECU EN DE STEKKER VOOR VERBINDING MET EEN PC

Figuur 10-32 toont links de ECU, deze is achter de rugleuning van de bijrijdersstoel gemonteerd. Rechts in figuur 10-32, de stekker die momenteel wordt gebruikt om de ECU op de PC aan te sluiten. Het is een seriële data-kabel, bekend als de RS232 DB9. De 9-pins interface werd vroeger veel gebruikt voor het aansluiten van randapparatuur met de computer. Tegenwoordig hoort deze aansluiting niet meer tot de standaarduitrusting van PC's; nagenoeg alle randapparatuur wordt nu aangesloten via USB. Op internet zijn vele verloopstekkers te vinden zoals die in figuur 10-33, deze zetten de RS232 interface om in een USB interface.



FIGUUR 10-33 RS232 DB9 NAAR USB VERLOOPSTEKKER (EBAY.NL)

Figuur 10-34 toont de stekkers die gebruikt worden om de AIM aan te sluiten. Het kleine stekkertje loopt uit in een USB male stekker, en kan dus rechtstreeks aangesloten worden op een PC.

Nu hebben we dus twee USB male stekkers, één van de AIM en één van de ECU. Het probleem is dat we eigenlijk USB poorten willen hebben, oftewel de USB female aansluiting. Zogenaamde panel-mounted female stekkers, getoond in figuur 10-35, zijn te vinden op internet. Deze panel-mounted stekker zal dus gemonteerd worden aan de binnenzijde van de middenconsole. Nadelig is dat deze altijd verlopen naar USB male stekkers.



FIGUUR 10-34 AANSLUITINGEN VAN DE AIM



FIGUUR 10-35 PANEL-MOUNTED FEMALE NAAR MALE USB

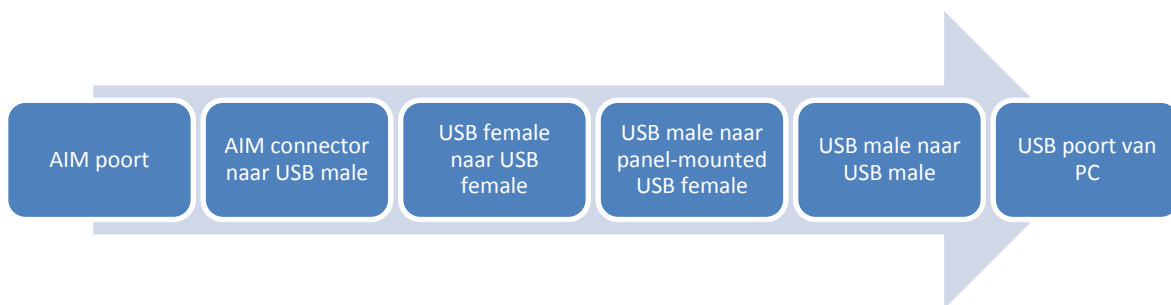
Om deze te kunnen verbinden met de USB male aansluitingen van de AIM en ECU is er nog een verbindingsonderdeel nodig, een USB female naar female connector. Ook deze, getoond in figuur 10-36, zijn veelvoudig verkrijgbaar. In dit geval zijn hier dus twee van nodig.

Ten slotte, om de rij compleet te maken, heeft de gebruiker nog een USB male naar male kabel nodig om de PC met de USB female poorten in de middenconsole te verbinden.

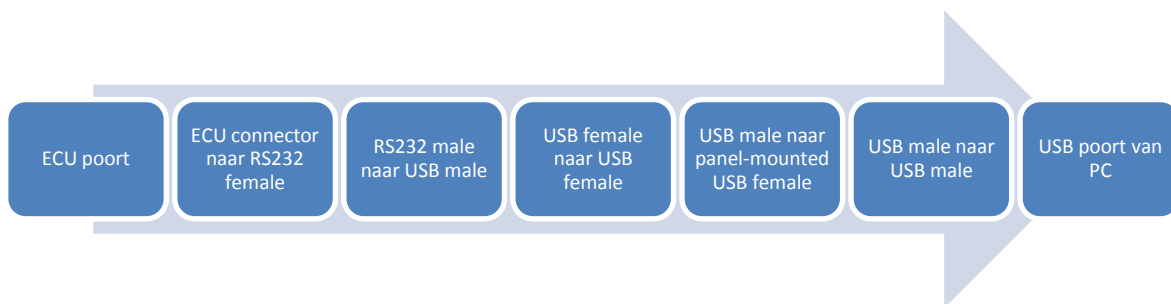


FIGUUR 10-36 USB FEMALE NAAR FEMALE CONNECTOR (EBAY.NL)

De complete schakeling zal er als volgt uit zien:



FIGUUR 10-37 CONNECTIE AIM MET PC

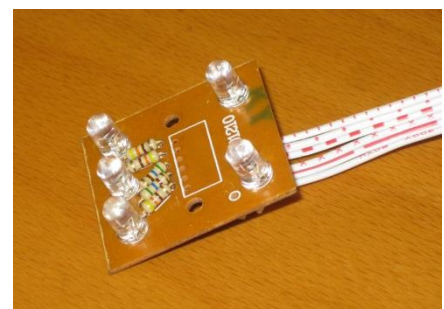


FIGUUR 10-38 CONNECTIE ECU MET PC

De oplossing lijkt omslachtig, maar op deze manier is het niet meer nodig om onderdelen te demonteren, of stekkers te zoeken, alvorens de PC verbonden kan worden met de ECU of AIM. Ook liggen er geen losse kabels meer, wat een stuk netter en verzorgder oogt. Veel extra onderdelen betekent vaak veel extra kosten, maar in dit geval zijn de onderdelen voordelig verkrijgbaar. Hierover later meer.

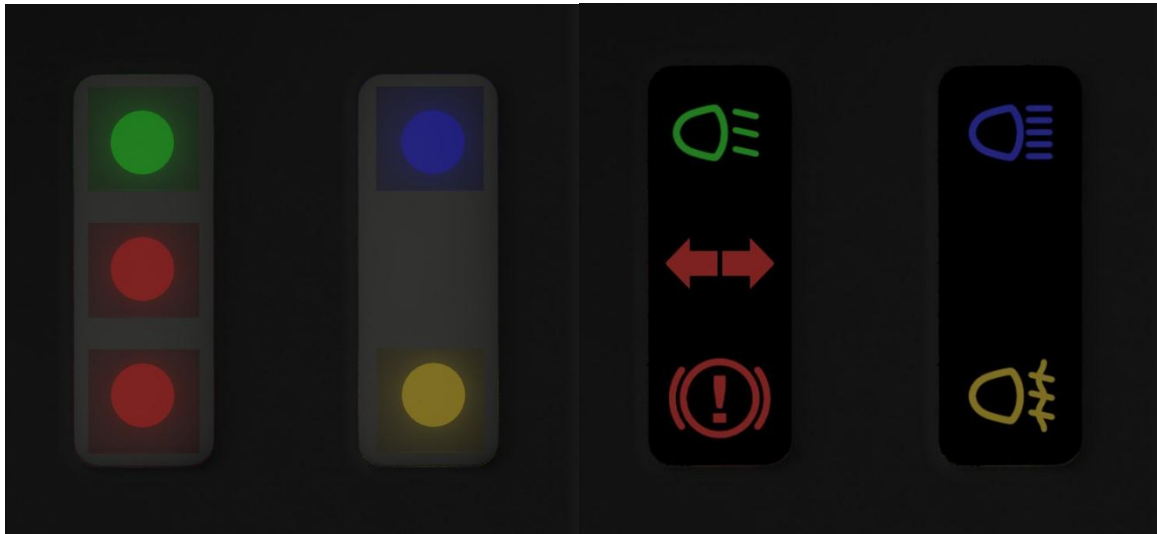
10.2.6 INDICATIELAMPJES

In eerste instantie was er ruimte in de cockpit overgelaten voor indicatielampjes, naast de AIM of tussen de klokken. Echter is er uiteindelijk, hoofdzakelijk vanwege de prijs, gekozen voor een andere oplossing. Saker beschikte namelijk al over printplaatjes met ledjes en weerstandjes, zoals weergegeven in figuur 10-39. Door de component succesvol te integreren in het nieuwe ontwerp, kunnen er kosten bespaard worden. Veiligheidseisen schrijven voor dat de indicatielampjes vanuit de bestuurderspositie zichtbaar moeten zijn, en enkele keuringsdiensten stellen ook verplichte kleuren en icoontjes vast. Door de afmetingen van het printplaatje (35x32mm) zou deze niet



FIGUUR 10-39 PRINTPLAATJE MET LEDJES EN WEERSTANDJES

in de cockpit passen. Doordat er tussen de middenconsole en de gebruiker al veel interactie aanwezig was leek de plaatsing van de indicatielampjes in de middenconsole een goed alternatief. Er diende nog wel een oplossing bedacht te worden om de ledjes om te zetten in verlichte icoontjes. Figuur 10-40 toont hoe dit is gedaan.



FIGUUR 10-40 INDICATIELAMPJES

De ledjes liggen achter een grijs getint plaatje acrylaat, die het licht ietwat diffuus doorlaat. Dit plaatje acrylaat wordt vervolgens beplakt met een transparante sheet. Op deze sheet zijn met een laserprinter de icoontjes geprint. Eigenlijk blijven de icoontjes transparant, en is de rest zwart geprint. Wanneer een enkele sheet meerdere malen met een laserprinter wordt bedrukt zal deze nauwelijks nog licht doorlaten. Zo worden alleen de icoontjes verlicht, en blijft de rest donker. Wanneer de ledjes niet branden, zal je door het getinte acrylaat de ledjes nauwelijks zien zitten.

Om verstrooiing van het licht tegen te gaan dient het printplaatje uitgerust te worden met een raster. Dit raster voorkomt dat wanneer één van de twee naast of onder elkaar gelegen ledjes gaat branden, het andere icoontje lijkt te branden door verstrooiing van het licht. Dit onderdeel zal in hoofdstuk 10.2.7 meerdere malen in beeld komen.

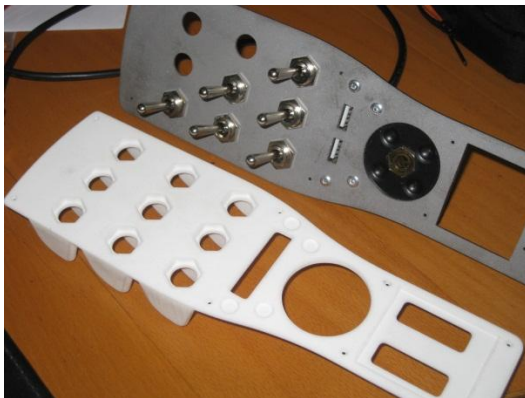
10.2.7 UITEINDELIJKE INDELING BEDIENINGSPANEEL

Nu alle componenten en hun omvang bekend waren dienden ze nog in een logische en passende compositie samengevoegd te worden.

Eerst een uitleg over de algemene opbouw van het complete bedieningspaneel. Figuur 10-41 toont hoe het er uiteindelijk uit zal zien. In de middenconsole ligt een paneel, die van hetzelfde materiaal gemaakt wordt als het paneel van de AIM/klokken. Op dit paneel zullen alle componenten bevestigd worden. Hier overheen komt vervolgens een extra body, deze zal onder andere de tussenschotjes van de tuimelschakelaars bevatten, maar ook de bevestigingselementen aan het oog onttrekken. Figuur 10-42 laat zien hoe dit er in de praktijk uit ziet.



FIGUUR 10-41 BEDIENINGSPANEEL MIDDENCONSOLE



FIGUUR 10-42 IN PRAKTIJK

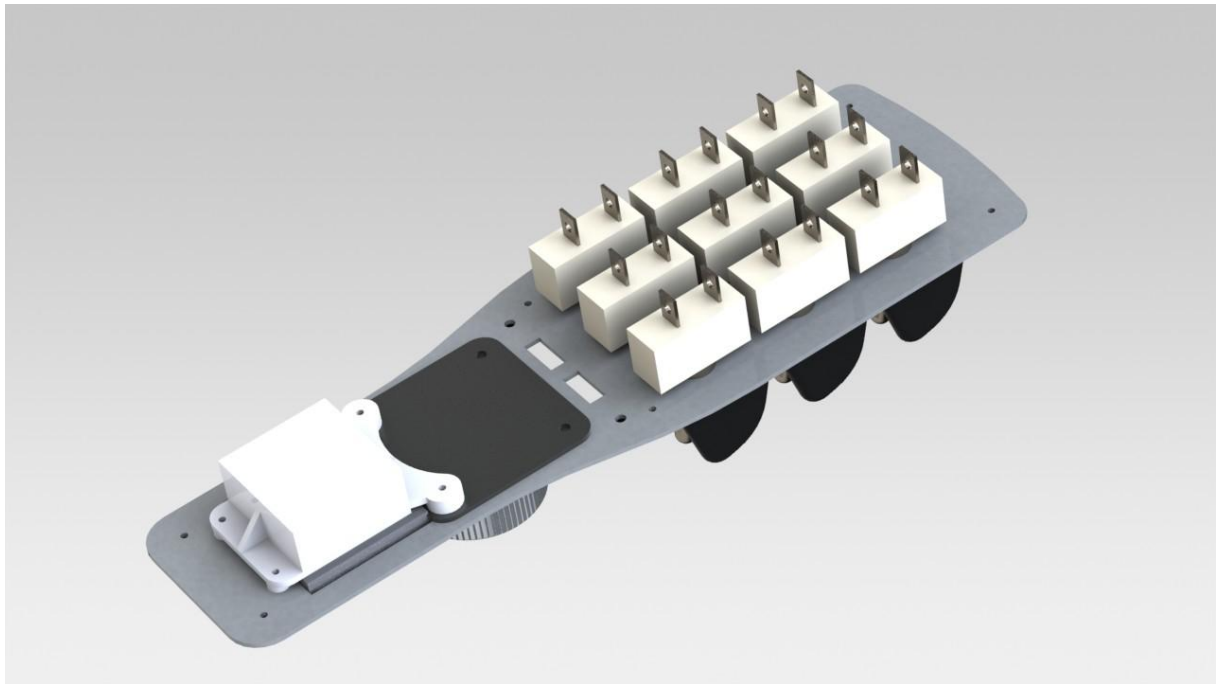
In figuur 10-42 is het niet heel goed te zien, maar in de achterzijde van de bovenste body zijn ruimtes vrij gelaten voor de bevestigings onderdelen van de verschillende componenten. Hierdoor valt de body perfect over de elementen heen.

De reden dat gekozen is voor deze oplossing, is dat het paneel nu eenvoudig te monteren en te vervangen is. Alle bedieningselementen kunnen buiten de auto op worden gemonteerd, waarna vervolgens het complete paneel in de auto te plaatsen is. Ook kunnen kapotte onderdelen vervangen worden, zonder dat hiervoor het complete dashboard verwijderd hoeft te worden. Ten slotte biedt het ook de mogelijkheid tot eenvoudige aanpassing van het paneel. Zo kunnen verschillende versies worden gemaakt, zowel voor op het circuit als voor op de openbare weg. Immers, zoals uit het vooronderzoek bleek, zijn op het circuit niet alle bedieningselementen benodigd die in de straatversie wel verplicht zijn. Later zal blijken dat ook de bovenste body eenvoudig aan te passen is, dit wordt behandeld in het hoofdstuk over materiaalkeuze en productie.

De reden dat gekozen is voor deze indeling (tuimelschakelaars boven, dan USB, dan remdruk, dan indicatielampjes) is vrij simpel. De componenten die de meeste breedte nodig hebben zitten bovenin, dat zijn de tuimelschakelaars en de USB poorten. De remdruk-knop zit boven de indicatielampjes zodat genoeg ruimte vrij blijft tussen de middenconsole en de sequentiële pook (deze pook komt ongeveer ter hoogte van het

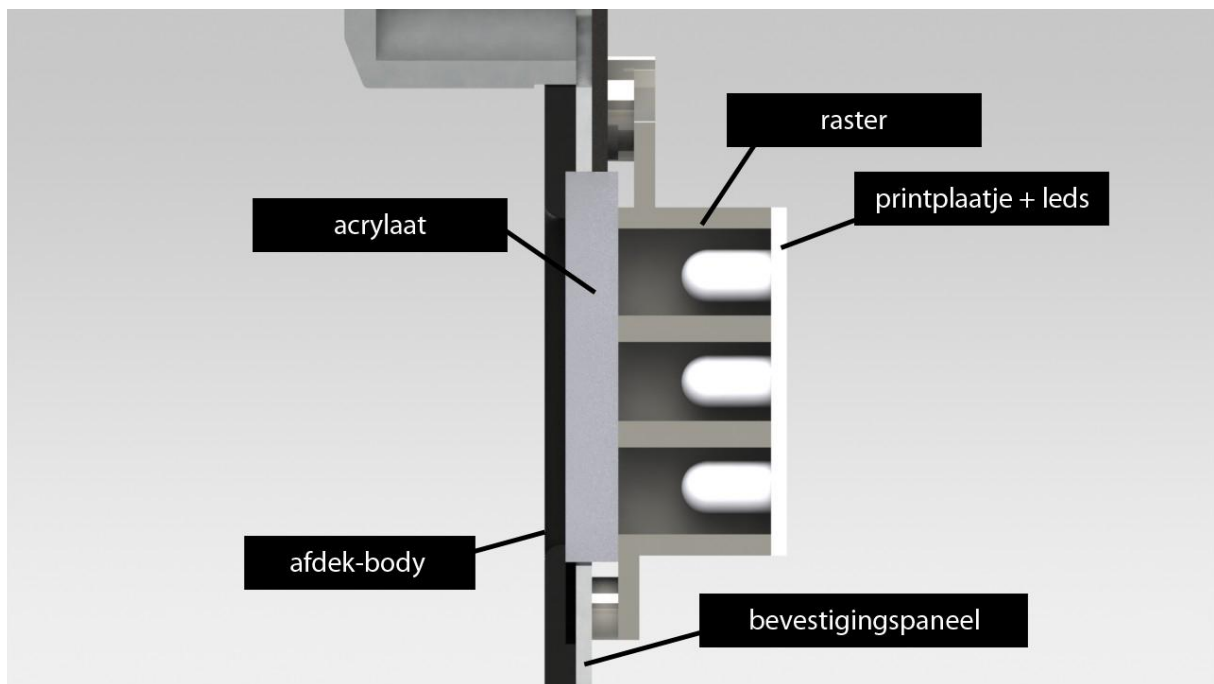
middelste ledje). De reden dat de breedste componenten boven zitten, is dat de middenconsole naar boven toe breder uit zal lopen.

Figuur 11-43 toont de achterzijde, waarop de bevestigingswijze van de componenten nogmaals is te zien.



FIGUUR 10-43 ACHTERZIJDE BEDIENINGSPANEEL

Ter verduidelijking zoomen we nog even in op het indicatielampjes-gebied. Figuur 10-44 toont een doorsnede van dit gebied. Het raster is zó vormgegeven dat deze tevens eenvoudig bevestigd kan worden.



FIGUUR 10-44 DOORSNEDE INDICATIELAMPJES-GEDEELTE

Uiteindelijk zullen er 8 inbusboutjes zichtbaar zijn aan de voorzijde van het bedieningspaneel. Op deze punten met rood omcirkeld in figuur 10-45, wordt het paneel ook aan de middenconsole bevestigd.



FIGUUR 10-45 BEVESTIGINGSPUNTEN PANEEL MET MIDDENCONSOLE

10.2.8 FUNCTIETOEWIJZING TUIMELSCHAKELAARS EN INDICATIELAMPJES

Met een tuimelschakelaar indeling van 3 rijen en 3 kolommen is natuurlijk nog niet gezegd hoe de functies verdeeld zijn over de schakelaars. De interne projectbegeleider gaf aan dat het wellicht handig was deze functies logisch overeen te laten komen met de indeling van de ledjes. Dit is natuurlijk al in acht genomen bij het ontwerpen van de indicatielampjes, maar om in het verslag niet alles door elkaar te laten lopen wordt hier nu een apart hoofdstuk aan besteed.

Bij het verdelen van de functies zijn de volgende punten van belang:

- Het printplaatje kent een vaste indeling van de ledjes, het printplaatje zelf kan natuurlijk wel in 4 standen verdraaid worden. Dit betekent natuurlijk ook dat de verschillende kleuren van de ledjes in een vast patroon liggen.
- Sommige keuringsdiensten stellen verplichte kleuren indicatielampjes voor bepaalde functies.
- Ergonomisch is het voordelig wanneer de meest gebruikte functies het makkelijkst toegankelijk zijn voor de bestuurder.
- Gelijksortige functies bij elkaar plaatsen (dimlicht bij groot licht, ruitenwisser bij ruitensproeier, etc.)

De verplichte kleuren van de indicatielampjes zijn als volgt (geldt niet voor alle keuringsdiensten):

- Dimlicht: groen
- Groot licht: blauw
- Alarmlicht/richtingaanwijzers: rood (alarmlicht verplicht rood, richtingaanwijzer maakt niet uit)
- Remsysteem: rood
- Mist achterlicht: oranje

De indeling van de ledjes op het printplaatje is weergegeven in tabel 10-1.

TABEL 10-1 INDELING LEDJES OP HET PRINTPLAATJE

groen		blauw
rood		
groen		oranje

Het eerste probleem moge duidelijk zijn, er is een groen lampje te veel en een rood lampje te weinig. Een van de groene ledjes zal dus in ieder geval moeten worden vervangen door een rode.

TABEL 10-2 VERDELING FUNCTIES TEN OPZICHTE VAN LEDJES

schakelaars		
claxon	dimlicht	groot licht
alarmlicht	ruitenwisser	ruitensproeier
Ontwaseming	mist voor	mist achter
indicatielampjes		
dimlicht		groot licht
alarmlicht		
remsysteem		mist achter

Tabel 10-2 toont de uiteindelijk gekozen indeling. Deze is het meest logisch omdat de indicatielampjes van het dimlicht en grote licht naast elkaar zitten, net als de tuimelschakelaars. De reden dat de schakelaar voor het dimlicht niet linksboven is geplaatst is dat de twee schakelaars voor het licht nu direct naast elkaar zitten, net als die van de mistlampen, en dat de claxon vaak vluchtig bediend zal worden. Het is dan handig wanneer de schakelaar voor de claxon dicht bij de bestuurder zit. Het lampje van het alarmlicht zit links, net als de schakelaar. De ruitenwisser en ruitensproeier zijn naast elkaar geplaatst. Het indicatielampje van het remsysteem zit links onderin, de schakelaar links onderin is van de ontwaseming. Voor de ontwaseming bestaan in geen enkele auto indicatielampjes, hier zal dus ook niet snel een link mee worden gelegd wanneer het lampje van het remsysteem gaat branden.

De functies zullen vervolgens in de afdek-body weergegeven worden. Figuur 10-46 geeft hiervan een voorbeeld met links bovenin het icoontje van de claxon. In eerste instantie zou dit met stickers gedaan worden, maar zoals later blijkt zal deze oplossing geen extra problemen opleveren in het productieproces, en is op deze manier goed duidelijk welke functie bij welke schakelaar hoort.



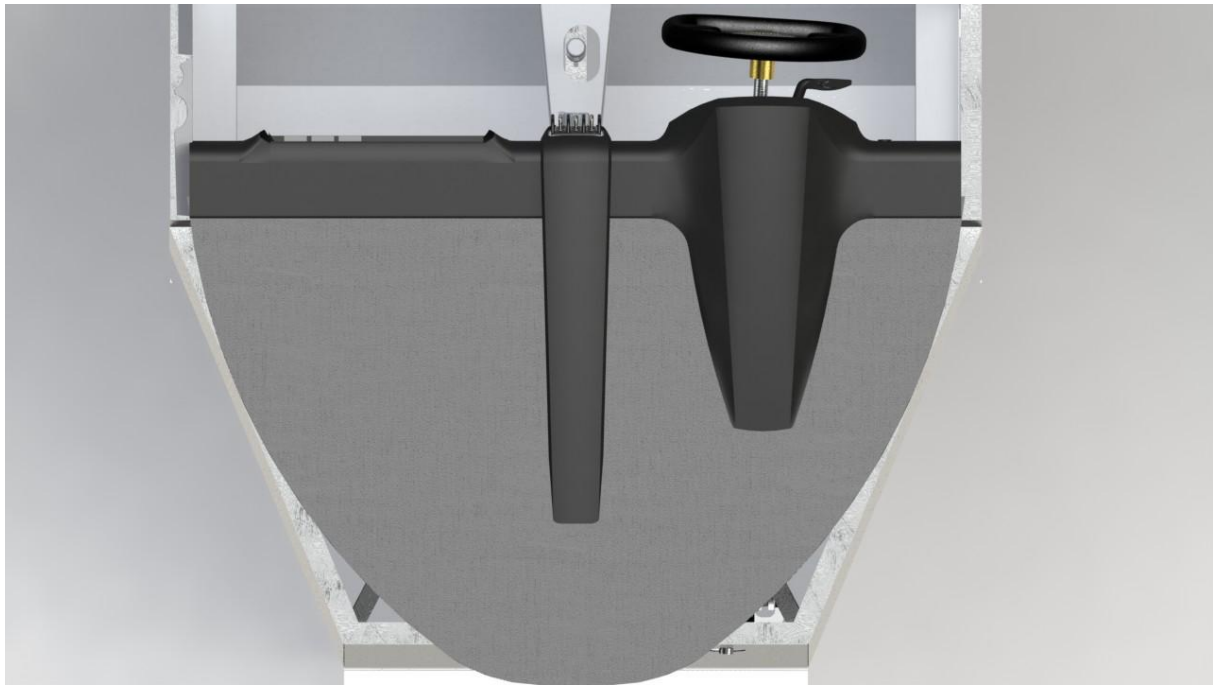
FIGUUR 10-46 VOORBEELD FUNCTIE ICOONTJES

10.2.9 MIDDENCONSOLE

Het ontwerpen van de middenconsole vond eigenlijk parallel plaats met het ontwerpen van het gehele bedieningspaneel. Logischerwijs heeft de vorm van het bedieningspaneel invloed op de vorm van de middenconsole, en andersom. Tijdens het ontwerpen van de cockpit werd besloten dat dat onderdeel het meest in het oog zou moeten springen. De middenconsole en fusebar zullen dus een vrij rustige uitstraling hebben, en niet teveel aandacht op zich vestigen. Figuur 10-47 toont het uiteindelijke ontwerp. Zoals in de concept schetsen al meerdere malen naar voren kwam, zal ook de middenconsole naar achter toe ver doorgetrokken worden. Dit benadrukt opnieuw het gevoel van snelheid. In figuur 10-48 wordt dit nogmaals weergegeven, nu in bovenaanzicht.



FIGUUR 10-47 MIDDENCONSOLE



FIGUUR 10-48 BOVENAANZICHT MIDDENCONSOLE IN INTERIEUR

De middenconsole loopt verder door dan de cockpit. Hierdoor wordt de vorm van de voorruit versterkt. Ook staat het geheel nu in een soort pijlvormige compositie, wat opnieuw de uitstraling van snelheid en dynamiek zal bevorderen.

Ook de middenconsole bevat aan de randen een afgeschuind vlak, welke ook al te vinden was in de voorste rand van de cockpit, en de remdruk-knop.

10.3 FUSEBAR

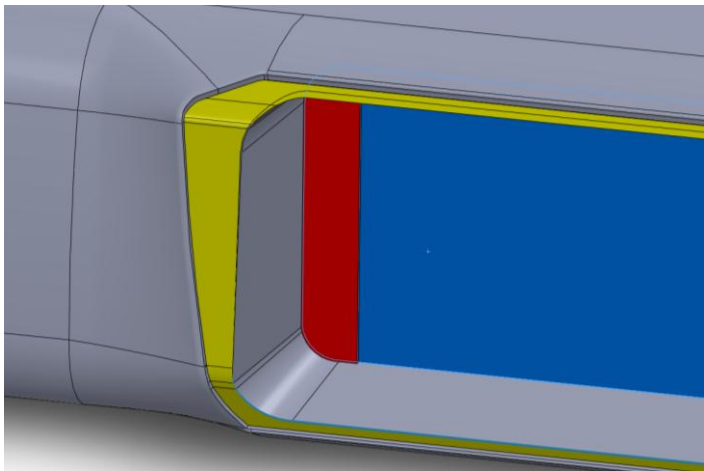
Het laatste onderdeel van het dashboard is de fusebar, het gedeelte wat bij een links gestuurde auto rechts naast de middenconsole zit. Dit onderdeel zal om en over het paneel met zekeringen en relais gebouwd worden. Uit het programma van eisen kwam naar voren dat dit paneel echter wel eenvoudig toegankelijk moet blijven; monteurs moeten eenvoudig een zekering of relais kunnen vervangen. Daarbij zou de fusebar ook niet teveel in het oog moeten springen, de cockpit blijft het belangrijkste.

De fusebar is ontworpen vanuit het CAD-model. De reden hiervoor is dat het met schetsen lastiger was in te schatten waar en hoe het zekeringen paneel geplaatst zit, en de vorm zou toch relatief eenvoudig blijven. De dimensionele eisen die gesteld werden aan de fusebar en volgen uit het programma van eisen, zijn als volgt:

- Minimale ruimte loodrecht voor zekering/relais paneel van minimaal 40mm, gezien het grootste relais er in moet passen
- Minimale ruimte loodrecht achter zekering/relais paneel van minimaal 15mm, gezien er ruimte nodig is voor de bedrading
- Zekering/relais paneel integreren in dashboard, bevestiging d.m.v. reeds aanwezige gaten in het paneel, dit betekent 24mm vrij houden naast het buitenste relais, of 26mm vrij houden naast de buitenste zekering

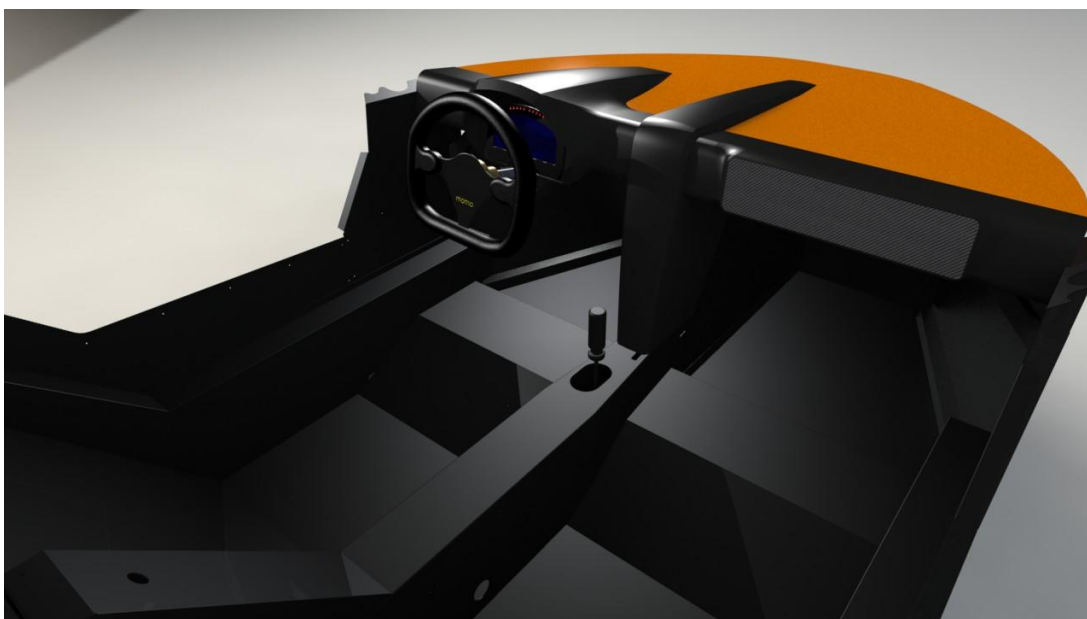
Dit betekent dat zowel het zekeringen-paneel als de afdekking hiervan aan het dashboard gemonteerd moeten worden, en het zekeringen-paneel minimaal 40mm achter de afdekking moet liggen.

Uiteindelijk is daar een passende oplossing voor gevonden, getoond in figuur 10-49. Het blauwe vlak is de voorkant van het zekeringen-paneel. Deze ligt 40mm dieper dan de voorkant van het dashboard. Het zekeringen-paneel wordt aan het dashboard gemonteerd aan het rode vlak. De afdekking komt over het gele vlak te liggen, en zal dus verzonken in het dashboard liggen. Dit vlak is groot genoeg om aan weerszijden een losneembare verbinding te maken. Dit kan bijvoorbeeld met een bout-moer verbinding, waarbij de moer tegen de achterzijde van het dashboard gelijk zit. Alle concepten zijn gebaseerd op dit principe van bevestigen. Met deze oplossing zijn geen extra onderdelen nodig die bijvoorbeeld het zekering paneel aan het frame of dashboard moeten bevestigen, dit kan rechtstreeks aan het dashboard.



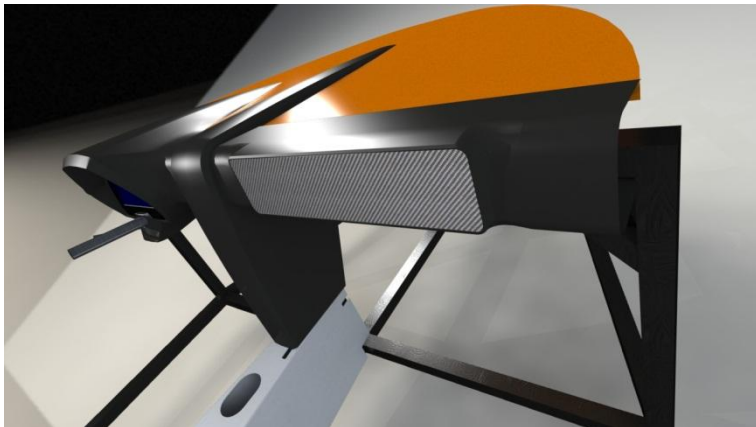
FIGUUR 10-49

Het eerste concept (figuur 10-50) was qua vorm zo simpel mogelijk; een rechthoek met afgeronde hoeken. Reden hiervoor was onder meer het materiaal van de afdekking. Voor meer eenheid in het dashboard zou het mooi zijn wanneer deze hetzelfde gekozen werd als die van het paneel in de cockpit, en het bevestigingspaneel in de middenconsole. Wanneer u terugkijkt naar figuur 10-27 ziet U deze materiaalovereenkomst van de drie onderdelen duidelijk in beeld. Gezien de twee vorige onderdelen plat zijn, en eenvoudig uit plaatmateriaal gesneden kunnen worden gesneden, leek het qua productie voordelig wanneer dit bij deze afdekking ook het geval zou zijn.



FIGUUR 10-50 EERSTE CONCEPT FUSEBAR

Echter wanneer we dit concept meer van de zijkant bekijken (figuur 10-51), zien we dat dit concept niet echt overeen komt met de vormtaal van de rest van het dashboard. Het is een relatief groot plat vlak, frontaal gepositioneerd. De rest van het dashboard is aan de voorzijde voornamelijk afgerond, of bevat de afgeschuinde randen waarover al vaker gesproken is in dit verslag. Problematisch bij deze afdekking van het zekeringen-paneel is dat het paneel een minimum hoogte heeft vanwege de hoogte van het zekeringen-paneel, en de lossing van het product (hier wordt later dieper op in gegaan). Het paneel zou in ieder geval minimaal twee keer de hoogte van een relais hoog moeten zijn, plus de tussenruimte tussen twee boven elkaar gelegen relais. Dit is vrij logisch, gezien de monteur anders het relais niet kan vervangen. Deze afstand van de bovenkant van het bovenste relais en de onderkant van het onderste relais is 65mm. Tel hierbij nog een aantal millimeter bij op aan de boven- en onderkant, want zoals figuur 10-49 toont (het gele randje) zal er ook boven en onder een randje vrij gelaten moeten worden zodat de afdekking netjes op het dashboard aansluit. Resultaat is een relatief groot vlak, ook al omdat het zekeringen paneel maar liefst 308 mm breed is.



FIGUUR 10-51 EERSTE CONCEPT FUSEBAR

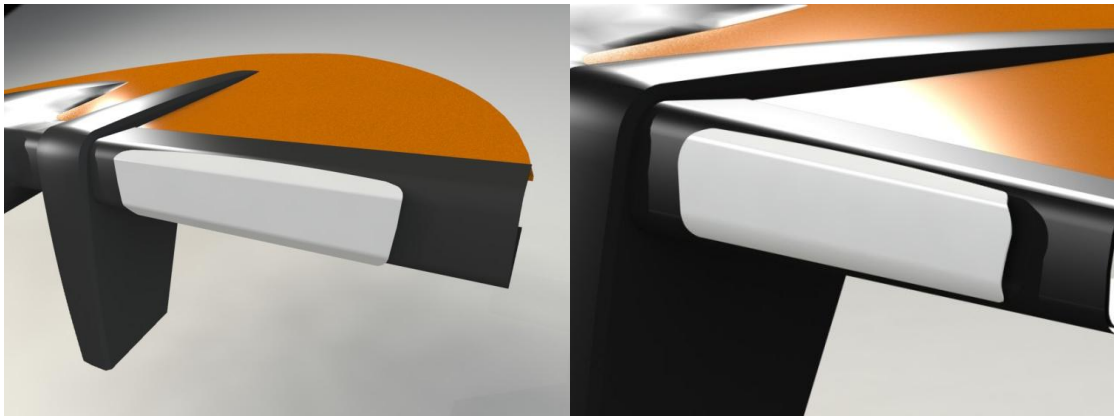
Uiteindelijk werd besloten dat een platte afdekking qua uitstraling niet de juiste oplossing is, al was het nog zo voordelig voor de productie. De volgende concepten werden ontworpen in combinatie met een afdekplaat die aan de boven en onderkant omgebogen is. Figuur 10-52 laat dit in zijaanzicht zien. De afdekplaat wordt gebogen bij de boven en onderkant van de twee relais, op deze manier wordt het frontale platte vlak zo klein mogelijk gehouden. Bovendien zijn het zekeringen-paneel en afdekplaat iets achterover gekanteld. Op deze manier komt de vorm van de afdekplaat beter overeen met die van het profiel van het dashboard, hierbij ligt de onderkant immers ook verder naar voren dan de bovenkant (goed te zien in figuur 10-5).

De omgebogen boven- en onderkant komen bovendien mooi overeen met de afgeschuinde randen van de cockpit, middenconsole, en remdruk-knop. Deze terugkerende vormtaal versterkt de eenheid van het dashboard.



FIGUUR 10-52 ZIJAANZICHT FUSEBAR MET AFDEKPLAAT

In vooraanzicht is geëxperimenteerd met verschillende vormen voor de afdekplaat. Figuur 10-53 laat verschillende concepten zien.

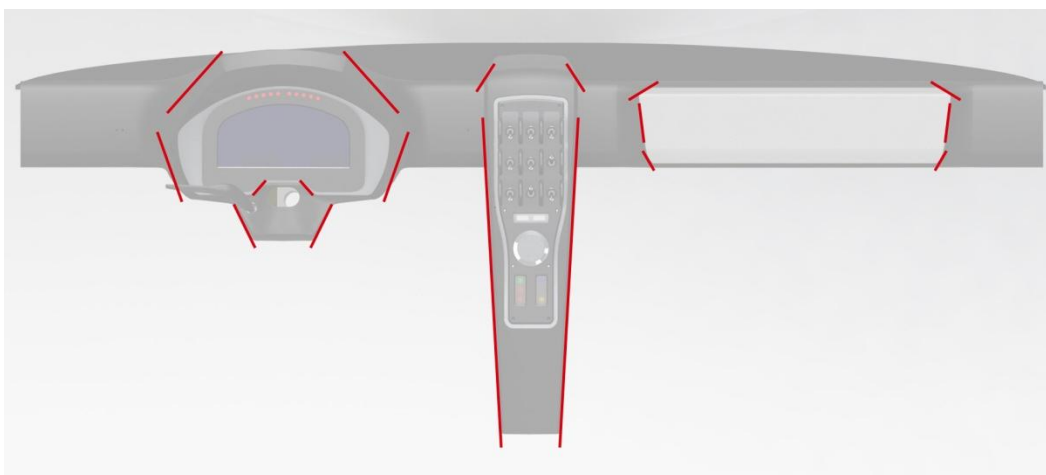


FIGUUR 10-53 CONCEPTEN AFDEKPLAAT

Het uiteindelijke ontwerp, in figuur 10-54, ontleent zijn vorm aan de meest sprekende lijnen in de rest van het dashboard. Hoe deze lijnen liggen is getoond in figuur 10-55.



FIGUUR 10-54 UITEINDELEIJKE ONTWERP FUSEBAR



FIGUUR 10-55 LIJNRICHTINGEN

Wanneer we de lijnen van de drie hoofdonderdelen bekijken zien we behoorlijk wat overeenkomsten. Zo bevatten alle drie de onderdelen een verticale lijn die naar boven toe in de breedte licht uitloopt. In de bovenzijden zitten voornamelijk lijnen die, wanneer doorgetrokken, drie pijlpunten zouden vormen. Dit soort diagonale lijnen brengen meer gevoel van snelheid in het ontwerp dan bijvoorbeeld een grote afronding. De meeste lijnen zijn nog wel licht gekromd. Met meer rechte lijnen en geometrische vormen kan er nog meer snelheid en agressie in een ontwerp worden gelegd, het interieur van de Lotus Elise concept (figuur 10-56) geeft dit aardig weer. De reden dat hier niet voor gekozen is, is dat het geheel op deze manier beter aansluit bij het exterieur. Hier wordt ook voornamelijk gebruik gemaakt van gekromde lijnen; er zijn op de achterzijde en sidepots nauwelijks geometrische vormen te vinden.



FIGUUR 10-56 INTERIEUR LOTUS ELISE CONCEPT



FIGUUR 10-57 AANSLUITING AFDEKPLAAT OP PROFIEL

De aansluiting naar de afdekplaat, in figuur 10-57 in detail te zien, is simpel en vloeiend gekozen. Hier zijn geen extra afschuiningen of andere extremere vormen in verwerkt. Hier zijn twee redenen voor, zoals gezegd zou het ontwerp van de fusebar rustig moeten ogen, zodat de cockpit meer opvalt. Ten tweede zou er anders nauwelijks meer profiel over blijven tussen de afdekplaat en de middenconsole. Zoals een stukje terug in figuur 10-46 vanaf boven goed zichtbaar is, blijft er door de breedte van de zekeringen maar weinig ruimte over tussen de zekeringen en de middenconsole. Het is mooier dat er ook aan deze kant van de middenconsole nog een stuk loodrecht geëxtrudeerd profiel zichtbaar is, dit is bij de cockpit-zijde ook geval. De reden dat dit mooier is, is dat er nu meer symmetrie aanwezig is en dat het niet lijkt alsof de middenconsole deels over de fusebar heen geschoven is, alsof de fusebar eigenlijk te groot/breed zou zijn.

10.4 BEVESTIGING

Het huidige dashboard wordt met popnagels aan de carrosserie van de auto bevestigd. Het is belangrijk dat deze verbinding los neembaar is, door het gebruik op het circuit wordt er nogal eens aan de auto gesleuteld. Het nieuwe dashboard zit aan de onderkant strak tegen het frame aan en kan hier dan ook eenvoudig met popnagels bevestigd worden. Figuur 10-58 toont de situatie.



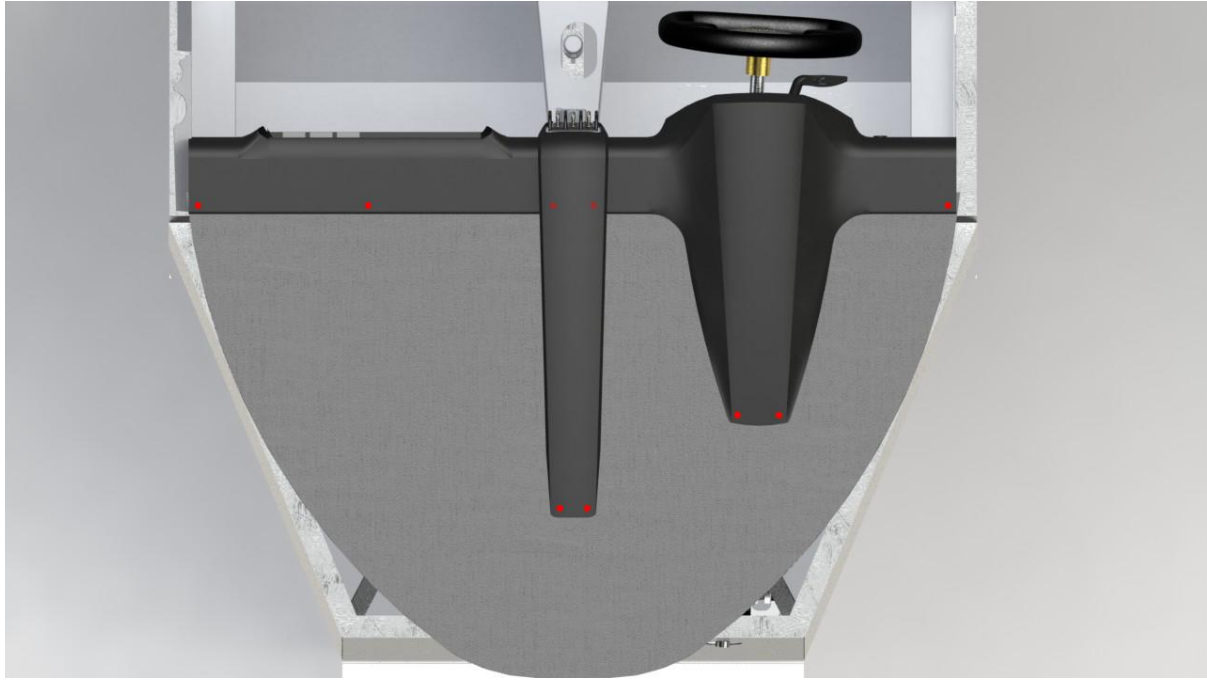
FIGUUR 10-58 DASHBOARD TEN OPZICHTE VAN CARROSSERIE

De bevestiging aan de bovenzijde is lastiger. Het huidige dashboard is hier ook met popnagels bevestigd, en vervolgens afgewerkt met stof (figuur 10-59). De cockpit en fusebar zullen in het midden, onder de middenconsole ook met popnagels vastgezet kunnen worden, dit is immers toch buiten beeld van de inzittenden. Alle bevestigingen die in het zicht zullen zijn zullen bestaan uit verzonken zwarte inbusboutjes, waarbij aan de onderzijde van de carrosserie de moertjes vast worden gelijmd, zodat deze niet meedraaien.



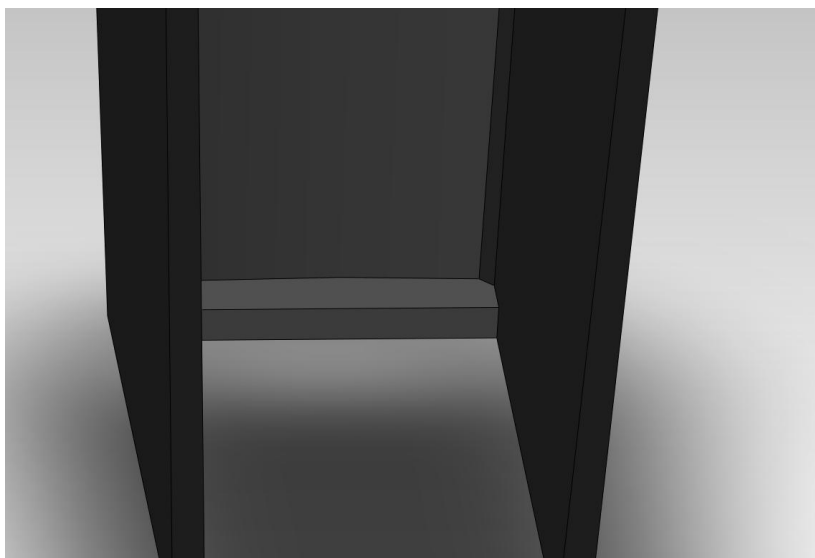
FIGUUR 10-59 HUIDIGE DASHBOARD EN AFWERKING

De bevestigingspunten worden in figuur 10-60 weergegeven. De rest van het vlak onder de voorruit zal opnieuw worden afgewerkt met stof. Door de opstaande haartjes zullen deze de randen die iets van het plaatwerk los staan ook minder zichtbaar maken. Hoe de bevestiging er in praktijk precies uit zal zien, zal tijdens de prototypebouw duidelijk worden. Het plaatwerk onder de voorruit is niet geheel vlak, het prototype zal zó bewerkt worden dat deze zo goed mogelijk hier op aansluit. Omdat dit nog een en ander kan veranderen aan de benodigde bevestigingspunten heeft het nu weinig zin om dit in het CAD model vast te gaan leggen.



FIGUUR 10-60 BEVESTIGINGSPUNTEN

De middenconsole zal aan de onderzijde aan de middentunnel bevestigd worden. Tijdens het lamineren, het productieproces waar later nog over gesproken zal worden, zal hier een stukje om de hoek worden gelamineerd, zodat een vlak ontstaat waarmee de middenconsole aan de middentunnel bevestigd kan worden. Figuur 10-61 laat dit vlak zien, je kijkt in deze afbeelding dus in de binnenzijde van de middenconsole.



FIGUUR 10-61 BEVESTIGINGSVLAK MIDDENCONSOLE

10.5 MATERIALEN EN PRODUCTIE

10.5.1 COCKPIT, MIDDENCONSOLE EN FUSEBAR

Van de grootste onderdelen (cockpit, fusebar en middenconsole) van het dashboard stond al vrij snel vast welke productiemethode gebruikt zou worden. Vanwege de zeer geringe serieproductie vielen veel productiemethoden af. Spuitgieten wordt over het algemeen het meest toegepast, maar zou met deze seriegrote waanzinnig duur worden. Het plaatwerk van het exterieur wordt momenteel in Saker's fabriek te China geproduceerd met de hand lay-up methode, ook wel handlamineren genoemd. Gezien Saker al bekend is met deze productiemethode, en de faciliteiten reeds tot hun beschikking heeft, leek dit ook een geschikte productiemethode voor het dashboard. Andere productieprocessen geschikt voor kleine series, als resin transfer moulding (RTM) en controlled vacuum infusion bleken minder geschikt voor de vormen van het eindontwerp, gezien het bij deze productieprocessen lastiger is om schroefmallen te gebruiken. Bovendien worden er door de hogere druk binnen de mallen ook hogere eisen aan de mallen gesteld. Afhankelijk van de gelcoating die wordt gebruikt kan het gelamineerde product in elke gewenste kleur geproduceerd worden, wat een groot voordeel is gezien dit mogelijke spuitkosten kan voorkomen. Het product heeft een glad en glanzend oppervlak, wat minder geschikt is voor een dashboard. Hier zal dus nog een nabewerking plaats moeten vinden om het product een matte finish te geven. Hierover later meer.

De kenmerken van handlamineren zijn als volgt:

- + Geschikt voor zeer kleine series
- + Goede enkelzijdige oppervlakte kwaliteit
- + In kleur te produceren
- + Verschillende materialen mogelijk (verschillende soorten epoxy)
- + Relatief goedkope en eenvoudige mallen (in vergelijking met bijv. spuitgieten of RTM)
- Slechts aan één zijde goede oppervlakte kwaliteit (in tegenstelling tot bijv. spuitgieten of RTM)
- Handwerk, arbeidsintensief
- Geen constante kwaliteit en wanddikte
- Uitstoot van schadelijke stoffen (o.a. styreen) tijdens het lamineren
- Product moet lossend zijn

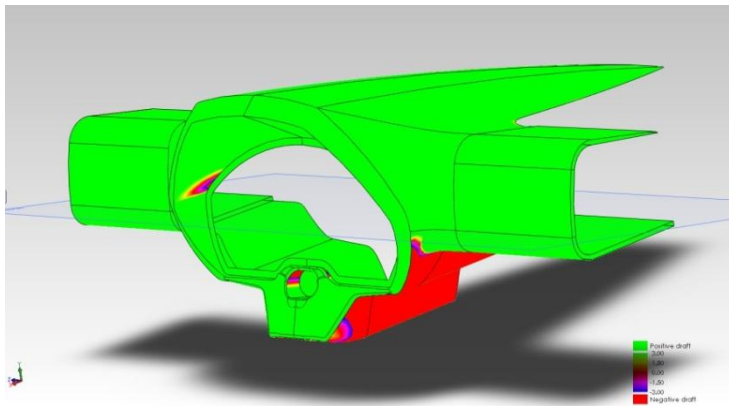
Doordat de productie in China plaatsvindt, zullen het minpunt van arbeidsintensiviteit geen problemen opleveren. De lage arbeidslonen zorgen er voor dat een arbeidsintensief proces nog steeds goed betaalbaar blijft. Door de hoge arbeidslonen in Nederland lijkt het niet geschikt om voor dit proces andere partners binnen Nederland te zoeken.

Het laatste minpunt is een eis voor de producten die met deze methode geproduceerd worden. Doordat al snel duidelijk was dat handlamineren de uiteindelijke productiemethode zou worden, kon hier al vroeg in het ontwerpproces rekening mee worden gehouden.

10.5.1.1 Lossing

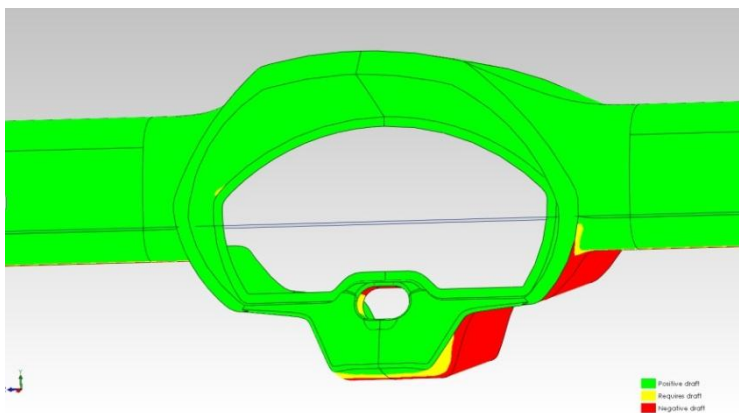
Door de complexe, vaak naar achteren taps-toelopende vormen, dient er bij alle drie de onderdelen gebruik gemaakt te worden van schroefmallen. Hierbij wordt een mal in twee of meerdere delen opgedeeld, zodat na het uitharden van het product deze delen één voor één verwijderd kunnen worden. Op de plaats waar de deellijnen van de mal zitten zullen op het product kleine randjes ontstaan. Deze zullen tijdens de nabewerking weg gepolijst worden.

Met behulp van de 3D-modellen en SolidWorks is geanalyseerd waar de deellijnen in deze schroefmallen zouden moeten liggen. De onderdelen werden steeds in twee delen opgedeeld. Door deze opdeling zouden twee onderdelen moeten ontstaan die beide in een nader te bepalen richting lossend moesten zijn. Figuur 10-62 toont waar dit vlak ligt bij het cockpit gedeelte. Tijdens het maken van de afbeeldingen wordt één lossingsrichting ingesteld, het model kleurt zich vervolgens groen waar het goed zal lossen en rood waar het niet zal lossen. Zoals te zien in de afbeelding is bij deze richting nagenoeg de hele bovenzijde te lossen, de kleine gekleurde vlekken op de taps-toelopende binnenzijde geven aan dat hier een lossingsprobleem ontstaat.



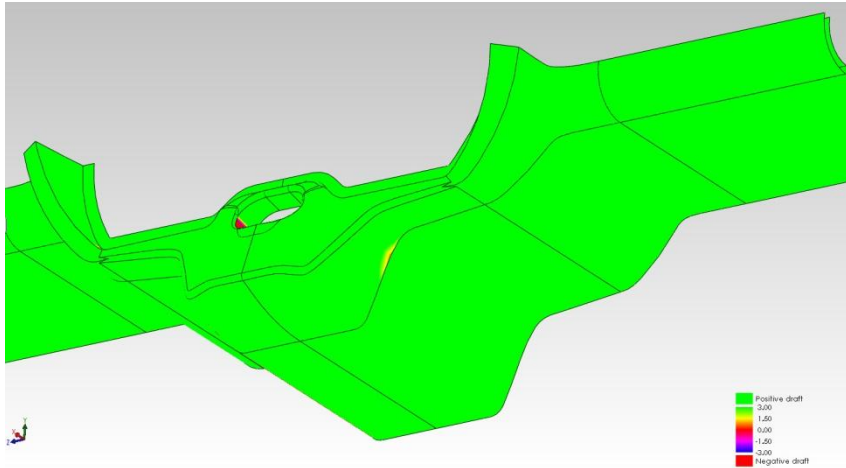
FIGUUR 10-62 LOSSING COCKPIT

Waar dergelijke problemen opdoken werden de modellen aangepast. Zo wordt de lossing van de cockpit na aanpassing getoond in figuur 10-63.



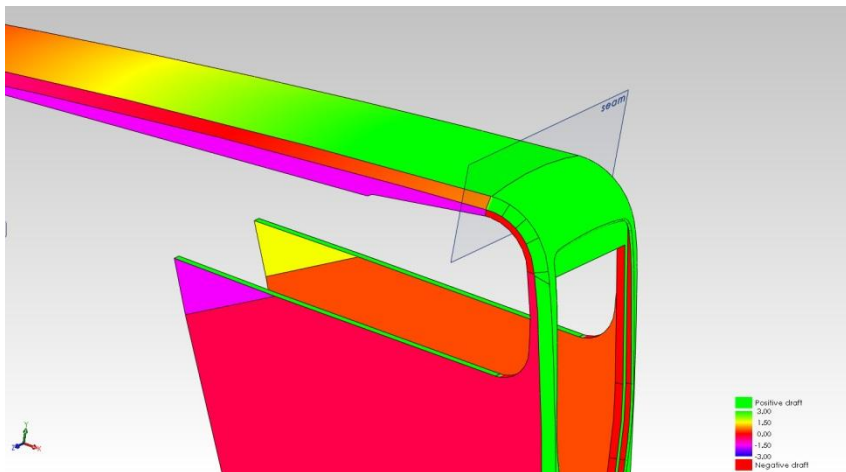
FIGUUR 10-63 LOSSING COCKPIT NA AANPASSING VAN HET MODEL

Er blijft nog een heel klein geel vlekje over, door geringe afmeting zal dit geen problemen opleveren. Bovendien kan er tijdens de bouw van het prototype rekening gehouden worden met dit soort kritieke zones. Het prototype zal uiteindelijk gebruikt worden om de mallen uit af te gieten. In het prototype kan dus waar nodig wat extra geschuurd of geplamuurd worden. De blauwe lijn in 10-63 geeft nog eens aan waar de deellijn van de schroefmal zal komen te liggen. Zoals te zien is zijn er onder deze lijn nog verscheidene rode gebieden. Dit komt doordat in deze afbeelding het hele model geanalyseerd wordt met dezelfde lossingsrichting. Uiteindelijk kan de onderste helft van de schroefmal natuurlijk een andere lossingsrichting aanhouden. Figuur 10-64 toont hoe de onderzijde met een andere lossingsrichting wel helemaal lossend is. Er is nog een klein rood gebiedje te zien in het gat van de stuurstang. Dit gat zal in het prototype dicht zijn, en dus ook in het uiteindelijke product. Er zal een kraslijntje in de mal worden gekrast waarmee aangegeven wordt waar het gat zal moeten komen. In het product ontstaat dan een heel klein randje, waar vervolgens langs gesneden kan worden.

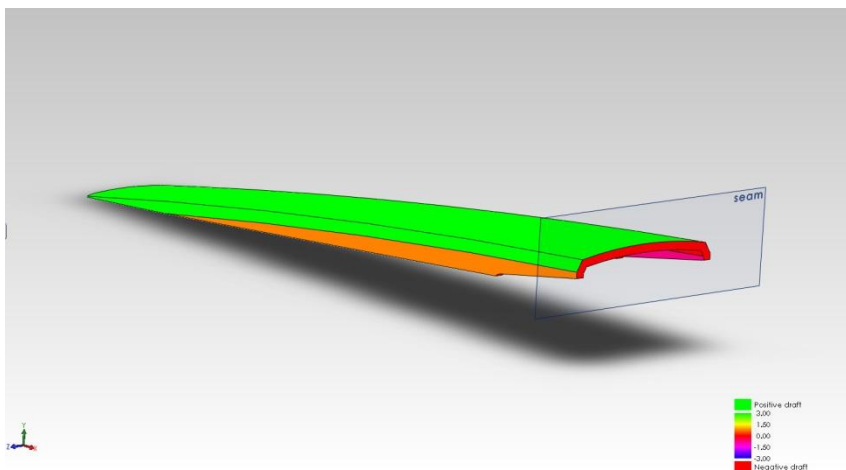


FIGUUR 10-64 LOSSING ONDERSTE HELFT COCKPIT

De andere onderdelen zijn op dezelfde manier geanalyseerd. Figuur 10-65 toont de lossing van de middenconsole. De voorzijde is prima te lossen, ook de zijkanten die weer worden gegeven als een twijfelgeval, zullen door hun grote flexibiliteit geen problemen veroorzaken. De bovenzijde loopt echter taps toe naar achteren, daarom is er een naad gelegd net na de afronding van de bovenzijde. Figuur 10-66 toont hoe deze bovenzijde in een andere richting wel te lossen is.

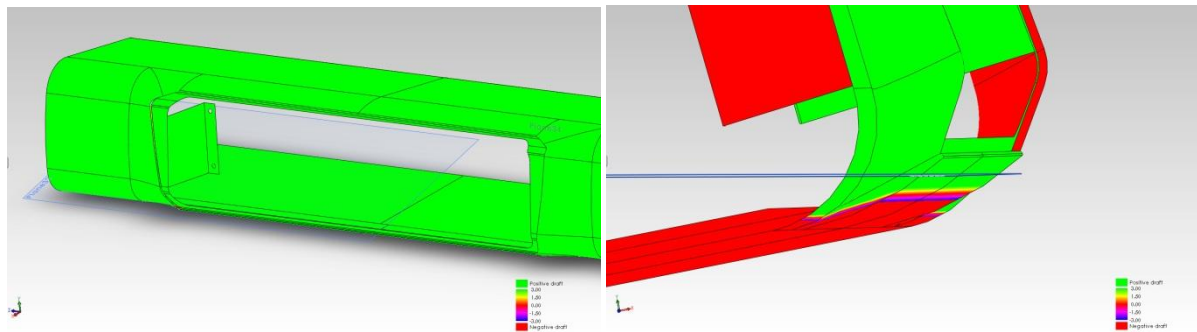


FIGUUR 10-65 LOSSING MIDDENCONSOLE



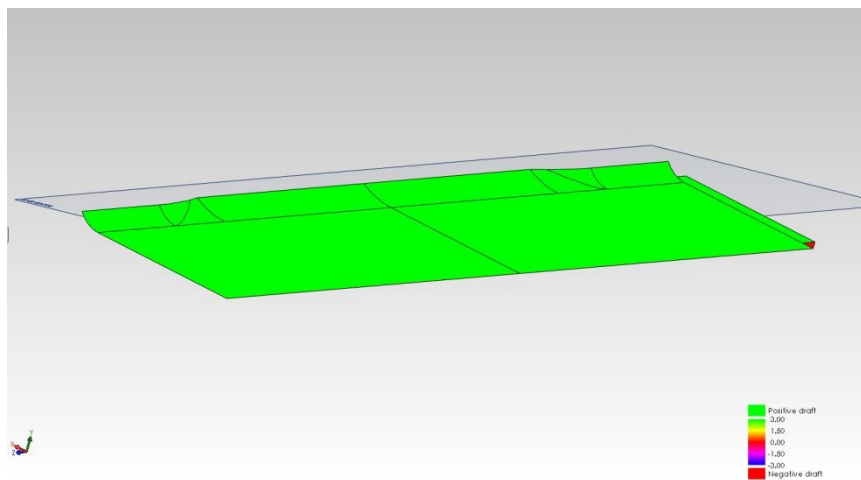
FIGUUR 10-66 LOSSING BOVENZIJD MIDDENCONSOLE

De fusebar blijkt in een richting schuin-omhoog bijna helemaal te lossen. Er bevindt zich alleen nog een rood vlak aan der onderzijde van de fusebar, zoals de rechter afbeelding in figuur 10-67 laat zien.



FIGUUR 10-67 LOSSING FUSEBAR

De rechter afbeelding toot ook een blauwe lijn, dit is het vlak die de mal in tweeën zal delen. Figuur 10-68 toont ten slotte hoe de onderzijde van de fusebar in een andere richting wel lost.



FIGUUR 10-68 LOSSING ONDERZIJDE FUSEBAR

10.5.2 PANELEN

Er zijn drie panelen die van hetzelfde materiaal gemaakt gaan worden. Dit is ten eerste het paneel in de cockpit, waarin de AIM of analoge klokken gemonteerd zitten. Ten tweede het montage paneel in de middenconsole. Dit is het paneel waarop de tuimelschakelaars en dergelijke worden gemonteerd. Dit is dus niet de body (met tussenschotjes van de tuimelschakelaars) die daar weer voor zit. Het laatste paneel is die de zekeringen afdekt. De eerste twee panelen zijn plat, het laatste paneel wordt over twee lijnen gebogen. In eerste instantie zullen deze panelen van aluminium gemaakt worden, net als de rest van het plaatwerk in het interieur (stoelkuipen e.d.). Hierbij worden de panelen uit een 1.5mm dikke aluminium plaat gesneden, met behulp van een lasersnijmachine. Vervolgens worden ze als nabewerking, net als het andere plaatwerk, geanodiseerd. Hierbij wordt het aluminium voorzien van een oxidelaag, welke zorgt voor een harde en slijtvaste afwerking. Tijdens het aangroeien van de oxidelaag kan het aluminium bovendien met verschillende pigmenten gekleurd worden.

Saker wil zijn straat-RapX met meerdere opties gaan leveren. Zo kan de consument kiezen tussen een AIM of analoge klokken, een middenconsole met of zonder USB-poorten, etc. Voor de panelen bestaan weinig materiaaleisen, en zijn er dan ook veel materialen mogelijk. Dit is voor Saker opnieuw een mooie mogelijkheid om nog meer opties aan te kunnen bieden. Zo kan het aluminium in verschillende kleuren na bewerkt worden,

en kan de klant kiezen uit bijvoorbeeld een donkergrijze kleur, die meer overeenkomt met de rest van het dashboard, of voor een lichte kleur die meer contrast biedt.

Daarnaast kunnen er ook andere materialen optioneel aangeboden worden. Dit is momenteel erg populair, een extreem voorbeeld hiervan: bij aankoop van een Ferrari FF kan de klant de kleur en/of het materiaal kiezen van 16 verschillende onderdelen in het interieur, waarbij gemiddeld uit zo'n 13 kleuren gekozen kan worden. Dat betekent dat er ongeveer 4,5 miljard verschillende samenstellingen mogelijk zijn. Hierbij kan de prijs enorm oplopen, zo betaal je voor exclusieve lederen bekleding in een Audi A8 €20.123,- euro bovenop de basis aanschafprijs van €94.975 (configurator.audi.nl). Dit geeft wel aan dat de opties een aanzienlijk deel van de uiteindelijke aanschafprijs kunnen vormen. De winstmarges van nieuwe auto's zijn al niet groot. De winst hangt van het type auto af. Het verschilt van 4 procent op goedkope auto's tot 10 procent op duurdere modellen (Auto-insite.nl). Er kan meer winst worden gemaakt wanneer de klant extra accessoires en opties kiest, en dat is dan ook wat Saker in gedachten heeft.

Terug naar de Saker en de mogelijke materialen van de panelen. Zo zal de race-gekke doelgroep ook geïnteresseerd kunnen zijn in carbonfiber. Dit materiaal kan dan ook als optie worden toegevoegd. Zo is er natuurlijk van alles mogelijk; geborsteld staal of aluminium, of misschien zijn er wel klanten die deze panelen graag van hout zien, of van leer. Voor deze opties kan een leuke meerprijs gevraagd worden. Niet iedereen zal hier in geïnteresseerd zijn, maar er zijn vast klanten bij die denken: "Ik ben nu toch al geld aan het uitgeven, laat ik het dan maar meteen goed doen". De panelen bieden de klant de mogelijkheid om het dashboard aan te passen naar hun persoonlijke voorkeur.

10.5.3 REMDRUK-KNOP, RICHTINGAANWIJZERHENDEL, SCHAKELAARBODY EN LEDRASTER

De laatste vier onderdelen die geproduceerd dienen te worden zijn afgebeeld in figuur 10-69. De rest van de onderdelen, knoppen, ledjes e.d. zijn allemaal eenvoudig te bestellen. De vier onderdelen zullen vervaardigd worden met rapid manufacturing technieken. In feite zijn de productieprocessen gebruikt bij rapid manufacturing gelijk aan die van rapid prototyping. Zoals de naam al doen vermoeden, ligt bij rapid prototyping de nadruk op het vervaardigen van een prototype. Bij rapid manufacturing wordt echter gestreefd naar het snel produceren van onderdelen, in kleine series. Groot voordeel hierbij is dat de producten ook eenvoudig aangepast kunnen worden. Zo kunnen er verschillende versies van de schakelaarbody gemaakt worden, zonder dat hier extra kosten aan verbonden zijn. Bij andere productiemethoden zijn er bijvoorbeeld nieuwe mallen nodig.



FIGUUR 10-69 REMDRUK-KNOP, RICHTINGAANWIJZERHENDEL, SCHAKELAARBODY EN LEDRASTER

De processen die voor rapid manufacturing gebruikt worden zijn enorm in ontwikkeling, er is al bijzonder veel vooruitgang geboekt in bijvoorbeeld oppervlaktekwaliteit en materiaalsterkte. Er zijn verschillende populaire productietechnieken, waarbij per techniek vaak ook nog met verschillende materialen gewerkt kan worden. De vier producten hebben zo elk hun eigen eisen. Zo maakt het voor het ledraster niets uit van welk materiaal deze vervaardigd wordt. De enige eisen zijn dat hij niet uit elkaar valt en erg donker van kleur moet zijn zodat hij niet teveel opvalt achter het acrylaat. De schakelaarbody en richtingaanwijzerhendel zullen daarentegen wel een gladde oppervlaktekwaliteit moeten hebben. Daar komt nog eens bij dat de richtingaanwijzerhendel behoorlijk star en sterk moet zijn. De remdruk-knop tenslotte, is het meest gedetailleerd. Hierbij is oppervlaktekwaliteit het belangrijkste, maar daarnaast dient het materiaal ook weer niet te slap te zijn.

Uiteindelijk bleek selective laser sintering (SLS) de meest geschikte productiemethode. Bij SLS wordt met een laser poeder gesinterd. Dit gebeurt laag voor laag. Gedurende het proces wordt het product omgeven door ongesinterd poeder, daarom is er geen structuur nodig om het product in wording te ondersteunen. Zo zijn dus nagenoeg alle vormen te produceren, waarbij de enige limiet de afmeting van de printer is. Met SLS kan een goede oppervlaktekwaliteit behaald worden en kunnen verscheidene stevige en flexibele materialen gebruikt worden. Het grootste voordeel van deze methode is wel de zeer gunstige prijs/kwaliteit verhouding. De producten zijn van prima kwaliteit, en het proces is ook nog eens één van de goedkoopste. De website www.shapeways.com is gebruikt om een gerichte inschatting te doen naar de kostprijs van de producten. Op deze website kan je .STL files uploaden, vervolgens kies je je materiaal en kan je je product eventueel laten printen. Wanneer we de schakelaarbody, verreweg het grootste onderdeel, hier zouden laten printen zou deze slechts €51.16 per stuk kosten.

Zoals gezegd, het SLS printen kan in verschillende materialen. Van nylon, alumide (mix nylon met aluminium poeder), PS, staal, titaan tot gietzand. Voor onze producten bleek nylon het meest geschikt. Nylon is zowel sterk als flexibel, en biedt een goede oppervlaktekwaliteit. Figuur 10-70 toont nylon producten vervaardigd met SLS.



FIGUUR 10-70 KWALITEIT SLS-VERVAARDIGDE PRODUCTEN

Op deze manier kunnen dus zeer complexe producten vervaardigd worden tegen een relatief lage prijs. Saker staat ook erg positief tegenover deze innovatieve manier van produceren. Vervolgens is contact opgenomen met verscheidene bedrijven binnen Nederland, dit resulteerde in een drietal offertes. Uiteindelijk hebben we een partner kunnen vinden die de producten tegen nog lagere prijzen kon leveren dan de website shapeways.com. Hierover later meer.

10.5.4 NABEWERKING

10.5.4.1 Hand-gelamineerde onderdelen

De cockpit, middenconsole en fusebar zullen zodra ze uit de mal komen een naar wens gekleurd, glad en glanzend oppervlak hebben. De eerste nabewerking zal het weg polijsten van de kleine randjes zijn, die ontstaan bij de naden van de schroefmallen. Vervolgens dient er een matte finish aangebracht te worden, gezien een glanzend dashboard verre van ideaal is. Het zonlicht zal teveel gereflecteerd worden, wat hinderlijk kan zijn tijdens het rijden. Ter nabewerking is er een topcoating gevonden, die als laatste laag over de onderdelen gespoten kan worden. De VC5225 Soft Touch Clear topcoating van het merk Vibrance (figuur 10-71) zal volgens eigen zeggen een zacht luxe gevoel geven, en een erg lage glans. De topcoating is speciaal bedoeld voor interieurs. Of dit product daadwerkelijk de gewenste uitstraling geeft zal moeten blijken uit tests met het prototype.



FIGUUR 10-71 SOFT TOUCH CLEAR

Om de naad tussen de middenconsole en de twee helften netjes af te werken zou een klein donker stripje gebruikt kunnen worden. Tijdens de bouw van het eerste dashboard zal blijken of een dergelijk stripje echt nodig wordt geacht.

10.5.4.2 SLS onderdelen

Voor de schakelaarbody, richtingaanwijzerhendel en het ledraster zijn in principe geen nabewerkingen nodig; de oppervlaktekwaliteit van de SLS onderdelen is al hoog genoeg. Voor de remdruk-knop wordt gezocht naar een aluminium uitstraling. Hier zal dus nog wel nabewerking aan te pas moeten komen. Er zijn verschillende zilverkleurige sprays en coatings verkrijgbaar. Ook hier geldt dat er geëxperimenteerd moet worden tijdens de prototype bouw om de juiste uitstraling te verkrijgen.

10.6 KOSTEN

Tijdens het ontwerpproces zijn er veel ontwerpkeuzes gemaakt waarbij de prijs een grote rol speelde. De kostprijs van het uiteindelijke ontwerp was dan ook een van de belangrijkste punten waar rekening mee gehouden diende te worden. In het begin van het proces is een grove rekensom gemaakt om de prijs van de straat legale auto in te schatten. Hierbij is uitgegaan van een bedrag van €15.000,- om de circuit auto om te toveren in een straat legale auto. Het dashboard is dus onderdeel van de €15.000,-. Er dienen ook nog allerlei aanpassingen gedaan te worden aan het exterieur en de aandrijflijn, daarnaast zal nog veel getest moeten worden. Al met al was het van groot belang dat het dashboard ook betaalbaar zou blijven, en hier zijn dan ook veel keuzes op gebaseerd. Tabel 10-3 laat de rekensom zien die gebruikt is om een schatting te maken van de uiteindelijke catalogusprijs van de RapX.

Een groot deel van de uiteindelijke catalogusprijs bestaat uit BPM en toeslagen daarvan. Hierbij is het van belang hoeveel CO₂ uitstoot de auto heeft. Het was nog niet exact bekend hoeveel dit zou zijn bij de RapX. Gegevens over CO₂ emissies van auto's met dezelfde Subaru EJ20 motor variëren van 182 g/km (briandowniecarsales.co.uk) tot 229 g/km (repairservicemanuals.com). De bovengrens (229 g/km) is aangehouden tijdens het berekenen van de BPM.

TABEL 10-3

Stock auto	€	50.000,00
Straat legaal maken (schatting)	€	15.000,00
	€	65.000,00
Catalogusprijs (netto)	€	65.000,00
BTW (19,0%)	€	12.350,00
BPM (19,0%)	€	12.350,00
BPM brandstoftoeslag	€	-824,00
BPM toeslag energielabel	€	-
BPM toeslag CO2-uitstoot	€	14.168,00
Catalogusprijs (bruto)	€	103.044,00
BPM totaal	€	25.694,00

Verdere uitleg over de kostprijs van het dashboard is opgenomen in het confidentieel bijlagenverslag.

11 PROTOTYPE BOUW

Van het uiteindelijke ontwerp is een prototype gebouwd. Dit prototype diende ten eerste als controle, of het ontwerp ook daadwerkelijk naadloos in de auto zou passen. Ten tweede zullen van dit prototype ook de mallen worden afgegoten. Om deze reden was het belangrijk dat het prototype van een hard en stevig materiaal gemaakt zou worden, maar wat nog wel goed te bewerken valt. Uiteindelijk is gekozen voor een dichte schuimsoort, polyurethaan, bekend onder de merknaam Prolab 45. Het plaatmateriaal (1550x500x100mm) is opgedeeld in blokken die vervolgens verlijmd werden. Met behulp van de werkplaats medewerkers van de Universiteit Twente zijn de meeste onderdelen gefreesd met een CNC-freesmachine. Deze freesmachine kan 3-assig frezen. Gezien enkele onderdelen in de diepterichting taps toelopen moest er later nog met de hand enkele lijnen in geschuurd worden. De blokken dienden van achter met de hand uitgehold te worden, zodat ze in een auto gepast konden worden. Ook dienden de bovenzijden van de cockpit en middenconsole zó bijgewerkt te worden dat ze naadloos aansloten op de huidige carrosserie. Vervolgens is het geheel strak afgewerkt met een plamuur laag, waarna het geheel is gespoten.

De panelen zijn gemaakt van 1mm dik staal, gesneden met een lasersnijmachine. De SLS onderdelen zijn ook daadwerkelijk geprint om te controleren of alle dimensionering overeen zou komen met het dashboard.

Ten tijde van het schrijven van dit rapport werd er nog gewerkt aan de afwerking van het prototype, daarom kunnen er nog geen foto's van het eindresultaat geplaatst worden. Dit zal later bijgevoegd worden in de vorm van een beeldverslag. In bijlage C zijn alvast wat foto's opgenomen als voorproefje.

12 RESULTATEN EN AANBEVELINGEN

In de inleiding wordt de doelstelling als volgt omschreven:

Het doel van deze opdracht is het ontwikkelen van een dashboard voor de Saker RapX op kenteken, het dashboard is een belangrijk onderdeel van het eindproduct waarmee een nieuwe markt, straat legale sportwagens, verkend zal worden. Het dashboard dient in verschillende uitvoeringen (zowel links als rechts gestuurd) in te bouwen zijn in de huidige RapX en beter aan te sluiten bij de hogere prijsklasse (dan die van de goedkopere circuitvariant). Bovendien zal de stijl van het dashboard aan moeten sluiten bij de stijl van het bedrijf, bij het exterieur, bij de doelgroep en bij het beoogde gebruiksdoel (zowel openbare weg als circuit).

Het eindresultaat is het ontwerp van een dashboard die zowel voor links als rechts gestuurde auto's geschikt is, de cockpit en fusebar kunnen immers omgewisseld worden. In het ontwerp is zowel voor gebruik op de openbare weg als op het circuit rekening gehouden. Zo zijn functies die veel gebruikt worden op de openbare weg, zoals bediening van de richtingaanwijzer, binnen handbereik. Daarnaast behoudt de remdruk-knop ook een centrale positie in het ontwerp, en zijn de zekeringen eenvoudig toegankelijk. Dat zijn voorbeelden hoe rekening is gehouden met het gebruik op het circuit.

Ook zal het eindontwerp eenvoudig aan te passen zijn op gebruik of smaak. Van het bedieningspaneel in de middenconsole kan het aantal schakelaars eenvoudig aangepast worden; er is slechts een nieuwe 2D tekening nodig voor het te lasersnijden montage paneel, en een nieuw 3D model voor de te printen schakelaarbody. Er zijn verder geen bijkomende kosten aan nieuwe mallen of iets dergelijks. De klant kan het dashboard ook laten aanpassen naar zijn smaak, door bijvoorbeeld een ander materiaal voor de panelen te kiezen. Kortom, het is een flexibel ontwerp, geschikt voor vele configuraties, waarmee Saker en de klant vele kanten op kunnen.

Qua uitstraling zijn er links naar het exterieur gelegd, en zijn er elementen gebruikt die het 'Sakergevoel' doen versterken. Kernwoorden die bij Saker passen werden verwerkt in de vormtaal, en elementen die goed bij het imago pasten, zoals de tuimelschakelaars en de remdruk-knop, werden succesvol geïntegreerd.

De ontwerpkeuzes zijn veelal gebaseerd op geld. Zo werd er vaak voor goedkope oplossingen gekozen, wat resulteerde in beperkingen voor de vormgeving. Een voorbeeld hiervan is het hergebruik van reeds beschikbare componenten. Uiteindelijk resulteerden deze keuzes wel in een goed betaalbaar eindproduct, wat zeer positief te noemen is.

Wanneer we terug kijken naar het programma van eisen, kunnen we constateren dat het eindontwerp aan alle eisen voldoet. Ook de richtlijnen zijn zo goed mogelijk in acht genomen.

12.1 AANBEVELINGEN

Er zijn een aantal punten die nog verder uitgewerkt kunnen worden. Uiteindelijk is er voor de benodigde nabewerkingen nog te weinig getest, dit is iets wat tijdens de laatste fase van de prototypebouw meer aandacht zou moeten krijgen. Dit geldt ook voor de bevestiging van de onderdelen aan de carrosserie.

Een ander punt waar weinig aandacht aan is besteed is de kleurstelling. Er is tijdens het proces voornamelijk uit gegaan van een zeer donkergrijs dashboard, met aluminium panelen en een donker gekleurde schakelaarbody en richtingaanwijzerhendel. Een uitgebreider onderzoek kan interessante kleurstellingen en materiaalcombinaties samenstellen, wat de uitstraling van het interieur uiteindelijk ten goede zal komen.

13 REFERENTIES

- Auto-insite.nl*. (sd). Opgeroepen op augustus 21, 2011, van Auto-insite.nl: http://www.auto-insite.nl/nieuws_52/
- briandowniecarsales.co.uk*. (sd). *Used Subaru Legacy Saloon 2.0*. Opgeroepen op juni 21, 2011, van Brian Downie Car Sales: <http://www.briandowniecarsales.co.uk/used-cars/subaru-legacy-2-0i-4dr-kemnay-201118386119456>
- configurator.audi.nl*. (sd). Opgeroepen op augustus 21, 2011, van configurator.audi.nl: <http://configurator.audi.nl>
- DINED. (2004). *DINED*. Opgeroepen op juni 21, 2011, van DINED Anthropometric Database: <http://dined.io.tudelft.nl/dined/>
- Ebay.nl*. (sd). *Ebay*. Opgeroepen op augustus 18, 2011, van Ebay.nl: <http://www.ebay.nl>
- grandprix-originals.com*. (sd). *Steve McQueen Le Mans DVD*. Opgeroepen op augustus 16, 2011, van grandprix-originals.com: <http://www.grandprix-originals.com/english/index.php?action=lemans>
- hotridersworld.blogspot.com*. (sd). *Ferrari FXX top images*. Opgeroepen op augustus 17, 2011, van hotridersworld.blogspot.com: <http://hotridersworld.blogspot.com/2008/12/ferrari-fxx-top-images.html>
- Reed, M. P. (2010). *Adult Anthropometric Data*. Opgeroepen op juni 21, 2011, van <http://mreed.umtri.umich.edu/mreed/downloads.html>
- repairservicemanuals.com*. (sd). *2008 Subaru Legacy service manuals*. Opgeroepen op juni 21, 2011, van Repair Service Manuals: <http://www.repairservicemanuals.com/Subaru/Legacy%202.0%20GT%20AWD%20S/2008/>

14 BIJLAGEN

A. Gedetailleerde planning	89
B. SVA regelgeving	90
C. Foto's prototype	96

weeknummer	weeknummer stage																																												
maand		mei							juni																																				
dag + datum		21	22	23	24	25	26	27	21	22	23	24	25	26	27																														
		1	2	3	4	5	6	7	ma 23	di 24	wo 25	do 26	vr 27	ma 30	di 31	wo 01	do 02	vr 03	ma 06	di 07	wo 08	do 09	vr 10	ma 13	di 14	wo 15	do 16	vr 17	ma 20	di 21	wo 22	do 23	vr 24	ma 27	di 28	wo 29	do 30	vr 01	ma 04	di 05	wo 06	do 07	vr 08		
	CAD model huidige Saker																																												
	Eisen Saker vaststellen																																												
	SVA eisen vaststellen																																												
	Concurrentieanalyse																																												
	Ergonomisch onderzoek																																												
	Stijl analyse																																												
	Definitief programma van eisen																																												
	Conceptgeneratie																																												
	Conceptkeuze																																												
	Productie en kostenanalyse																																												
	Conceptdetailering en CAD																																												
	Bouw prototype																																												
	Verslaglegging																																												

weeknummer	weeknummer stage																																			
maand																																				
dag + datum		augustus																																		
	CAD model huidige Saker	ma 11	di 12	wo 13	do 14	vr 15	ma 18	di 19	wo 20	do 21	vr 22	ma 25	di 26	wo 27	do 28	vr 29	ma 01	di 02	wo 03	do 04	vr 05	ma 08	di 09	wo 10	do 11	vr 12	ma 15	di 16	wo 17	do 18	vr 19	ma 22	di 23	wo 24	do 25	vr 26
	Eisen Saker vaststellen																																			
	SVA eisen vaststellen																																			
	Concurrentieanalyse																																			
	Ergonomisch onderzoek																																			
	Stijl analyse																																			
	Definitief programma van eisen																																			
	Conceptgeneratie																																			
	Conceptkeuze																																			
	Productie en kostenanalyse																																			
	Conceptdetailering en CAD																																			
	Bouw prototype																																			
	Verslaglegging																																			

The vehicle interior surfaces (other than the surface of a window) shall not include any fittings (eg controls, instruments, sun visors etc) or design features which have any dangerous roughness or “sharp edges” due to their exterior shape or design likely to be contacted by the occupants. ie. in an area (the specified zone) measured with the seat in the rearmost/lowest position

- where the rearmost seat is forward facing; more than 150mm forward of the front of the seat backrest (measured where the backrest meets the cushion)
- where the rearmost seat is side or center facing; more than 150mm forward of the seat center line
- where the rearmost seat is rear facing; forward of the rearmost part of the seat backrest (measured where the backrest meets the cushion) and in either case 150mm above the top of the front seat cushion (measured at the lowest point)

with the exception of the windscreen side pillars (but not items moulded onto or secured to them which are not a functional part of the side pillow) and the area

- forward of the steering control
- of the instrument panel between the steering control and the nearest side wall

as defined in the annex to this section.

1. Visually check (where necessary using measuring equipment) the interior fittings and design features in the “specified zone” which can be contacted by a 165mm dia sphere for dangerous roughness or sharp edges. “Sharp edge” means an edge of a rigid material having a radius of curvature of less than 2.5mm, except in the case of a projection from a panel which is less than 3.2mm. In this case the minimum radius of curvature shall not apply provided that the height of the projection is not more than half its width and its edges are blunted.

NOTE 1: See Application column item “e” for Disabled Person’s vehicle exemptions.

NOTE 2: This criteria does not apply to a gap not exceeding 20mm or to a feature on a control provided to improve grip eg “knurling” which are required to meet the criteria of items 3 & 4.

NOTE 3: The requirements of this item do not apply to the control pedals.

NOTE 4: Items not normally employed for the specific purpose by a major manufacturer eg a temporary fixing or covering, should not be considered acceptable. Materials, methods and application used in rectification may be accepted if they are permanent, durable and are of a kind which would normally be used by a major manufacturer.

NOTE 5: In respect of items where the application of light pressure reduces the degree of projection to less than 3.2mm (eg speedo mileage trip button) and when depressed the height of the projection is not more than half its width, it will be sufficient for any contactable edge to be blunted. “Light pressure” is pressure of not more than that required to compress a component of 50 shore A; i.e. a non-rigid material.

2. Check, on a disabled person's vehicle, that all switches and controls and equipment associated with those switches and controls, in each case that are designed for the use of a disabled person, that all edges contactable with a 165mm dia. sphere are blunted.

3. Check all controls, that any surface feature provided to improve grip (e.g. knurling) is blunted.

4. Check the edges of all gaps of not more than 20mm (i.e. grills, holes, recesses etc.) and any control feature mounted on a heating or ventilation grill element area, which in either case can be contacted by a 165mm dia sphere are blunted.

NOTE: A gap is measured between the contact points of a 165mm sphere bridging the gap.

5. Check all switches, control knobs etc. which

- are within the "specified area", and
- can be contacted by a 165mm dia. sphere, : and
- protrude from the instrument panel by more than 9.5mm,

are likely to retract or detach when subject to an impact of 40kgf (88lbf)

NOTE 1: Protrusion of the component from the instrument panel is measured using equipment consisting of a 165mm dia. head form in which there is a sliding piston. Displacement of the piston is used to gauge the amount of protrusion. If other controls prevent the testing of a control by this method the examiner should make an assessment of the degree of protrusion likely to be measured. In cases where doubt remains the examiner may require the obstructing control to be removed to complete the assessment. NOTE 2: See Application column for exempted vehicles.

6. Check the instrument panel lower edge (where positioned within the specified zone) is rounded to a radius of not less than 19mm (5mm if covered with a non-rigid material).

NOTE 1: A "non-rigid material" is a material which has a hardness of less than 50 shore A. For the purposes of this examination it will be deemed to be a material which is capable of depression under thumb pressure and when deformed retains a degree of protection against contact with any structure which it is covering and when released returns to its original form.

NOTE 2: The "instrument panel" should be taken to be "The area to the front of the passenger compartment, bounded by the vehicle sides and extending from the upper edge of the forward bulkhead interior paneling (dash panel) down to the lowest edge of the paneling (including "dash panel", "glove box" etc.).

7. On a seat behind which there is a designated seating position, check the rearward and upward facing parts of the seat frame within the head impact zone

- are covered with a non-rigid material, and
- have a radius of curvature of not less than 5mm.

NOTE 1: It will be acceptable as an alternative if the applicant can show that the vehicle equipment complies with the head impact test of Directive 74/60 (or that the components are identical to those fitted to a European Approved vehicle of the same specification).

NOTE 2: "Designated seating position" means a position where there is a seat designated for normal use while the vehicle is travelling on the road.

8. Check the hand brake control in the fully released position (if in the specified area) and the gear-lever in all forward gear positions, that any surface contactable with a 165mm dia sphere does not have a radius of curvature of less than 3.2mm.

NOTE: The requirements of item 5 relating to the hand brake control do not apply if

- the hand brake control is mounted on or under the instrument panel of the vehicle, and

- when it is in the released position, there is no possibility of the occupants of the vehicle contacting it in the event of a frontal impact to the vehicle.

9. Check shelves and other similar items fitted below the level of the highest part of the instrument panel

a. have no protruding edges on their supports

b. that all parts facing into the vehicle have a surface

- at least 25mm high, and
- with edges rounded to a radius of curvature of not less than 3.2mm, and
- covered with a non-rigid material.

10.

a. Examine the inner surface of the roof structure and any attached components (eg. Grab handles, lights, sun visors) in either case above and forward of the occupant positions, which can be contacted with a 165mm dia sphere and check that on any projecting part made of a rigid material

- the width is not less than the length of the projection
- if part of the roof structure, contactable edges have a radius of curvature of not less than 5mm
- if an attached component, contactable edges have a radius of curvature of not less than 3.2mm.

b. Check all roof sticks or ribs made of a rigid material (with the exception of the header rail of glazed surfaces and door frames) do not project downwards by more than 19mm.

NOTE 1: The requirements of item 10 also apply to an opening (sun) roof including its opening and operating devices when it is in the closed position.

NOTE 2: The requirements of item 10 DO NOT apply to parts covered with a non-rigid material or the hood frames of convertible vehicles.

1. Check that a speedometer is fitted and is capable of indicating the vehicle speed in miles per hour (mph) at uniform intervals not exceeding 20mph for all speeds up to the maximum design speed of the vehicle.

NOTE 1: Both the increments and units of measurement eg mph, m/h must be displayed.

NOTE 2: It is acceptable if the maximum speed of the vehicle is indicated by the last increment on the speedometer which must not be more than 19mph beyond the last 20mph increment.

NOTE 3: It is acceptable for the speedometer needle "rest" position to be between the zero position and first marked increment.

2. Check that the speedometer is capable of being read at all times of the day or night, eg by illumination.

NOTE: Temporary obstruction by the steering wheel is acceptable.

3. Where the accuracy of the device is in question, and with the vehicle positioned on, or fitted with a speed measurement device, operated to the manufacturer's instructions, drive the vehicle at a stable speedometer indicated speed of 35mph and note the true speed. Compare the indicated speed recorded with the true speed. Repeat the test at various speeds, as necessary to confirm compliance. The speedometer must not indicate a speed less than the true speed.

At speedometer indicated speeds between 35mph and 70mph (or the maximum design speed if lower) the true speed must not be less than that shown in the following table.

Indicated Speed (mph)	Min True Speed (mph)
35	26
40	30
45	35
50	39
55	44
60	48
65	53
70	57

NOTE: If for a given indicated speed the true speed is less than the minimum requirement shown in the table this confirms that the recorded speed is in excess of the true speed by more than the permitted tolerance calculated by the equation

$$\frac{\text{true speed}}{10} + 6.25 \text{ mph}$$

NOTE: Where the accuracy of the speedometer cannot be measured on the equipment available, the vehicle presenter may be required to provide documentary evidence of compliance.

Lighting-Signaling

5. Check the rear fog lamp is

- fitted with an operational “tell-tale” lamp visible from the driving position

NOTE: A “tell-tale” may be audible or visual. It is not required if one or more direction indicators on each side of the vehicle can be seen by the driver from the driver’s seat.

6.

b. Check the presence of a direction indicator “telltale” warning device.

7. Check the hazard warning device

c. has an operational “tell-tale” warning device.

NOTE: The “tell-tale” device must be in the form of a flashing light, which may be the same lamp as the direction indicator “tell-tale”.

Brakes

c

ii. On all fluid reservoirs, it must be possible without opening the reservoir, to check the fluid level relative to the manufacturer’s specified minimum level by

- the actual fluid level being visible through a transparent section of the reservoir and with the minimum level permanently marked on or adjacent to this section, or
- a red warning lamp capable of illuminating when the reservoir fluid falls to the minimum level.

iii. Where a warning lamp is provided as the only means of checking the fluid level without opening the reservoir, check the warning lamp is

- secure
- operational
- visible during daylight and darkness from the driving position
- fitted with an operational “test facility” that enables its operation to be checked from the driving position without opening the reservoir.

d

i. Check the hydraulic system is fitted with a red warning lamp.

ii. Check the warning lamp is

- operated by a pressure sensitive device capable of signaling the failure of any part of the hydraulic system as soon as the brake is applied and remaining lit as long as the failure exists (when the ignition is on), or
- sensitive to the reservoir fluid level providing the reservoir is directly connected to supply the pressure side of the master cylinder when the piston is in the “brakes off” position, ie a failure of

either part of the split system would result in a continuous draining of the reservoir fluid when the control is released.

NOTE: In the case of a conventional split system (with/without vacuum assistance) it will be assumed that a failure will result in the draining of the reservoir fluid. Evidence of system operation will be required, for example, in the case of a Full Power Hydraulic System.

iii. Check the warning lamp is

- secure
- operational
- visible during daylight and darkness from the driving position
- identifiable (ie labeled in a recognized form)
- fitted with an operational “test facility” that enables its operation to be checked from the driving position.

NOTE 1: It may be necessary to confirm the fluid circuit through the master cylinder by documentary evidence.

NOTE 2: One reservoir fluid level warning lamp may fulfill the function of checking the fluid level (item ‘c’) and monitoring the hydraulic system (item ‘d’) providing both criteria are met.

NOTE 3: "labeled in a recognized form" means displaying a symbol recognized by the motor industry (eg a circle containing an exclamation mark with brake shoe segments on either side) on the illuminating surface.

