

Design av terrenggående elektrisk rullestol

Elektrisk rullestol inspirert av Sunrise Raptor

Bror Alwin Edvardsen Sagstuen (526174) og Simen Fosslien Ottesen (505974)

Gradering: Åpen

Bachelor i teknologidesign og ledelse
Innlevert: Mai 2022
Veileder: Ragnar Holthe

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggingteknikk

Oppgavens tittel: Design av terrenggående elektrisk rullestol	Dato: 20.05.2022		
Elektrisk rullestol inspirert av Sunrise Raptor	Antall sider: 363		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X
Navn: Bror Alwin Edvardsen Sagstuen og Simen Fosslie Ottesen			
Veileder: Ragnar Holthe			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere:			

Sammendrag:

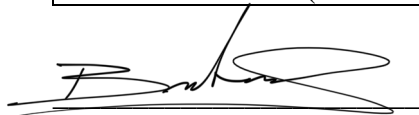
Dette er et utviklingsprosjekt som beskriver design-prosessen av en elektrisk rullestol, med Mosa designlab som oppdragsgiver. Mosa designlab designet Raptor i 2005, og ønsket å utforske potensiale i en ny og moderne rullestol inspirert av Sunrise Raptor. Sunrise Raptor var unik i den forstand at den ikke oppfattes eller oppleves som et hjelpemiddel, som følge av sitt utseende og spesielle kjøreegenskaper.

Prosjektet følger Design-thinking og Human-centered design metodikk, med dedikerte faser for innsiktsarbeid, problemdefinering, idégenerering og idé-implementering. Ulike interessenter er aktivt involvert i alle stadiene, da spesielt potensielle brukere i målgruppen til konseptet.

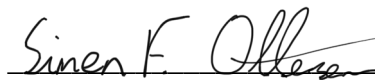
Prosjektets resultat er et konsept presentert i form av CAD-modell og fysisk utseende-modell i skala 1:5. Resultatene viser et tydelig potensial i et nytt produkt bygd på prinsippet til Sunrise Raptor. Dette kommer tydelig frem gjennom stort positivt engasjement fra både eksisterende Raptor brukere og offentligheten. Det endelige konseptet har estetikk ulikt noe på markedet i dag, og løsninger med svært lovende egenskaper. Basert på brukerrespons, gir resultatet signaler om at et slikt konsept har større kommersielt potensial enn tidligere antatt. I denne forstand legitimerer prosjektet en eventuell oppstart av en fullverdig produktutviklings-prosess basert på et slikt konsept.

Stikkord:

Human-Centered Design
Universell utforming
Transportdesign
Elektrisk rullestol (Electric wheelchair)



(Bror Alwin Edvardsen Sagstuen)



(Simen Fosslie Ottesen)

Forord

Dette prosjektet er vår avsluttende oppgave på Teknologidesign og ledelse (nå Produktdesign og teknologi) ved NTNU Gjøvik. Oppdragsgiver for oppgaven er Mosa Designlab AS, et designfirma eid av industridesigner Morten Sagstuen. Prosjektarbeidet startet i desember 2021, og ble ferdigstilt mai 2022. Arbeidet har vært omfattende; gruppe medlemmene dedikerte mesteparten av tiden sin til prosjektet i gjennomføringsperioden. Prosjektet har vært en lang og krevende prosess, men veldig engasjerende og givende å jobbe med. Vi har fått jobbe med et meget interessant tema, som står begge gruppe medlemmene nær.

Vi ønsker å takke Mosa Designlab AS, Sunrise Medical AS avd. Lillehammer, Camilla Sagstuen og Olivia Sagstuen for godt samarbeid. Dette har vært avgjørende for resultatene til prosjektet. Videre vil vi takke Kari Oline Øverseth for et spennende og lærerikt studieløp. Vi ønsker deg lykke til med pensjon. Forhåpentligvis kan dette prosjektet bidra til at professor-karrieren din avsluttes på en positiv måte.

Vi er med dette klare for å fortsette studieløpet vårt. Prosjektet har lært oss mye, men også motivert oss til å lære mye mer.

Abstract

The purpose of this project is to explore the potential of a new wheelchair inspired by the Sunrise Raptor. Sunrise Raptor is a unique wheelchair designed in 2005. It was not perceived or experienced as aid, due to its appearance and special driving characteristics. The wheelchair had characteristics inspired by other vehicles. Sunrise Raptor has not been developed further since its release in 2005.

The project follows Design-thinking and Human-centered design methodology, with dedicated phases for insight work, problem definition, idea generation and idea implementation. Various stakeholders are actively involved in all stages, especially potential users in the target group for the concept. Key methods are user-interviews, digital sketching, CAD-modelling and physical modelling.

The result of the project is a concept presented in the form of CAD-model and physical model in scale 1:5. The final concept has esthetics unlike anything currently on the market, and solutions with very promising characteristics. The results show a clear potential in a new product based on the idea behind the original Sunrise Raptor. This is evident through very positive feedback from both existing Raptor users and the public.

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Abstract	4
Innholdsfortegnelse	5
Figurliste.....	12
Tabelliste	22
1 Introduksjon	23
1.1 Sunrise Raptor	23
1.2 Raptor 2022	29
1.3 Problemstilling.....	30
1.3.1 Brukergruppe.....	30
1.3.2 Resultatmål.....	31
1.3.3 Effektmål.....	31
1.3.4 Samfunnsmål.....	31
1.3.5 Sentrale utfordringer.....	32
1.3.6 Rammebetingelser og omfang.....	32
2 Metode.....	33
2.1 Dagens Raptor – Tekniske løsninger.....	33
2.1.1 Oppsummering analyse Sunrise Raptor	35
2.2 Markedsanalyse	37
2.3 Testing av Sunrise / Magic Mobility Extreme X8.....	39
2.4 Intervjuer	40
2.4.1 Intervju Raptor-brukere (Se vedlegg 4).....	41
2.4.2 Intervju med rådgiver NAV sin hjelpemiddelsentral (Se vedlegg 5).....	43

2.4.3	Intervju Sunrise Medical (Se vedlegg 6).....	43
2.5	Design-analyser	44
2.5.1	Transportdesign 2022 (Se vedlegg 7).....	45
2.5.2	Estetisk analyse Raptor (Se vedlegg 8).....	47
2.6	Definisjonsfase	48
2.6.1	Brukergruppe.....	48
2.6.2	Kravspesifikasjoner.....	48
2.7	Idefase.....	54
2.7.1	Idekart.....	56
2.8	Beskrivelse av beste ideer.....	56
2.8.1	Høy-profil dekk med store kapsler.....	56
2.8.2	Motor på hvert hjul med svingning på forhjulene – «Torque vectoring»	58
2.8.3	Droppe dedikerte bremses, automatisk bremsing med motor - 1 pedal	59
2.8.4	Ratt for varierte grep – Rektangulært/ovalt med varierende tykkelse.....	59
2.8.5	Betjeningsknapper på rattet.....	61
2.8.6	Automatisk justerbart sete og ratt med «Memory» funksjon	62
2.8.7	Selvkjøring	63
2.8.8	Utbyttbare «skid-plates» under – plate under kjøretøyet som tar imot støt fra steiner ol. 65	
2.8.9	Skivebremses.....	66
2.8.10	Aluminiums-ramme - Droppe pulverlakkering.....	66
2.8.11	Frem og bakdel - 2 moduler	67
2.8.12	«Klappbar» rullestol bak.....	69
2.8.13	Fjæret aksling på midten av rullestolen.....	71

2.8.14	Litium-ion batteri	72
2.8.15	Gjenbruk av Tesla-batterier.....	73
2.8.16	Enkelt utskiftbart batteri.....	74
2.8.17	Uavhengige fjæringer – Double Wishbone.....	75
2.8.18	Ultrasoniske sensorer	77
2.8.19	Vinyl-wrapping – Tilpassing av farge.....	78
2.8.20	Stol med integrert veltebøyle	79
2.8.21	Negativ camber.....	80
2.8.22	Digitalt Touch-Display, Ryggekamera og/eller Festemulighet for iPhone / iPad....	81
2.8.23	Avtakbart tak og Solcellelading	82
2.8.24	Utvidbar Størrelse	83
2.8.25	Regenerativ Bremsing.....	84
2.8.26	Ulike Kjøremoduser og Go-Kart Modus.....	84
2.8.27	Låsbar Styring	85
2.8.28	«Over-the-Air» Oppdateringer og Fjerndiagnostikk.....	85
2.8.29	Adapter for Populære Seteleverandører	85
2.9	Konsepter.....	86
2.9.1	Konsept 1: Best mulig egenskaper med enkelhet.....	87
2.9.2	Konsept 2: Funksjonelt-optimal terrenggående rullestol	93
2.9.3	Konsept 3: Modulbasert adaptiv rullestol – 2 in 1	98
2.10	Valg av konsept (Se vedlegg 9)	103
2.10.1	Oppsummering Benchmarking	103
2.10.2	Refleksjon.....	104
2.11	Implementering	106

2.11.1	Intervju Bruker - Vurdering av konsept	106
2.12	Utforming av produktet.....	109
2.12.1	Funksjonskart	109
2.12.2	Prinsipiell struktur	110
2.12.3	Kvantitative strukturer.....	111
2.12.4	Valgt struktur.....	113
2.12.5	Totalform og elementform	114
2.12.6	Valgt total og elementform.....	116
2.12.7	Test av tak	123
2.13	Formelementer fra Transportdesign.....	124
2.14	Utforming av Elementform - Ratt.....	138
2.15	Skisser klare for dataassistert design	141
2.16	Planlagte produksjonsmetoder	142
2.17	Input fra offentligheten	143
2.18	Fysisk modell av ratt - Testing av ergonomi.....	146
2.18.1	Modellering av Ratt.....	146
2.19	Forbedret 3D-print av ratt	149
2.20	3D-modellering Totalform.....	151
2.21	Utvikling av fysisk 1:5 prototype	178
2.21.1	Printede deler.....	184
2.21.2	Behandling av deler.....	184
3	Resultater.....	192
3.1	Renders	192
3.1.1	Tilpasning.....	200

3.1.2	Resultat sammenlignet med Sunrise Raptor.....	208
3.2	Ulike farger.....	209
3.2.1	Svart, «Stealth look»	209
3.2.2	«Karbon-fiber utseende»	211
3.2.3	Rød	212
3.2.4	Blå	213
3.2.5	«Racing-grønn».....	214
3.2.6	Lilla	214
3.2.7	Gull/bronse	215
3.3	Dimensjoner.....	217
3.4	Fysisk modell.....	218
3.5	Løsninger	229
4	Diskusjon.....	230
4.1	Kravspesifikasjoner	230
4.2	Diskusjon løsning	248
4.3	Resultat sammenlignet med Sunrise Raptor	249
4.4	SWOT-analyse.....	250
4.5	Diskusjon gjennomføring	253
4.6	Videre?.....	254
4.7	Kvalitet på resultater.....	254
4.8	Konklusjon.....	256
5	Vedlegg	257
5.1	Vedlegg 1 – Analyse av Sunrise Raptor	257
5.1.1	Dagens Raptor - Elementer/komponenter	257

5.1.2	Sete og armlener	259
5.1.3	Ratt	259
5.1.4	Instrumentpanel	260
5.1.5	Hjul	261
5.1.6	Brems	262
5.1.7	Speil	262
5.1.8	Plastdeksel foran og LED lykt	263
5.1.9	Hjuloppheng foran	263
5.1.10	Plastdeksler og lys bak	264
5.1.11	Skjermer	266
5.1.12	Kurv og krykkehaldere	267
5.1.13	Ramme og elektronikk	268
5.1.14	Elektronikk i instrumentboks	272
5.2	Vedlegg 2 - Markedsanalyse	273
5.3	Vedlegg 3 - Testing Sunrise Extreme X8	279
5.4	Vedlegg 4 – Intervju av brukere	281
5.5	Vedlegg 5 – Intervju hos NAV sin hjelpemiddelsentral	286
5.6	Vedlegg 6 - Intervju Sunrise Medical avd. Innlandet	292
5.7	Vedlegg 7 - Analyse Transportdesign 2022	297
5.8	Vedlegg 8 - Analyse design Sunrise Raptor	307
5.9	Vedlegg 9 - Benchmarking av 3 konsepter	316
5.9.1	Benchmarking	316
5.9.2	Konsept 1: Best mulig egenskaper med enkelhet	316
5.9.3	Konsept 2: Funksjonelt-optimal terrenggående rullestol	331

5.10	Konsept 3: Modulbasert adaptiv rullestol – 2 in 1	344
6	Referanser.....	359

Figurliste

Figur 1 - Sunrise Raptor, bildet er brukt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	24
Figur 2 - Sunrise Raptor, bildet er brukt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	25
Figur 3 - Sunrise Raptor, bildet er brukt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	26
Figur 4 - Raptor i bruk, bilde gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	27
Figur 5 - Raptor i bruk, bilde gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	28
Figur 6 – Produktbilde av Sunrise Medical Raptor, gjengitt med tillatelse av Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	33
Figur 7 - Egenprodusert bilde av prøvekjøring av Magic Mobility Extreme X8.....	39
Figur 8 - Egenprodusert bilde av Magic Mobility Extreme X8	40
Figur 9 – Bilde av brukeren Olivia, gjengitt med tillatelse av Camilla Sagstuen (moren til Olivia)	42
Figur 10 - Egenprodusert bilde av annen rullestol hos NAV sin hjelpemiddelsentral.....	43
Figur 11 - Produktbilde av Sunrise Medical Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	44
Figur 12 - Bilder fra designprosessen for Raptor, gjengitt med tillatelse av Mosa Designlab (Mosa Designlab, 2022b) og Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	45
Figur 13 - Interesse av biltyper og merker over tid. Laget via verktøyet Google Trends (egenprodusert).....	46
Figur 14 - Egenprodusert idekart laget med verktøyet Miro.....	56
Figur 15 - Egenprodusert skisse av hjulkapsler	57
Figur 16 - Egenprodusert bilde av Magic Mobility Extreme X8 motor.....	58
Figur 17 - Egenprodusert skisse av ratt.....	60
Figur 18 - Egenprodusert skisse av ratt med betjeningsknapper.....	61
Figur 19 - Egenprodusert skisse av setejustering	62

Figur 20 - Skjermdump av Elon Musk tweet om lisensiering av selvkjøring (Twitter, 2022a).....	63
Figur 21 – Tesla-dashbord (van der Chijs, 2015), link til Creative Commons lisesns: https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/	64
Figur 22 - Egenprodusert skisse av «skid-plate»	65
Figur 23 – Bilde av skivebrems (danjo paluska, 2009), link til Creative Commons lisens: https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/	66
Figur 24 - Egenprodusert skisse av 2 moduler	68
Figur 25 - Egenprodusert skisse av klappbar rullestol	70
Figur 26 - Egenprodusert skisse av fjæret aksling	71
Figur 27 – Bilde av 18650 batteri (SparkFunElectronics, 2015), Link til Creative Commons lisens: https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/	72
Figur 28 – Selvprodusert bilde av batterimoduler fra Tesla Model S	74
Figur 29 - Egenprodusert skisse av utskiftbart batteri.....	75
Figur 30 - Egenprodusert skisse av hjuloppheng	76
Figur 31 - Egenprodusert skisse av ultrasoniske sensorer.....	77
Figur 32 - Egenprodusert bilde av en Vinylwrappet/foliert bil	78
Figur 33 - Egenprodusert skisse av stol	79
Figur 34 - Egenprodusert skisse av negativ camber.....	80
Figur 35 - Egenprodusert skisse av display/ryggekamera/telefonfeste	81
Figur 36 - Egenprodusert skisse av avtakbart tak	82
Figur 37 - Egenprodusert skisse av utvidbart gulv.....	83
Figur 38 - Egenprodusert skisse av kjøremoduser på display	84
Figur 39 - Egenprodusert skisse av stoladaptore	85
Figur 40 - Egenprodusert skisse av konsept 1	87
Figur 41 - Egenprodusert skisse av konsept 2, med og uten tak	93
Figur 42 - Egenprodusert skisse av konsept 3.....	98
Figur 43 - Egenprodusert skisse av konsept 3.....	101
Figur 44 - Egenprodusert skisse av konsept 3.....	102
Figur 45 - Egenprodusert skisse av konsept 1	103
Figur 46 - Egenprodusert skisse av konsept 3.....	104

Figur 47 - Egenprodusert skisse av konsept 1	104
Figur 48 - Egenprodusert skisse av konsept 2.....	106
Figur 49 – Egenprodusert oversikt over Tjalve-metode.....	109
Figur 50 - Egenprodusert funksjonskart.....	110
Figur 51 – Egenprodusert skisse av prinsipiell struktur	110
Figur 52 - Egenprodusert variasjon over kvantitative strukturer	112
Figur 53 - Egenprodusert skisse av valgt struktur	113
Figur 54 – Egenprodusert bilde av et av verktøyene som ble brukt (Humanscale Manual)	114
Figur 55 – Variasjon over totalform of valgt form.....	115
Figur 56 – Egenprodusert skisse av sittestilling.....	116
Figur 57 - Egenprodusert skisse av brukere med forskjellige størrelser	117
Figur 58 - Egenprodusert skisse av	118
Figur 59 – Egenproduserte skisser fra utvikling av form.....	119
Figur 60 - Egenprodusert skisse av forside og bakside	120
Figur 61 - Egenprodusert skisse av målsetting og toppvinkel.....	121
Figur 62 - Egenprodusert skisse av målsetting.....	121
Figur 63 - Egenprodusert sammenligning av skisser for gammel og ny versjon, tegning av Raptor er gjengitt med tillatelse fra Mosa Designlab (Mosa Designlab, 2022b) og Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	122
Figur 64 - Egenprodusert skisse av takkonsept.....	123
Figur 65 - Egenprodusert skisse av takkonsept.....	124
Figur 66 - Egenprodusert skisse av totalform	125
Figur 67 - Egenprodusert skisse av strømlinjeform	126
Figur 68 - Egenprodusert skisse av totalform	127
Figur 69 - Egenprodusert skisse av korte overheng	128
Figur 70 - Egenprodusert skisse av lav visuell masse.....	129
Figur 71 - Egenprodusert skisse av store hjulkapsler.....	130
Figur 72 - Egenprodusert skisse av dekkbredde.....	130
Figur 73 - Egenprodusert skisse av kontinuerlige og organiske flater	131
Figur 74 - Egenprodusert skisse av skarpe linjer	131

Figur 75 - Egenprodusert skisse av minimalistisk utseende foran og bak	132
Figur 76 - Egenprodusert skisse av pareidoli på ny utforming	132
Figur 77 - Egenprodusert skisse av lysstriper foran og bak	133
Figur 78 - Egenprodusert skisse av diffuser-lignende bunn.....	133
Figur 79 - Egenprodusert skisse av spoiler-flate bak	134
Figur 80 - Egenprodusert skisse av offroad-dekk	134
Figur 81 - Egenprodusert skisse av sidevisning	135
Figur 82 - Egenprodusert skisse av minimalistisk "interiør"	136
Figur 83 - Egenprodusert skisse av telefonholder	136
Figur 84 - Egenprodusert skisse av ratt.....	137
Figur 85 - Egenprodusert skisse av sete	137
Figur 86 - Egenprodusert skisse av mulige funksjoner på ratt	138
Figur 87 - Egenprodusert skisse av formvariasjon for rundt ratt	139
Figur 88 - Egenprodusert skisse av formvariasjon for rektangulært ratt.....	140
Figur 89 - Egenprodusert skisse for bruk i 3D-modellering	140
Figur 90 - Egenprodusert skissecollage av ratt og fører.....	141
Figur 91 - Egenprodusert skisse av tiltenkte produksjonsmetoder for de ulike delene.....	142
Figur 92 - Skjermdump av Twitter-statistikk	143
Figur 93 - Skjermdumpcollage av respons fra brukere på Twitter (Twitter, 2022b)	145
Figur 94 - Egenprodusert 3D-print av ratt for ergonomisk testing.....	147
Figur 95 - Egenprodusert collage av fysisk testing av rattmodell.....	148
Figur 96 - Egenprodusert bildecollage av forbedret 3D-printet ratt.....	151
Figur 97 - Skjermdump fra 3D-modellering	152
Figur 98 - Skjermdump fra 3D-modellering	152
Figur 99 - Skjermdump fra 3D-modellering	153
Figur 100 - Skjermdump fra 3D-modellering	154
Figur 101 - Skjermdump fra 3D-modellering	155
Figur 102 - Skjermdump fra 3D-modellering	155
Figur 103 - Skjermdump fra 3D-modellering	156
Figur 104 - Skjermdump fra 3D-modellering	156

Figur 105 - Skjermdump fra 3D-modellering	157
Figur 106 - Skjermdump fra 3D-modellering	158
Figur 107 - Skjermdump fra 3D-modellering	159
Figur 108 - Skjermdump fra 3D-modellering	160
Figur 109 - Skjermdump fra 3D-modellering	161
Figur 110 - Skjermdump fra 3D-modellering	162
Figur 111 - Skjermdump fra 3D-modellering	162
Figur 112 - Skjermdump fra 3D-modellering	163
Figur 113 - Skjermdump fra 3D-modellering	163
Figur 114 - Skjermdump fra 3D-modellering	164
Figur 115 - Skjermdump fra 3D-modellering	164
Figur 116 - Skjermdump fra 3D-modellering	165
Figur 117 - Skjermdump fra 3D-modellering	166
Figur 118 - Skjermdump fra 3D-modellering	167
Figur 119 - Skjermdump fra 3D-modellering	167
Figur 120 - Skjermdump fra 3D-modellering	168
Figur 121 - Skjermdump fra 3D-modellering	169
Figur 122 - Skjermdump fra 3D-modellering	169
Figur 123 - Skjermdump fra 3D-modellering	170
Figur 124 - Skjermdump fra 3D-modellering	171
Figur 125 - Skjermdump fra 3D-modellering	172
Figur 126 - Skjermdump fra 3D-modellering	172
Figur 127 - Skjermdump fra 3D-modellering	173
Figur 128 - Skjermdump fra 3D-modellering	174
Figur 129 - Skjermdump fra 3D-modellering	175
Figur 130 - Skjermdump fra 3D-modellering	176
Figur 131 - Skjermdump fra 3D-modellering	177
Figur 132 - Skjermdump fra 3D-modellering	178
Figur 133 - Skjermdump fra 3D-modellering	179
Figur 134 - Skjermdump fra 3D-modellering	179

Figur 135 - Skjermdump fra 3D-modellering	180
Figur 136 - Skjermdump fra 3D-modellering	180
Figur 137 - Skjermdump fra 3D-modellering	181
Figur 138 - Skjermdump fra 3D-modellering	181
Figur 139 - Skjermdump fra 3D-modellering	182
Figur 140 - Skjermdump fra 3D-modellering	182
Figur 141 - Skjermdump fra 3D-modellering	183
Figur 142 - Skjermdump fra 3D-modellering	183
Figur 143 - Egenprodusert collage av 3D-print prosessen	184
Figur 144 - Egenprodusert bilde av ubehandlet 3D-print	184
Figur 145 – Sprøytesparklede deler.....	185
Figur 146 - Oppdatert fysisk setemodell.....	186
Figur 147 - Ferdig sparklede deler	187
Figur 148 - Vannslipte deler.....	187
Figur 149 - Lakkerte skjermer.....	188
Figur 150 - Lakkerte deler.....	188
Figur 151 - Maling av felgdetaljer	189
Figur 152 - Boring av hull til hjul	189
Figur 153 - Sammensatt dekk og kapsel, klart til å srus fast i kroppen.....	190
Figur 154 - Deler klare til montering	190
Figur 155 - Montering med skruer og diverse.....	191
Figur 156 - Egenprodusert Keyshot render	192
Figur 157 - Egenprodusert Keyshot render	193
Figur 158 - Egenprodusert Keyshot render	194
Figur 159 - Egenprodusert Keyshot render	195
Figur 160 - Egenprodusert Keyshot render	196
Figur 161 - Egenprodusert Keyshot render	197
Figur 162 - Egenprodusert Keyshot render	198
Figur 163 - Egenprodusert Keyshot render	199
Figur 164 - Egenprodusert Keyshot render	200

Figur 165 - Egenprodusert Keyshot render	201
Figur 166 - Egenprodusert Keyshot render	201
Figur 167 - Egenprodusert Keyshot render	202
Figur 168 - Egenprodusert Keyshot render	203
Figur 169 - Egenprodusert Keyshot render	204
Figur 170 - Egenprodusert Keyshot render	205
Figur 171 - Egenprodusert Keyshot render	206
Figur 172 - Egenprodusert Keyshot render	206
Figur 173 - Egenprodusert Keyshot render	207
Figur 174 - Egenprodusert Keyshot render	207
Figur 175 - Egenprodusert Keyshot render sammenlignet med Sunrise Medical Raptor, bilde av Raptor er gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	208
Figur 176 - Egenprodusert Keyshot render	209
Figur 177 - Egenprodusert Keyshot render	210
Figur 178 - Egenprodusert Keyshot render	211
Figur 179 - Egenprodusert Keyshot render	211
Figur 181 - Egenprodusert Keyshot render	212
Figur 182 - Egenprodusert Keyshot render	213
Figur 183 - Egenprodusert Keyshot render	213
Figur 184 - Egenprodusert Keyshot render	214
Figur 185 - Egenprodusert Keyshot render	214
Figur 186 - Egenprodusert Keyshot render	215
Figur 187 - Egenprodusert Keyshot render	216
Figur 188 – Egenprodusert tegning fra 3D-modell	217
Figur 189 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	218
Figur 190 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	219
Figur 191 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	220
Figur 192 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	221
Figur 193 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	222
Figur 194 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	223

Figur 195 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	224
Figur 196 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	224
Figur 197 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	225
Figur 198 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	226
Figur 199 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	227
Figur 200 - Egenprodusert bilde av fysisk modell	228
Figur 201 - Egenprodusert Keyshot render	230
Figur 202 - Egenprodusert skisse med mål	255
Figur 203 - Egenprodusert teknisk tegning med mål	255
Figur 204 - Egenproduserte bilder.....	256
Figur 205 - Egenprodusert bilde av Raptor	257
Figur 206 - Egenprodusert bildecollage av Raptor	257
Figur 207 - Illustrasjon av komponenter fra brukermanual, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	258
Figur 208 - Egenprodusert bildecollage av sete på Raptor	259
Figur 209 - Egenprodusert bildecollage av ratt til Raptor.....	260
Figur 210 - Illustrasjon av Ackermann styremekanisme, stillbilde fra animasjon (Pasimi, 2015), link til CC-lisens: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en ,.....	260
Figur 211 - Egenprodusert bildecollage av instrumentpanel / dashbord til Raptor	261
Figur 212 - Egenprodusert bilde av hjulet til Raptor.....	261
Figur 213 - Egenprodusert bilde av nødbrems på Raptor	262
Figur 214 - Egenprodusert bilde av speil på Raptor.....	262
Figur 215 - Egenprodusert bilde av frontlykter på Raptor	263
Figur 216 - Egenprodusert bilde av hjuloppheng på Raptor	263
Figur 217 - Egenprodusert bildecollage av baklykt og side på Raptor	264
Figur 218 - Egenprodusert bilde av gulv på Raptor	265
Figur 219 – Gulv og deksler på Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	265
Figur 220 - Egenprodusert bildecollage av skjermer på Raptor.....	266

Figur 221 – Illustrasjon av skjermer og deksler fra Raptor sin servicemanual, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	267
Figur 222 - Egenprodusert bilde av kurv og krykkeholdere på Raptor.....	268
Figur 223 - Egenprodusert bilde av elektronikken på Raptor	269
Figur 224 - Egenprodusert bilde av ramme, motor og fjæring på Raptor	270
Figur 225 – Sammensetning av hjuloppheng på Sunrise Medical Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	271
Figur 226 - Sammensetning av ramme, motor og hjuloppheng på Sunrise Medical Raptor. Gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	271
Figur 227 - Sammensetning av ramme og hjuloppheng på Sunrise Medical Raptor. Gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)	272
Figur 228 - Egenprodusert bilde av elektronikk i instrumentboks på Raptor	272
Figur 229 - Egenprodusert bilde av Magic Mobility Extreme X8	279
Figur 230 - Egenprodusert bilde av prøvekjøring av Magic Mobility Extreme X8.....	280
Figur 231 – Bilde av brukeren Olivia, gjengitt med tillatelse av Camilla Sagstuen (moren til Olivia).....	282
Figur 232 - Egenproduserte bilder av andre rullestoler hos hjelpemiddelsentralen.....	291
Figur 233 – Produktbilde av «Knerten», gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	292
Figur 234 – Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	293
Figur 235 - Egenprodusert bilde av ledsagerstyringsmodul for Magic Mobility Extreme X8	296
Figur 236 - Egenprodusert tegning av omrisset til en Tesla Model X	298
Figur 237 - Egenprodusert tegning av omrisset til en 2022 Audi SUV	299
Figur 238 - Egenprodusert tegning av omrisset til en Volvo fra år 2000 og Polestar 2 fra 2022	300
Figur 239 - Egenprodusert tegning av omrisset til en 2000 Audi og 2022 Audi og deres overheng foran og bak hjulene	301
Figur 240 - Egenprodusert tegning av omrisset til en 2022 elektrisk Audi	302
Figur 241 - Egenprodusert tegning av 2000 Audi sammenlignet med 2022 Audi.....	302
Figur 242 - Egenprodusert tegning av omrisset til Audi e-tron	303

Figur 243 - Egenprodusert tegning av omrisset til Porsche Taycan.....	303
Figur 244 - Egenprodusert tegning av omriss av Volvo 240 og Tesla Model Y	304
Figur 245 - Egenprodusert illustrasjon av skarpe linjer på en Tesla Model X.....	304
Figur 246 - Egenprodusert illustrasjon av pareidoli i fronten på Tesla Roadster.....	305
Figur 247 - Egenprodusert tegning av omrisset til Tesla Model Y	306
Figur 248 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	308
Figur 249 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	309
Figur 250 - Produktbilder av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	310
Figur 251 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	310
Figur 252 - Produktbilder av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	311
Figur 253 - Egenprodusert bilde av skjermer på Raptor	311
Figur 254 - Egenproduserte bilder av skjermene til Raptor	312
Figur 255 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a).....	312
Figur 256 – Egenprodusert tegning av eksempel på moderne ATV	313
Figur 257 - Egenprodusert bilde av front på Raptor	314
Figur 258 - Egenprodusert bilde av hjul på Raptor	315
Figur 259 - Egenprodusert bilde av ratt på Raptor	315
Figur 260 - Egenprodusert skisse av konsept 1	316
Figur 261 - Egenprodusert skisse av konsept 2.....	331
Figur 262 - Egenprodusert skisse av konsept 3.....	344

Tabelliste

Tabell 1 - Tekniske Løsninger for dagens Raptor.....	34
Tabell 2 - Tilbehør for dagens Raptor.....	34
Tabell 3 - Spesifikasjoner for dagens Raptor (Sunrise Medical, u.å.).....	35
Tabell 4 - Liste over mest sammenlignbare rullestoler.....	37
Tabell – Transportdesign 2022 oppsummering.....	46
Tabell - Designanalyse Raptor 2005	47
Tabell - Kravspesifikasjoner	49
Tabell - Oversikt over konsept 1	87
Tabell – Oversikt over konsept 2	94
Tabell - Oversikt over konsept 3	99
Tabell - Oversikt over endelige løsninger	229
Tabell - Kravspesifikasjoner for endelig modell.....	230
Tabell 13 - SWOT-analyse.....	251
Tabell - Markedsanalyse	273
Tabell - Intervju av Raptor-bruker	281
Tabell - Intervju hjelpemiddelsentralen	286
Tabell - Sunrise intervju.....	292
Tabell - Transportdesign 2022 analyse	297
Tabell - Designanalyse Raptor 2005	307
Tabell - Benchmarking av konsept 1.....	317
Tabell - Benchmarking av konsept 2.....	331
Tabell - Benchmarking av konsept 3.....	344

1 Introduksjon

Sunrise Raptor er en elektrisk rullestol designet og utviklet i 2005 på Lillehammer, med Morten Sagstuen som designer (Mosa Designlab). Produktet er beregnet for barn med lettere handikapp, og produseres og tilbys fortsatt den dag i dag. Produktet har ikke blitt videreutviklet i betydelig grad siden lansering, og Morten Sagstuen ser i dag potensial i en ny og videreutviklet «versjon» av Raptor, som tar i bruk nye teknologiske muligheter.

I dette prosjektet skal vi legge frem en konseptuell løsning for en elektrisk rullestol, inspirert av Sunrise Raptor. Oppdragsgiver er Mosa Designlab AS, designfirmaet til Morten Sagstuen. Prosjektet vil undersøke potensialet i et nytt produkt inspirert av Sunrise Raptor. Det er altså et forsknings/utviklingsprosjekt, der effektmålene er å eventuelt legitimere oppstart av et komplett produktutviklingsprosjekt for en fornyet Raptor. Resultat skal gi signaler om det er en god ide å investere i å utvikle og produsere et slikt produkt.

Prosjektet fokuserer på utseende og funksjonelle egenskaper. Da dette vil være et nytt produkt, uten et veletablert marked, vil konseptet utvikles for å eventuelt realiseres i forserie/småserieproduksjon (rundt 50 i året). Dette setter krav og begrensninger til produktet, med tanke på produksjonsmetoder og kostnader.

1.1 Sunrise Raptor

Raptor er en meget spesiell elektrisk rullestol, fordi den ikke direkte oppfattes som en rullestol. Raptor var designet som et hjelpemiddel, men siden produktet har diverse sterke kvaliteter, som «tøft» utseende og kjøreegenskaper, fremtrer ikke produktet som en vanlig rullestol. Bruker og mennesker rundt oppfatter Gjerne ikke Raptor som et hjelpemiddel, som er en veldig effektiv måte å motvirke stigmatisering. «Hjelpemiddel-aspektet» oppfattes hvert fall som et biprodukt, da det først og fremst er et spennende kjøretøy. Designeren bak produktet beskriver det slik:

Tanken bak produktet var å tilby funksjonshemmede barn en helt spesiell elektrisk rullestol, som både barna og andre ikke oppfatter som et teknisk hjelpemiddel for funksjonshemmede. Utseende vekker assosiasjoner til andre kjøretøy, og fjæringssystem

gir gode offroadkjøretøyeigenschaften. Produktet har uten tvil bidratt til å skape et bedre og morsommere liv for mange funksjonshemmede barn.
(Mosa Designlab, 2022a)

Raptor fikk det Norsk designråds “Merket for god design” i 2006. En av juryens kommentarer var: «Raptor er sannsynligvis det kuleste kjøretøyet for funksjonshemmede barn som noen gang er laget» (Mosa Designlab, 2022a).



Figur 1 - Sunrise Raptor, bildet er brukt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Sett fra et «universell utforming perspektiv», gir de elektriske rullestolene på markedet i dag økt tilgjengelighet, men ofte liten grad av opplevd likeverdighet. Årsakene til dette er flere, men stigma ofte et av problemene. Vanlige rullestoler har et visuelt uttrykk og format som blir forbundet med mobilitets-nedsettelse, og kan dermed virke som et «merke» eller kjennetegn som plasserer individer i en kategori i sosiale sammenheng.

Her kommer konseptet bak Raptor inn, og motvirker dette: Ved å designe en rullestol som har svært gode kvaliteter utover det å være en rullestol, mister produktet mye av «statusen» som rullestol, til tross for at det funksjonelt fungerer som en. En rullestol som Raptor vil ønskes uavhengig av funksjonsevne, både av brukere med og uten funksjonsnedsettelse. For en person med nedsettelse, er det ikke kun det faktum at Raptor er et hjelpemiddel som kan gi lyst på produktet. Det er like mye fordi det er et spennende, tøft og morsomt produkt. Det å ta produktet i bruk vil dermed oppleves og fremstå mindre som en tilrettelegging, men heller at en bruker et produkt fordi man har lyst. Slik er situasjonen for Raptor i dag; produktet benyttes i hovedsak av funksjonshemmede, men er tøft og appellerende for barn generelt. Et av prosjektets medlemmer kan selv huske at produktet var svært fasinende som barn, og hvor spennende det var å få prøve en Raptor.



Figur 2 - Sunrise Raptor, bildet er brukt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Denne tankegangen kan også utvides videre, i henhold til universell utforming metodologi: I det helt optimale tilfelle vil ikke produktet være tilrettelegging i det hele tatt, produktet kan være så generelt appellerende at det tas i bruk helt uavhengig av funksjonsevne. Da vil det ikke følge med noe stigmatisering når det tas i bruk. Det er sannsynligvis vanskelig å få til noe slikt for elektriske rullestoler, men poenget er at det er stort potensialet i å lage generelt «kule» hjelpemidler, som ikke kun appellerer til den som er avhengig av det.

Mosa Designlab ser spesielt stort potensiale i å designe elektriske rullestoler for barn og unge etter denne strategien. Potensialet er spesielt stort fordi en elektrisk rullestol kan, slik vi ser det, designes slik at den er appellerende til mange barn generelt. Unge er gjerne interesserte i fart og spenning, og mange har stor interesse for motoriserte kjøretøy som biler, ATV, Gokart osv. En elektrisk rullestol, som for eksempel Raptor, kan gjøres både estetisk og funksjonelt tiltalende for disse menneskene. Vi ser Raptor og dens store suksess for brukere som et bevis på at denne design-filosofien er effektiv i denne typen produkt.



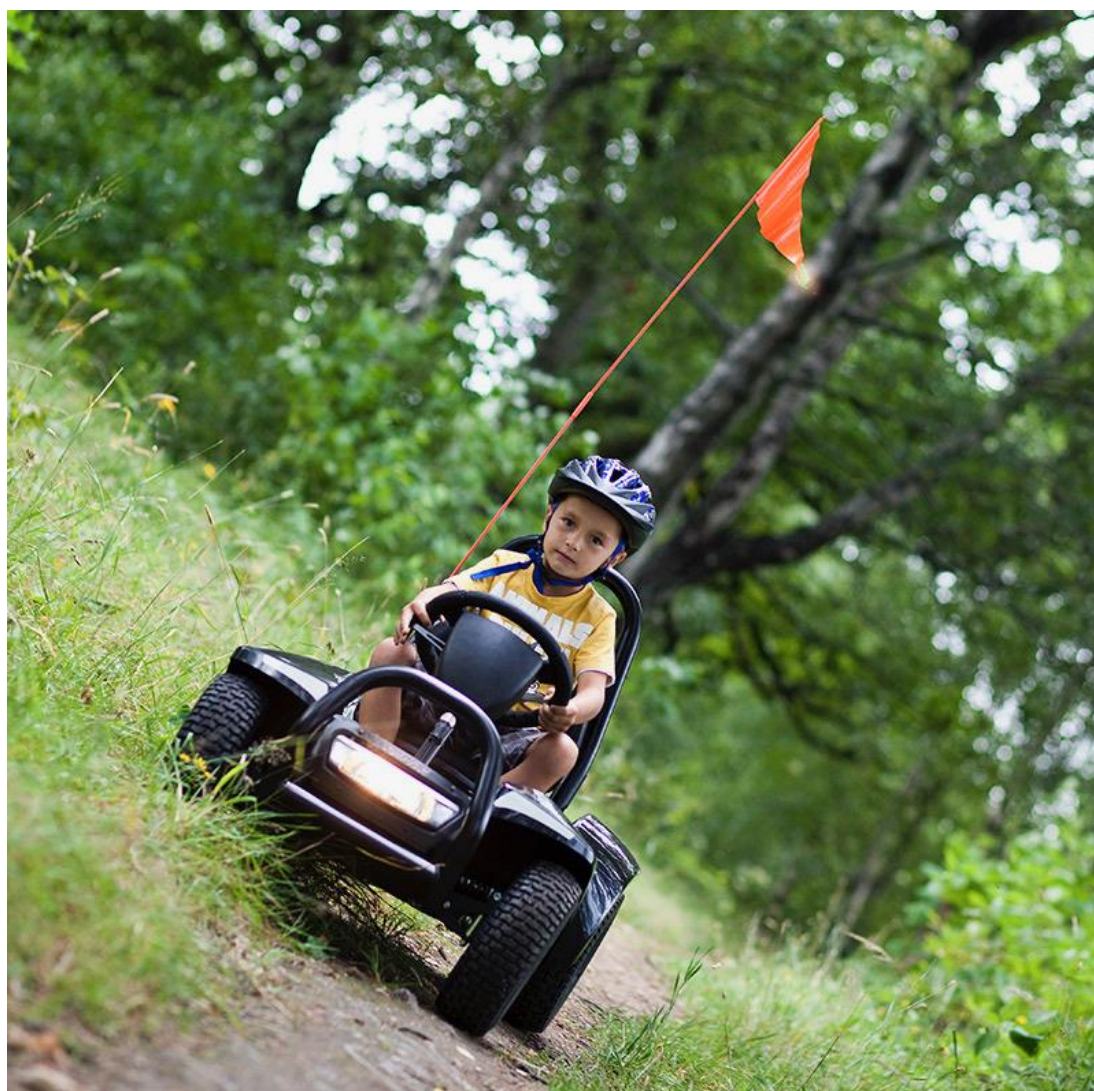
Figur 3 - Sunrise Raptor, bildet er brukt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Hva er det som gjør Raptor appellerende utover det å være en elektrisk rullestol? Slik vi ser det kan dette deles i 2 aspekter, det funksjonelle og det estetiske. Disse to henger naturligvis tett sammen: Raptor har funksjonelle egenskaper som ligner en offroad/terreng-bil, og har et utseende som kommuniserer dette. Raptor har ratt og gasspedal som en bil, 4 grove hjul, fjæringssystem, lavt tyngdepunkt og drift på bakhjulene. Sammen gir dette en kjøreopplevelse som minner mer om andre kjøretøy enn en elektrisk rullestol. Raptor styres som en bil, og kan kjøres ute i forskjellige terreng. Funksjonelt minner den noe om en blanding av ATV og Gokart.



Figur 4 - Raptor i bruk, bilde gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Den kan kjøres i ulike terreng i likhet ATV, men den er kompakt og styres med ratt som en Gokart. Takket være dette har Raptor vært brukt mye til uteaktiviteter, slik at unge funksjonshemmede kan ta mer del i lek. Utseende til Raptor er «tøft» og skaper assosiasjoner til andre kjøretøy, like mye som den vekker assosiasjoner til elektriske rullestoler. Vanlige rullestoler bidrar til at brukeren ser handikappet ut, noe som gjerne ikke er tilfellet med Raptor. Dette betyr at brukeren har lettere for å bli akseptert av andre barn, og får et styrket selvbilde. Samtidig gjør Raptor det fysisk mulig å delta i ulike aktiviteter. En kan altså si Raptor har appell ut over å være rullestol, på grunn av sitt tøffe utseende, men også fordi den genuint er morsom i bruk.



Figur 5 - Raptor i bruk, bilde gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Viktig å bemerke er at elementene som ratt og fotpedal begrenser brukbarhet for mange funksjonshemmede. Raptor var designet for barn med lettere funksjonsnedsettelse, da den setter en del krav til motorikk. Den har riktignok blitt tilbudt med mulighet for «Joystick» styring, håndgass og sete med mer støtte.

1.2 Raptor 2022

Raptor ble designet og utviklet i 2005, og mye har skjedd på teknologifronten siden den gang. En del aspekter ved Raptor er dermed ikke like «state of the art» som det var i 2006. Eksempler på dette er batterier, sensorer, hjuloppheng, programvare og digitalisering. Preferanser til utseende på kjøretøy har også utviklet seg siden 2005, blant gjennom nye trender i transportdesign. Dette er spesielt viktig når det kommer til Raptor, nettopp fordi en viktig del av produktet er at det ser kult og spennende ut, gjennom visuelle elementer og prinsipper som skaper assosiasjoner til andre typer kjøretøy. Raptor ser fortsatt spennende ut i dag, men den er langt fra like spennende som den var for 15 år siden. Dette er ikke unaturlig: Raptor tok inspirasjon fra datidens kjøretøy, kjøretøyene som ikke ser like spennende ut etter dagens standarder og trender. Måten de ledende transport-designerne designer kjøretøy har endret seg, og dersom en ny Raptor designes i henhold til dette, vil produktet kunne bli enda mer spennende og tøft. Videre vil dette gjøre at produktet minner enda mindre om en vanlig elektrisk rullestol.

En utfordring med Raptor i dag er at volumet er relativt lavt. Dette har blant annet å gjøre med at produktet har et relativt begrenset marked, lett funksjonshemmede barn mellom 6-13 år. Det å gjøre produktet brukbart og appellerende for flere, vil være direkte gunstig for konseptet produktet bygger på. Jo flere typer brukere, jo mindre vil produktet anses som et hjelpemiddel. Dette kan oppnås ved at produktet også fungerer for ungdom med moderate nedsettelse. I det optimale scenarioet ønskes produktet også av mennesker som ikke behøver den som et hjelpemiddel. Dersom en skal oppnå dette, må konseptet videreutvikles på en slik måte at ønskes av flere, samtidig som de eksisterende brukerne ivaretas.

Raptor fra 2005 har begynt å vise sin alder, og produktet er ikke like effektivt som det en gang var. Ideen er derimot like god den dag i dag, som er grunnen til at Mosa designlab ønsker å forske på en ny Raptor; en ny løsning som baserer seg på den samme ideen. Ved å nyttiggjøre dagens teknologi, og designe en «ny» Raptor inspirert av moderne transportdesign, ser vi muligheter til å gjøre produktet mer appellerende for flere mennesker. Ved å øke brukergruppen vil en kunne oppnå større salgsvolum, som vil kunne gi et mer konkurransedyktig produkt gjennom skalafordeler. Den mest effektive måten å oppnå dette på, vil være å øke aldersspennet til målgruppen. Dette kan oppnås ved å gjøre produktet brukbart og mer tiltalende for eldre barn og ungdom. Dette prosjektet bygger på en visjon om å lage en elektrisk rullestol som er så kul, at svært mange mennesker får lyst på den, uavhengig av funksjonsevne.

1.3 Problemstilling

I dette prosjektet skal vi designe et elektrisk rullestol-konsept inspirert av Raptor til Sunrise Medical; en elektrisk rullestol for barn fra 2005 som i mindre grad anses eller oppleves som et hjelpemiddel. Løsningen skal ha en større målgruppe enn Raptor: lettere funksjonsnedsettelse fra 8-21 år. Løsningen skal ikke være vesentlig dyrere, og skal være mer brukervennlig, appellerende og miljøvennlig enn Raptor. Den skal ha form og utseende som står i stil til dagens transportdesign.

1.3.1 Brukergruppe

Hovedmålgruppen er i likhet med Raptor yngre mennesker med moderat funksjonsnedsettelse, men utvidet til barn og ungdom opp til 21. I denne sammenhengen vil moderat funksjonsnedsettelse si mennesker som har gangnedsettelse, med relativt fungerende armer og kognitive evner. Brukeren bør for eksempel være i stand til å styre ratt eller joystick, og reagere med omgivelsene på hensiktsmessig måte under kjøring. Dette kan være mennesker med grad 1 CP, sykdom som rammer bein, amputert bein osv. En nærmere undersøkelse av brukergruppen til Raptor vil foretas, slik at vi kan definere vår brukergruppe nærmere i definisjonsdelen av prosjektet.

1.3.2 Resultatmål

Elektrisk rullestol konsept, presentert i fysisk utseende-modell (skala 1:5), og digital modell som er både utseenderiktig og viser funksjonalitet. Rattet skal vises i 1:1 funksjonsmodell. Realistiske bilder av løsningen skal lages. Vi skal med andre ord ikke lage en fullverdig prototype av løsningen vår. Prototype vil begrenses til visuelle, og funksjonelle prototyper av deler av løsningen. Viktig å bemerke er at Sunrise Medical ikke er en primærinteressent i prosjektet. Resultatet av prosjektet har ingen direkte effekt for Sunrise, og det gjennomføres ikke for eller i tett samarbeid med Sunrise. Resultatet skal ikke være en ny generasjon av Sunrise sin Raptor; prosjektet og problemstillingen tar utgangspunkt i Raptor, og bruker den som et “utgangspunkt”. Prosjektet gjennomføres uten å ta forbehold til spesifikke behov Sunrise Medical eventuelt ville hatt til et utviklingsprosjekt av en ny Raptor. Vi utvikler ikke konseptet med mål om at nøyaktig Sunrise Medical skal ville produsere den.

1.3.3 Effektmål

Gjennom fremvisning av resultatene av dette prosjektet, ønsker vi (og Mosa Designlab) å skape engasjement rundt et nytt produkt inspirert av Raptor, både blant folk flest, men også i bedrifter som produserer elektriske rullestoler. På denne måten håper vi prosjektet kan bidra med å legitimere satsing på et slikt konsept, som potensielt vil være bedre enn det som finnes i dag, med tanke på utseende (stigma) og funksjonelle egenskaper (morsomhet og fremkommelighet). Prosjektet ønsker altså å skape et slags «push», som får folk og bedrifter til å tenke annerledes på hva en rullestol kan være. En rullestol kan, slik vi og Mosa Designlab ser det, være noe som folk anser og opplever som morsomt, tøft og spennende; ikke bare et hjelpemiddel. Alt dette samtidig som den er realistisk i produksjon.

1.3.4 Samfunns mål

Det overordnede samfunns målet prosjektet bygger på, er bedring av hverdagen til mennesker med nedsatt funksjonsevne. Fokus er her på stigmatisering, men også tilgjengelighet i form av økt fremkommelighet. Dette kan sies å bygge under målet om et universelt utformet samfunn; en rullestol som oppfattes og erfares mindre tilrettelegging, men et generelt appellerende produkt.

1.3.5 Sentrale utfordringer

En av de store utfordringene i dette prosjektet blir antageligvis å opprettholde brukbarhet for de aller minste i målgruppen, de med størrelse til gjennomsnittlige 6 åringer. Dersom vi ønsker å få økt brukergruppen slik som beskrevet, er det sannsynlig at brukbarheten for de minste avtar. En annen sentral utfordring er det å skape bedre utseende og egenskaper med begrensning rundt kostnad og produksjonsmetoder.

1.3.6 Rammebetingelser og omfang

Problemstillingen som prosjektet tar for seg er omfattende. Det er derfor veldig viktig å være tydelig på avgrensning og betingelser for gjennomføringen. Utvikling en komplett elektrisk rullestol tar vanligvis år med flere arbeidere enn det denne prosjektgruppen består av. I dette prosjektet er vi begrenset av tid (1 semester), ressurser (penger, verktøy, antall gruppemedlemmer osv). Dette prosjektet vil utvikle visse aspekter ved en elektrisk rullestol, med fokus på det som er sentralt for å kommunisere prosjektet til brukere og andre interessenter. Samtidig ønsker vi å bemerke at, til tross for at resultatet vil være på et konseptuelt nivå, vil resultatene være utviklet for at konseptet skal kunne realiseres. Resultatene skal med andre ord kunne brukes direkte for videre realisering; CAD-tegninger lagd i henhold til produksjonsmetoder osv.

2 Metode

2.1 Dagens Raptor – Tekniske løsninger

Da vi ønsker å utvikle et produkt med utgangspunkt i Raptor-konseptet, er det naturligvis veldig interessant å se på dagens Raptor. Sunrise sin Raptor er en av de få om ikke den eneste rullestolen på markedet i dag som har kombinasjonen av ratt, terregegenskaper og spesielt utseende. Vi har besøkt Sunrise Medical Lillehammer, der Raptor produseres i dag, og gjennomført en omfattende analyse av produktet. Under er en oppsummering av Raptor-produktet og dens komponenter. Analysen kan ses i sin helhet i vedleggslisten (vedlegg 1), og en oppsummering kommer under tabellen. Her er produksjonsmetodene også beskrevet, noe som gir en pekepinn på hva som er realistisk å bruke av produksjonsmetoder, gitt en pris på 70 000kr og norsk arbeidskraft. En undersøkelse av andre løsninger på markedet kommer senere.



Figur 6 – Produktbilde av Sunrise Medical Raptor, gjengitt med tillatelse av Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Raptor ble utviklet av Henrik Strømme og designet av Morten Sagstuen (i dag Mosa Designlab AS) i 2005. Den er tiltenkt barn og unge, styres med ratt, og har enkel betjening på et instrumentpanel som sitter bak rattet. Rullestolen er stabil med et lavt tyngdepunkt, og har spesielt god fremkommelighet.

Tabell 1 - Tekniske Løsninger for dagens Raptor

Tekniske løsninger
<ul style="list-style-type: none">- Bakhjulsdrift: Rullestolen drives av en motor med differensial som sitter på bakakselen.- Fjæring: Uavhengig fjæring foran, fjæring med gjennomgående aksel bak- Manuell styring: Styringen er rent manuell, uten noe hjelpekraft (servo)- Veltebøyle: Stålbøyle bak sete for sikkerhet- Manuell seterotasjon: Setet kan rotere til siden for enklere på og avstigning- Bøttesete: Standard sete som leveres på Raptor. Veldig enkel, med lav rygg og lite støtte.- Armlener: Oppfellbare, festet til rammekonstruksjonen- Ratt: Oppfellbart med høyde og lengderegulering- Nødstopp på rattet: Stor rød sikkerhets-knapp i midten av rattet for å stoppe Raptor- Akselerator (gasshendel): Sitter som standard på instrument-boksen bak rattet- Krykkeholder: Anordning på veltebøylen som kan holde et sett med krykker- 2 speil: For å se bakover ved rygging, festet til rammen- Kurv bak: I nylon-stoff, for oppbevaring. Festet til veltebøylen- Lys: Hvitt LED lys foran og rødt bak- Blinklys: Foran og bak, aktiveres på instrumentpanelet- 2 fritidsbatterier: 60 Ah 12V (0,72kwh - totalt 1,44kwh – 20,3kg*2)- Batterilader: 24V 8Ah- 2 lengder: Raptor kan leveres i 2 konfigurasjoner: en kortere og en lengre. Dette oppnås ved forlenging av leddet mellom fram og bakdel- Skjermer: ATV-inspirerte skjermer for å hindre at jord el. fra hjulene treffer brukeren. Leveres i enten rød eller sort med kunstig karbonfiberkompositt-lignende overflate.

Tabell 2 - Tilbehør for dagens Raptor

Valgfritt tilbehør
<ul style="list-style-type: none">- Fjernstyrt nødstopp: En «fjernkontroll» som kan stoppe Raptor- Belter og vester: Kan leveres med ulike belter, seler og vester fra Kinetic Balance

- **Ulike seter:** Kan leveres med spesielle seter for brukere med spesielle behov
- **Betjening fra rattet:** Akselerator som sitter på rattet, for de med små hender
- **Tykkere ratt:** Ratt med ulik tykkelse for bedre grep avhengig av størrelse på hender
- **Fotakselerator:** Kan fås alene eller i kombinasjon med hånd-akselerator
- **Bagasjeboks:** Boks festet i veltebøylen med plass til skolesekk, klær ol. Kan låses.
- **Presenning:** Beskyttelse for når Raptor er parkert utendørs.
- **Utelader:** Lader som kan brukes ute, tåler utetemperatur osv.
- **Reflekssett i flamme-utseende:** Refleks som klistres på skjermene, virker muligens som «dekor» (ikke implementert av den opprinnelige designeren)

Tabell 3 - Spesifikasjoner for dagens Raptor (Sunrise Medical, u.å.)

Spesifikasjoner for Raptor			
Totallengde	Kort: 134 cm Lang: 144 cm	Maks kjørelengde på en lading	Opptil 35 km
Totalbredde	80 cm	Stabilitet sideveis helning	Maks 15°
Total høyde uten veltebøyle	69 cm	Stabilitet opp- og nedover	Maks 12°
Rygghøyde	38 cm	Elektrisk anlegg	24 Volt
Maks hastighet	10 km/t	Batterier	2 * 12 Volt 60 Ah
Minimum hastighet	3 km/t	Maks brukervekt	80 kg
Hindertakning	10 cm	Hjul	Luftfylte gummi hjul
Snudiameter	205 cm		

2.1.1 Oppsummering analyse Sunrise Raptor

Vi skal lage et konsept som er realistisk å realisere i produksjon, og det er dermed nødvendig å tenke produksjonskostnad gjennom hele utviklingsprosessen. Her er det veldig mye bra inspirasjon i dagens Raptor. Produksjonen har en veldig effektiv bruk av rimelige produksjonsmetoder, spesielt bemerkelsesverdig er termoforming av plast. Raptor oppnår konkurransedyktig prising gjennom smart utforming av deler, som muliggjør disse rimelige

produksjonsmetodene. Raptor kan sies å ha god DFM, «design for manufacturing». Raptors produksjon viser også hvor kritisk det er å ha et bevisst forhold til hva som bør produseres selv, og hva som bør kjøpes inn. Dagens Raptor produksjon gir en god pekepinn på hva som er gode leverandører å satse på; leverandører som leverer deler som er høy kvalitet og enkle å implementere, for eksempel Curtis Wright.

Dagens Raptor bærer en del preg av kostnadseffektivisering og minimering av risiko (fra bedriftens side). Produktet har i prinsippet blitt dårligere gjennom årene, til fordel for lavere produksjonskostnader. En kan argumentere at dette strider ganske mot strategien Raptor ble bygget på. Raptor var en relativt ny type produkt da det kom, og den strategien bedriften bruker nå vil antageligvis ikke åpne for samme suksess som de hadde når Raptor (på produktfronten). Raptor viste at det er potensial i å ta risikoen og lage en elektrisk rullestol som bryter med det tradisjonelle, brukere bruker og elsker fortsatt Raptor mange år senere (se intervju brukere). Raptor behandles i dag mer som en handelsvare hvor målet er lavest mulig pris, fremfor et differensiert produkt som vinner på å være så bra som mulig. Dette kommer antageligvis av at Sunrise har definert NAV som sin hovedkunde. Sunrise tjener mest på å få ned produksjonskostnaden på Raptorene NAV bestiller i året. NAV kjøper antageligvis rullestolene uansett, så lenge de oppfyller de sentrale funksjonene til Raptor; det finnes nemlig ikke noe sammenlignbart produkt på markedet (mer om det på neste side). Fra et organisasjonsledelseperspektiv kan en si strategien har gått fra innovasjon eller «hard product leadership», til prisminimering eller «hard operational excellence» (Paton *et al.*, 2020). Dette henger antageligvis sammen med at Raptor ble utviklet av en selvstendig bedrift, som senere ble kjøpt opp av Sunrise Medical. Raptor produksjonen er dermed blitt en del av en mye større virksomhet, en virksomhet der Raptor ikke er sentral. Kostnadseffektivisering er den enkleste måten å øke gevinst, fremfor å videreutvikle produktet og dets plassering i markedet, som vil være mer risikabelt. En motivasjon bak dette prosjektet er at Mosa designlab tror et slikt produkt bør få økt satsning, gitt potensialet. Prosjektet vil ikke å utvikle en ny generasjon Raptor for Sunrise medical, da Sunrise jobber med å forenkle produktet fremfor å videreutvikle det. Slik vil produktet fortsette å bli «dårligere» med hensyn til opplevd kvalitet av brukere. I denne oppgaven skal vi forsøke å

utvikle en ny elektrisk rullestol, med «produkt-innovasjon» som strategi. Gjennom denne strategien ble Raptor skapt, og det er slik det «neste» kan bli skapt.

2.2 Markedsanalyse

Vi har gjennomført en analyse av elektrisk rullestol-markedet, for å se hva slags løsninger som finnes. Dette er gunstig for å kartlegge gap og muligheter, og se hvordan Raptor konseptet er posisjonert i dagens marked. Vi får også et innblikk i hva slags teknologi og løsninger sammenlignbare produkter bruker i dag, som vil kunne gi inspirasjon til vårt konsept. Under er en oversikt over produkter som vi anser for å være mest sammenlignbare med Raptor. Det vil si terrenggående og mer eller mindre «tøffe» rullestoler, som har en utforming som skiller seg fra vanlige elektriske rullestoler. Analyse av alle disse er vedlagt (Vedlegg 2). Noen av produktene er å få på det norske markedet.

Tabell 4 - Liste over mest sammenlignbare rullestoler

Liste over <i>mest</i> sammenlignbare elektriske rullestoler
Terrainhopper OVERLANDER 4ZS
Action Trackchair STS
Cajun Commando 4X4 wheelchair
Sunrise Extreme X8
Permobil X850 Corpus 3G
Chasswheel FOUR X DL Range
Bighorn 4x4 Stair Climbing Wheelchair
Notawheelchair - The Rig
HexHog All-Terrain Off-Road Wheelchair
Scoozy C
Zoomability Zoom All-Terrain Vehicle
Swincar e-spider
Elektriske leke-Gokarts

Det er lite på markedet som er direkte sammenlignbart med Raptor produktet, eller Raptor-konseptet som beskrevet i åpningen av prosjektet. Vi har ikke funnet noen produkter som oppfyller målet til Raptor: en elektrisk rullestol som fungerer som en vanlig elektrisk rullestol, men ikke oppfattes som en. De fleste av produktene er spesialisert for terrengkjøring, og mangler egenskapene til en vanlig elektrisk rullestol. Produktene ser sjeldent ut til å ha et prioritert mål når det kommer til utseende. Produktene ser ofte ut til å være utviklet fra et rent ingeniør-ståsted, fremfor designet med klare estetiske mål.

Det er altså et tydelig gap i markedet for elektrisk rullestol med form og estetikk som er tiltrekkende i henhold til transportdesign, har utseende og funksjon som minner om andre kjøretøy som også *er relativt kompakt*. Spesielt bemerkelsesverdig er også at så og si ingen rullestoler har ratt eller mulighet for ratt, noe som er veldig sentralt når det kommer til kjøreopplevelsen til Raptor. Noen av karakteristikkene beskrevet ovenfor finnes i noen av produktene på markedet, men kun hver for seg i ulike produkter. Det at rullestolen er relativt kompakt er veldig sentralt, da for stor størrelse tar bort mye av egenskapene til en vanlig elektrisk rullestol. En veldig stor rullestol kan ikke brukes i mye av de samme omstendigheter som for eksempel i byen, i skolegården osv. Produktet på markedet i dag som er mest sammenlignbar med de funksjonelle egenskapene til Raptor, samt bedre på noen områder, er Zoomability sin Zoom. Denne har gode terrengegenskaper og sportslig kjøreopplevelse, takket være 4-hulsdrift og direkte svingning med styre. Til tross for dette er den totalt annerledes på form og utseende, med nærmest ingen likhet til annen transportdesign. Produktet som er mest sammenlignbart med Raptor når det kommer til det sistnevnte aspektet er Scoozy C, med sitt minimalistiske og dynamiske uttrykk. Scoozy C har derimot totalt annerledes kjøreegenskaper enn raptor, med styring ved joystick og veldig oppreist sittestilling. Det mest interessante produktet når det kommer til teknologi og løsninger er Sunrise sin Extreme X8, med 4 uavhengige motorer kombinert med svingning på forhjulene. Det er spesielt gunstig at denne er fra Sunrise, da det gir oss også muligheten til å teste rullestolen selv og utforske teknologien.

Sist men ikke minst er det en tydelig etterspørsel for små elektriske biler til lek for barn og ungdom, noe en ser med produkter som Seway Ninebot Pro. Det reiser spørsmålet om en Raptor inspirert elektrisk rullestol kunne blitt en suksess utenfor hjelpemiddel-markedet. Det ville vært et

interessant scenario, hvor produktet kunne oppnådd skalafordeler, og blitt den første universelle utformede rullestolen til barn og unge. Produktet ville altså potensielt blitt billigere og bedre for de som virkelig trenger den, både med hensyn til kvalitet og stigma. Dersom folk bruker den uavhengig av om de trenger et hjelpemiddel, vil ikke produktet oppfattes som et hjelpemiddel. Det er antageligvis en stor utfordring å få til, men en veldig interessant tanke.

2.3 Testing av Sunrise / Magic Mobility Extreme X8

Vi besøkte Sunrise Medical på Lillehammer og fikk prøvekjøre Magic Mobility Extreme X8. Denne rullestolen tilhører porteføljen til Sunrise Medical og er også bygget for gode kjøreegenskaper i ulent terreng. Denne stolen er mer fokusert mot voksne brukere og benytter joystick, kontra ratt, som sin styringsmetode. Rullestolen er designet og produseres i Australia etter oppkjøp av Sunrise Medical. Vedlegg 3 er en analyse av produktet og testingen.



Figur 7 - Egenprodusert bilde av prøvekjøring av Magic Mobility Extreme X8

Det er mye inspirasjon å hente i Extreme X8. Spesielt med tanke på hvordan alt er elektronisk styrt gjennom R-NET-systemet, som lar brukeren tilpasse kjøreegenskaper etter forholdene man skulle kjøre under. Vi ser også klart hvordan denne stolen har bedre offroad-funksjonalitet enn dagens Raptor med grovere dekk, firehjulstrekk og høyere bakkeklaring. Under testingen gjorde vi manøvre som ikke er mulig med Raptor slik den er i dag.



Figur 8 - Egenprodusert bilde av Magic Mobility Extreme X8

2.4 Intervjuer

Vi har gjennomført intervjuer av ulike parter som bruker eller jobber med dagens Raptor produkt, da Sunrise sin Raptor er eneste produktet på markedet i dag som er i den produktkategorien vi har definert. Dette inkluderer brukere av produktet, selger av produktet og bruker-rådgiver på hjelpemiddelsentral som tilbyr produktet. Disse 3 har ulike interesser og forhold til produktet, og vil dermed ha forskjellige perspektiver. Som i en hvilken som helst designprosess, er det kritisk å få et variert innspill. I dette tilfellet får vi innspill som varierer fra bruker-interesse til kommersiell/logistisk interesse (bruker->hjelpemiddelsentral->bedrift).

2.4.1 Intervju Raptor-brukere (Se vedlegg 4)

Vi har gjennomført et intervju av det vi anser som en familie som er superbrukere av Raptor. Intervjuobjektene er mor og en datter på 7 år, som har hatt den opprinnelige Raptor i om lag 4 år. Vi møttes fysisk for intervjuet, og søket å finne ut hva ved Raptor brukerne verdsetter og hvilke aspekter som krever forbedring. Dette vil være svært nyttig for videreutviklingen i prosjektet; vi ønsker å videreutvikle aspektene som gjør Raptor et bra produkt, samtidig som vi finner løsninger på problemer ved produktet. For gjennomføringen av intervjuet ble produktet delt opp i 3 aspekter: teknisk, produktet i bruk og estetikk, hvor vi spurte om sentrale underpunkter. Mange av punktene er inspirert fra universell utforming teori. Universell utforming prinsippene er veldig gode i denne sammenhengen, da de nettopp er til for å skape best brukbarhet for flest mulig. Før vi gjorde dette, lot vi brukere snakke mye fritt; dette gjorde vi for at de skulle få utspille engasjementet sitt fritt, som forteller oss mye om hva de synes og tenker om Raptor. Intervjuet er vedlagt i sin helhet (vedlegg 4)

Camilla er mor til Olivia som har brukt Raptor i mange år. Camilla er svært engasjert i hjelpemidler, og i denne sammenhengen ser vi på både mor og datter som brukere. Camilla bruker ikke Raptoren direkte, men er bruker av produktet gjennom Olivia. Olivia har CP grad 1. Hun er dermed midt i målgruppen for Raptor produktet.



Figur 9 – Bilde av brukeren Olivia, gjengitt med tillatelse av Camilla Sagstuen (moren til Olivia)

Vi fikk veldig mye god input fra brukerne, rundt forskjellige aspekter av produktet. Spesielt bemerkelsesverdig er hvor glad brukerne er i produktet, som kom veldig tydelig frem i starten av intervjuet. Til tross for at de er veldig glade i produktet, har de også helt klart deler de kunne ønsket forbedret, rundt så og si alle aspektene ved produktet. Spesielt bemerkelsesverdig er kjøreegenskaper og utseende, som jo er kjernen av konseptet. Brukerne ønsker bedre grep i terreng, og et utseende som er litt mindre «barnslig». Ellers er sikkerhet og robusthet veldig viktig for brukerne. Camilla og Olivia har måtte sende inn Raptoren sin til reparasjon tidligere. Mye annet kom frem, som kan leses i vedlegg 4. Alt av input kommer til å brukes videre i prosjektet.

2.4.2 Intervju med rådgiver NAV sin hjelpemiddelsentral (Se vedlegg 5)

Vi har gjennomført et intervju med Erling Sørbøen: avdelingsleder for Formidling og rådgivning ved NAV hjelpemiddelsentral Innlandet. Intervjuet har ganske likt format som i intervjuet av bruker, med håp om at vi her har en bruker-anmeldelse av produktet fra et mer overordnet nivå, altså hvordan produktet oppleves for brukere generelt. NAV er tross alt en bruker av Raptor, på indirekte vis. Erling rådgiver og følger opp personer som ønsker eller trenger hjelpemiddel gjennom hjelpemiddelsentralen. Han har lang erfaring med Raptor da de har tilbudt produktet til brukere siden 2006 gjennom NAVs rammeavtale. Intervjuet er vedlagt (vedlegg 5)



Figur 10 - Egenprodusert bilde av annen rullestol hos NAV sin hjelpemiddelsentral

I intervjuet med hjelpemiddelsentralen fikk vi bekreftet at Raptor-konseptet har etterspørsel og behov blant eldre ungdom. Vi har fått en bedre forståelse for hvem brukergruppen til Raptor er, og hvilke kvaliteter ved produktet som gjør det ettertraktelig for brukerne. Dette har, som Erling Sørbøen sier, veldig mye med utseende å gjøre. Raptor fremstår som noe annet enn en vanlig elektrisk rullestol, den appellerer mye gjennom sitt utseende. Vi har også fått avdekket en del svakheter ved produktet, som tilpasningsmuligheter. Alt i alt stemmer opplevelsen til brukerne fra det første intervjuet godt med responsen hjelpemiddelsentralen opplever. Dette tyder på at vi har skaffet pålitelig informasjon.

2.4.3 Intervju Sunrise Medical (Se vedlegg 6)

Det siste intervjuet vi har gjennomført i denne fasen av prosjektet er med Sunrise Medical avd. Innlandet, det vil si bedriften som produserer Raptor i dag. Intervjuet ble gjennomført med Geir Birger – Salgskonsulent Sunrise Innlandet, Myklebust – Marketing Manager Norge og Kjetil Holen - Fabrikk- og Produktutviklingssjef Lillehammer. Formålet med å intervjuet produsentene

av Raptor, er å få innspill rundt Raptor på et mer kommersielt nivå, som er et veldig annerledes perspektiv enn det vi har sett på tidligere. Brukere har gjerne mange ønsker, men for at et produkt skal bli en suksess må også andre faktorer tas hensyn til. Intervjuet er vedlagt (Vedlegg 6).

I intervjuet med Sunrise fikk vi tydelig konkretisert brukergruppen til Raptor, samt en ytterligere bekreftelse på at Raptor-konseptet har etterspørsel og behov blant eldre ungdom, spesielt bemerkelsesverdig er at Raptor faktisk har blitt brukt av personer helt opp i 18-19 års alderen. Vi fikk også understreket viktigheten av Raptor for mindre barn i dag, noe som tilsier at denne delen av bukerne bør ivaretas en ny Raptor-inspirert rullestol. Ellers ble det klart at det er kritisk å ha et bevisst forhold til hvilke deler av produktet som bør utkontrakteres, for å ikke risikere at man dedikerer ressurser til noe som ikke forbedrer produktet, verken funksjonelt eller på pris. Kost-effektivisering er alltid viktig, men kanskje spesielt i dette tilfelle dersom man ønsker NAV som kunde. Noe annet interessant som kom frem, er at Joy-stick variant av Raptor ble avviklet da det ikke ble en stor kommersiell suksess (Raptor PS).



Figur 11 - Produktbilde av Sunrise Medical Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

2.5 Design-analyser

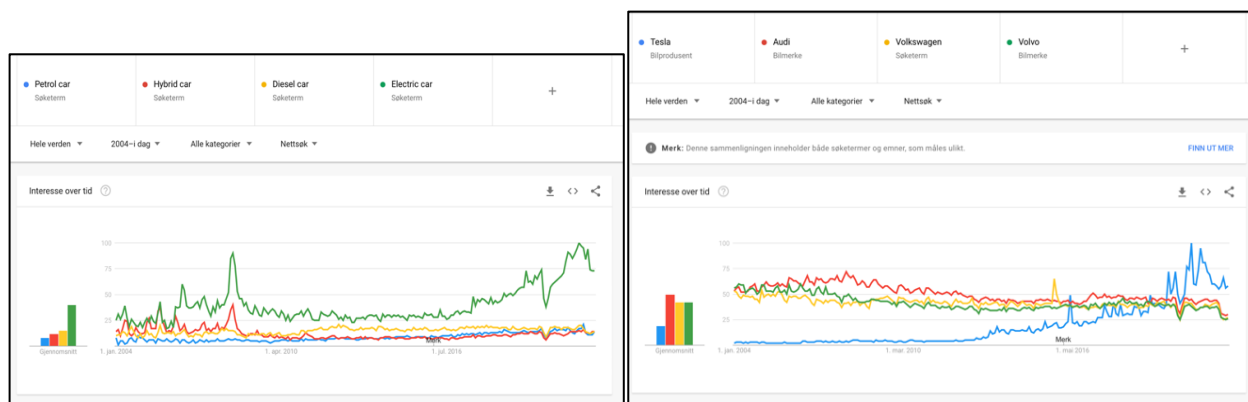
I denne delen har vi gjennomført 2 estetiske analyser. Først av ledende transportdesign i 2022 for så Raptor fra 2005. Bakgrunnen for dette er at vi ønsker å kartlegge noen konkrete formtendenser i dagens transportmidler, som vi kan bruke under utviklingen av utseende til konseptet i implementeringsfasen. Dette er spesielt viktig da utseende er en så sentral del av Raptor-konseptet. Vi vil også bruke resultatene fra den første analysen til å analysere Raptor-designet, slik at vi kan finne svake deler ved designet, sett fra moderne transportdesign perspektiv. Ønske om oppdatert utseende var en respons fra både brukere, hjelpemiddelsentralen og Sunrise-selger. De svake aspektene ved Raptor vil være nyttig å ha kartlagt, slik at vi kan ha et bevisst forhold til dem når vi skal utforme vårt Raptor-inspirert konsept.



Figur 12 - Bilder fra designprosessen for Raptor, gjengitt med tillatelse av Mosa Designlab (Mosa Designlab, 2022b) og Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

2.5.1 Transportdesign 2022 (Se vedlegg 7)

Transportdesign er sammensatt av en rekke ulike trender, men det er noen klare fellesfaktorer hos produsenter innenfor samme kategori. Vi har gjennomført en omfattende design-analyse av biler som anses for å være «sporty», dvs. i kategoriene sportsbil og SUV ol. Vi velger å se på nettopp disse kategoriene fordi det er disse bilene Raptor-konseptet henter inspirasjon fra, og forsøker å skape assosiasjoner til (Raptor er en sporty rullestol). Vi ser det også som gunstig å se på produktene i som får mye oppmerksomhet, da en del av strategien til Raptor-konseptet er å styrke produktet ved å skape visuelle assosiasjoner til andre typer kjøretøy. Jo mer kjennskap og engasjement rundt produktene vi forsøker å skape assosiasjoner til, jo mer effektiv blir taktikken. Vi har brukt Googles trends for å finne ut hvilke produkter dette er, et verktøy som viser internetsøkedata over tid. Her fant vi at elbiler og Tesla er det mest populære i dag, og at disse er i sterk vekst sammenlignet med andre alternativer. Tesla og elbiler er også passende i forhold til image, gitt at vi skal utvikle et elektrisk kjøretøy (elektrisk rullestol). I tillegg til har vi brukt vår kunnskap om transportindustrien for å velge produkter som leder på design. Audi har for eksempel vært spesielt ledende innenfor design, og drevet frem noen av design trendene som de fleste andre biler bruker i dag (inkludert Tesla).



Figur 13 - Interesse av biltyper og merker over tid. Laget via verktøyet Google Trends (egenprodusert)

Under er et sammendrag av vanlige estetiske elementer i moderne transportdesign. Definisjon og forklaring av disse er vist i vedlegg 7, med egenproduserte illustrasjoner.

Tabell 5 – Transportdesign 2022 oppsummering

Transportdesign 2022
Totalform og proporsjoner
Dynamisk og sammenhengende
Strømlinjeform
Organiske
Korte overheng
Stabilitet – Lav visuell masse
Store hjul og felger
Overflater
Kontinuerlige og organiske
Skarpe linjer
Grafikk
Minimalistisk
Pareidoli – aggressivt uttrykk
Vanlige elementer
Lysstriper

Diffuser og spoilere
Offroad-dekk
Farger/teksturer
Sterke tonekontraster
Karbonfiber
Interiør
Minimalistisk og dynamisk
Touch display
Ratt med kanter
Sammenhengende seter med sidestøtte

2.5.2 Estetisk analyse Raptor (Se vedlegg 8)

I denne analysen av Raptor har vi kartlagt aspekter som svekker utseende i forhold til prinsippene etablert ovenfor. Viktig å bemerke at det fokuseres på forbedringspunkter; Raptor konseptet er et bra design i henhold til transportdesign, spesielt sammenlignet med andre rullestoler. Vi ønsker å finne ut hva så kan løfte et Raptor-inspirert produkt ytterligere. Under er et sammendrag av de svake elementene til Raptor-designet. Definisjon og forklaring er vist i vedlegg 8, med egenproduserte illustrasjoner.

Tabell 6 - Designanalyse Raptor 2005

Raptor 2005
Totalform og proporsjoner:
Ikke sammenhengende totalform
Statiske former
Utydelige visuelle krefter, ikke fremoverrettet
Små felger
Overflater:
Ingen skarpe definerende linjer – Visuelt tunge skjermer
Vannrette visuelle krefter i skjermene

Ikke strømlinjeformet – spesielt relevant for skjermene
Grafikk:
Svak pareidoli pareidoli, nøytralt uttrykk
Vanlige elementer:
Mangler de mest typiske aerodynamiske elementene
Farger/teksturer:
Bruk av krom
Interiør:
Helt rundt ratt, strengt geometrisk

2.6 Definisjonsfase

2.6.1 Brukergruppe

Hovedmålgruppen valgt i dette prosjektet er den samme som for Raptor, men utvidet til en aldersgruppe fra 8 til 21 år. I intervjuene har vi funnet ut hvem hovedbrukergruppen til Raptor er, spesielt i intervjuet med salgslederen. Det er yngre mennesker med moderat funksjonsnedsettelse, for eksempel Camilla med CP grad 1. Viktig å bemerke at til tross for gangnedsettelse, har brukere av Raptor relativt fungerende armer og kognitive evner. Dersom personen ikke har dette, kreves mer tilrettelagte rullestoler som tar høyde for det spesifikke behovet. Til tross for at vi tar utgangspunkt i brukergruppen til Raptor, ønsker vi å gjøre løsningen så brukbar som mulig for flest mulig, i henhold til universell utforming. Hovedmålgruppen er mennesker med gangnedsettelse; produktet skal likevel gjøres så brukbart som mulig for mennesker som er lam fra livet og ned, i den grad det er mulig uten å vesentlig svekke brukbarhet og funksjonalitet for andre brukere.

2.6.2 Kravspesifikasjoner

Ut ifra foregående forskning på Raptor, Raptor-brukere, Sunrise medical og andre terrenggående elektriske rullestoler på markedet har vi kommet frem til en liste med krav til produktet vi skal utvikle. Noen av kravene er mer kritiske enn andre, og for å ta høyde for dette har vi delt kravene

inn i 3 grupper: Må, Bør (linjere) og kan (spennende). Må-krav er minimumskrav som må dekkes for at produktet skal vurderes av kundene for denne typen produkt. Bør-krav er egenskaper som direkte gir verdi og forbedrer produktet for kundene, og som de dermed er villig til å betale mer for (linjert/proporsjonalt). Dette er for eksempel økt rekkevidde. Kan-krav er krav som kunden mest sannsynlig ikke vil være villig til å betale mer for, men som vil vekke interesse og virke spennende for kunden. Kan-krav vil potensielt være «order-winning» egenskaper, som gjør at kunder velger produktet fremfor andre alternativer som ellers er likeverdige.

Tabell 7 - Kravspesifikasjoner

Kravspesifikasjoner	Må	Bør (Linjere)	Kan (Spennende)
Hovedkriterier:			
Rullestolen skal ikke oppfattes som et hjelpemiddel. De skal appellere til brukere uavhengig om det trenger den som hjelpemiddel			
Den skal ha utseende som vekker assosiasjoner til andre kjøretøy som sportsbiler, terrengbiler, ATV el.			
Gode terrengegenskaper: Bedre grep Hindertakning >10cm Snudiameter < 205cm Stabil i sideveis helning > 15° Stabil i opp/ned helning > 12°			
Appellere og fungere for brukere fra 8 til 21 år: Høyde fra 130cm opp til 185cm Vekt opp til 100kg			

God brukbarhet med tilpasningsmuligheter for mennesker med ulike funksjonsevner – Spesielt nedsatt gangfunksjon			
Morsom i bruk – Den skal ha kjøredynamikk som minner om bil, gokart ol.			
Produserbart – Designet for rimelige produksjonsmetoder			
Bærekraft – Lett å demontere, resirkulerbare materialer og lavt utslipp i produksjon			
Brukbarhet:			
Minimum besvær – ratt, pedaler ol. skal kreve minst mulig kraft			
Enkel og intuitiv i bruk – Det skal være enkelt å forstå hvordan man bruker rullestolen, uavhengig av kunnskaper og erfaring			
Fleksibel i bruk – Rullestolen skal kunne tilpasses til ulike preferanser			
Toleranse for feil – Det skal ikke være farlig å gjøre noe feil på rullestolen			
Tilstrekkelig plass – Den skal ha tilstrekkelig plass i interiøret, slik at flest mulig brukere kan føle seg komfortable i den			
Krav til utforming:			
Skal ikke være vesentlig større enn vanlige elektriske rullestoler – kunne brukes i			

samme scenarier som tradisjonelle elektriske rullestoler: Lengde < 160cm Bredde < 100cm			
Ratt			
Høyere sitte høyde enn Raptor			
Mulighet for joystickstyring			
Aerodynamisk			
Tekniske krav:			
Standardsete med bedre støtte enn på Raptor			
Roterbart sete			
Mulighet for montering av andre typer seter med overgang fra ett setemerke til et annet			
Oppfellbart ratt			
Skal kunne utvides i størrelse – Passe for mennesker av ulik størrelse, og kunne vokse med bruker			
Hastighet på maks 15km/t med justerbarhet			
Nødstop – på rullestolen og ekstern			
Mulighet for ledsagerstyring			
Støtdemping på alle hjul – Skal være bedre enn på Raptor og bør være uavhengige			
Aktive og passive sikkerhetsfunksjoner – Hindrer kollisjoner og fare ved kollisjon			
4-hjulstrekk			
Lavt tyngdepunkt og god stabilitet – Det skal ikke være mulig å velte den under vanlig bruk			

Elektroniske hjelpemidler for kjøring (ABS, Traction Control o.l.)			
Mulighet for å endre innstillinger som fart, drivemode el. på et instrumentpanel			
LED Lykter foran og bak – kjørellys som gir tilstrekkelig syn under alle lysforhold og bremselys som signaliserer når kjøretøyet bremses			
Mulighet for å se bakover uten å snu seg			
Moderne batteriløsning			
Mulighet for både håndgass og fotgass			
Blinklys – For å signalisere når man skal svinge			
Rekkevidde på over 35km			
Løsning for rask hjemmelading			
Reflekser på alle sider av kjøretøyet			
Hjuldiameter over 13 tommer og dekkhøyde over 6cm. Større hjul bak enn foran			
Horn for å varsle			
Sentral kontroller fra Curtis Wright (R-NET)			
Motorkraft på minst 0.65kw med moment over 70 NM			
Effektiv bremsing – Kunne bremse lik raskt som den kan akselerere			
Regenerativ bremsing – Automatisk bremsing når man slutter å akselerere, som henter inn kinetisk energi			

Håndbrems/nødbrems – Fysisk brems som kan brukes i nødsituasjoner og når rullestolen skal stå stille			
Lett – Under 118kg			
Solid konstruksjon – Tåle store støt fra terrengkjøring			
Skjerme brukeren for sprut under kjøring – gjørme, stein osv.			
Enkelt å bytte deler som blir utslitt – For eksempel bytte skjermer uten å ta av hjulene			
Vanntett nok til kjøring i snø og regn			
Bakkeklaring over 8cm			
Veltebøyle som går over hodet til brukeren			
Oppbevaring for diverse ting – Et sted man kan legge ting man vil ha med seg			
Feste for krykker			
Hjulene sitter utenfor karosseriet – Unngå at deler blir ødelagt under støt			
Bruker-pris under 100 000kr, gitt en fortjeneste-margin på 20% for produsent			
Unngå dyre produksjonsmetoder – begrense sprøytstøping av plast/presstøping av metall			
Estetiske:			
Sammenhengende visuelt volum/masse (totalform). Volumet skal være «fremoverlent», altså høyere bak enn foran			
Lav visuell masse			
Visuelle krefter rette fremover			

Strømlinjeformet			
Store hjul og felger med så breie hjul som mulig			
Organisk form - Sammenhengende overflater med noen skarpe linjer			
Korte overheng foran og bak			
Minimalistisk uttrykk – få grafikk-elementer			
Pereidoli – Aggressivt uttrykk foran			
Lysstriper bak og/eller foran			
Spoiler og diffuser			
Grove dekk			
Minimalistisk interiør med touch display			
Sammenhengende seter med sidestøtte			
Kantete ratt – Ikke fullstendig sirkulært ratt			
Tilpasning av farge på produktet – Større fargeutvalg enn Raptor			
En tydelig identitet – Formspråk og diverse merkevareelementer			
Sterke tonekontraster			
Overflater med karbon-fiber utseende			

2.7 Idefase

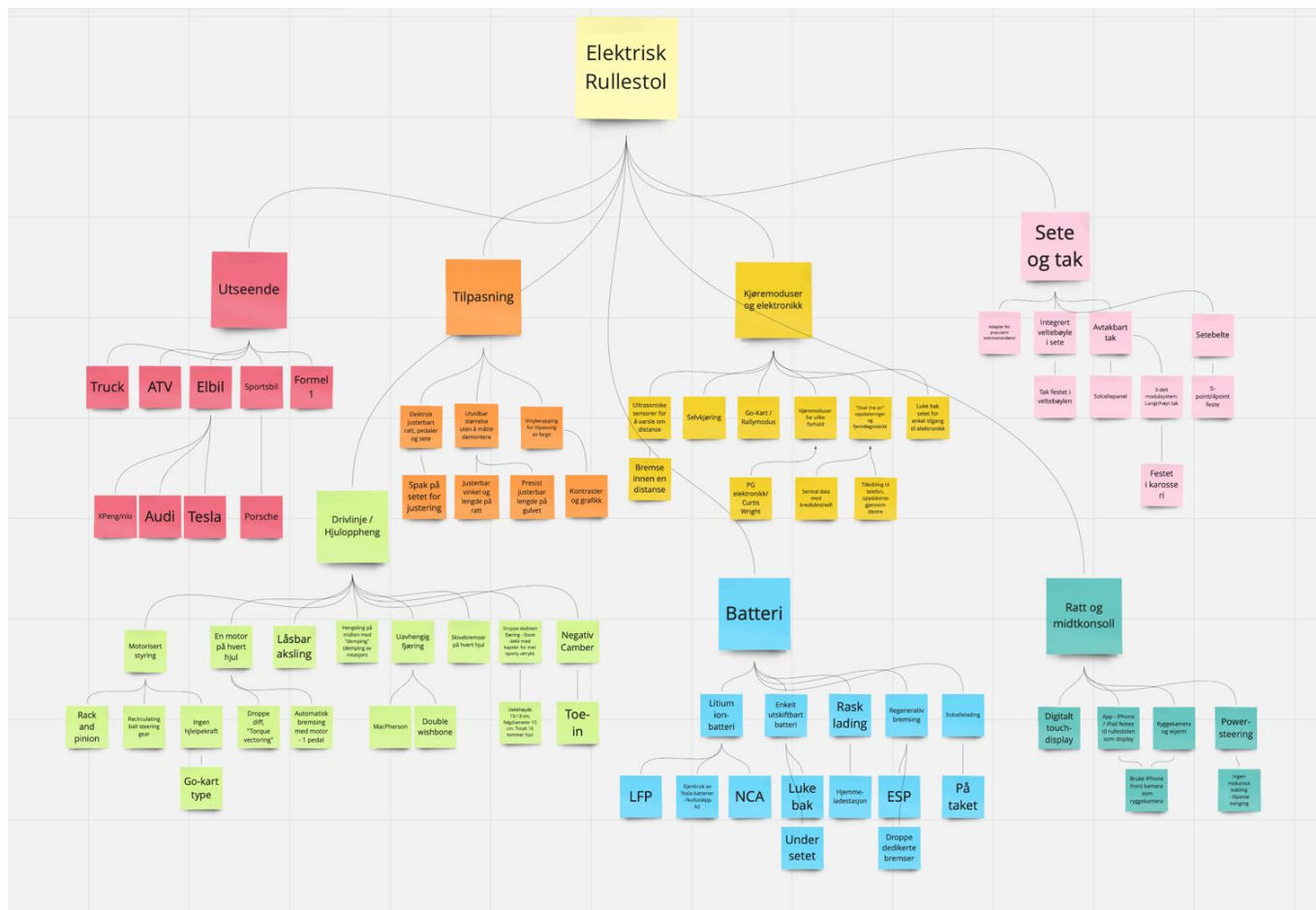
I denne fasen beskrives ideer generert gjennom en ideskapningsprosess. Prosessen ble gjennomført med en rekke ulike metodikker, som gruppebrainstorming, individuell brainstorming, «Hva om»-vringing og andre metodikker fra Erik Lerdahl's Nyskaping (Lerdahl, 2017). «Idégenerering på delelementer» har vært spesielt nyttig. De ulike ideene er utviklet med både induktiv og deduktiv tankegang. Det vil si noen er generert fra bunden av ved å se på tidligere sammenlignbare løsninger for inspirasjon, for eksempel i biler og andre typer produkter.

Førstnevnte blir ofte omtalt som «first principles thinking», mens sistnevnte omtales som å tenke ved «analogi» eller sammenligning. Mye av dagens teknologiske løsninger kan være veldig aktuelle i dette produktet for å oppnå målene vi har satt; samtidig er det mulig at det finnes helt ukonvensjonelle løsninger for problemstillingen som krever et helt nytt perspektiv.

Vi har en relativt stor bredde i ideene, fra mer vågale til mer realistiske. I denne fasen er kvantitet verdsatt like høyt som kvalitet. Ideene varierer også når det kommer til omfang, noen er mer totale ideer rundt helhetlige løsninger, mens andre går mer på konkrete detaljerer ved løsninger, som for eksempel hjuloppheng. Under vises et kart av diverse ideer, kategorisert i forhold til type. Videre kommer en nærmere beskrivelse av ideene vi anser som best. *Form og estetikk er ikke utviklet i disse skissene; de er prinsipp-skisser som illustrerer ideen.* Utvikling av form og utseende til produktet vil gjøres i implementeringsfasen av prosjektet.

I slutten av ide-fasen vil vi presentere 3 konsepter, altså en bearbeiding av diverse ideer. Disse konseptene vil vurderes opp mot kravspesifikasjonene, og danne utgangspunkt for løsningen som velges for videre bearbeiding i implementeringsfasen.

2.7.1 Idekart



Figur 14 - Egenprodusert idekart laget med verktøyet Miro

2.8 Beskrivelse av beste ideer

2.8.1 Høy-profil dekk med store kapsler

En av utfordringene er fjæringmekanismer. Bra fjæringmekanismer er vanskelig å få til med begrenset plass, og blir gjerne kompliserte, dyre i produksjon og skjøre. Dette er ikke tilfelle for dekk-fjæring, altså støtdemping som kommer fra dekkets deformasjon. Extreme X9 fra Sunrise har relativt høye dekk (10cm) og er uten dedikert fjæring; til tross for dette var dempings-effekten var lovende under testing. En av ideene våre er å ha dekk med spesielt høy profil, rundt 15 cm. Total diameter på hjulet bør da være om lag 40 cm, med felg på 20 cm. Dette vil gi betraktelig med støtdemping fra dekkene, helt uavhengig av fjæringmekanisme. Lufttrykk vil da bli veldig

sentralt. I teorien, dersom en har et dekktrykk som gir deformasjonsgrad (kompresjon) opp til 60%, vil hvert hjul ha en «fjæringsvei» på 9 cm. Dette er mer enn på Raptor, og dempingen vil være uavhengig på hvert hjul. Dynamikken i dempingen vil bli annerledes enn den man får med dedikerte fjæringssystemer. Reguleringen vil skje gjennom lufttrykk, typen gummi og formen til dekket. Dekket bør ha en relativt rund form, for å gi en progressiv fjæringseffekt. Det vil si dekket deformeres lettest ved små støt, og tyngre jo større støt; ytterste delen av dekket vil deformeres lettere enn lenger inn. Hjulene vil også bli spesielt store, som er gunstig for bakkeklaring. Dropper man fjæringene kommer man rundt mye problematisk, og kan forbedre robusthet, kostnader og vekt.



Figur 15 - Egenprodusert skisse av hjulkapsler

En stor ulempe i forbindelse med dette er at felgene nødvendigvis blir spesielt små sammenlignet med hjulet, da mye av hjulet dedikeres til dekkene. Dette er ugunstig med tanke på utseende; som vi så i analysen av transportdesign er store felger er et veldig sentralt trekk ved sporty biler i dag.

En del av ideen er derfor å skape et uttrykk for store felger, ved hjelp av kapsler på utsiden av felgen. Disse kapslene er tenkt å festes i felgene med en «snapfit», og ha en overflate som stikker ut fra felgen og over sideflatene til dekket. Ved å dekke til sidene av dekket, vil hjulet visuelt se ut til å ha store felger. Slik kan utseende til store felger kombineres med dempings-egenskapene til høyprofil-dekk.

2.8.2 Motor på hvert hjul med svingning på forhjulene – «Torque vectoring»

Et helt sentralt aspekt ved terrengegenskapene til elektriske rullestoler er grep, som kom frem brukerintervjuet. Den mest effektive måten å gi bedre grep under kjøring er 4-hjulstrekk, altså drift på alle 4 hjul fremfor kun 2 som på Raptor. Vi tenker 1 motor på hvert hjul kombinert med svingbare hjul foran, er en god måte å oppnå dette på. Det gjør det mulig å droppe differensialer, en komplisert utvekslingsmekanisme som er nødvendig for å drive flere hjul med samme motor. Raptor har 1 differensial, men dersom et lignende produkt skulle fått 4-hjulstrekk med 2 motorer ville en trenge 2 differensialer. 1 enkelt motor for hjulene foran vil også kreve et universalledd (CV-joint) for overføring av kraft til hjulene. Motor i hvert hjul vil altså gjøre drivverket mindre komplekst. Som beskrevet tidligere finnes andre rullestoler bygd på dette konseptet, men ulempen er at kjøredynamikken blir mindre fri, da svingningen avhenger rent av hastighetsjustering på de forskjellige hjulene. Vi tenker derfor at det bør kombineres med svingning på forhjulene, for å opprettholde dynamiske kjøreegenskaper.

En kan da også få variabelt dreiemoment på hvert hjul, som kan hjelpe kjøredynamikken og gjøre rattet lettere i snu. Slik kan en unngå at man må rotere rattet over ~60 grader for å få maks svingutslag, så brukeren slipper å krysse armene eller konstant bytte grep.

Justering av dreiemoment vil skje på bakhjulene under svingning for kjøredynamikkens skyld, og på forhjulene på å virke som hjelpekraft under svingning av rattet.



Figur 16 - Egenprodusert bilde av Magic Mobility Extreme X8 motor

2.8.3 Droppe dedikerte bremses, automatisk bremsing med motor - 1 pedal

4 motorer vil kunne gi kraftig magnetbrems, slik at dedikert bremsing ikke blir nødvendig. Dette fungerer ved at motorene fungerer i «baklengs» og genererer energi (regenerativbremsing). Elektriske bremses vil ha flere fordeler i forhold til hydrauliske systemer. Det mest åpenbare er at veske- og høytrykksledninger (evt. vaiere) blir eliminert. Dette vil minske risiko for feil, for eksempel væsken som tilsmusses, rust, og vil aldri trenge væskeskift. I tillegg kan elektriske bremses styres mer presist av datamaskin enn hydrauliske bremses. Anti-spinn systemet vil kunne bli spesielt effektivt da det kan både bremse og akselerere hvert hjul separat.

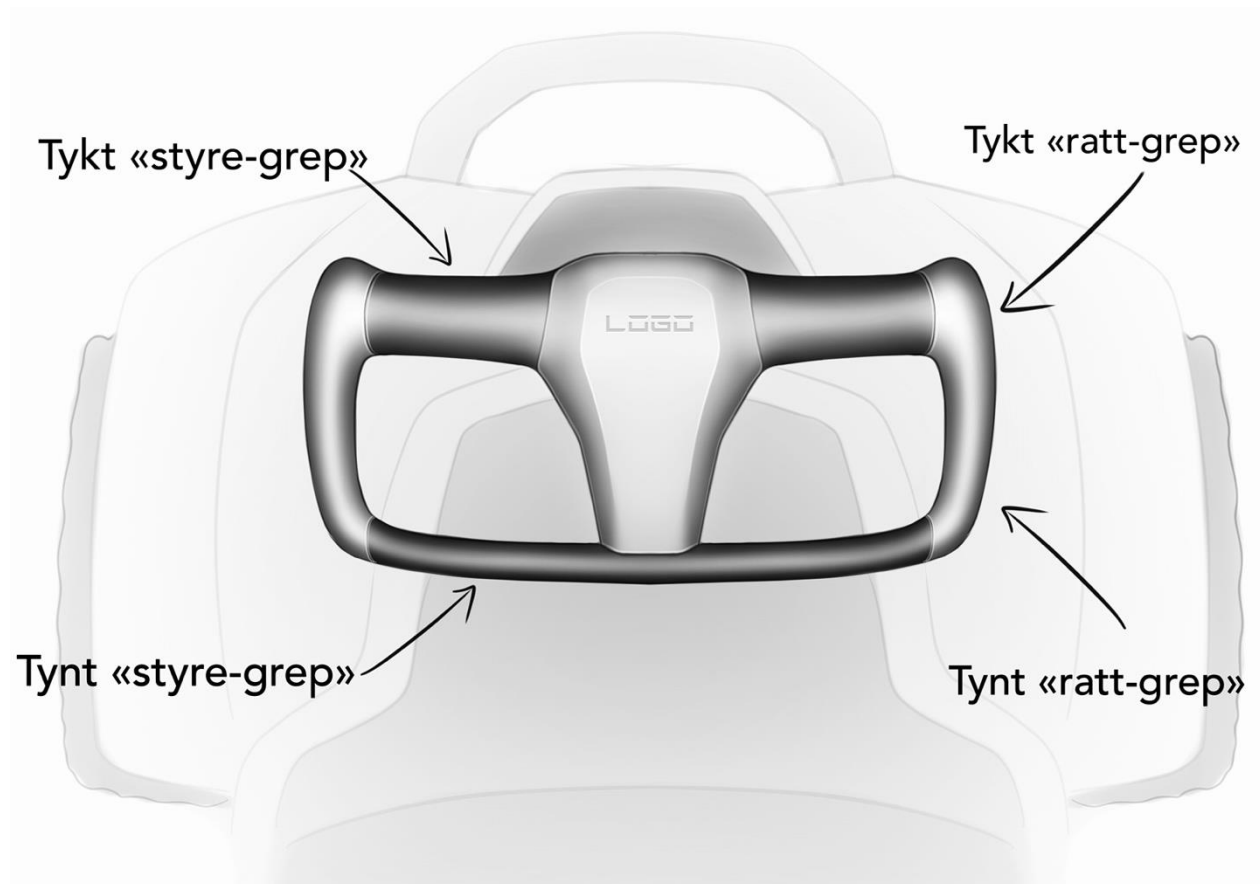
Et annet aspekt ved denne ideen er å droppe en dedikert bremsepedal, men kun ha en pedal for både akselerasjon og bremsing, slik det fungerer på mange elbiler. Kjøretøyet vil da bremse kraftig når pedalen slippes helt ut. Hastigheten reguleres med andre ord fullstendig med gasspedalen, helt inn for maks fart og helt ut for fullstendig stopp. Dette vil kunne forenkle kjøreprosessen og øke sikkerheten. Bruker må ikke flytte foten mellom 2 pedaler, noe som er spesielt fint når man skal bremse. Bremsingen vil skjer med en gang i det man slipper opp på pedalen, som vil minke tiden det tar før kjøretøyet bremser. Dersom noe skulle skje med brukeren hvor hen ikke kan operere kjøretøyet, vil det bremse opp og stoppe automatisk. Regenerativ bremsing virker ikke når kjøretøyet står stille, så en manuell lås av hjulene blir antageligvis nødvendig.

2.8.4 Ratt for varierte grep – Rektangulært/ovalt med varierende tykkelse

Det hadde vært gunstig om man kunne tilfredsstilt ulike preferanser til ratt, uten å måtte ha flere ulike ratt til produktet som installeres etter bestilling fra bruker. Dette kan oppnås med en form som muliggjør ulike grep. Dette er gunstig da man slipper å produsere flere deler, og fordi produksjonsprosessen unngår et ledd der produktet varierer avhengig av bestilling.

Produksjonsprosessen gjøres mer lean, blant annet ved at man slipper å vente på en bestilling eller salgsprognose for å produsere produktet. Ideen er et ratt med en noe mer rektangulær form, med en relativt falt topp og bunn. Dette åpner for at rattet kan holdes på sidene, slik man ville gjort på et sirkulært ratt, i tillegg til at rattet kan holdes som et «styre» ved å holde på den flate toppen eller bunden. De 2 flate segmentene av rattet vil ha ulik tykkelse, slik at brukeren kan

velge ut ifra preferanse. For at denne ideen skal kunne implementeres på en brukbar måte er det kritisk at det kombineres med hjelpekraft og dermed kvikk svingratio.

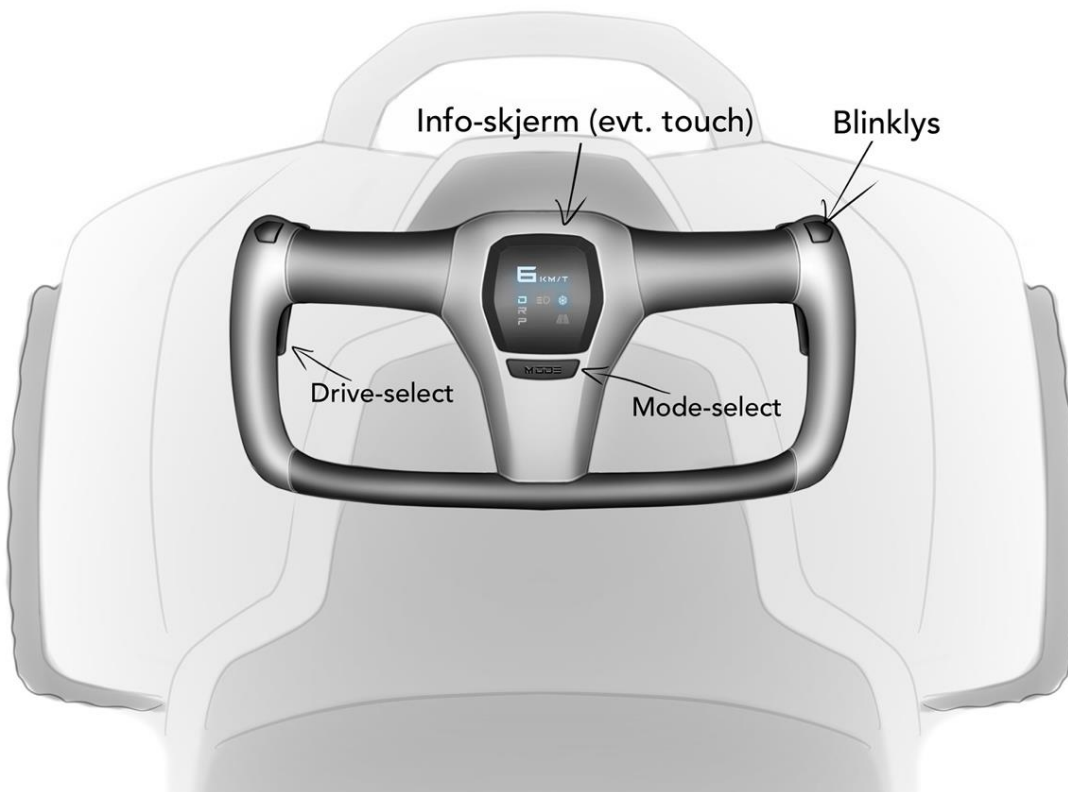


Figur 17 - Egenprodusert skisse av ratt

Da rattet ikke blir sirkulært, vil det å rotere rattet helt rundt kunne skape komplikasjoner, da ytterkanten på rattet vil i prinsippet være på ulike steder basert på hvordan det er rotert. For at denne ideen skal funke bør rattet roteres under $\sim 60^\circ$ grader for fullt svingutslag, i likhet med et styre. På denne måten kan brukeren holde grepet konstant under kjøring. Et mer rektangulært ratt åpner også for bedre sikt fremover, i området rett over rattet hvor et sirkulært ratt hadde dekket til. Dette kan gi uforstyrret sikt til et eventuelt instrumentpanel over rattet, og panelet kan gjøres større uten at det blir tildekket. Dette er spesielt gunstig dersom man for eksempel skal ha et touchdisplay el. over rattet. Det gir også bedre plass for brukeren, mer spesifikt for beina, da rattet er smalere.

2.8.5 Betjeningsknapper på rattet

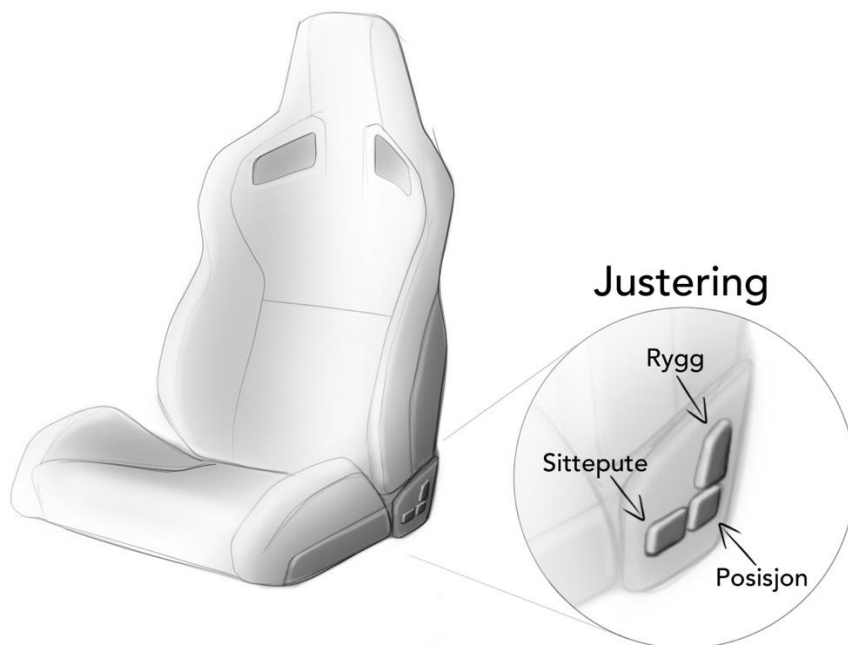
En tilbakemelding vi fikk bra brukere er at det er ugunstig å ha brytere, akselerator ol. på en separat del fra rattet. En ide er dermed å implementere disse direkte på rattet, slik at brukeren slipper å fjerne hendene fra ratte for å operere dem. Dette vil gjøres ved å ha en knapp for bytte mellom fremover og revers på midten av ratte. Et display rett over kan eventuelt vise hvilken modus som er aktivert og hastighet. For å skru lykt av/på el. kan knappen holdes inne. Knapper for å aktivere blinklys vil sitte på hver sin side på fremsiden av rattet, mens gass- og bremsespak sitter på baksiden. Slik kan alle de kjøre-kritiske funksjonene kan brukes på rattet uten at bruker må ta hendene av rattet eller endre grepet. Viktig å bemerke at gassen og bremsen også bør være tilgjengelig på gulvet, men da folk med nedsatt gangfunksjon er en sentral del av brukergruppen er det viktig å ha alternativ.



Figur 18 - Egenprodusert skisse av ratt med betjeningsknapper

2.8.6 Automatisk justerbart sete og ratt med «Memory» funksjon

Brukere av elektriske rullestoler ønsker å enkelt kunne justere sittestillingen sin, fordi ulike situasjoner krever ulike stillinger og det kan være godt å variere på stilling under lengre turer. På de elektriske rullestolene vi har sett på er det ingen god måte å gjøre dette på, alt må justeres manuelt med fysisk kraft, med mindre man fester på sete fra tredjepart. Ideen vår er å automatisere justeringen med elektromotorer integrert i setet. Disse vil justere høyden og posisjonen på setet, og vinkler på ryggstøtte, sitteflaten, nakkestøtte og sidestøtte. Justeringen vil skje med noen dedikerte knapper på siden av setet. For at dette skal være mulig må setet også være festet på skinner. Gitt at dette styres elektronisk, åpner det for at de ulike posisjonene kan «huskes» av en kontroller på setet. Vi tenker et par knapper på siden av setet kan fungere som «memory», altså lagringsplasser for stillinger. Ved å trykke på disse vil setet automatisk gå til den lagrede posisjonen. Posisjonen kan lagres ved å først justere setet, så holde inne knappen du ønsker å lagres posisjonen. Dette vil være gunstig da brukere enkelt kan endre seteposisjonen til ulike situasjoner, for eksempel 1 posisjon for rask kjøring (som gjerne vil være lavere), 1 for bruk sammen med gående (hvor man ønsker å være høyere) og 1 for utstigning (hvor setet flyttes bakover og roteres). Rullestolen kan komme med standard-posisjoner lagret, hvor brukerne kan endre eller justere selv ved behov.



Figur 19 - Egenprodusert skisse av setejustering

En svakhet med denne ideen, er kompleksitet og kostnad. Et rimeligere alternativ er å ha en spak på hver side av stolen, den ene for ryggstøtte og den andre for posisjonen til stolen. I det disse spakene trekkes inn, blir den tilhørende delen av stolen «fri» slik at brukeren kan flytte den til posisjonen de ønsker med kroppen, og deretter slippe spaken for å gjøre stolen fast igjen. En vil altså kunne flytte vinkelen på ryggstøtten, og posisjonen til hele stolen frem/bak. Med denne løsningen blir det mindre rom for finjustering (sidesøtter osv), og utformingen av stolen blir kritisk, slik at den passer for flest mulig. Når det er sagt får stolen fortsatt vesentlig mer justering med sistnevnte løsning, sammenlignet med Raptor og andre elektriske rullestoler.

2.8.7 Selvkjøring

En mer radikal i de vi har er å implementere selvkjøringsegenskaper i rullestolen, hvor bruker kan plotte inn destinasjon på en skjerm eller app for så bli kjørt dit automatisk. Brukeren vil måtte følge med og være oppmerksom på kjøringen. Denne ideen virker ganske gal, men er muligens mer realistisk enn man skulle tro. Ideen baserer seg på å kjøpe lisens på programvare fra Tesla, noe selskapets CEO Elon Musk nylig har sagt skal bli mulig.



Figur 20 - Skjermdump av Elon Musk tweet om lisensiering av selvkjøring (Twitter, 2022a)

Videre må en relativt kraftig sentral datamaskin og et sett med sensorer implementeres; minst 4 kameraer og avstandssensorer. Teknologien som trengs fra Tesla, er deres kamera-baserte system som oppfatter omgivelsene rundt kjøretøyet, som er den store utfordringen ved selvkjøring. Tesla har oppnådd dette med «deep learning» eller trening av kunstige nevralt nettverk, ved hjelp av

sin flåte med biler. Dersom en får tilgang til denne teknologien, vil en i prinsippet kunne programmere rullestolen til å kunne kjøre langs fortau, stier og lignende frem til destinasjonen. Dette er en enklere problemstilling enn å programmere en bil til å kjøre, hvor en må ta hensyn til stor trafikk av andre kjøretøy og regler. En rullestol vil ikke ha like mye å forholde seg til; stort sett fotgjengere og et fåtall med regler.

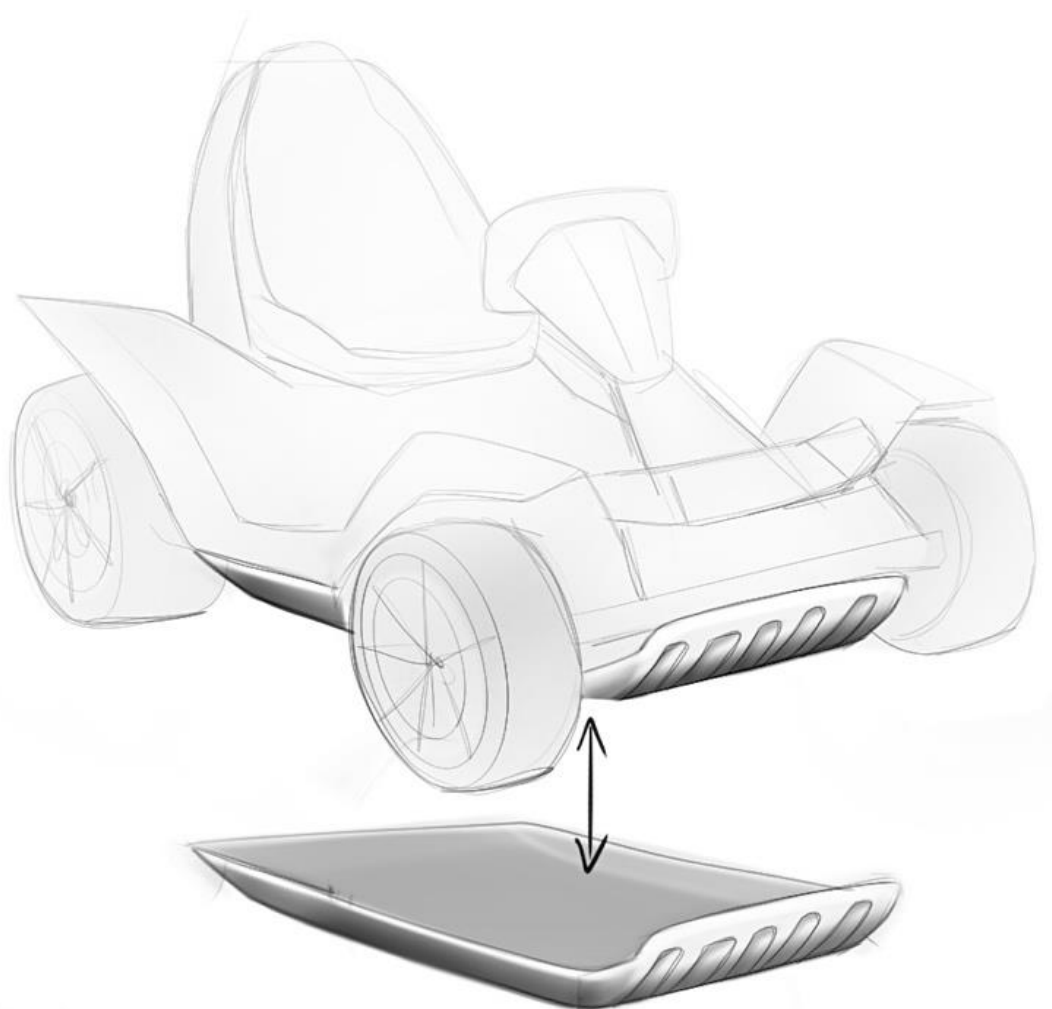
Dette er alt i alt en veldig dristig ide, men vi tenker den er verdt å bemerke da teknologien i teorien er veldig passende og treffende for en elektrisk rullestol. Slik det står i dag er ideen veldig urealistisk i praksis, da en vil måtte ansette svært mange dyktige programvare-utviklere, og komponentene som trengs er dyre. Når det er sagt tror vi teknologien har stort potensiale for elektriske rullestoler i fremtiden.



Figur 21 – Tesla-dashbord (van der Chijs, 2015), link til Creative Commons lisesns: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/>

2.8.8 Utbyttbare «skid-plates» under – plate under kjøretøyet som tar imot støt fra steiner ol.

Kjøretøyet skal brukes i terreng, hvor det tar imot mye støt. Hjelpemiddelsentralen sa i intervju at utbyttbare deler derfor er veldig viktig. Denne ideen går ut på å feste en sterk plate/form på undersiden av rullestolen, som enkelt kan skiftes ut. Undersiden av kjøretøyet er delen som vil måtte ta imot mest støt, og dermed bli slitt. Platen kan være i enten et metall eller en sterk og duktil plast.



Figur 22 - Egenprodusert skisse av «skid-plate»

2.8.9 Skivebrems

Effektiv bremsing er et viktig krav til produktet. En måte å oppnå dette på er skivebrems på hvert hjul, som vil gi veldig sterk bremseeffekt. Skivebremsen må plasseres på innsiden av hjulet. Skivebrems er enkelt forklart en separat disk som sitter på hjulet, med en klemme som styres hydraulisk (evt metalltråd).



Figur 23 – Bilde av skivebrems (danjo paluska, 2009), link til Creative Commons lisens: <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

2.8.10 Aluminiums-ramme - Droppe pulverlakkering

Lav vekt er et viktig krav til produktet, både med tanke på kjøreegenskaper, rekkevidde, trygghet og håndterbarhet. En ide er derfor å utvikle rammen til kjøretøyet av en aluminiumslegering i stedet for stål, mer spesifikt av 5000 serien som er levert med magnesium for økt styrke (f.eks 5182). Aluminiumslegeringer er mye lettere enn stål, som brukt i Raptor og andre elektriske rullestoler på markedet. Stål er i gjennomsnitt 2,5 ganger tyngre enn aluminiumslegeringer (University of Cambridge, 2002). Generelt er stål riktignok sterkere (e-modul og flytegrense), men det som er mer interessant her er den spesifikke styrken. Det vil si forholdet mellom styrke og vekt, hvor aluminium er desidert best (University of Cambridge, 2002). I prinsippet betyr dette at man kan bygge en lettere ramme med samme styrke, dersom en bruker en aluminiumslegering.

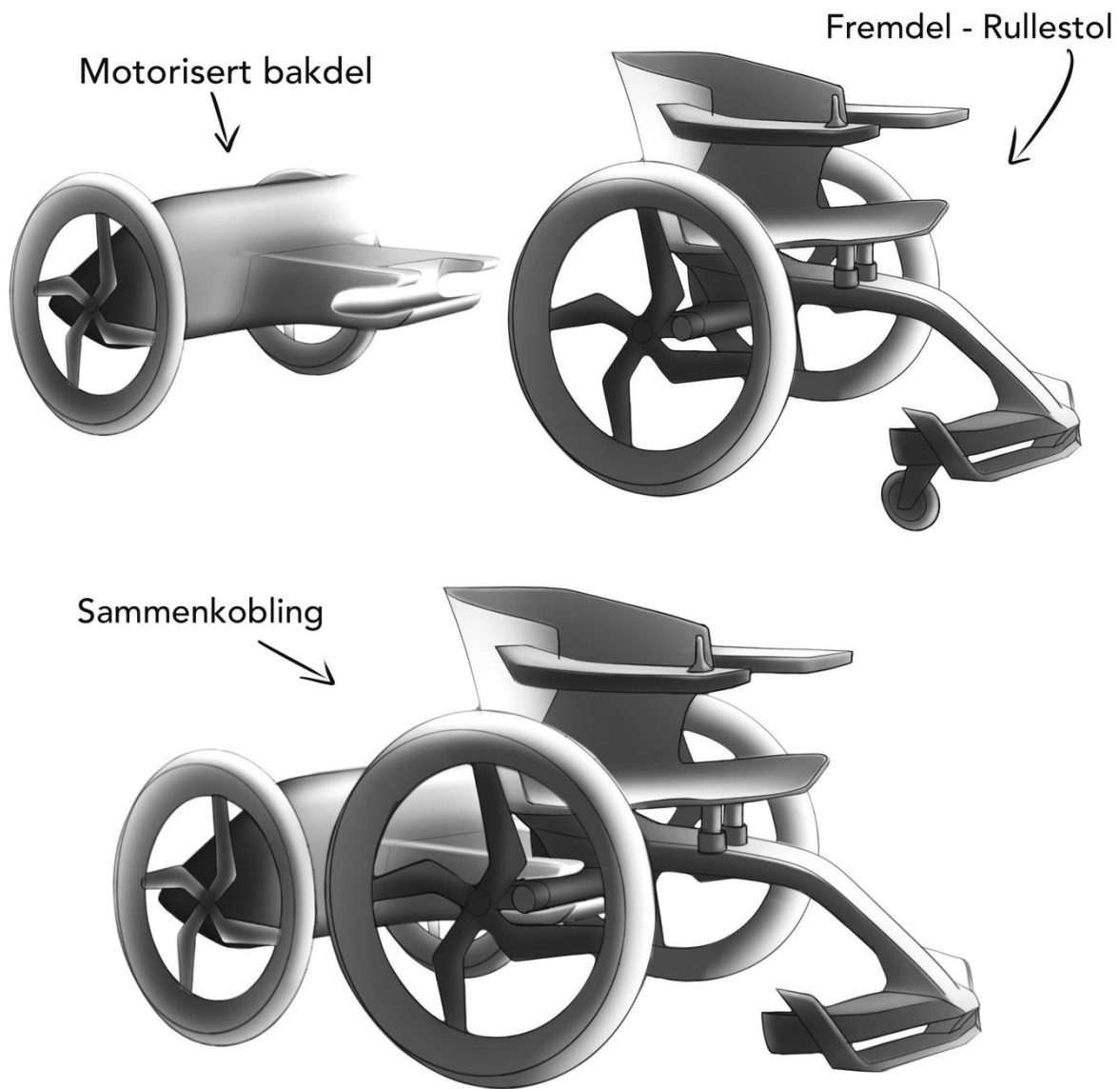
Aluminium er også mer duktilt enn stål, som i teorien vil være fordelaktig ved ulykker; rullestolen vil og kan deformere mer ved kraftig sammenstøt (ikke veldig relevant for hastighetene tillat for rullestoler).

Ulempen med aluminium kontra stål er pris. Generelt er aluminiumslegeringer om lag 3 ganger dyrere enn stål (University of Cambridge, 2002). Noe som kan motvirke dette, er at aluminium alltid får et korrosjonsbestandig lag av aluminiumsoksid (Al_2O_3). Dette betyr at etterbehandling av rammen muligens kan droppes, slik man må med stålrammene som på f.eks Raptor. Dette sparer man tid og kostnader på. Rammen vil være skjult bak ytre paneler, slik at utseende til overflaten på rammen ikke får betydning. Videre vil denne egenskapen gjøre at rammen unngår alle rust-problemer gjennom produktets levetid, noe man med stålramme vil få ved skade på lakken. Sveising av aluminium kan være noe vanskeligere enn for stål da oksidlaget må brytes, men dette går greit med TIG sveising. Videre gjør aluminiums duktilitet+lavere styrke rammen enklere å forme, og lavt smeltepunkt gjør det effektivt å resirkulere (University of Cambridge, 2002). Det er verdt å merke at man også kunne brukt rustfritt stål, som generelt er noe billigere enn aluminium, men da ville man ikke fått de andre fordelene til aluminium. Magnesium-legering kan oppnå enda bedre spesifikk-styrke enn aluminium, men disse er enda dyrere enn aluminiumslegeringene (University of Cambridge, 2002).

2.8.11 Frem og bakdel - 2 moduler

I brukerintervjuet kom et problem for rullestolbrukere frem: brukere av elektriske rullestoler som ikke kan gå skal ofte inn i bygninger eller andre tette områder når de ankommer destinasjonen. Dette kan ikke gjøres med elektriske rullestoler da de nødvendigvis er større og vanskeligere å håndtere enn manuelle rullestoler. En ide er derfor å lage en modulbasert elektrisk rullestol, der framdelen er en kompakt og manuell rullestol, som festes til en bakdel med elektriske motorer osv. Produktet vil altså ha funksjonalitet til en elektrisk rullestol når de er koblet sammen, men kan bli til en vanlig manuell rullestol når man kobler av bakdelen. Begge modulene må da være spesialdesign for å passe sammen og fungere som en enhet. Brukeren vil kunne ha -bak-modulen stående utenfor huset sitt, og bruke frem-modulen inne i hjemmet sitt. Når brukeren skal ut, kan

de koble seg på bak-modulen uten å måtte gå ut av rullestolen sin. Dette er naturligvis en veldig stor fordel for brukere som ikke kan gå, men også de som har betraktelig nedsatt gangfunksjon.



Figur 24 - Egenprodusert skisse av 2 moduler

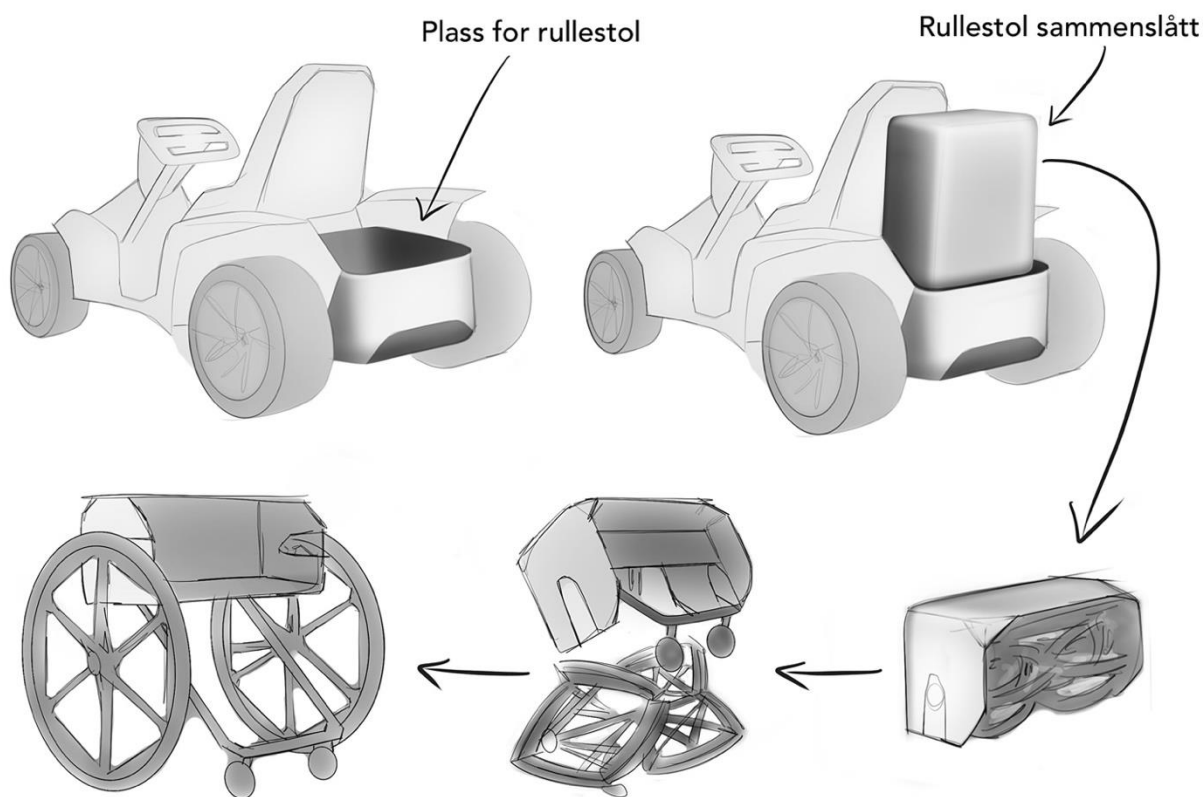
Ulempen er at det ikke blir mulig å optimalisere produktet for terrengkjøring, i lik grad som med et helt integrert produkt dedikert til ute-kjøring (integral vs module-based)

(Paton *et al.*, 2020). Modulen foran vil begrense terrengegenskapene og fremkommeligheten, da den i tillegg skal kunne fungere som en manuell rullestol. Manuelle rullestoler må ha smale dekk

med lav profil, oppreist sete, være veldig kompakt osv. Verdt å merke at målgruppen vår er mennesker med moderate funksjonsnedsettelse, som nedsatt gangfunksjon. Mange av brukerne vil derfor ikke være rullestolbrukere til vanlig, og vil dermed ikke få noe verdi ut av denne ideen. Ideen vil heller begrense produktet betraktelig for de som ønsker en elektrisk rullestol dedikert til bruk ute.

2.8.12 «Klappbar» rullestol bak

En annen ide for å tilrettelegge for brukere som trenger rullestol, er utvikle en klappbar manuell rullestol, som har en dedikert plass bak på den elektriske rullestolen. Den manuelle rullestolen skal kunne brettes sammen til å bli under 1m*0.5m*0.5m i størrelse. Ved å utforme en tilpasset plass for den kompakte rullestolen, vil den kunne festes på den elektriske rullestolen uten å være i veien eller begrense egenskapene til kjøretøyet. Slik kan den elektriske rullestolen optimaliseres for terregegenskaper, fremkommelighet og andre krav, samtidig som man har mulighet til å bruke en vanlig rullestol. Brukere som ikke har behov for manuell rullestol, kan bestille uten eller ikke ta den med.

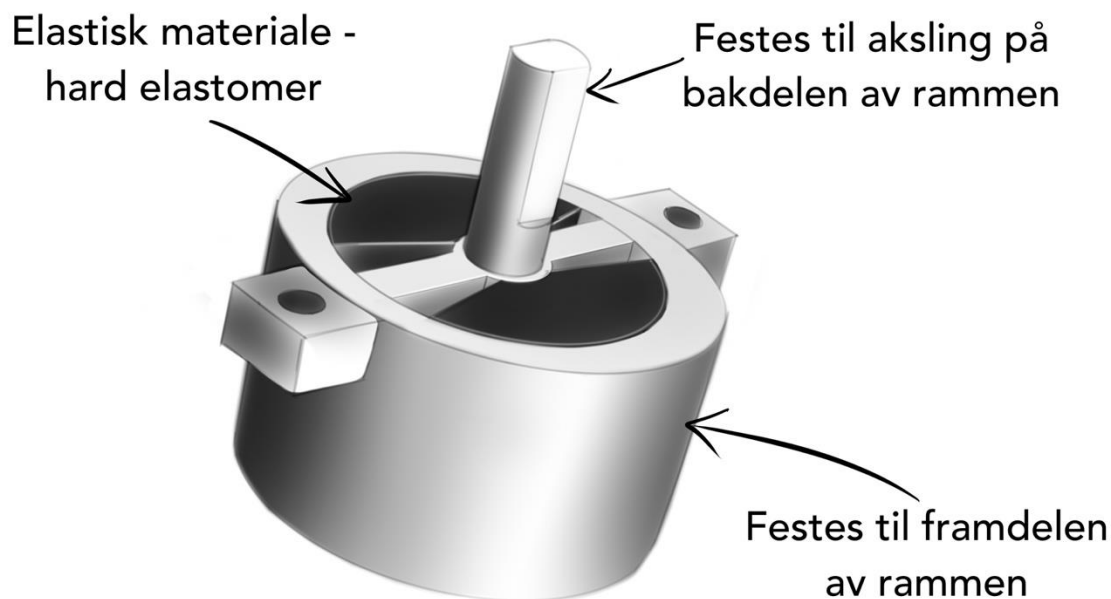


Figur 25 - Egenprodusert skisse av klappbar rullestol

Utfordringen med denne ideen er design av den manuelle rullestolen, som nødvendigvis ikke kan bli bra i bruk som ikke-klappbare rullestoler. For å få en rullestol så kompakt, må hjulene klappes sammen, dekkene kan ikke ha luft og rammen må bruke så lite materiale som mulig. Revolve Wheel Inc. er et selskap som spesialiserer på hjul som kan klappe sammen, som eventuelt kan brukes i denne ideen (Revolve Wheel, 2022). Alt i alt baserer denne ideen seg på å gjøre kjøretøyet brukbart for flere, uten å begrense de andre funksjonalitetene til kjøretøyet.

2.8.13 Fjæret aksling på midten av rullestolen

Hengsling på midten av rullestolen vil tillate at framhjulene og bakhjulene har svært forskjellig stilling, altså mye mer enn hva hjulopphenget vanligvis ville tillate. Dette fungerer ved at man har en aksling i som fester den fremre halvdel og bakre halvdel sammen. Denne akslingen tillater litt rotasjon slik at hver «halvdel» holder seg rett relativt til underlaget under seg, for det meste uavhengig av terrenget under den andre halvdel. Dagens Raptor har denne funksjonaliteten, og det er vår forståelse at dette er viktig for terrengkjøringen, og dermed er dette funksjonalitet vi ønsker å ta med videre.



Figur 26 - Egenprodusert skisse av fjæret aksling

Dreibar aksling på midten av kjøretøyet er veldig viktig for terrengegenskapene på Raptor. Den sørger for at alle hjulene ofte er i bakken, og gir en anti-krengning effekt; når hjulene på den ene siden går opp vil de på motsatt side gå ned. Vi tenker effekten til en slik løsning kan økes betraktelig ved å bruke en slik aksling med større rotasjonsvei og innebygd rotasjonsdemper. Det vil si at roteringen på midten av kjøretøyet har motstand og er «fjæret», slik at vibrasjonene og kraftig støt blir dempet. Selve kjøretøyet vil da bli mer stabilt, og kjøreegenskapene fastere og mindre «flimsete» i terrenget. For å oppnå denne effekten kan en for eksempel bruke en lignende del som den under, inspirert av rotasjonsdempere brukt i maskiner.

2.8.14 Litium-ion batteri

En ide er å bruke litium-ion (Li-ion) battericeller i rullestolen, fremfor gel-blybatterier som brukes i alle elektriske rullestoler i dag, inkludert Raptor. Li-ion er typen batteri som brukes i mobiltelefoner, datamaskiner og elbiler. De bruker litium-ioner som nøkkelkomponent i elektrokjemien (elektrolytten). Det finnes ulike Li-ion batterier, men generelt er den store fordelene bedre energitetthet; på 100-265 Wh/kg (spesifikk) og opp til 700 Wh/L (volumetrisk) (Clean Energy Institute, 2020).

Gel-batteriene i Raptor har energitetthet på ~ 35 Wh/kg og ~ 200 Wh/L (beregnet ut fra kapasitet, vekt og volum), altså under 15% v det som er mulig med li-ion. Battericellene brukt i elbilen Tesla Model 3 har f.eks energitetthet på 260Wh/kg og ~ 730 Wh/L (Yao og Strand, 2022).

Tesla bruker Panasonic 18650 og 2170 NCA batterier (Johnson, 2020). Tar man utgangspunkt i 18650 og ser bort fra delene for sammenkoblingen av cellene, vil en litium-ion-batteripakke samme kapasitet som i Raptor (1,44kwh) veie rundt 6 kg, fremfor 40,6kg som i Raptor. Volumet vil noe over 2L, fremfor 7,9L i Raptor. Denne ideen har stort potensial på grunn av betydningene det kan ha for produktet. Først og fremst vil lavere vekt gjøre kjøreegenskapene bedre og kjøretøyet mer håndterlig. Like så viktig, er plasssparingen som kommer med mindre batteri. Slik en kan ser i de enkle kalkulasjonene, vil plassbesparelsen være stor. Plass er veldig viktig i denne sammenhengen, da kjøretøyet skal være kompakt. Besparelsen kan gi mer plass for bruker, plass for komponenter som øker funksjonaliteten eller direkte gjøre kjøretøyet mer kompakt.



Figur 27 – Bilde av 18650 batteri (SparkFunElectronics, 2015), Link til Creative Commons lisens: <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

Ulpempen med litium-ion er pris. Batteriene i Raptor koster til sammen 5600kr fra produsent Eternity. En batteripakke med typen li-ion batterier kalkulasjonene ovenfor vil bli dyrere;

battericellene alene vil koste rundt 6500kr ($1440\text{wh}/12,6\text{wh}=130\text{celler} - 130\text{celler}*50\text{kr} = 6500\text{kr}$). Her tas det ikke høyde for at cellene må monteres sammen i en pakke, som vil stå for mye av kostnaden. Det sammensatte batteriet bør kunne produseres for under det dobbelte av prisen til Gel-batterier (Panasonic NCR18650A 3100mAh 6.2A Battery, 2022).

Dette eksempelet bruker veldig dyre li-ion batterier; det finnes billigere li-ion batterier på markedet som fortsatt har vesentlig bedre energitetthet enn gel-batteriene brukt i rullestoler. Litium jernfosfat batteri er ett eksempel. (Wikipedia, 2022).

Årsaken til at vi ser på dette som en veldig bra ide, er det faktum at prisene på litium ion batterier er på vei nedover. Prisene har falt drastisk og trender nedover, som følge av produksjonskapasitet bygges ut for å dekket behovet til elbiler. Siden 2010 har gjennomsnittsprisen falt med nesten 90% (Bhutada, 2022). Ikke noe tyder på at utbredelsen av elbiler skal ned, men stikk motsatt. Det er derfor rimelig å anta at prisene vil synke neste årene. Vi ser det derfor som det åpenbare valget med tanke på de drastisk bedre egenskapene det tilfører produktet.

2.8.15 Gjenbruk av Tesla-batterier

Bærekraft er et viktig krav til produktet, og gjenbruk av li-ion batterier kan være med på å oppnå dette. Et problem som har fått mye fokus i det siste, er hvor lett elektriske biler blir skrotet ved skader. Hundrevis av elbiler går til skraphaugen hvert år (Myklebust, 2022). Bakgrunnen for dette er alt elbiler generelt er dyre og dermed dyre i reparasjon. Momsfritaket på elbiler i Norge gjelder ikke for reparasjon. En skade på batteripakken vil generelt alltid føre til skroting av bilen, fordi bytte av denne er svært dyrt. Skade på batteripakken betyr ikke alle batteriene er ødelagt. Pakkene består av celler fordelt i moduler, og ved skade er som regel de aller fleste batterimodulene i orden; et par ødelagte celler kan være nok for at batteriet slutter å virke.



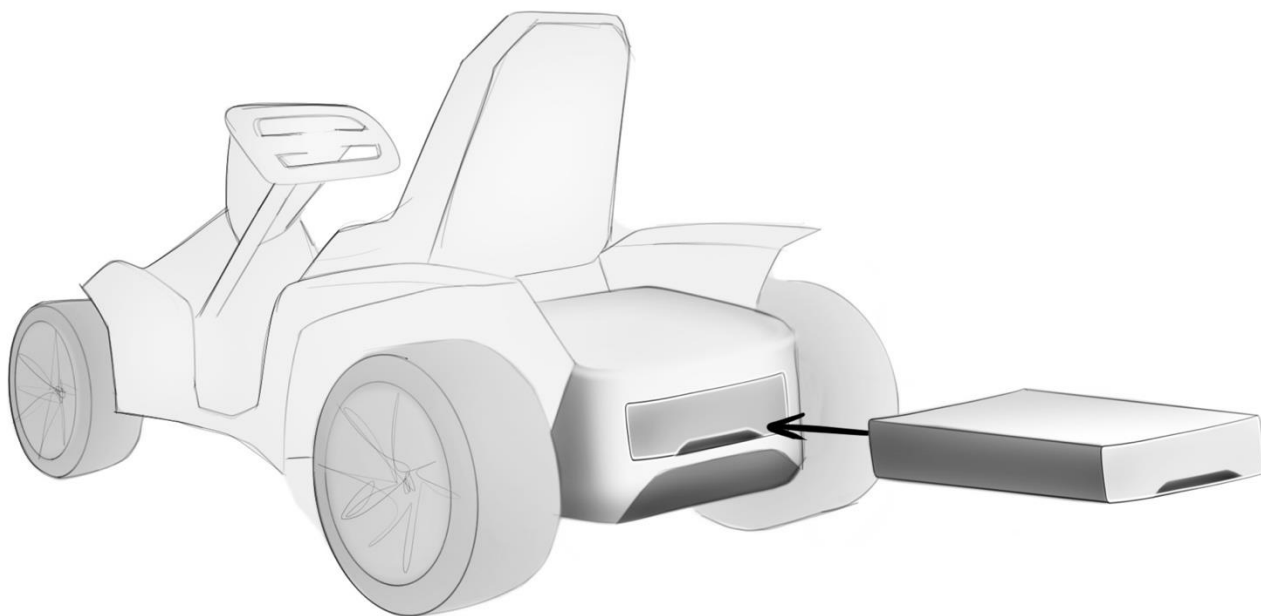
Figur 28 – Selvprodusert bilde av batterimoduler fra Tesla Model S

Vi ser et potensial her i å gjenbruke batterier fra elbiler, mer spesifikt 18650 celler fra eldre Tesla Model S biler. Disse batteriene er som sagt veldig energitette, og vil ha evne til å lagre veldig mye energi selv etter bruk i en elbil, mye mer enn i gel-blybatteriene i rullestoler. Model S er også en spesielt dyr elbil som har blitt solgt siden 2012, det er derfor mange biler som blir skrotet. For å gjenbruke batteriene må batteripakkene tas fra hverandre, først deles i moduler for så i celler. Cellene må så settes sammen i en passe stor batteri-pakke. En kunne potensielt brukt 1 modul fra et Model S batteri direkte i rullestolen, men med en kapasitet på 5,3kwh og 68,5x30x7,5cm er dette antageligvis alt for stort (Bhutada, 2022). Nullutslipp AS er et firma i Lillehammer som spesialiserer seg på å gjenbruke Tesla-batterier til blant annet elektriske gravemaskiner. Dette kunne vært en bra samarbeidspartner for et slikt produkt (Zeroemission, 2022).

2.8.16 Enkelt utskiftbart batteri

Lading av batteriet til rullestolen kan være et problem, dersom man for eksempel glemmer å plugge inn kabelen før man skal på en viktig tur. I denne ideen er batteriet lett utskiftbart, ved at

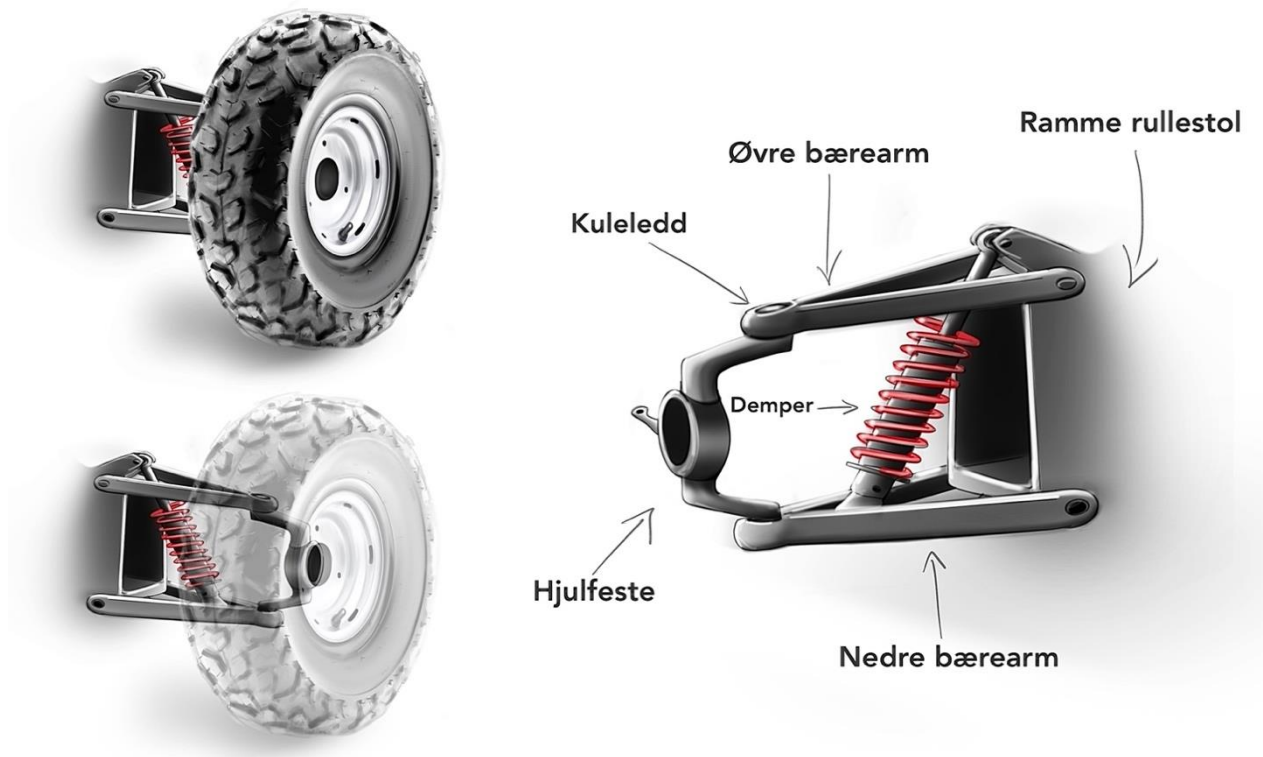
det enkelt kan trekkes ut på baksiden av kjøretøyet. Brukeren kan da kjøpe 2 batterier, og alltid ha ett som står på lading og klar til bruk. Denne løsningen vil være spesielt nyttig om kjøretøyet ikke har en veldig bra rekkevidde, slik at brukeren kan ta med et ekstra batteri på lange turer, slik at rekkevidden dobles ved behov.



Figur 29 - Egenprodusert skisse av utskiftbart batteri

2.8.17 Uavhengige fjæringer – Double Wishbone

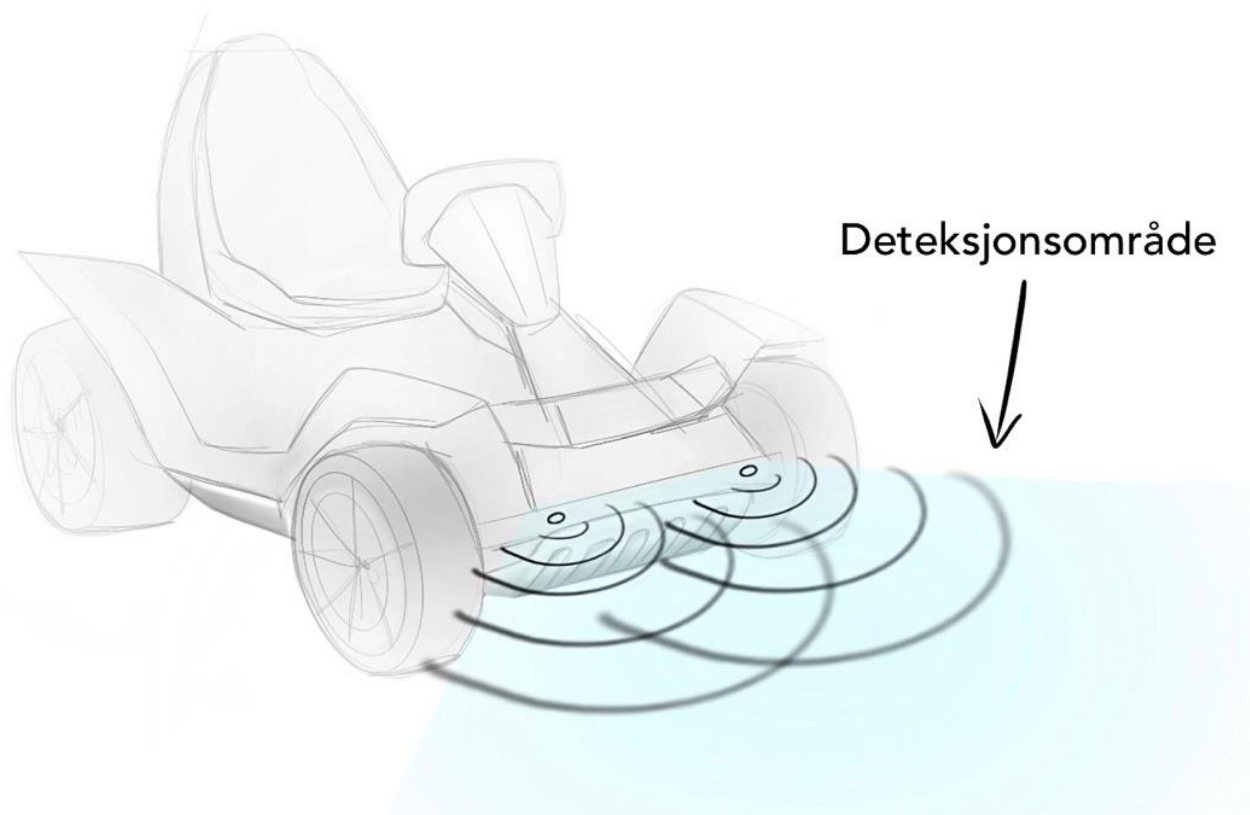
Støtdemping er en av de viktigste midlene for gode terrengeskaper. En måte å oppnå gode dempe-egenskaper er uavhengig fjæring for hvert hjul. Det vil si at hvert hjul kan vandre/dyttes oppover ved støt, helt uten at dette får noen andre hjul til å vandre opp. Ingen av de elektriske rullestolene vi så på i markedet hadde dette, med unntak av Terrainhopper OVERLANDER 4ZS, som er for stor for å fungere som en vanlig elektrisk rullestol. Dempemekanismene på rullestolene på markedet i dag er også ofte veldig enkle, med mekanisme som gir begrensede egenskaper.



Figur 30 - Egenprodusert skisse av hjuloppheng

Vi tenker en mekanisme inspirert av «double wishbone» er mest passende. Double wishbone bruker en øvre og nedre bærearml som ligner det såkalte «ønskebeinet» man finner i en kylling. Mekanismen kan bli spesielt kompakt, enkel, sterk, stabil og gjør at hjulene holdes i veldig konstant vinkel under demping. Mekanismen på framhjulene vil være annerledes enn de bak, med blant da hjulene skal svinge. Prinsippet vil derimot være likt. Double wishbone mekanisme brukes på kjøretøy som ATV og sportsbiler som skal være så lave som mulig. Ulempen er at mekanismen er dyrere og mer komplisert enn de man ser på andre elektriske rullestoler. En vil heller ikke automatisk få noen anti-krengnings effekt. Den viktigste ulempen med dette, kommer om en skal ha 4-motor konfigurasjon som i f.eks Sunrise X8. Motorene vil da måtte bli ufjæret vekt, med mindre man lager en avansert kobling mellom motoren og hjulene (aksling med CV joints). Motorene er tunge, og vil «slås» opp i kjøretøyet under terrengkjøring. For å motvirke dette, vil en måtte gjøre fjæringen spesielt stiv, som begrenser nytten av fjæringsmekanismen. Kostnad-nytte forholdet blir dermed svakt dersom en skal ha 4-motor oppsett.

2.8.18 Ultrasoniske sensorer



Figur 31 - Egenprodusert skisse av ultrasoniske sensorer

I brukerintevjuet kom det frem at Raptor skaper usikkerhet blant folkemengder, som for eksempel på skole. Noen voksne føler det er skummelt at den for eksempel brukes i skolegården. For å øke sikkerheten og følelsen av trygghet er en ide å implementere avstands-sensorer på kjøretøyet, slik at det kan automatisk bremse om den er i ferd med å kjøre inn i noe. Disse avstandsmålerne vil være basert på «ultrasoniske» sensorer, slik en finner på de aller fleste nye biler i dag. Sensorene måler avstanden ved å sende og motta ultralyd pulser. Teknologien er blitt spesielt tilgjengelig i det siste, da det har blitt standard på nye biler. Prisen ligger på under 50kr stk (Alibaba, 2022). Rullestolen bør ha 2 sensorer foran og bak, totalt 4. Sensorene har begrenset «synsvinkel» på rundt 150°, det er derfor gunstig med flere sensorer for å få bra dekning av området foran og bak. Disse må kobles til en sentral datamaskin i rullestolen.

2.8.19 Vinyl-wrapping – Tilpassing av farge

En tilbakemelding vi så gjentatte ganger i intervjuene er at brukere ønsker bredt utvalg av farger. De 2 fargene til Raptor er helt klart ikke nok til å dekke preferanser blant brukere, noe vi ser på som spesielt viktig for denne typen produkt. Videre var skader og riper på skjerm et gjentakende problem for Raptor. Ideen vi har for å løse dette er å bruke foliering eller «vinyl-wrapping».

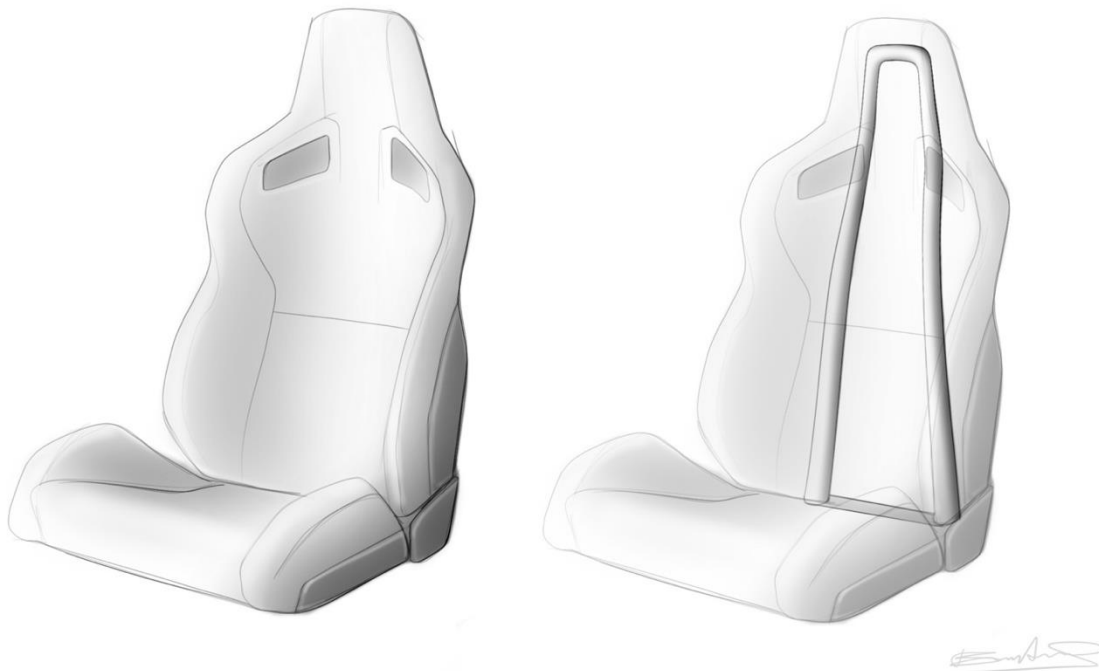


Figur 32 - Egenprodusert bilde av en Vinylwrappet/foliert bil

Vinyl-wrapping er en praksis hvor man dekker de utvendige flatene av et kjøretøys med beskyttende PVC-folie i ønsket farge, og eventuelt med en spesiell finish som for eksempel matt. Dette har blitt veldig populært i bilindustrien de siste årene, og de har vokst opp mange bedrifter som kun jobber med å «wrappe» biler. Vi tenker de fargede delene til rullestolen skal kunne dekkes før produktet monteres sammen, enten på fabrikken til rullestolen eller av en ekstern bedrift. Ved å belegge delene før de monteres, vil jobben bli spesielt enkel sammenlignet med biler. Den store fordel her er at man vil kunne produsere rullestolen veldig mange forskjellige farger, uten at man må farge materiale som brukes. Delene kan produseres i 1 farge, f.eks hvit, som senere blir tilpasset til brukerens preferanser. På denne måten kan produksjon gjøres mer Lean, med en «postponing» av produksjonens «decoupling point». Det vil si punktet hvor produksjonen blir avhengig av kundens bestilling/preferanser eller «agile», flyttes til senere i produksjonen (Paton *et al.*, 2020). Andre fordeler for brukeren er at folie vil beskytte delene for riper og skader, og når overflatene eventuelt blir slitte kan folien fjernes og byttes. Slik unngår man å bytte delene, som er dyrt og mindre bærekraftig. I tillegg kan brukeren endre produktets farge etterhvert; f.eks var rosa kanskje yndlingsfargen som barn men ikke lenger som eldre ungdom.

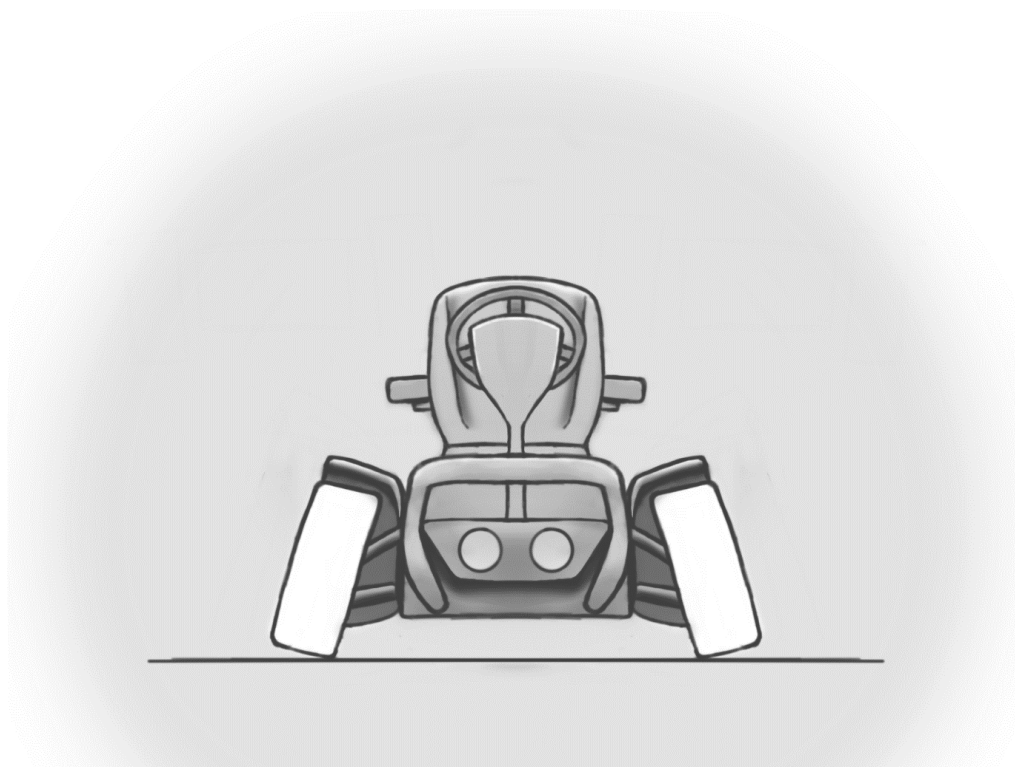
2.8.20 Stol med integrert veltebøyle

Terrenggående elektriske rullestoler blir gjerne breiere enn vanlig, da de skal være stabile. Dette gjør at veltebøyle kan bli viktig for sikkerhet, dersom kjøretøyet ellers ikke blir liggende sidelengs ved velting, men opp ned. Det er få av rullestolene vi har sett på i markedet som har dette, men Raptor er en av dem. Ulempen med denne er at den skaper et veldig vertikal element i designet, noe som er ugunstig for uttrykket som beskrevet i den formalestetiske analysen. Dersom vår løsning vil kreve veltebøyle for sikkerhet, er en ide å integrere denne i setet. Ryggen til setet vil da bygges spesielt sterkt, med en bøyle av enten stål eller aluminium skjult på innsiden. Denne vil gå fra bunden til toppen av setet. Ryggen til setet bør boltes spesielt godt fast til rammen av kjøretøyet, for å sørge for at det sitter fast ved velting. Fordelen er her at «veltebøylen» blir helt skjult, som vil åpne for å gjøre utformingen mer minimalistisk og dynamisk. Ulempen er at setet i denne ideen er at setet blir mer komplekst og dyrt i produksjon. Det vil også måtte produseres fra bunden av, da få standardkomponenter vil kunne brukes.



Figur 33 - Egenprodusert skisse av stol

2.8.21 Negativ camber



Figur 34 - Egenprodusert skisse av negativ camber

Negativ camber betyr at hjulstillingen vender innover mot toppen når man ser kjøretøyet forfra. I tegningen over ser man et eksempel på negativ camber på de hvite hjulene. Vinkelen her er svært overdrevet for å illustrere dette tydelig.

Hjulstillingen vil gi økt kontaktflate med bakken når kjøretøyet svinger. Dette betyr at mer av dekkets kontaktflate faktisk er i kontakt med bakken når man svinger, noe som vil gi økt grep i svinger og bedre stabilitet i svinger.

Noen negative sider ved negativ camber er at man mister noe stabilitet når man går rett fremover, samt at akselerasjon og bremsing naturligvis vil begrenses noe av at man har mindre grep mot veioverflaten, så hvor høy vinkel man velger er et viktig poeng rundt hjuloppheng og oppsett.

2.8.22 Digitalt Touch-Display, Ryggekamera og/eller Festemulighet for iPhone / iPad



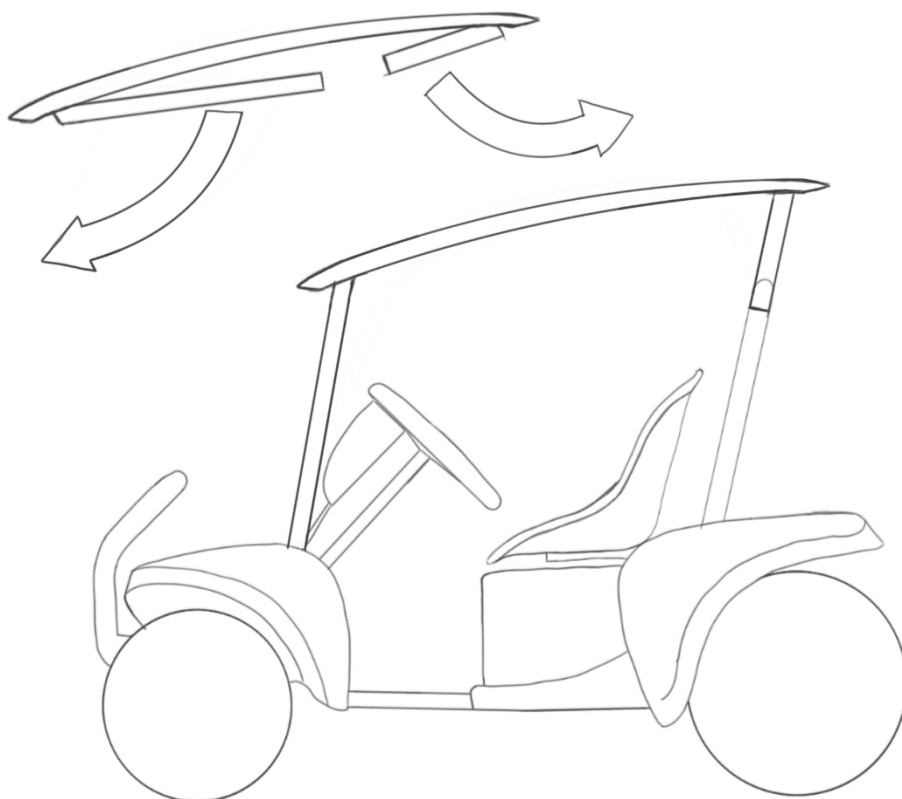
Figur 35 - Egenprodusert skisse av display/ryggekamera/telefonfeste

Et digitalt display vil kunne gi brukeren all informasjon man trenger, slik som hastighet, kjøremodus, mulighet for ryggekamera m.m. Dersom dette displayet er interaktivt, vil også brukeren kunne styre alle rullestolens funksjoner via dette. Vi har også en idé om at displayet kunne vært byttet ut med en smarttelefon / nettbrett og fungert som et display gjennom en applikasjon. Dette ville blitt oppnådd på en liknende måte som illustrert ovenfor, men med en telefonholder istedenfor en dedikert skjerm.

Displayet vil vise hvilken «modus» man er i, hvor mye batteri man har, hvor raskt man kjører og hvorvidt man kjører fremover eller bakover. Det kan også vise maks hastighet stolen er stilt inn til å gå, og dersom vi har flere moduser for hastighet, slik som beskrevet tidligere på Magic Mobility Extreme X8 kan den vise denne informasjonen også.

Ryggekamera muligheten er et poeng ettersom å snu seg rundt ikke alltid er like lett ettersom hva slags vansker man har, slik som hvis man avhenger av å stropes fast i stolen for å få nok stabilitet i setet for eksempel. Da vil et ryggekamera som vises på dette displayet være svært nyttig å ha.

2.8.23 Avtakbart tak og Solcellelading

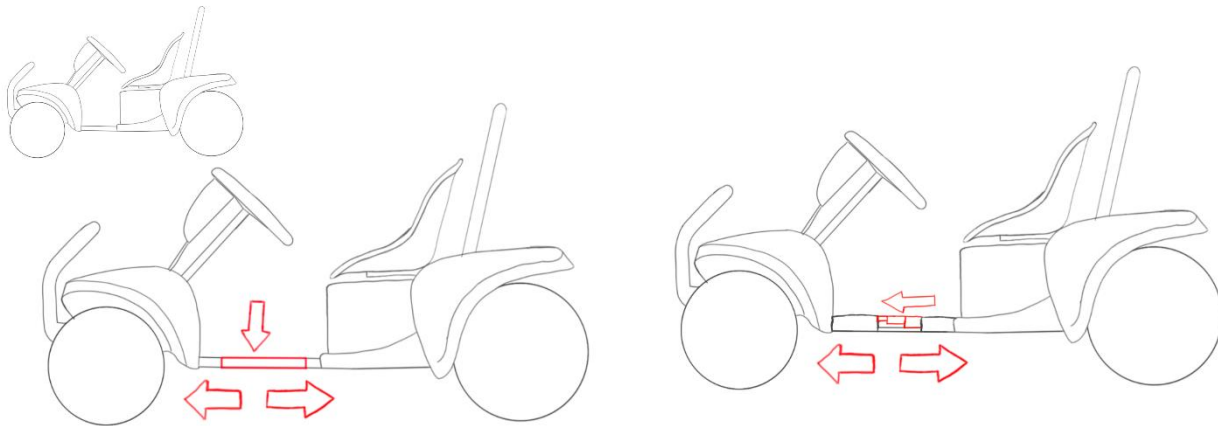


Figur 36 - Egenprodusert skisse av avtakbart tak

Dette vil være et tak som kan lagres relativt kompakt i hjemmet når det ikke er i bruk, men som skal være raskt å sette på rullestolen dersom det skulle regne. En mulig måte å gjøre dette på vil være at stengene som fester taket til rullestolen er integrert i taket og kan foldes ut. Bakstengene vil kunne benytte veltebøylen for å spare plass og vekt.

Taket kunne også huset et solcellepanel som passivt kunne ladet batteriet mens taket er i bruk. Det er nærliggende å tenke at taket sjeldent er i bruk på de mest solrike dagene, men et solcellepanel fungerer i overskyet og regnvær også, men ikke like effektivt.

2.8.24 Utvidbar Størrelse



Figur 37 - Egenprodusert skisse av utvidbart gulv

Vi tenker at det ville være svært fordelaktig om rullestolen var utvidbar, og da helst uten å måtte demontere den betydelig. Dette er for at brukere skal kunne vokse sammen med rullestolen, samt at det vil gjøre designet mer fleksibelt med tanke på aldersgrupper i målgruppen. Raptor har en lignende løsning, men vi ønsker større fleksibilitet i utvidbarheten, med flere steg (Raptor har kun 2). Vi ser for oss at denne løsningen enten kan komme som en form for golvplate man setter imellom for å dekke gapet som blir etter man har utvidet rullestolen eller at man har et innebygd «teleskopgulv» man kan utvide.

Fordelen med golvplaten man setter inn er at man ikke bærer vekten til gulv man ikke bruker, men samtidig vil man trenge flere plater for flere hakk i utvidelsen, noe som gjør at man trenger et helt eget system for dette.

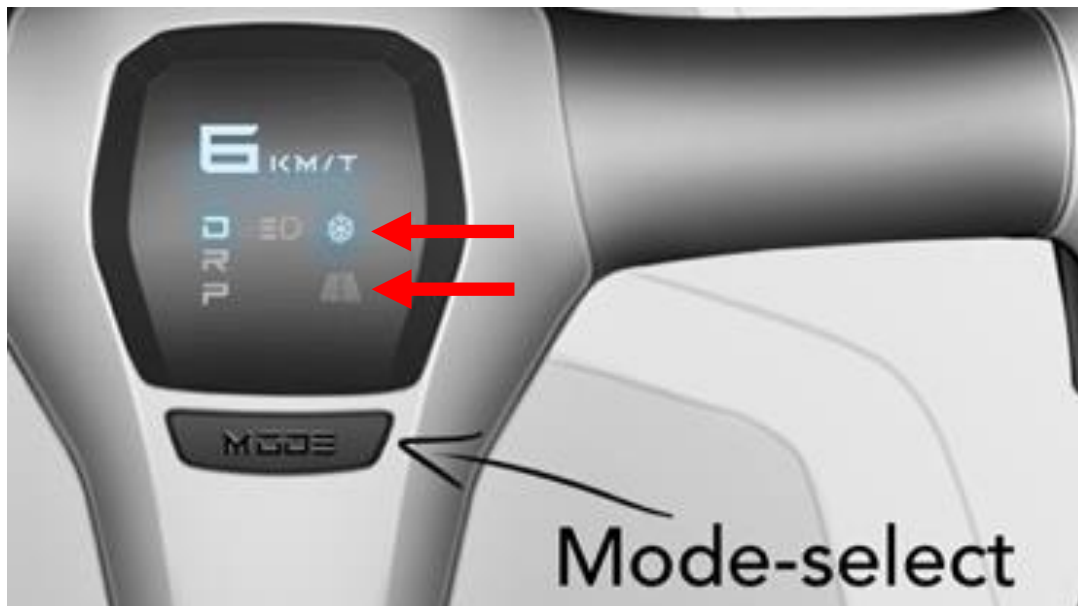
Teleskopgulvet vil kunne justeres enkelt til enhver utvidelse samtidig som man ikke behøver noe ekstra golvplater eller annet utstyr ved siden av. Som nevnt med den utskiftbare golvplaten vil man bære på vekten til gulvet man ikke bruker til enhver tid, noe som kan gå utover ting, i både positiv og negativ forstand, som batteritid og kjøreegenskaper.

2.8.25 Regenerativ Bremsing

Regenerativ bremsing vil vi tro at kan øke batteritiden til rullestolen betraktelig. Regenerativ bremsing fungerer ved at de elektriske motorene går fra å bruke strøm til å drive hjulene fremover til at de bruker den kinetiske energien av at hjulene allerede ruller for å drive motorene «baklengs» slik at de fungerer som en generator. På denne måten kan man bremse uten noe betydelig slitasje på egne bremsedeler samtidig som man generer strøm til batteriet. Dette vil være svært gunstig naturligvis ettersom det minsker den mekaniske kompleksiteten i bremsesystemet, sparer vekt og lader batteriet. Dersom rullestolen har elektriske motorer på hvert hjul kan det tenkes at denne bremsingen kan gjøres på alle fire hjulene.

2.8.26 Ulike Kjøremoduser og Go-Kart Modus

Valgbare kjøremoduser for ulike terreng og underlag vil kunne gjøre rullestolen bedre å kjøre i alle typer forhold. Dette kan være moduser som endrer innstillingene på de elektroniske hjelpemidlene som traction control, ESC (antiskrens) og hvordan bremsene fungerer, samt at den automatisk setter ned makshastigheten dersom det valgte føret er farlig å kjøre fort på. Go-Kart modus ville vært en modus som endrer kjøreegenskapene for å oppnå et mer sporty uttrykk for bruk på bane eller andre private steder. En slik modus kan uansett hva ikke øke topphastigheten over det som er maksimalt tillat av lovverket.



Figur 38 - Egenprodusert skisse av kjøremoduser på display

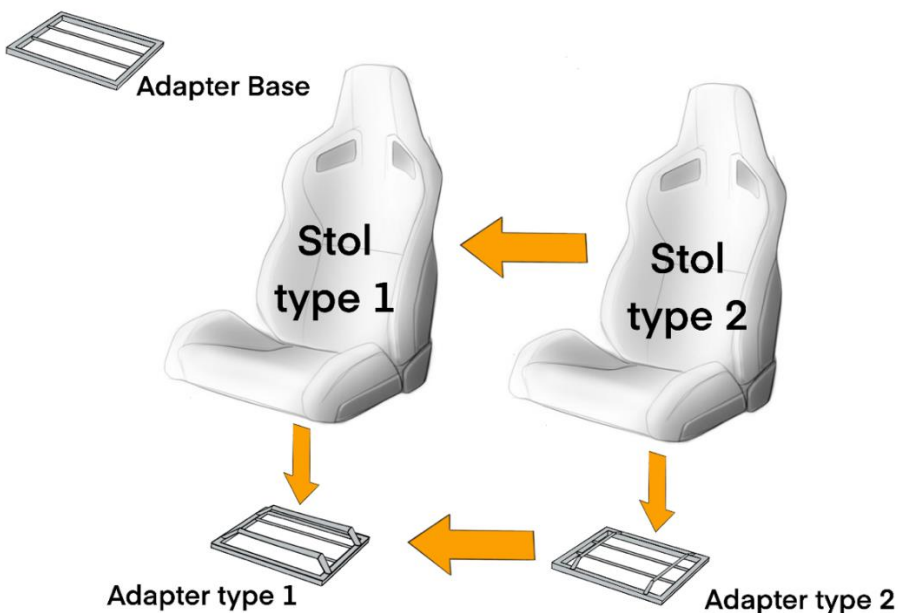
2.8.27 Låsbar Styring

Inspirert av Magic Mobility sin Extreme X8 kan vi se for oss at en liknende mulighet for å låse styringen kan være fordelaktig for stabiliteten ved kjøring rett fremover eller bakover, slik som hvis man skal rygge rullestolen ut av en bil med litt dårlig plass. Ved å låse styringen hindrer man at man ved et uhell svinger, eller at noe tar tak i hjulene og svinger de på noen som helst måte, slik at man kan kjøre svært stabilt i en rett linje.

2.8.28 «Over-the-Air» Oppdateringer og Fjerndiagnostikk

Inspirert av moderne teknologi mener vi at en aktiv nettilkobling vil ha potensiale for å skape et bedre produkt. Nedlastbare oppdateringer vil kunne fikse softwareproblemer og kanskje til og med åpne opp nye funksjoner over tid. En slik tilkobling vil åpne opp for at man kan gjøre diagnostikk over internett slik at en reparatør kan finne ut hva problemet er og eventuelt anskaffe korrekte deler fra sitt kontor, uten å nødvendigvis måtte reise ut eller få rullestolen levert hos seg. Dette vil kunne spare mye tid for reparasjon av slitasjedeler, og da spesielt de som er elektronisk styrt, slik som motorene og batteriene.

2.8.29 Adapter for Populære Seteleverandører



Figur 39 - Egenprodusert skisse av stoladaptere

Etter å ha pratet med Sunrise Medical var det tydelig at det er ønskelig å kunne sette på seter fra andre leverandører som er bedre egnet for de som trenger en annen fasong eller bedre støtte enn standardsetene vil kunne gi. Dette betyr at rullestolen vil ha en måte å montere setet på med mulighet for å sette på en overgang til festemekanismen til noen av de vanligste setemerkene i bruk i dagens marked.

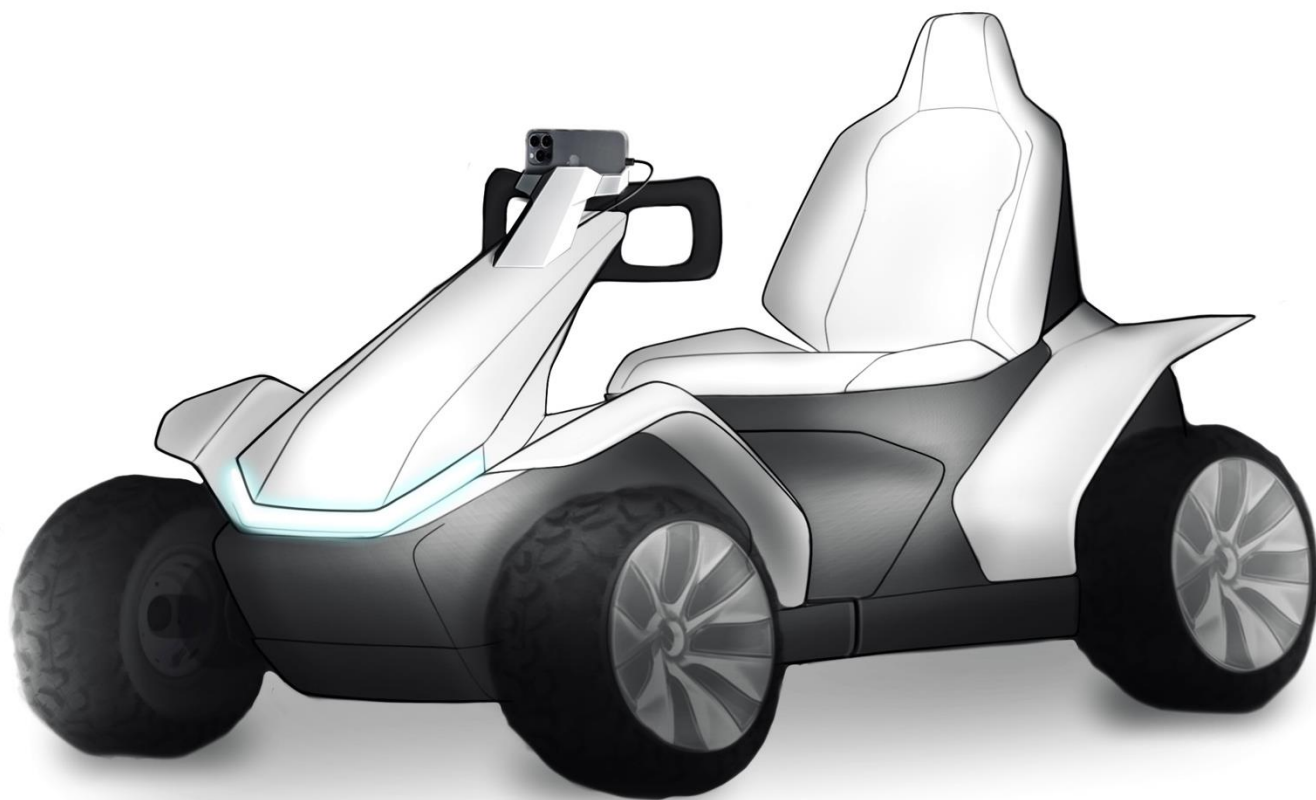
2.9 Konsepter

Her presenteres 3 konsepter, som vil si en bearbeiding av de ideene vi har presentert. Konseptene er en kombinasjon av ulike ideer, og i flere tilfeller en videreutvikling av dem. Konseptene vil danne et utgangspunkt for konseptet som tas med i implementeringsfasen av prosjektet, der konseptet skal videreutvikles og realiseres. Hvert av de 3 konseptene er utviklet ved å vektlegge det ulike hovedkravene noe ulikt. Kombinasjonene av ideene som inngår i hvert konsept er dermed ideer vi anser som å fungere godt sammen og tjener den overordnede målet. Visjonen bak hvert konsept er beskrevet.

Produktet vi jobber med er sammensatt og komplekst; ved å gjøre det på denne måten unngår vi at konseptene blir en rimelig tilfeldig sammensetninger av ulike ideer. Når vi skal velge konseptet vi skal ta utgangspunkt i videre, kan vi potensialig igjen kombinere elementer fra de 3 konseptene. Konseptene er på ingen på ferdigutviklede design. Viktig å bemerke at utseende og funksjoner dermed ikke er ferdigstilt i skissene som presenteres.

2.9.1 Konsept 1: Best mulig egenskaper med enkelhet

Det første konseptet går utpå å skape best mulig produkt for brukeren, men for lavest mulig kostnad. Konseptet ønsker med andre ord å gi best ytelse/pris forhold. Det vil si at alle elementene og ideene er vurdert i forhold til kostnad, og implementeres kun dersom de ikke er vesentlig høye. Løsningene som gir best forhold mellom egenskaper og kostnad blir benyttet. Eksempel: For fjæring benyttes ikke dedikerte fjæringsmekanismer men dekk med veldig høy profil og fjæret aksling på midten. Under er en tabell med de diverse løsningene som benyttes i konseptet, med en kort beskrivelse av hvorfor. For nærmere beskrivelse se beskrivelsen av den tilhørende ideen i det foregående stadiet av prosjektet.



Figur 40 - Egenprodusert skisse av konsept 1

Tabell 8 - Oversikt over konsept 1

Løsning	Beskrivelse
Høy-profil dekk med store kapsler	<p>Konseptet bruker høyprofil-dekk for å oppnå fjæringsegenskaper. Videre har den kapsler for å skape uttrykk for store felger. Denne løsningen brukes fremfor en separat fjæringsmekanisme for å minimere kostnad og maksimere nytte/kostnad. Veldig tjukke dekk har vist å gi relativt gode egenskaper, som i Sunrise sin X8. Dette kombineres her med «fjæret aksling» på midten av kjøretøyet for gode terrengegenskaper (se punkt 4), og muligens hjuloppheng gir noe etter «compliant mechanism». Da 4 motorer skal brukes (se punkt 2), gir denne løsningen med dekk-fjæring spesielt mye mening. En separat uavhengig fjæringsmekanisme ville nødvendigvis gjort de 4 motorene til ufjæret vekt i kjøretøyet som begrenser utbytte. «Nødvendigvis» vil i denne sammenhengen si uten å lage et svært komplisert hjuloppheng.</p>
4 motorer, 1 på hvert hjul	<p>4-hjulstrekk er vesentlig, og dette oppnås best med en motor på hvert hjul. Dette gir svært bra egenskaper og en enklere oppbygning av drivverket, da det ellers ville vært krav om differensial. Sammenstillingen og produksjonen av produktet blir dermed vesentlig lettere. Motor på hvert hjul vil gi svært bra grep og kjøreegenskaper. Motorene er tiltenkt å være lignende om ikke de samme</p>

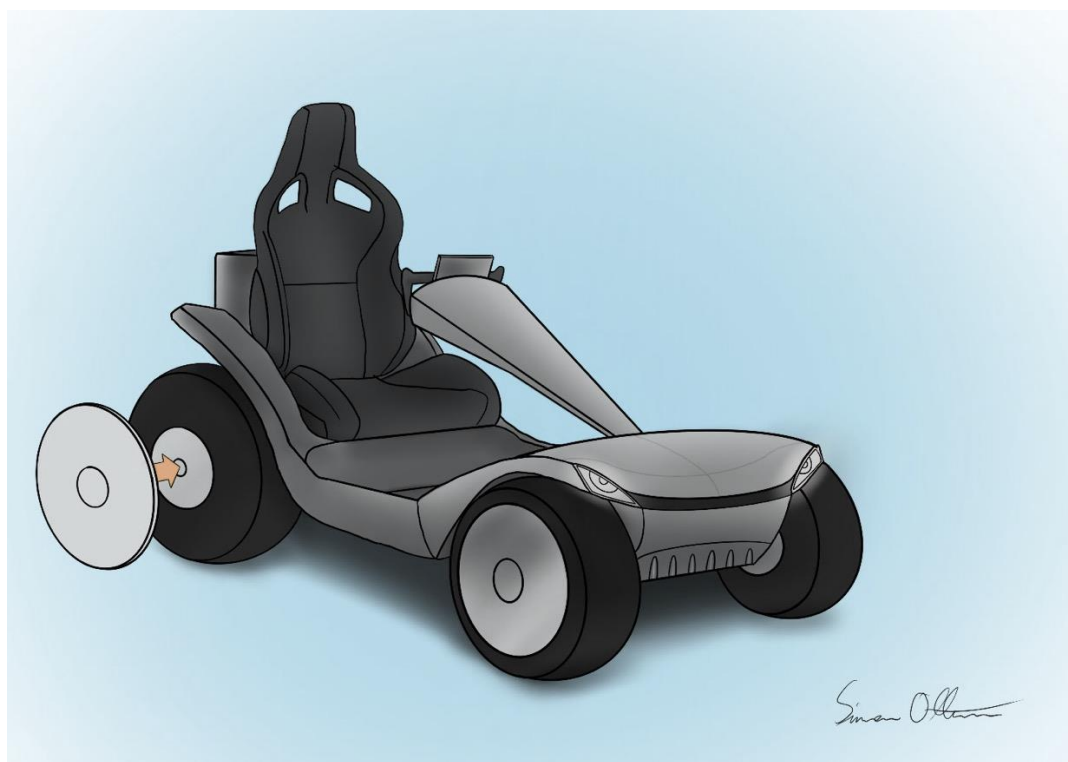
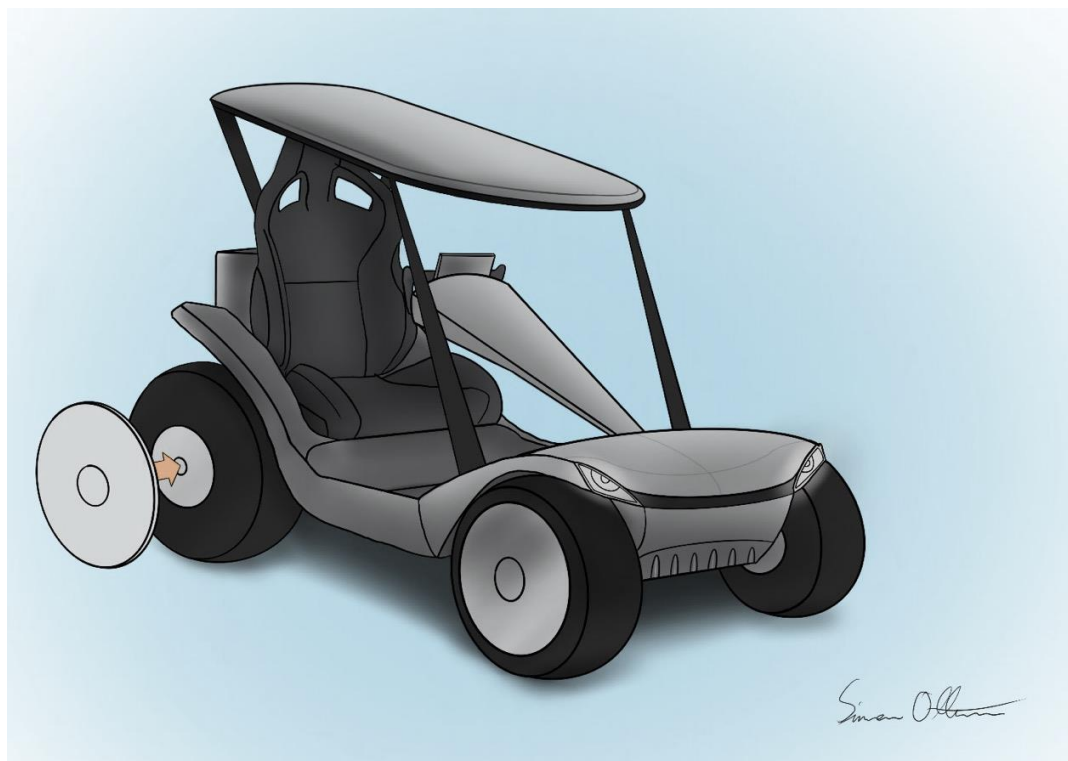
	<p>som brukes i Sunrise sin X8, med 700Watt på hvert hjul.</p>
<p>Regenerativ bremsing – 1 pedal</p>	<p>Rullestolen har ikke dedikerte bremsere, men bruker elektromagnetisk bremsing gjennom motorene. Dette er muliggjort med 4 motorer, som vil kunne bremse kraftig og uavhengig på hvert hjul. Sikkerhet og brukbarhet vil bli spesielt bra.</p>
<p>Hengsling/aksling på midten med fjæring</p>	<p>En fjæret aksling på midten av kjøretøyet vil være med på å bedre kjøreegenskapene, ved å sørge for at alle hjulene er i kontakt med bakken i terreng. I motsetning til Raptor har denne akslingen «fjæret motstand», og henger ikke «løst». Oppnås med en rotasjonsdemper.</p>
<p>Utvidbart gulv</p>	<p>Gulvet vil være utvidbart langs akslingen beskrevet i forrige punkt. Denne utvidbarheten skal være veldig fleksibel, med flere ledd (3-5). På denne måten kan en rekke preferanser dekkes. De ytre overflatene skal alltid ser kontinuerlige ut, uansett konfigurasjon.</p>
<p>Dimensjoner 100cm*145-160cm</p>	<p>Rullestolen har i utgangspunktet dimensjoner på om lag 100*145cm. Lengden kan økes til 160cm med det utvidbare gulvet. Det vil si den er 20 cm bredere, og inntil 15cm (lengste konfigurasjoner mot hverandre) lenger enn Raptor. Kombinert med mer effektiv plassbruk (se li-ion batterier), får dette konseptet vesentlig bedre plass til bruker enn</p>

	Raptor, og er brukbart for mennesker opp til 185cm. Lengden og bredden på 100*145cm er fortsatt under mange tradisjonelle elektriske rullestoler. Til sammenligning er effektiv plassbruk for en manuell rullestol regnet å være 120cm i lengde. Seteflaten sitter høyere enn Raptor, men kan justeres.
Aluminium ramme (5000 serie)	Rammen til kjøretøyet, som vil si grunnstrukturen alt bygges på, er her av aluminium. Dette vil øke kostnaden en del, men ved en rask nytte-kostnads analyse er det tydelig at vi ønsker dette i konsept 1. Vekten på kjøretøyet blir mye lavere, som er fordelaktig for bruker (egenskaper, håndterbarhet). De økte materialkostnadene er ikke vesentlig sammenlignet med kostnadene totalt. Dette forbedres også av at pulverlakkering el. muligens kan droppes, pga. det ytre oksidlaget.
Skid-plates som kan byttes ut	Rullestolen har en sterk metallplate på undersiden som tar for støt fra terrenget.
Telefon som display	Rullestolen har feste for smarttelefon med tilhørende lader til denne. Ladekabelen fungerer som kobling mellom mobilen og rullestolen, Smarttelefonen skal kunne vise sentral info som fart og om den står i revers/park/fremover. Med kobling til rullestolen åpner det også for at fjernservice og oppdatering av kjøretøyet kan skje over nettet.

	<p>Kamera foran på telefonen vil kunne brukes som ryggekamera, med en funksjon på appen som viser det kamera ser. Slik slipper brukeren å snu hodet rundt for å se bakover, men må flytte seg litt til siden.</p>
Negativ camber	<p>Hjulene har negativ camber konfigurasjon for økt stabilitet. Får en effektivt bredere hjulstilling, og dekkene får bedre bakkekontakt under rask svingning.</p>
Veltebøyle integrert i setet	<p>Setet har støtte som går over hodet til brukeren, og er forsterket innvendig. Den fungerer dermed som veltebøyle. Som følge av dette kan setet ikke enkelt byttes ut med tredjepart seter.</p>
Ratt for variert grep	<p>Rattet har en «firkantet» form som åpner for ulike typer grep, både ratt-grep og styre-grep. Senter av rattet har knapp for valg av revers/park/fremover. Denne knappen holdes inne for å skru lys av/på. Rattet vil kunne konfigureres med spak for brems og gass.</p>
Mekanisk styring	<p>Styringsmekanismen er en mekanisk direkte kobling mellom rattet og hjulopphengene foran. Mekanismen er av type enkel «go kart» styring, som beskrevet tidligere i analysen av Raptor. Svingningen har dermed ingen hjelpekraft. Bunden av rattstammen kan vinkles for å få rattet lavere/høyere. Mellom</p>

	<p>ratte og rattstammen er et ledd som gjør at rattet kan vinkles etter behov.</p>
<p>Manuell setejustering med spak</p>	<p>Posisjonen til setet kan justeres med en spak på hver side av setet. Spaken på den ene siden gjør det mulig å bevege hele setet frem og tilbake, mens spaken på den andre siden brukes for å justere vinkelen på ryggen. Når spakene dras opp blir den tilhørende delen av stolen «fri» og kan flyttes.</p>
<p>Litium-ion batterier</p>	<p>Konseptet bruker litium-ion batterier, for eksempel celler gjenbrukt fra elbil. Nøyaktig hva som vil brukes vil eventuelt vurderes i neste fase av prosjektet. Litium-ion batteriet er den dyreste komponenten ved dette konseptet. Denne typen batterier er dyrere enn gel-batterier som vanligvis brukes, men på grunn av de vesentlige forbedringene litium-ion gir har vi valgt de for denne løsningen. Batteriene tar mindre plass enn tradisjonelle rullestol-batterier, slik at rom kan frigjøres til plass for brukeren, og rullestolen blir vesentlig lettere. Sistnevnte er veldig viktig for kjøreegenskaper og håndterbarhet. En blir også mer fri når det kommer til den visuelle utformingen av kjøretøyet. Kapasitet vil være på om lag 2 kwh., for en rekkevidde på over 50 km.</p>

2.9.2 Konsept 2: Funksjonelt-optimal terrenggående rullestol



Figur 41 - Egenprodusert skisse av konsept 2, med og uten tak

Konsept 2 går ut på å lage det optimale produktet, med mindre fokus på kostnad. Poenget med dette konseptet er å utforske hvordan en rullestol som utnytter mye av potensiale i teknologi og muligheter som finnes i dag. Kostnad er ikke fullstendig utelatt i utviklingen av konseptet, da lav kostnad tross alt er et krav til produktet. Poenget er at konseptet har større toleranse når det kommer til kostnad sammenlignet med konsept 1. Dyrere teknologi og løsninger kan da tas i bruk, og risikoen rundt realisering av produktet på markedet går opp tilsvarende.

Tabell 9 – Oversikt over konsept 2

Løsning	Beskrivelse
Høy-profil dekk med store kapsler	I likhet med konsept 1 bruker dette konseptet høyprofil-dekk for å oppnå gode fjæringsegenskaper i hjulene. Videre har den kapsler for å skape uttrykk for store felger. Forskjellen her er at dette i tillegg vil kombineres med dedikert fjæringsmekanisme.
Double-wishbone fjæringsmekanisme	Konseptet har Double Wishbone fjæring i hvert hjul, som gir helt uavhengig demping. Denne mekanisme er beskrevet tidligere, og er den som blant annet finnes i for forhjulene i ATV-kjøretøy og sporty biler.
Hengsling/aksling på midten med fjæring	I tillegg til eksepsjonell fjæring vil konseptet ha en aksling på midten som gjør at fremre- og bakdel kan rotere i forhold til hverandre. Dette vil eksepsjonelle egenskaper, med tanke på demping og hjulene kontakt med bakken.
Aluminium ramme	Rammen til kjøretøyet, som vil si grunnstrukturen alt bygges på, er her av aluminium. Vekten på kjøretøyet blir mye

	lavere, som er fordelaktig for bruker (egenskaper, håndterlighet).
4 motorer, 1 på hvert hjul	Dette gir som sagt svært bra 4-hjulstrekk egenskaper, og en enklere oppbygning av drivverket. Motorene er tiltenkt å være lignende om ikke de samme som brukes i Sunrise sin X8, med 700Watt på hvert hjul.
Skivebrems	For eksepsjonell bremse-evner har konseptet skivebrems på hvert hjul. Dette vil komme i tillegg til elektromagnetisk bremsing.
Ultra-soniske avstandsmålere	For å øke sikkerhet og følelse av trygghet har kjøretøyet 2 ultrasoniske sensorer foran og bak. Rullestolen vil automatisk bremse i det sensorene oppdager noe innen en satt avstand.
Avtagbart tak	Konseptet har tak som kan tas av og på etter behov. Dette vil gjøre rullestolen mer behagelig å bruke i ulike forhold.
Ratt for variert grep	Rattet har en «firkantet» form som åpner for ulike typer grep, både ratt-grep og styre-grep.
Betjeningsknapper og display på rattet	Rattet vil ha diverse betjeningsknapper integrert. Dette gjelder blinklys, endring av mode, Drive select og gass/brems. I senter av rattet er display som viser sentral informasjon.
Sentral datamaskin med internettilkobling (Oppdateringer og fjerndiagnostisering)	Rullestolen har en dedikert sentral datamaskin som er koblet til internett. Fjerndiagnostikk og oppdateringer kan da gjøres uavhengig av telefon. Brukeren vil også kunne endre innstillinger til kjøretøyet gjennom mobilen, uten å koble de sammen fysisk.

Drive Modes	Rullestolen vil komme med ulike kjøre-moduser, optimalisert for ulike forhold og aktiviteter. Dette vil endre hvordan motorene og styringen oppfører seg.
Negativ camber	Hjulene har negativ camber konfigurasjon for økt stabilitet.
Motorisert styring med låsing	Rullestolen har ingen direkte kobling mellom styremekanismen og rattet, styringen skjer elektronisk. Også kalt «Steer by wire» i bilindustrien. Dette åpner for større justerbarhet av rattet, og progressiv styring. Vinkel og lengden på rattstammen vil kunne justeres. Styringen vil også kunne justeres av bruker på App, altså hvor mye og direkte hjulene svinger ved bevegelse av rattet.
Adapter for populære seteleverandører	Original-setet skal kunne tas av, og byttes med andre spesialiserte seter som finnes på markedet. Dette oppnås med adaptere mellom rullestolen og tredjeparts-setene.
Veltebøyde bak setet	Rullestolen har en dedikert veltebøyle bak setet. Dette gjør at ulike stoler kan brukes. Denne bøylene er også det taket festes til.
Automatisk justering av setet med knapper	Justering av posisjon og vinkel på rygg gjøres med knapper på siden av setet, ved hjelp av motorer. Brukeren må ikke tilføre kraft.
Utvidbart gulv	Gulvet vil være utvidbart langs akslingen beskrevet i tidligere punkt. Denne utvidbarheten skal være veldig fleksibel, med flere ledd (3-5).

Dimensjoner 100cm*145-160cm	Rullestolen har i utgangspunktet dimensjoner på 100*145cm. Lengden kan økes til 160cm med det utvidbare gulvet. Det vil si den er 20 cm bredere, og inntil 15cm (lengste konfigurasjoner mot hverandre) lenger enn Raptor.
Klappbar rullestol bak	Konseptet har en dedikert plass bak for en klappbar manuell rullestol. Den manuelle rullestolen må produseres sammen med produktet, eller være kjøpt inn av eventuelle alternativer på markedet.
Skid-plates som kan byttes ut	Rullestolen har en sterk metallplate på undersiden som tar for støt fra terrenget.
Vinyl-wrapping	For å levere produktet i ulike farger vil utvendige deler vinyl-wrappes under produksjon.
Litium-ion batterier – Gjenbruk Tesla batterier	Konseptet bruker litium-ion batterier, for eksempel celler gjenbrukt fra elbil. Nøyaktig hva som vil brukes vil eventuelt vurderes i neste fase av prosjektet. Kapasitet vil være på om lag 2,5 kwh., for en rekkevidde på over 70 km.

2.9.3 Konsept 3: Modulbasert adaptiv rullestol – 2 in 1

Konsept 3 går ut på å skape best mulig brukbarhet for flest mulig, det vil si for brukere med ulike forutsetninger. Her settes universell utforming/brukbarhet over kjøre- og estetiske egenskaper. Toleransen når det kommer til kostnad er også høyere enn ved det første konseptet. Konseptet legges for eksempel opp til god brukbarhet for mennesker med vesentlig nedsatt gangfunksjon, ved å unngå at brukeren må bytte mellom inne- og uterullestol. Den har i tillegg både joystick og mulighet for ratt.




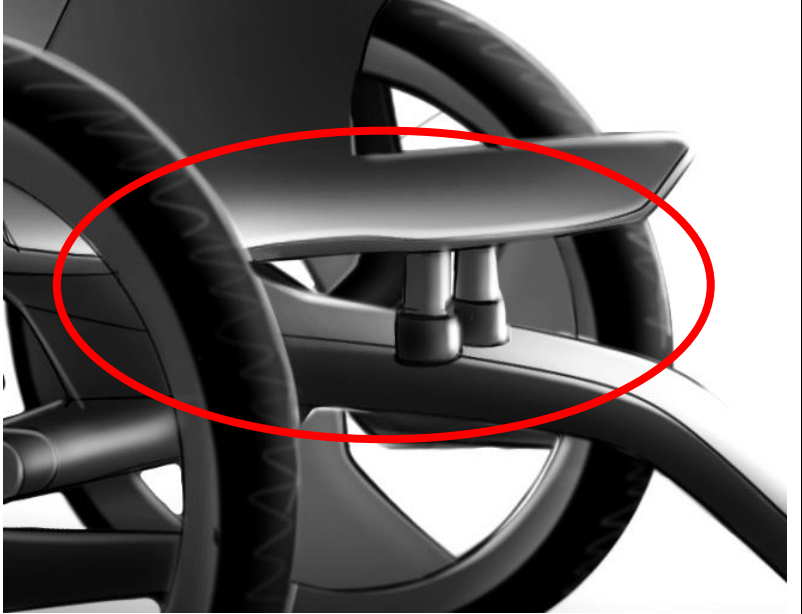
Figur 42 - Egenprodusert skisse av konsept 3

Tabell 10 - Oversikt over konsept 3

Løsning	Beskrivelse
2 moduler, frem og bakmodul	Konseptet består av 2 moduler, som kan kobles sammen og fra hverandre etter ønske. Funksjonaliteten til produktet er annerledes når frem modulen brukes alene, sammenlignet med når bak modulen kobles på.
Frem modul: Manuell rullestol	Frem-modulen er en manuell rullestol med størrelse 120 cm x 70 cm. Den kan dermed brukes i samme scenarioer som en tradisjonell rullestol. Rullestolen har tykkere dekk enn tradisjonelle rullestoler, og har demping under setet og i hjulene. Sistnevnte er for å sørge for bedre terrengegenskaper når den kobles sammen med bak modulen.
Bak modul: Elektrisk rullestol	Bak-modulen er den elektriske delen av kjøretøyet. Når denne kobles til frem modulen får rullestolene egenskapene til en terrenggående elektrisk rullestol. Modulen har 2 hjul med tykkere dekk enn frem modulen, for å oppnå godt grep på hjulene med drift. Modulene kobles sammen med et automatisk system, den manuelle rullestolen må kun rygges inn i bak modulen. I sammenkoblingen er det en digital kontakt, slik at modulene kan kommunisere sammen. Joystick/ratt sitter for eksempel i frem modulen.
2 motorer i bakmodulen	Bak-modulen har 2 motorer, hver på om lag 700 watt. Dette gjør at man ikke trenger en differensial, og kjøreegenskapene blir bedre.
Regenerativ bremsing – 1 pedal	Rullestolen har ikke dedikerte bremses, men bruker elektromagnetisk bremsing gjennom de 2 motorene.
Dimensjoner 90cm*120/180cm	Frem-modulen vil ha dimensjoner likt med en manuell rullestol, bare noe bredere som følge av grove hjul og

	negativ camber: 90cm*120cm. Bak-modulen vil få en effektiv lengde på 50cm når den er koblet på frem-modulen, slik at toitalen øker til 90cm*180cm.
Roterbar aksling mellom de 2 modulene	Bak- og frem-modulen kan rotere i forhold til hverandre, ved hjelp av en aksling som sitter på bak modulen, mellom drivenheten og festepunktet med frem modulen. Dette vil øke terrengegenskapene vesentlig.
Støtte bak-modul – når man kobler av	Bak-modulen har en støtte slik at den kan stå støtt når den ikke brukes og under sammenkobling. Denne flippes opp av brukeren etter modulene er koblet sammen, og ned før modulene skal kobles fra hverandre.
Oppfellbare hjul på frem-modul	Den manuelle rullestolen har frem-hjul som kan felles opp når rullestolen brukes med bak-modulen tilkoblet. Dette for at de små hjulene ikke skal hindre fremkommeligheten til den elektriske rullestolen. Hjulene behøves ikke når bakmodulen er koblet til, da den er tung og holder stolen tilbake (vipper ikke fremover).
Mulighet for joystick-styring og ratt	Når modulene er koblet sammen kan rullestolen styres med en joy-stick på armlenet. Rullestolen kan også styres med ratt ved ønske. Dette rattet festes i rammen til frem-modulen, og går opp mellom benene til brukeren.
Håndgass eller fotgass	Konseptet vil ha mulighet for fotgass, som vil være plassert på støtte for føttene. Ellers vil man kunne akselerere med håndgass, plassert på rattet evt. med joysticken.
Display på armlene	Display som viser diverse informasjon som fart osv. sitter over joy-sticken på armlene. Joy-sticken og displayet kommer sammen fra den tiltenkte underleverandør, Electric Steering Bora fra Linx.

<p>Motorisert svinging på bakhjulene</p>	<p>Hjulene å bakmodulen svinger, og det er disse som står for styringen av kjøretøyet når modulene er koblet sammen. Dette er kombinert med «Torque vectoring» ved hjelp av de 2 motorene.</p>
<p>Fjæring i hjulene</p>	<p>Alle hjulene har fjæring, på begge modulene. Disse blir riktignok veldig begrenset gitt formatet til kjøretøyet, sammenlignet med konsept 1 og 2. Måten fjæringen fungerer er veldig annerledes på bak- og frem-modulen. Bakmodulen har en tradisjonell fjæringsmekanisme, mens den på frem-modulen baserer seg på torsjon. Hjulene sitter på et «ledd» som roterer rundt et punkt. Se bilde.</p>  <p><i>Figur 43 - Egenprodusert skisse av konsept 3</i></p>
<p>Fjæring i setet</p>	<p>Setet har også en fjæringsmekanisme, for å sørge for god komfort til tross for begrenset fjæringseffekt i hjulene. Denne fungerer ved at setet er festet i et ledd som kan rotere bakerst, og framdelen sitter på dempere. Se bilde.</p>

	
<p>Noe negativ camber på fremmodulen</p>	<p>Hjulene på den manuelle rullestolen har negativ camber konfigurasjon for økt stabilitet. Det er viktig at denne er stabil da det er her brukeren sitter.</p>
<p>Litium-ion batterier</p>	<p>Bak-modulen bruker litium-ion batterier, for eksempel celler gjenbrukt fra elbil. Nøyaktig hva som vil brukes vil eventuelt vurderes i neste fase av prosjektet. Kapasitet vil være på om lag 2 kwh,, for en rekkevidde på over 60 km. Kjøretøyet vil være mer effektivt enn konsept 1 og 2, da det kun har 2 motorer og tynnere dekk (mindre rullemotstand).</p>

Figur 44 - Egenprodusert skisse av konsept 3

2.10 Valg av konsept (Se vedlegg 9)

For å velge konsept vil vi ta utgangspunkt i kravspesifikasjonene vi etablerte tidligere i prosjektet. Det har blitt gjennomført analyse av hvert konsept, både gjennom et analytisk poengsystem (benchmarking), og refleksjon/intuisjon. Vi ønsker ikke å gjøre et valg basert på et poengsystem alene, men vil bruke det for å få et overblikk over hvordan konseptene står i forhold til hverandre. Beskrivelse av poengsystemet og detaljert vurderingen av hvert konsept er vedlagt (Vedlegg 9). Under kommer en oppsummering og refleksjon.

2.10.1 Oppsummering Benchmarking

Konsept 1 fikk best poengsum i analysen, med 321. Konsept 2 fikk 303 og konsept 3 202. Disse resultatene er veldig i tråd med det vi så for oss før vi gjennomførte testen. Etter refleksjon rundt resultatene og produktene har vi kommet frem til at vi ønsker å gå videre med konsept 1, kombinert med noen av elementene fra konsept 2 og 3: ultrasoniske sensorer, joystick, motorisert styring og roterbart sete. Konsept 1 gjør det

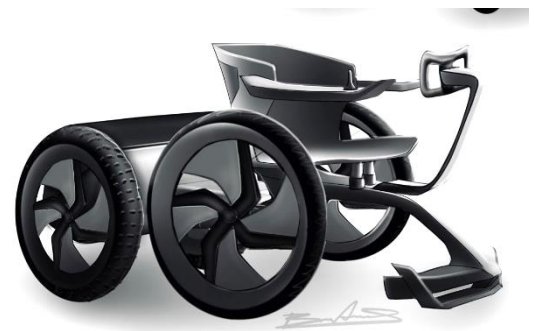
spesielt bra på de nødvendige kravene, som egenskaper og pris. Det har noen svakheter på sikkerhet og brukbarhet, hvor konsept 2 og 3 gjør det bedre. Vi ønsker derfor å hente noen elementer fra disse, der det er mulig. Vi ser også gode muligheter til å videreutvikle konseptet for å forbedre dets svakheter, for eksempel med elementer fra konsept 2. Vi ser det som gunstig å gjøre dette etter behovene for de dyre løsningene faktisk er confirmert, da målet om tilgjengelig pris er så sentralt. Dersom produktet kan bli veldig bra uten de dyre elementene, noe denne analysen og intuisjon tilsier, vil det være veldig gunstig for produktet både på bruker- og produsent-fronten. Produktet blir mer tilgjengelig for kunder, og billigere i produksjon. Risikoen rundt realiseringen av produktet vil også gå vesentlig ned, med lavere utviklingskostnader og investeringer i produksjon. Et sammendrag av refleksjonen rundt de 3 konseptene er vist under.



Figur 45 - Egenprodusert skisse av konsept 1

2.10.2 Refleksjon

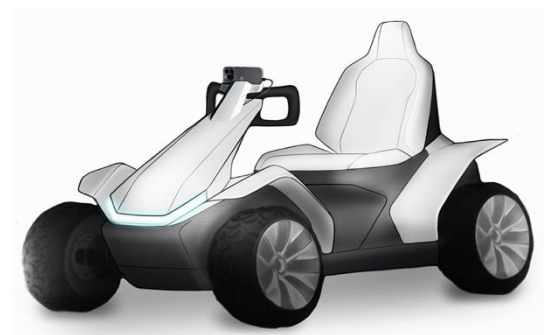
Konsept 3 skiller seg ut en god del, som er en følge av at formatet er veldig spesielt. Dette fører til veldig god oppfyllelse av kravene angående brukbarhet, best av alle konseptene. Problemet er at konseptet gjør det relativt dårlig på kravene rundt funksjonalitet, estetikk og pris, da formatet begrenser disse aspektene. Funksjonalitet og utseende er helt sentrale krav i produktet, da det er disse aspektene som skal skille produktet vi utvikler fra andre alternativer på markedet. I tillegg har konseptet en stor svakhet i forhold til sikkerhet, da brukeren sitter utsatt helt fremst i kjøretøyet uten noe foran seg. For å bevare toleranse for feil, burde derfor hastighet settes ned til under 10km/t, som igjen vil trekke ned funksjonalitet. Dersom prioriteringen til kravene var annerledes, at vi ønsket best brukbarhet fremfor terrengegenskaper og utseende, ville konsept 3 antageligvis gjort det best. Da dette ikke er tilfellet, vil vi naturligvis ikke basere konseptet vi jobber videre med på konsept 3. Den spesielt gode oppfyllelsen av brukbarhet-kravene kommer av at den kan fungere som manuell rullestol, slik at man slipper å bytte stol når man skal inn i elektrisk rullestol. I tillegg til dette er inn- og utstigning spesielt enkelt, og at joystick alltid er tilgjengelig. Disse aspektene kan forsøkes å hentes fra dette konseptet, inn i konseptet vi skal jobbe videre med. Dette gjelder spesielt det at inn- og utstigning er enkelt uten noe i veien, noe konsept 3 oppnår ved å ha det helt åpent foran brukeren. Det kan bli en utfordring, men kan løses med et roterbart sete.



Figur 46 - Egenprodusert skisse av konsept 3

Konsept 1 gjør det bedre enn konsept 2, 321 mot 303.

Årsaken til dette er at enkelheten til konsept 1 gjør at den oppfyller kravene om kostnad, vekt og soliditet veldig bra. Dette er krav vi setter høyt, da det er kritisk for produktets suksess og funksjonalitet. Produktet bør være tilgjengelig for så mange som mulig, det ligger i produktets natur slik vi ser det. Rullestolen skal ha universell utforming i den forstand

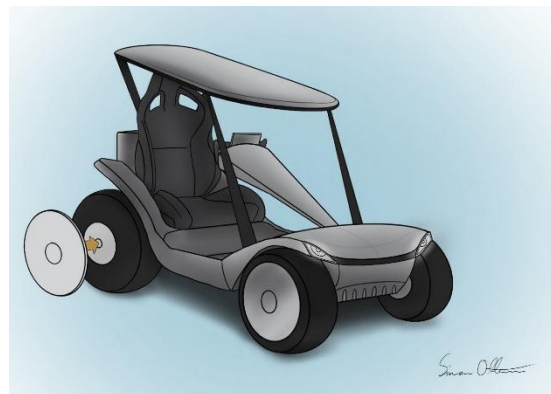


Figur 47 - Egenprodusert skisse av konsept 1

at den er appellerende for mange, uavhengig av funksjonsevne. Soliditet er også veldig viktig, da rullestolen skal brukes ute, i terreng og i lek. Produktet skal være et «tøft kjøretøy» til lek samtidig som det er et hjelpemiddel. Basert på denne analysen, er fordelene som kommer av konsept 1 enkelhet større enn ulempene. Intuitivt føler vi dette stemmer godt, fordelene av å forenkle produkter er etter vår erfaring alltid store, både på bruker- og produsent-fronter. Mindre kan gå galt, produktet blir mindre komplisert for brukeren osv. Konsept 1 gjør det også bedre på flere krav takket være telefon-som skjerm løsningen. Dette reduserer pris og kompleksitet, samtidig som det gjør produktet enklere å ta i bruk for bruker. Brukeren kan velge å koble til telefon om de ønsker funksjonene det tilbyr, og vil ikke trenge å bli kjent med en helt ny «skjerm». Familiariteten brukere har til mobilen sin lånes over til produktet. Intuitiv i bruk pga. telefon. **Konsept 2** gjør det veldig svakt på pris, vekt og soliditet, som er hovedårsaken til at det for en lavere poengsum. Konsept 1 og 2 er riktignok ganske nære i poengsum, noe som tilsynelatende bør stemme bra, da de ligner mye. Den store forskjellen er at konsept 2 implementerer en del dyre løsninger mer avanserte løsninger. Slik vi ser det, og poengsystemet tilsier, er ikke fordelene som kommer av disse dyre elementene nyttige nok til å gjøre opp for den drastisk høyere kostnaden.

Konsept 1 gjør det best totalt, men trekkes ned på toleranse for feil/sikkerhet. Her gjør konsept 2 det bra, takket være de ultra soniske sensorene. De ultra soniske sensorene bør hentes fra konsept 2 og tas med videre. Sikkerhet er et viktig krav til produktet, og et av de få nødvendige kravene konsept 1 har dårlig uttelling. Sensorene vil kompilere produktet, men er av de enklere installasjonene på konsept 2. Det vil ikke påvirke pris svært mye på konsept 1, da komponenten er billig. Det vil trenge en kontroller mellom sensorene og Curtis Wright hoved-kontrolleren. Enkelt forklart kan en si at de ultra soniske sensorene er elementet konsept 2 har og ikke konsept 1, som har best nytte-kostnad forhold.

Et annet krav hvor **konsept 2** gjør det bedre enn konsept 1 er fjæringssystem, men riktignok på bekostning av pris. Konsept 2 har bedre fjæringssystem takket være dedikert mekanisme, mens konsept 1 bruker fjæring fra tykke dekk. Dette er noe vi må utforskes nærmere med konkret testing, men etter testing av X8 tror vi veldig tykke dekk og aksling vil gi bra egenskaper, langt over det på vanlige rullestoler. X8 har som sagt ikke fjæringssystem, men tykke dekk, vi ønsker å ta i bruk enda tykkere dekk i vårt



Figur 48 - Egenprodusert skisse av konsept 2

produkt. Dette må konfirmeres i praksis, dersom det ikke fungerer i praksis kan Double Wishbone fjæringssystemet fra konsept 2 implementeres. Slik som forklart tidligere, er usikkerheten rundt dedikert fjæringssystem minst like stor, da vi her har 4 motorer- en på hvert hjul. Stor ufjæret vekt vil begrense nyttigheten, og løsningen er veldig dyr å implementere. Alt i alt, dersom dekk-fjæring ideen fungerer, er det det beste.

Til slutt gjør konsept 1 det bedre på kravet om «minimum besvær», mye takket være motorisert styring. Konsept 1 benytter ren mekanisk styring. Vi ønsker å ta med den motoriserte styringen videre, da den bringer store fordeler rundt brukbarhet. Den gjør det lettere å styre og øker fleksibiliteten rundt plasseringen/flytting av rattet blir også mye bedre, da man ikke trenger fysisk aksling.

2.11 Implementering

2.11.1 Intervju Bruker - Vurdering av konsept

Vi presenterte konseptet for brukerne av Raptor, som ble intervjuet tidligere i prosjektet. Det er svært viktig å aktivt involvere bruker i designprosessen, slik at en får reell input på om man er på riktig vei. Responsen var svært god, og over vår forventning. Brukerne beskrev konseptet som nærmest «perfekt», og akkurat det de ønsket seg i en ny Raptor. De hadde riktignok noen ønsker om forbedringer også, som vi vil ta hensyn til i videreutviklingen av konseptet. En oppsummering av den viktigste responsen:

1. Veldig fornøyd med at vekten går drastisk ned. Dette er for oss en konfirmasjon på ideen om å gå over til li-ion batterier.
«Det er helt supert at den går ned i vekt. Raptor er veldig tung, det vil ha veldig mye å si at den blir lettere, spesielt så mye som dere viser her»
2. Syntes rattet var en veldig smart løsning. Dette var en av de mer radikale delene av konseptet vårt, og det er derfor av stor betydning å høre at bruker syntes det høres smart ut.
«Rattet er jo genialt. Ut ifra tegningene ser det ut til at grepene vil virke veldig bra. Helt supert at man kan holde som både styre og ratt.»
3. Setet ser bra ut ifølge bruker, og det er av stor betydning at en kan justere posisjon og vinkel. Her er også aspektet på konseptet hvor brukeren kunne tenkt seg videreutvikling, med tanke på inn- og utstigning. Bruker kunne tenke seg at dette ble gjort enklere, ved at for eksempel setet kunne roteres.
«Jeg vet at det å komme inn og ut er en veldig stor utfjording for mange når man sitter i stol. Det hadde vært fint om man kunne snu setet rundt og sette seg rett ned, slippe å løfte barn opp osv.»
4. Bruker syntes utseende var veldig bra, noe som er en veldig viktig input. Det er vanskelig å anta hvordan et utseende oppfattes av bruker. Utseende er en så sentral del av konseptet, og vi fikk her se at vi er på riktig spor.
«Den ser skikkelig tøff ut. Dette er noe jeg tenker en del på; Ja, hjelpemidler skal fungere, men hvorfor skal de alltid lages så de ser ut som hjelpemidlene? Raptor er kul, mange skjønner ikke den er hjelpemiddel. Konseptet deres er enda kulere, vi synes det har veldig mye å si.»
5. Veldig bra at den blir solid og får 4-hjulstrekk.

«Vi bruker den hardt, på både sommer og vinter. Raptor har tendens til å begynne å spinne. Vi har også måtte reparere på Raptor etter skader, for eksempel vannskade. Sterk metallplate på bunden er en veldig bra ide»

6. Det har null betydning om den blir litt større enn dagens Raptor. Raptor er et utekjøretøy for brukeren, hvor det alltid er rimelig med plass.

«Det har ingen ting å si for vår del. Det er et hjelpemiddel som brukes A til B. Raptor har allerede en mye å gå på når det kommer til rampen opp i bilen»

7. Bruker ønsker seg en enkel måte å gå fra den elektriske rullestolen til en vanlig manuell rullestol. «Vi tar ofte Raptor inn til byen og skal inn på kaffee. Her er det lite plass.»

8. Synes det er kjempesmart med mobilholder, for visning av fart osv. Bruker ønsker også at raptor kan styres av en ekstern telefon, for nødstopp og lignende.

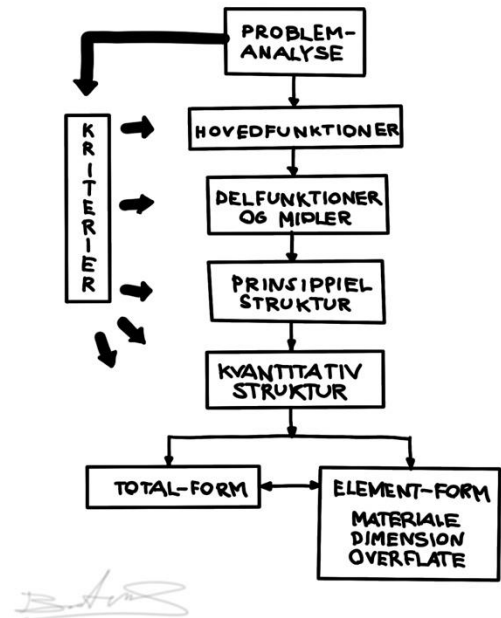
«Mobilholder er en smart løsning, da det er og noe man kan tilpasse. Bruker kan velge å bruke det, tas av og på med tanke på barn osv. Raptor i dag en dedikert nødstopp som fungerer dårlig. Vis vi også kunne styrt dette gjennom mobil hadde det vært flott.

2.12 Utforming av produktet

Utforming av produktet vil gjøres i henhold til metoden beskrevet i «Systematisk utforming av industriprodukter - Verktøy for konstruktøren» av Eskild Tjalve (Tjalve, 1976).

Denne prosessen går ut på å kartlegge funksjoner, delfunksjoner og midlene for disse. Dette brukes for å utvikle en prinsipiell struktur (logisk/funksjonell sammensetning), som videre varieres metodisk i «kvantitative strukturer» (hensyn til parametere).

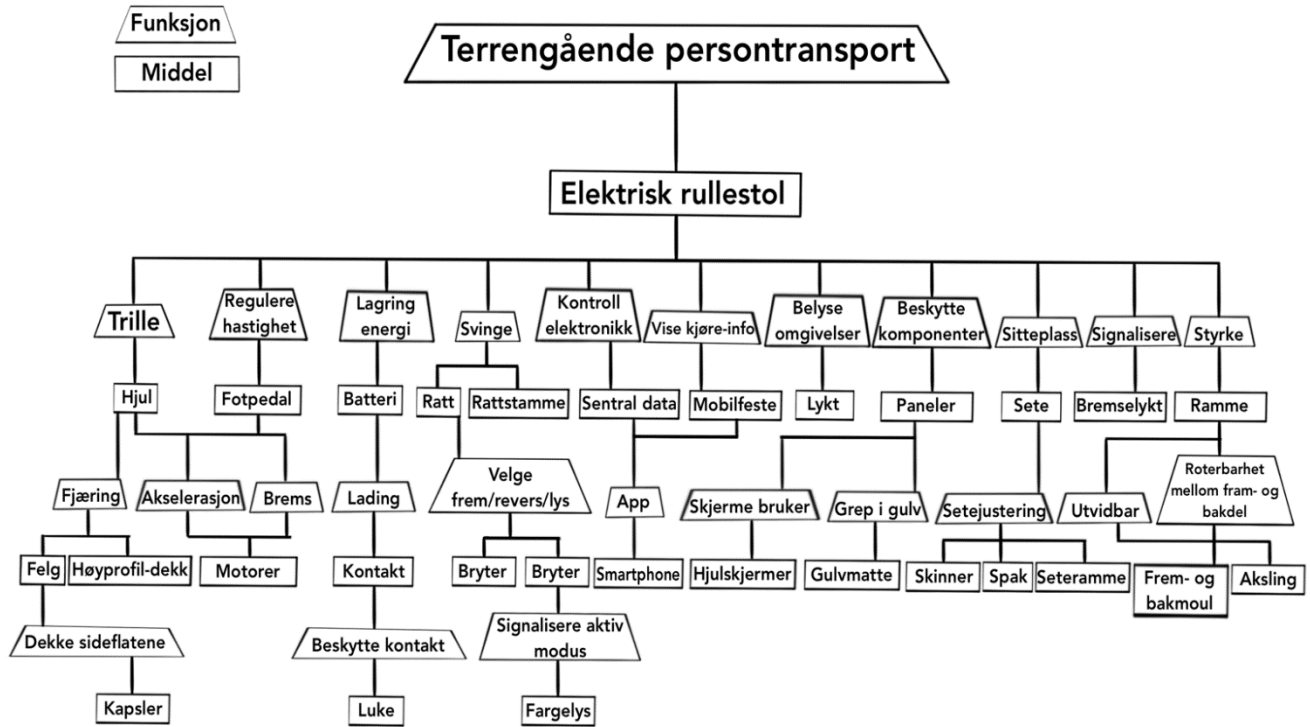
Problemanalyse og utvikling av hoved- og delfunksjoner er blitt gjort i de foregående delene av prosjektet. Kravene til produktet vil aktivt brukes under hele denne prosessen. I neste fase vil elementene videreutvikles i detalj.



Figur 49 – Egenprodusert oversikt over Tjalve-metode

2.12.1 Funksjonskart

Kartet under viser en oversikt over funksjonene og midlene for revidert og videreutviklet konsept. Funksjoner er vist i trapes og midler i rektangel. Vi jobber her med et komplisert konsept, og funksjonskartet kunne vært utvidet langt mer. Vi har fokusert på det mest sentrale, og elementene som er sentralt for å lage en prinsipiell struktur.



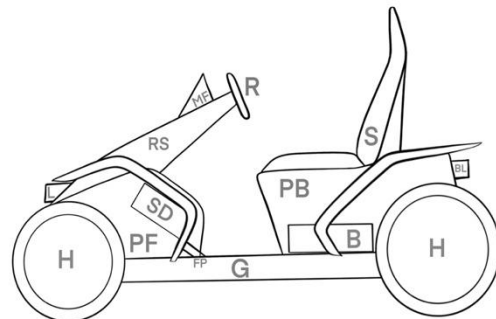
Figur 50 - Egenprodusert funksjonskart

2.12.2 Prinsipiell struktur

Den prinsipielle strukturen for rullestolen er representert under, sett fra siden. Strukturen er basert på de mest sentrale midlene fra funksjonskartet, det vil si den øverste raden med midler. Denne vil brukes for å lage kvantitative strukturer. Den prinsipielle strukturen til et produkt kan ofte varieres for å finne en optimal struktur. Dette er ikke relevant i dette tilfellet gitt produktets natur; det er få om ingen betydelige variasjoner som kan gjøres rundt den prinsipielle sammensetningen og samstillingen mellom

elementene. Bakgrunnen for dette er ergonomiske, tekniske og estetiske kravene til produktet. For eksempel: Setet må nødvendigvis være nær sentrum av toppen til produktet av sikkerhetsmessige grunner

- B: Batteri
- H: Hjul
- G: Gulv
- S: Sete
- PB: Panel bak
- PF: Panel foran
- R: Ratt
- SD: Sentral data
- RS: Rattstamme
- MF: Mobilfeste
- L: Lykt
- BL: Baklykt
- FP: Fotpedal

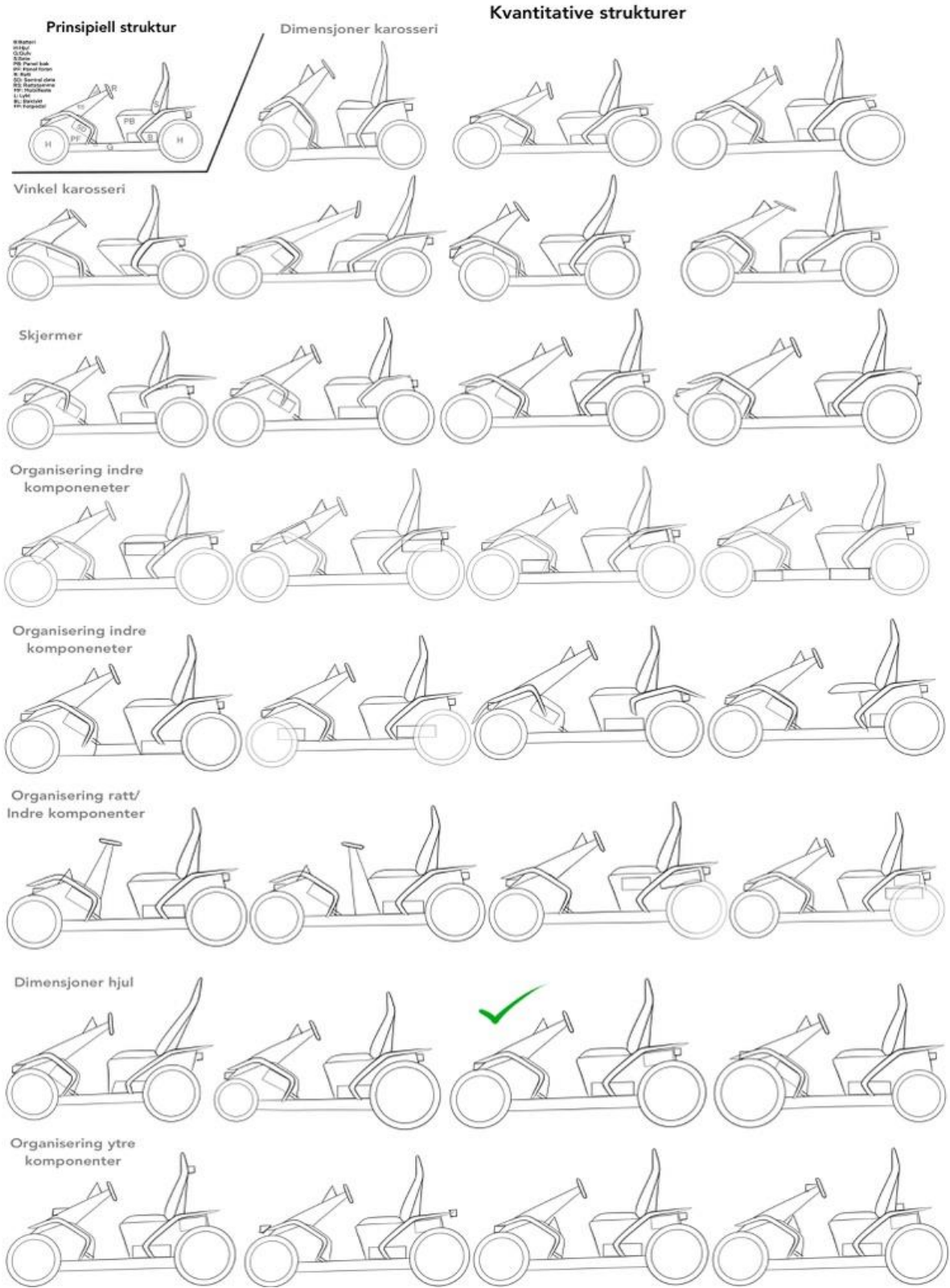


Figur 51 – Egenprodusert skisse av prinsipiell struktur

(bruker må skjermes), estetiske (produktet skal ligne andre kjøretøy), og åpenbare funksjonelle grunner. Det er et krav om at det skal være 4 hjul osv. Dette kan sies om så og si alle elementene i produktet.

2.12.3 Kvantitative strukturer

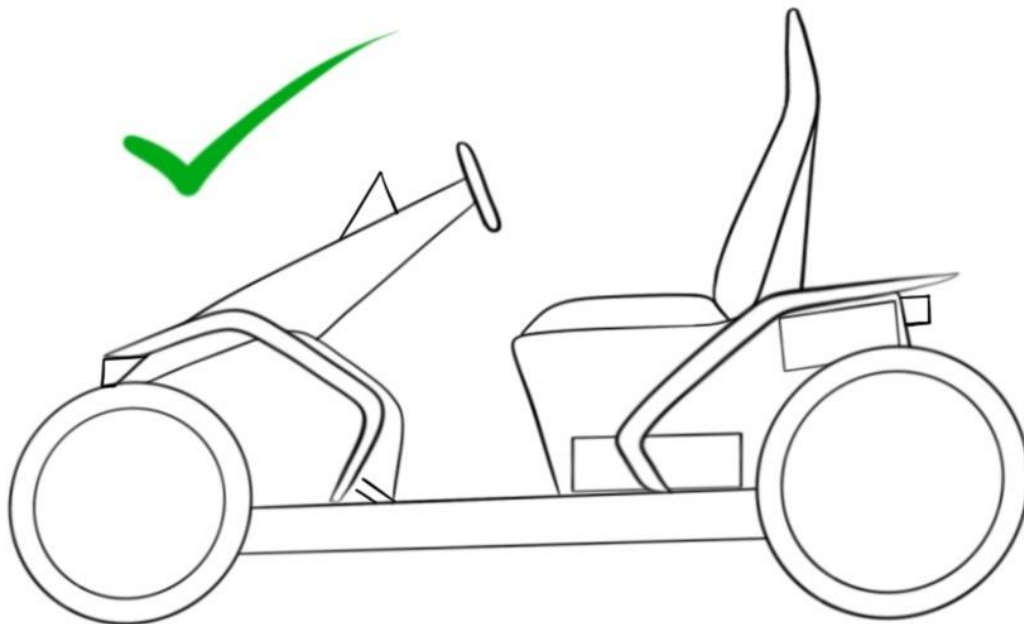
På neste side er en oversikt over en rekke variasjoner i kvantitativ struktur. Dimensjoner og ordning av elementene varieres. Hvilket aspekt som varieres står øverst til venstre over hver rad. Designet på elementene er ikke utviklet i dette stadiet, men dimensjoner varieres i den grad det er funksjonelt betydelig. Overgangen mellom dette stadiet og utviklingen av designet i detalj er ganske smidig/ikke så tydelig, da de estetiske kravene er veldig viktig allerede på dette stadiet. Den valgte strukturen har et grønt merke, og beskrives i neste avsnitt.



Figur 52 - Egenprodusert variasjon over kvantitative strukturer

2.12.4 Valgt struktur

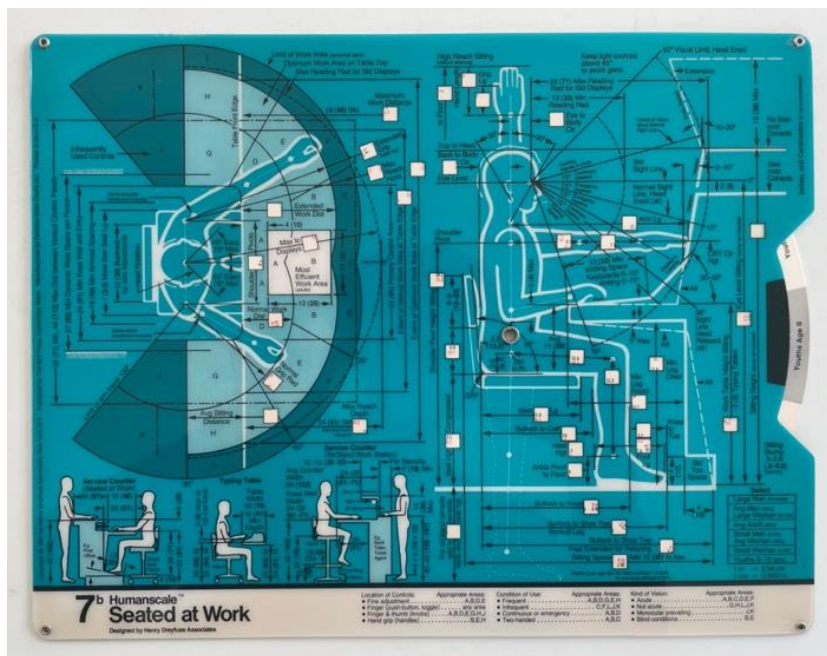
Den endelige kvalitative strukturen endte opp relativt likt med den opprinnelige strukturen, noe som ikke er særlig overraskende. Det er snakk om små variasjoner, gitt konseptets natur. Vi kom likevel frem til noen viktige funn gjennom strukturvariasjonene, spesielt rundt organiseringen av komponenter. Vi har kommet frem til at batteripakken bør være under setet til brukeren, foran hjulene bak. Dette vil gi lavt tyngdepunkt, og batteriet vil være hoved-elektronikken som skal sitte bak setet. Ved å ha disse elementene nær minimerer man lengden på kabler. Dette åpner også for å ha tilgang til batteriet og elektronikken gjennom en inngang bak setet, for service osv. Ellers kom vi frem til det vi ser som en optimal plassering av elementene i forhold til hverandre, blant annet hjulene helt i hjørnene av karosseriet, og relativt lav masseplassering med stor vinkel på rattstammen. Plasseringen av hjulene vil gi spesielt stabile kjøreegenskaper, og et visuelt uttrykk i tråd med dagens transportdesign. Skjermene sitter relativt høyt og langt inn på kjøretøyet, sammenlignet med Raptor. Dette gir et ønskelig uttrykk og sørger for at skjermene ikke tar i møt eventuelle støt med omgivelser. Rattet er relativt vertikalt, slik at kjøretøyet får en sporty kjørestilling samt. at rattet fungerer bra med styregrep.



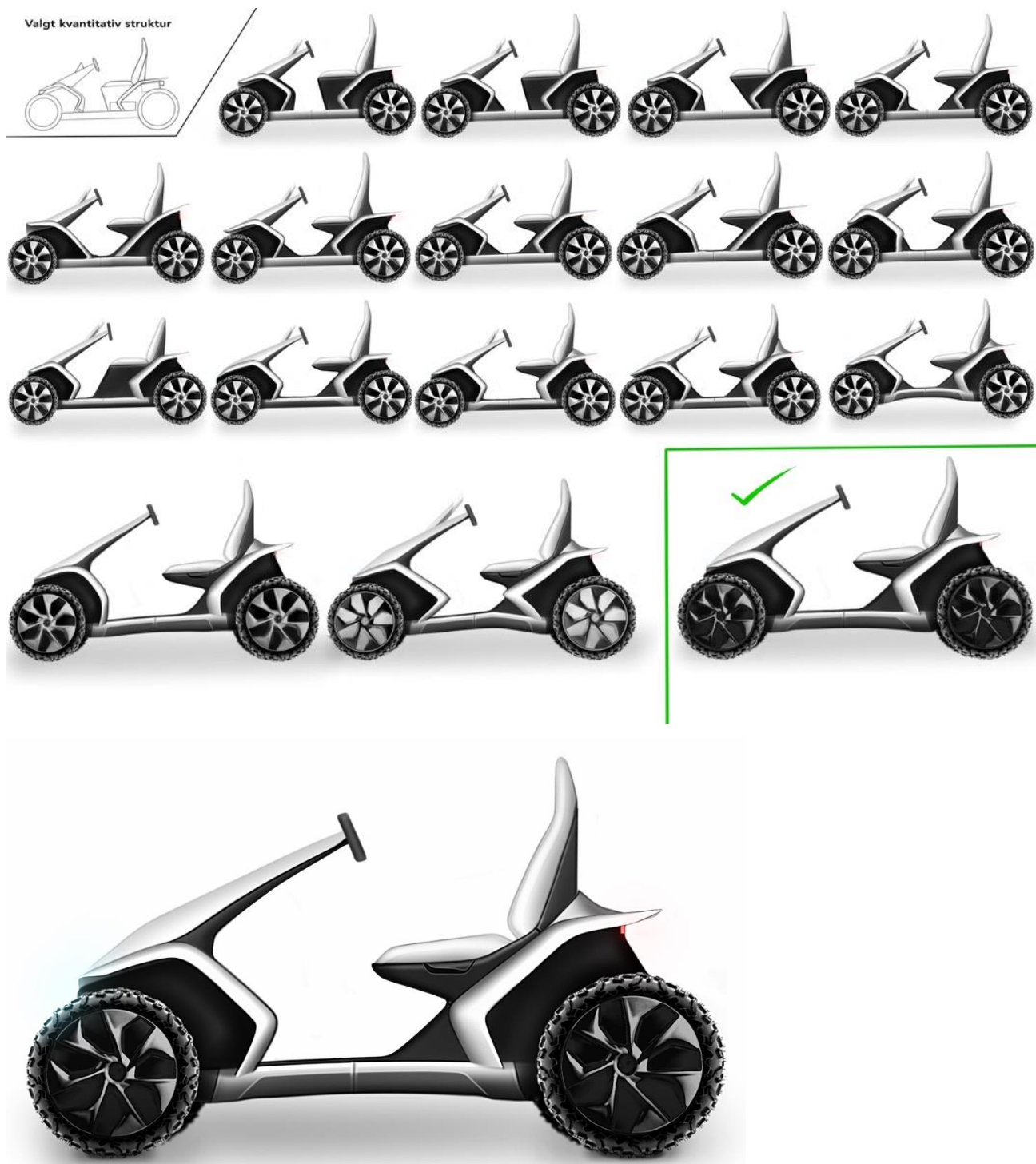
Figur 53 - Egenprodusert skisse av valgt struktur

2.12.5 Totalform og elementform

For å komme frem til et design har vi gjennomført en rekke formvariasjoner med utgangspunkt i den valgte kvantitative strukturen. Både totalform og elementformene varieres systematisk. Merk at rullestolen vises med og uten festet for mobilholderen, da denne skal kunne tas av og på etter behov. Formen er utviklet i forhold til prinsippene kartlagt i analysen av moderne transportdesign, og data fra Humanscale Manual (Diffrient, N., Tilley, A. og Harmen, D., 1991). Humanscale lager manualer som fungerer som referanse for å designe objekter i interaksjon med mennesker. Manualene kommer med interaktive ark der man kan velge data for mennesker av ulik størrelse; dimensjoner på kroppen, samt områdene kroppen kan bevege seg komfortabelt. Interaktive illustrasjoner av mennesker med proporsjonalt riktige måt ble lagt over tegningene som mal, det vil si på et digitalt lag over tegningene. Vinklene på ledd kan justeres på disse, for så måles (digital «gradskive»). Det er viktig å bemerke at disse aspektene ikke er ferdigutviklet i dette stadiet, men det er kritisk å ha et bevisst forhold til ergonomi i dette stadiet. Vi må være sikre på at utforming kan fungerer prinsipielt. Justering av dimensjoner til konseptet vil fortsette i implementeringsfasen, i det produktet modelleres i 3D og prototyper. Prosessen er gjennomført med digitalt tegneprogram (Procreate) på iPad. Designet omringet av grønt er den endelige, og beskrives i neste avsnitt.



Figur 54 – Egenprodusert bilde av et av verktøyene som ble brukt (Humanscale Manual)

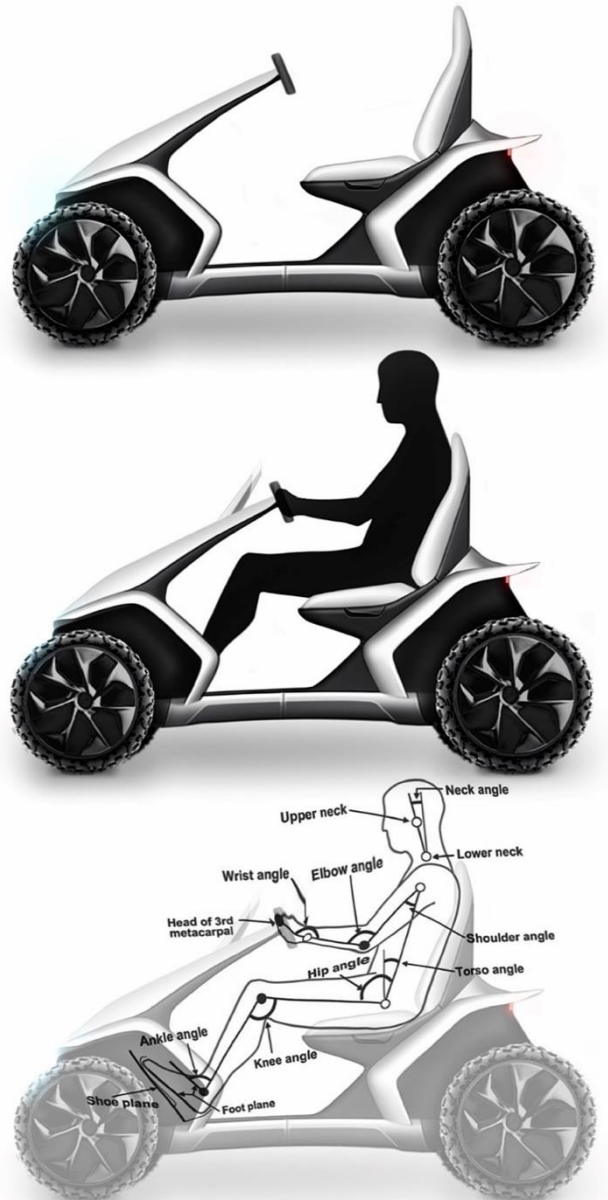


Figur 55 – Variasjon over totalform of valgt form

2.12.6 Valgt total og elementform

Bildet øverst til høyre viser den valgte formen. Formen er valgt på bakgrunn av estetiske og funksjonelle krav. Formen møter de visuelle kravene utarbeidet gjennom analysen tidligere i prosjektet. Formen er organisk og dynamisk, med relativt rene overflater og sammenhengende flater. Kreftene i den visuelle massen er rettet diagonalt fremover. Skjermen bak har et noe strømlinjeformet uttrykk. Hjulene er store, og det er korte, eller ingen overheng foran hjulene. Den visuelle massen er relativt lav, formen har økene masse ned mot bakken. Bredden på hjulene, overflatene på panelene og grafikk blir med tydelig på perspektiv-tegningen som kommer senere. Konseptet er her tegnet med sterk kontrast mellom elementene, men farge og fargetone er ikke ferdig utviklet her. Dette vil vi vurdere videre i prosessen. Funksjonelt gir formen god plass for brukeren, spesielt med tanke på beina. Dette blant annet takket være formen til setet. Denne formen skal også gjøre det mulig for setet å flyttes «diagonalt fremover» langs en skinne, slik at mindre brukere kommer nærmere pedalene ved justering av setet. Bak setet er et panel, som både samler den visuelle massen men også fungerer som en luke for tilgang til komponenter.

Tegningen nederst viser hvilke parametere som har blitt tatt hensyn til i utviklingen av formen, vinkel på hofter, nakke skuldre osv. De tidligere omtalte Humanscale-manualene beskriver grenseverdier for disse parameterne, hvor brukere sitter og kan bevege seg komfortabelt. Vi har



Figur 56 – Egenprodusert skisse av sittestilling

sørget for å holde parameterne innenfor disse intervallene, i de ulike konfigurasjonene av produktet.

Det to øverste bildene på viser produktet i bruk av mennesker av ulik størrelse. Det vil si med sete og rattet i ulike posisjoner, samt kort og langt gulv. Posisjonene skal kunne justeres fritt mellom ytterpunktene vist i bildene. Setet og rattet kan justeres frem og tilbake, mens seteryggen og rattstammen kan vinkles etter ønske. Vinkelen til rattet skal også kunne justeres, i tillegg til rattstammen.. Det nederste bildet viser rullestolen i den den lengste konfigurasjonen, med setet og rattet i den «største stillingen»

Tegningen øverst viser produktet med bruker på 170cm, i det øvre sjiktet av den tiltenkte brukergruppen (140cm opp til 185cm). Setet er her i den mest romslige stillingen; i bakerste stilling og med ryggen vinklet mest mulig. Mindre brukere kan altså justere sittestillingen etter ønske, slik en ser på det midterste bildet. Større brukere har mulighet til å øke lengden i gulvet og rattet, slik en ser på det nederste bildet. Gulvet kan øke med 15 cm i lang konfigurasjon, og rattet kan øke med 10 cm.

170cm
Sete: stor
Ratt vinkel: stor
Ratt lengde: liten
Gulv: liten



140cm
Sete: liten
Ratt vinkel: liten
Ratt lengde: liten
Gulv: liten

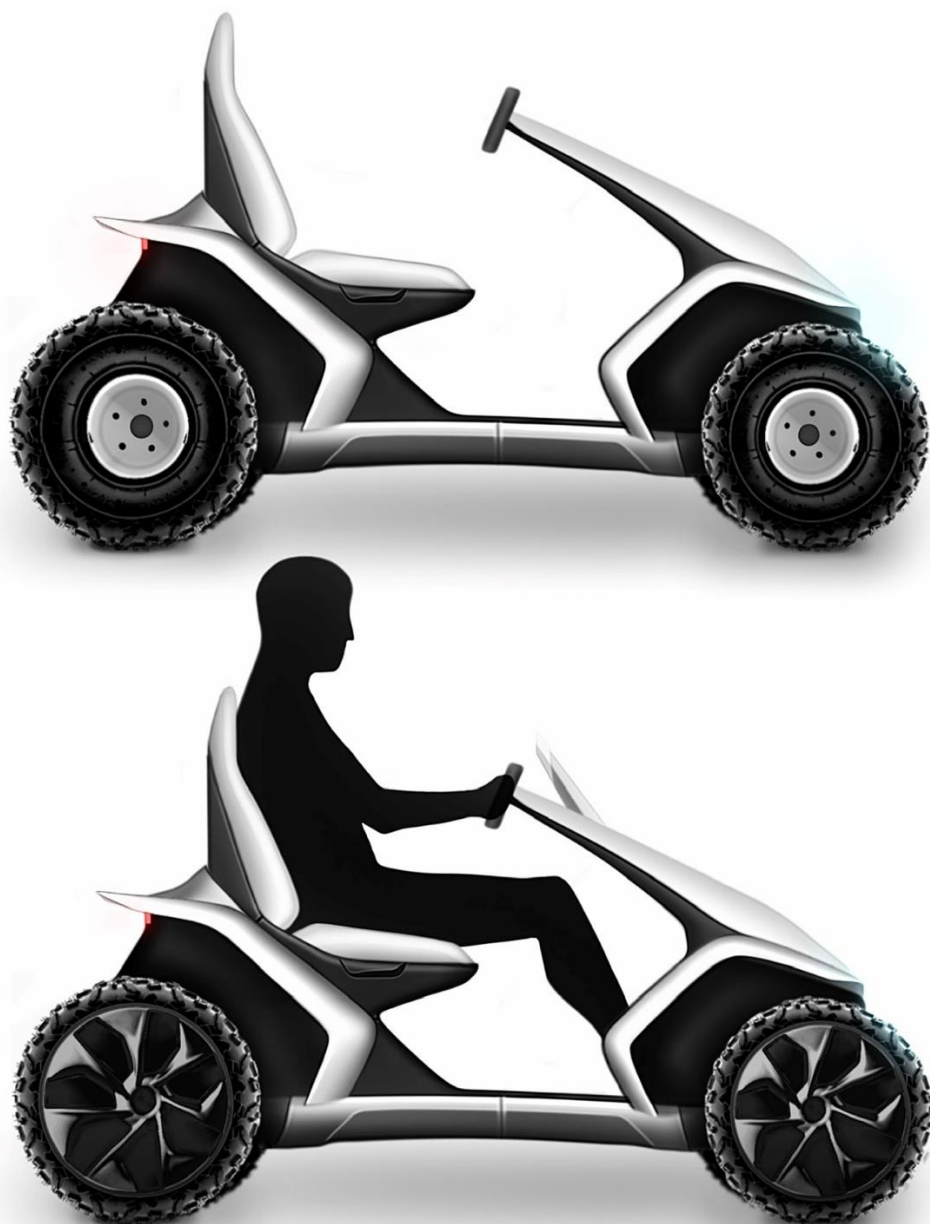


185cm
Sete: stor
Ratt vinkel: stor
Ratt lengde: stor
Gulv: stor



Figur 57 - Egenprodusert skisse av brukere med forskjellige størrelser

Her ser en kjøretøyet med og uten hjulkapslene, slik at en kan se den funksjonelle høyden til dekkene. Kapslene vil kunne tas av om brukeren fortrekker det. Hjulene er cirka 16 tommer i diameter (41cm), inkludert dekkene med høyde på cirka 13cm. Felgene har altså diameter på om lag 15cm. Nøyaktig dimensjon på hjul og dekk vil bestemmes ut i fra det som er tilgjengelig på markedet. Dekkene vil mest sannsynlig være en ATV standard, for eksempel dekk beregnet for barne-ATV.



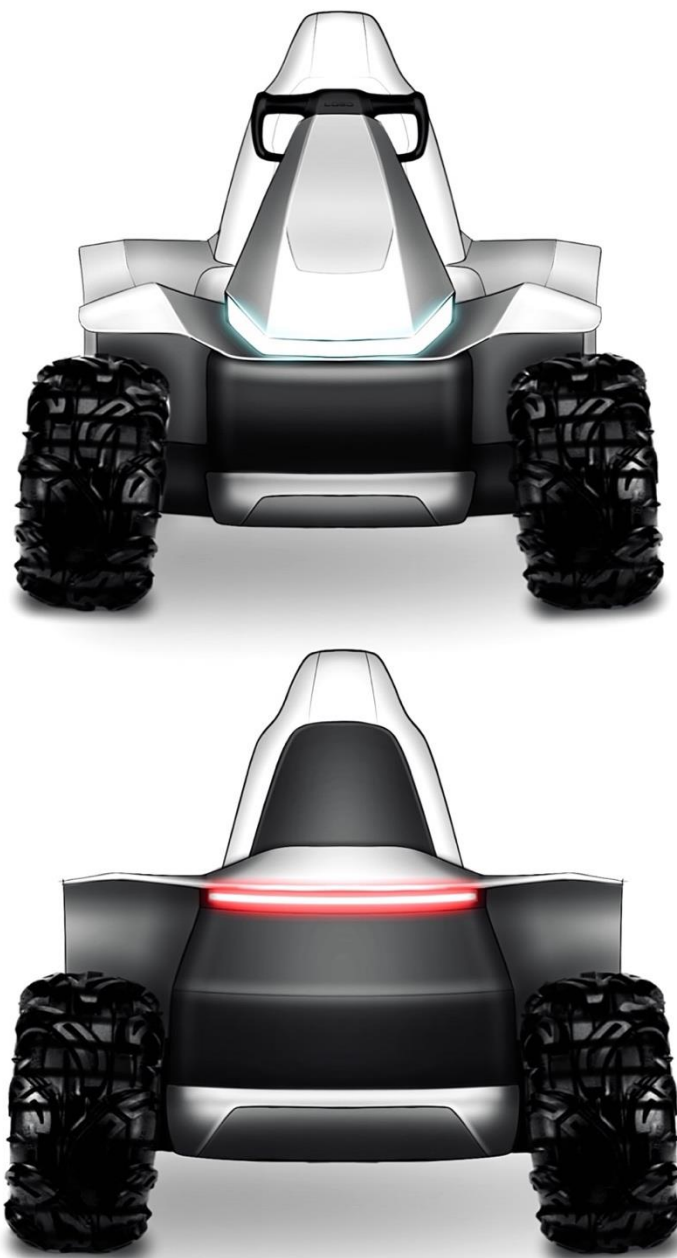
Figur 58 - Egenprodusert skisse av

Bildene under er fra utviklingen av formen sett fra alle vinkler. Utformingen er mye bestemt i utviklingen av totalformen sett i profil, men detaljer som lys er utviklet her. Utformingen til setet sett forfra er også utviklet her. Setet har en form som gir best mulig brukbarhet for folk med ulik størrelse. Det har derfor god støtte i form av puter og sidevegger, men har ikke en veldig ergonomisk spesifisert form, den er mer generell. Toppen av setet vil fungere som hodestøtte for mindre brukere, og ryggstøtte for de høyere. Produktet sett bakfra vises på neste side.

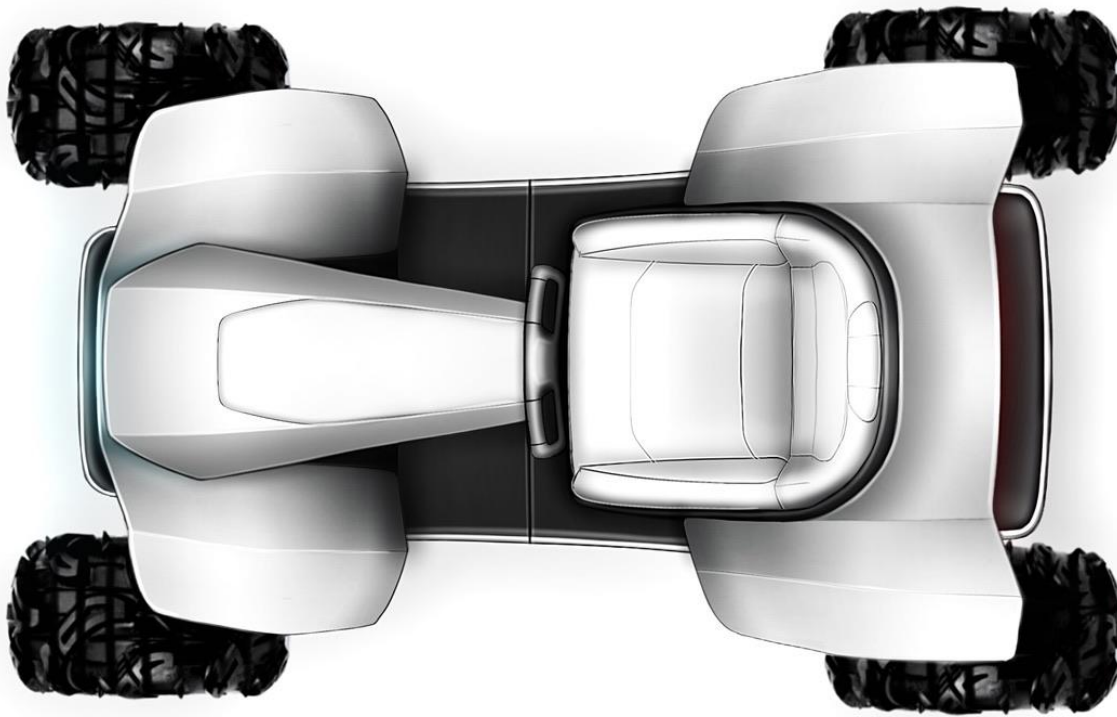


Figur 59 – Egenproduserte skisser fra utvikling av form
119

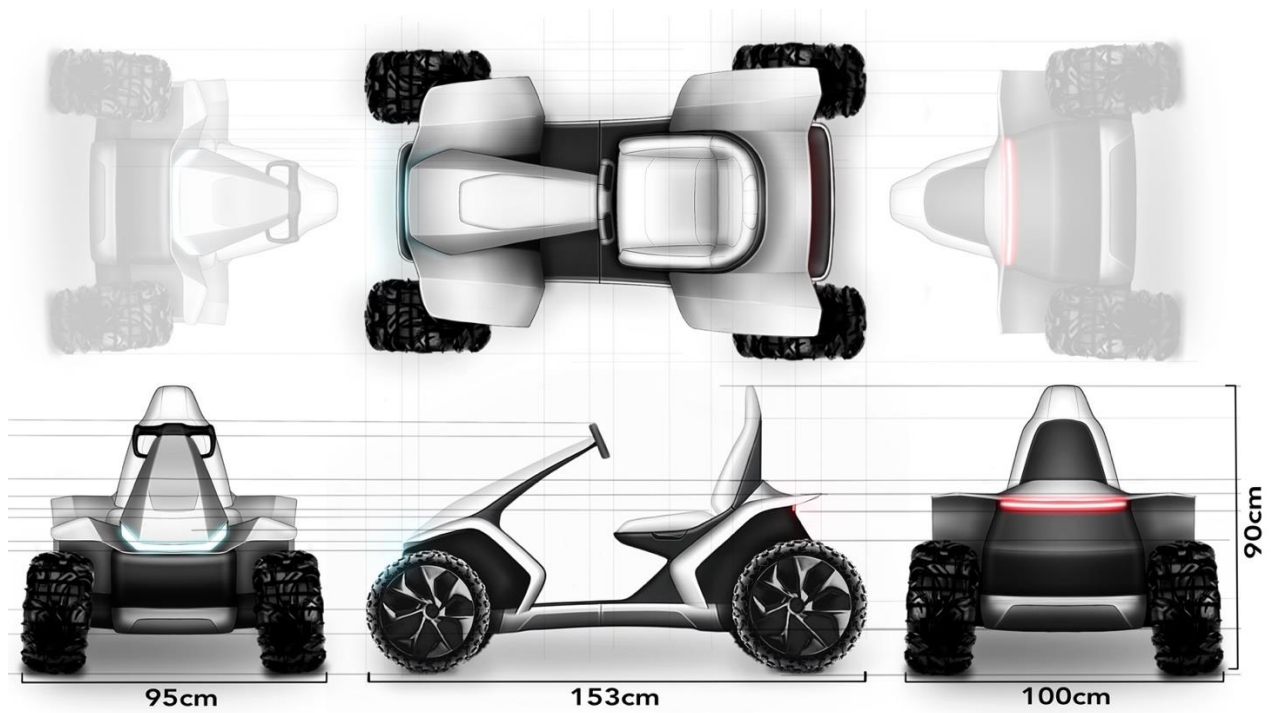
Produktet er her vist rett for- of bakfra. Disse tegningene er lagd for å stemme helt med tegningen fra siden, ved hjelp av projeksjonstegning. Det er svært viktig at dimensjoner stemmer mellom de ulike visningene, da disse kommer til å brukes i modelleringsprosessen. Stemmer ikke dimensjonene med hverandre, vil produktet med stor sannsynlighet få en veldig unnøyaktig og annen utforming enn tiltenkt. Disse tegningene vil brukes for å hente data rundt størrelsesforhold og form. Dimensjonene er ikke 100% ferdigutvilet i dette stadiet, endringer kan forekomme senere i prosessen, men forholdet vil være veldig viktig for å overføre formen fra 2D-tegninger til 3D.



Figur 60 - Egenprodusert skisse av forside og bakside

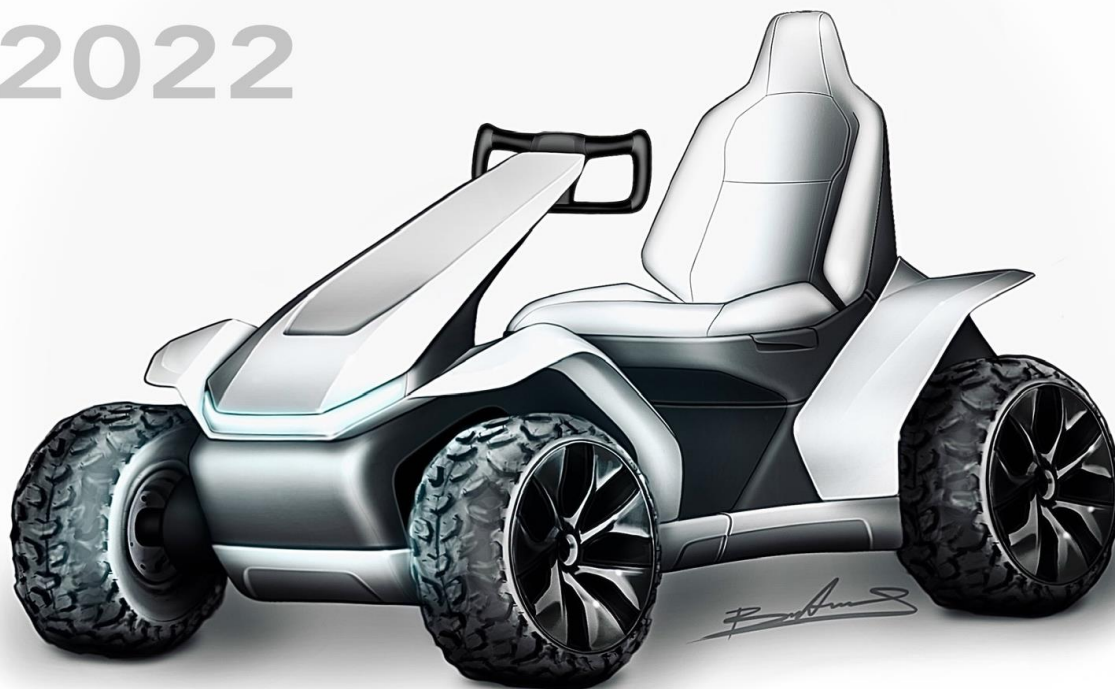


Figur 61 - Egenprodusert skisse av målsetting og toppvinkel



Figur 62 - Egenprodusert skisse av målsetting

2022

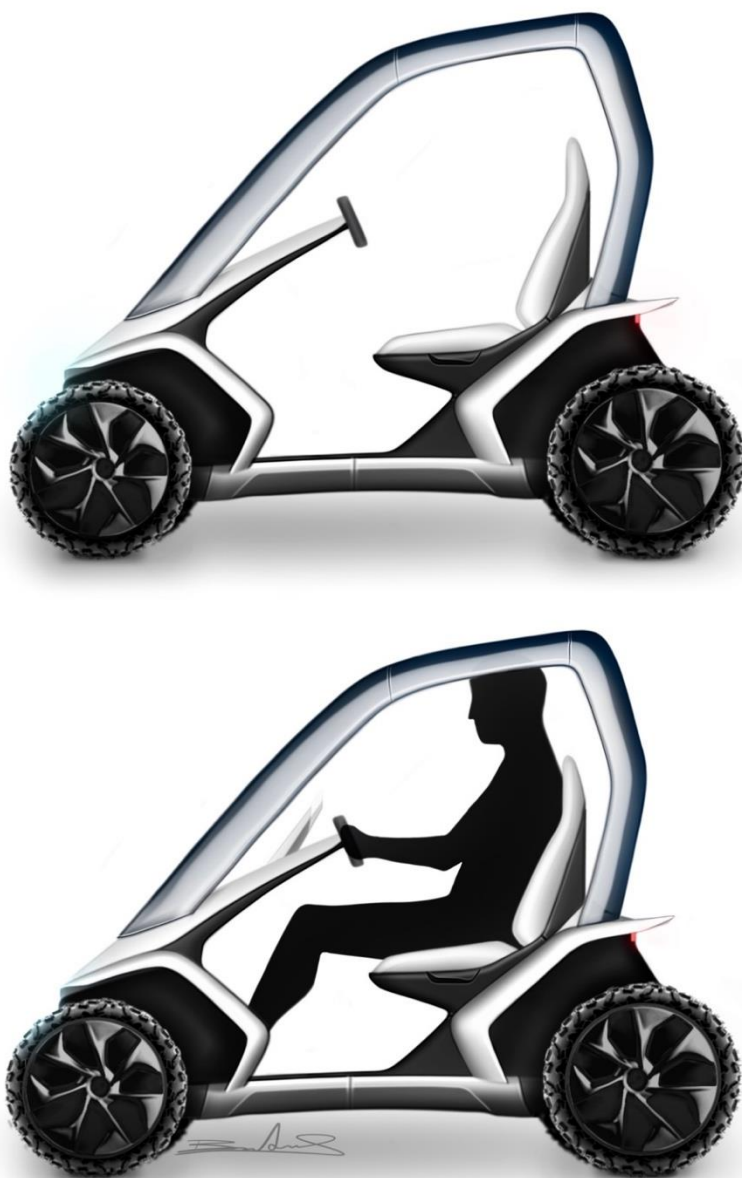


2006

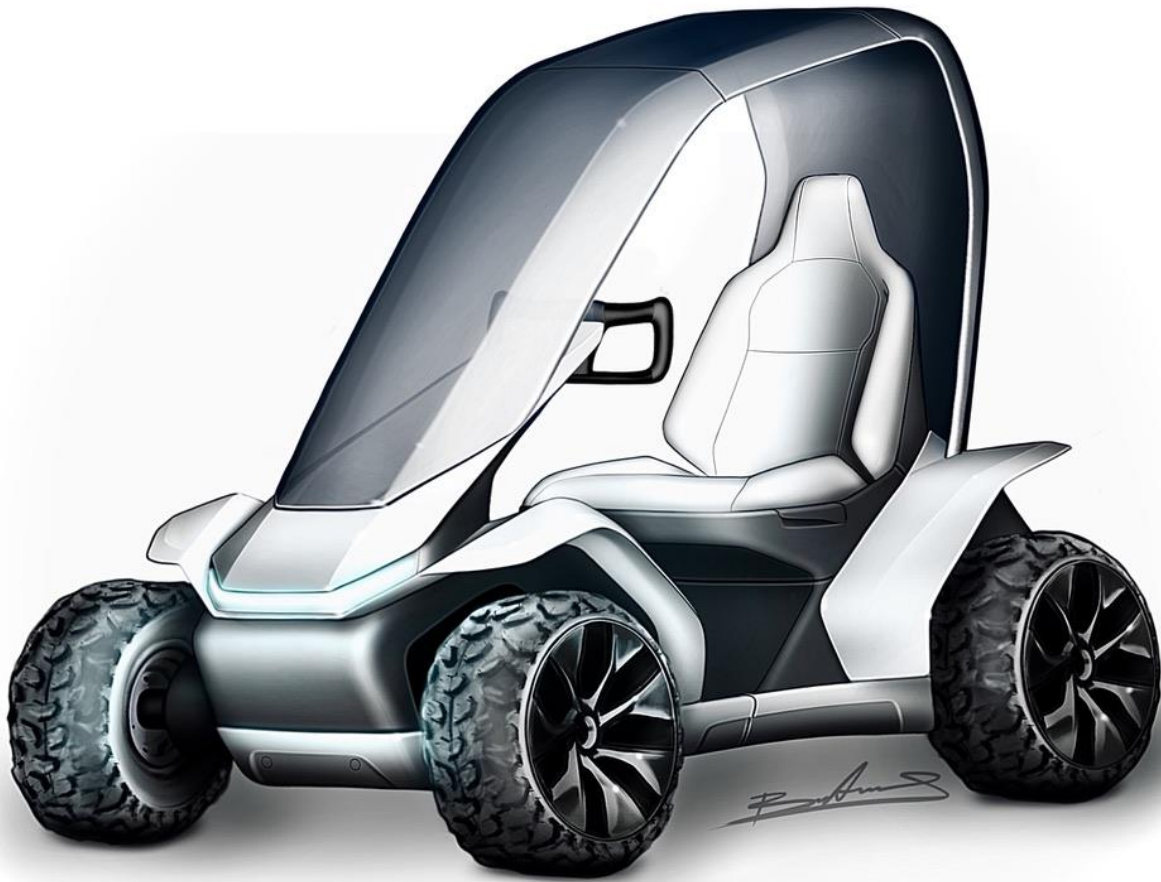
Figur 63 - Egenprodusert sammenligning av skisser for gammel og ny versjon, tegning av Raptor er gjengitt med tillatelse fra Mosa Designlab (Mosa Designlab, 2022b) og Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

2.12.7 Test av tak

Skisser for et tak-konsept ble laget for å teste utseende. Dette er ikke best å være med i konseptet, men kunne vært en «option», eller ekstrautstyr. Taket ville vært produsert i termoformet polykarbonat. Skissene vil vises til potensielle brukere, for å utforske om dette er noe de er villig til å betale ekstra for.



Figur 64 - Egenprodusert skisse av takkonsept



Figur 65 - Egenprodusert skisse av takkonsept

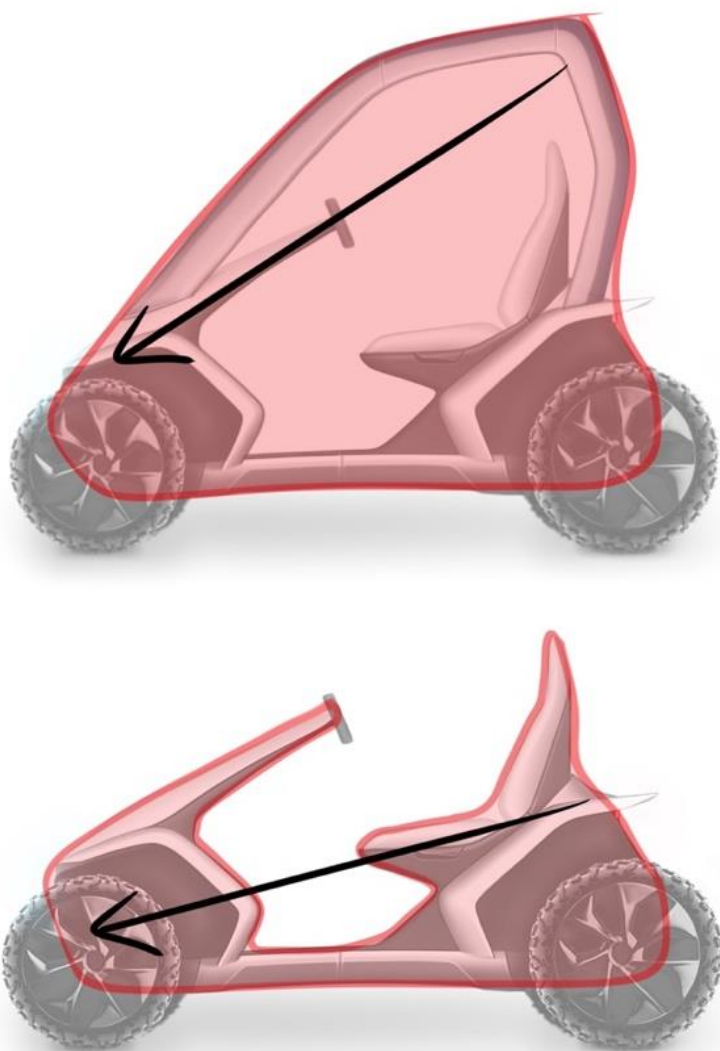
2.13 Formelementer fra Transportdesign

I research-fasen av prosjektet gjorde vi en analyse av moderne transportdesign. Prinsippene vi fikk kartlagt ble brukt aktivt under utformingen av produktet. Under er en oversikt over prinsippene som er implementert og hvordan. For nærmere beskrivelse av prinsippene se analysen av transportdesign. Her er det også veldig passende og sammenligne med vedlegg 8, estetiske analysen av Raptor.

Totalform og proporsjoner

Dynamisk og sammenhengende:

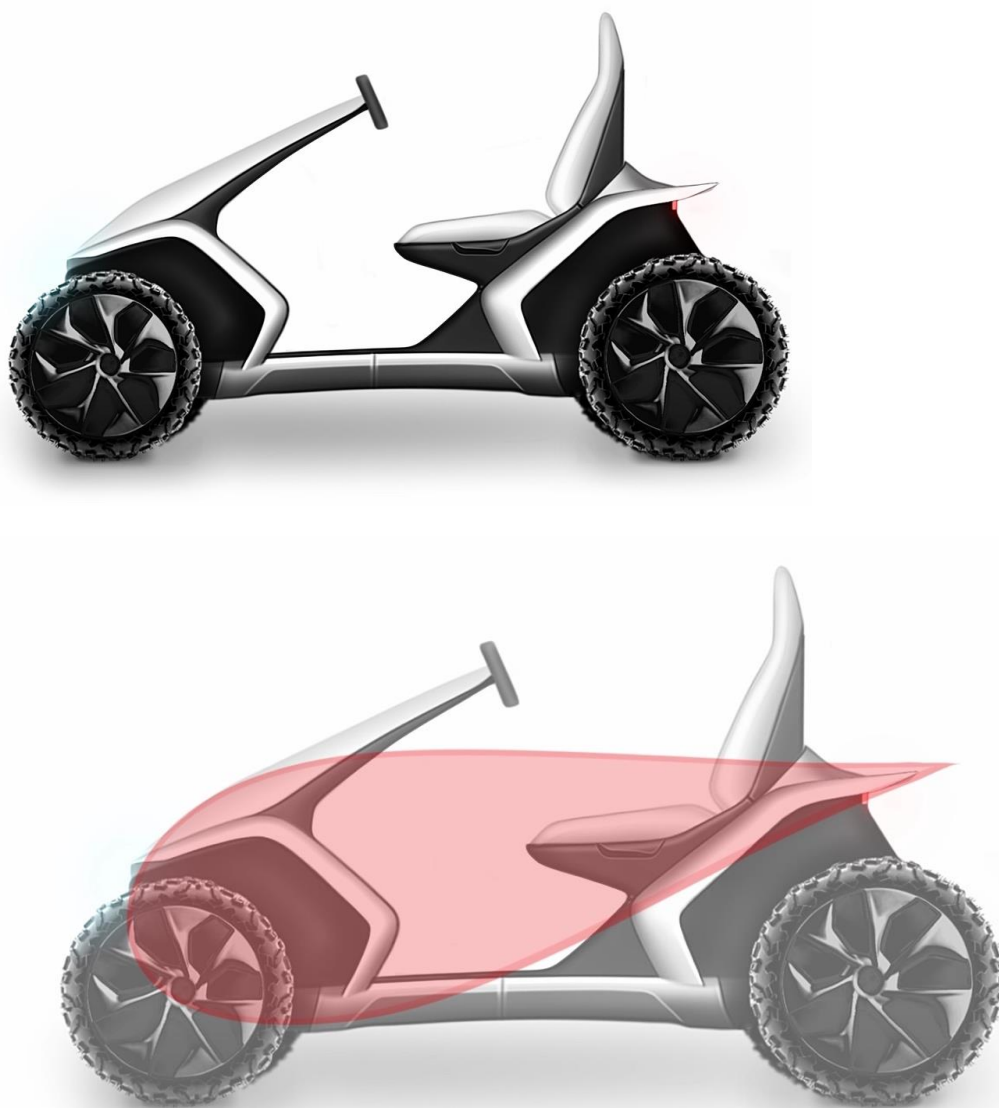
Totalformen er mer sammenhengende enn opprinnelige Raptor, som følge av former som er mer kontinuerlige og integrert inn i hverandre. Spesielt bemerkelsesverdig er virkningen av dekslene for rattstammen, som ikke fantes på den opprinnelige Raptor. Formen har en visuell kraft rettet diagonalt fremover, spesielt med designforslaget for tak. Sistnevnte er oppnådd blant annet ved at formen blir gradvis lavere fremover i kjøretøyet.



Figur 66 - Egenprodusert skisse av totalform

Strømlinjeform:

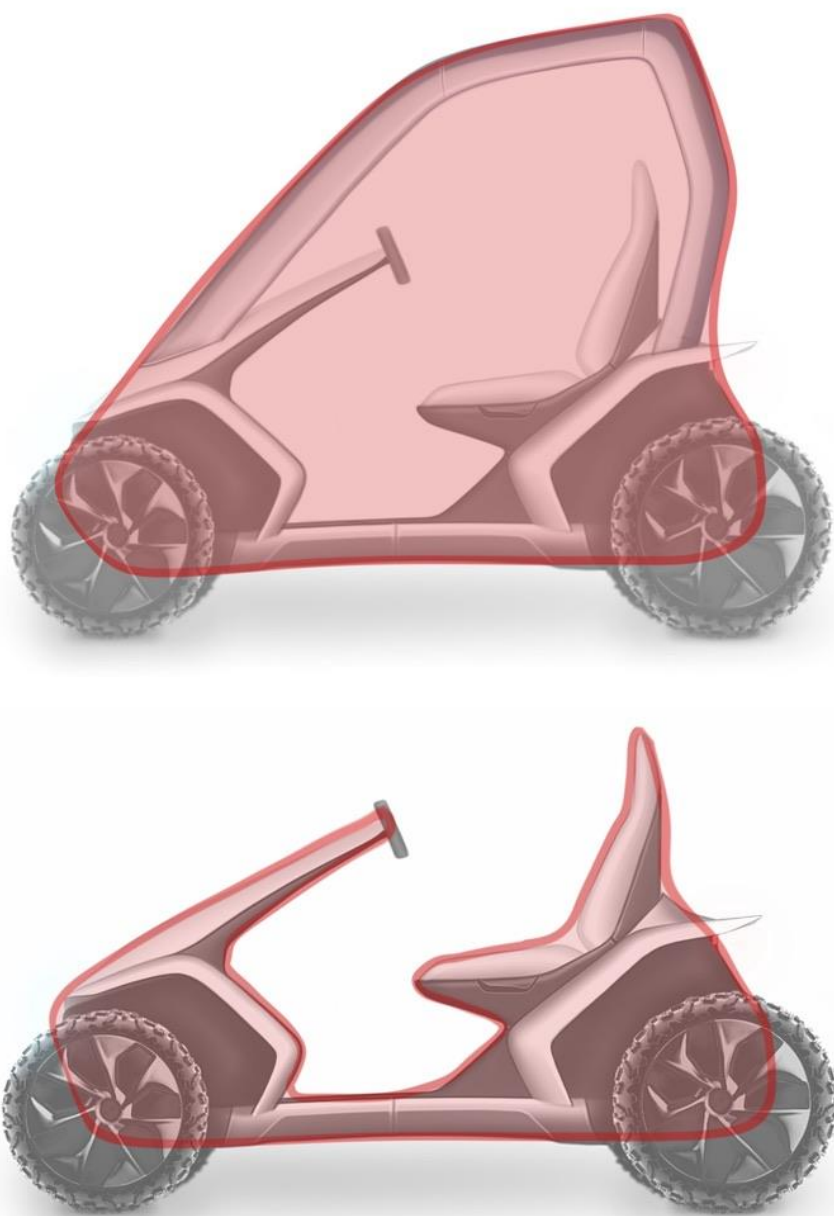
Strømlinjeform er noe oppnådd som følge av utformingen på bakskjermen, som har en skarp avslutning bak. Dette forsterkes av at skjermen har en annen farge, totalformen i seg selv er ikke særlig strømlinjeformet gitt begrensinger til formen. Dette er ikke et problem, da det er den visuelle retningen. Formen som er mest kritisk for å få en dynamisk utseende i tråd med moderne transportdesign.



Figur 67 - Egenprodusert skisse av strømlinjeform

Organiske:

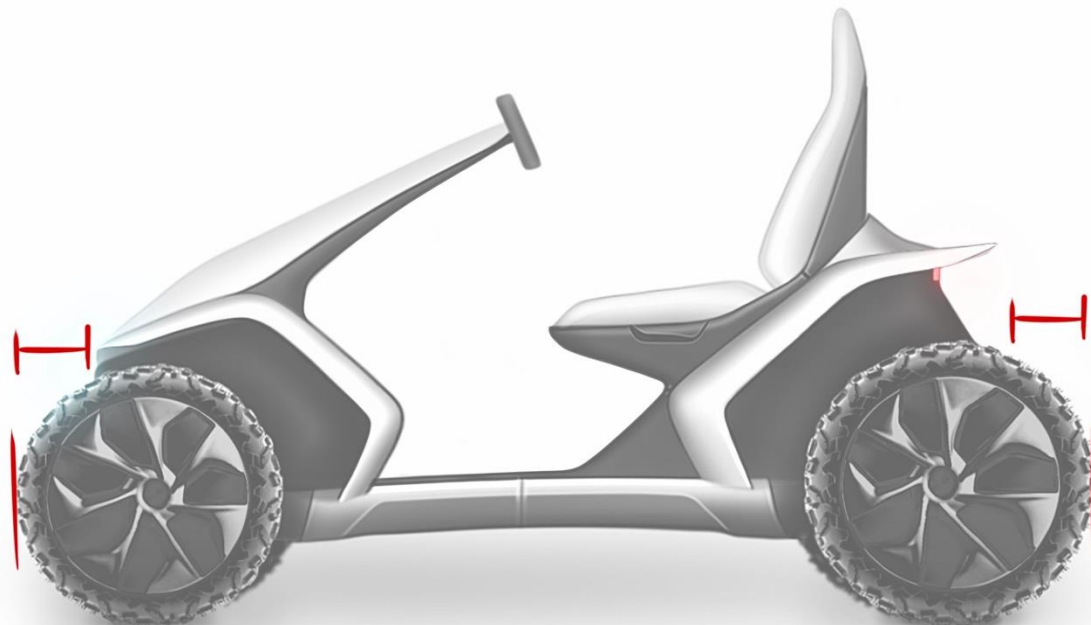
Totalformen er vesentlig mer organisk enn i den opprinnelige Raptor. Dette er oppnådd ved at alle deler av kjøretøyet har et ytre deksel med myke kanter osv, i motsetning til opprinnelige Raptor som har en noen visuell eksponerte tekniske komponenter. Ellers er overgangen til Litium-ion batteri her vesentlig, da utformingen blir mindre begrenset av den kubiske formen til batteriet.



Figur 68 - Egenprodusert skisse av totalform

Korte overheng:

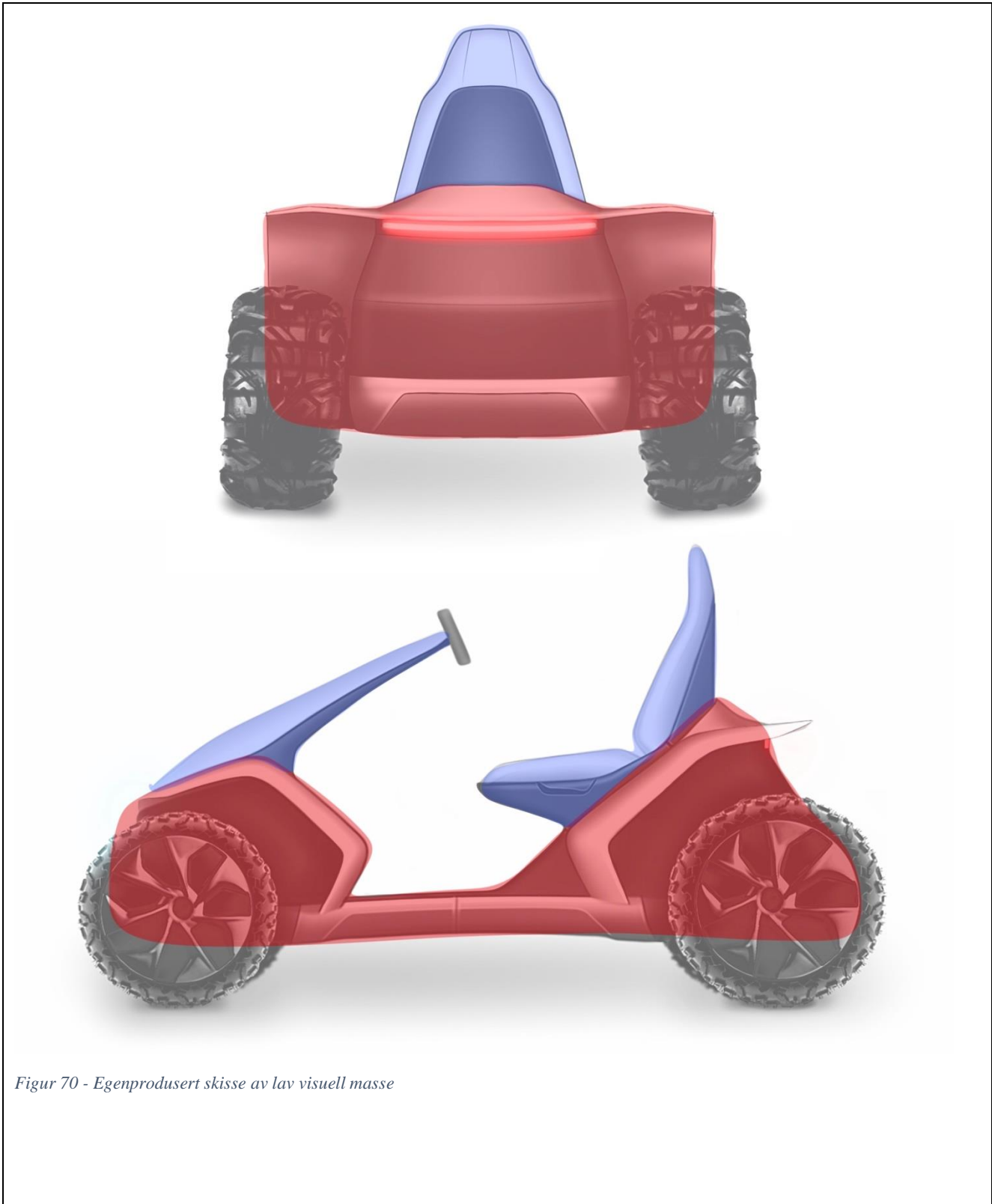
Utformingen har korte hjuloverheng, det vil si ingen overheng. Dette er i likhet med «racingbiler», for eksempel Formel 1 biler. Hjulene sitter noe utenfor kjøretøyet.



Figur 69 - Egenprodusert skisse av korte overheng

Stabilitet - Lav visuell masse:

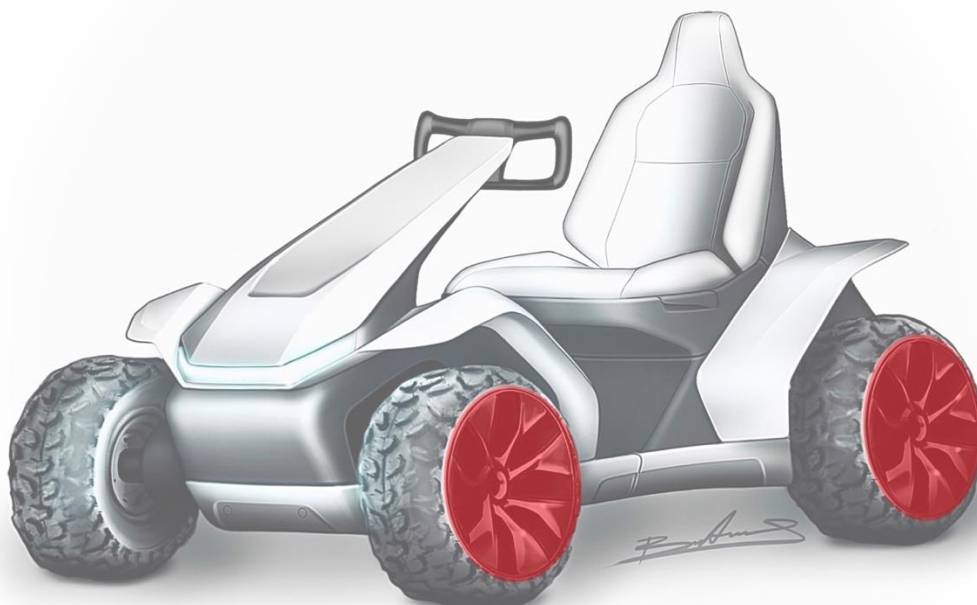
Formen har en lav visuell masse, gjennom at de nedre komponentene er relativt store sammenlignet med de øvre delene. Den visuelle massen blir mindre «oppover» i formen.



Figur 70 - Egenprodusert skisse av lav visuell masse

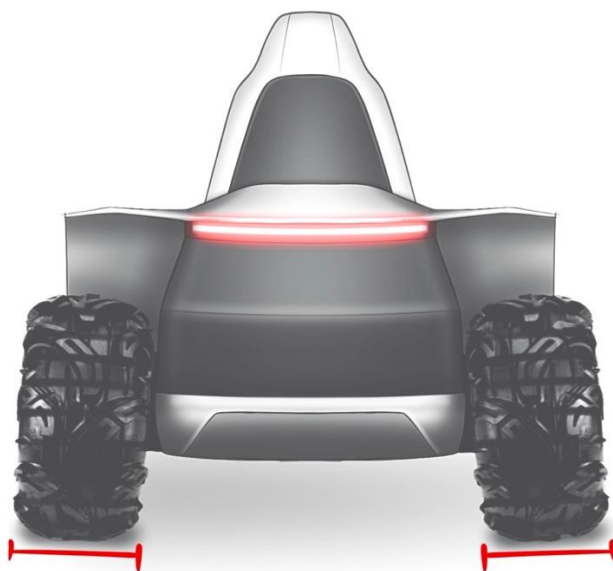
Store hjul og felger:

Utrykk for store felger er oppnådd med kapsler, og hjulene er generelt store.



Figur 71 - Egenprodusert skisse av store hjulkapsler

Hjulene sitter helt i sidene på kjøretøyet, som gir et stabilt utseende.

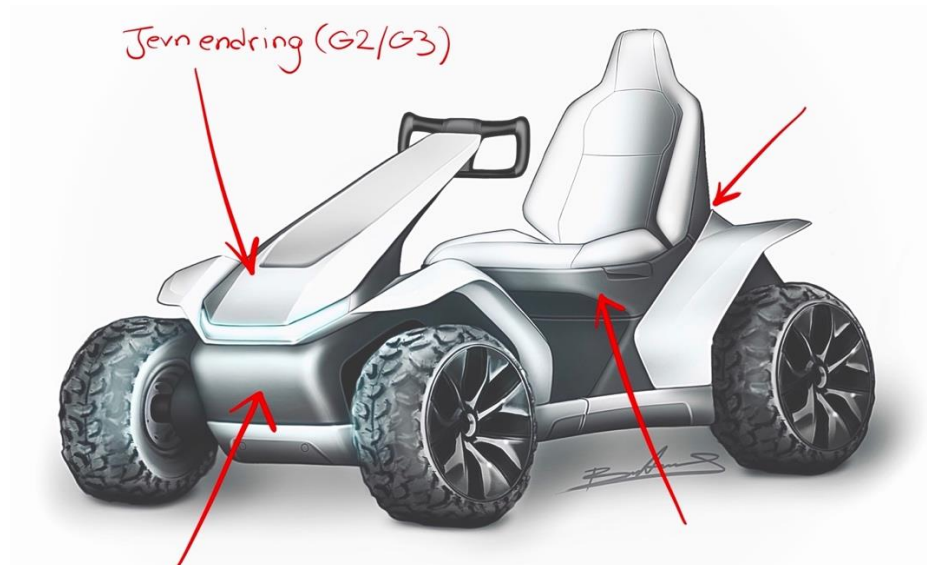


Figur 72 - Egenprodusert skisse av dekkbredde

Overflater

Kontinuerlige og organiske:

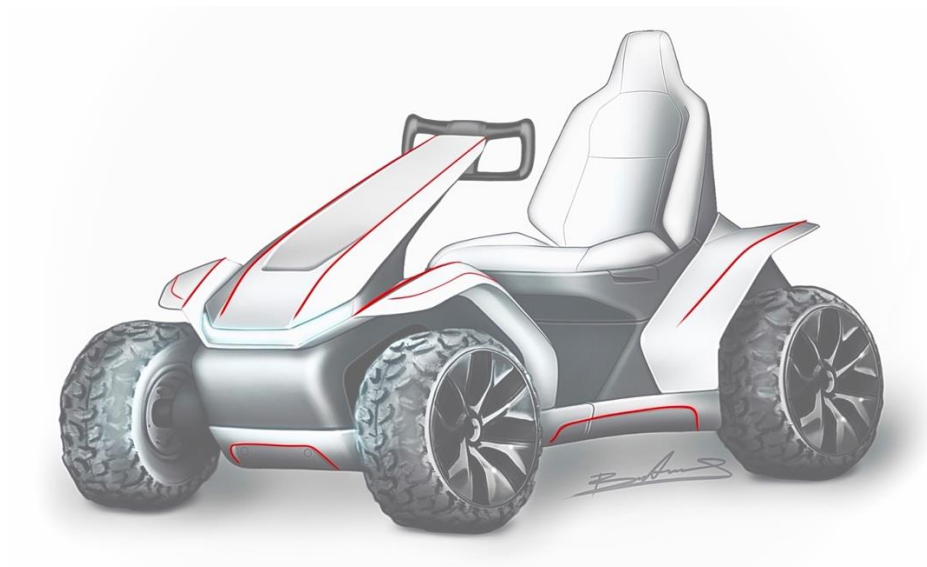
De ytre flatene er kontinuerlige, de flyter inn i hverandre med jevne endringer.



Figur 73 - Egenprodusert skisse av kontinuerlige og organiske flater

Skarpe linjer:

De kontinuerlige flatene er kombinert med noen skarpe linjer, som skaper retning og letter på uttrykket.

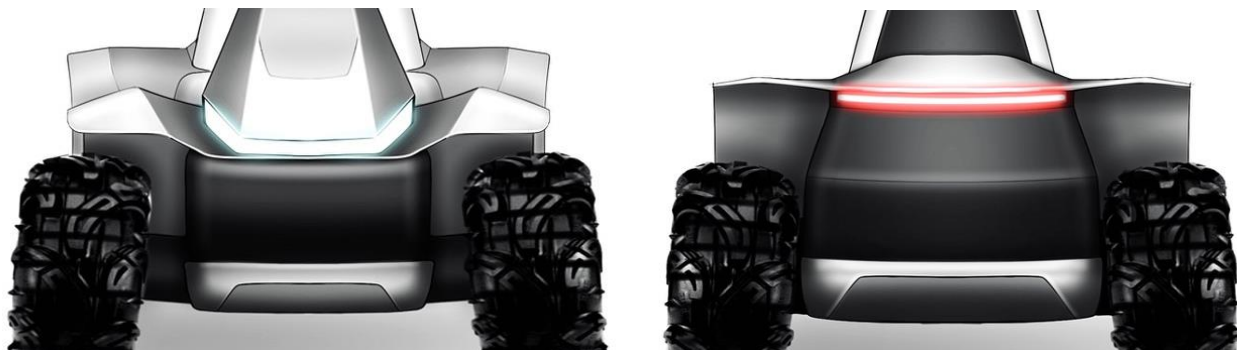


Figur 74 - Egenprodusert skisse av skarpe linjer

Grafikk

Minimalistisk:

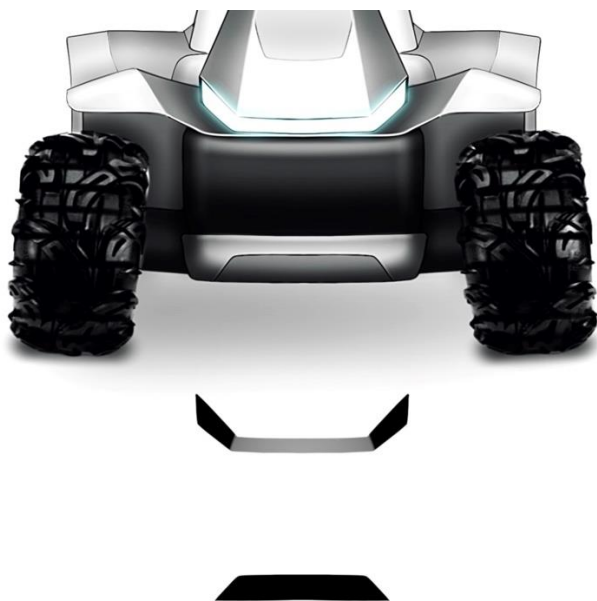
Grafikken foran og bak er enkel, med få visuelle elementer.



Figur 75 - Egenprodusert skisse av minimalistisk utseende foran og bak

Pareidoli - aggressivt uttrykk:

Lysen foran skaper assosiasjoner til et aggressivt eller «sint» ansikt. Dette er oppnådd med endesegmentene av lysstripen, som er knekt opp slik at de står skrått. De minner om øyne, mens formen i bunndelen kan minne om en munn.



Figur 76 - Egenprodusert skisse av pareidoli på ny utforming

Vanlige elementer

Lysstriper:

Konseptet har lysstripe både foran og bak.



Figur 77 - Egenprodusert skisse av lysstriper foran og bak

Diffuser og spoilere:

Formen på innrykket i bunndelen ligner «diffusere» slik en ser de på mange moderne bilder, for eksempel Tesla Model Y.



Figur 78 - Egenprodusert skisse av diffuser-lignende bunn

Flaten over baklykten vil ligne en «spoiler» som på moderne biler (kant langs bakenden). Dette vil bli tydeligere når konseptet blir modellert i 3D.



Figur 79 - Egenprodusert skisse av spoiler-flate bak

Offroad-dekk:

Konseptet har grove dekk med store knotter.



Figur 80 - Egenprodusert skisse av offroad-dekk

Farger/teksturer

Sterke tonekontraster:

Konseptet åpner for sterke tonekontraster, blant annet muliggjort av at skjermene er separate deler. Fargene er ikke ferdigstilt på dette stadiet, og vil kunne endres senere i prosessen. De skal også kunne varieres på etter ønske.



Figur 81 - Egenprodusert skisse av sidevisning

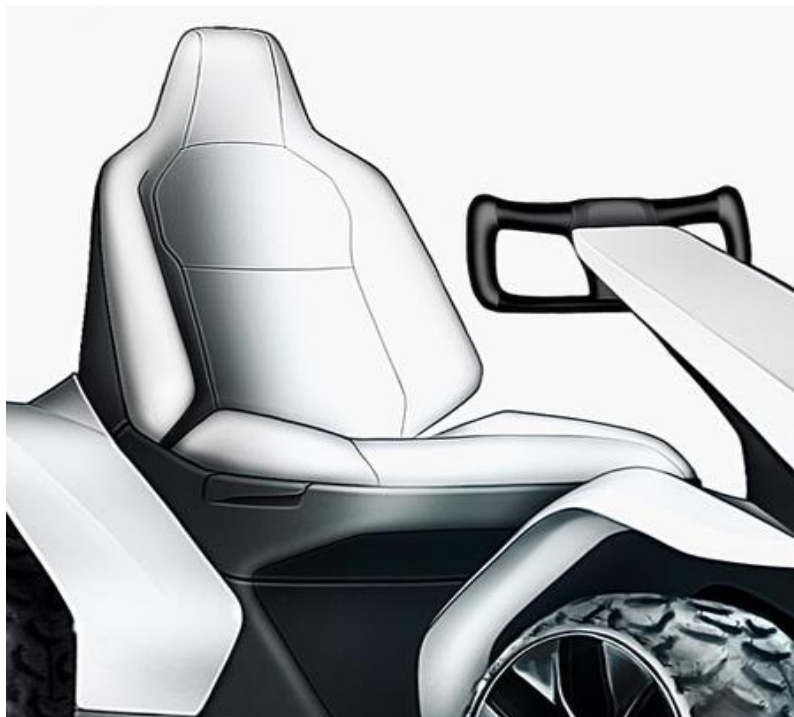
Karbonfiber:

Skjermene vil kunne vinyl-wrappes i karbon-fiber utseende, for eksempel skjermene.

Interiør

Minimalistisk og dynamisk:

«Interiøret» har enkle rene former, med få elementer. Setet har en dynamisk form, som følger de visuelle retningene i totalformen.



Figur 82 - Egenprodusert skisse av minimalistisk "interiør"

Touch display:

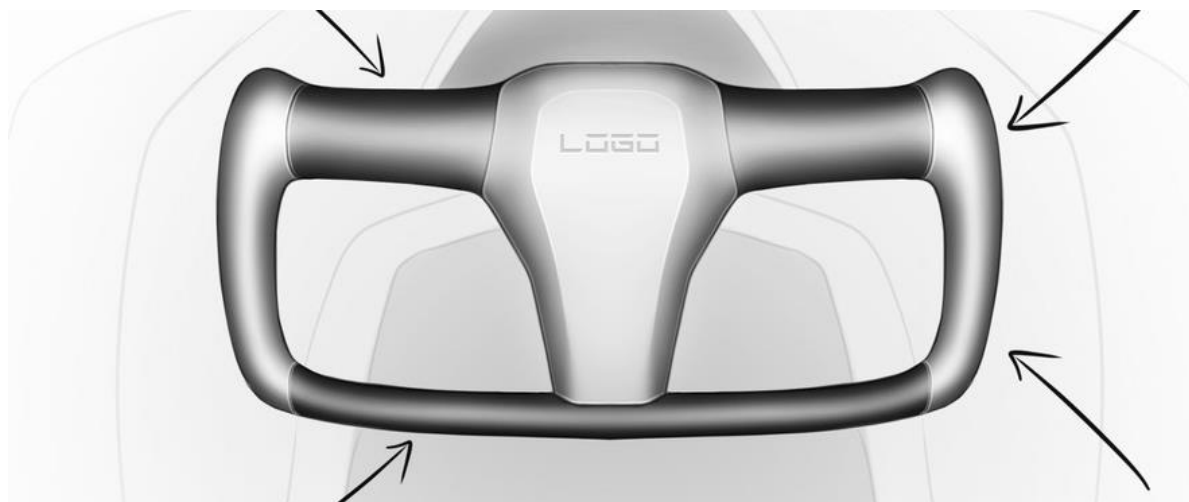
Touch display vil kunne fås i form av telefonskjermen.



Figur 83 - Egenprodusert skisse av telefonholder

Ratt med kanter:

Rattet har en kantete form, dvs. ikke rundt, da det skal åpne for ulike typer grep. Utviklingen av formen til rattet vil gjøres i en separat interaktiv prosess.



Figur 84 - Egenprodusert skisse av ratt

Sammenhengende seter med sidestøtte:

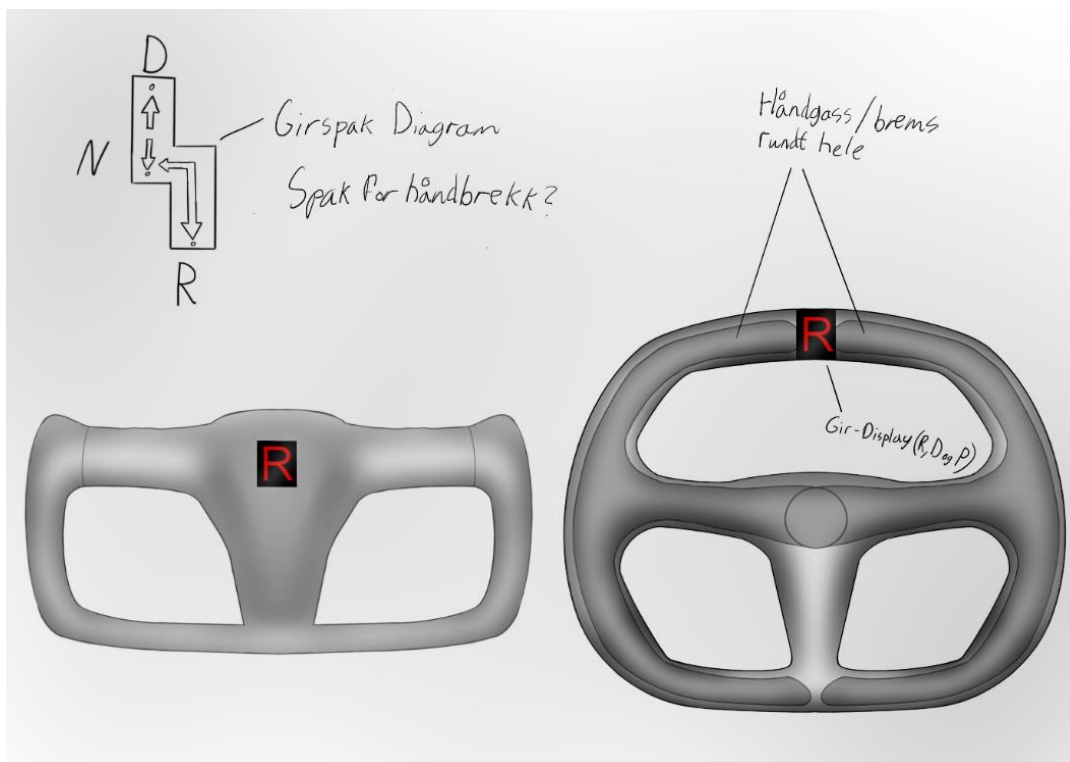
Setene er sammenhengende, med relativt store sidestøtter.



Figur 85 - Egenprodusert skisse av sete

2.14 Utforming av Elementform - Ratt

Utformingen av til rattet skjer ved en liknende metode som ved utformingen av selve rullestolen. Først har vi funnet to grunnformer som vist nedenfor. Disse to grunnformene har så blitt variert over ved hjelp av programmet Procreate på iPad. Med «Liquify»-verktøyet har vi raskt kunnet variere over form for å finne mulige interessante utforminger vi ellers ikke hadde sett for oss. Dette betyr at mange av de formene vi har studert ikke nødvendigvis er veldig realistiske endelige former, men mer rene eksperimenter for å se om vi fikk frem noen nye idéer.

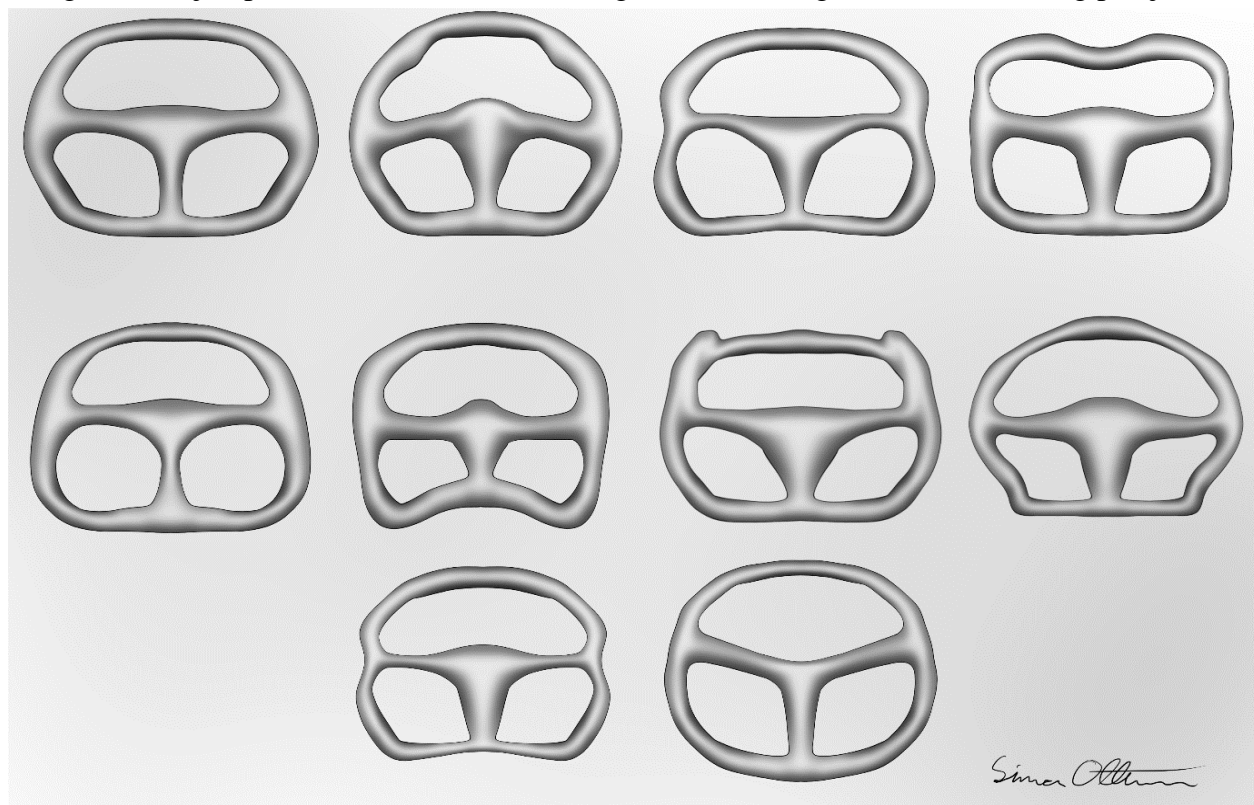


Figur 86 - Egenprodusert skisse av mulige funksjoner på ratt

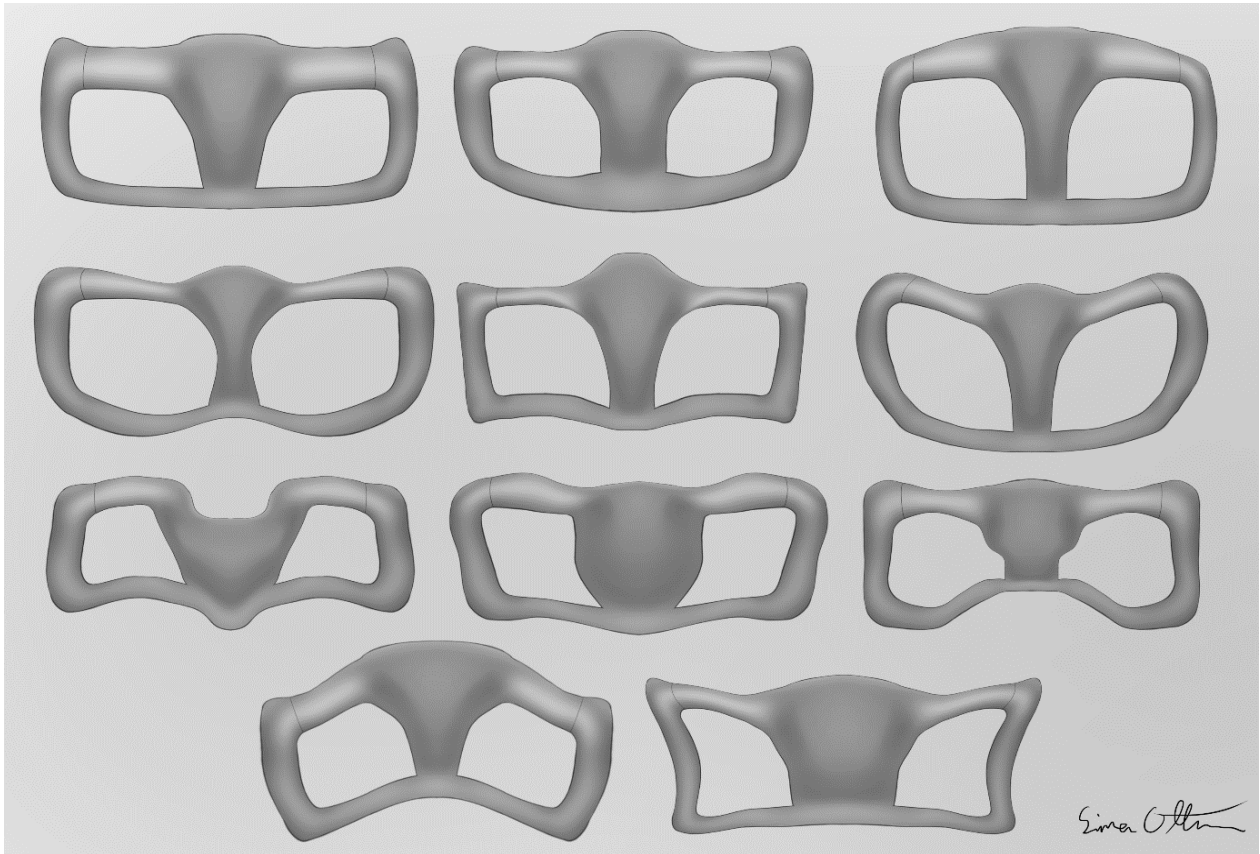
Våre ønsker for rattets funksjonalitet er at det skal være ergonomisk utformet, gi mulighet for flere typer grep (spesielt ulik tykkelse på håndtak), skal kunne brukes uten å måtte gripe rundt rattet (hvile hendene) og at eventuell håndgass / brems skal være gode å bruke i de fleste posisjonene rattet er tiltenkt å brukes. Rattet bør også ha en liten skjerm eller annen indikator på hvilken retning man har valgt å kjøre i.

Vi har sett på løsninger for å velge kjøreretning (fremover og bakover), samt hvordan vi skal løse utformingen av håndgass / brems. Vi ser for oss at valg av kjøreretning flyttes vekk fra selve rattet og heller over som en egen kontroll på «dashbordet» eller et annet sted ettersom dette ikke er en vesentlig funksjon å ha på rattet.

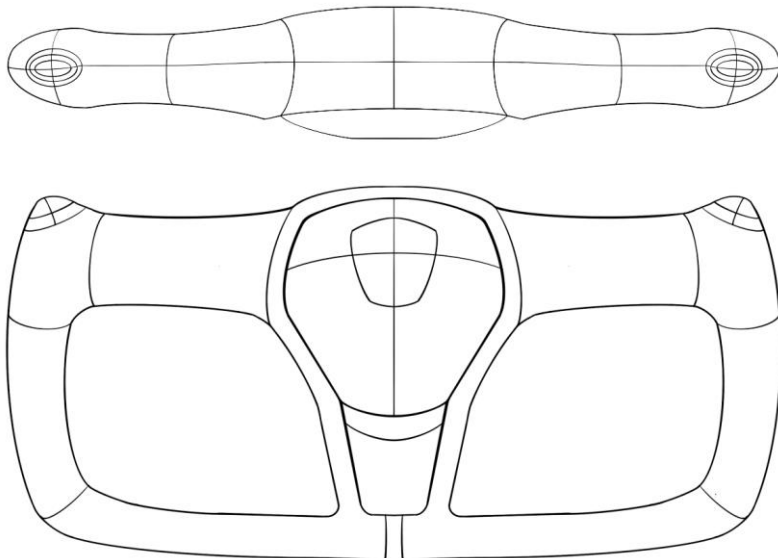
Vi har konkludert med at det mer firkantede rattet er mest gunstig sammenlignet med det mer tradisjonelle og runde rattet. Det runde rattet vil være i veien for telefonholderen på dashbordet og det firkantede rattet har større potensiale for å kunne holdes mer som et styre, og dermed gi større variasjon i grep. Fordelen med det runde rattet kommer av at man har et jevnt grep uansett rotasjon på rattet. Dette er ikke spesielt vesentlig for vår rullestol ettersom vi ønsker å minimere mengden rotasjon på rattet for å minimere bevegelsen som trengs for å få fullt utslag på hjulene.



Figur 87 - Egenprodusert skisse av formvariasjon for rundt ratt



Figur 88 - Egenprodusert skisse av formvariasjon for rektangulært ratt



Figur 89 - Egenprodusert skisse for bruk i 3D-modellering

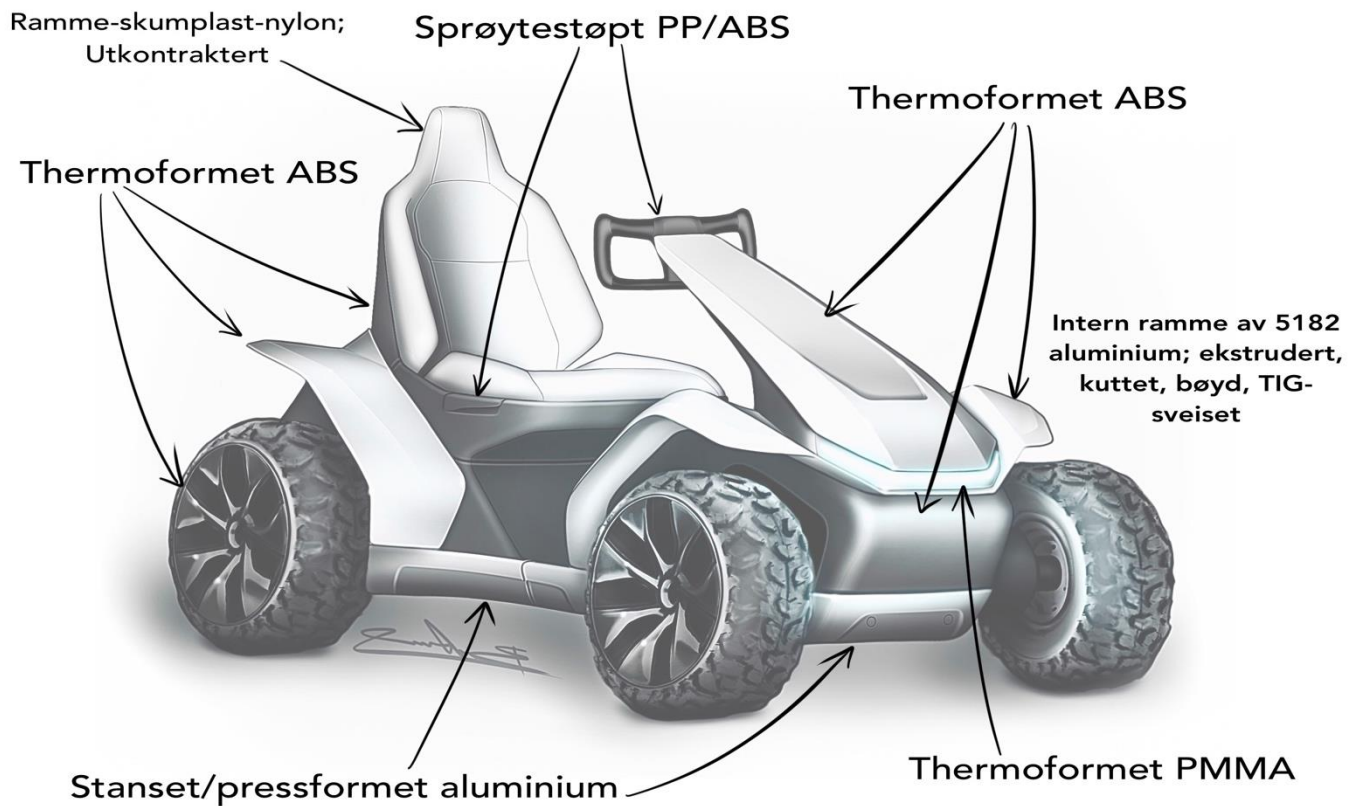
2.15 Skisser klare for dataassistert design



Figur 90 - Egenprodusert skissecollage av ratt og fører

2.16 Planlagte produksjonsmetoder

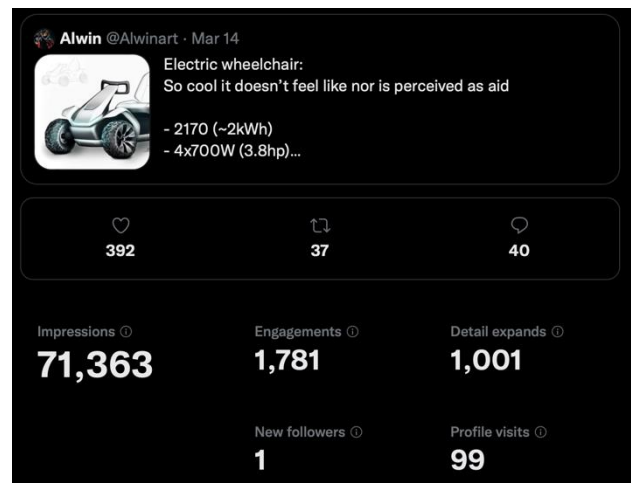
Illustrasjonen under viser de planlagte produksjonsmetodene. Dette kan endre seg senere i prosessen, men det er nødvendig å ha en plan rundt dette før konseptet modelleres i 3D.



Figur 91 - Egenprodusert skisse av tiltenkte produksjonsmetoder for de ulike delene

2.17 Input fra offentligheten

Vi har lagt ut et bilde og beskrivelse av det foreløpige konseptet på internett, med mål om å gjøre designprosessen enda mer inklusiv. Respons og tilbakemeldinger potensielt brukes videre i utviklingsprosessen. Innlegget ble laget på Twitter, og er ikke rettet mot den spesifikke målgruppen, men et generelt publikum. Kontoen innlegget på lagt ut på har følgere interessert i elektriske kjøretøy. Vi ser på dette som veldig fordelaktig, da det vil gi respons fra et stort og variert publikum. Vi ønsker, som beskrevet tidligere, og lage en rullestol så «tøff» at det ikke kun appellerer til mennesker med funksjonsnedsettelse. Dette er kjernen av konseptet; en universelt utformet rullestol i den forstand at folk flest kunne tenkt seg å bruke den, muligens faktisk bruke den. Utseende er en spesielt viktig faktor i forbindelse med dette, og gjennom dette innlegget får vi respons på hvordan folk «generelt» oppfatter konseptet. Responsen på innlegget var over forventningene, og nådde frem til over 70 000 mennesker. Kommentarene var veldig positive, og tyder på at vi har fått til mye av det vi ønsket; konseptet fremstår appellerende for mange uavhengig av funksjonsevne. Under er noe av responsen, både positivt og konstruktivt.



Figur 92 - Skjermdump av Twitter-statistikk





Figur 93 - Skjermdumpcollage av respons fra brukere på Twitter (Twitter, 2022b)

2.18 Fysisk modell av ratt - Testing av ergonomi

2.18.1 Modellering av Ratt



Rattet har blitt modellert med Autodesk Fusion 360 og T-Splines i Form Mode. Dette har gjort det enkelt å skape de forskjellige volumene og justere de i etterkant sammenlignet med den tradisjonelle solid- og surface-modelleringen man typisk bruker. Denne typen modellering fungerer mer som mesh-modellering hvor man arbeider med flater (faces), edges (kanter) og vortices (knutepunkter).

Vi valgte denne metoden for å raskt kunne endre på formen etter å ha vurdert hva som burde forbedres etter den første 3D-printede iterasjonen, samt at metoden er fleksibel når det kommer til å lage organiske former. Bakdelen med metoden er at den ikke gir nøyaktige parametere å arbeide med, altså at man ikke vet nøyaktig kurvaturer, lengder og dimensjoner. Etersom denne modellen kun er tiltenkt for å se funksjonaliteten av rattets form og å teste grep og ergonomi er det ikke vesentlig med god nøyaktighet.

For å oppnå totalformen på rattet ble det modellert som separate deler og til slutt satt sammen med «Combine Bodies». Dette gjør at de individuelle delene måtte modelleres som

sammenhengende deler slik at de kunne bli gjort om til solide «bodies». Det som er på innsiden av modellen, der de forskjellige delene overlapper, blir kuttet bort av Combine Bodies-kommandoen slik at det endelige resultatet er en solid modell hele veien gjennom med god geometri.



Figur 94 - Egenprodusert 3D-print av ratt for ergonomisk testing



Figur 95 - Egenprodusert collage av fysisk testing av rattmodell

Den første 3D-printede modellen fungerte overraskende godt. Håndtakene var komfortable å holde på, og de forskjellige tykkelsene var tydelige og ga muligheter for mange forskjellige grep og hender av forskjellige størrelser. Det kom også godt frem med denne fysiske modellen at å ha tynnere grep nærmere midten på rattet er fordelaktig for yngre brukere ettersom skulderbredden og håndstørrelsen er mindre hos dem. På denne måten kan yngre brukere holde nærmere midten slik at vinkelen i håndleddet blir mer nøytral, og dermed mer komfortabelt.

Vi merket raskt at sidegrepet var i det tynneste laget og kunne trengt litt mer volum, og gjerne kunne være litt mer ovalt enn på denne modellen. Sidegrepet kunne også vært noe lenger for å kompensere for personer med større hender ettersom våre hender allerede var på grensen. Toppgrepet som blir mer som et styre kunne også vært mer avrundet slik at det naturlige grepet på de håndtakene ikke blir ukomfortabelt ved en mer nøytral vinkel på rattet i forhold til brukeren.

For å teste noen av disse endringene raskt, samt utforske andre mulige endringer i utforming benyttet vi plastelina på den 3D-printede modellen for å legge til mer masse der det var aktuelt. Bakdelen med denne metoden var at vi var låst til den 3D-printede formen og tykkelsen, men for det meste var det mer fordelaktig å legge til tykkelse noen steder sammenlignet med å fjerne masse andre steder.

2.19 Forbedret 3D-print av ratt

Basert på testingen vi gjorde med den første 3D-printede versjonen av rattet har vi endret modellen og printet en ny versjon med noen vesentlige endringer. Vi har gjort den totale bredden litt mindre ettersom den var litt i meste laget på den første versjonen. Vi har også gjort sidehåndtakene lengere og litt tykkere, samt endret profilen slik at de er mer ovale da dette var klart mer komfortabelt enn et mer rundt håndtak.

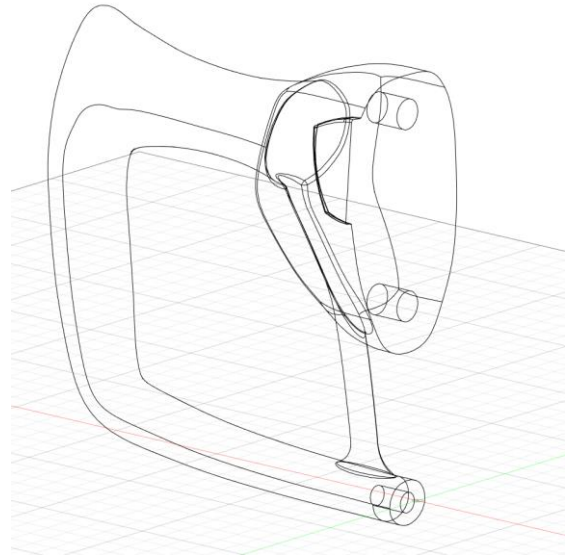
De tynneste håndtakene nederst har blitt gjort enda litt tykkere ettersom de også var i minste laget i den første versjonen. Det bør fremdeles gå fint for de yngste å benytte disse håndtakene, spesielt med tanke på at man også kan bruke eikene, som er enda mindre, til å holde rundt også.

Toppåndtaket som fungerer mer som et styre har blitt avrundet og gjort litt tynnere i «opp- og ned»-retningen. Denne formen fungerer mye bedre for forskjellige grep enn det mer ovale håndtaket på den første versjonen. Samtidig har vi gjort «hornene» på toppen av sidehåndtakene litt høyere og mer definerte slik at man har litt mer å støtte seg mot med hendene når man svinger med toppåndtakene.



Figur 96 - Egenprodusert bildecollage av forbedret 3D-printet ratt

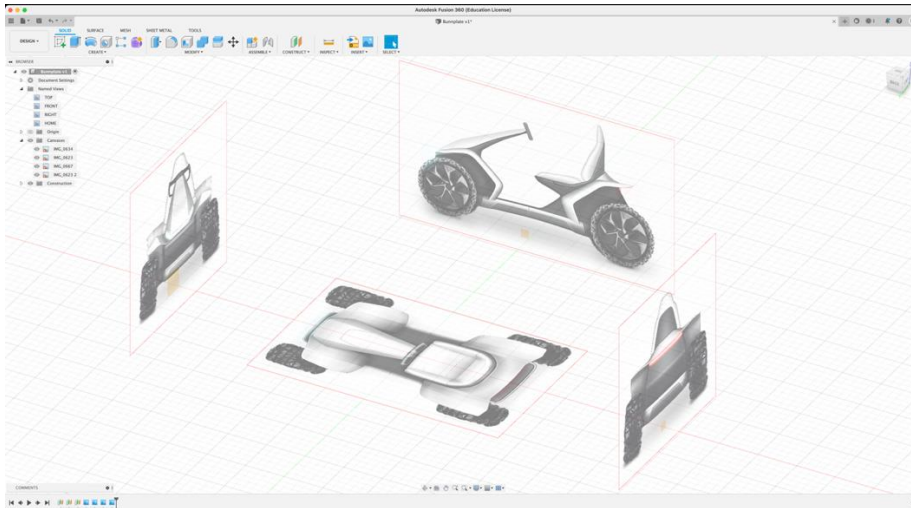
Det ble modellert inn hull og tilsvarende tapper som er ment for å låse modellen sammen og gi litt mer styrke med tanke på skjæringskrefter. Den fysiske modellen av det forbedrede rattet ble føyet sammen ved hjelp av superlim. Hullene og overflatene som skulle limes sammen ble sprayet med akselerator før superlim ble fylt i hullene og ført rundt på overflatene. Tappene ble presset ned i hullene og de to halvdelene ble presset sammen. Etter en kort stund satt de to halvdelene sammen og virker til å være ganske solide. Modellen ble så lett pusset med sandpapir for å fjerne de røffeste overflatene. Dette er ikke en komplett visuell modell, men en funksjonsmodell for å vise mulige grep ved bruk av rattet så det er ikke brukt noe særlig tid på videre overflatebehandling.



2.20 3D-modellering Totalform

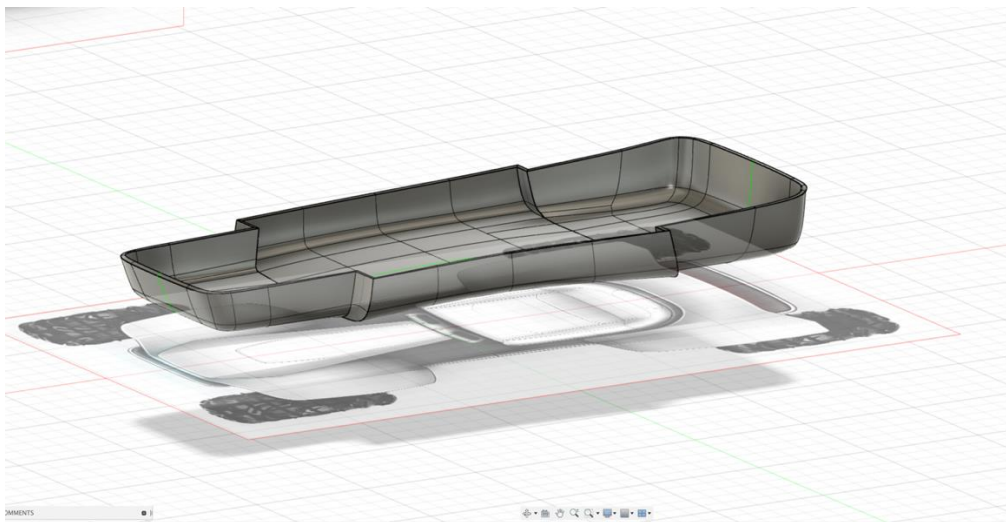
Her vises en enkel gjennomgang av modelleringsprosessen konseptet, med unntak av rattet som gjøres i en separat interaktiv prosess. Dette er en veldig forenklet beskrivelse av en veldig omfattende modellerings-prosess. Formålet med gjennomgangen er å vise sentrale beslutninger som ble gjort under den dataassisterte design-prosessen, og forklare produksjonsmetoder. Modelleringen ble gjennomført i Fusion 360, et datamodelleringsprogram med parametriske-modellering og T-spline teknologi. T-splines er brukt mye i dette prosjektet, en fleksibel teknologi som er veldig formålstjenlig for å lage organiske former. Parametriske-modellering er derimot veldig presis, og brukes der dette er passelig (hull, delinger, akslinger osv). Viktig å bemerke at alle delene i modellen kan justeres og videreutvikles, da det er modellert i parametriske program. Det er rimelig å anta at former og dimensjoner vil måtte justeres noe videre i et eventuelt realisasjons-stadie, etter modellen er ferdigstilt i dette prosjektet.

Under kan en se utgangspunktet for modelleringen; de ulike skissene som ble utviklet tidligere. Disse brukes her for å definere kurver, størrelser osv. En kan her se hvorfor det er veldig viktig at skissene stemmer overens.



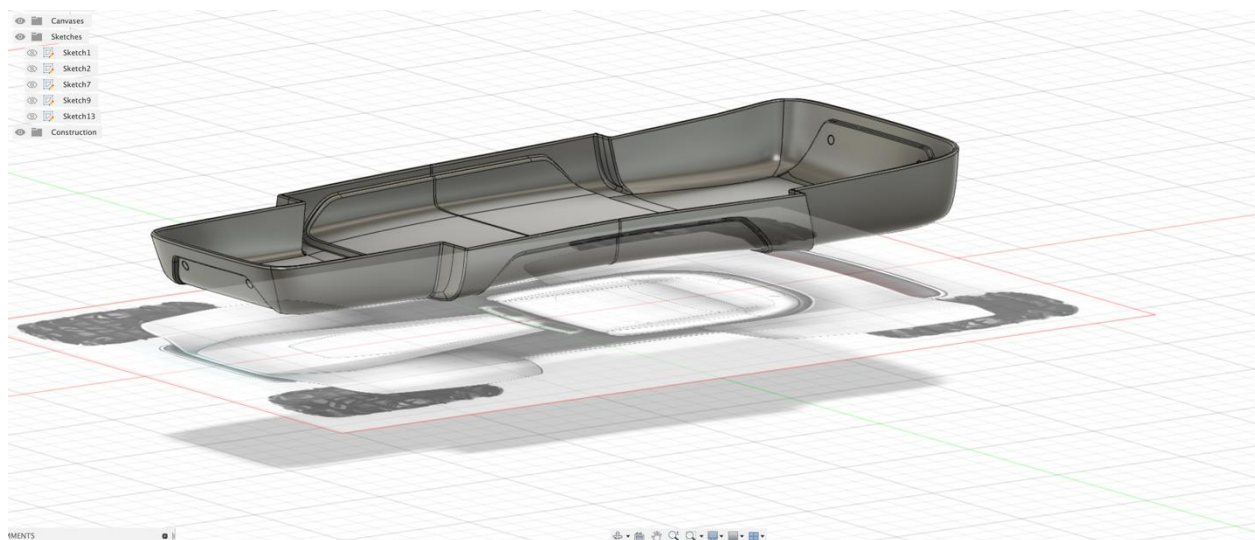
Figur 97 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under ser en den første T-spline formen, bunndelen til kjøretøyet. Dette er et godt eksempel for å vise hvordan de to typene modelleringsteknologi kan kombineres. På neste bilde er denne modifisert og videreutviklet med tradisjonell parametriske modellering i Fusion 360.



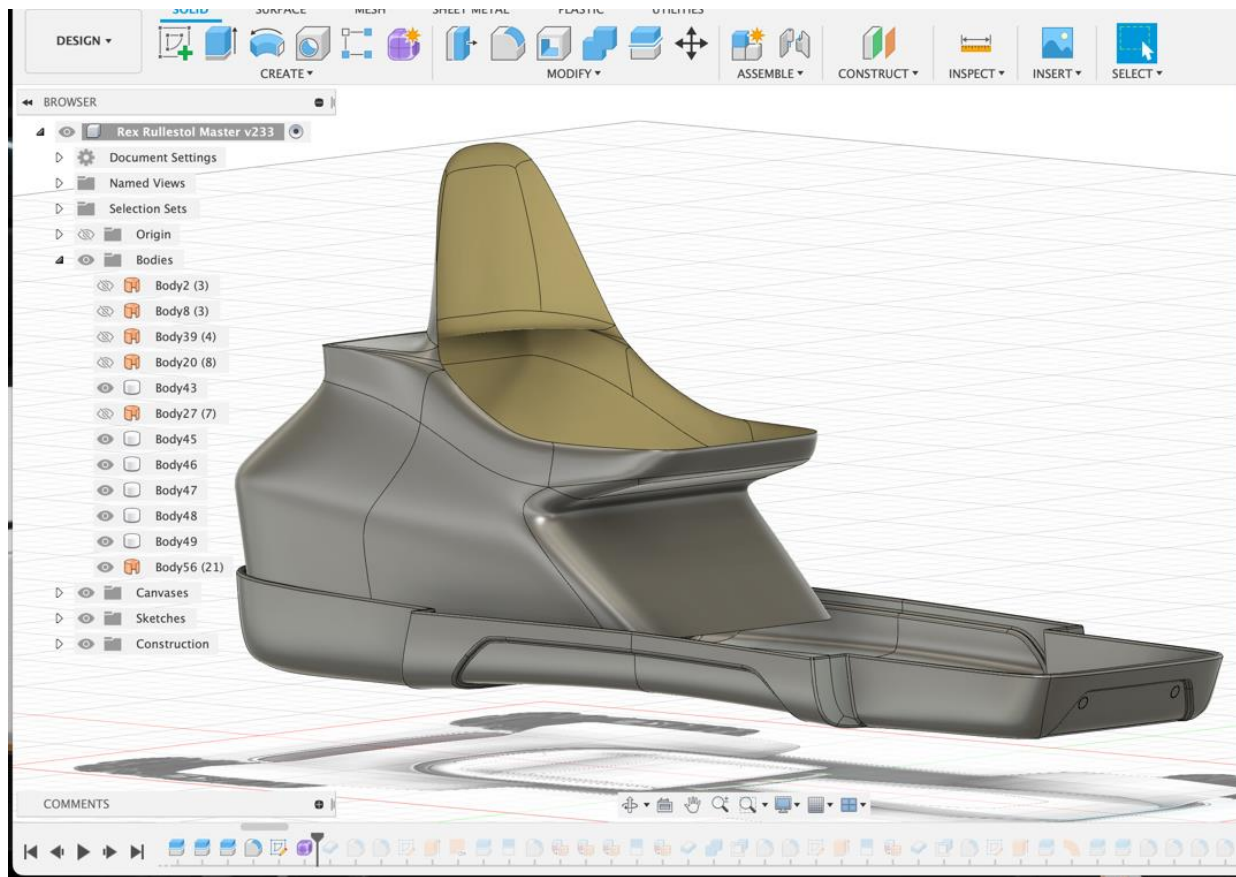
Figur 98 - Skjermdump fra 3D-modellering

Legg merke til detaljer i flatene, som forskyvninger og delinger, på bildet under. Denne delen er plast (ABS) og utviklet for å termoformes/vakuumformes i 2 deler. Den vil eventuelt også kunne være metall, men da kan den ikke termoformes. Vi har valgt plast da dette vil bli vesentlig billigere. Den er tykkere enn de andre termoformede plast-delene på kjøretøyet, for å øke styrken til delen (skal tåle støt fra omgivelsene). Viktig å bemerke at denne ikke er bærende, men kun beskyttende. Kjøretøyet skal ha en intern ramme av metall. Delen er delt på midten, og vil formes opp ned (motsatt retning av det vist på bildet). Trekkvinkler er designet inn. Det er viktig å bemerke at formene som ses på bildet er mulig i vakuumformes nettopp fordi den er delt i 2, verktøyet vil ha en slippvinkel for det overflødig materialitet som går ut fra siden der de to delene møtes på midten (enklere å forklare dersom vi hadde hatt verktøyet klart).



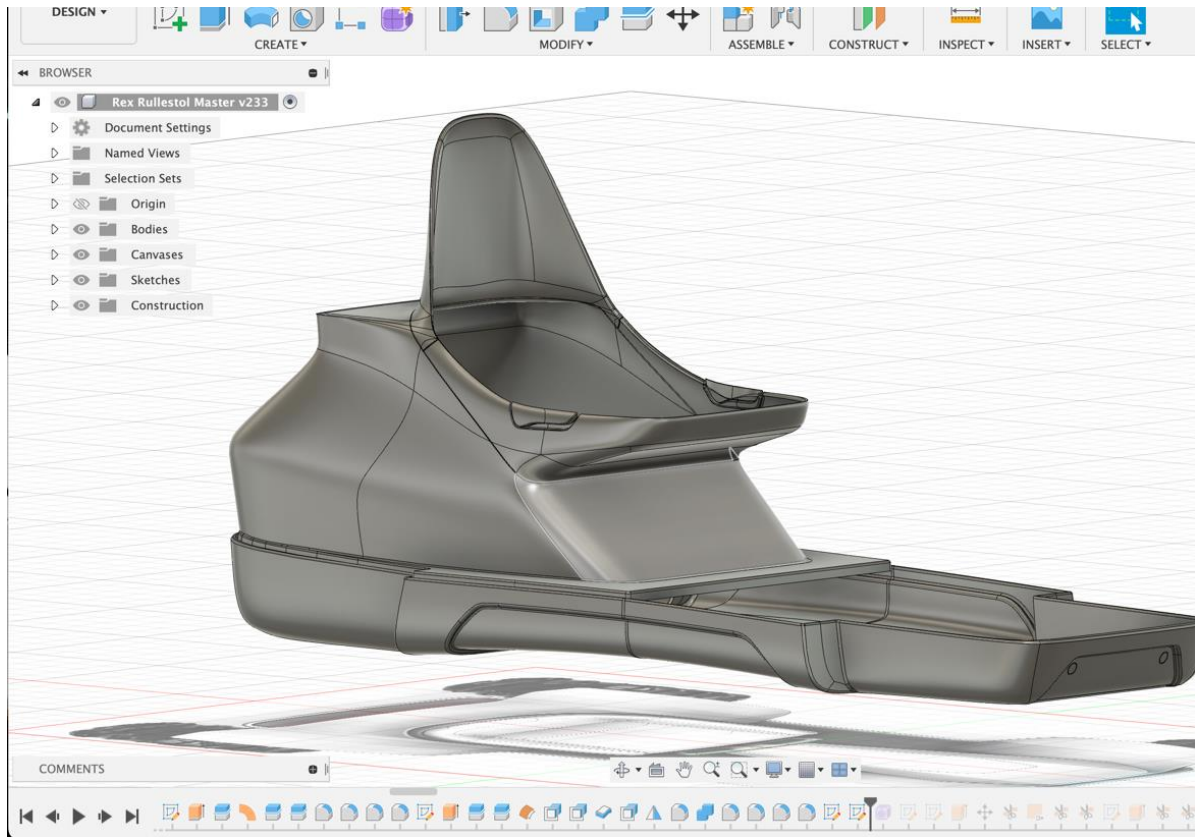
Figur 99 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under ser man flaten til bakdekselet av kjøretøyet, utviklet med t-splines. Neste bildet viser den bearbeidende formen, med tykkelse, delinger og håndtak. Videre vil ikke T-spline formene vises, kun den endelige delen.

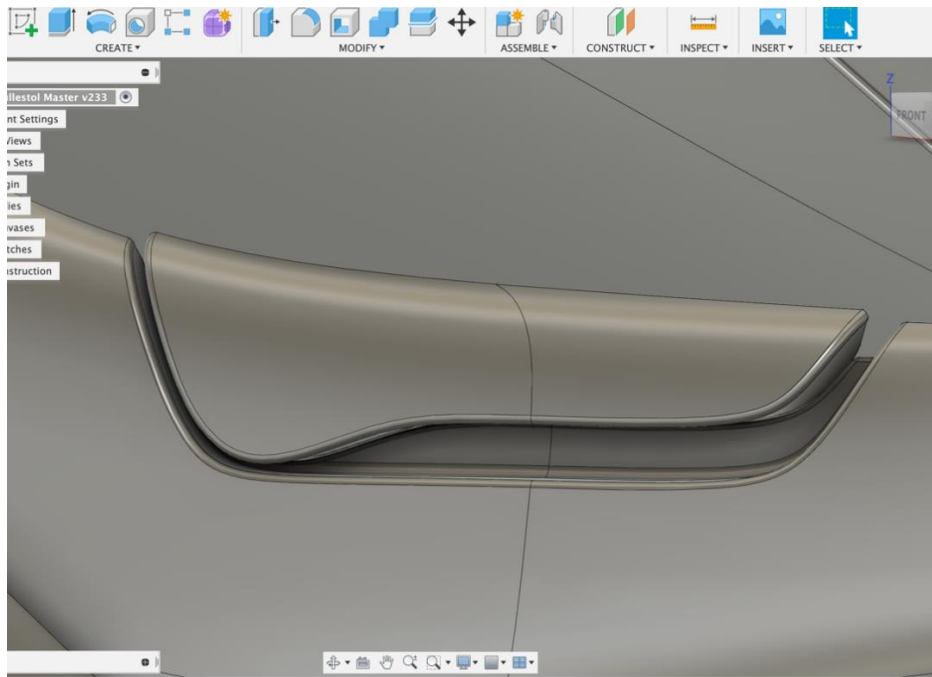


Figur 100 - Skjermdump fra 3D-modellering

Denne delen er også designet for å termo-formes, for så deles opp etterpå. Dekselet til ryggen blir en separat del, dekselet for setet og dekselet som huser interne komponenter bak. Slik en kan se på bildet under, er gulvet bak festet til denne delen. Det øverste laget av gulvet er tenkt å termo-formes sammen med resten av bakkdelen, mens en tykkere plate tilføyes under for å tilføre styrke (skjært i riktig form). På bildet ser en også håndtakene for justering av sitteposisjonen. Dette er blant de svært få delene på kjøretøyet som må sprøyte-støpes i for eksempel ABS eller PP.

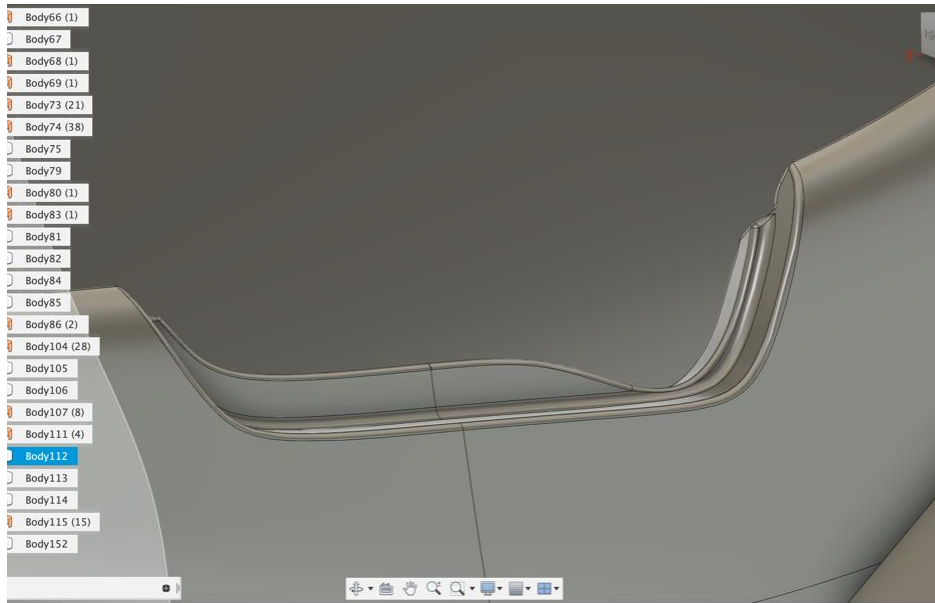


Figur 101 - Skjermdump fra 3D-modellering



Figur 102 - Skjermdump fra 3D-modellering

Bak håndtakene er det avsatt plass for komponentene som kreves for å gjøre håndtaket funksjonelt.



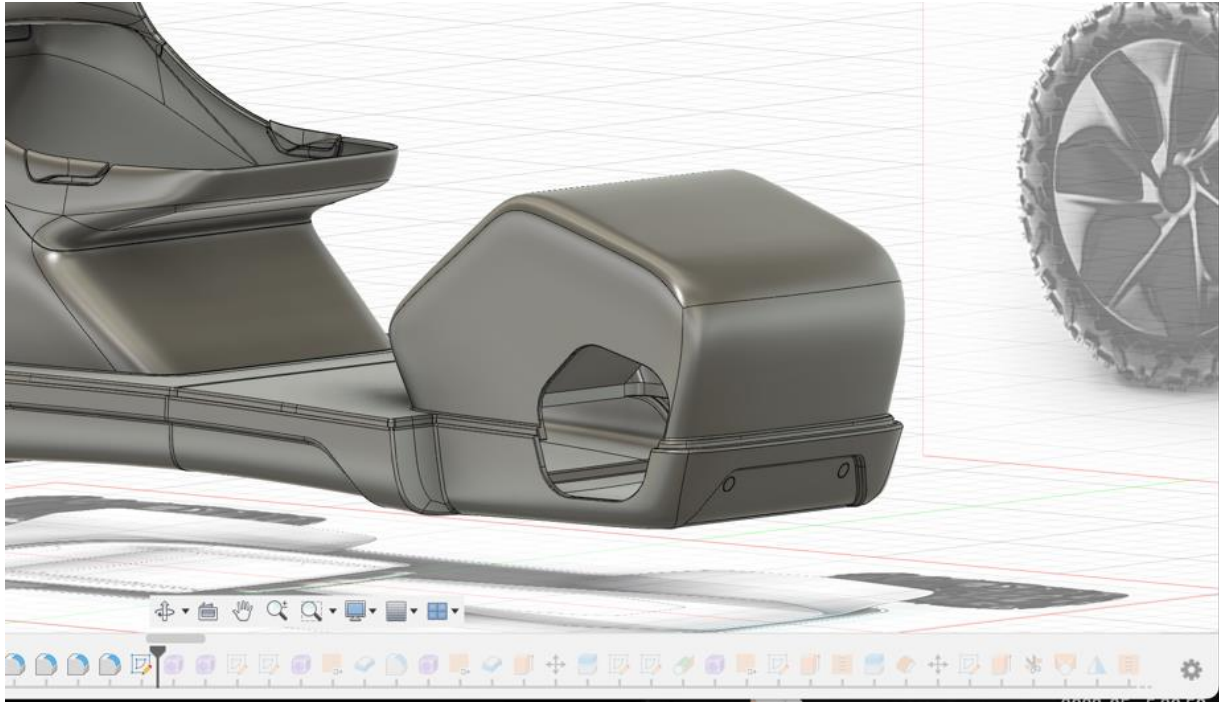
Figur 103 - Skjermdump fra 3D-modellering

Bakdekselet har også det ytre glasset til baklyset, som er en separat termoformet del. Denne kan være av gjennomskinnelig akrylplast (PMMA) eller polykarbonat (PP).



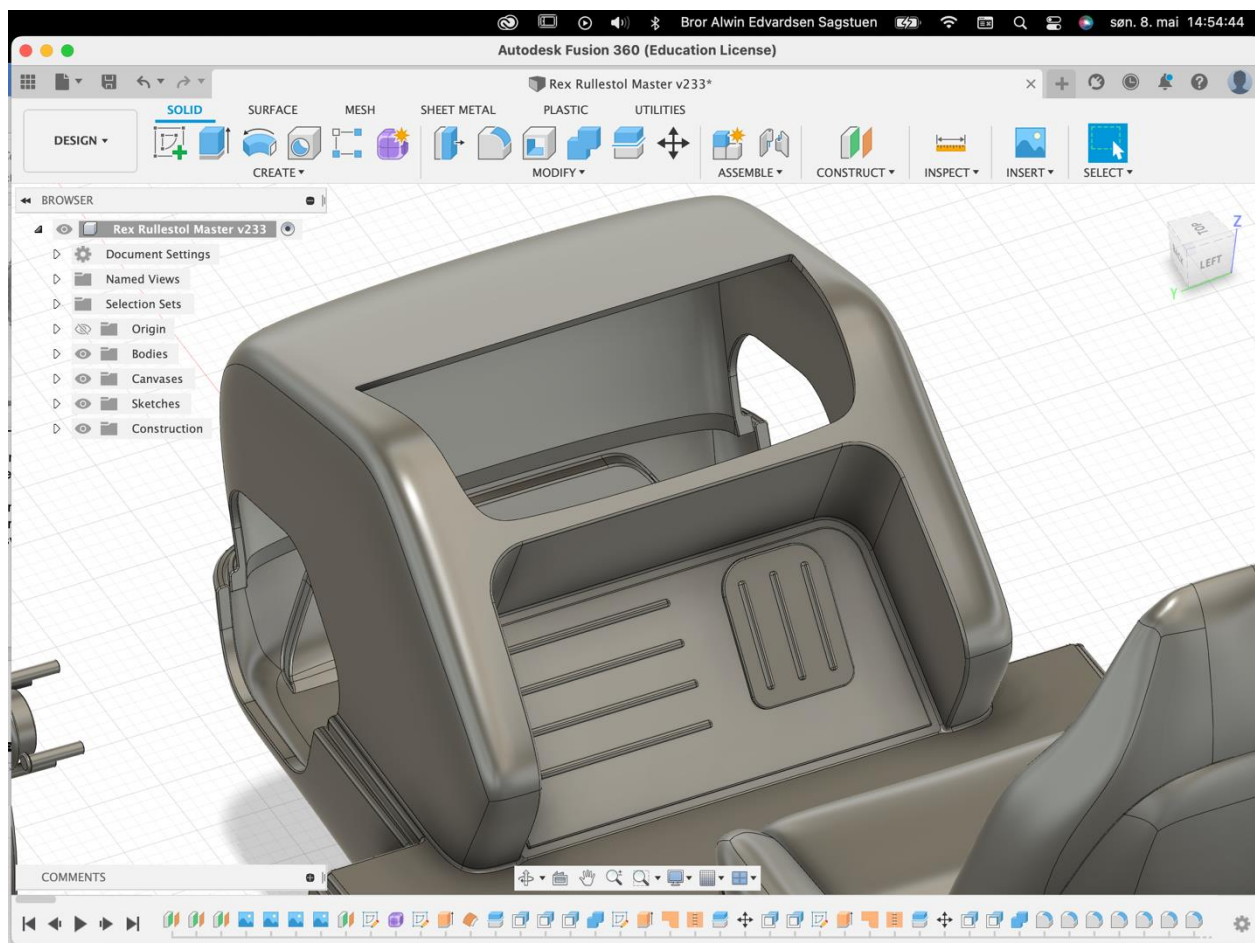
Figur 104 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under ser en framdekselet, som skal produseres på samme måte som bakdekselet (ABS). I tillegg ser ut hullene for hjulopphengene. Disse vil kuttes ut i de ulike delene.



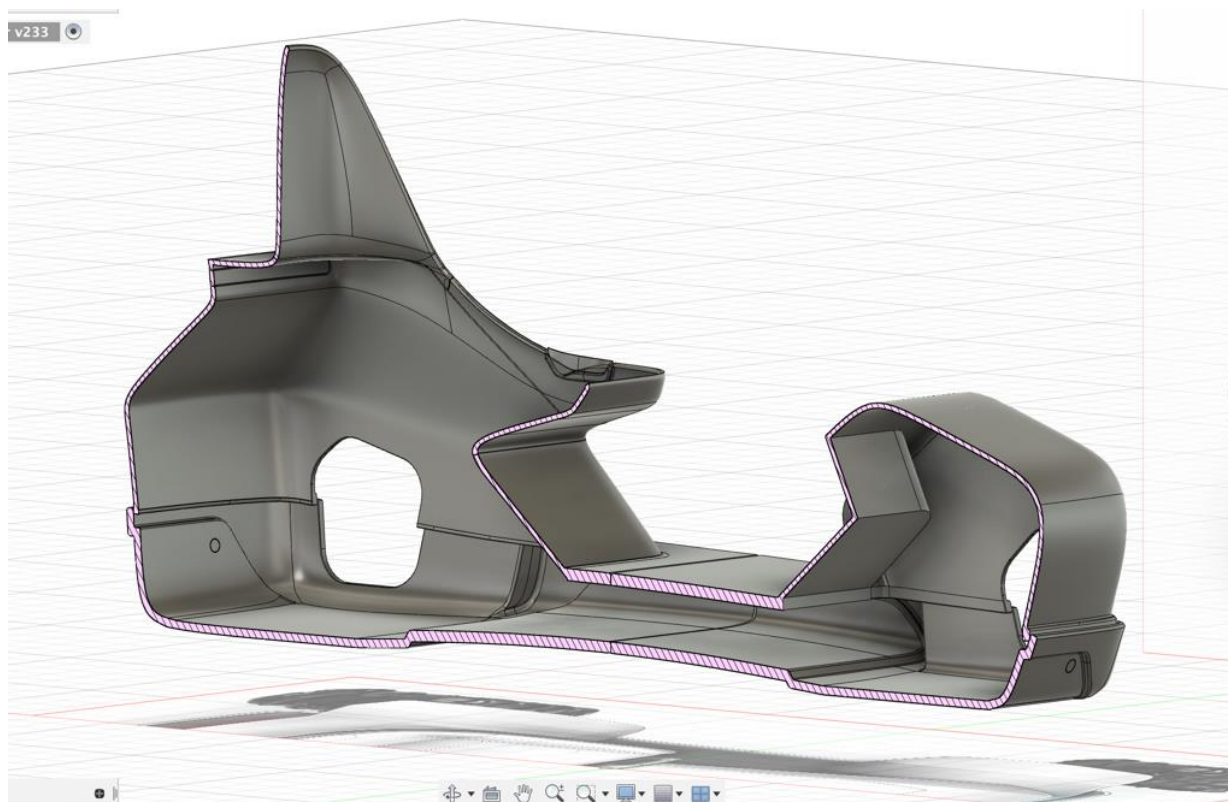
Figur 105 - Skjermdump fra 3D-modellering

Framdekselet har hull for kabler og komponenter som skal gå gjennom rattstammen opp til rattet. Her skal det sittede et roterbart feste mellom rattstammen og resten av kjøretøyet, for å justere høyden på rattet. Dekselet har dedikert rom for føttene til brukeren. Her sitter «gass-pedalen» (for brukere som ikke skal ha håndgass). Gasspedalen og gulvet ved siden har uthevede linjer. Disse har 2 funksjoner; øke grepet til føttene og skille gassen fra gulvet. Gassen har horisontale linjer, mens gulvet har vertikale (universell utforming prinsipp «forståelig informasjon»). Gulvet med de uthevede linjene er her en separat matte, og gasspedalen en sprøytstøpt del.



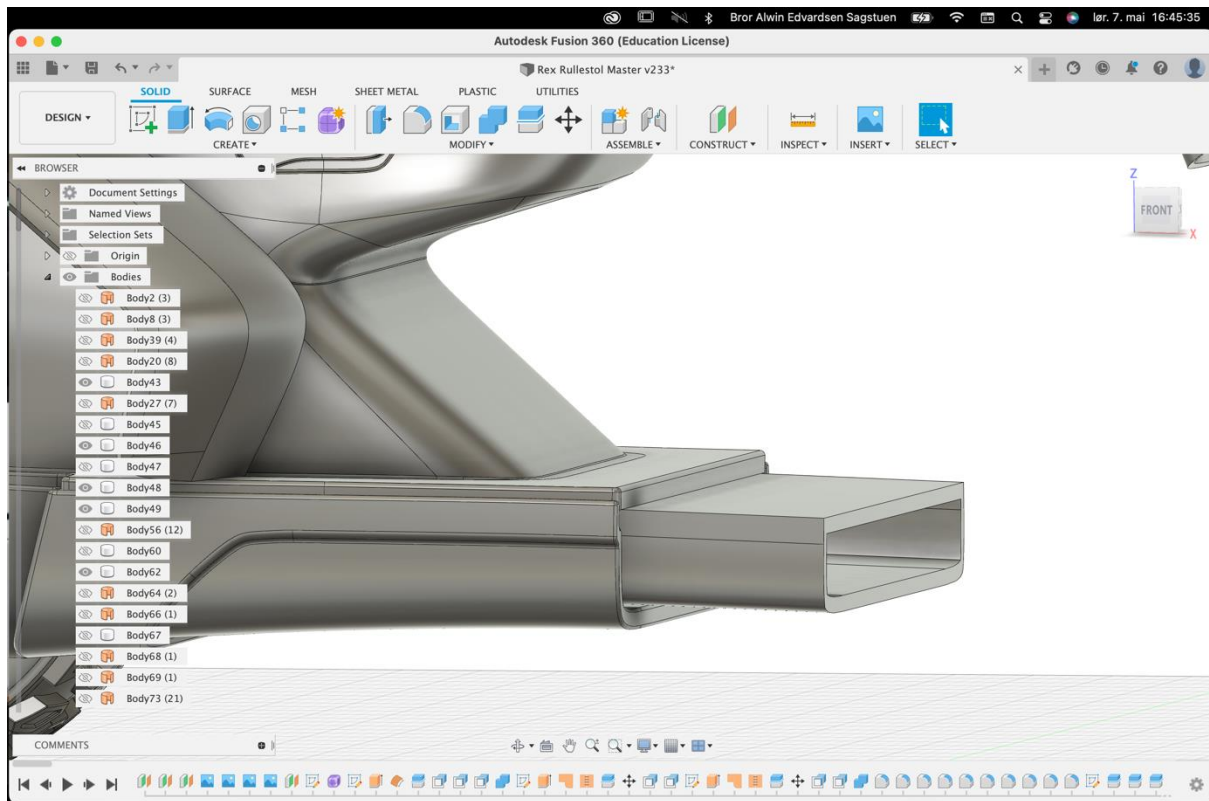
Figur 106 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under er en «split-view» av de ytre dekslene satt sammen. En kan her se rommet inne i kjøretøyet, hvor det skal være en intern ramme og komponenter.



Figur 107 - Skjermdump fra 3D-modellering

Gulvet som kommer frem i utvidet konfigurasjon er vist under. Dette er en separat del fra fremre- og bakre del av kjøretøyet, og vil festet i metallrammen. Denne vil kunne produseres som en ekstrudert plast-profil, men mer sannsynlig av 2 termoformede deler som er satt sammen (topp og bunn). Materiale er ABS. Delen er lagd en del mindre enn rommet mellom fremre- og bakre bundel, slik at det er rom for at de kan rotere i forhold til hverandre med en aksling.



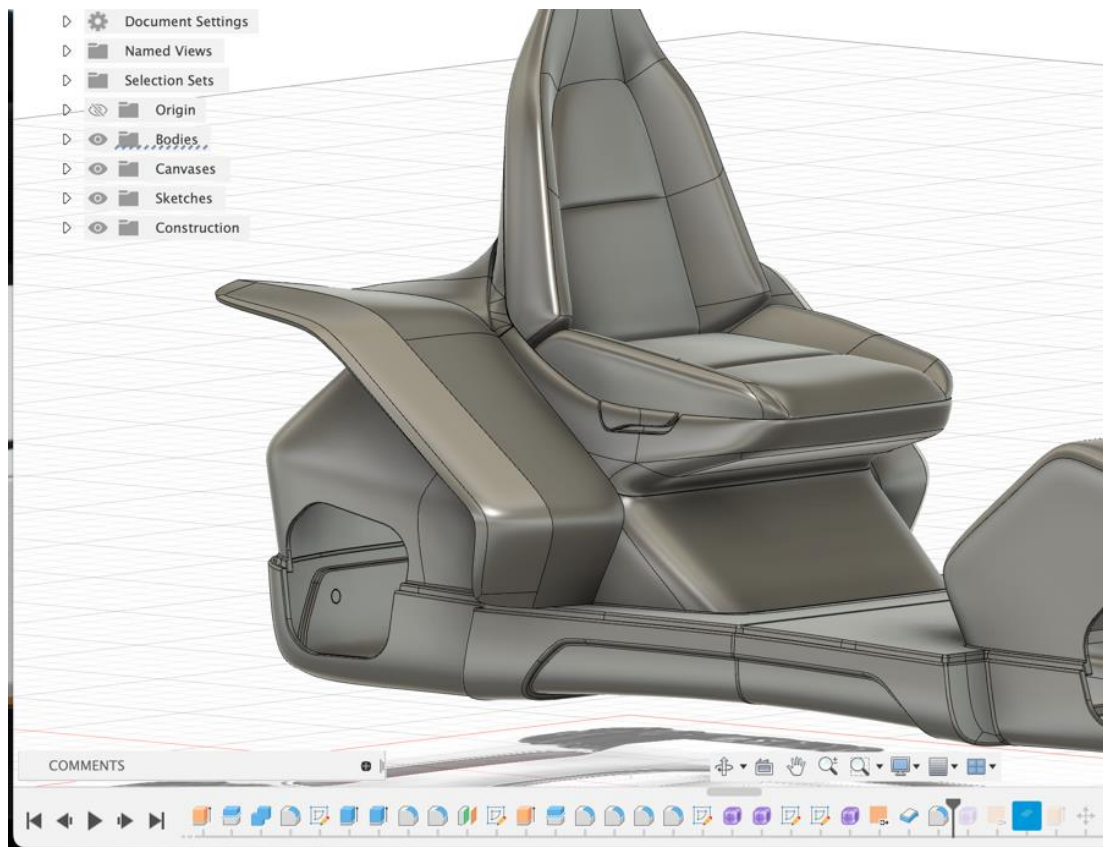
Figur 108 - Skjermdump fra 3D-modellering

Sete er også modellert i Fusion 360, i 2 deler: ryggen og sitteflaten. Denne delen vil kreve mye utvikling for produksjon, med intern ramme, puter, stoff osv. Et slikt setet bør mest sannsynlig utkontrakteres til en produsent som er ekspert på å lage seter, slik en gjør i for eksempel bil-industrien. Delen er her primært modellert for å utvikle den ytre formen og representere sete i visuelle prototyper og renderings. Sete har mye sidestøtter, og sitter jevnt med plast-dekslene til kjøretøyet. Dimensjoner kan her enkelt justeres, som antageligvis blir nødvendig om den interne rammen skal utvikles i fremtiden. Formen til setet blir noe videreutviklet senere, i den fysiske modellen. Bakgrunnen for dette er at det viste seg at formen ble misvisende i forhold til proporsjoner. Toppen av ryggen var utformet for å minne om det integrerte hodestøtte i sporty biler; problemet er at det i dette tilfellet ikke er et hodestøtte men støtte for ryggen, slik en kan se på de tidligere skissene.



Figur 109 - Skjermdump fra 3D-modellering

Videre kan en se baksjermen, som sitter på bakdekelet. Denne delen vil kunne termoformes i 1 del (ABS). Dersom det eventuelt blir begrensinger i forhold til størrelse på termoforming-verktøyet, vil delen også kunne formes i 2 eller 3 deler.



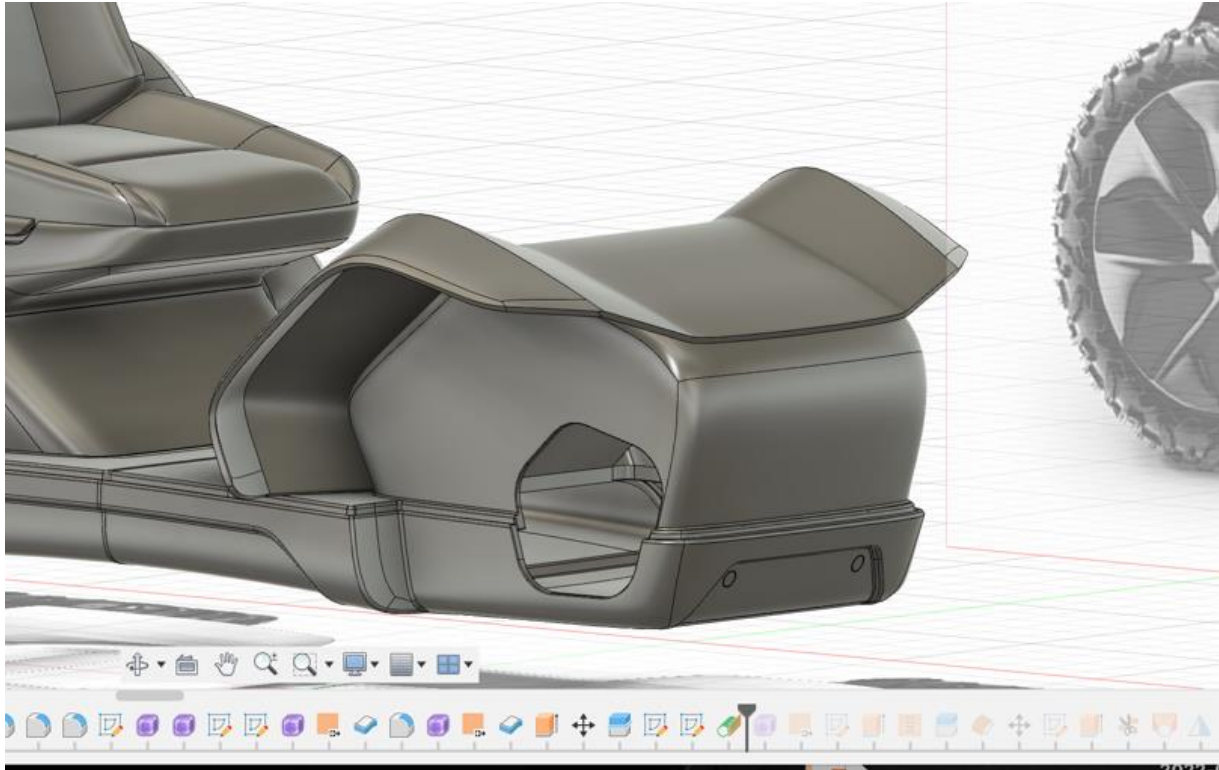
Figur 110 - Skjermdump fra 3D-modellering

Bildet under viser retningen bakskjermen vil termoformes:



Figur 111 - Skjermdump fra 3D-modellering

Framskjermen vil produseres på samme måten som bakskjermen. Denne delen videreutvikles noe senere, sammen med rattstammen. Det skal være et hull for komponenter går gjennom.



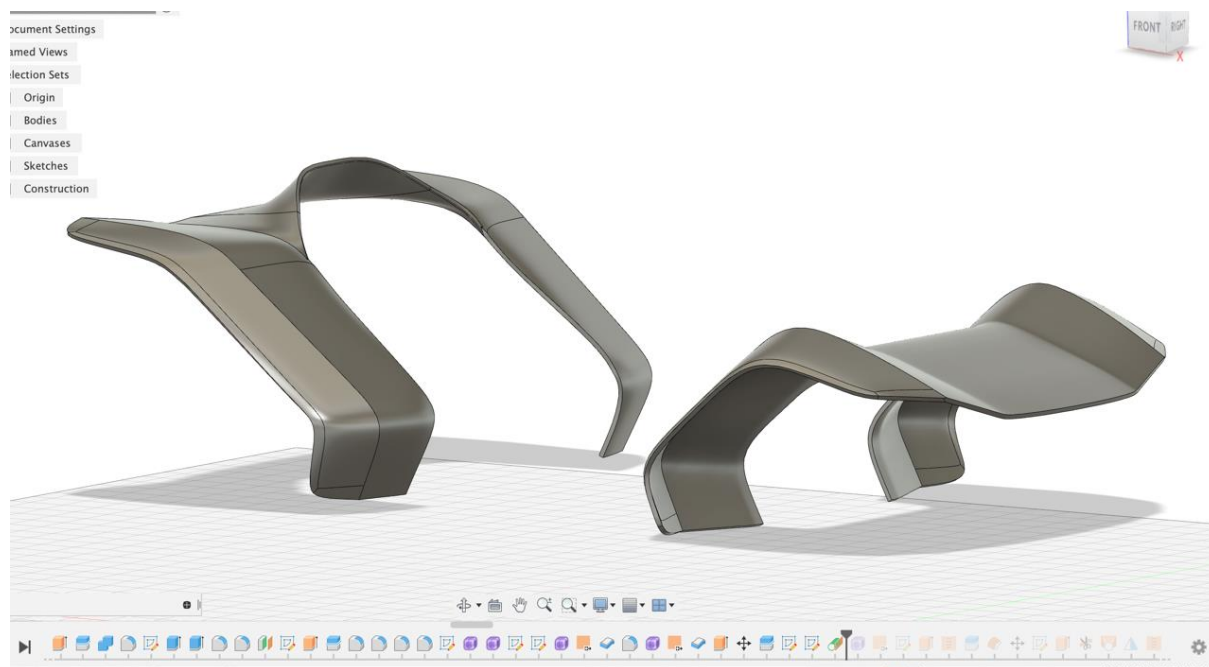
Figur 112 - Skjermdump fra 3D-modellering

Retningen framskjermen vil termoformes:



Figur 113 - Skjermdump fra 3D-modellering

Fram- og bakskjermen sammen:



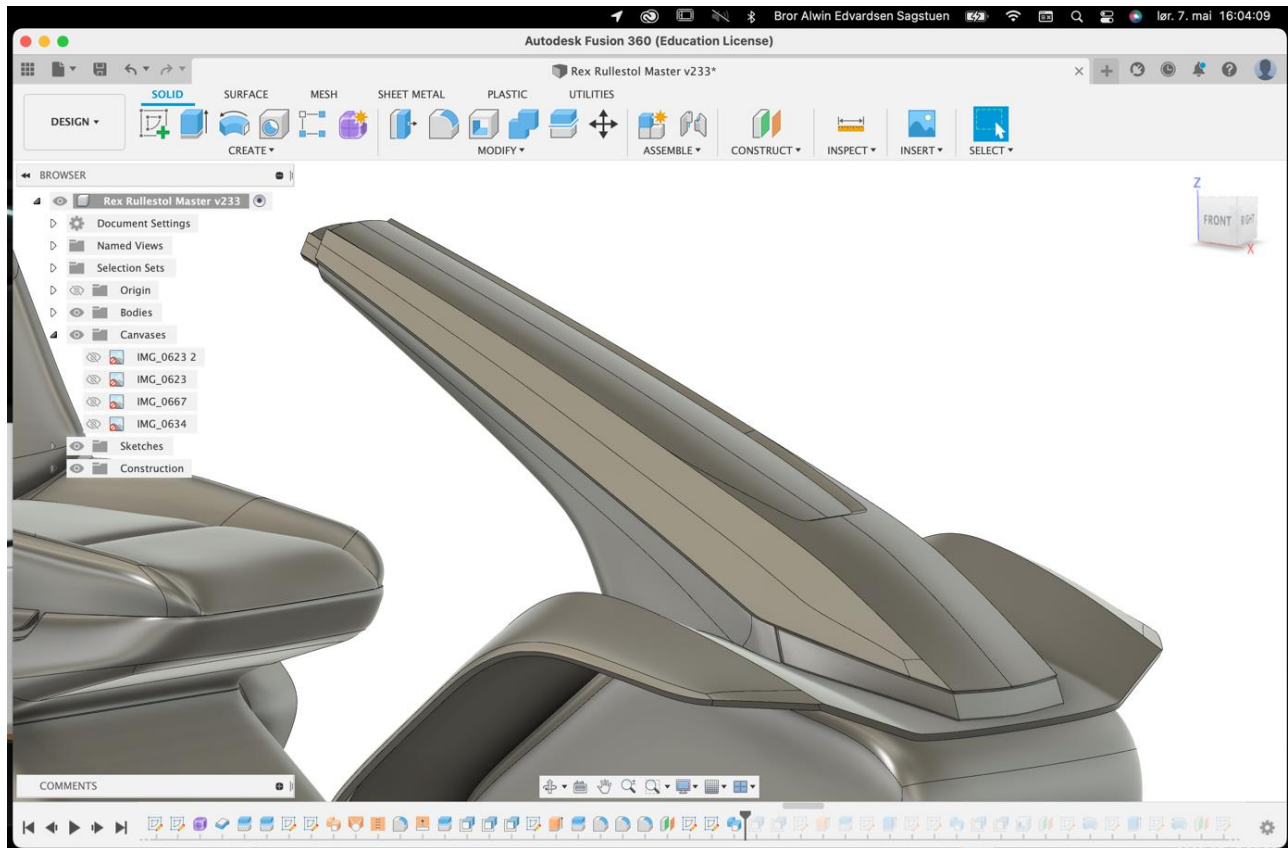
Figur 114 - Skjermdump fra 3D-modellering

Neste del er deksel på rattstamme, produsert i termoformet ABS. Denne delen skal termoformes i likhet med skjermene foran og bak.



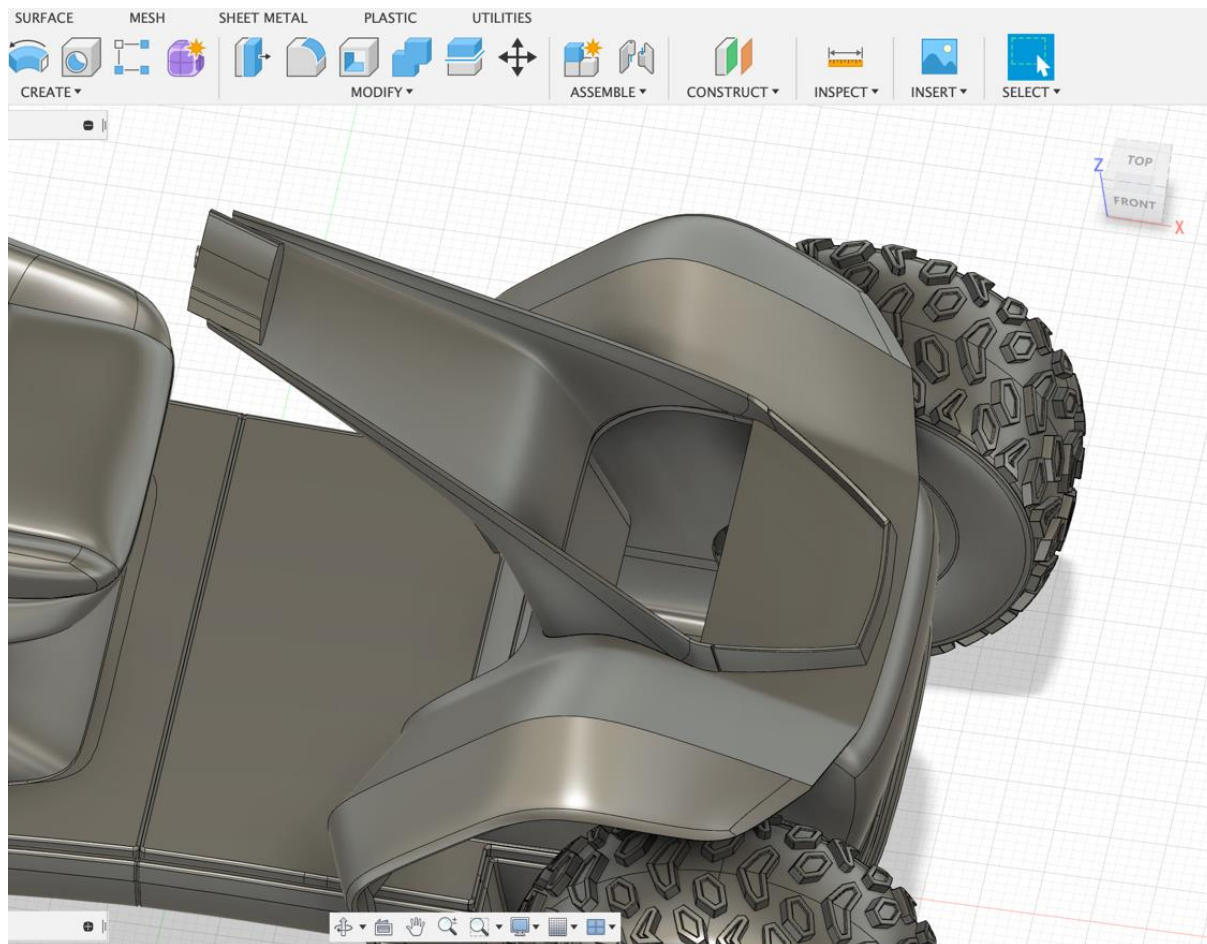
Figur 115 - Skjermdump fra 3D-modellering

Bildet under kan en også se dekselet på undersiden av rattstammen, samt. glasset til lyset foran. Øverst på rattstammen er feste for rattet, som er en separat del som kan justeres frem og tilbake for å flytte rattet nærmere brukeren. Dekselet vil være termoformet ABS, og lykten termoformet akryl- eller PP-plast. Dekslene vil være festet til rammen av kjøretøyet med festeordninger som bruker skruer/bolter.



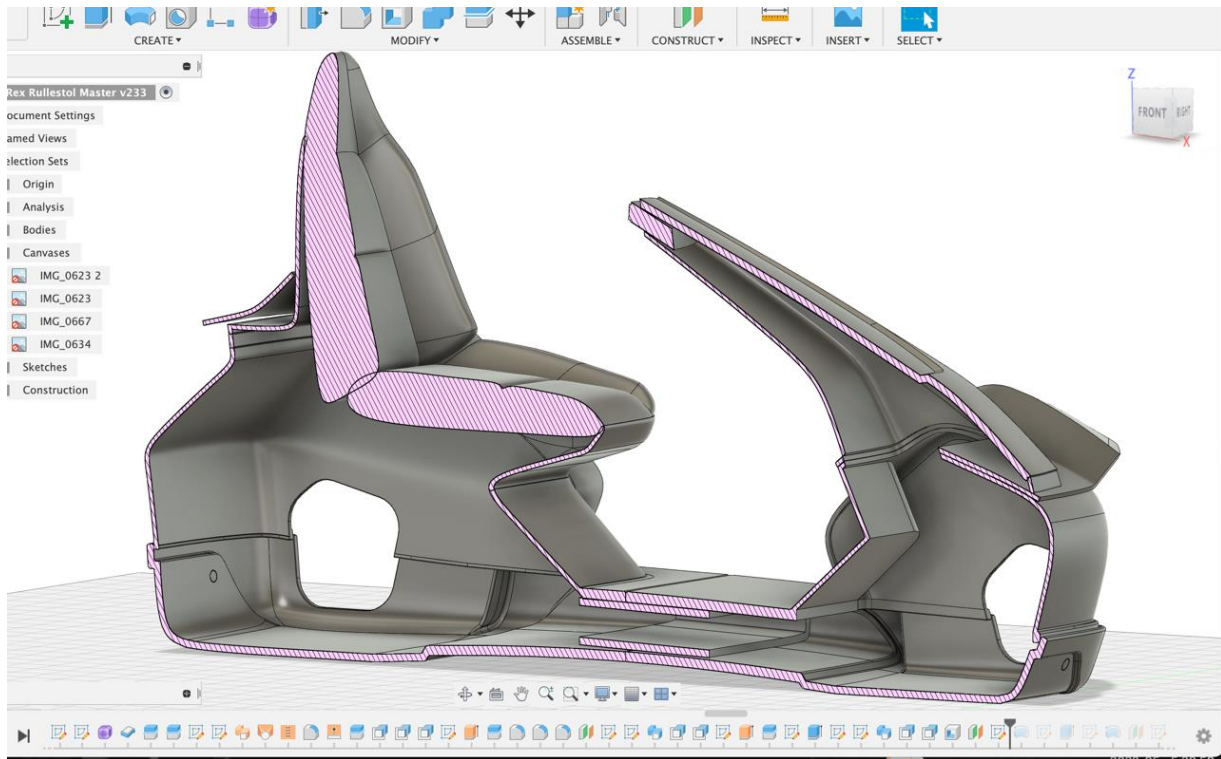
Figur 116 - Skjermdump fra 3D-modellering

Her kan en se hullet i forskjermen som nevnt tidligere. Dette hullet er noe større enn profilen til rattstammen. Rattstammen vil gå inn i hullet en ser på bildet, i det vinkelen på rattstammen justeres. Rotasjonspunktet vil være cirka langs den fremre kanten på det nevnte hullet. Gjennom dette hullet vil som sagt ledninger og diverse gå i gjennom.



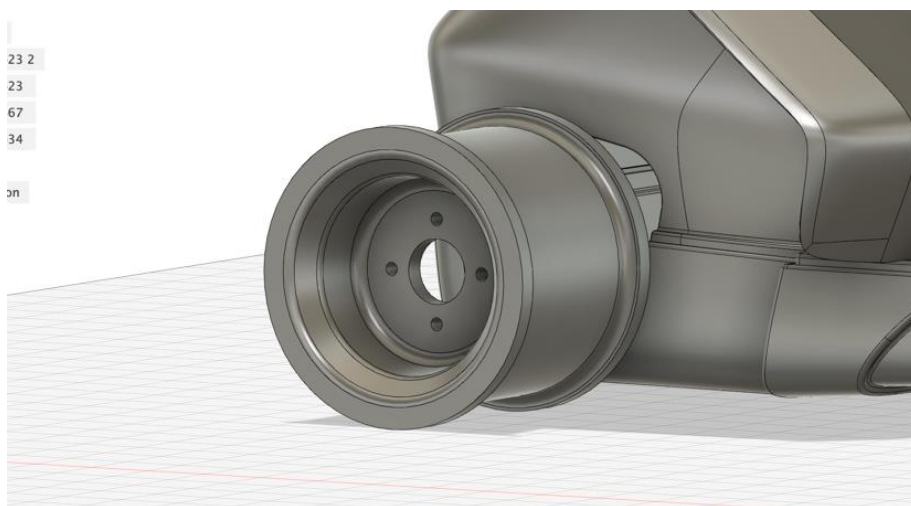
Figur 117 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under kan en igjen se en «split-view», der en ser kanalen mellom rattstammen, framskjermen og framdekselet.



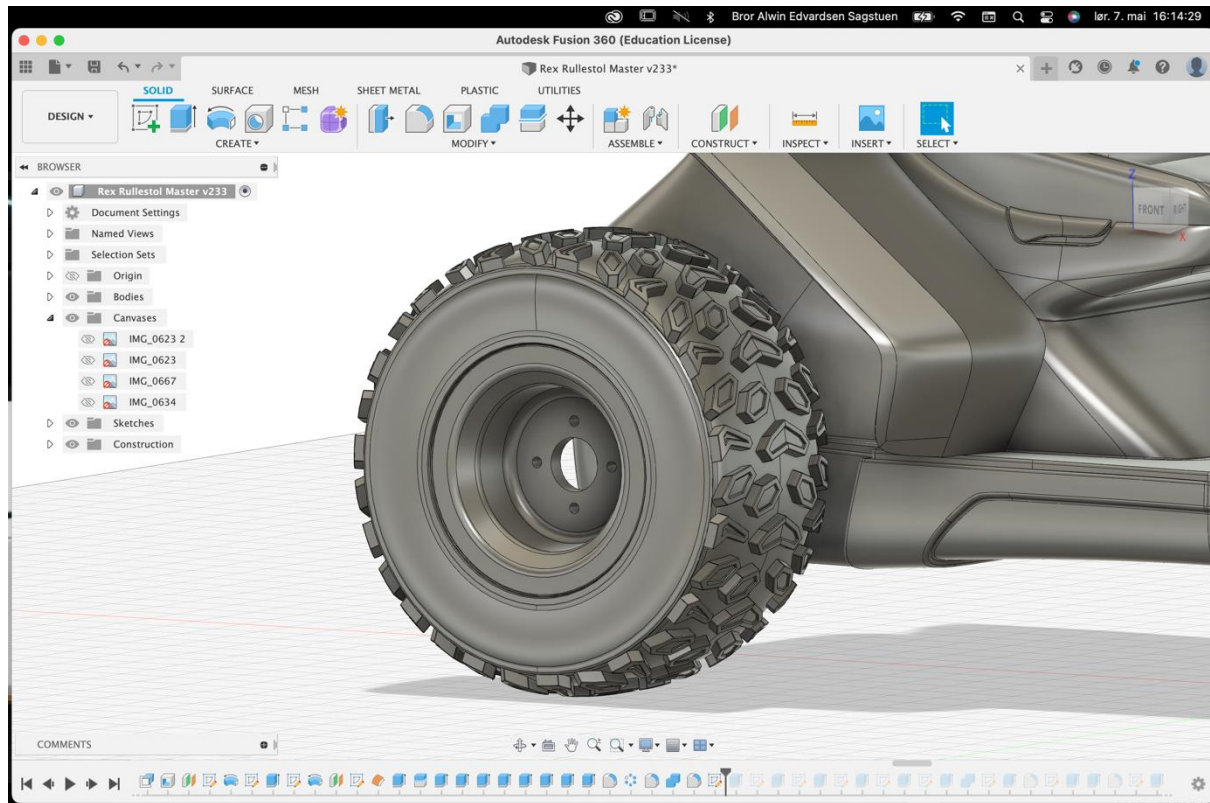
Figur 118 - Skjermdump fra 3D-modellering

Videre er hjul modellert; først felgene. Disse felgene har en vilkårlig utforming, det viktigste er at dimensjonene stemmer. Felgene vil kjøpes inn, ikke produseres selv. Felgene bak har en diameter på 23cm. Hjulene har en liten negativ camber, på et par grader.



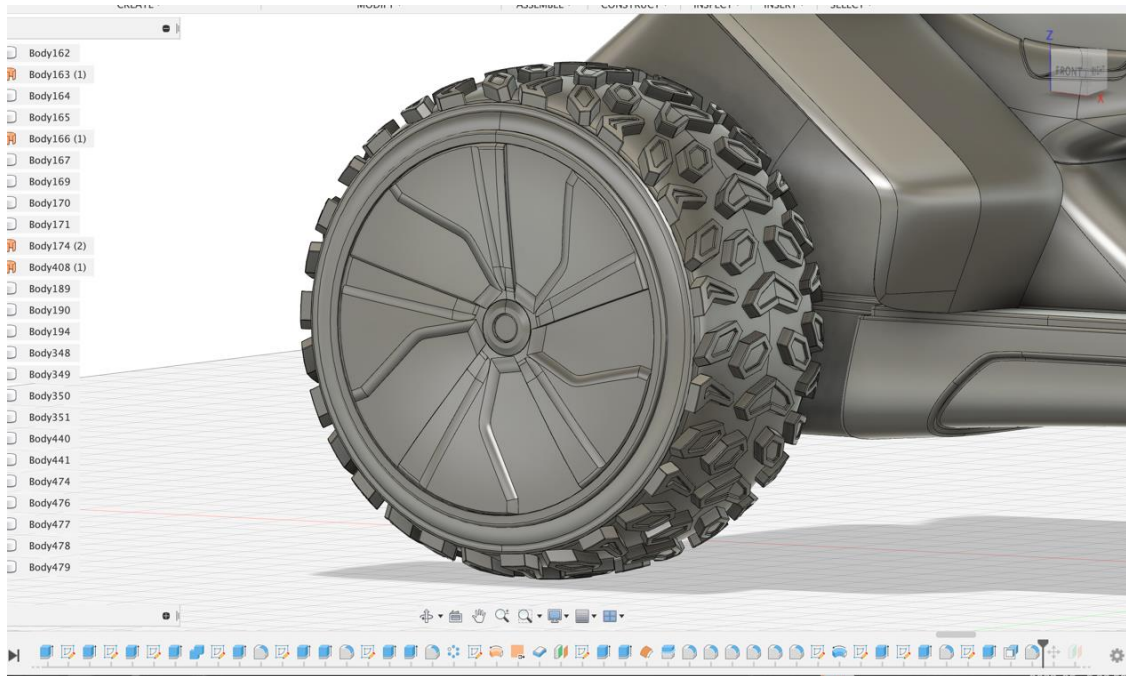
Figur 119 - Skjermdump fra 3D-modellering

Utformingen til dekkene er her heller ikke spesielt viktig, så lenge dimensjonene stemmer og de ligner det som finnes på markedet. Dekkene er modellert for å ligne en dekkserie fra Sunf, A014 (SUNF, 2022).. Dekkene har en ytre diameter på 40 cm.

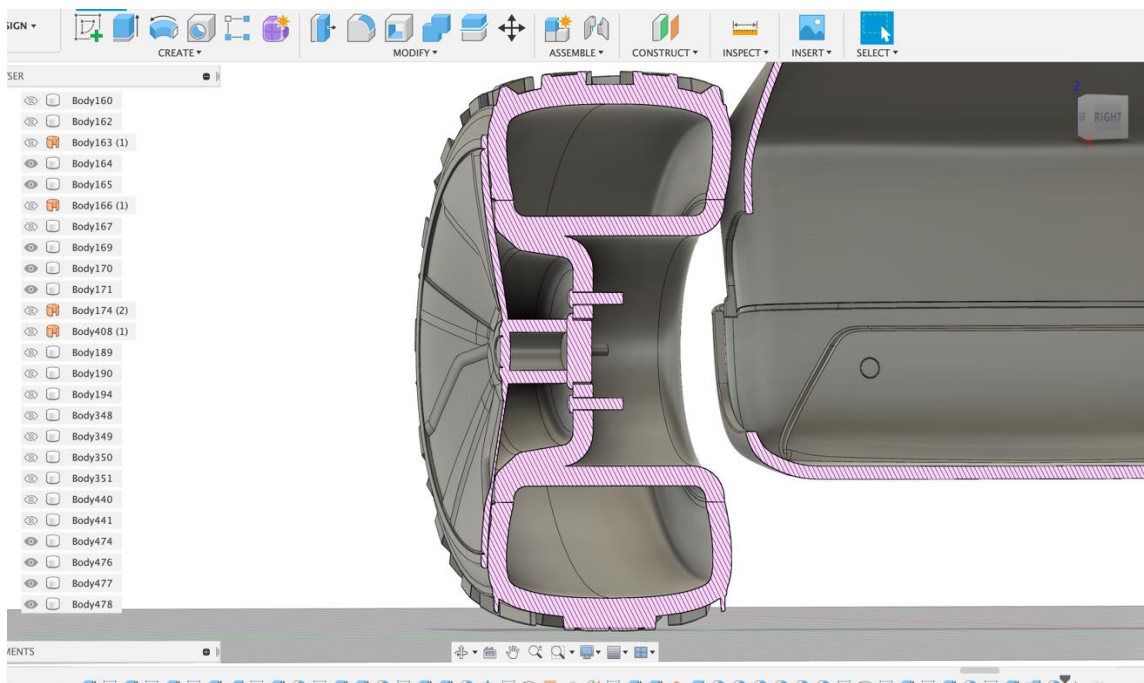


Figur 120 - Skjermdump fra 3D-modellering

Deretter ble hjulkapslene modellert, som skal dekke til sideflatene til hjulet. Kapslene er skrudd fast (evt. snapfit) til senterhullet av felgen (brukes ikke til å feste felgen, som gjøres av boltene rundt). Den ytre flaten til kapselen er produsert med termoforming. Et «sylinder profil» i metall eller plast er skrudd fast til senter kapselen, som fungerer som festet mellom kapselen og felgen. Se «split view» bildet. «Stickers» eller vinylfolie vil skjæres ut og klistres til områder på kapslene som skal være svarte (mellom «eikene»).



Figur 121 - Skjermdump fra 3D-modellering



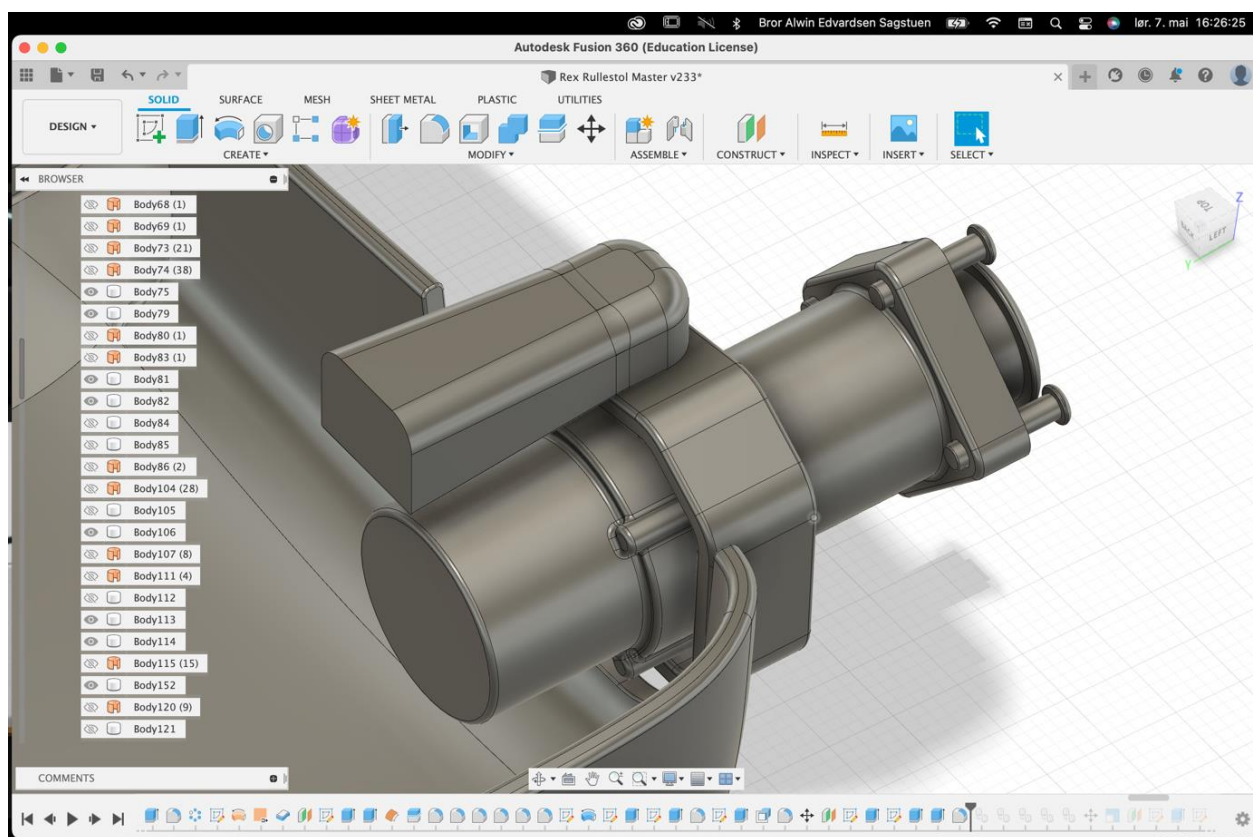
Figur 122 - Skjermdump fra 3D-modellering

En liten kapsel for senterhullet på felgen ble også modellert, for de som ikke ønsker å bruke hjulkapslene. Noen vil muligens foretrekke det «røffere» uttrykket til veldig høye dekk. Denne delen er standart og kjøpes sammen med felgen.

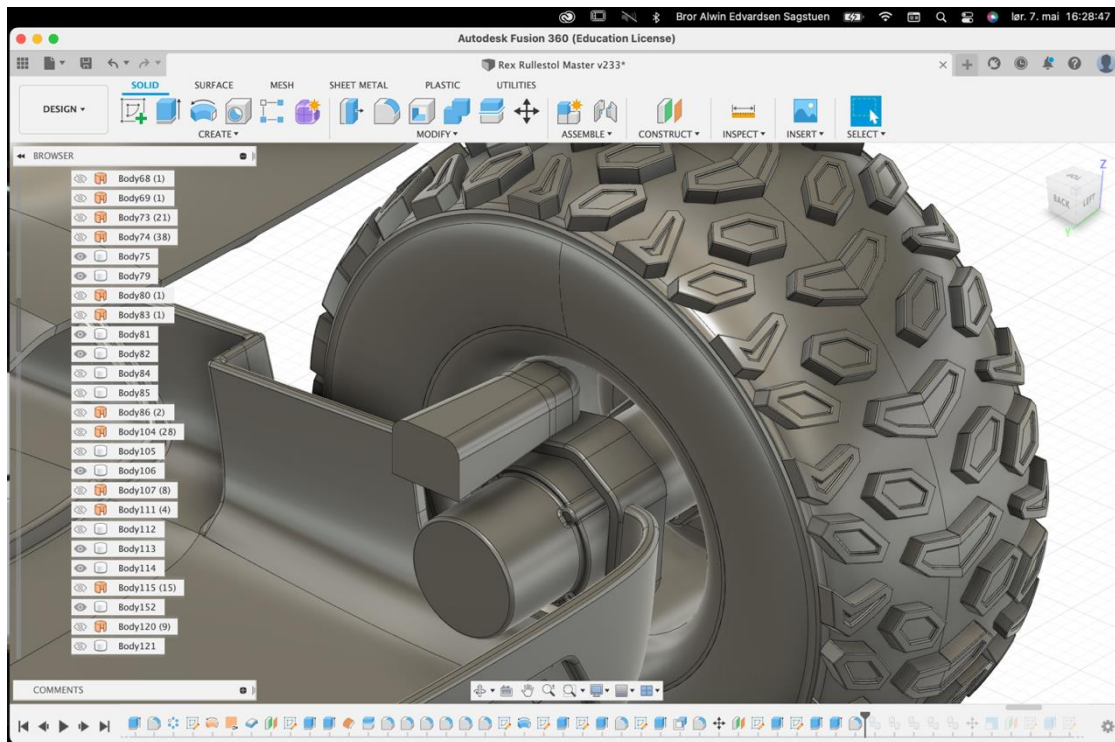


Figur 123 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under kan en se deler av hjulopphenget med motor. Dette er en av de få tekniske komponentene som ble modellert, da denne delen er veldig synlig på bilder, og er en sentral del av konseptet. Oppphenget har en kraftig øvre bærearm i metall. Denne kan produseres i støpt aluminium eller stål, eventuelt ekstruderte profiler om styrken er tilstrekkelig (samme materiale som interne rammen). Bærearmen skal være festet til rammen av kjøretøyet og en festeordning for motoren. Denne festeordningen er roterbar i forhold til bærearmen på framhjulene. Motoren er skrudd inn i denne delen, og akslingen fra motoren går gjennom og ut til andre siden, der den er festet til hjulet. Dette hjulopphenget er ikke ferdig utviklet, men er her først og fremst modellert for å kommunisere konseptet. Her trengs det simulering, testing og utvikling sammen med den interne rammen.

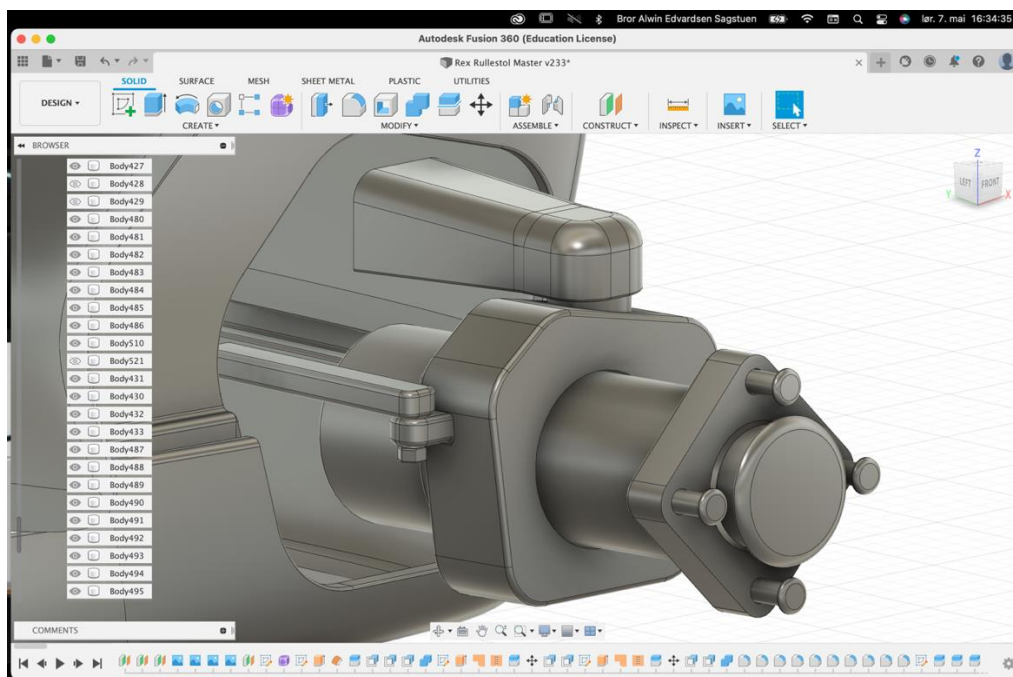


Figur 124 - Skjermdump fra 3D-modellering



Figur 125 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under ser en hjuloppheget foran, som er roterbart og har en styrearm. Som beskrevet har hvert hjul har motor tilkoblet til hjulet, for 4-hjulsdrift. Styringen foran er motorisert, «steer by wire».

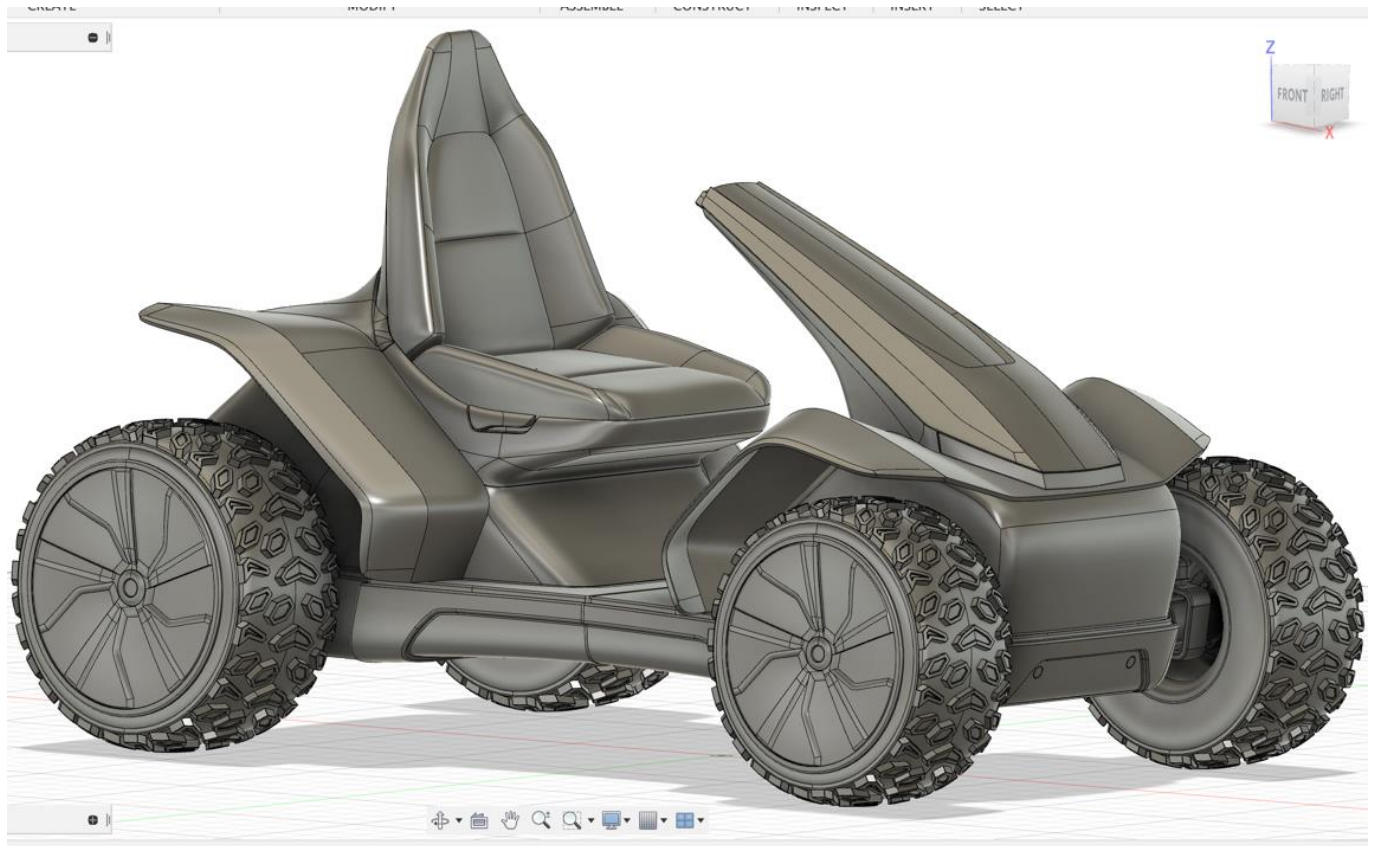


Figur 126 - Skjermdump fra 3D-modellering

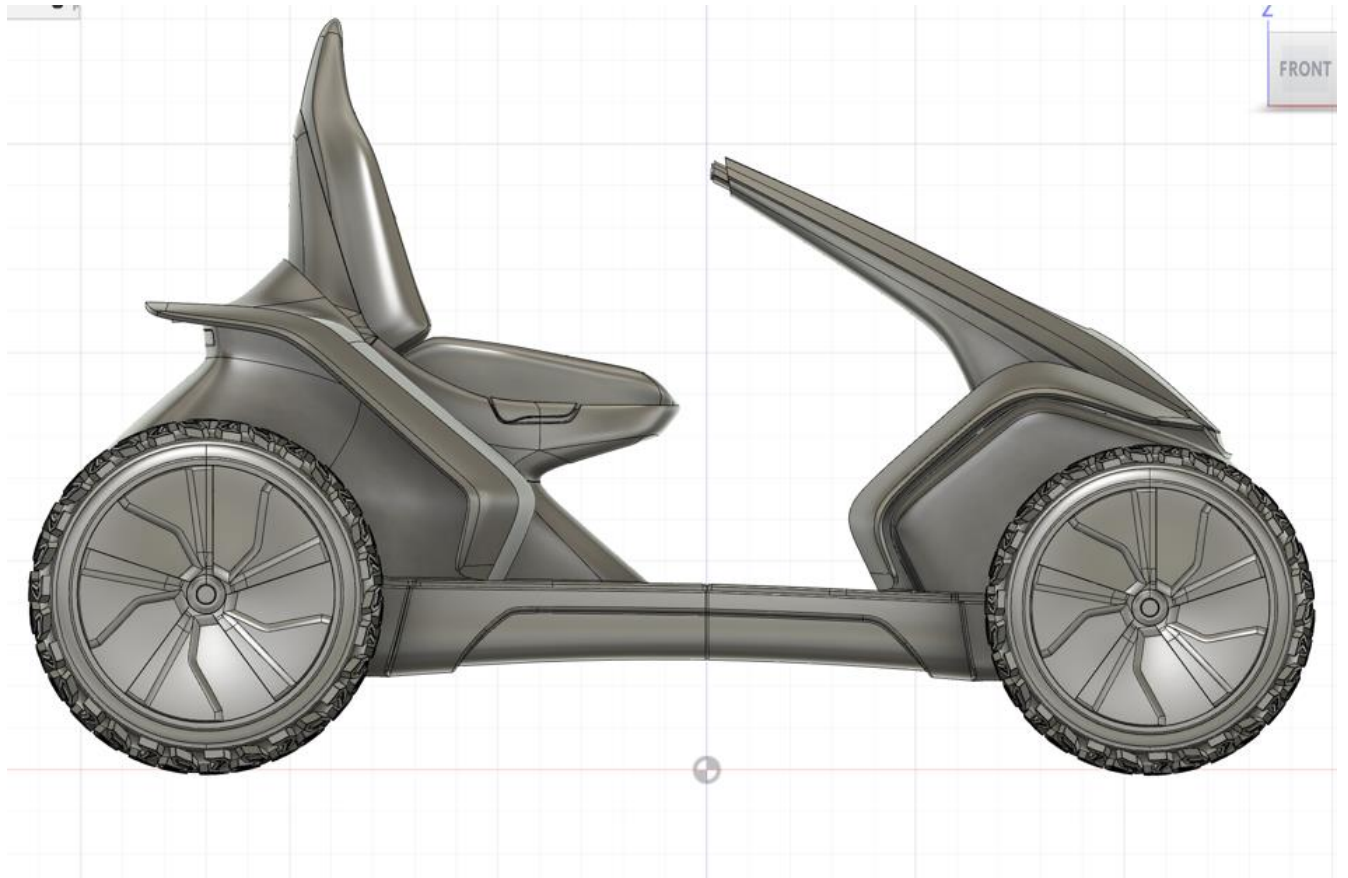


Figur 127 - Skjermdump fra 3D-modellering

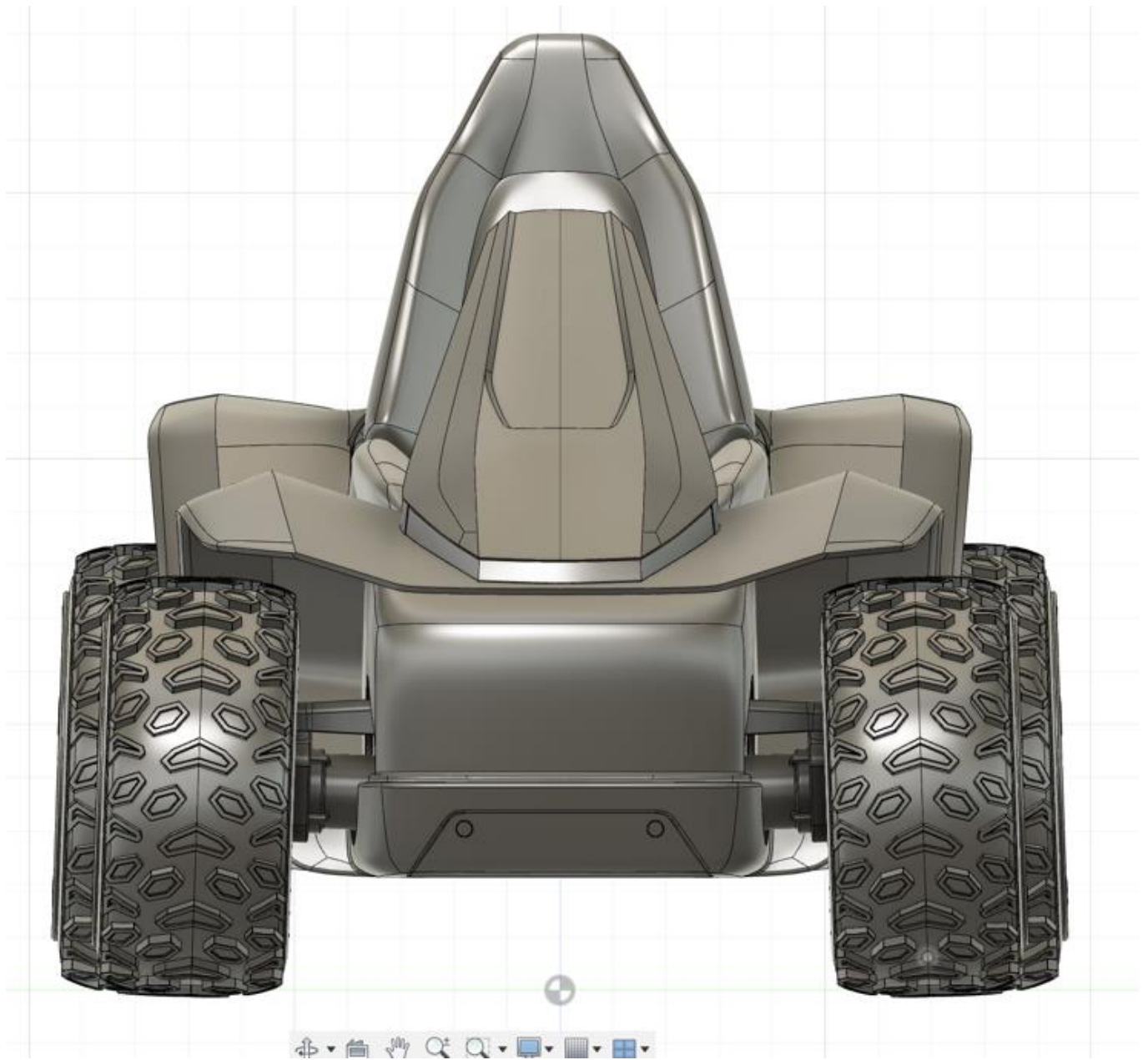
Under er modellen i sin helhet, uten ratt (se separat utviklingsprosess):



Figur 128 - Skjermdump fra 3D-modellering



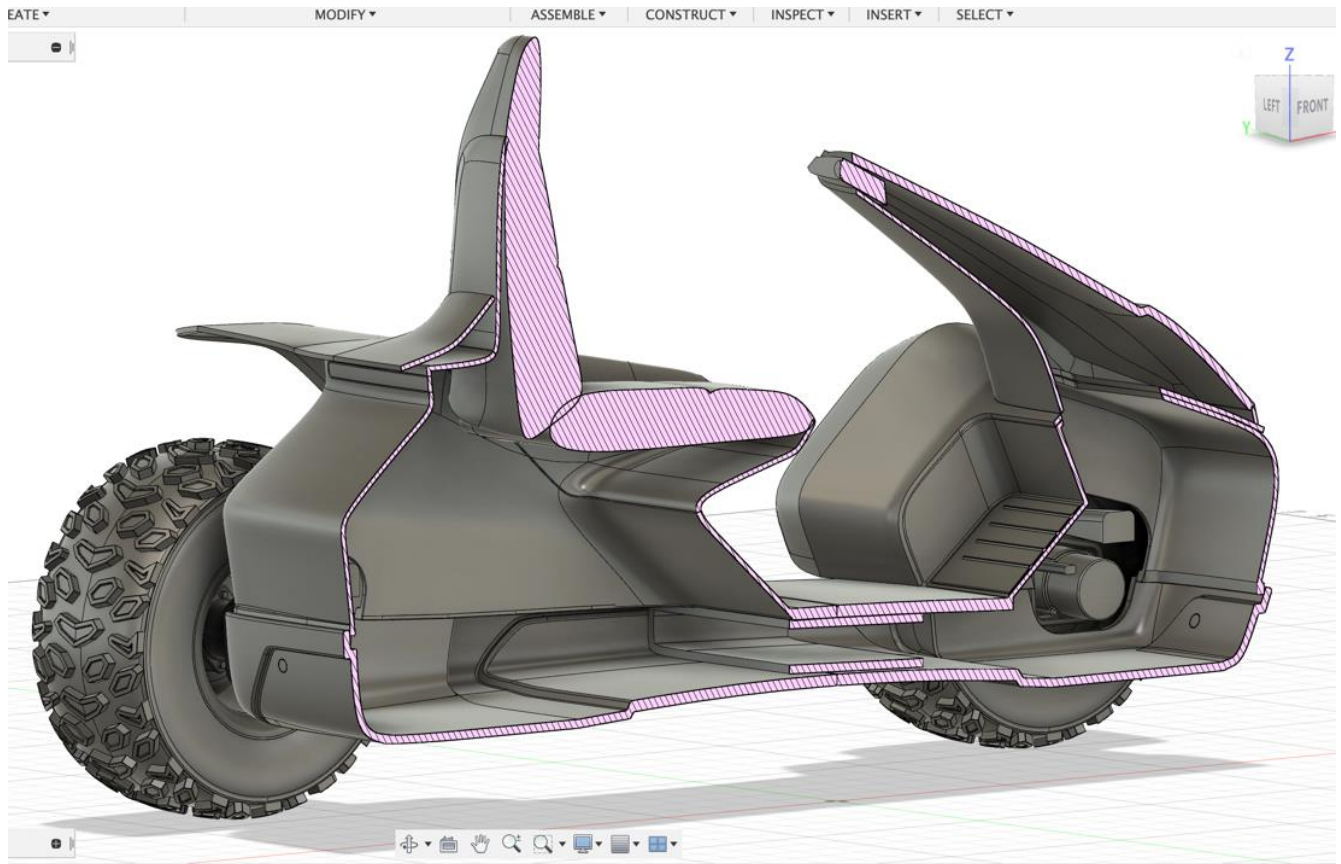
Figur 129 - Skjermdump fra 3D-modellering



Figur 130 - Skjermdump fra 3D-modellering



Figur 131 - Skjermdump fra 3D-modellering

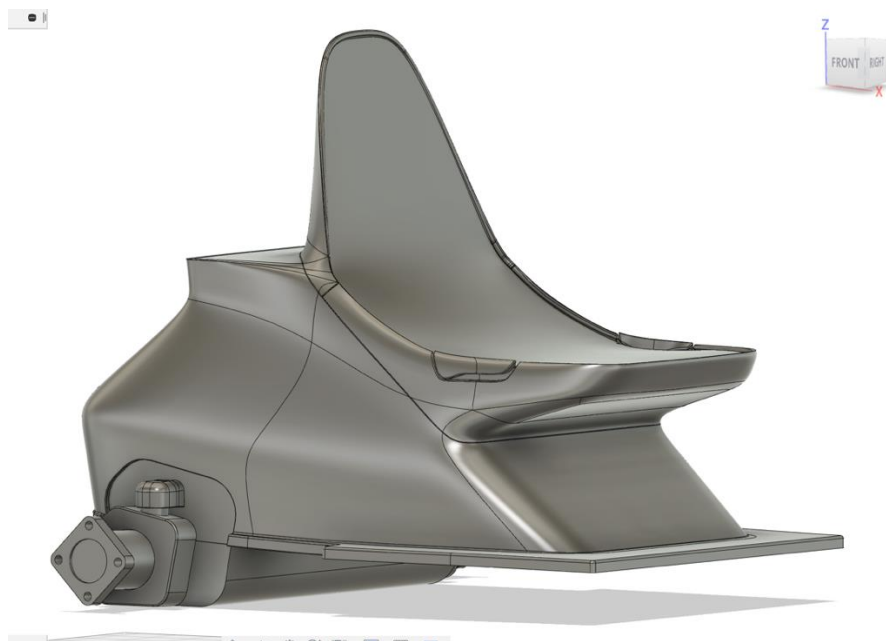


Figur 132 - Skjermdump fra 3D-modellering

2.21 Utvikling av fysisk 1:5 prototype

I henhold til oppgavebeskrivelsen, skal en visuell prototype lages. Prototypen skal kunne vise noen av funksjonene til produktet, som utvidbarhet. Denne vil lages ved hjelp av 3D-printing og diverse behandling. Først ble master-modellen først videreutviklet for å 3D-printes. Modellen skal være av 1:5, og den opprinnelige modellen er modellert for å ha riktig 1:1 dimensjoner for produksjon. Størrelser blir dermed vesentlig mindre, og 3D-printeren gruppen har tilgang til kan ikke printe nøyaktig nok. Veggene på dekslene ville for eksempel blitt svært tynne. Optimalt ville prototypen blitt printet med SLS-printer, som har ekstremt god nøyaktighet. En rask gjennomgang av utviklingen av modellen vises under.

Dekselet bak er fylt innvendig, slik at den blir en solid del. Et segment er i tillegg lagt inn rundt hjulopphengene, slik at de blir festet til denne delen. Åpningen som vil være der på det «ekte» produktet er markert med en kant, slik at prototypen blir relativt visuelt riktig.



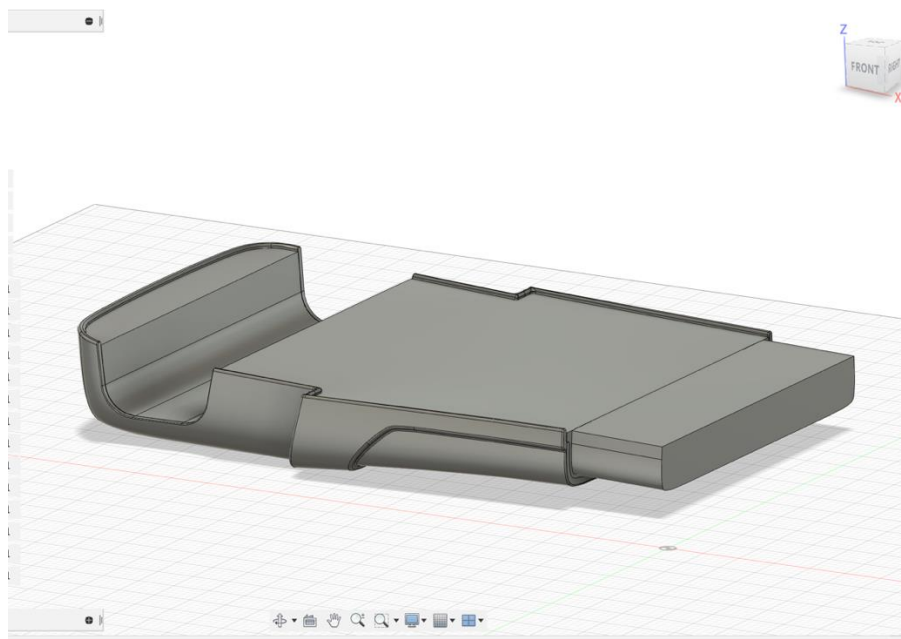
Figur 133 - Skjermdump fra 3D-modellerin

Setet er sammenføyet til 1 del, og baksiden er kuttet flat slik at den passer inn i den solide bakdelen vist i forrige bilde. Rundt den flate siden er et spor hvor kanten på bakdelen vil passe inn, for å gi inntrykk av at bakdekselet sitter «inntil» det myke setet.



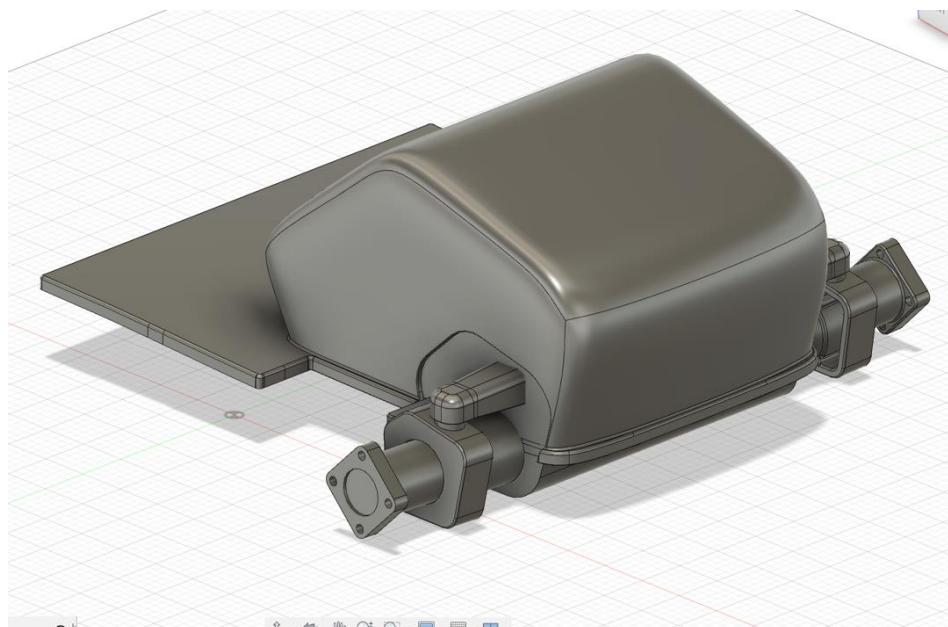
Figur 134 - Skjermdump fra 3D-modellering

Bunddelen bak er også fylt opp og gjort solid. Den har plass for segmentet som holder hjulopphengene, som vist tidligere på bakdelen. Gulvet som kommer frem når rullestolen utvides er festet til den bakre bunddelen.



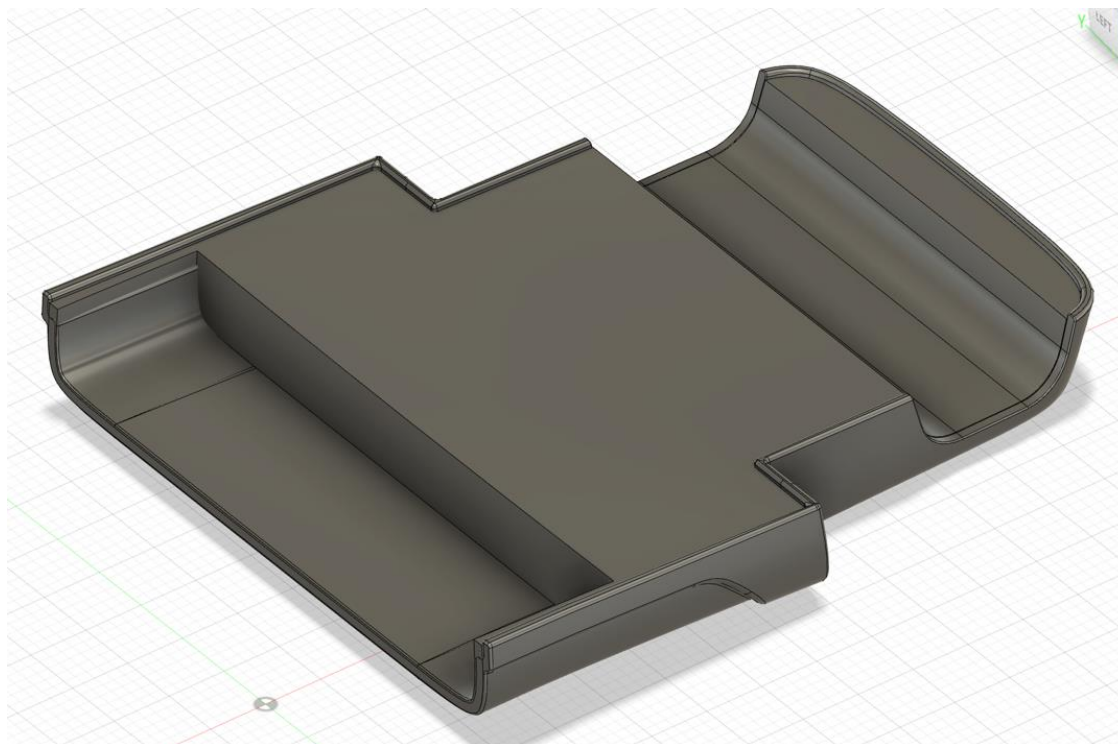
Figur 135 - Skjermdump fra 3D-modellering

De fremre delene av kjøretøyet har fått samme behandling som bakre.



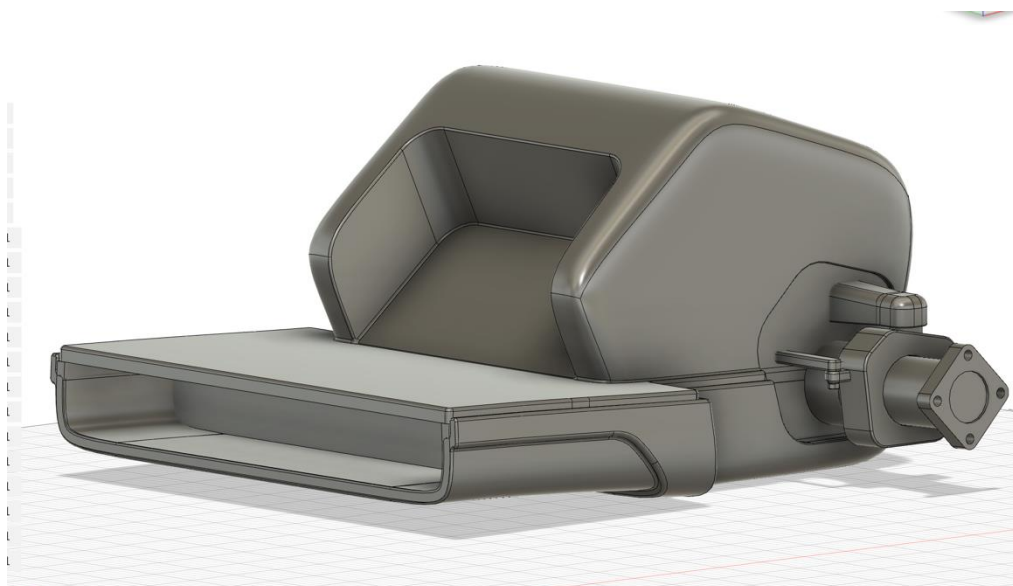
Figur 136 - Skjermdump fra 3D-modellering

En plass for det uttrekkbare gulvet er kuttet ut av den fremre bunden.



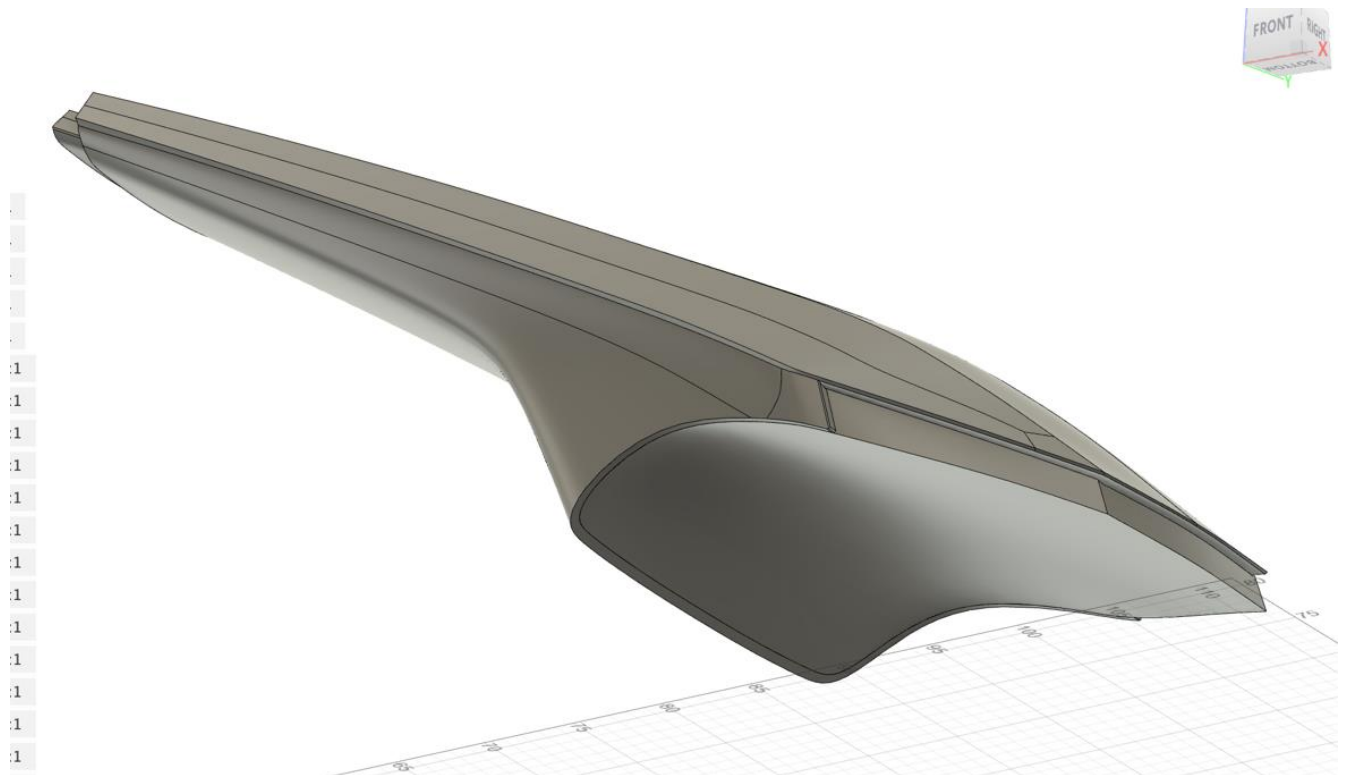
Figur 137 - Skjermdump fra 3D-modellering

Under kan en se de to fremre delene sammen, hvor en ser plassen dedikert for det uttrekkbare gulvet.



Figur 138 - Skjermdump fra 3D-modellering

Rattstammen gjort solid. Toppdekselet og lykta printes separat..



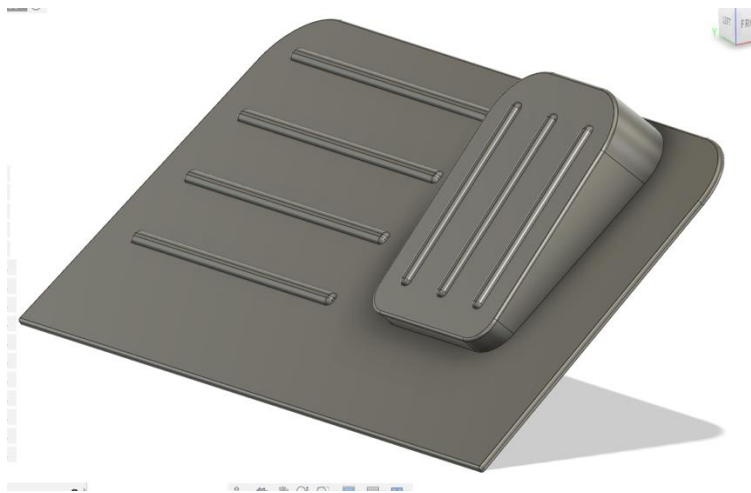
Figur 139 - Skjermdump fra 3D-modellering

Skjermene er økt i tykkelse, for å sørge for at printerne klarer å printe dem, samt. at de ikke blir for skjøre. Hullet i frem skjermen for ledninger og diverse er fjernet, da dette ikke har noen hensikt lenger med en fylt/solid fremdel og vil svekke prototypen.



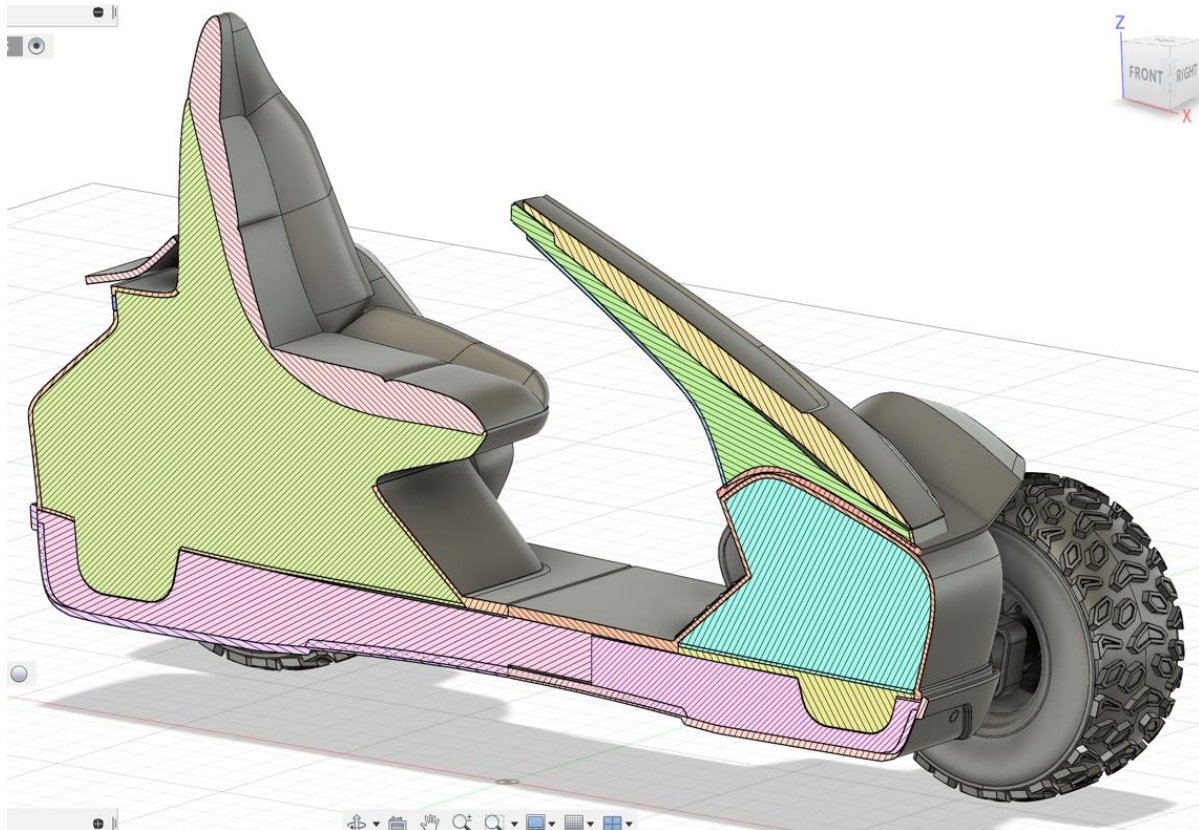
Figur 140 - Skjermdump fra 3D-modellering

Gasspedalen er festet til gulvet, slik at disse kan printes sammen..



Figur 141 - Skjermdump fra 3D-modellering

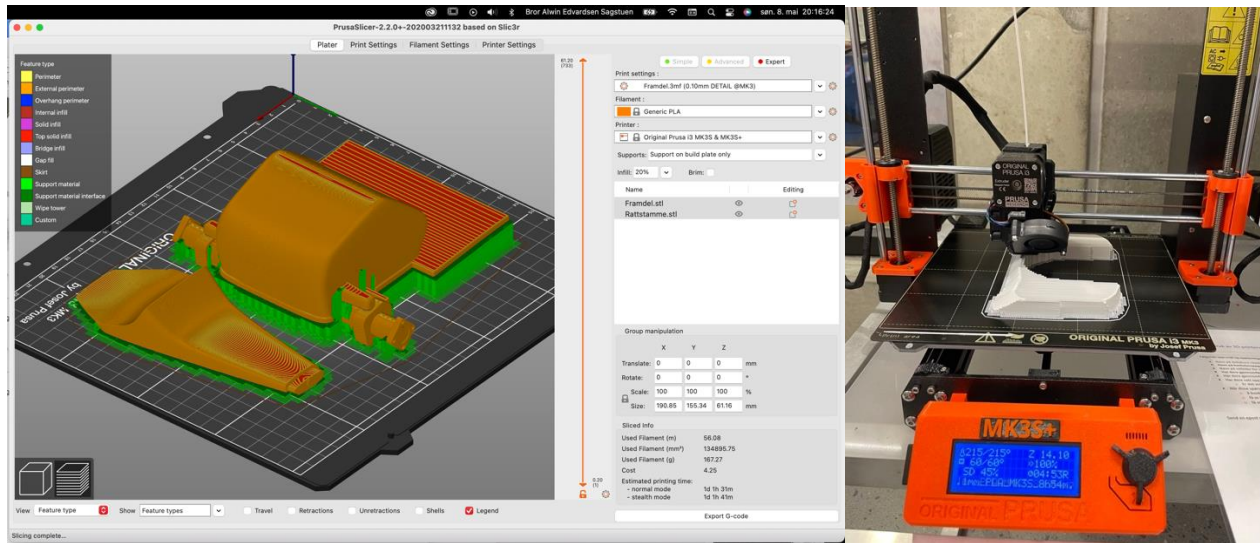
Her kan en til slutt se en «split-view» av modellen som skal 3D-printes, der en ser at de ulike delene er fylt og hvordan de sitter sammen.



Figur 142 - Skjermdump fra 3D-modellering

2.21.1 Printede deler

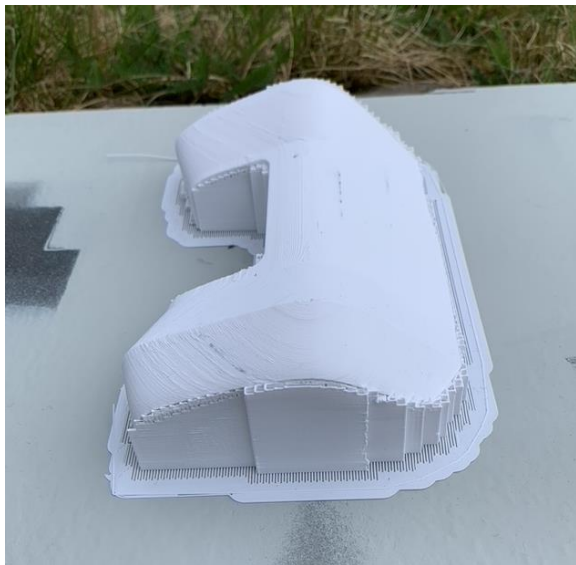
Delene ble printet på Prusa MK3S+ printere, i PLA. Printingen ble gjort over en periode på 5 dager, med en print-tid på 40 timer for den største delen.



Figur 143 - Egenprodusert collage av 3D-print prosessen

2.21.2 Behandling av deler

Under kan en se en ubehandlet 3D-printet del, for referanse.



Figur 144 - Egenprodusert bilde av ubehandlet 3D-print

«Supports» ble fjernet fra delene og de ble grovt pusset, før de ble lakkert med flere lag sprøytesparkel.



Figur 145 – Sprøytesparklede deler

Parallelt med behandlingen av delene ble utformingen til setet oppdatert. Slik som beskrevet tidligere, kom det frem at formen er noe misvisende med hensyn til størrelse. Dette ble spesielt tydelig når modell av setet ble printet, og gruppen fikk input fra diverse utenforstående. Et godt eksempel på den iterative, sykliske naturen til en designprosess. Resultat fra testing ga en liten redefinisjon av problemet, og løsning ble generert for så implementert. Under kan en se hvordan formen ble videreutviklet: først ved en rask bearbeiding av en fysisk test-modell, før endringen ble implementert i CAD-modellen og printet på nytt.



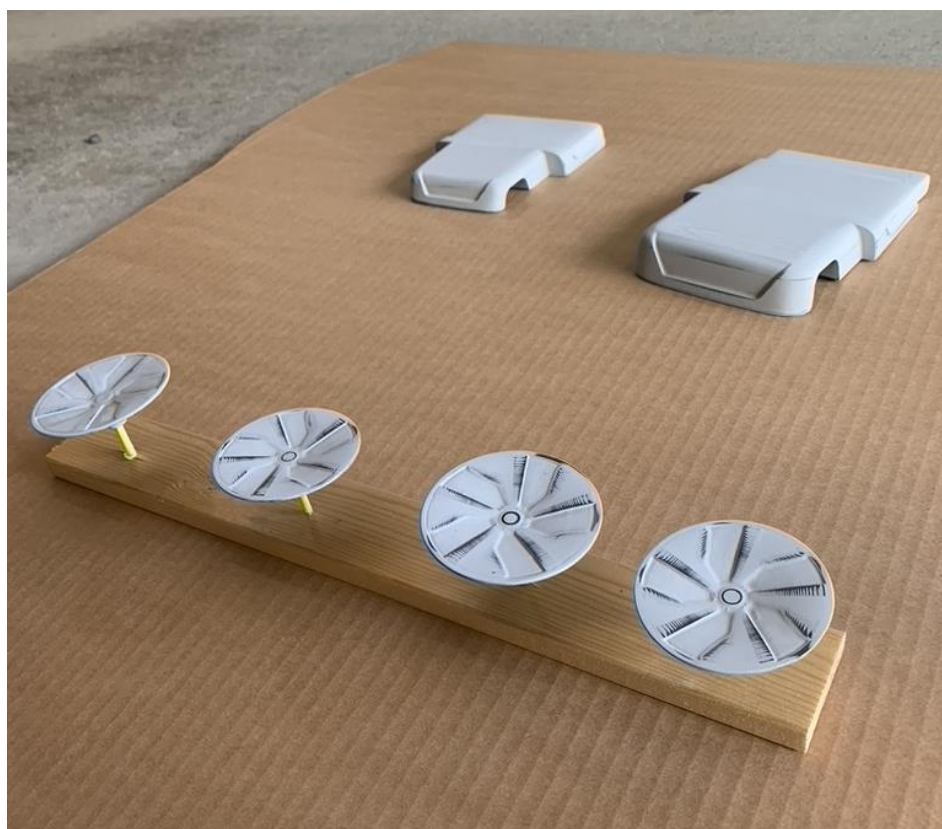
Figur 146 - Oppdatert fysisk setemodell

Under ser en alle delene til modellen ferdig grunnet med sprøytesparkel (ekskludert frem og baklykt).



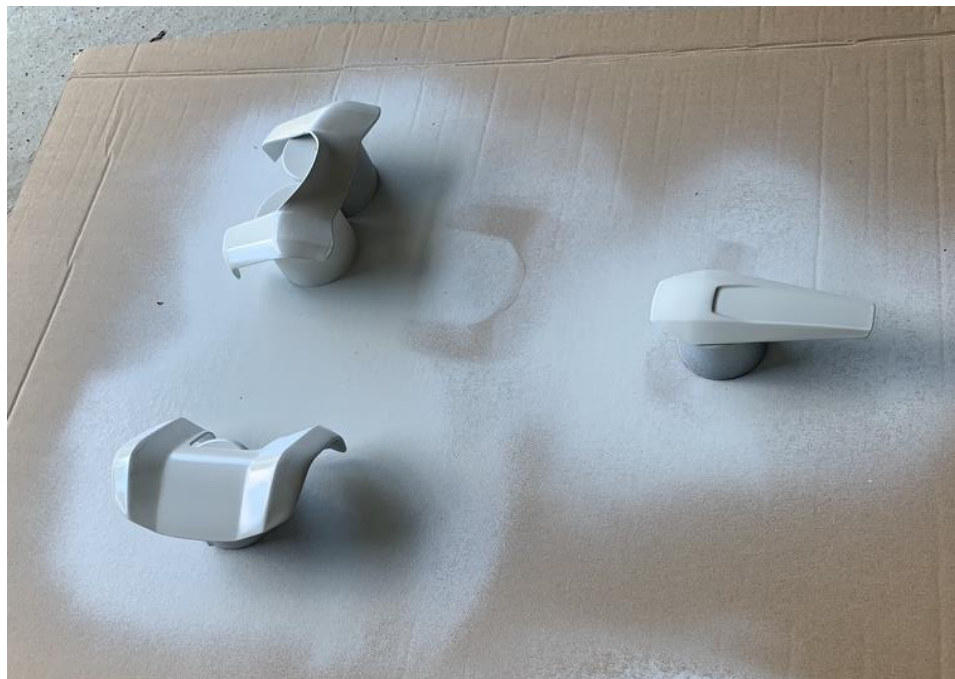
Figur 147 - Ferdig sparklede deler

Videre ble delene vannslipt, og gjort klare for lakking.



Figur 148 - Vannslipte deler

Delene ble lakkert med karosserilakk, i tiltenkt farge. Skjermer blankt hvite, og «kroppen» matt svart. Svart og hvit er valgt for å oppnå god kontrast mellom de ulike delene. Blanke deler er også enklere å få fine i hvit, og hvit viser former på en god måte.



Figur 149 - Lakkerte skjermer



Figur 150 - Lakkerte deler

Detaljer på felgene malt på med akrylmaling (ikke optimal løsning, ville brukt dekalering/klistremerker dersom det var mer tid)



Figur 151 - Maling av felgdetaljer

Hull ble boret der hjulene skal sitte fast, og hullet ble deretter gjenget. En M5 gjengestang ble så tilpasset og festet i hjulkapslene. Hjulene festes i kroppen ved at kapselen tres gjennom hullet på hjulene, og skrur fast i kroppen.



Figur 152 - Boring av hull til hjul



Figur 153 - S sammensatt dekk og kapsel, klart til å srus fast i kroppen

Under kan en se alle delene ferdig behandlet, klare for montering.



Figur 154 - Deler klare til montering

Montering ble gjort med boring av hull, skruer, ståltråd og smeltelim.



Figur 155 - Montering med skruer og diverse

3 Resultater

3.1 Renders

Her vises data-bilder av den endelige løsningen. Bildene er generert med Keyshot, et dedikert program for render av CAD-modeller.



Figur 156 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 157 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 158 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 159 - Egenprodusert Keyshot render



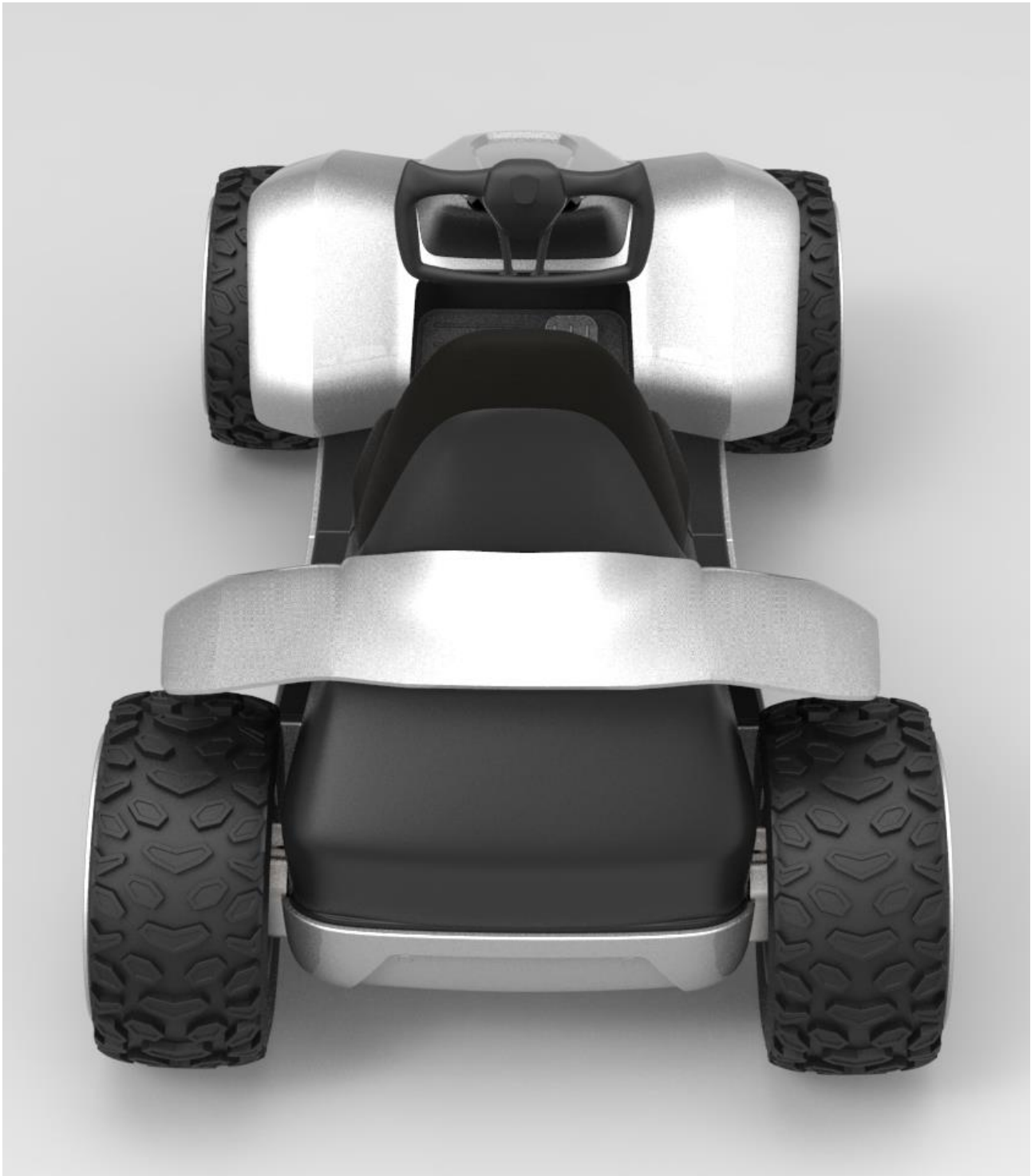
Figur 160 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 161 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 162 - Egenprodusert Keyshot render

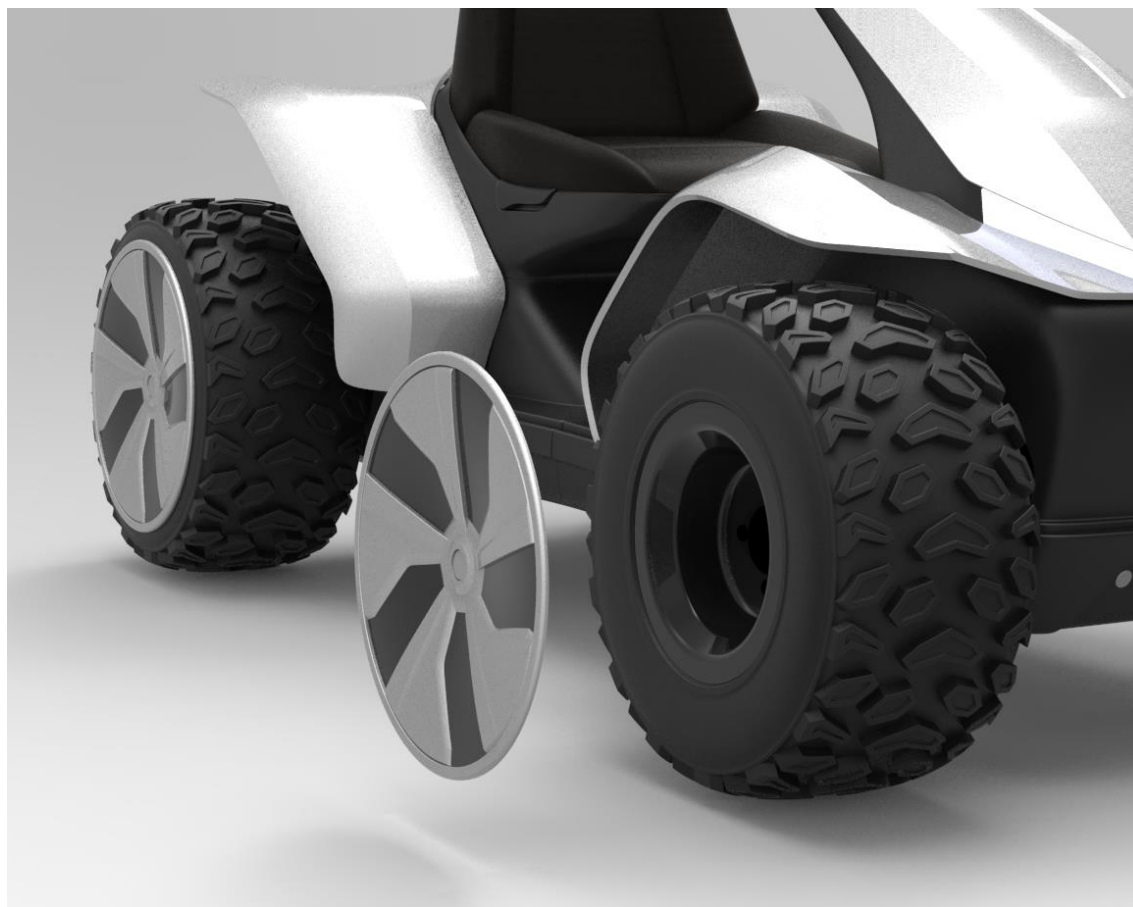


Figur 163 - Egenprodusert Keyshot render

3.1.1 Tilpasning

Her vises bilder av mulige tilpasninger for rullestolen.

Hjulkaaplene kan fjernes, for et «grovere» uttrykk, med høye grove dekk. I transportdesign-sammenheng, kan en sammenligne disse konfigurasjonene med «truck/SUV stil» mot «sporty/racing stil». Førstnevnte har grove dekk, mens sistnevnte har store felger med lavprofilsdekk.



Figur 164 - Egenprodusert Keyshot render

Under ser man spaken som brukes for tilpasning av setestillingen. Spaken på høyre side justerer stillingen til sitteflaten, mens spaken til venstre justerer vinkelen til ryggen.



Figur 165 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 166 - Egenprodusert Keyshot render

Her ser en setet flytte fremover. Sitteflaten skyves «diagonalt», i retning mot pedalene, slik at avstanden mellom setet og pedalen kan bli så kort som mulig. Rattstammen er også vinklet nedover, slik at rattet sitter lavere. Alle justeringene som vises herfra er fleksible, som vil si at justeringen kan gjøres presist mellom ytterpunktene.



Figur 167 - Egenprodusert Keyshot render

Under er også vinkelen til sete-ryggen justert frem.



Figur 168 - Egenprodusert Keyshot render

Her vises mulighetene for å forstørre rullestolen. Først ved forlenging av gulvet.



Figur 169 - Egenprodusert Keyshot render

Posisjonen til rattet er også justerbart. Under er rattet flytte nærmere brukeren, slik at rullestolen for en brukbar sittestilling i lang konfigurasjon.



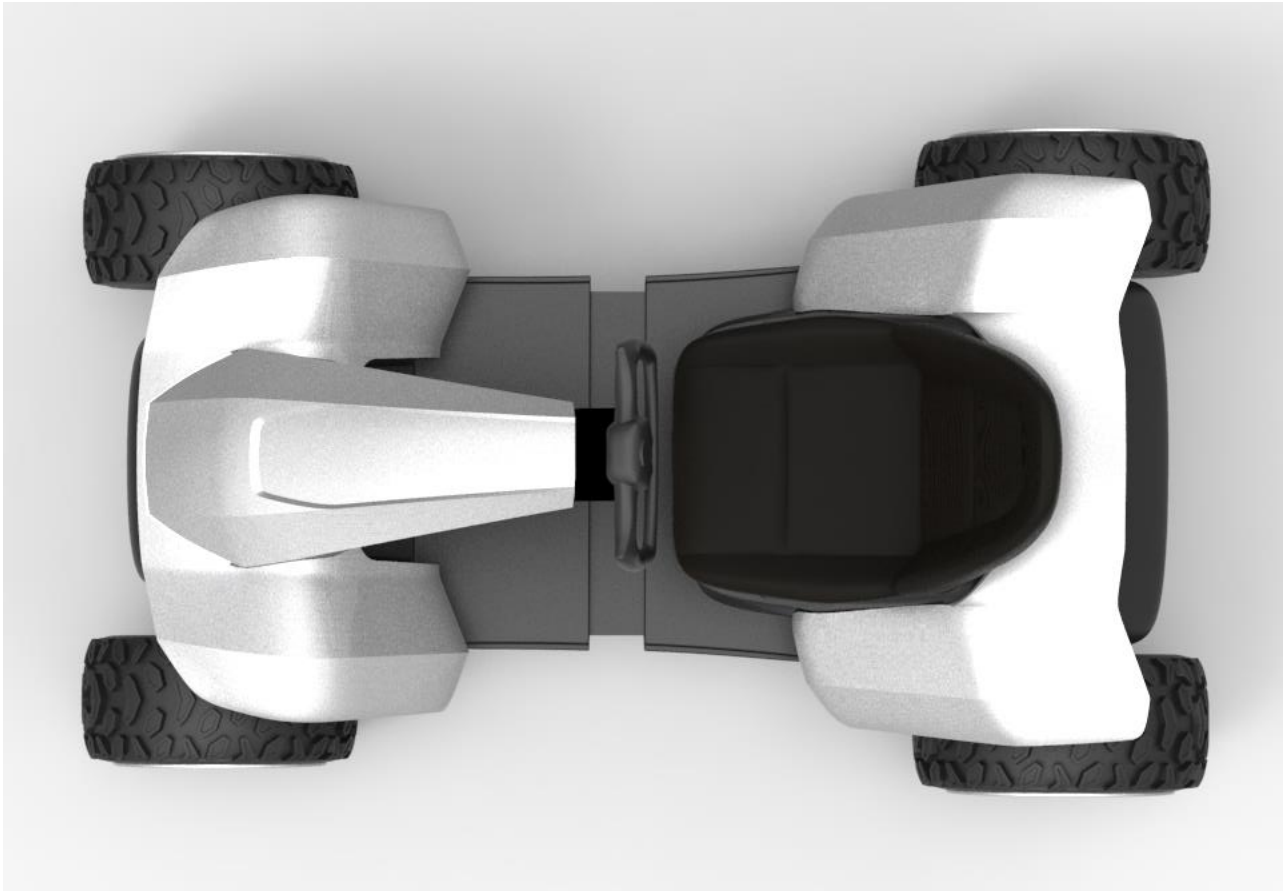
Figur 170 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 171 - Egenprodusert Keyshot render

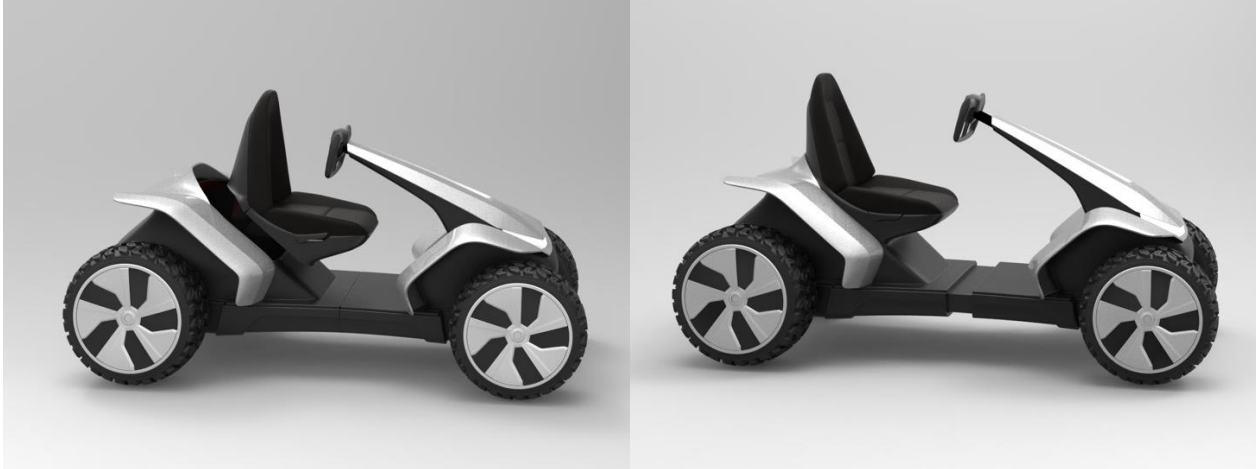


Figur 172 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 173 - Egenprodusert Keyshot render

Minste konfigurasjon mot største konfigurasjon:



Figur 174 - Egenprodusert Keyshot render

3.1.2 Resultat sammenlignet med Sunrise Raptor



Figur 175 - Egenprodusert Keyshot render sammenlignet med Sunrise Medical Raptor, bilde av Raptor er gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

3.2 Ulike farger

Produktet er tiltenkt å komme i ulike farger. De termo-fomede skjermene er da elementene som skifter farge. Selve plasten vil kunne produseres i et par ulike farger, men vinyl-wrapping av skjermene er en mye bedre egnet løsning for små-serie produksjonen produktet er tilrettelagt for. Friheten rundt fargevalg er dermed kun begrenset av vinyl-folie som finnes på markedet (med andre ord, ganske ubegrenset).

3.2.1 Svart, «Stealth look»



Figur 176 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 177 - Egenprodusert Keyshot render

3.2.2 «Karbon-fiber utseende»



Figur 178 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 179 - Egenprodusert Keyshot render

3.2.3 Rød



Figur 180 - Egenprodusert Keyshot render



Figur 181 - Egenprodusert Keyshot render

3.2.4 Blå



Figur 182 - Egenprodusert Keyshot render

3.2.5 «Racing-grønn»



Figur 183 - Egenprodusert Keyshot render

3.2.6 Lilla



Figur 184 - Egenprodusert Keyshot render

3.2.7 Gull/bronse



Figur 185 - Egenprodusert Keyshot render

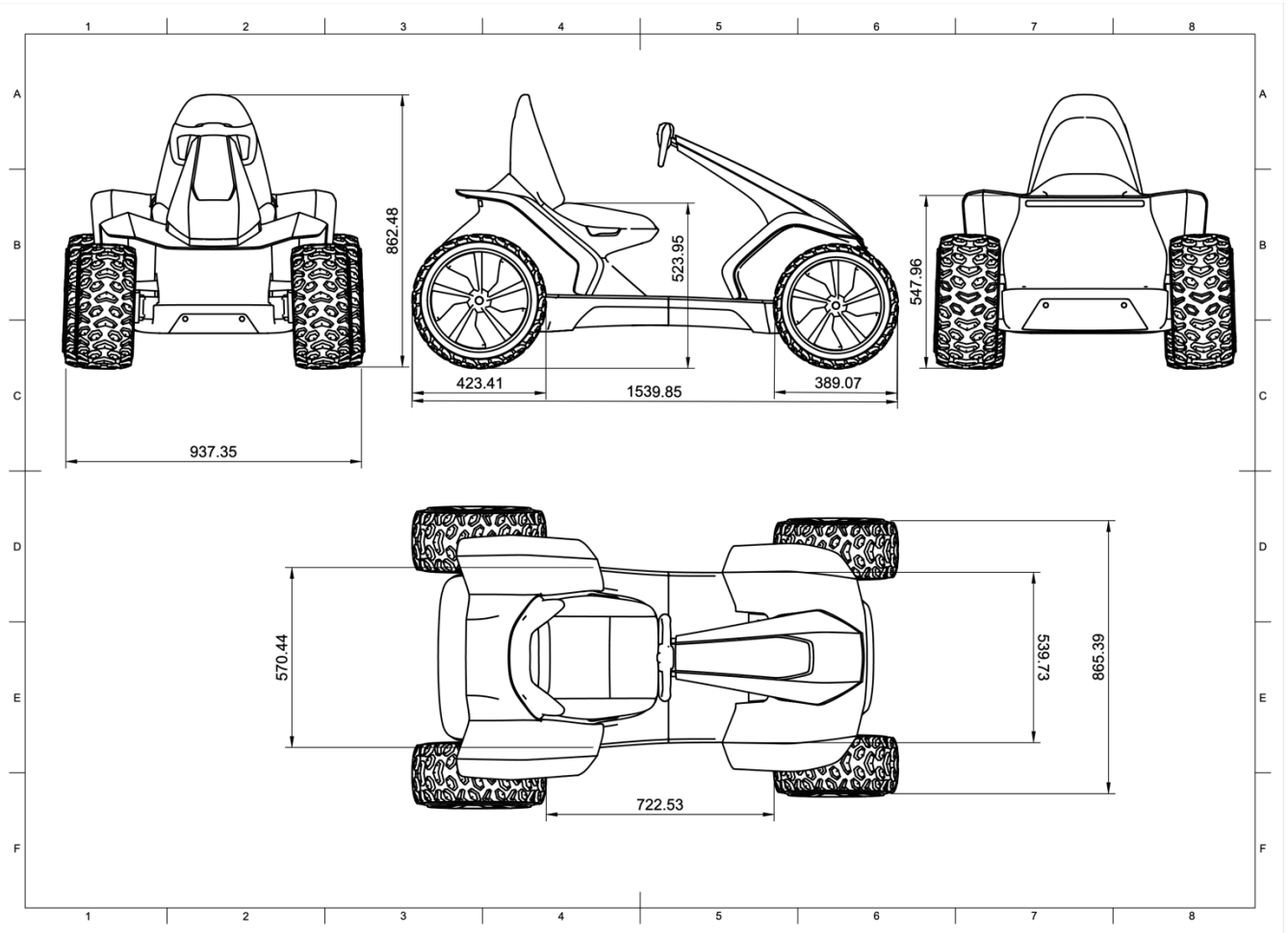
Med vinyl-wrapping vil en også kunne tilpasse deler av overflatene. Under kan en se bunndelen i 2 farger, sølv og svart.



Figur 186 - Egenprodusert Keyshot render

3.3 Dimensjoner

Tegningen under viser sentrale dimensjoner til konseptet, vist i first-angle projection.



Figur 187 – Egenprodusert tegning fra 3D-modell

3.4 Fysisk modell

Her presenteres en bildeserie av den fysiske modellen, lagd i skala 1:5.



Figur 188 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 189 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 190 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 191 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 192 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 193 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 194 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 195 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 196 - Egenprodusert bilde av fysisk modell

Under er rullestolen vist i lang konfigurasjon



Figur 197 - Egenprodusert bilde av fysisk modell



Figur 198 - Egenprodusert bilde av fysisk modell
227



Figur 199 - Egenprodusert bilde av fysisk modell

3.5 Løsninger

Her er en liste over løsningene i det endelige konseptet. Ikke alle disse inngår i bildene generert ovenfor, da gruppen har måtte prioritert i modelleringsfasen gitt tidsbegrensing. Nærmere beskrivelse av de viktigste løsningene finnes i idegenereringsfasen:

Tabell 11 - Oversikt over endelige løsninger

Løsninger
Høy-profil dekk med store kapsler, faste hjuloppheng
4 motorer, 1 på hvert hjul
Regenerativ bremsing – 1 pedal
Hengsling/aksling på midten som er fjæret
Utvidbart gulv
Dimensjoner 100cm*145-160cm
Aluminium ramme (5000 serie)
Bunnplate som kan byttes ut
Telefon som display, vinning av sentral informasjon og drivemodes
Negativ camber på hjulene
Veltebøyle integrert i setet
Ratt for variert grep
«Steer by wire» styring, motorisert styring med låsing
Manuell setejustering med spaker
Justering av vinkel og lengde på rattstamme
Ultra soniske avstandsmålere foran og bak, automatisk nødstop
Betjeningsknapper på rattet, samt mulighet for håndgass
«Vinyl-wrapping» av skjermer
Litium-ion batterier

4 Diskusjon

I denne delen skal prosjektets resultater diskuteres i forhold til problemstillingen og målene til prosjektet. Først skal vi vurdere den endelige løsningen opp mot kravspesifikasjonene. Deretter vil vi diskutere resultatene på en mer overordnet nivå.

4.1 Kravspesifikasjoner

Grønn: Fullstendig oppfylt (2)

Gul: Delvis oppfylt (1)

Rødt: Ikke oppfylt (0)



Figur 200 - Egenprodusert Keyshot render

En kommentar ligger i det markerte feltet, i tilfeller hvor det behøves.

Tabell 12 - Kravspesifikasjoner for endelig modell

Kravspesifikasjoner	Må (3)	Bør (2)	Kan (1)
Hovedkriterier:			
Rullestolen skal ikke oppfattes som et hjelpemiddel. De skal appellere til brukere uavhengig om det trenger den som hjelpemiddel	Resultatet har et sporty og moderne uttrykk, som basert på brukerinntut hittil og folk generelt, skiller seg fra andre rullestoler. Respons fra Raptor brukere og Twitter brukes her som grunnlag.		
Den skal ha utseende som vekker	Designet vekker assosiasjoner til alle		

assosiasjoner til andre kjøretøy som sportsbiler, terrengbiler, ATV el.	disse. Basert på brukerrespons oppleves den som en blanding mellom ATV og Gokart.		
Gode terrengegenskaper: Bedre grep Hindertakning >10cm Snudiameter < 205cm Stabil i sideveis helning > 15° Stabil i opp/ned helning > 12°	Bred hjulstilling og store hjul/dekk og 4-hjulstrekk bør gi gode egenskaper, basert på testing av rullestoler med lignende oppsett (Sunrise X8). Her må riktignok ordentlig testing til, dersom vi ønsker pålitelig bedømming. For dette kreves en funksjonell prototype.		
Appellere og fungere for brukere fra 6 til 21 år: Høyde opp til 180cm Vekt opp til 100kg	Konseptet vil basert på input fra potensielle brukere, appellere ti mennesker opp til 21 år. Dette er som følge av utseende, størrelse og egenskaper. Etter Twitter innlegget ble det klart at produktet appellerer til mange, også uavhengig av funksjonsevne.		
God brukbarhet med tilpasningsmuligheter for mennesker med	Rullestolen kan tilpasses i størrelse og setestilling. Den kan også ha		

<p>ulike funksjonsevner – Spesielt nedsatt gangfunksjon</p>	<p>både gass/brems for hender og føtter. Slik det står nå, er en svakhet at den kun har mulighet for ratt. Konseptet skal ha mulighet for joy-stick på armene, men dette ble det ikke tilstrekkelig tid til å utvikle.</p>		
<p>Morsom i bruk – Den skal ha kjøredynamikk som minner om bil, gokart ol.</p>	<p>Formatet og terregegenskapene vil åpne for veldig morsom kjøreopplevelse som minner om større kjøretøy. Dette må riktignok også testes i praksis, og målet settes derfor som delvis oppfylt. Når det er sagt er vi veldig sikre på at konseptet er meget morsomt å bruke..</p>		
<p>Produserbart – Designet for rimelige produksjonsmetoder</p>	<p>Resultatet er godt tilrettelagt for produksjon, på grunn av sin enkelhet. Panelene på utsiden er utviklet for termoforming, den har ikke avanserte hjuloppheng eller styring.</p>		

	Setet er den dyreste delen å produsere.		
Bærekraft – Lett å demontere, resirkulerbare materialer og lavt utslipp i produksjon	Konseptet vil være relativt lett å ta fra hverandre gitt enkelheten. Li-ion batterier åpner for gjenbruk av elbil-batterier vil være gunstig for miljøavtrykk. Dette må også utforskes ytterligere, men vil etter samtaler med Nullutslipp AS være fullt mulig.		
Brukbarhet:			
Minimum besvær – ratt, pedaler ol. skal kreve minst mulig kraft	Styringen er helt motorisert, og kan derfor sette minimum krav til kraft fra brukeren. Bruker slipper å flytte foten av til en dedikert bremse-pedal, som er gunstig. Et viktig moment her er inn- og utstigning, et aspekt hvor potensiell bruker har vist bekymring.		
Enkel og intuitiv i bruk – Det skal være enkelt å	Funksjonaliteten er veldig naturlig, da det er		

<p>forstå hvordan man bruker rullestolen, uavhengig av kunnskaper og erfaring</p>	<p>som en bil. Biler er veletablert i kulturen vår, vi blir gjerne kjent med de fra vi er barn.</p> <p>Løsningen med at telefon brukes som info-display gjør at brukeren ikke må lære å bruke noe helt nytt, men en gjenstand de allerede er kjent med. Dessverre er dette et aspekt som måtte nedprioriteres i prosjektet, og bør derfor testes ordentlig med prototyper for god vurdering.</p>		
<p>Fleksibel i bruk – Rullestolen skal kunne tilpasses til ulike preferanser</p>		<p>Størrelse, sittestilling og egenskapene til motorene vil kunne tilpasses.</p>	
<p>Toleranse for feil – Det skal ikke være farlig å gjøre noe feil på rullestolen</p>	<p>Nødstopp med ultrasoniske avstandsmålere reduserer risiko for at bruker kræsjer i omgivelser. Fjernstyrt nødstopp vi app er også tiltenkt implementert. Disse</p>		

	<p>aspektene burde helt utvikles i funksjonell prototype for vurdering, men teknologien er veletablert i andre produkter som biler.</p> <p>Automatisk bremsing i det bruker slipper opp på gass-pedalen er med på å bedre sikkerheten.</p>		
<p>Tilstrekkelig plass – Den skal ha tilstrekkelig plass i interiøret, slik at flest mulig brukere kan føle seg komfortable i den</p>	<p>Rullestolen har god plass dedikert til brukeren, blant annet takket være li-ion batterier. Dette kan også økes ved justering.</p>		
<p>Krav til utforming:</p>			
<p>Skal ikke være vesentlig større enn vanlige elektriske rullestoler – kunne brukes i samme scenarioer som tradisjonelle elektriske rullestoler: Lengde < 160cm Bredde < 100cm</p>	<p>Se dimensjons-tegning</p>		
<p>Ratt</p>			

Høyere sitteøyde enn Raptor		Se dimensjons-tegning	
Mulighet for joystickstyring		Slik konseptet står nå er dette ikke dette implementert, men som sagt planlagt implementert. Dette vil implementeres gjennom armstøtter, og vil fungere da styringen er motorisert.	
Aerodynamisk			Helt klart aerodynamisk for rullestol å være. Her kunne vi kjørt simuleringer for å bekrefte dette, men ble ikke prioritert da dette ikke er et betydelig krav.
Tekniske krav:			
Standardsete med bedre støtte enn på Raptor	Setet har muligheter for justering av sittestilling, og har mye mer støtte enn i Raptor.		
Roterbart sete		Kan ikke rotere slik konseptet står nå,	

		gitt at setet er integrert inn i produktet på en veldig sammenhengende måte. Dette er en av de største svakhetene, og er noe som har blitt etterlyst i intervju med potensiell bruker.	
Mulighet for montering av andre typer seter med overgang fra ett setemerke til et annet			Ikke mulig på en enkel måte da setet fungerer som en veltebøyle.
Oppfellbart ratt		Vinkelen på rattstammen kan justeres, men rattet kan ikke vinkles helt opp.	
Skal kunne utvides i størrelse – Passe for mennesker av ulikstørrelse, og kunne vokse med bruker			

Hastighet på maks 15km/t med justerbarhet			
Nødstop – på rullestolen og ekstern		App og ultrasoniske sensorer.	
Mulighet for ledsagerstyring			Vil kunne implementeres, men må festes i setet, som kan bli noe komplisert.
Støtdemping på alle hjul – Skal være bedre enn på Raptor og bør være uavhengige		Alle hjul har støtdemping i form av svært tykke dekk skjult bak hjulkapslene. All testing tilsier dette vil gi veldig gode egenskaper. Sunrise X8 har mindre dekk og smalere hjulstilling, men har god fjæring og stabilitet.	
Aktive og passive sikkerhetsfunksjoner – Hindrer kollisjoner og fare ved kollisjon		Gode aktive sikkerhetsfunksjoner , men kan bli bedre på passive. Setebelte bør helt klart implementeres. Vi	

		hadde sett på dette om vi hadde hatt mer tid.	
4-hjulstrekk			
Lavt tyngdepunkt og god stabilitet – Det skal ikke være mulig å velte den under vanlig bruk			
Elektroniske hjelpemidler for kjøring (ABS, Traction Control o.l.)			Datastyrt motor på hvert hjul.
Mulighet for å endre innstillinger som fart, drivemodus el. på et instrumentpanel		Ved å koble til mobiltelefon	
LED Lykter foran og bak – kjørellys som gir tilstrekkelig syn under alle lysforhold og bremselys som signaliserer når kjøretøyet bremses			
Mulighet for å se bakover uten å snu seg			Vil kunne bli mulig med framkameraet på telefonen som festes over rattet.

			Brukeren slipper å snu nakken, kun flytte seg litt i motsatt side som kamera sitter på telefonen. Dette må riktignok testes i praksis før en kan gjøre en sikker bedømming.
Moderne batteriløsning		Li-ion og evt. gjenbruk.	
Mulighet for både håndgass og fotgass		Håndgass er tiltenkt implementert.	
Blinklys – For å signalisere når man skal svinge			Vil kunne implementeres.
Rekkevidde på over 35km	Rekkevidden blir enkelt 35km gitt li-ion batteri med høy energitetthet. Vi har tatt utgangspunkt i batteri på 2kw/t, som vi regner med vil gi en rekkevidde på rundt 35km, med utgangspunkt i effektiviteten til Sunrise X8. Dette kan enkelt		

	gjøres større, gitt hvor små disse batteriene er.		
Løsning for rask hjemmelading	Li-ion batteriene kan lades fra stikkontakt, med relativt liten transformator.		
Reflekser på alle sider av kjøretøyet	Konseptet har mange rene flater hvor refleksmerker kan festes.		
Hjuldiameter over 13 tommer og dekkhøyde over 6cm. Større hjul bak enn foran			
Horn for å varsle	Rattet har mye plass i sentrum, slik at horn kan implementeres på samme måte som i en bil.		
Sentral kontroller fra Curtis Wright (R-NET)			Med samme motoroppsett som Sunrise X8, kan konseptet ta i bruk de samme styreenhetene som brukt er.
Motorkraft på minst 0.65kw med moment over 70 NM	Opp til $4 \cdot 700 \text{ watt} = 2,8 \text{ kw}$		
Effektiv bremsing – Kunne bremse like		Veldig effektiv bremsing gjennom	

<p>raskt som den kan akselerere</p>		<p>motorene, men ingen dedikerte bremsere. En dedikert brems vil muligens måtte implementeres, for å bestå sikkerhetskrav. Her kan en legge inn en enkel mekanisme som presser på dekket.</p>	
<p>Regenerativ bremsing – Automatisk bremsing når man slutter å akselerere, som henter inn kinetisk energi</p>			
<p>Håndbrems/nødbrems – Fysisk brems som kan brukes i nødsituasjoner og når rullestolen skal stå stille</p>		<p>Dette er ikke blitt tatt hensyn til gitt tidsbegrensinger, men bør implementeres.</p>	
<p>Lett – Under 118kg</p>		<p>Vekten blir vesentlig under 118kg takket være vektbesparelser med li-ion batteri og aluminiums-ramme. Vi antar en vekt i underkant av 100kg. (40kg av Raptors vekt på 118kg er fra gel-batteriene, og</p>	

		aluminium rundt 1/3 av stål)	
Solid konstruksjon – Tåle store støt fra terrengkjøring	Spesielt solid på grunn av enkelheten; ingen avanserte hjuloppheng, differensialer osv. alle interne komponenter er tildekket med ytre deksler av thermo-formet plast.		
Skjerme brukeren for sprut under kjøring – gjørme, stein osv.		Skjermer foran og bak	
Enkelt å bytte deler som blir utslitt – For eksempel bytte skjermer uten å ta av hjulene		De ytre dekslene og spesielt skjermene vil kunne byttes relativt enkelt. I tillegg er ikke dette like kritisk her, da dekkene står noe utenfor skjermene og vil ta i møt støt.	
Vanntett nok til kjøring i snø og regn	Sammenhengende ytre flater		
Bakkeklaring over 8cm	Se dimensjons-tegning		
Veltebøyle som går over hodet til brukeren		Integrert i setet, men går ikke over hodet til brukeren. Designet har tatt	

		utgangspunkt i at dette ikke blir nødvendig gitt hvor stabilt kjøretøyet blir, og den begrensede farten til gangveihjelpemidler. Dette må uansett bekreftes med testing.	
Oppbevaring for diverse ting – Et sted man kan legge ting man vil ha med seg			Ingen dedikert plass til dette i løsningen. Mulig å ha et lite «bagasjerom» i kroppen til kjøretøyet dersom det blir plass til overs etter komponentene er plassert.
Feste for krykker		Mange områder hvor krykkeholder kan festes	
Hjulene sitter utenfor karosseriet – Unngå at deler blir ødelagt under støt			

<p>Bruker-pris under 100 000kr, gitt en fortjeneste-margin på 20% for produsent</p>	<p>Produktet er veldig tilrettelagt for enkle produksjonsmetoder og sammenstilling (thermoforming, enkelt drivverk osv). Konseptet har ikke veldig avansert teknologi, tvert i mot veletablert teknologi. I tillegg er produktet designet slik at det kan ta i bruk mesteparten av delene som finnes i Sunrise X8, en rullestol med lignende funksjonaliteter. Dette er naturligvis spesielt gunstig for Sunrise Medical, dersom de skulle finne ut de vil satse på konseptet.</p>		
<p>Unngå dyre produksjonsmetoder – begrense sprøytstøping av plast/presstøping av metall</p>		<p>Kun spaker for setejustering som må sprøytstøpes. Baserer seg mye på termoforming, Bearbeiding av metallprofiler og lignende.</p>	
<p>Estetiske:</p>			

Sammenhengende visuelt volum/masse (totalform). Volumet skal være «fremoverlent», altså høyere bak enn foran			
Lav visuell masse			
Visuelle krefter rette fremover			
Strømlinjeformet		Begrenset av at interiøret er åpent, ingen tak osv. men generelt bra sammenlignet med andre rullestoler.	
Store hjul og felger med så breie hjul som mulig			
Organisk form - Sammenhengende overflater med noen skarpe linjer			
Korte overheng foran og bak			
Minimalistisk uttrykk – få grafikk-elementer			
Pereidoli – Aggressivt uttrykk foran		Lysstripen foran gir aggressivt uttrykk, endene er vinklet	

		opp som «sinte øyne».	
Lysstriper bak og/eller foran			
Spoiler og diffuser			Antydning til diffuser element i bunnplaten nederst. Hekkspoiler i enden av bakskjermen.
Grove dekk			
Minimalistisk interiør med touch display			
Sammenhengende seter med sidestøtte			
Kantete ratt – Ikke fullstendig sirkulært ratt		Ratt som åpner for ulike grep.	
Tilpasning av farge på produktet – Større fargeutvalg enn Raptor		Plastdelene utvendig kan lages i et par ulike farger men bruk av vinylwrapping åpner for svært bredt fargevalg. Dette er mulig da produktet vil ha en småserieproduksjon,	

		i hvertfall til på begynne med.	
En tydelig identitet – Formspråk og diverse merkevareelementer			Slik gruppen ser det, har resultatet et unikt og gjenkjennelig utseende for en rullestol. Dette vil tiden evt. avsløre.
Sterke tonekontraster			
Overflater med karbon-fiber utseende			Kan implementeres i form av vinyl-wrapping.

4.2 Diskusjon løsning

Løsningen vi kom frem dette prosjektet oppnår kravene vi utviklet på en relativt bra måte, men noe variert. Generelt kan en si løsningen gjør det spesielt bra på aspekter vi har jobbet bra med i prosjektet, som jo er naturlig. Løsningen gjør det spesielt bra på de estetiske kravene, noe det har blitt jobbet veldig nøye med i prosjektet. Dette aspektet ble prioritert da det er helt sentralt i forhold til problemstillingen, og aspektet vi hadde best muligheter for å oppnå spesielt bra resultater. Løsningen gjør det svakest på de tekniske kravene, og dette er i all hovedsak på grunn av usikkerhet. Et gjentakende trekk i evalueringen av de tekniske kravene, er at løsningene må «uttestes videre» for å gjøre en helt pålitelig vurdering. En funksjonell prototype hadde altså vært veldig formålstjenlig i dette prosjektet, men dette ville selvfølgelig vært svært vanskelig å få til, og var aldri en del av prosjektgjennomføringsplanen. De tekniske vurderingene er her gjort basert på kunnskap, erfaring og testing av sammenlignbare produkter (analogi). Vi har ikke satt noen av kravene som helt oppfylt, med mindre vi er helt sikre. Terrengekjøreegenskaper er for eksempel satt til delvis oppfylt, til tross for at vi føler oss svært sikre på at de er veldig gode for konseptet vårt. Alt i alt tror vi løsningene vi har kommet frem til vil gi et produkt som svarer svært kort på

problemstillingen og kravene, men vi mangler grunnlag for å si dette helt sikkert. Konseptet vil og bør videreutvikles mye dersom det skal realiseres på markedet, og visse ting vil da helt sikkert bli noe annerledes. Designprosessen er sykliske og kontinuerlige, og vi har gjennom dette prosjektet kommet et godt stykke inn i designprosessen av en ny rullestol inspirert av «Raptor-konseptet», som jo var formålet med dette prosjektet.

Dette gir et naturlige spørsmål: Var problemstillingen passende gitt begrensningene til prosjektgjennomføringen, spesielt tid? Vi tenker både ja og nei. Gitt de avgrensningene vi definerte i starten av prosjektet, ser vi på løsningen som et godt svar på problemstillingen. Når det er sagt, var problemstillingen noe åpen i forhold til det forventede sluttresultatet. Det var alltid klart at løsningen ville være på det konseptuelle stadiet, men resultatet endte noe kort i forhold til ambisjonene til gruppemedlemmene. Dette gjelder spesielt rundt de tekniske aspektene, hvor vi veldig gjerne skulle gjort mer utvikling og testing i praksis. Det er tross alt slik prosjekter er; de er vanskelig å forutse og har sikkerhet knyttet til seg. Til syvende og sist er det klart at gruppen tok gode valg i planleggingsfasen til prosjektet, nettopp med hensyn til usikkerheten. Prosjektet ble utviklet med et relativt åpen resultatmål, der det ikke var helt konkrete krav til hvor langt i realiserings-fasen vi skulle komme. Vi kom frem til et gjennomtenkt konsept som kan kommuniseres til diverse interessenter på en god måte. Den fysiske modellen er her spesielt bemerkelsesverdig. Den er veldig god for å kommunisere potensiale i en ny rullestol basert på «Raptor-konseptet», både til produsenter og potensielle brukere.

4.3 Resultat sammenlignet med Sunrise Raptor

Utgangspunktet for oppgaven var Sunrise sin Raptor, mer spesifikt ideen Raptor er bygd på. Hvor annerledes ble resultatet enn den opprinnelige Raptor? Vi vil påstå den er veldig annerledes. Alt er endret på konseptet som ble utviklet i prosjektet, både med hensyn til teknologi og utforming. Spesielt bemerkelsesverdig er at konseptet er basert på et helt annet type drivverk, men helt annet oppsett av motorer, styring og batteri (li-ion, 4xmotorer, «steer by wire»). Resultatet i prosjektet har også mye bedre tilpasningsmuligheter, med fleksibel justering av setet, gulv og ratt. Utseendemessig er Sunrise Raptor og konseptet svært forskjellige, det eneste som knytter de to er

at de tydelig deler format. Begge er unike rullestoler i den forstand at de har 4 hjul på utsiden av brukeren, og bruker ratt for styring.

Mosa designlab er generelt fornøyd med resultatene. De innfrir hans mål og ønsker med prosjektet. Konseptet endte i my slikt han så for seg en moderne «Raptor», men det har også løsninger han ikke hadde sett for seg, som ren på dekkfjæring og 4 motorer. Resultatet vil brukes fremover i samarbeid med Mosa designlab, med ønske om å oppnå effektmålene til prosjektet.

4.4 SWOT-analyse

SWOT-analyse brukes her for å identifisere interne sterke og svake sider, og eksterne muligheter og trusler som kan oppstå. Det er et veldig godt verktøy for å kartlegge styrker og svakheter ved løsningen (Lerdahl, 2007, s. 75). Konseptet evalueres her fra et elektrisk rullestol-perspektiv.

Tabell 13 - SWOT-analyse

SWOT-analyse	
Internt	
Styrker	Svakheter
<ul style="list-style-type: none"> - Unikt uteseende - Motvirker sosial stigma - God fremkommelighet - Tilpasningsmuligheter størrelse - Tilpasningsmuligheter utseende - Morsom i bruk - Solid konstruksjon - Enkel og intuitiv i bruk - Rimelig produksjonsmetoder - Bruker samme teknologi som utprøvde produkter, for eksempel Sunrise X8 	<ul style="list-style-type: none"> - God brukbarhet er begrenset til mennesker med moderat funksjonsnedsettelse - Setter krav til motorikk - Ikke spesielt kompakt - Bruker ingen proprietær teknologi, risiko for «kopiering» fra andre produsenter
Eksternt	
Muligheter	Trusler
<ul style="list-style-type: none"> - En relativt unik løsning, finnes ingen sammenlignbare produkter på markedet bortsett fra Sunrise Raptor - Stor målgruppe, alle med moderat funksjonsnedsettelse - Rammeavtale NAV - Appellerende for mennesker både med og uten nedsettelse, potensial for å utvide marked - Stor positiv innvirkning på liv, bidra i utviklingen til et mer likestilt samfunn 	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko for «kopiering» fra andre produsenter (ingen proprietær teknologi) - Potensielle substitutter på markedet - Medmenneskers oppfatning av kjøretøyet (skummelt, stort, farlig?) - Lover og krav

De største styrkene til konseptet er utseende og det funksjonelle egenskapene. Konseptet fremstår ikke som et hjelpemiddel, og vil på denne måten motvirke stigmatisering for brukere med funksjonsnedsettelse. Funksjonelt er konseptet unikt i form av eksepsjonell fremkommelighet og kjøreegenskaper, som gjøre at konseptet ikke vil oppleves som et hjelpemiddel. Sist men ikke minst er konseptet fleksibelt med tanke på størrelse og utseene, som gjør at det kan fungere for mange.

Den største svakheten til konseptet er, slik vi ser det, at brukbarhet er begrenset til de med relativt moderat funksjonsevne. Dette var gitt ut fra at problemstillingen og målgruppen, men vi anser det uansett som en svakhet gitt samfunns målet til prosjektet. Det er også aspektet vi ser mest forbedringspotensial, ved å se på sete, joystick osv.

De største mulighetene for konseptet stammer av at løsningen er unik på markedet, og har en relativt stor målgruppe (sett i rullestol-sammenheng). Det er mange mennesker med moderat funksjonsnedsettelser, som nedsatt gangfunksjon. Videre ser vi et stort potensial i å utvide markedet for konseptet, nettopp fordi det har vist seg å fremstå svært appellerende for mange forskjellig type mennesker, også mennesker uten funksjonsnedsettelser. Dette kom tydelig frem i Twitter-innlegget av konseptet. Konseptet er ikke kun et hjelpemiddel, men også et tøft kjøretøy for lek og lignende. Markedet for elektriske kjøretøy for lek finnes allerede, med populære produkter som Segway Ninebot.

Når det kommer til trusler, er risiko for «kopiering» alltid et problem, enten det er på lovlig eller ulovlig vis. I dette tilfellet ser vi dette som en langsiktig trussel, da konseptet ikke er bevist å være en kommersiell suksess i form av et produkt (enda). Det vil ta mye arbeid og tid. Ellers ser vi medmenneskers oppfatning som en trussel, da dette kan redusere mulighetene for bruk.

Rullestolen fremtrer kraftig og muligens noe skummelt, som kan føre til at f.eks ansatte på skoler ikke ønsker at den skal tas i bruk der. Aktive sikkerhetstiltak som ultra-soniske sensorer er lagt inn for å gjøre kjøretøyet tryggere, og vil forhåpentligvis motvirke dette. Alt i alt ser vi ikke dette som et stort problem, da konseptet aldri var utviklet for å være en erstatning til vanlige rullestoler, men for utebruk og «A-B transport».

4.5 Diskusjon gjennomføring

Når det kommer til selve gjennomføringen av prosjektet, ble det gjort en rekke valg som bør diskuteres. Slik som beskrevet flere ganger tidligere, måtte det gjøres prioriteringer rundt hvilke aspekter som ble utviklet. Gruppen valgte strategien å prioritere aspektene som ville bidra mest til et brukbart sluttresultat. Brukbar sluttresultat vil her si et resultat som innfrir effekt målet. En omfattende design-fase ble dermed prioritert, og i implementeringsfasen ble de utvendige delene prioritert (deksler osv.). På denne måten kunne en visuell prototype og data-renders lages. Om denne prioriteringen er særlig formålstjenlig for denne typen produktutvikling kan diskuteres (tatt i betraktning man har mer tid). Det er antageligvis bedre å utvikle den interne metallrammen og drivverket først, eller samtidig som de ytre dekslene utvikles. Når det er sagt er det ytre designet utviklet med hensyn til at det skal være plass til de diverse komponentene, og det er ikke noe som tilsier at det ikke skal bli plass osv. Dersom noe må justeres, er dette uansett fullt mulig gitt alt er modellert parametrisert (matematisk definert). Andre aspekter som dessverre ble nedprioritert er konfigurasjon med joystick, feste for mobil og setebelte.

Et annet veldig sentral spørsmål knyttet til gjennomføring er om brukerne som har blitt inkludert i prosessen er representative. Prosjektet har brukt Raptor-brukere for brukerrespons. Konseptet vårt har en økt brukergruppe, da det skal passe for brukere helt opp til 21 år. En 21 åring synes ofte ikke det et barn på 8 år liker er kult. Måten vi har tatt høyde for dette på, er å i tillegg hente mening fra et stort antall mennesker, som ble gjort gjennom internett. Twitter-innlegget gjorde det tydelig at konseptet ikke bare er kult for 8 åringer, men positivt engasjement fra folk av alle skjønn og aldersgrupper. Dette var kanskje en av de mest overraskende delene av prosjektet, som overgikk forventningene våre. Svært mange mennesker var engasjert og interessert i konseptet, uansett funksjonsevne. Denne undersøkelsen bekreftet at designet ikke oppleves som «bare et hjelpemiddel», men noe generelt tøft og appellerende. Vi har altså både hatt et tett samarbeid med få brukere i målgruppen, og hatt en bred interaksjon men et stort antall mennesker.

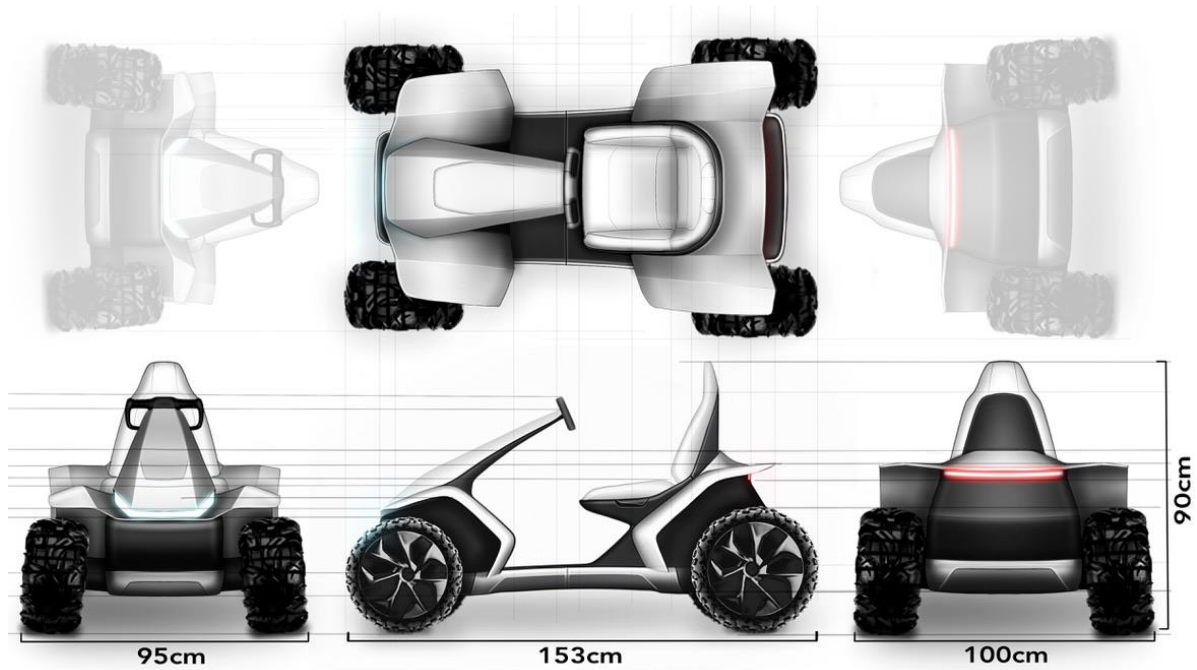
4.6 Videre?

Det er helt klart mye vi ønsker å jobbe med videre, og ville jobbet med om det var mer tid. Joystick-konfigurasjon, feste for mobil og setebelte er helt klart første prioritet. Disse er sentrale deler av konseptet, og er dermed viktig med hensyn til effektmålet til prosjektet. Dersom konseptet skulle videreføres til neste stadiet, altså utvikling for realisering på markedet, er det en rekke ting vi ville fokusert på. Det første er omfattende fysisk testing av ergonomi, spesielt for setet. Dette har ikke vært så sentralt hittil, da konseptet ikke har blitt bygd i fullskala. Det har heller ikke vært særlig viktig mht. effektmålene til prosjektet, hvor kommunikasjon av konseptet er viktigst. Testing av kjøreegenskapene til konseptet vil deretter være helt sentralt. Dette kan gjøres med en funksjonsprototype. Modellering av tak som vist i skissene vil også være på listen.

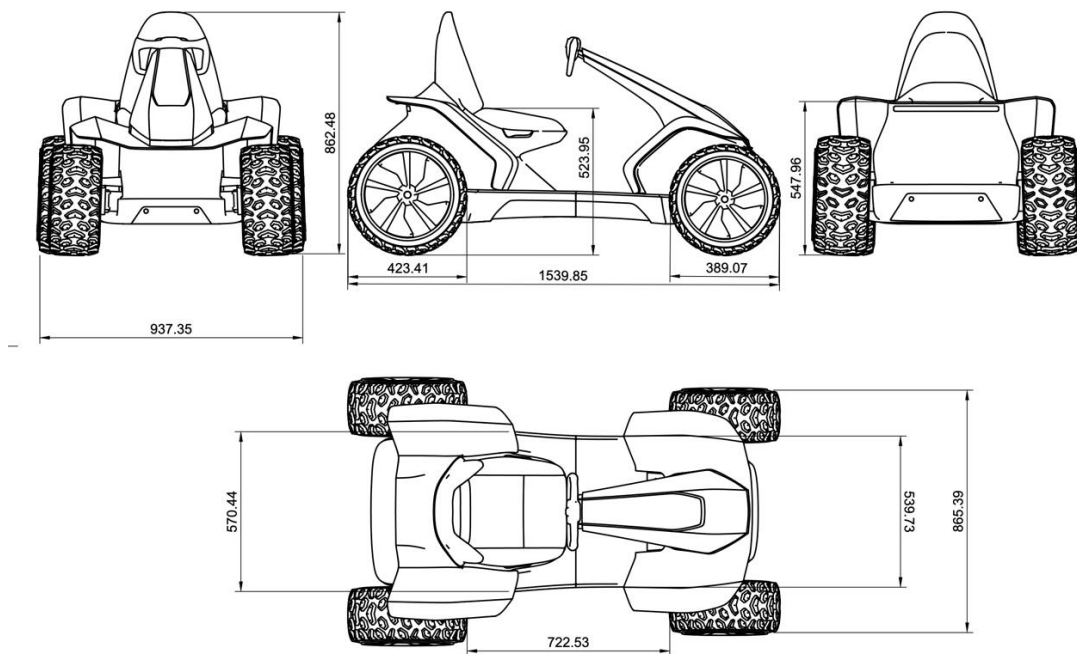
Helt sentralt for videreutviklingen av konseptet, er inkludering av brukere. Vi har gjennom oppgaven holdt et tett samarbeid med målgruppen, gjennom brukere av Sunrise-Raptor. Dersom vi hadde hatt mer tid ville vi gjennomført enda minst en designsyklus basert på siste input fra bruker.

4.7 Kvalitet på resultater

De konkrete resultatene har både styrker og svakheter, men alt i alt er vi fornøyde med hvordan CAD-modell og fysisk modell endte opp. Gruppen er spesielt fornøyd med den fysiske modellen, som har et veldig korrekt utseende. Den har riktignok noen forbedringspotensialer, som antageligvis vi jobbes med etter bacheloren er levert. Det svakeste er hjulkapslene, som ikke er særlig utseenderiktige. Mesteparten av definisjonene ble borte etter overflatebehandling, og dekalering bør brukes fremfor maling. CAD-modellen er spesielt bra med tanke på produksjonsmetoder; alt er modellert slik at CAD-filene kan brukes til produksjon. Overflatekvalitetene er spesielt bra. Vi vil også bemerke hvor nært CAD-modellen er håndskissene (Sett bort fra ting som ble endret), som ofte er en utfordring med komplekse former som i dette tilfellet.



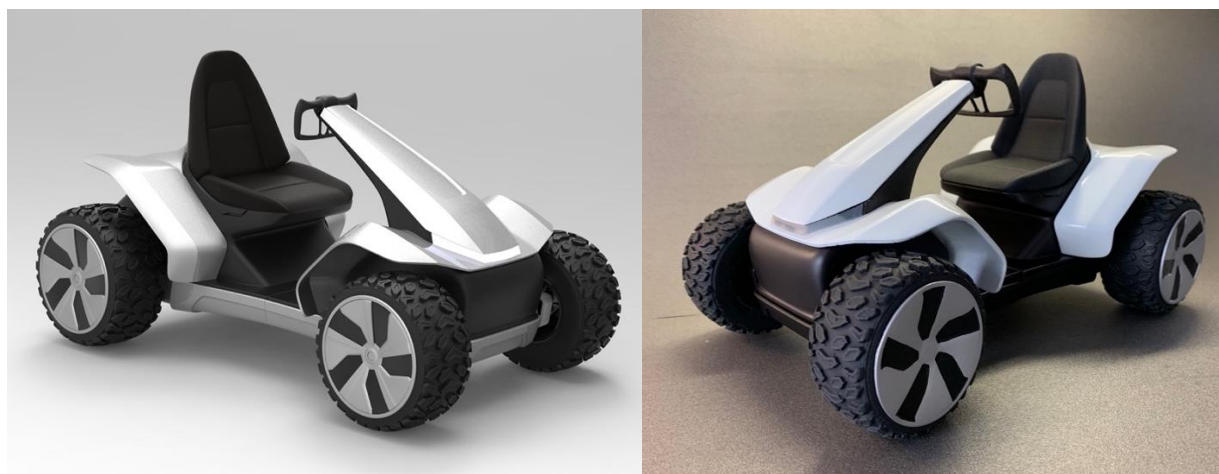
Figur 201 - Egenprodusert skisse med mål



Figur 202 - Egenprodusert teknisk tegning med mål

4.8 Konklusjon

I dette prosjektet har vi designet et konsept for en elektrisk rullestol, inspirert av Raptor til Sunrise Medical; en elektrisk rullestol for barn fra 2005 som i mindre grad anses eller oppleves som et hjelpemiddel. Løsningen vi kom frem til har en større målgruppe enn Raptor: lettere funksjonsnedsettede fra 8-21 år. Løsningen har potensial for å være vesentlig mer konkurransedyktig på markedet, takket være økt brukergruppe og rimelig konstruksjon. Konseptet har form og utseende inspirert av moderne transportdesign, og har vist seg å appellere til et bredt spekter av mennesker. Konseptet anses ikke først og fremst som et hjelpemiddel, men et kult produkt. Effektmålet til prosjektet var å skape engasjement rundt et nytt og spennende elektrisk rullestol-konsept, og på denne måten bidra med å legitimisere produksjon av en ny rullestol som bygger på «Raptor-konseptet. Basert signalene som har kommet rundt resultatene til prosjektet, ser det ut til at resultatene er på god vei til å oppnå disse målene. Prosjektet er ikke avsluttet enda, til tross for at skoleprosjektet er over. Tiden vil vise hvor vellykket prosjektet har vært med hensyn til disse målene. Når det er sagt, tro vi at prosjektet har vist en elektrisk rullestol være noe som folk ikke bare anser som et hjelpemiddel, men noe morsomt, tøft og spennende, slik som Raptor gjorde i 2005.



Figur 203 - Egenproduserte bilder

5 Vedlegg

5.1 Vedlegg 1 – Analyse av Sunrise Raptor

5.1.1 Dagens Raptor - Elementer/komponenter

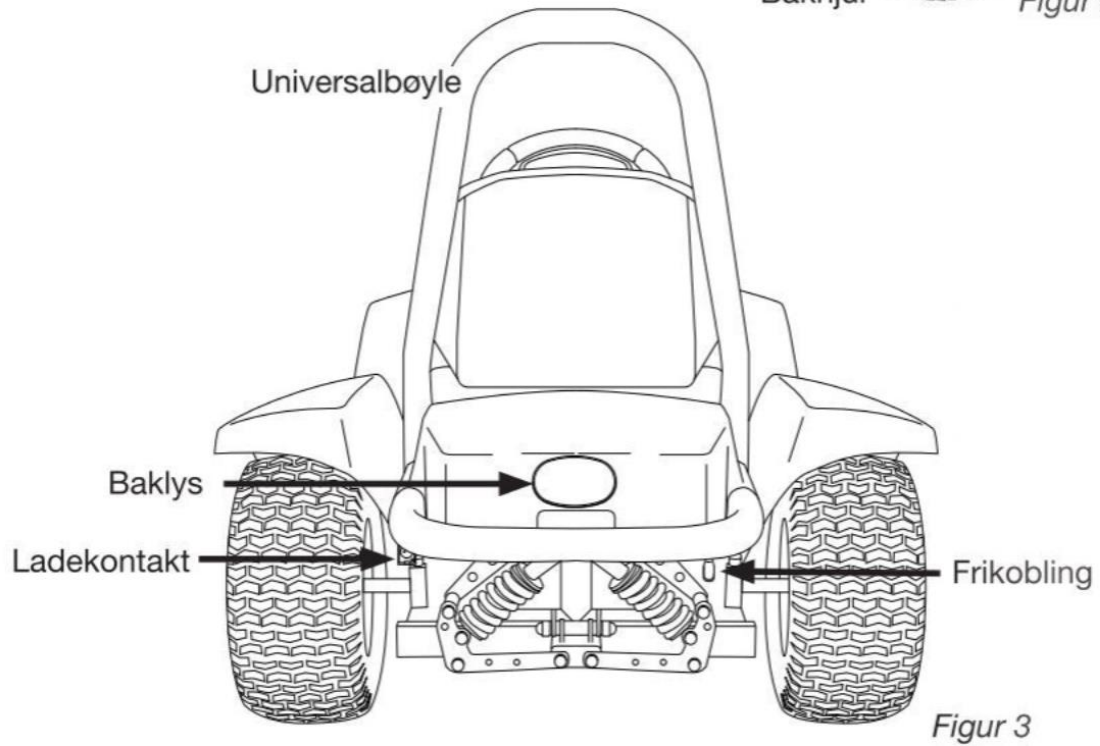
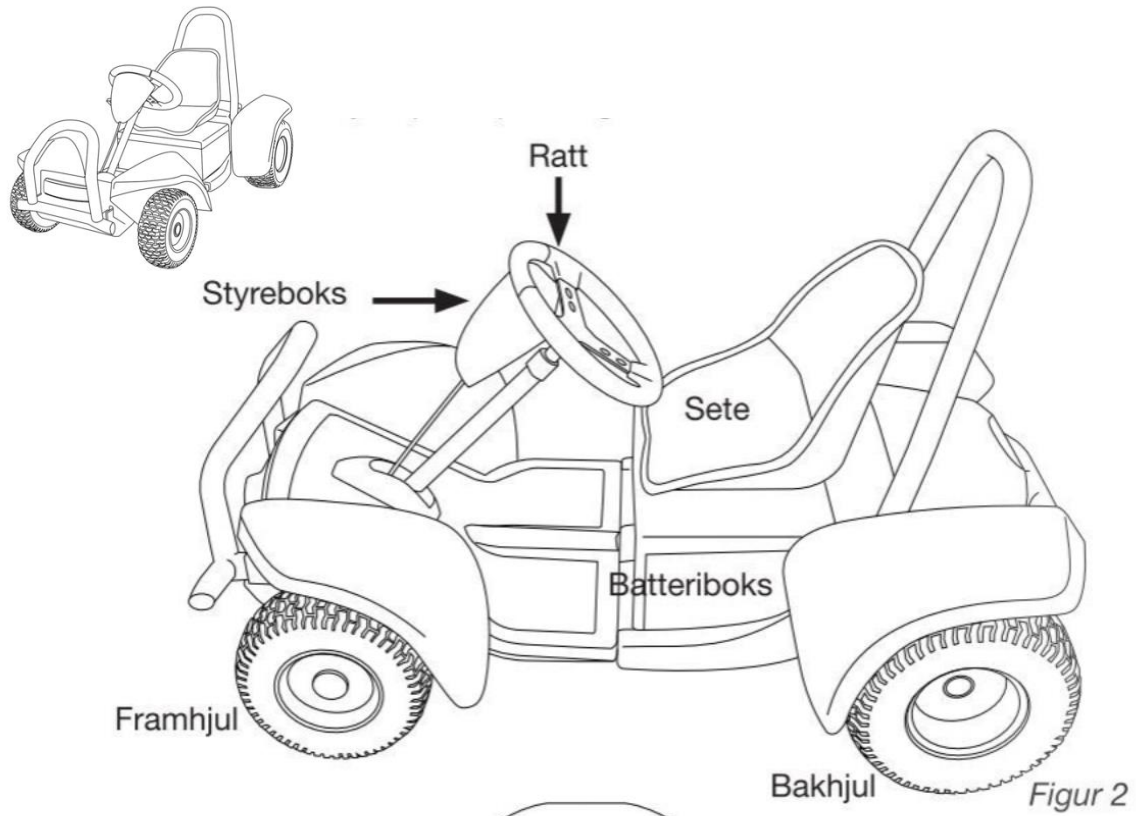
Under er en ferdig montert Raptor, slik en ser ut i dag. Denne er standard, bortsett fra gass på rattet. Videre skal vi vise de mest sentrale komponentene, med beskrivelse av produksjonsmetode og en kommentar til den valgte løsningen.



Figur 204 - Egenprodusert bilde av Raptor



Figur 205 - Egenprodusert bildecollage av Raptor



Figur 206 - Illustrasjon av komponenter fra brukermanual, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

5.1.2 Sete og armlener

Utkontraktert til GYLI Plast AS. Den strukturelle delen er termoformet ABS-plast. Stoff er lagt på delen som brukeren sitter på, festet langs kanten med en list og varme. Mellom stoffet og plasten er det skumplast for å gi en myk sitteflate. Dette er antageligvis den absolutt rimeligste måten å lage et brukbart sete på. Sette er festet til en platform som stikker opp fra rammen til kjøretøyet. Armlenene er laget med en kvadratisk stålprofil med en termoformet plastdel over. Disse er koblet til veltebøylen med et roterbart ledd, alt dette er kjøpt inn.



Figur 207 - Egenprodusert bildecollage av sete på Raptor

5.1.3 Ratt

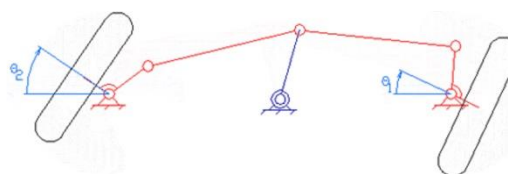
Under ser en rattet og nødstopp-knappen i midten. Rattet er produsert av metallplater og rør. Senter og eikene til rattet er fra en metallplate som er stanset, for så bøyd med kantpresse for å få «eikene» vinklet oppover. Selvet rattet er lagd av et rør bøyd 360 grader for så sveist sammen i endene. Disse 2 komponentene er så sveist sammen. Bildet til venstre viser rattet i tynn konfigurasjon, til høyre viser det tykkere. Det tykke rattet har støpt plast rundt, og bruker i prinsippet det tynne som innsats. Til å begynne med var tykke rattet standard, men bedriften gikk så over til å bruke det tynne som standard. Dette er antageligvis for å spare kostnader, muligens kombinert med at brukere ønsket mulighet for tynnere ratt. Det tynne rattet er pulverlakkert, noe

rammen på det tykke ikke er. På det tynne rattet holder brukeren i praksis direkte på stål, eneste laget mellom stålet og brukeren er det tynne laget med pulverlakkering. Her kunne en lagt et tynnere ratt uten kompromisser for brukeren, ved å bruke et tynnere rør som ramme og innsats til sprøytestøp med en tynnere profil (riktignok dyrere). På vinteren vil det å holde rett på stål være både ubehagelig og skape risiko for at hendene sklir mens man styrer. Styreakselen og rattstammen er lagd av stålrør og koblinger, som er produsert gjennom kutting, boring, sveising, maskinering og diverse.



Figur 208 - Egenprodusert bildecollage av ratt til Raptor

Styremekanismen er en «Ackermann», altså de samme som brukes i go-karts. Dette er den enkleste mekanismen man kan bruke, med stenger/link mellom «utstikk» på styreakselen og hjulfestene.



Figur 209 - Illustrasjon av Ackermann styremekanisme, stillbilde fra animasjon (Pasimi, 2015), link til CC-lisens: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>.

5.1.4 Instrumentpanel

Her ser en instrumentpanelet, med knapper for framover/bakover, blinklys, lys, horn og nøkkelbryter for på/av. Hånd-akseleratoren går ut fra høyre side av instrumentboksen på standard-modellen. Huset er laget et termoformet toppdeksel og en stanset metallplate som er

knekt og pulverlakkert. Denne boksen huser diverse elektronikk som vises senere. De ulike symbolene er prefabrikerte merker som festes på. Displayet for batterikapasitet er kjøpt inn. Ledninger går ut fra instrument-boksen i et fleksibelt rør som er kjøpt inn. Instrumentboksen er festet i rattstammen og snurrer naturligvis ikke sammen med rattet.



Figur 210 - Egenprodusert bildecollage av instrumentpanel / dashbord til Raptor

5.1.5 Hjul

Raptor har hjul med ulik bredde foran og bak. Disse er kjøpt inn fra en produsent i Asia, med dekk fra Cheng Shin Rubber Industry Co. Diameteren på dekket bak er 13 tommer og bredden 6.5 tommer. Felgen har diameter på 6 tommer. Dekkene foran har samme dimensjoner bortsett fra mindre bredde. Dekkene har relativt grove spor/dekknotter, men ikke det groveste som finnes på markedet. Extreme X8, en annen rullestol fra Sunrise som omtales senere, har grovere og høyere dekk. Her kan man også se rød refleks som er klistret på bakskjermen (lite synlig på denne modellen som har rød skjjermer).



Figur 211 - Egenprodusert bilde av hjulet til Raptor

5.1.6 Brems

Raptor bremser med elektromagnet-bremser i vanlig bruk, det vil si bremsing med den elektriske motoren. Ellers har den en parkbremser/nødbremser på høyre side av kjøretøyet. Denne mekanismen fungerer ved at en metalldele presses på dekket bak.



Figur 212 - Egenprodusert bilde av nødbremser på Raptor

5.1.7 Speil

Speilene er kjøpt inn fra en ekstern produsent. Produsenten har variert gjennom årene, ut i fra hvem som har ledet på pris.



Figur 213 - Egenprodusert bilde av speil på Raptor

5.1.8 Plastdeksel foran og LED lykt

Plastdekselet foran er utkontraktert til GYLI Plast AS, og er termoformet ABS. Lykt og reflekser er kjøpt inn fra ekstern bedrift, og leverandøren her har også variert gjennom årene. Plastdekselet er festet til gulvet i kjøretøyet, som vi beskriver lenger ned.



Figur 214 - Egenprodusert bilde av frontlykter på Raptor

5.1.9 Hjuloppheng foran

Her ser en hjuloppheng foran. Systemet består av en bærearm, fjæring og festet til hjulet som kan rotere på bærearmen. Bærearmen er produsert av stansede metalldele som er sveiset sammen, hjulfestet og fjæringen er kjøpt inn. Vi anser dette som noe av det svakeste ved produktet. Fjæringssystemet til hjulet har i praksis bare 1 ledd, mellom bærearmen og rammen, og hjulet vil «rottere» rundt dette punktet. Hjulet vil dermed i liten grad holdes rett i det det fjæres oppover. Dette vil i prinsippet gi dårligere grep under fjæring, men mer kritisk er at det skaper en effekt hvor hjulene «trekkes» oppover når man rygger. Sistnevnte er en følge av at det simple hjuloppheng er kombinert med «toe-in» konfigurasjon av hjulene. Toe-in vil si at hjulene er vinklet litt innover (svinger innover), noe som er viktig for å oppnå stabilitet i kjøretøy. Fjæringene er her også ugunstig vinklet for å oppnå



Figur 215 - Egenprodusert bilde av hjuloppheng på Raptor

gode fjæringsegenskaper; fjæringsveien blir veldig begrenset. Alt dette har naturligvis å gjøre med at det er begrenset plass og at Raptor ble utviklet for lav kostnad. Vi vil ikke gå nærmere inn på dette nå, men her vil vi mest sannsynlig måtte finne en annen løsning i vårt konsept. Noe en også kan se på bildet er måten skjermen er festet til kjøretøyet, med skruer og skiver. Plasseringen av disse gjør det ikke mulig å skru av skjermen uten å skru av hjulene, som er en svakhet. Dersom lignende skjermer skal brukes i vårt konsept bør dette løses på en bedre måte.

5.1.10 Plastdeksler og lys bak

Plastdekslene bak er også termoformet ABS produsert av GYLI Plast AS. Plastdekselet helt bak (første bilde) huser drivverk og tilhørende elektronikk, mer om det lenger ned. Plastdekselet under setet huser de 2 fritidsbatteriene. Dekslene er festet til metallrammen til kjøretøyet. LED lykten er kjøpt inn i likhet med den foran. Her kan en også se den opprinnelige Raptor logoen designet av Mosa Design i 2005. Logoen er et prefabrikkert «klistremerke» som kan tas av.



Figur 216 - Egenprodusert bildecollage av baklykt og side på Raptor

Gulv: Gulvet som vist i bildet er termoformet ABS fra GYLI Plast AS, med en gummimatte over som er klipt til riktig form. Disse er limt sammen, og festet til framdelen av rammen til kjøretøyet. Gummimatten sørger for økt friksjon og dermed bedre grep, både gjennom materialeegenskapene og en tekstur på overflaten. Gummi er også et mer elastisk materiale, og beskytter dermed ABS platen under for påkjenning fra føttene til brukeren.



Figur 217 - Egenprodusert bilde av gulv på Raptor

Under kan en se de 3 delene som akkurat har blitt beskrevet, montert av en Raptor. Deksel foran er her fortsatt festet på gulv-delen. Verdt å bemerke at dette dekselet ikke ser slik ut som det gjør på bilde i dag, men har blitt endret for å huse mer generiske lykter og reflekser fra markedet. Opprinnelig var dette dekselet utformet for å ha en spesifikk lykt. Dette er sannsynligvis gjort for kostbesparelse; bedriften har nå mer fleksibilitet rundt valg av lykt slik at de alltid kan velge det billigste på markedet. Dette er riktignok på bekostning av integrasjon av komponentene, som ikke har noen betydelig funksjonell betydning men har påvirkning på utseende.



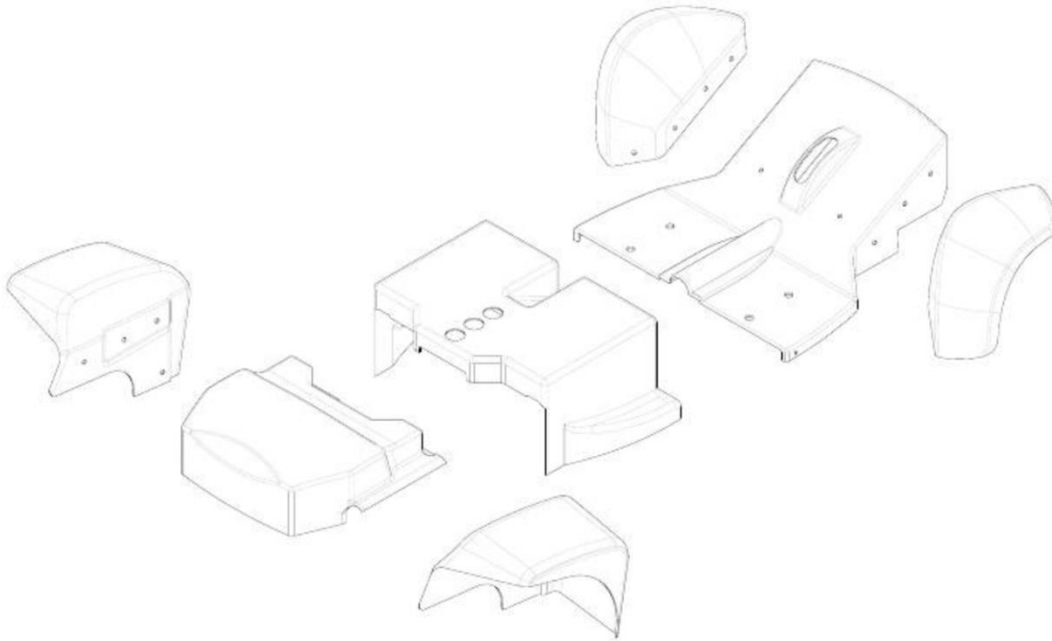
Figur 218 – Gulv og deksler på Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

5.1.11 Skjermer

Skjermene til Raptor er termoformet ABS-plast, produsert av GYLI Plast AS. Hver skjerm er unik, da fram og bakskjermene har forskjellig utforming. Skjermene fås i 2 farger, som lages av ABS av ulik farge. De svarte skjermene har en karbon-fiber effekt på overflaten, som er trykt inn i plasten. På bildene under kan man også se festehullene til skjermene, og flammerefleksene som kan bestilles.



Figur 219 - Egenprodusert bildecollage av skjermer på Raptor



Figur 220 – Illustrasjon av skjermer og deksler fra Raptor sin servicemanual, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

5.1.12 Kurv og krykkeholdere

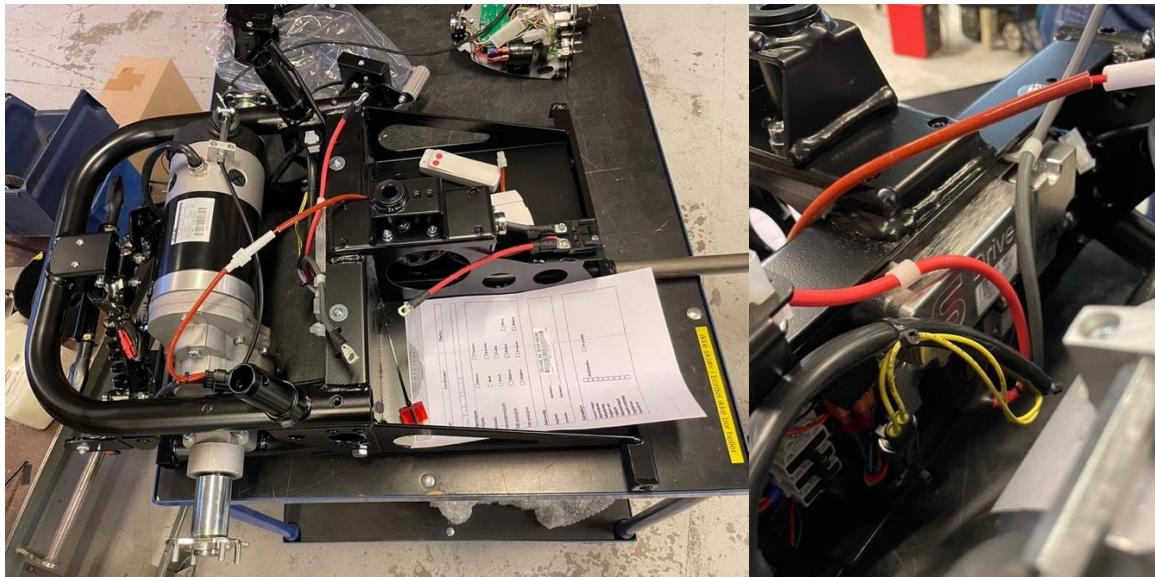
Kurven bak er lagd av nylon, produksjon av denne er utkontraktert. Materialvalget gjør kurven sterk slik at den bør vare ut livet til produktet. Kurven er festet til 2 bøyde rør, som er sveist på krummede plater som igjen er skrudd inn i veltebøylen. På enden er 2 sprøytstøpte avrundede deler som er kjøpt inn. Disse er der for sikkerhet og utseende. Krykkeholderne er kjøpt inn, og skrudd på en plate som er festet til veltebøylen.



Figur 221 - Egenprodusert bilde av kurv og krykkeholdere på Raptor

5.1.13 Ramme og elektronikk

Under kan en se bakkdelen av rammen til Raptor, og i enden av rammen ser man akslingen som kobles til framdelen av rammen. Fram- og bakkdelen av rammen kan rotere uavhengig av hverandre. For den lengre konfigurasjonen av Raptor, økes avstanden mellom fram- og bakkdelen av rammen. Rammen er produsert av stålrør og plater som bedriften kjøper inn. Rørene kuttes og bøyes, og platene stanses, maskineres og knekkes. Disse sveises så sammen for å lage bak og framdelen av rammen. Rammen er så elektrostatisk pulverlakkert, som gir rustbeskytning og den svarte fargen. I bakkdelen av rammen er det montert en motor fra Auto Move Technologie på 0.63kw, som har integrert differensial, gir og konverter. Det vil si enheten i praksis har alt den trenger for å drive kjøretøyet, noe som forenkler elektronikken mye for Sunrise. Denne motoren ble nylig implementert. I bakrammen er også kontrolleren montert, PG S-drive 120AMP kjøpt fra Curtis Wright. Dette kan sies å være «hjernen» av kjøretøyet, som kobler alt av elektronikken sammen. Denne komponenten styrer motoren, bremselys, antispinn, diagnostikk og sikkerhetsfunksjoner. Det at denne er kjøpt inn, er igjen med på å forenkle produktet mye for Sunrise. I bakkdelen av rammen monteres også mottakeren for fjernstyrt nødstop, et system kjøpt fra Elmes electronic (ses på første bildet, de to hvite klossene). De 2 fritidsbatteriene monteres på bakrammen, i de 2 tomme plassene på bildet under (der det ligger et ark). Disse er kjøpt inn fra Eternity Technologies. Alt av elektronikk er med andre ord klart, og settes sammen med ledninger osv. på fabrikken i Lillehammer.



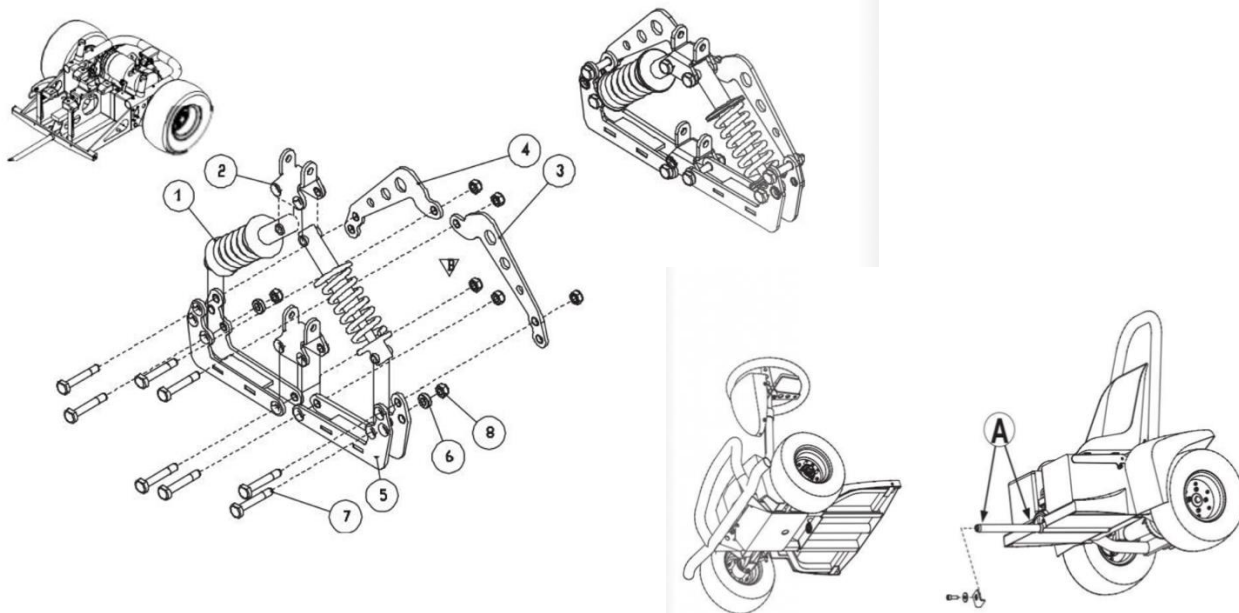
Figur 222 - Egenprodusert bilde av elektronikken på Raptor

Under kan en se bakkdelen av rammen, sett rett bakfra. Fjæringssystemet til bakhjulene er her tydelige. Det er ikke uavhengig fjæring på bakhjulene, men den har en «stiv bakaksling» som er dempet. Dette er en ulempe da det svekker terrengegenskapene, men leddingen på midten av kjøretøyet gjør opp en del for dette. Vi skal ikke gå dypt inn på fjæringsmekanismen her, men prinsippet går ut på at nedre delen av rammen, som bakakslingen er festet på, kan bevege seg opp og ned ved hjelp av en symmetrisk anordning med 4 bærearmer og en fjær på hver side. Toppen og bunden av rammen kan «sakse» i forhold til hverandre. Mekanismen gir relativt kort fjæringsvei. En annen svakhet her er at motoren i prinsippet er bakakslingen, da de benytter den komplette motorløsningen med alt integrert. Akslingene til bakhjulene kommer rett ut av denne motor-enheten, og selve motoren er festet til fjæringsmekanismen. Motoren blir dermed såkalt «ufjæret vekt», enkelt forklart vil motoren direkte ta imot all vertikal kraft/støt under kjøring, noe som vil føre til at dekkene i større grad forlater bakken. Dette har stor negativ innflytelse terrengegenskapene. Kombinasjonen av den valgte motor- og fjæringsløsningen kan her sies å være noe urimelig: Motorløsningen er valgt for å gjøre produktet enklere i produksjon, og samtidig dedikeres ressurser til å produsere et relativt komplekst system for fjæring, mens motorløsningen hindrer dette systemet fra å fungere ordentlig. Dersom bedriften ønsker å

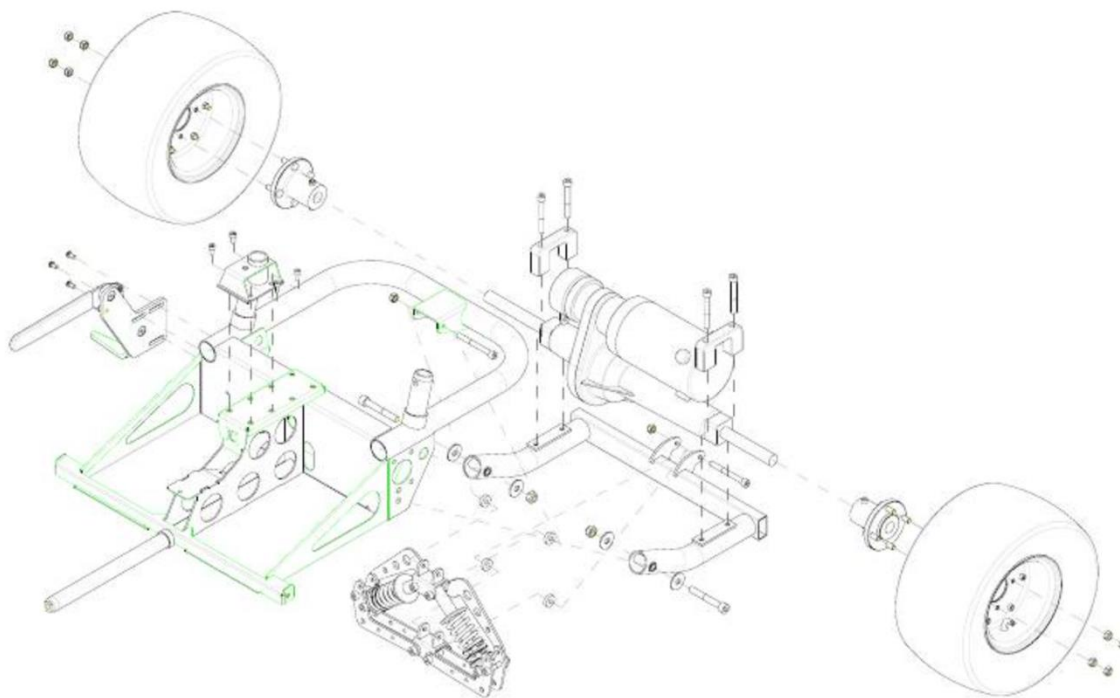
forenkle produksjonen på deres side mest mulig, ville det antageligvis gitt mest mening å droppe fjæringssystemet. I hjørnet av fabrikken sto det riktignok noen prototyper hvor nettopp dette var gjort.



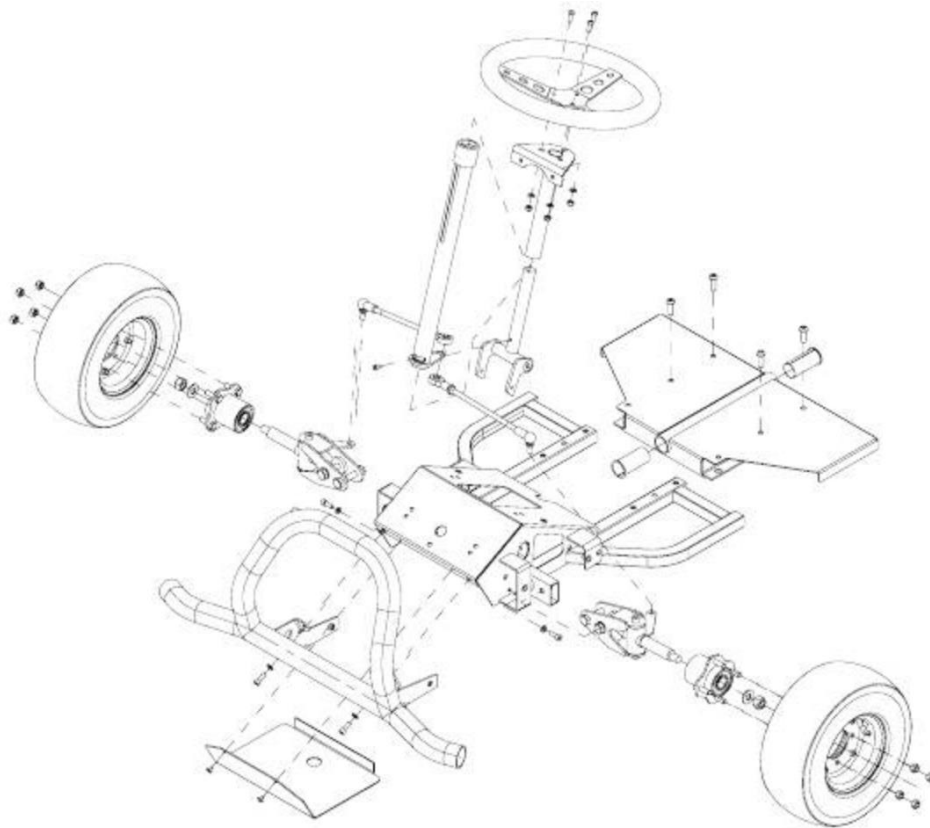
Figur 223 - Egenprodusert bilde av ramme, motor og fjæring på Raptor



Figur 224 – Sammensetning av hjuloppheng på Sunrise Medical Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)



Figur 225 - Sammensetning av ramme, motor og hjuloppheng på Sunrise Medical Raptor. Gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

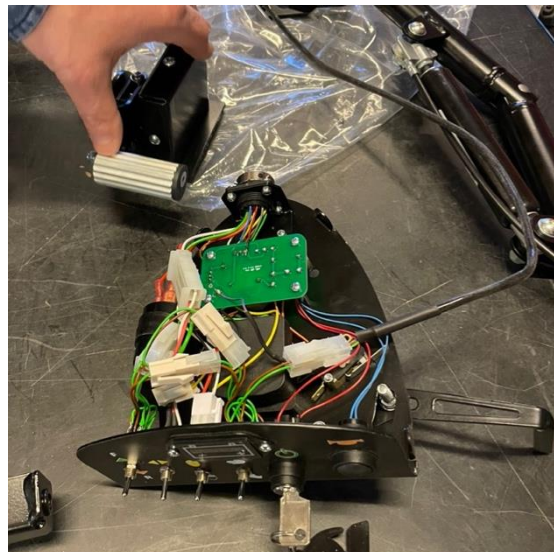


Figur 226 - Sammensetning av ramme og hjuloppheng på Sunrise Medical Raptor. Gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

5.1.14 Elektronikk i instrumentboks

Elektronikken i instrumentboksen er festet til den knekte metall-platen omtalt tidligere.

Elektronikken består av kretskort som er utkontraktert, koblinger og ledninger. På bildet kan en se håndgassen som stikker ut fra instrumentboksen på høyre side. Her ser en også fotgassen (objektet som blir av en hånd), som kan bestilles ved ønske.



Figur 227 - Egenprodusert bilde av elektronikk i instrumentboks på Raptor

5.2 Vedlegg 2 - Markedsanalyse

Tabell 14 - Markedsanalyse

Liste over mest sammenlignbare elektriske rullestoler - Markedsanalyse
Terrainhopper OVERLANDER 4ZS
<p>Overlander 4ZS er en elektrisk rullestol med svært gode terrengegenskaper, antagelig det beste som finnes på markedet. Den har drift på 4 hjul, med en egen motor for hvert hjul. Den har også andre funksjoner som gjør den bra til terrengkjøring, som justerbare seter, ulike hastighetsalternativer, firehjuls uavhengige fjæringssystemer, og store hjul. Overlander 4ZS er veldig stor, sammenlignet med andre rullestoler. Størrelsesmessig er den sammenlignbar med en liten ATV. Den er dermed ikke bra egnet til bruk som vanlig elektrisk rullestol, som gjennom byen, på vei til butikken og lignende. Den er heller ikke egnet for barn. Siden den er optimalisert for terreng, er den veldig interessant å se på når vi skal utvikle terrengegenskapene til vårt konsept. Prisen er også i en helt annen klasse, mellom 100 000 og 200 000 kr (Terrainhopper, 2022). Alt i alt er den ganske annerledes fra Raptor konseptet, og ikke en konkurrent.</p>
Action Trackchair STS
<p>Action trackchair er et selskap som spesialiserer seg på elektriske rullestoler med beltedrift. STS er modellen som er mest relevant i forbindelse med Raptor prosjektet. Denne er funksjonelt sett som en vanlig elektrisk rullestol med joystick, men med de store fordelene som kommer av beltedrift fremfor hjul. Takketvære beltedrift kommer denne til i veldig mange ulike underlag, som snø og gjørme. På grunn av gode terrengegenskapene ser vi på denne som relevant i forbindelse med Raptor-konseptet. Ulempen med belte fremfor hjul er topphastighet og kjøredynamikken: Rullestolen blir mye mindre fri i bevegelsen, og mindre som en bil, atv el. Svingingen skjer helt gjennom hastighetsdifferanse på de 2 beltene (Action Trackchair, 2022). Dette er en fordel vil man ønsker å bevege seg i veldig presise og bestemte bevegelser, men ulempe om man vi ha best opplevd kjøredynamikk og hastighet. Estetisk er ikke denne rullestolen sammenlignbar med Raptor konseptet.</p>
Cajun Commando 4X4 wheelchair
<p>Cajun Commando er en av de mest interessante rullestolene sammenlignet med Raptor. Konseptet er veldig likt det til Sunrise sin Extreme X8, som vi skal gå nærmere inn på senere.</p>

Denne er spesielt sammenlignbar fordi den har bred hjulstilling i likhet med raptor, det vil si hjulene sitter en del utenfor kjøretøyet. Dette øker stabiliteten. Cajun Commando har en motor på hvert hjul, og styrer ved at hastighetsdifferansen mellom hjulene endres (torque steering/vectoring) (Cajun Mobility, 2022).

Hjulstillingen er helt statisk, hjulene svinger med andre ord ikke, noe som tar for mye fra kjøredynamikken. Man vil for eksempel ikke kunne svinge uten at hastigheten går ned. Med en motor i hvert hjul får man også fordeler, for eksempel kan rullestolen snurre rundt stillestående, ved å kjøre hjulene på hver side i motsatt retning, i likhet med en stridsvogn. Rullestolen blir også veldig stabil og forutsigbar i kjøringen. Hjulene har heller ingen fjæringssystem, men avhenger fullt av fjæring gjennom de tykke dekkene. Rullesolen har relativt tradisjonell rullestolform og estetikk, og styres med joystick.

Sunrise Extreme X8

Extreme X8 er flaggskips-rullestolen til Sunrise i dag, med den beste teknologien og beste terregegenskapene. Rullestolen er produsert av Magic mobility, et selskap kjøpt opp av Sunrise. Prinsippet til denne rullestolen er ganske lik Cajun Commando 4X4, men har den store fordelene at framhjulene kan svinge, altså som på en bil. Dette kommer i tillegg til at hvert hjul har en dedikert motor på 700 watt, som gjør at den også kan svinge gjennom hastighetsregulering av hjulene (Sunrise Medical, 2022b).

Dette gir svært gode bevegelsesmuligheter, da den både kan dra fordeler fra tradisjonell svingen gjennom utslag og med hjulhastighet. Svingingen på framhjulene kan låses, slik at man maksimere fordelene man får fra «torque steering» fremfor hjulsvinging (Sunrise Medical, 2022b). Denne rullestolen skal vi teste i prosjektet, fordi den er svært interessant å se på med tanke på teknologi. Denne rullestolen har egenskaper som vi ettertrakter i en ny Raptor, og har muligens løsninger som vil være gode å implementere i vårt konsept.

Extreme X8 skiller seg fra Raptor konseptet først og fremst ved utformingen, som i prinsippet er veldig likt en vanlig rullestol; forskjellen er bare at denne har drastisk bedre kjøre- og terregegenskaper. Bruker sitter på toppen av hjulene, og styrer ved hjelp av joystick. Hjulene er

altså under brukeren, ikke utenfor som på en Raptor. Dette gir høyere tyngdepunkt, kjørestilling som ikke minner om en bil og utseende som minner mye om en vanlig rullestol.

Permobil X850 Corpus 3G

Denne har et utseende som minner svært mye om en vanlig rullestol, og har begrenset terrengegenskaper. Vi inkluderer denne blant annet fordi den har hjulstilling som er sammenlignbar med Raptor. Hjulene sitter utenfor brukeren, noe som gir god stabilitet. Hjulene er også relativt store, med grove dekk, som øker fremkommeligheten. Den har ledding på midten slik at den enkelt kan utvides lik at rullestolen blir lengre (Permobil, 2022).

Vi inkluderer den også fordi dette er et produkt som tilbys på rammeavtalen til NAV, og etter å ha snakket med NAV er dette modellen Raptor brukere ofte går over til når de blir for store (mer om det i intervju med NAV-rådgiver). Ellers er det ikke noe mer interessant med produktet i forbindelse med Raptor, rullestolen er ellers veldig lik en typisk elektrisk rullestol mht. løsninger og teknologi.

Chasswheel FOUR X DL Range

Denne rullestolen produseres ikke lenger. Vi har tatt med denne da den har en understell-løsning som ligner veldig på Raptor sin. Rullestolen er leddet på midten, slik at fremre og bakaksel kan bevege seg uavhengig av hverandre (Invacare, 2022). Det som skiller seg fra Raptor er at det er mye større utslag på leddet på Chasswheel FOUR X DL Range. Dette fører til at hjulene er mer i kontakt med bakken i ujevnt terreng, og bedre grep oppnås. I motsetning til Raptor har denne ikke fjæringssystem i tillegg, og dekkene er både smalere og med lavere profil. Slik vi ser det, er det rimelig å anta at produksjon av denne rullestolen har gått ut av produksjon fordi den er blitt utkonkurrert. Estetisk ser rullestolen veldig ut som en vanlig elektrisk rullestol, og terrengegenskapene er langt bedre på andre produkter på markedet som bruker andre løsninger som større dekk og/eller fjæringssystem.

Bighorn 4x4 Stair Climbing Wheelchair

Denne er bygd på samme konseptet som Cajun Commando 4X4, men med smalere hjul med mindre dekk og større felg (Living Spinal, 2022). Dette har negativ påvirkning på fremkommeligheten, men har påvirkning på estetikken. Om dette utseende er gunstig, er noe vi

må forske mer på senere. Enkelt sagt kan man si utseende blir mindre «grovt» og lettere i uttrykket. Smalere hjul har positiv påvirkning på effektiviteten til kjøretøyet, altså mindre strøm brukes for å drive rullestolen (rullemotstand).

Notawheelchair - The Rig

Notawheelchair - The Rig er en interessant løsning, som søker å maksimere fremkommelighet og kjøredynamikk. Dette oppnår den med svært store hjul, med grove dekk, fjæringssystem og spesielt bred hjulstilling. Rullestolen er så stor at denne er kun brukbar i terreng, natur og vei. Løsningen de har funnet på dette er å ha et dedikert område bak på kjøretøyet hvor man kan plassere en tradisjonell rullestol. En vil altså for eksempel bruke The Rig til å kjøre til byen, så bytte til manuell rullestol når man er fremme. Løsningen for styring er interessant, som gjøres med 2 spaker, 1 i hver hånd, som man dytter i motsatt retning (fra hverandre) for å svinge, altså ene frem og den andre bakover. Bremsen og akseleratoren sitter på disse spakene. Driften er på bakhjulene, men motoren sitter ikke på akslingen eller hjulene som de andre løsningene vi har sett på; motoren sitter foran bakakslingen og driver hjulene med et kjede koblet til differensial (Ylanan, 2020).

HexHog All-Terrain Off-Road Wheelchair

HexHog er et produkt som prøver å gi absolutt beste framkommeligheten, noe den oppnår med 6 store hjul, alle med en dedikert motor og fjæring (Jordan S., 2014). Dette gir svært bra grep slik at man kommer frem i ulike underlag. Kjøretøyet grenser til å være massivt, og elektrisk rullestol er kanskje ikke helt riktig begrep lenger. Denne er så stor at den kun kan brukes i natur. Den styres med joystick, og sittestillingen er så og si som en tradisjonell elektrisk rullestol, den tilfører derfor lite når det kommer til opplevelsen i bruk. Den vil, slik vi ser det, oppleves som en ganske tradisjonell rullestol, bare med en enormt god fremkommelighet.

Scoozy C

Scoozy C er en av de mest interessante elektriske rullestolene vi har sett på, i hovedsak på grunn av utseende. Produktet er ikke i produksjon enda. Slik vi ser det, er dette rullestolen med det mest moderne og sportslige utseende i dag. Den oppnår dette ved å ta inspirasjon fra bildesign, og et minimalistisk-dynamisk uttrykk. Hjulstillingen er også noe bred sammenlignet med vanlige elektriske rullestoler, slik at den blir mer stabil og får utseende som i større grad minner om bil.

Den er også lang, slik at føttene til brukeren ikke sitter foran framhjulene, i likhet med Raptor. Rullestolen styres med joystick. Fremkommeligheten i terreng er antageligvis god på grunn av de store hjulene, men begrenses nok mye av at dekkene er smale, at det kun er drift på bakhjulene (enkelt motor med differensial). En interessant løsning er at både framhjulene og bakhjulene kan svinge, som gir en forbedret svingradius ved at frem og bakhjulene svinger motsatt vei. I prinsippet vil dette også kunne forbedre stabilitet i høy fart, ved at bakhjulene svinger litt i samme vei som framhjulene samme vei, slik at kjøretøyet flytter seg mer «sidelengs» fremfor å svinge og vri rullestolen sidelengs. Det er usikkert om produktet er i stand til å gjøre dette, men det er en funksjon som finnes på biler med 4-hjul styring. Rullestolen har litium-ion batterier, kombinert med regenerativt bremsesystem. Dette er en stor fordel, da det gjør drivverket mye mer effektivt; Scoozy C har hele 100km rekkevidde med et batteri på 67,6 Ah (48 V) eller 3,2 kwh (Scoozy, 2022). Til sammenligning er dette over dobbelt så mye kapasitet som i Raptor. Dette oppnås av at litium-ion generelt har mye høyere energitetthet enn gel-fritidsbatteriene i Raptor.

Zoomability Zoom All-Terrain Vehicle

Zoom fra Zoomability er en elektrisk rullestol fra Sverige med veldig gode terregegenskaper, samt. det vi vil kalle «sportslighet». Dette er blant annet takketvære direkte svinging med styre og sittestillingen. På de fleste andre rullestolene vi har sett på, sitter brukeren i en veldig oppreis posisjon og høy posisjon, mens i Zoom sitter man lavere å mer «liggende», i likhet med Raptor og f.eks en bil. Zoom har utmerket terregegenskaper, med både direkte svinging med styre og torque steering. Noe som skiller denne fra Raptor er lengden, og lengden mellom «akslene». Zoom er kort, og beinene til brukeren blir liggende foran kjøretøyet. Dette har fordelene at rullestolen blir kompakt, men begrenser formen og utseende mye; Zoom ligger ikke på større kjøretøy som ATV. Det er en del interessante løsninger på produktet, som «negativ camber» og skivebremses. Negative Camber vi si at bunden av hjulene er vinklet utover, noe som gjør at hjulstillingen i praksis oppleves bredere enn den faktisk er, fordi delen av hjulene som har kontakt med bakken er lenger ut fra kjøretøyet. Skivebremsene gir svært presis og kraftig bremsing, noe som er veldig viktig for sportslig kjøring. Ellers har kjøretøyet en motor på hvert hjul med kraft på hele 1000W (4000 totalt), og toppfarten er på 20km/t, noe som kan gi veldig spennende kjøring. Dette er riktignok over grensen som er lovlig på rullestol i Norge, som er 15km/t (Zoomability, 2022).

Swincar e-spider

E-spider er en annen elektrisk rullestol som forsøker å maksimere terregegenskaper. Dette er den eneste sammenlignbare elektriske rullestolen vi har funnet som har ratt. E-spider er svært stor, med veldig bred hjulstilling, og den er derfor kun til bruk i terreng. Det som er interessant med dette produktet er hjuloppheng. Hjulene sitter på hver sin arm som er fjæret på 2 ledd, som gjør at hjulene har et veldig stort fjæringsutslag. Dette fjæringsutslaget er ikke bare rettet oppover, men også sidelengs. Dette gir kjøretøyet svært bra terreng-egenskaper, da det skal svært mye til for at alle hjulene ikke har bakkekontakt. Sitteposisjonen til brukeren vil også holdes svært stabil, da det store utslaget til hjulene vil justere for eventuell vinkling i underlaget. Den har også servostyring, som vil si hjelpekraft på styringen. Rattet blir da lettere, og kan få kortere vei til maksimum svingutslag. Det svakeste med denne løsningen er at den er dårlig innrettet for ulike funksjonsevner, har ikke mulighet til å lagre manuell rullestol, og har det vi anser som et svært lite appellerende utseende mht. moderne transportdesign. Sistnevnte kommer antageligvis av at designet er gammelt, og utviklet rent av ingeniører. Dette er alt i alt den mest unike løsningen vi har funnet på markedet (Swincar, 2022).

Elektriske leke-Gokarts

Vi har også sett på elektriske «lekebiler», som går under navn Gokart for barn. Disse ligner den opprinnelige Raptor mye mer enn noen elektrisk rullestol på markedet, når det kommer til form og utseende. De er riktignok lavere, mindre og rimeligere bygd; men formatet er veldig likt. Det som er veldig interessant er at disse viser det er stor etterspørsel for slike kjøretøy for barn og ungdom generelt. Produkter som Segway Ninebot Pro flyr av lagerhyllene til en pris på 23 000kr; den er utsolgt på de fleste lager i det vi skriver dette (Segway, 2022). Seway Ninebot Pro koster med andre ord om lag 1/3 a Raptor, men det er et mye enklere produkt da den for eksempel ikke har demping og har en mye enklere ramme. Det reiser spørsmålet: Kunne en Raptor inspirert elektrisk rullestol faktisk blitt en suksess utenfor rullestolmarkedet? Dette ville iallfall vært et glimrende scenario, hvor produktet kunne oppnådd skalafordeler, og blitt den første universelle utformede rullestolen til barn og unge. Dersom dette skulle blitt mulig, er det rimelig å anta at produktet må få en vesentlig lavere pris enn dagens Raptor, samtidig som det slår leke-Gokartene på egenskaper.

5.3 Vedlegg 3 - Testing Sunrise Extreme X8



Figur 228 - Egenprodusert bilde av Magic Mobility Extreme X8

Extreme X8 har firehjulstrekk ved hjelp av fire 700w elektriske motorer der det er plassert en motor per hjul (Sunrise Medical, 2022b). Dette gjør at hvert hjul kan styres helt uavhengig av hverandre, samt at implementeringen av firehjulstrekk er simpel, men svært effektiv. Stolen kan ved hjelp av de individuelle motorene rotere rundt sin egen akse slik at man kan snu seg rundt i stillestående posisjon der det er liten snuplass.

Rullestolen har relativt store og grove dekk i dimensjonene 145/70-6 (Sunrise Medical, 2022b). Disse dekkene skal kunne gi godt grep på løsere terreng som snø eller grusveier med det grove mønsteret de har samtidig at såpass stor dekkdimensjon gir økt bakkeklaring, som også bidrar til fremkommeligheten. De proporsjonelt små 6-tomms felgene bidrar også til at hjulopphenget kan stives av mer ved at selve dekket er mer elastisk og tar imot støt bedre enn ved større felgstørrelser.

Under testkjøringen av Extreme X8 fikk vi kjøre rundt inne på lokalene til Sunrise Medical på Lillehammer. Her var det nok plass til å teste akselerasjonen og dens 10 km/t toppfart (Sunrise Medical, 2022). Vi fikk også testet bakkeklaring og noe av terrengkjøringsegenskapene ved å kjøre over en ca. 12 cm tjukk bjelke i tre. Rullestolen klatret opp og over denne uten å slå understellet ned i hindringen, og uten noe problem med klatringen.

Vi fikk også prøve å justere innstillingene. Extreme X8 har seks «moduser», altså hastigheter, som igjen har seks hakk med finjustering innenfor seg. På denne måten velger man topphastigheten man ønsker å kjøre med, mens man kan justere farten aktivt med styrespaken. Stolen hadde også elektronisk styrt setejustering slik at man kan justere sitteposisjonen med styrespaken på en enkel og intuitiv måte.

Det er mye inspirasjon å hente i Extreme X8. Spesielt med tanke på hvordan alt var elektronisk styrt gjennom R-NET-systemet og lot brukeren tilpasse sine kjøreegenskaper til forholdene man skulle kjøre under. Vi ser også klart hvordan denne stolen sannsynligvis har bedre offroad-funksjonalitet enn dagens Raptor med grovere dekk, firehjulstrekk og høyere bakkeklaring.



Figur 229 - Egenprodusert bilde av prøvekjøring av Magic Mobility Extreme X8

5.4 Vedlegg 4 – Intervju av brukere

Tabell 15 - Intervju av Raptor-bruker

Intervju Raptor-bruker
Generelt:
<p>Tanker om Raptor</p> <p>Raptor har betydd utrolig mye, vi vet ikke hva vi skulle gjort uten. Vi brukte en god stund på å få Raptor gjennom NAV. De var overbevist om at den ikke ville være brukbar på grunn av rattet, men vi kjempet til vi fikk den. Når Camilla var rundt 3-4 år fikk hun den endelig. Nå brukes den til veldig mye, nesten alt skulle jeg sagt. Den kjøres for eksempel til skolen, sånn at Olivia bruker mindre energi på å dra til skolen.</p> <p>Vi er superfornøyde. Den har blitt brukt hardt og mye – og med bytte av noen deler har den holdt bra. Vi har lang erfaring med hjelpemidler, og ting kan fort bli stående; Dette har ikke vært tilfelle med Raptor. Vi fikk blant annet en Action Trackchair sts, som ikke har blitt mye brukt (en modell vi har sett på tidligere i prosjektet). Med tilbud av hjelpemidler har det fort for at man blir «putta i boksen», at man får det som er vanlig. Vi er ikke der.</p>



Figur 230 – Bilde av brukeren Olivia, gjengitt med tillatelse av Camilla Sagstuen (moren til Olivia)

Raptor er genial for de som har dårlig beinfunksjon – når man skal A til B er det mye kjipere å sitte i en rullestol, man blir sett ned på. Vanlige elektriske rullestoler får deg til å se litt ut som, hva skal man si, en veldig gammel person? Kjøre selv er jo veldig kult, og på raptor kan man ha med venner bak. Den gjør at man kan bruke energi på riktig sted, noe som øker selvstendighet.

Det har gått lang tid siden Raptor ble utgitt, og vi er veldig interessert i en ny Raptor. Vi er så fornøyd med den, og ville veldig gjerne sett hvordan en forbedret utgave hadde blitt.

Teknisk:

Vekt

Vi løfter Raptor en del, noe som går an men er en utfordring da Rator er ganske tung. Vi orker ikke å bruke heiser, det er vanskelig å komme inn og få plass til alle. Vi synes det er like greit å bare løfte den. Jo lettere jo bedre.

Rekkevidde

Vi synes rekkevidde på Raptor er helt grei, jeg er ikke helt sikker på hvor langt den går men vi har ikke opplevd det som et stort problem. Lading er helt ok, men de kunne vært fint å hatt mulighet for å enkelt skifte batteri, så kunne man hatt 2 liggende, og byttet hver gang batteriet er flatt.

Hastighet

Vi synes noen ganger den går litt for fort, men samtidig er det fint om den kan gå fort. Vi tenker den kunne gått enda fortere, noe som er morsomt for lek osv. Det som er viktig er regulering, mulighet til å sette ned farten. Vi har gått inn og justert ned farten ytterligere enn mulig selv, med enn fysisk sperre på gassen. Når man spiller ting på utebane osv kan det være fint med bra fart. Jeg har også hørt at det er interesse blant andre brukere om å få opp farten, jeg husker blant annet en nyhets sak en stund tilbake.

Når Olivia skal til byen og slikt ville det vært fint med litt mer tempo. Sånn at hun ikke bruker for lang på å reise. Hadde også vært veldig fint for når hun blir eldre. Skal man være med på sykkel tur vil det for eksempel være flott med litt mer hastighet.

Kjøreegenskaper

Vi bruker Raptor mye til lek og moro. Vi bruker den blant annet til aking, hvor vi kjører Raptor opp, og aker ned. Noen ganger henger noen på bak. Noe vi kunne tenkt oss er bedre grep til terrengkjøring. Vi elsker å bruke den til å komme oss ut på fjellet osv. Det er ofte greit grep, men på snø og dårlig underlag kan det begynne å spinne. Det hjelper å ha noen stående bakpå.

Vi syns den går som bare det i skogen. Ganske greie fjæringer, men den spinner en del. Grepet er det som begrenser fremkommelighet mest. Vi har kjørt på sti med masse steiner, og har ikke satt oss helt fast, den drar på. Vis det er store steiner, så humper og dumper den fælt. Kommer

man over en veldig stor stein kan den bli liggende oppå steinen. Større hjul hadde nok vært fint.

Pris

Vi har fått Raptor gjennom rammeavtale på NAV. Det er en generelt litt utfordrende da det er mye å forholde seg til. Man må være litt smart når det kommer til hvordan man forholder seg til selgerne (ansatte).

En Raptor koster 70 000kr ny? Ikke mer? Det var egentlig ikke overraskende mye. Vi er vant med å forholde oss til produkter i denne typen kategori, og det er ofte dyrt.

Det er helt klart marked for dette. Det er behov for det. Når man snakker med folk som driver med hjelpemidler som NAV, får man gjerne bare høre at «sånn her er det» og man må ta det som finnes «Vi pleier å anbefale denne». Jeg opplever det som at markedet står veldig stille, det er lite innovasjon og nye løsninger.

Kvalitet/robust?

Raptoren vår har holdt bra gjennom årene for oss, men den har vært sendt inn for bytte av deler noen par ganger. En gang ble den kjørt ut i vannet, og da sluttet den å virke. Vi fikk sendt den inn til reparasjon for bytte av batteri eller lignende, så var den oppe og gikk igjen. Den har fått en god del riper og skrammer gjennom årene, spesielt på skjermene.

Produktet i bruk:

Brukbarhet – Tilgjengelig for personer med ulike ferdigheter?

Vi elsker det at den har ratt. Vi fikk anbefaling om joystick, men vi ville ha ratt. Vi tviholdt på det, fordi det var noe av det vi syntes var kult med rullestolen. Uten det så den mer ut som en vanlig rullestol, man ser handicappet ut liksom. Vi tenkte også at ratt ville gi mer bevegelse i kroppen. Når det kommer til grep så synes vi tynt er bra, blir det tjukt er det lettere for å glippe. Vi synes det er kjempesmart at man kan dra rattet opp for å lettere komme seg ut. Mer fleksibilitet rundt ratt hadde vært bra – for eksempel valg av ratt blant alternativer. Det er veldig forskjellige behov. Ovalt ratt kunne vært bra.

Mange barn med CP har vanske med å snu seg. Noe som kunne vært flott er en slags ryggeskjerm el. Man vil da kunne rygge enklere, se etter skjermen rett frem. Speil krever øving og opplæring å bruke. Alle er vant med å se på skjermer i dag.

Komfort

Setet veldig enkelt, og vi kunne tenkt oss bedre muligheter for tilpasning. Sittestilling og riktig støtte er kjempeviktig. Man risikerer å bruke mye energi på å sitte. Jeg tror det er sving på setet (dette stemmer), men det er isåfall ikke noe vi bruker noe særlig. Noe som hadde vært nyttig hadde vært bevegelse på setet opp og ned, for å justere sittestilling.

Brukergrensesnitt- Enkel og intuitiv i bruk og forståelig informasjon?

Vi tenker ikke mye over instrumentpanelet. Det bare er der. Enkelt og greit. Kunne vært greit med en del smarte funksjoner. Knapp for å velge forskjellige konfigurasjoner for eksempel. For å rygge bruker man en knapp man som sitter på instrumentpanelet, de hadde vært enklere om den var på rattet. Det er letter å ha funksjoner på rattet sånn at de er der når man trenger dem.

Håndtering – Minimum besvær?

Den er lav, og man kommer ikke enkelt inn i butikker med den. Det var noe de ansatte på NAV fortalte oss når vi sa vi ønsket den, men vi ønsket å komme ut i terrenget. Til innebruk finnes det andre bra rullestoler.

Noe som kunne vært flott er å hatt en veldig liten rullestol som kan festes bakpå, noe man enkelt kan «klappe» opp når man skal inn noe sted. Som en slags paraply. Da kan man bruke den både i terreng og ut og inn. Men ut på tur er det vi bruker den for – den brukes godt og vi er fornøyd

Tilpasningsmuligheter – Fleksibel i bruk?

Som sagt hadde det vært flott med mer tilpasning i setet, som nå er veldig enkelt. Noe som hadde vært veldig fint var om den var utvidbar sånn at man kunne vokse opp med den. Vi ser for oss at Olivia kan sitte i den til 10-12 år, med litt justeringer spesielt setet. Tilpasning er veldig viktig.

Sikkerhet – Toleranse for feil?

En viktig del av den for oss er fart og moro – Olivia digger fart. Noen ganger tar hun av og vi må løpe etter. Enkelte ganger er det en utfordring fordi vi vil stoppe henne. Nødstoppen som følger med er irriterenes – stopper man den så må man vente en stund for å få den i gang igjen. Burte vært enklere.

Estetiske:

Proporsjoner – Størrelse

Vi har ikke brukt Raptor så mye på selve skolen skolen – de voksne synes den virker skummel. At man kan kjøre på andre barn eller noe. Men folk digger den! Olivia kjører inn til skolen og søstra er bakpå – alle rundt synes den er veldig fin. Alle rundt blir liksom engasjert.

Helform og delform

Dattera vår er nå 7 år, og synes Raptor er kul og er veldig stolt. Det vi tenker er at den er tøff når man er barn, men når man blir ungdom tror vi den fort ikke ser like kul ut. Den er jo litt barnslig i utseende. Når Olivia blir en 12-13 tror vi det er sannsynlig at hun går over til noe annet. Problemet er at det ikke finnes noe som er like enkelt og ser kul ut som Raptor.

Identitet – Mulighet for å uttrykke seg

Fargemulighetene synes vi var ganske guttete. Vi kunne tenkt oss flere fargemuligheter. Datteren liker ikke rød, og da var det bare svart som alternativ.

5.5 Vedlegg 5 – Intervju hos NAV sin hjelpemiddelsentral

Tabell 16 - Intervju hjelpemiddelsentralen

Intervju hjelpemiddelsentralen

Generelt:

Tanker om Raptor

Raptor blir i dag hovedsakelig tilbudt til små barn, vi snakker da fra 6 år opp til rundt 11 år. Den store fordelene er at den er kul. Brukeren blir konge i barnehagen eller skolen. Vi har til og med hatt en sak hvor Raptor nesten ble for kul (ironi). Man blir veldig midtpunkt når man kommer med Raptor, folk blir interessert og vil finne ut mer om produktet. Det snakker bra for konseptet. På landsbasis kjøper vi inn 60 Raptor i året. I Norge er det en særegent bra hjelpemiddelordning. Det er nærmest ingenting som er sammenlignbart med Raptor i dag, og

det er behov for produktet. Det er spesielt mange som blir veldig glad i den, mer enn det som er vanlig for hjelpemidler. Den er kul, man blir konge; den blir et lyspunkt.

Brukere:

Dagens Raptor bruker:

Vi får søknader fra kommunen, så rådgiver vi til riktig løsning. Den typiske personen vi rådgiver til å ta i bruk Raptor er en ung jente eller gutt som har nedsatt mobilitet, men kan være gående, og har problem med å henge med sine jevnaldrende. En Raptor vil hjelpe dem med å bruke mindre energi på å forflytte seg fra A til Å. Det ønskes også da noe som kan brukes inne i barnehagen eller skolen. Altså en som er gående men har begrenset gangfunksjon, og har grei funksjon i armer. Personen må også ha forholdvis bra kognitiv funksjon, men vi har levert noen hvor ledsager styrer bak (ledsager-styring). Raptor leveres også for de som ikke kan gå, men først og fremst de med nedsatt gang-mobilitet. Ellers er det gjerne mer avanserte krav rundt sete osv.

Potensiell utvidelse av brukergruppe?

Jeg tenker det er potensial for å utvide brukergruppen til Raptor, det er helt klart en type produkt som appellerer til ungdom også. Permobil X850 Corpus 3G, som ungdom gjerne blir anbefalt, har vært en kjemprullestol, men har joystick og ser ut som en ganske vanlig rullestol. Scooter-rullestoler brukes også mye her, men de ser jo veldig ut som «rullestol for eldre», og det er jo selvfølgelig en nedtur for mange. Men i hjelpemiddel sentralen er man prisgitt det som finnes, vi kan ikke lage hjelpemidlene. Jeg ser for meg at ungdom på 14 år og oppover ikke synes disse er særlig kule, Men så er det jo det med fremkommelighet, må være en balanse mellom det og kulhet. Jeg er absolutt enig i at det er potensial i å utvide brukergruppen til Raptor-produktet til de som er eldre, tenker da spesielt på ungdom. Man må også tenke på at vis produktet skal tilbys på rammeavtalen til nav, kan det ikke koste for mye.

Teknisk:

Vekt

Jeg har ikke hørt noe spesielt om vekten til Raptor. Den kan også ta ganske tungt;, personer opp til 80kg.

Rekkevidde

Jeg har ikke hørt at det er noe stort problem rundt rekkevidde. Det er som regel alltid folk med, så lang rekkevidde ikke særlig nødvendig. Når det er sagt skader aldri lenger rekkevidde, det betyr jo at man må lade sjeldnere. Det handler om en balanse mellom pris, vekt og funksjonalitet.

Hastighet

Jeg tror kjøreegenskapene til Raptor gjør den veldig morsom å ta med på bane og lignende. Med tanke på hastighet så er det lovmessigheter å ta hensyn til. Ganghjelpemiddel skulle gå 9.9km/t, men nå kan de gå 15km/t. Det er altså en del å gå på her for Raptor, som nå går under 10km/t. Men dette er på ingen måte passende for alle brukere, det kan være fint med potensial for å øke til 15km/t på lukket bane for eksempel. Det vil jo bli som en liten gokart, veldig kult. Vi tilbyr jo også Zoom N10 fra Zoomability. Denne har drift på 4 hjul og har veldig gode terregegenskaper. Den kan i prinsippet gå i 30km/t, men må modifiseres til å gå 15km/t før vi kan gi den ut. Skal den gå raskere blir det noe helt annet, regnes ikke lenger som ganghjelpemiddel. Det er heller ikke innenfor lovmessig å for eksempel vri om på en bryter for å få den til å gå raskere, når man ikke bruker det som ganghjelpemiddel. Når det er sagt er 15km/t allerede veldig raskt, spesielt for hjelpemidler for unge.

Kjøreegenskaper

Raptor har tilsynelatende bedre fremkommelighet enn den faktisk har. Det hadde vært fint om den var høyere, med bedre bakkeklaring.

Pris

Raptor har en pris vi er fornøyd med i dag, på 70 000kr. Vi ønsker ikke at denne typen rullestol skal bli noe spesielt dyrere enn dette. Vi tilbyr dyrere rullestoler, som Permobil X850, men her er brukergruppen mye større. Den har bedre plass og kan ta bruker opp til 136kg. Dersom Raptor ble utviklet slik at den kunne ta over for Permobil X850 ville saken vært annerledes.

Viktige behov

Raptor har fungert godt i mange år. Det er viktig at den enkelt kan gjenbrukes i systemet, skjermer, batteri osv. Gjenbruk er en viktig del av det vi gjør. Slitedeler som enkelt kan byttes ut er veldig gunstig.

Produktet i bruk:

Brukbarhet – Tilgjengelig for personer med ulike ferdigheter?

Rattet er slik vi ser det en sentral del av konseptet, det er jo det som gjør Raptor kul sånn jeg ser det. Flere typer ratt kunne vært fint for å tilfredsstille ulike preferanser, og mulighet for joystick. Kanskje et «Formel 1 type ratt» – der man også har mulighet til å holde mer som et styre, og endre stilling. Siden rattet er flyttbart, kommer det ikke i veien når bruker skal ut. Ikke et problem sånn sett.

Noe som kunne vært fint med Raptor er å få den brukbar i litt mer vær og forhold. Vi tilbyr kabinscooterene som minicrosser X1 4W CAB; den ligner på en slags veldig liten bil. Dette er veldig flott for brukere med hjerte-lungeproblemer.

De viktigste delene å forbedre ved Raptor er fremkommelighet og sete. Ellers er utskiftbare deler viktig. De aller fleste Raptorene vi har hatt blir gjenbrukt til de er helt utslitt.

Komfort

Sete er et enkelt bøttesete, her er det mye potensial å forbedre. Vi har satt på andre seter enn det som følger med ut ifra behov. Få på bedre seter og mulighet for å bytte ut fra behov hadde vært bra.

Brukergrensesnitt- Enkel og intuitiv i bruk og forståelig informasjon?

Den har et ganske gammeldags brukergrensesnitt – det er enkelt men fungerer greit. Det er fint med brytere som er enkelt for ungene å ta tak i og bruke, taktillitet er viktig. Burde ikke være for fancy og avansert. Er det mye som skal vises, er det fint med et display. Dette er det ikke på Raptor, men er ikke behov for det slik den er nå eller. Det er vanlig for andre rullestoler å ha forskjellige moduser, et display som viser dette er smart. For Raptor kunne dette for eksempel vært inne i barnehage modus, offroad modus osv.

Tilpasningsmuligheter – Fleksibel i bruk?

Tilpasningsmuligheter er veldig viktig, og her har jo Raptor en del å gå på. Tilpasningene kan gjerne være elektronisk, altså noe som kan justeres på produktet ut bytte av deler eller bestilling. Det er en fordel da det gjøre det enklere for gjenbruk.

I en ideell verden kan vi gi ut hjelpemiddel ungene kan vokse i. Det er enklere for både oss og brukerne. Dette kan oppnås vis man enkelt kunne ha byttet ut seter osv eller at rullestolene er utvidbare.

Sikkerhet – Toleranse for feil?

Dødmannsknapp er viktig. Den som følger med Raptor er veldig enkel, men virker. Dette er et viktig tilbud med tanke på sikkerhet.

Estetiske:

Proporsjoner – Størrelse

Som sagt hadde det vært gunstig om Raptor kunne ta litt større personer. Bedre utvidbarhet hadde her vært ypperlig. Den bør ikke bli for stor for de yngste, som er den viktigste brukergruppen nå.

Helform og delform

Når det blir snakk om litt eldre barn og ungdom er det veldig begrenset hva som er tilgjengelig av hjelpemidler. Ungdom ender ofte med det som ligner på mer kjedelige voksenscootere, som jo ofte er en nedtur. Når man blir eldre blir det viktigere å komme litt høyere til. Modellen vi bruker mest her er Permobil X850 Corpus 3G. Den er ledda så den enkelt kan bli lenger. Vi bruker også Minicrosser X1 4W Junior, som ligner veldig en «vanlig» scooter-rullestol som man ser eldre bruker. Når det kommer til bruk av Raptor så går mye på det med størrelse, det er begrenset plass. Jeg ser potensial i øke brukergruppen for Raptor, med for eksempel en bra løsning for utvidbarhet. Raptor har et mye kulere utseende, som minner mer om en ATV eller noe slikt.



Figur 231 - Egenproduserte bilder av andre rullestoler hos hjelpemiddelsentralen

Identitet – Mulighet for å uttrykke seg

Raptor er kul, spesielt for barn, men fargevalg er veldig begrenset. Litt mer mulighet for «customizing» ville hatt veldig mye å si. Det er noe vi har opplevd at brukere ønsker.

5.6 Vedlegg 6 - Intervju Sunrise Medical avd. Innlandet

Tabell 17 - Sunrise intervju

Intervju Sunrise
Generelt:
Tanker om Raptor
<p>Raptor produktet er basert på et tidligere produkt vi hadde med navn knerten. Knerten var en mindre og mer barnslig versjon av det som i dag er Raptor. Knerten ble først produsert i garasje av en enkeltperson – og dette ble kjøpt av Senit (?), og vi produserte så e 10-talls av denne i året denne frem til 2005. Vi fikk så en ordentlig utviklingsavdeling, og Raptor ble så utviklet med moderne elektronikk av Henrik strømme og designet av Morten Sagstuen. ATV var forbilde den gang, og elektronikken brukte PG system fra Curtis Wright. Produktet ble omtalt som det tøffeste produkt for barn og ungdom. Vi produserer 80-100 Raptor i året i dag. Det høyeste årlige produksjonstallet vi har hatt var 109. Vi har holdt liv i produktet ved å ha flere generasjoner der vi oppdaterer elektronikk og komponenter for å holde den konkurransedyktig på markedet. Totalt har vi nå solgt over 1000 Raptorer.</p> <p>En av feilene vi gjorde tidlig var å lage egen elektronikk, noe som viste seg å ikke være gunstig sammenlignet med profesjonelle leverandører. I dag er alt bortsett fra ledninger og brytere kjøpt inn.</p> <p>Vi produserte Raptor med Joystick-styring i en periode, Raptor PS. Denne solgte ikke mye, og vi har siden trukket den fra markedet. En årsak kan være at den så rar ut uten ratt.</p>



Figur 232 – Produktbilde av «Knerten»,
gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical
(Sunrise Medical, 2022a)



Figur 233 – Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Brukere:

Dagens Raptor bruker:

Raptor brukes av folk fra 3 år opp i tenårene. Det er mest fysisk størrelse som begrenser brukergruppen for Raptor, slik jeg ser det. Vi har hatt brukere opp i 18 år, som var såpass små at de fikk plass. Det er et marked for Raptor blant ungdom også. Raptor er jo i utgangspunktet lagd for mindre brukere, den blir fort litt barnslig for ungdom. Raptor sånn som i dag passer for de minste, den er lavere og verre å få tilpasset jo eldre.

Potensiell utvidelse av brukergruppe?

Brukere på 18 år er i fåtall – ikke i målgruppen. Brukere i 17-18-19 er få. Raptor som den er har helt klart livets rett – om det er mulig å øke brukergruppen til tenåringer hadde det vært veldig gunstig, så lenge det ikke minker brukergruppen på andre siden.

Teknisk:**Elektronikk**

Det å få de interne komponentene mindre vil være gunstig, da det blir lettere å bygge noe rundt. Det vil si man kan dedikere plass til andre ting enn drivverk.

Når det kommer til elektronikk for styring osv. bør det baseres på det som finnes fra veletablerte leverandører. I dag baserer vi oss på R-nett system; det som sitter på X8, konkurrenter osv. Vi har forsøkt å produsere noen av disse tingene selv før, men det blir bare dyrere og dårligere. Det er best å la de som er eksperter på disse tingene drive med sitt, så fokuserer vi på det vi kan.

Rekkevidde

Det å gjøre det lett å ta ut og bytte batteri har også veldig mye å si, her ligger Raptor bak, i likhet med de fleste andre hjelpemidler. Burde være sånn at man kan bytte og gjøre den klar på 2 min. Et sted det finnes potensial i dag er solcellelading – Vis man tenker hjelpemiddelet står ute en soldag i ro. Løst panel man kan koble på el. Og øke rekkevidden på denne måten.

Hastighet

Øke hastigheten til det som er lovlig i dag er nok lurt. Det gjør rullestolen mer funksjonell i noen tilfeller.

Kjøreegenskaper

Leddingen på midten av Raptor har veldig mye å si for fremkommelighet, eller er luftrykk veldig viktig. Man bør som oftest ha mindre luft i dekkene enn man tror, for økt grep. Valg av dekk er også viktig – jo mer gummi jo beder. Extreme X8 har nærmest rå gummi.

Et problem med Raptor er at den har fjæring som nærmest bare tilsynelatende er der, den fungerer ikke faktisk bra. Å få til bra uavhengig fjæring ville være veldig bra, fått den mjukere. På den måten er hjula oftere i kontakt med bakken. Skal man klare dette må man finne på noe med hjulopphengene. Vanlig landbruks traktor kan nok være til inspirasjon, se på styringen av geometrien i opphenget der. Den doserer i riktig retning når man svinger, noe Raptor ikke gjør.

Noe Raptor ville hatt godt av er større hjul, noe likt det på X8. Vi tenker bakkeklaring bør være minimum 10 cm, og den er 8 cm på Raptor i dag.

Pris

Raptor er relativt dyr, med en pris på 70 000kr. Det er få private som går ut å kjøper Raptor, vår hovedkunde er NAV. Det er riktignok et privat marked for denne typen produkter, men det er ikke det vi har peilet inn på. Med norsk manuell arbeidskraft blir produktet ganske dyrt. Dette er noe vi har spilt på også, Raptor er den eneste elektriske rullestolen til Sunrise som er produsert i Norge. Oppbyggingen av Raptor er slik den er for å optimalisere på kostnader, det er så enkel som mulig uten noe særlig unødvendig elementer. Eneste unntaket er kanskje bremselys/blinklys bak, som ikke er fastsatt i noen krav til ganghjelpedler.

Service

Det å gjøre det enklere for service teknikere å diagnostisere og eventuelt fikse Raptor hadde vært veldig gunstig. Vis tekniker kunne gå inn å sjekke rullestol for, sjekke motorer, batteri osv kunne vært en ide. Her er det naturligvis viktig å tenke personvern. Dette ville spart mange for mye. Ting som skal fikses bør også kunne fikses enkelt. På Raptor er det i dag for eksempel ganske kronglete å bytte skjermer og batterier. For å skru av skjermene må man skru av hjulene, som er unødvendig. Skjermene burde også vært mindre utsatte; slik det er nå er skjermene det første som treffer når man kjører inn i noe, som fører til at skjermene ofte går i stykker.

Produktet i bruk:

Brukbarhet

Tilgjengelig for personer med ulike ferdigheter?

Personlig ønsker jeg mulighet for joystick tilbake, sammen med servo (hjelpkraft, motordrevet styring). Med dette kan man også få forbedring i utveksling på modellen med ratt. På modellen med joystick kunne man også enkelt ta på ledsagerstyring uten ekstra komponenter. Dette er vanlig på en god del utestoler. Produsent er for eksempel Forus Stavanger. Extreme X8 kan ha ledsagerstyring – Dette er modellen som tar over for en del Raptor brukere når de blir eldre.



Figur 234 - Egenprodusert bilde av ledsagerstyringsmodul for Magic Mobility Extreme X8

Komfort

En utfjording her er at X8 er vanskeligere å komme inn i for mange brukere. Det hadde vært gunstig med noe midt mellom X8 og Raptor med tanke på høyde. Svinging på sete er også viktig, at man for eksempel kan svinge sete helt rundt, som er fint på kafe for eksempel.

Dere burde absolutt tenke mye på seter – for eksempel moduler med mulighet for mye støtte. Det bør tenkes helt i fra det helt enkle bøttesetene i dag til de med mer behov, bredt spenn med tilpasningsmuligheter. Jeg ville tatt setet for seg selv og jobbet med det separat. Det finnes ingen standarder for setefester i dag.

Å finne en måte å beskytte mot regn når man kjører hadde også vært fint.

Tilpasningsmuligheter – Flexibel i bruk?

Moduloppbygging er noe jeg ser stort potensiale i, for å øke tilpasningsmulighetene. For eksempel framvogn og bakvogn i modulsystem.

Sikkerhet – Toleranse for feil?

Øke sikkerhetsfølelsen er viktig. Det er barn som bruker Raptor, og voksne er naturligvis ganske nervøse med å la barn sette av gårde med det som i prinsippet er en liten bil. Her er det rom for smarte løsninger.

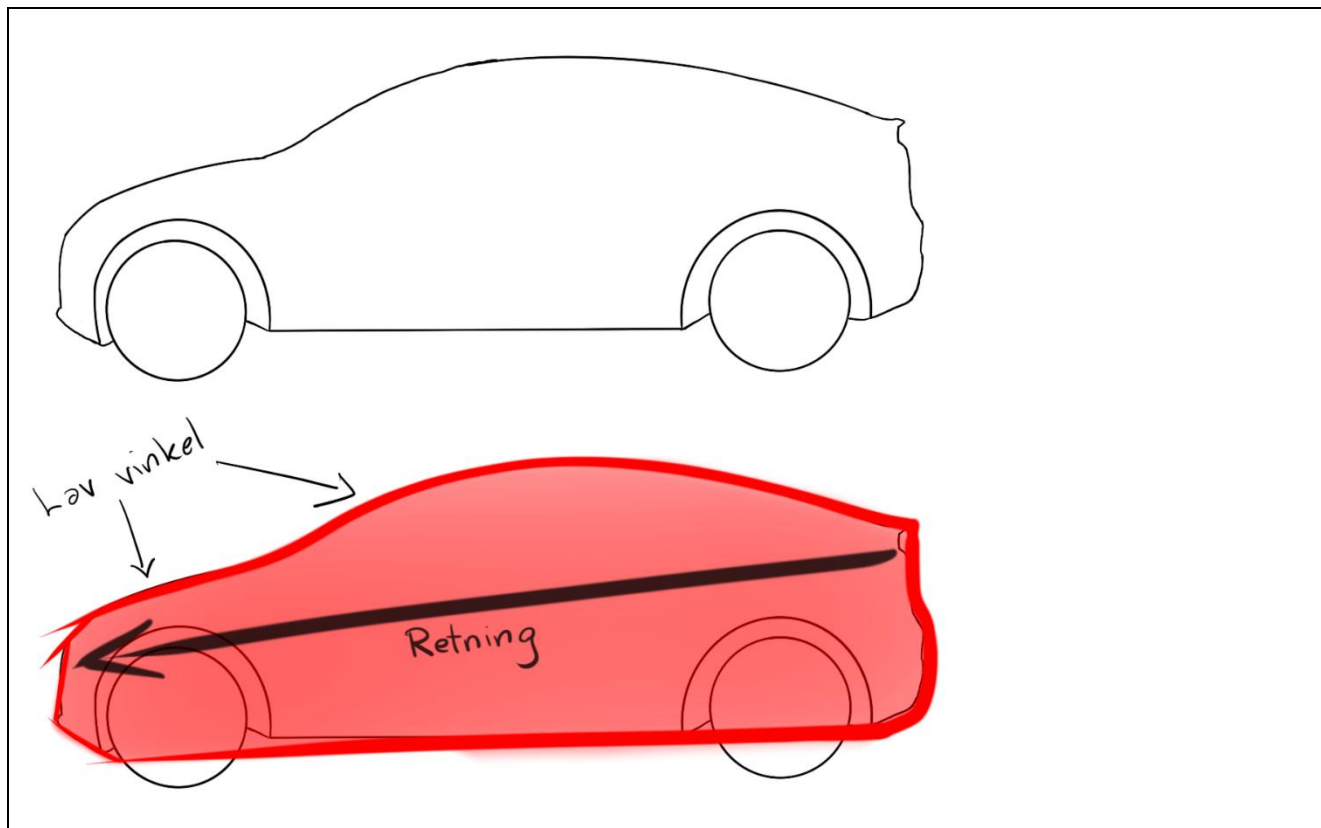
5.7 Vedlegg 7 - Analyse Transportdesign 2022

Tabell 18 - Transportdesign 2022 analyse

Transportdesign 2022

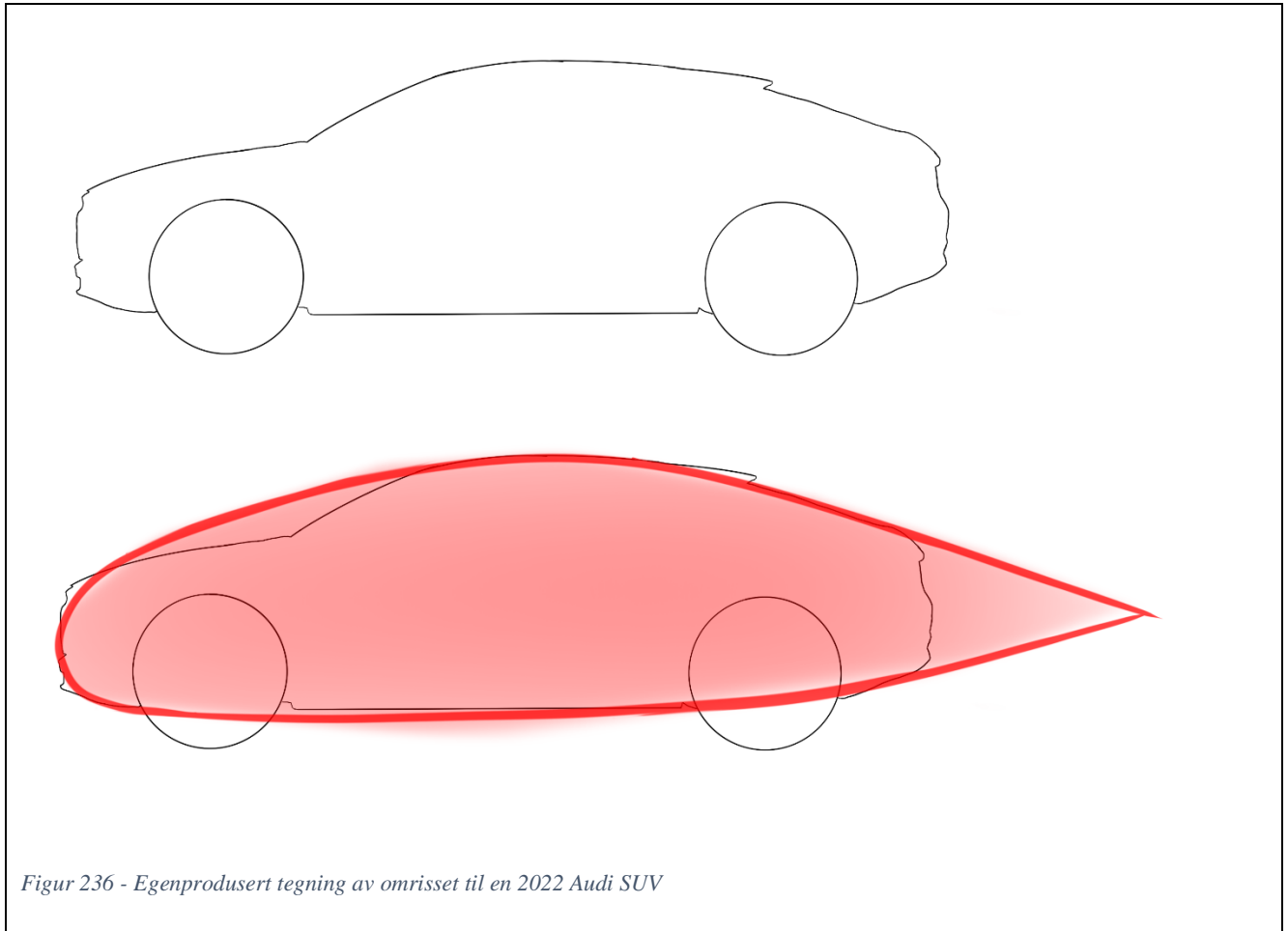
Totalform og proporsjoner

Dynamisk og sammenhengende: Helformene til sporty biler har en svært dynamisk form, som oppnås med skråstilte linjer i profilen, så horisontalt vinklet som mulig. Disse er spesielt vinklet fremover i fremre halvdel av bilen, som skaper visuell bevegelse rettet fremover. Formen er også ofte fremover-lent, altså lavere i front og høyre bak. Dette er igjen med på å skape visuell bevegelse fremover, samtidig som det er aerodynamisk fordelaktig – kalles «rake» i bilverden. Disse skråstilte linjene med lav vinkel gir alt i alt en form med veldig samlet visuell masse, med fravær av skarpe hjørner i midten som bryter massen, produktet ser ut til å bestå av en enkelt form. Fronten og enden på formen er derimot nesten alltid spisse med en skrap vinkel; dette forsterker bevegelsen i formen, den «peker» fremover.



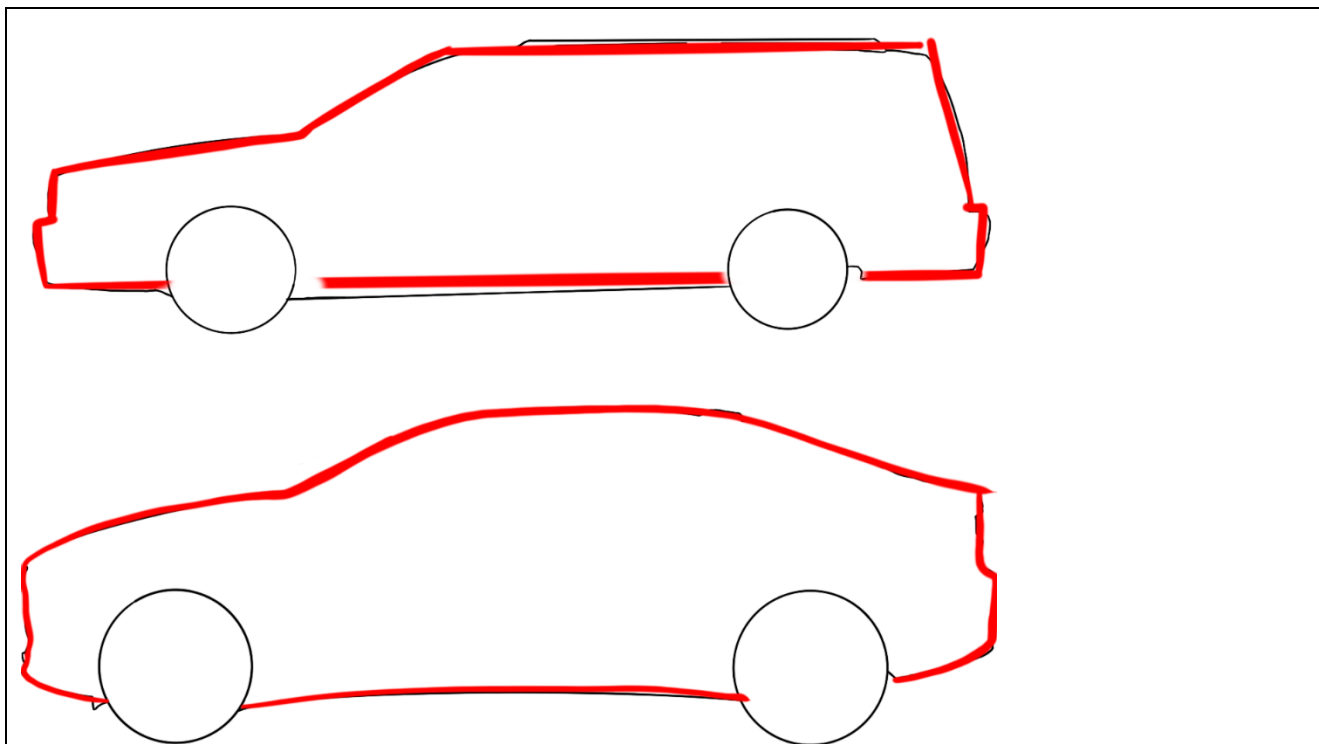
Figur 235 - Egenprodusert tegning av omrisset til en Tesla Model X

Strømlinjeform: Totalformen til sporty biler er i dag alltid så strømlinjeformet som det lar seg gjøre. Det vil si endelsen av formen bak blir stå skarp som mulig, eller «dråpeformet». I hvor stor grad dette er oppnådd er høyest avhengig av typen bil, en vanlig SUV om skal ha bra bagasjeplass vil for eksempel ha en oppreist bakende. I dagens elektriske biler blir bagasjeplass gjerne ofret for strømlinjeform, med en såkalt «coupé» eller «sportback» bakende slik som i modellen over og nedenfor. Strømlinje formen gir både mer dynamisk uttrykk og aerodynamiske egenskaper.



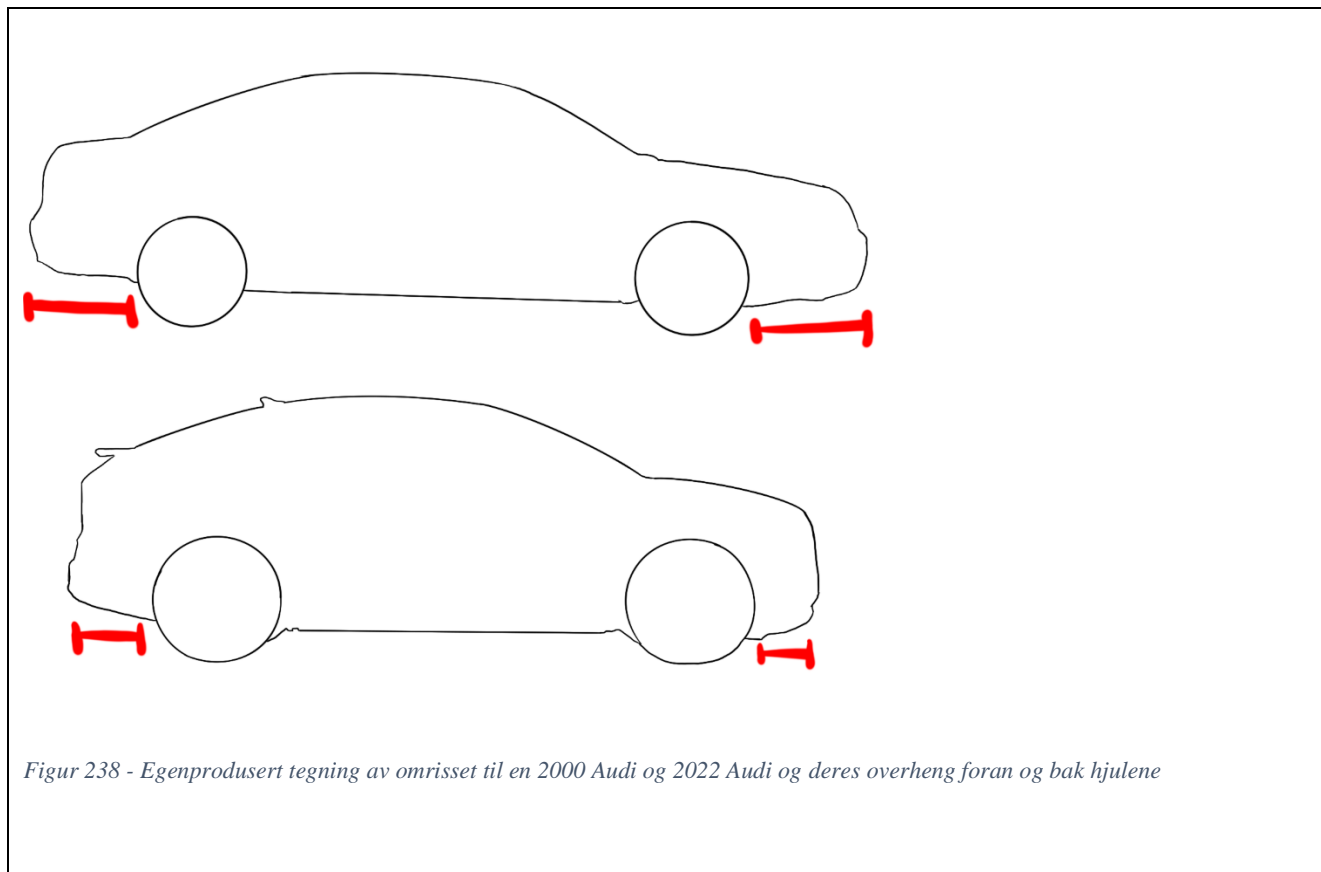
Figur 236 - Egenprodusert tegning av omrisset til en 2022 Audi SUV

Organiske: Totalformene varierer noe i utforming, når det kommer til balansen mellom geometrisk og organisk. Generelt kan en si at biler i dag er langt mer organiske enn det tidligere biler var. Elbilen fra Volvos datterselskap Polestar regnes for å være relativt geometrisk i utformingen sammenlignet med andre elbiler, men selv denne er mye mer organisk enn bilene fra 10-20 år siden. Bildet under viser en Volvo fra år 2000 og (Volvo) Polestar 2. Se de andre elbilene i analysen for enda mer organisk form.



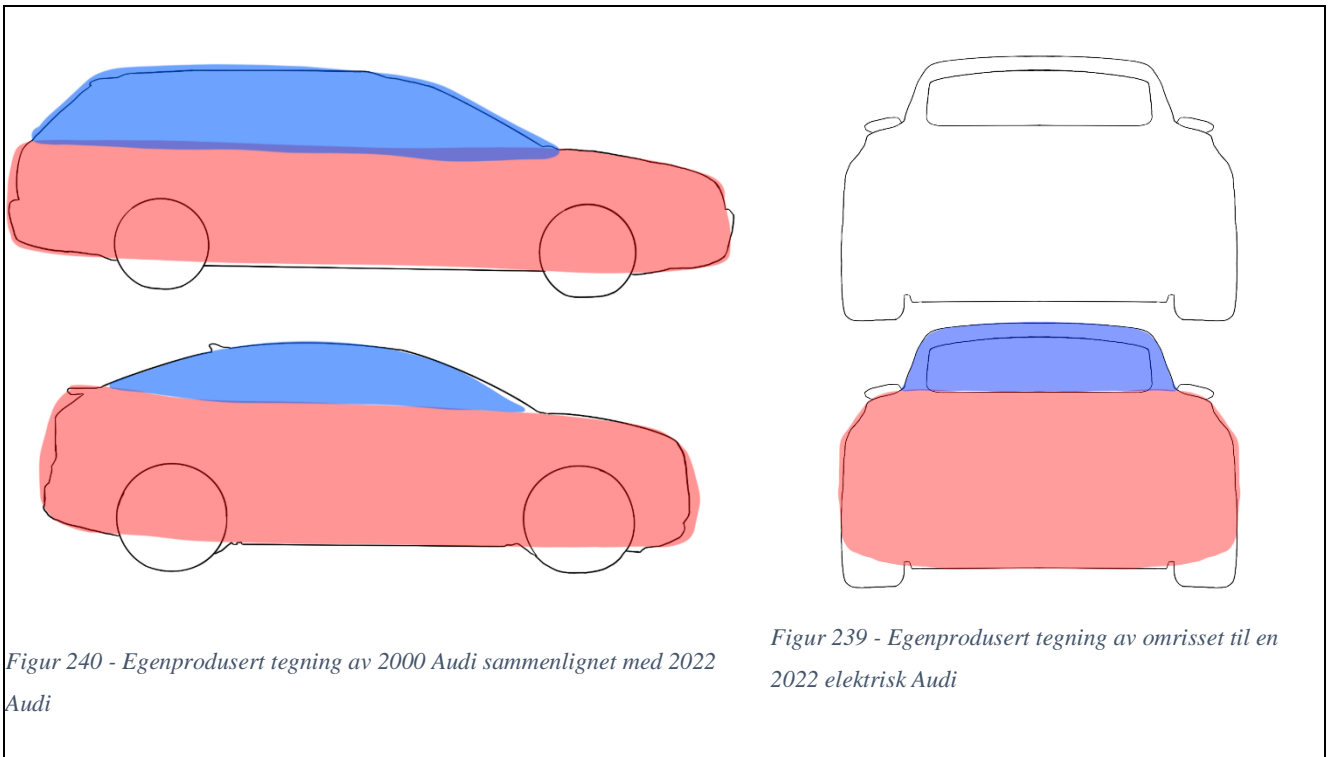
Figur 237 - Egenprodusert tegning av omrisset til en Volvo fra år 2000 og Polestar 2 fra 2022

Korte overheng: Sporty biler i dag har alltid korte overheng, som vil si lite masse som henger utenfor hjulene. Dette skaper et mer stabilt uttrykk, da bilen er «festet» til bakken helt i hjørnene, fremfor nærmere inn mot sentrum. Bilen ser og er dermed også mer smidig. Masse nærmere sentrum er gunstig for kjøreegenskaper da det gir lavere treghetsmoment. Bildet under viser en Audi fra år 2000 og en fra år 2022.

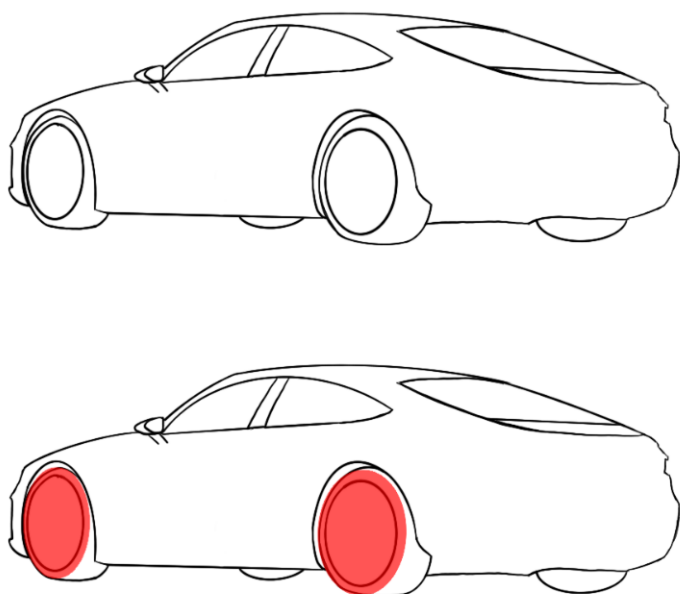


Figur 238 - Egenprodusert tegning av omrisset til en 2000 Audi og 2022 Audi og deres overheng foran og bak hjulene

Stabilitet - Lav visuell masse: Sporty bilder i dag har en lav visuell masse eller «tyngde». Dette oppnås gjennom: 1: lavere form, 2: at den visuelle massen blir større jo lengder ned på bilen, 3: at visuelle massen i den nedre delen av bilen er vesentlig større enn den over. Nedre og øvre halvdelen er visuelt avgrenset med bunden av vinduene, det som kalles «beltline» i bildesign. Dette skaper et stabilt uttrykk i total formen. Det første bildet under er igjen sammenligning av Audi fra 2000 og en sporty og elektrisk Audi fra 2022. Det andre bildet er en sport elektrisk Audi fra 2022 sett bak fra. Det røde feltet representerer det største volumet, det blå det minste. Viktig å bemerke at lavere form ikke nødvendigvis betyr at formen skal være så lavt plassert som mulig (nær bakken). Terrengbiler som SUV'er ønsker gjerne uttrykk for at bilen er plassert høyt over bakken, med høyt rom mullom hjulene og karosseriet.

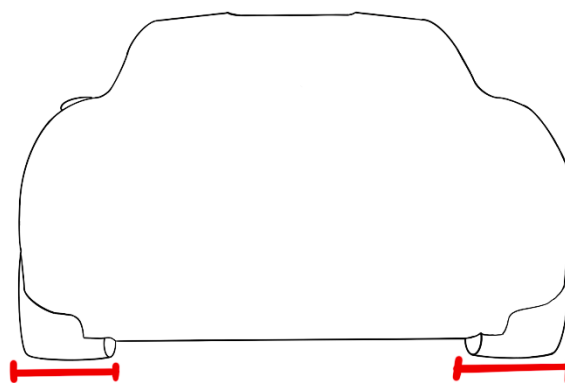


Store hjul og felger: Store hjul er veldig vanlig på sporty bilder. Vanligvis så store som mulig. Dette fenomenet kommer av estetiske preferanser og assosiasjoner til racing. Store hjul for bilens karosseri til å fremtre mindre, på grunn av persepsjon-fenomener. Dette er fordelaktig, en mindre bil er lettere, mer manøvrerbar osv. Det er størrelsen på felgene som har mest betydning i denne sammenhengen, ikke dekket. Felgen er det som står ut tydelig visuelt. Bilene har derfor veldig ofte svært lav profil på dekkene. Hjulene er så breie som mulig, for best mulig grep, slik som i racing biler som Formel 1. Det er også vanlig med større hjul bak enn foran, for å forsterke den «fremoverlente» dynamikken som beskrevet tidligere.



Figur 241 - Egenprodusert tegning av omrisset til Audi e-tron

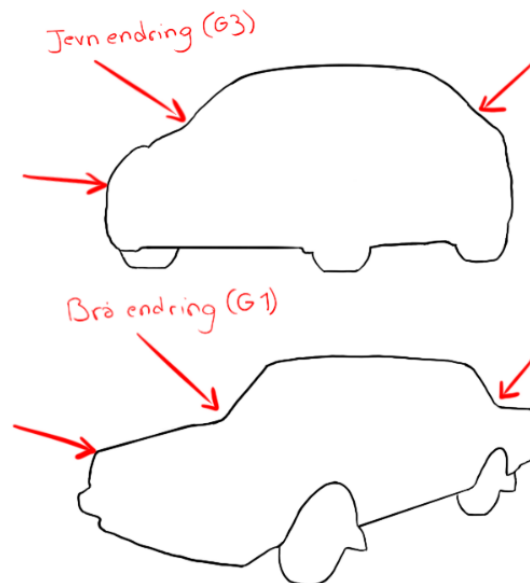
Sett forfra/bakfra er hjulene så breie som mulig, og plassert så langt ut i hjørnene på bilen som mulig (gjerne utenfor på terrengbiler). Dette er for å gi maksimalt grep og stabilitet, visuelt og funksjonelt.



Figur 242 - Egenprodusert tegning av omrisset til Porsche Taycan

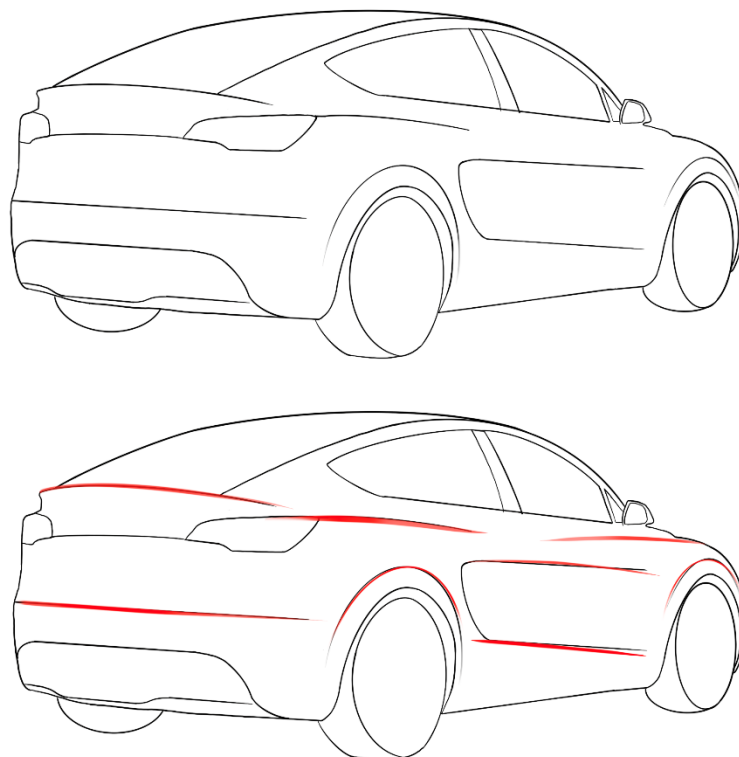
Overflater

Kontinuerlige og organiske: Overflate på moderne bilder har i stor grad kontinuerlige, det vil si de flatene på bilen møter hverandre i kontinuerlige, jevne kurver. Disse type flater har det man kaller G3 kontinuitet, det er en gradvis endring i overflatenes kurvatur. Dette gir et mer sammenhengende og minimalistisk uttrykk. En kan i si at bilen gir uttrykk får å bestå av 1 enkelt flate, i stedet for mange flater satt sammen. På eldre bilder, f.eks. en Volvo 240 er ikke dette tilfellet. Bildene under sammenligner en Tesla Model Y med en Volvo 240. Dette prinsippet er spesielt tydelig om en ser på A-stolpen til bilene.



Figur 243 - Egenprodusert tegning av omriss av Volvo 240 og Tesla Model Y

Skarpe linjer: De organiske flatene nærmest alltid kombinert med noen nøyaktige og skarpe linjer, der flatene «bretter» seg. På fagspråk sier en at flatene mister G3 kontinuiteten, og får en G0 kontinuitet der det eneste som er kontinuerlig på flaten er posisjon. Disse linjene blir synlige da de bryter refleksjonen i overflaten. Linjene plasseres bevisst for å skape dynamikk, utheve aspekter av bilen eller for å bryte de kontinuerlige flatene. Sistnevnte har den effekten at bilen fremstår visuelt lettere; runde og jevne



Figur 244 - Egenprodusert illustrasjon av skarpe linjer på en Tesla Model X

flater kan ofte fremstå tyngre («siger»), skarpe linjer «løfter» på dette. Et lettere uttrykk er ønsket da det er biler som skal kunne manøvrere raskt. Et eksempel er når disse brukes til å visuelt utheve hjulene til bilen, noe som får bilen til å fremstå «muskuløs». Dette gjøres av blant annet Audi og Tesla. Slike linjer er blitt spesielt utbredt de senere årene, da det har blitt mulig å lage skarpere linjer som følge av bedre produksjonsverktøy. Bildene under viser eksempler på hvordan Tesla plasserer slike linjer for å forsterke de visuelle retningene i totalformen. De brukes samtidig til å utheve hjulene til bilen, med linjene rundt hjulene.

Grafikk

Minimalistisk: En trend for biler i dag er mindre stilisering, «less is more». Stilisering vil i denne sammenhengen si visuelle elementer festet på utsiden av bilen. Dette gjelder spesielt elbiler, hvor mindre elementer kreves for at bilen skal fungere. Det fleste elbilprodusentene velger dermed å la formene tale for seg selv, med rene flater med minimal grafikk. Det eneste som er på elektriske biler som Tesla og Nio er hovedlykter, tåkelykter og ett luftinntak. Mange vil nok hevde at dette gir et mer moderne uttrykk; det som er sikkert er at det gir et mer tidløst uttrykk. Preferanser til hvordan biler stiliseres har vist seg å endre seg gjennom tidene, som med alt annet. Ved å bruke rene former og overflater, minimerer man risikoen for å benytte elementer som bare er en «trend», noe som muligens er ute av mote noen år senere.

Pareidoli - aggressivt uttrykk: Pareidoli er psykisk fenomen hvor sanseintrykk oppfattes som noe meningsfullt fordi detaljer og former likner på noe annet. Dette er spesielt viktig i bildesign, da vi alltid ubevisst oppfatter ansikt i biler: lykter er øyne, grill er munn osv. Måten disse grafiske elementene er utformet og plassert vil avgjøre hva slags «ansiktsuttrykk» vi oppfatter i bilen. I dagens sporty biler er det nærmest alltid et «sint» uttrykk i bilen. Årsaken er at vi som mennesker assosierer dette uttrykket med egenskaper gunstig for en sportsbil: slem, aggressiv, fokusert, brutal, kraftig, ol.

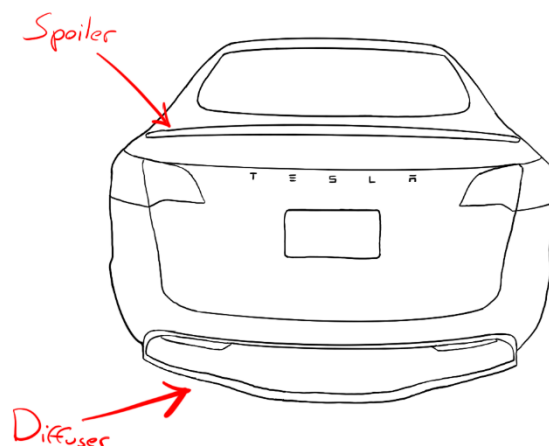


Figur 245 - Egenprodusert illustrasjon av pareidoli i fronten på Tesla Roadster

Vanlige elementer

Lysstriper: Kontinuerlig lysstripe for front- og baklykter er populært i sporty elbiler i 2022. Disse gjør lyktene mer minimalistiske i utformingen, samtidig som de aksentuerer bilens bredde. Mange vil nok hevde de også ser mer «futuristiske» ut enn vanlige separerte lykter. Dette kan ha å gjøre med at det er en ny måte å lage lykter på, eller at bilen virker futuristisk fordi den blir mer mystisk/ukjent i utseende da pareidoli-effekten blir mer utydelig.

Diffuser og spoilere: Sporty elbiler har i dag ofte komponenter aerodynamisk assistanse; komponenter som får luften til å oppføre seg på en gunstig måte rundt bilen. Dette er de svarte elementene en kan se på Tesla Model Y Performance under. Disse elementene er ofte bare for estetiske årsaker, uten å være funksjonelle. De skaper assosiasjoner til racing, og i tilfellet under er elementene med på å aksentuere bilens bredde.



Figur 246 - Egenprodusert tegning av omrisset til Tesla Model Y

Offroad-dekk: På sporty terrengbiler er det så knotete dekk med så dype spor som mulig. Dette er for økt grep på ulike underlag, og gir et «røft» uttrykk. Terrengbiler skal gjerne se mer grove ut, og ikke være like raffinerte som biler ellers. Her er det riktignok nesten alltid enn balanse. De fleste SUVer har i dag ganske vanlige «glatte» dekk, da de ikke faktisk brukes til terrengkjøring utenfor vei.

Farger/teksturer

Sterke tonekontraster: Sterke kontraster i tonene på overflatene er vanlig i dagens sporty biler. Dette gir et bestemt estetisk uttrykk, men brukes også bevist for å visuelt dele massene på bilen på en formålstjenlig måte. For eksempel er tonekontraster brukt for å dele høyden til bilen i 2 deler, som har den effekten at bilen virker høyere opp fra bakken (ønskelig i en SUV) og at selve bilen er lavere/breiere. Bilen fremstår også visuelt lettere, med 2 volumer i stedet for 1 stort. Kontraster brukes ellers til å fremheve deler, skjule deler ol.

Karbonfiber: Karbon-fiber kompositt (CFRP) er et materiale som brukes mye i racing på grunn av sine egenskaper. Deler av karbonfiber eller karbonfiber-utseende brukes mye i sportsbiler i dag, enten av funksjonelle grunner men oftest for å skape assosiasjoner til racing.

Interiør

Minimalistisk og dynamisk: Interiøret i sporty elbiler er i likhet med eksteriøret ofte minimalistiske og organisk-dynamisk i utseende. De visuelle bevegelsene er rette i kjøreretning, og ofte mot området sjåføren sitter. Bruk av sterke tone-kontraster som svart/hvit har blitt popularisert av Tesla.

Touch display: Digitale berøringsskjermer brukes i alle moderne elbiler. Disse kan tjene mange ulike formål, da de fritt tilpasser seg til det brukeren skal bruke den til.

Ratt med kanter: En veldig klar utvikling i elbilindustrien er at man går bort fra runde ratt og over til mer kantede ratt. Dette er både kvadratiske, heksagonale ratt osv. Dette har både funksjonelle og estetiske fordeler. Disse rattene kan gjøres mer kompakte og åpner for ulike typer grep, man kan for eksempel holde det som et styre vis man holder de horisontale delene. Ulempene er naturligvis at man ikke alltid kan bruke det på lik måte som et vanlig ratt. De estetiske fordelene er at det åpner for utforming med mer interessante utseender, og at de skaper assosiasjoner til racing-ratt, som for eksempel Formel 1 der rattet er kvadratisk.

Sammenhengende seter med sidestøtte: Setene i sporty elbiler er i dag i stor grad sammenhengende, i likhet med eksteriøret. Hodestøtte og sidestøtter er eksempel integrert i helformen til setet. Formen deres er i stor grad organiske og dynamiske. Sporty biler har alltid spesielt mye sidestøtte, noe som både er funksjonelt og skaper assosiasjoner til Racing-biler. Ved rask kjøring og svingen, sørger disse for at brukeren holder seg stabilt i setet.

5.8 Vedlegg 8 - Analyse design Sunrise Raptor

Tabell 19 - Designanalyse Raptor 2005

Raptor 2005

Totalform og proporsjoner

Totalform: Totalformen til Raptor har ikke en særlig sammenhengende visuell masse, men en kompleks form sammensatt av mange elementer. Dette er naturligvis mye grunnet at interiøret

her ikke er skjult, i likhet med en bil. Som følge av dette er den heller ikke særlig organisk. Dette er aspektet vi ser aller mest forbedringspotensial i; oppnå en enklere, mer minimalistisk totalform.



Figur 247 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Statiske former: Raptor har en del vertikale linjer som oppleves spesielt statiske, som nevnt tidligere er så lavt vinklede skrå linjer ønskelig i transportdesign. I Raptor er begrensingen her plass, elementer rettet mer vannrett tar mer plass. Boksen for batteriene her markert i rødt er det mest fremragende: den er strengt geometrisk med helt vertikale kanter, som følge av formen på fritidsbatteriene.



Figur 248 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Visuelle krefter: På grunn av den komplekse formen er det også et ganske komplekst samspill av visuelle krefter i Raptor. Det er vanskelig å kartlegge nøyaktig hvor alle disse kreftene er og går. Samlet sett ser formen til Raptor ganske fremover-rettet ut, slik som ønsket i transportdesign. Svakheten er at det kompliserte bilde gjør den ønskede visuelle kraften mye mer utydelig, sammenlignet med en bil. Dette henger my sammen med det første vi beskrev, at en tydeligere og enklere totalform vil være gunstig.



Figur 249 - Produktbilder av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Ønskede visuelle krefter:



Figur 250 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Små felger: Felgene til hjulene er veldig små i forhold til størrelsen på hjulet, altså høy profil på dekkene. Dette står ikke i stil med dagens bildesign. Bakgrunnen for dette er at større dekk gir bedre kjøreegenskaper, da dekket gir demping.



Figur 251 - Produktbilder av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Overflater:

Raptor skjermene har en veldig organisk form, i motsetning til totalformen til rullestolen. En svakhet slik vi ser det, er at de er så organiske uten noen skarpe definerende linjer. Dette skaper et ganske «tungt» uttrykk, de blir udefinerte og lite dynamiske. De er heller ikke særlig strømlinjeformede, de blir ikke betraktelig tynnere bakover/i endene. Skjermene er også relativt store sammenlignet med hjulene, og sitter tett inntil dekkene. Dette har den effekten at hjulene fremstår mindre.



Figur 252 - Egenprodusert bilde av skjerner på Raptor



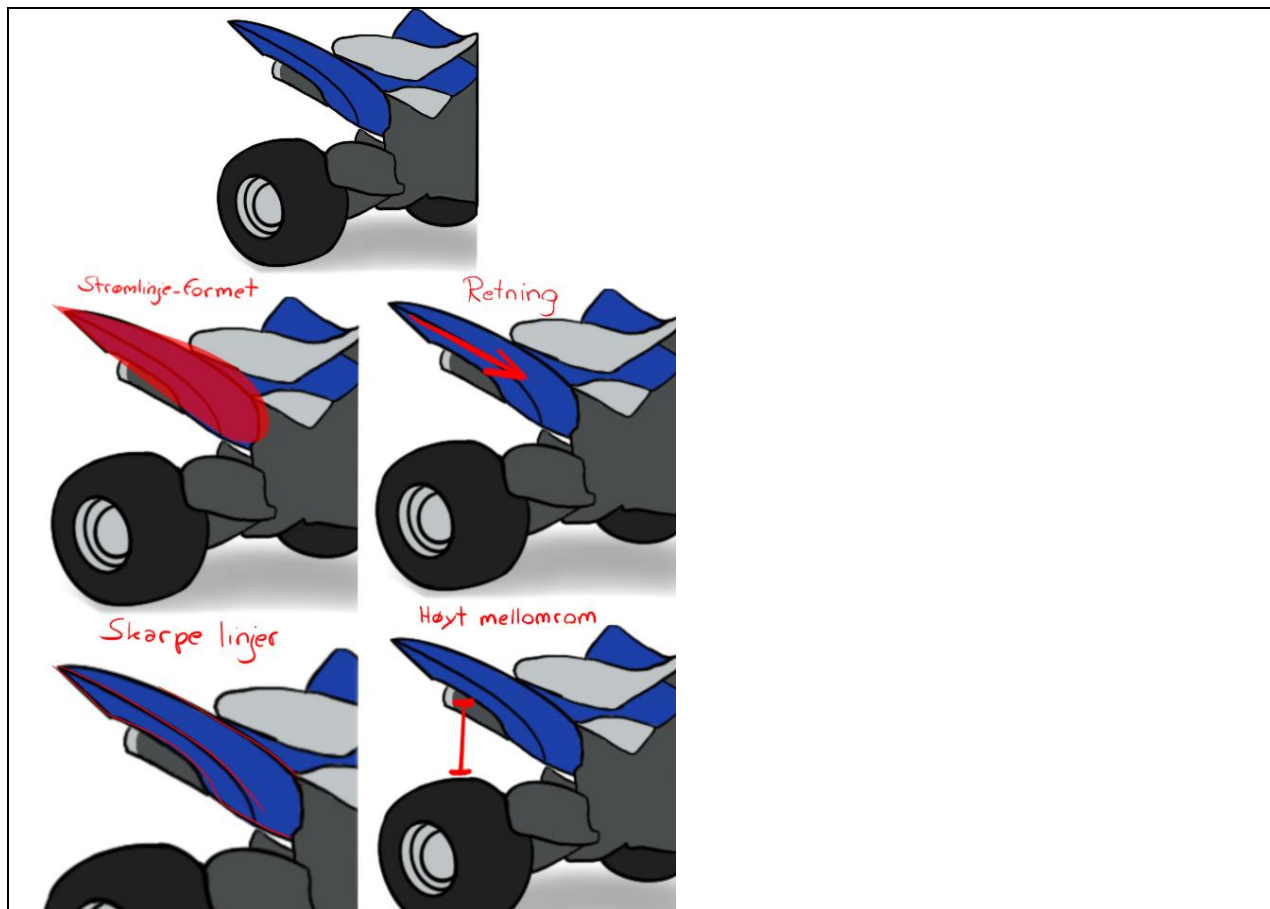
Figur 253 - Egenproduserte bilder av skjermene til Raptor

De visuelle kreftene i skjermene er ikke rettet diagonalt fremover slik en ønsker i bildesign, for det fremover-lente uttrykket. Dette gjelder spesielt skjermen foran. Hjul små i forhold til skjermer.



Figur 254 - Produktbilde av Raptor, gjengitt med tillatelse fra Sunrise Medical (Sunrise Medical, 2022a)

Bakskjermen til en moderne ATV som bruker prinsippene beskrevet i analysen av transportdesign, for sammenligning:



Figur 255 – Egenprodusert tegning av eksempel på moderne ATV

Grafikk:

Raptor har ikke noe veldig tydelig pareidoli-effekt, eller «ansikt». Det ansiktet en isåfall kan se ut fra elementene i fronten er ikke aggressivt slik en ser i sporty biler i dag. Den har heller et helt nøytralt uttrykk, der «øynene» er de to rektangulære refleksene. (Oppfatter en lykten i midten som en nese minner den kanskje en gris?) Viktig å bemerke at Raptor ikke så slik ut i front da den opprinnelige designeren ferdigstilte produktet, de har blitt endret i ettertid.



Figur 256 - Egenprodusert bilde av front på Raptor

Vanlige elementer

Raptor har ikke noen aerodynamiske elementer som diffusere eller spoilere, noe som kan skape assosiasjoner til bildesign om gjort riktig.

Farger/teksturer

Krom: Raptor har metallfelger i blank sølv, eller krom. Dette er en overflate bilverden beveger seg vekk fra, da det anses som noe «Gammeldags». Blanke metalloverflater ble verdsatt i bildesign før, da det var tegn på godt håndverk/produksjonsteknikk. I dag er det dermed eldre bilprodusenter og brukere som verdsetter slikt, og det har dermed fått litt motsatt effekt- det er ikke «hipt» og ser gammeldags ut. Eksempel på dette er Tesla som nå har fjernet all krom fra sine biler.



Figur 257 - Egenprodusert bilde av hjul på Raptor

Interiør:

Rattet til Raptor er helt rundt, og minner om et ratt fra en bil fra 80-tallet. Det er veldig geometrisk i oppbyggingen og ser svært industrielt ut. Altså lite ergonomisk eller visuelt appellerende i henhold til dagens bildesign. Dette er igjen blitt endret etter den opprinnelige designeren ferdigstilte produktet, da hadde det plast støpt over rattet.



Figur 258 - Egenprodusert bilde av ratt på Raptor

5.9 Vedlegg 9 - Benchmarking av 3 konsepter

5.9.1 Benchmarking

Poengsystemet fungerer på følgende måte: Hvert krav kan enten være ikke oppfylt, delvis oppfylt eller helt oppfylt. Disse gir henholdsvis 0, 1 og 2 poeng. Noen av kravene er mer kritiske enn andre, det er både må krav, bør krav og kan krav. For å faktorisere dette inn vil poengene fra kravoppfyllelsen ganges med enten 3, 2 eller 1, ut i fra hvor kritisk kravet er. Må krav ganges med 3, bør med 2 og kan med 1. Den totale poengsummen vil så sammenlignes mellom de 3 konseptene. Igjen, viktig å bemerke at den poengsummen ikke er særlig nyttig i seg selv, men den vil brukes i en totalvurdering av løsningene i forhold til kravspesifikasjonene. Kun 3 kategorier for hvor bra et krav er oppfylt og hvor kritisk de er, er veldig forenklet og resultatene kan derfor ikke brukes isolert. Det er også viktig å merke at konseptet vi går videre antageligvis blir en kombinasjon av elementer fra flere konsepter, men denne analysen vil gi oss en pekepinn på hvilken retning vi bør gå. Dersom et konsept for eksempel skiller seg ut fra resten på ett krav, kan vi hente de kritiske elementene fra den løsningen over til konseptet vi skal jobbe videre med.

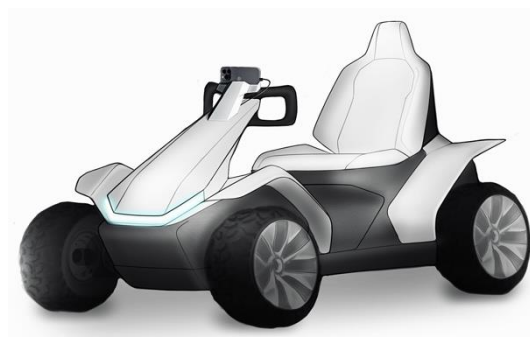
5.9.2 Konsept 1: Best mulig egenskaper med enkelhet

Grønn: Fullstendig oppfylt (2)

Gul: Delvis oppfylt (1)

Rødt: Ikke oppfylt (0)

Poengsummen for hvert kriterium står i kolonnene til høyre (Oppnåelse* hvor kritisk). En kommentar ligger i det markerte feltet, i tilfeller hvor det behøves.



Figur 259 - Egenprodusert skisse av konsept 1

Tabell 20 - Benchmarking av konsept 1

Kravspesifikasjoner	Må (3)	Bør (2)	Kan (1)	Poeng
Hovedkriterier:				
Rullestolen skal ikke oppfattes som et hjelpemiddel. De skal appellere til brukere uavhengig om det trenger den som hjelpemiddel	Konsept 1 har et sporty og moderne uttrykk som skiller seg fra andre rullestoler			3*2=6
Den skal ha utseende som vekker assosiasjoner til andre kjøretøy som sportsbiler, terrengbiler, ATV el.	Konsept 1 vekker assosiasjoner til alle disse, en blanding mellom ATV og terrengbil.			3*2=6
Gode terregegenskaper: Bedre grep Hindertakning >10cm Snudiameter < 205cm Stabil i sideveis helning > 15° Stabil i opp/ned helning > 12°	Bred hjulstilling og store hjul/dekk og 4-hjulstrekk gir denne veldig bra terregegenskaper			3*2=6
Appellere og fungere for brukere fra 6 til 21 år: Høyde opp til 180cm	Konseptet vil slik vi ser det appellere til brukere opp til 21 år, som følge			3*2=6

Vekt opp til 100kg	av utseende, størrelse og egenskaper.			
God brukbarhet med tilpasningsmuligheter for mennesker med ulike funksjonsevner – Spesielt nedsatt gangfunksjon	Rullestolen kan tilpasses i størrelse og sete-stilling. Den kan også ha både gass/brems for hender og føtter. Slik det står nå, er en svakhet at den kun har mulighet for ratt. Den setter generelt noe høyere krav til bruker, sammenlignet med konsept 3.			3*1=3
Morsom i bruk – Den skal ha kjøredynamikk som minner om bil, gokart ol.	Formatet og terrengegenskapene vil åpne for veldig morsom kjøreopplevelse som minner om større kjøretøy.			3*2=6
Produserbart – Designet for rimelige produksjonsmetoder	Konsept 1 er spesielt bra med hensyn til produksjon, på grunn av sin enkelhet (relativt). Panelene på utsiden av kjøretøyet bør kunne utvikles for termoforming, den har ikke avanserte hjuloppheng eller			3*2=6

	styring. Setet er antageligvis den dyreste delen å produsere, men det kan utvikles videre for å få ned kostnaden.			
Bærekraft – Lett å demontere, resirkulerbare materialer og lavt utslipp i produksjon	Konseptet vil være relativt lett å ta fra hverandre gitt enkelheten. Gjenbruk av elbil-batterier vil være gunstig for miljøavtrykk.			3*2=6
Brukbarhet:				
Minimum besvær – ratt, pedaler ol. skal kreve minst mulig kraft	Styringen har ikke hjelpekraft. Lettere kjøretøy gitt li-ion vil kunne gjøre dette overkommelig. Raptor er vesentlig tyngre og har ikke hjelpekraft. Dette må testes. Bruker slipper å flytte foten av til en dedikert bremsepedal, som er gunstig.			3*1=3
Enkel og intuitiv i bruk – Det skal være enkelt å forstå hvordan man bruker rullestolen,	Funksjonaliteten er veldig naturlig, da det er som en hvilken som helst bil. Biler er veletablert i kulturen			3*2=6

uavhengig av kunnskaper og erfaring	vår, vi blir kjent med de fra vi er barn. Løsningen med at telefon brukes som info-display gjør at brukeren ikke må lære å bruke noe helt nytt, men en gjenstand de allerede er kjent med.			
Fleksibel i bruk – Rullestolen skal kunne tilpasses til ulike preferanser		Størrelse, sittestilling og egenskapene til motorene vil kunne tilpasses.		2*1=2
Toleranse for feil – Det skal ikke være farlig å gjøre noe feil på rullestolen	Det er risiko for at bruker kræsjer inn i omgivelsene. Nødstoppe på kjøretøyet og fjernstyrt kan installeres. Automatisk bremsing i det bruker slipper opp på gasspedalen er med på å bedre sikkerheten.			3*1=3
Tilstrøkkelig plass – Den skal ha tilstrøkkelig plass i interiøret, slik at flest	Rullestolen har mye plass dedikert til brukeren, mye takket være li-ion batterier.			3*2=6

mulig brukere kan føle seg komfortable i den				
Krav til utforming:				
Skal ikke være vesentlig større enn vanlige elektriske rullestoler – kunne brukes i samme scenarioer som tradisjonelle elektriske rullestoler: Lengde < 160cm Bredde < 100cm				3*2=6
Ratt				3*2=6
Høyere sittehøyde enn Raptor				2*2=4
Mulighet for joystickstyring		Slik konseptet står nå er ikke dette implementert. Dette kan implementeres enkelt gjennom armstøtter.		2*1=2
Aerodynamisk			Aerodynamisk for rullestol å være, men vil være bedre i konsepter med et tak.	1*1=1

Tekniske krav:				
Standardsete med bedre støtte enn på Raptor				3*2=6
Roterbart sete		Kan ikke rotere slik konseptet står nå, gitt at setet er integrert inn i produktet på en veldig sammenhengende måte (estetiske årsaker).		2*0=0
Mulighet for montering av andre typer seter med overgang fra ett setemerke til et annet			Ikke mulig på en enkel måte da setet fungerer som en veltebøyle.	1*0=0
Oppfellbart ratt		Vil kunne implementeres i dette konseptet.		2*2=2
Skal kunne utvides i størrelse – Passe for mennesker av ulikstørrelse, og kunne vokse med bruker				2*2=4
Hastighet på maks 15km/t med justerbarhet				3*2=6

Nødstop – på rullestolen og ekstern				2*2=4
Mulighet for ledsagerstyring			Vil kunne implementeres, men må festes i setet, som kan bli noe komplisert.	1*1=1
Støtdemping på alle hjul – Skal være bedre enn på Raptor og bør være uavhengige		Alle hjul har støtdemping i form av svært tykke dekk skjult bak hjulkapslene. Ikke like mye fjæring som med dedikerte mekanismer.		2*1=2
Aktive og passive sikkerhetsfunksjoner – Hindrer kollisjoner og fare ved kollisjon				2*1=2
4-hjulstrekk				2*2=4
Lav tyngdepunkt og god stabilitet – Det skal ikke være mulig å velte den under vanlig bruk				2*2=4
Elektroniske hjelpemidler for kjøring				1*2=2

(ABS, Traction Control o.l.)				
Mulighet for å endre innstillinger som fart, drivemodus el. på et instrumentpanel		Ved å koble til mobiltelefon		2*2=4
LED Lykter foran og bak – kjørellys som gir tilstrekkelig syn under alle lysforhold og bremselys som signaliserer når kjøretøyet bremses				3*2=6
Mulighet for å se bakover uten å snu seg			Vil bli mulig med framkameraet på telefonen som festes over rattet. Brukeren slipper å snu nakken, kun flytte seg litt i motsatt side som kamera sitter på telefonen.	1*2=2
Moderne batteriløsning		Li-ion, evt. gjenbruke		2*2=4

Mulighet for både håndgass og fotgass				2*2=4
Blinklys – For å signalisere når man skal svinge			Vil kunne implementeres.	1*2=1
Rekkevidde på over 35km				3*2=6
Løsning for rask hjemmelading	Li-ion batteriene kan lades fra stikkontakt, med relativt liten transformator.			3*2=6
Reflekser på alle sider av kjøretøyet	Konseptet har mange rene flater hvor refleksmerker kan festes.			3*2=6
Hjuldiameter over 13 tommer og dekkhøyde over 6cm. Større hjul bak enn foran				2*2=4
Horn for å varsle				3*2=6
Sentral kontroll fra Curtis Wright (R-NET)				1*2=2
Motorkraft på minst 0.65kw med moment over 70 NM	Opp til 4*700watt=2,8kw			3*2=6
Effektiv bremsing – Kunne bremse like raskt som den kan akselerere		Veldig effektiv bremsing gjennom motorene, men		2*1=2

		ingen dedikerte bremses		
Regenerativ bremsing – Automatisk bremsing når man slutter å akselerere, som henter inn kinetisk energi				2*2=4
Håndbrems/nødbrems – Fysisk brems som kan brukes i nødsituasjoner og når rullestolen skal stå stille		Kan implementeres.		2*1=2
Lett – Under 118kg		Vekten blir vesentlig under 118kg takket være vektbesparelser med li-ion batteri og aluminiumsramme. Vi antar en vekt i underkant av 100kg. (40kg av Raptors vekt på 118kg er fra gel-batteriene, og aluminium rundt 1/3 av stål)		2*2=4
Solid konstruksjon – Tåle store støt fra terrengkjøring	Spesielt solid på grunn av enkelheten; ingen avanserte hjuloppheng,			3*2=6

	differensialer osv. Bunden har sterk metallplate.			
Skjerme brukeren for sprut under kjøring – gjørme, stein osv.		Skjermer foran og bak		2*2=4
Enkelt å bytte deler som blir utslitt – For eksempel bytte skjermer uten å ta av hjulene		For sammenhengende utseende er skjermene foran tiltenkt å termoformes i en del, som begrenser dette. Ikke like kritisk her, da dekkene står noe utenfor skjermene og vil ta i møt støt.		2*1=2
Vanntett nok til kjøring i snø og regn	Enkle ytre flater			3*2=6
Bakkeklaring over 8cm	Store hjul			3*2=6
Veltebøyle som går over hodet til brukeren		Integrert i setet		2*2=4
Oppbevaring for diverse ting – Et sted man kan legge ting man vil ha med seg				1*1=1

Feste for krykker		Mange områder hvor krykkehoder kan festes		2*2=4
Hjulene sitter utenfor karosseriet – Unngå at deler blir ødelagt under støt				2*2=4
Bruker-pris under 100 000kr, gitt en fortjeneste-margin på 20% for produsent	Produktet er veldig tilrettelagt for enkle produksjonsmetoder og sammenstilling. Ikke veldig avansert, veletablert teknologi.			3*2=6
Unngå dyre produksjonsmetoder – begrense sprøytstøping av plast/presstøping av metall		Få om ingen krav til sprøytstøping og metall-støpning. Baserer seg mye på termoforming, stansing og lignende.		2*2=4
Estetiske:				
Sammenhengende visuelt volum/masse (totalform). Volumet skal være «fremoverlent», altså høyere bak enn foran				3*2=6
Lav visuell masse				3*2=6

Visuelle krefter rette fremover				3*2=6
Strømlinjeformet		Begrenset av at interiøret er åpent, ingen tak osv.		2*1=2
Store hjul og felger med så breie hjul som mulig				2*2=4
Organisk form - Sammenhengende overflater med noen skarpe linjer				3*2=6
Korte overheng foran og bak				3*2=6
Minimalistisk uttrykk – få grafikk-elementer				3*2=6
Pereidoli – Aggressivt uttrykk foran		Lysstripen foran gir aggressivt uttrykk, endene er vinklet opp som «sinte øyne»		2*2=4
Lysstriper bak og/eller foran				2*2=4
Spoiler og diffuser			Antydning til diffuser-lignende element i metallplaten nederst.	1*2=2

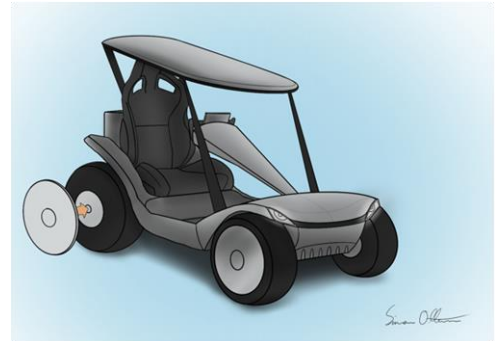
			Hekkspoiler vil kunne implementeres bak.	
Grove dekk				3*2=6
Minimalistisk interiør med touch display				2*2=4
Sammenhengende seter med sidestøtte				3*2=6
Kantete ratt – Ikke fullstendig sirkulært ratt		Ratt som åpner for ulike grep		2*2=4
Tilpasning av farge på produktet – Større fargeutvalg enn Raptor		Plastdelene utvendig kan lages i et par ulike farger men dette er ikke gunstig mht. kostnad. Vinylwrapping el. kunne vært gunstig.		2*1=2
En tydelig identitet – Formspråk og diverse merkevareelementer			Unikt og gjenkjennelig utseende for en rullestol.	1*2=2
Sterke tonekontraster				2*2=4
Overflater med karbon-fiber utseende			Kan implementeres.	1*2=2
Sum poeng				321

5.9.3 Konsept 2: Funksjonelt-optimal terrenggående rullestol

Grønn: Fullstendig oppfylt (2)

Gul: Delvis oppfylt (1)

Rødt: Ikke oppfylt (0)



Figur 260 - Egenprodusert skisse av konsept 2

Poengsummen for hvert kriteriet står i kolonnene til høyre (Oppnåelse* hvor kritisk). En kommentar ligger i det markerte feltet, i tilfeller hvor det behøves.

Tabell 21 - Benchmarking av konsept 2

Kravspesifikasjoner	Må (3)	Bør (2)	Kan (1)	Poeng
Hovedkriterier:				
Rullestolen skal ikke oppfattes som et hjelpemiddel. De skal appellere til brukere uavhengig om det trenger den som hjelpemiddel	Konsept 2 har sporty og moderne uttrykk som skiller seg fra andre rullestoler			3*2=6
Den skal ha utseende som vekker assosiasjoner til andre kjøretøy som sportsbiler, terrengbiler, ATV el.	Konsept 1 vekker assosiasjoner til alle disse kjøretøyene.			3*2=6
Gode terrengegenskaper:	Bred hjulstilling og store hjul/dekk og 4-			3*2=6

<p>Bedre grep</p> <p>Hindertakning >10cm</p> <p>Snudiameter < 205cm</p> <p>Stabil i sideveis helning > 15°</p> <p>Stabil i opp/ned helning > 12°</p>	<p>hjulstrekk gir bra terregegenskaper</p>			
<p>Appellere og fungere for brukere fra 6 til 21 år:</p> <p>Høyde opp til 180cm</p> <p>Vekt opp til 100kg</p>	<p>Konseptet vil slik vi ser det appellere til brukere opp til 21 år, som følge av utseende, størrelse og egenskaper.</p>			3*2=6
<p>God brukbarhet med tilpasningsmuligheter for mennesker med ulike funksjonsevner –</p> <p>Spesielt nedsatt gangfunksjon</p>	<p>Rullestolen kan tilpasses bra, som i konsept 1. Den setter generelt noe høyere krav til bruker, sammenlignet med konsept 3.</p>			3*1=3
<p>Morsom i bruk – Den skal ha kjøredynamikk som minner om bil, gokart ol.</p>	<p>Formatet og terregegenskapene kan som i konsept 1 være veldig morsomme for bruker.</p>			3*2=6
<p>Produserbart – Designet for rimelige produksjonsmetoder</p>	<p>Konsept 2 er vesentlig dyrere i produksjon enn konsept 1, som følge av kompleksitet.</p>			3*0=0

	Kompleks montering og deler.			
Bærekraft – Lett å demontere, resirkulerbare materialer og lavt utslipp i produksjon	På grunn av mye kompleks teknologi og mange deler, vil den bli vanskeligere å resirkulere. Den har for eksempel dedikert datamaskin med internettforbindelse osv.			3*2=0
Brukbarhet:				
Minimum besvær – ratt, pedaler ol. skal kreve minst mulig kraft	Styringen har hjelpekraft			3*2=6
Enkel og intuitiv i bruk – Det skal være enkelt å forstå hvordan man bruker rullestolen, uavhengig av kunnskaper og erfaring	Funksjonaliteten er naturlig i bruk som konsept 1. Den blir likevel noe mer komplisert å lære å bruke, med dedikert skjerm/datamaskin og mange funksjoner.			3*1=3
Fleksibel i bruk – Rullestolen skal kunne tilpasses til ulike preferanser		Størrelse, sittestilling og egenskapene til motorene og styringen vil kunne tilpasses.		2*1=2

Toleranse for feil – Det skal ikke være farlig å gjøre noe feil på rullestolen	Det er liten risiko for at bruker kræsjer inn i omgivelsene, takket være de ultra-soniske sensorene. Nødstoppe på kjøretøyet og fjernstyrt kan installeres.			3*2=6
Tilstrekkelig plass – Den skal ha tilstrekkelig plass i interiøret, slik at flest mulig brukere kan føle seg komfortable i den	Rullestolen har mye plass dedikert til brukeren, mye takket være li-ion batterier.			3*2=6
Krav til utforming:				
Skal ikke være vesentlig større enn vanlige elektriske rullestoler – kunne brukes i samme scenarioer som tradisjonelle elektriske rullestoler: Lengde < 160cm Bredde < 100cm				3*2=6
Ratt				3*2=6
Høyere sitte høyde enn Raptor				2*2=4
Mulighet for joystickstyring		Slik konseptet står nå er ikke dette		2*1=2

		implementert. Dette kan implementeres enkelt gjennom armstøtter.		
Aerodynamisk			Spesielt aerodynamisk med taket på. Ikke særlig aerodynamisk med taket av.	1*1=1
Tekniske krav:				
Standardsete med bedre støtte enn på Raptor				3*2=6
Roterbart sete		Kan ikke rotere slik konseptet står nå, gitt måten setet er integrert inn i produktet.		2*0=0
Mulighet for montering av andre typer seter med overgang fra ett setemerke til et annet				1*2=2
Oppfellbart ratt		Vil kunne implementeres i dette konseptet.		2*2=2
Skal kunne utvides i størrelse – Passe for mennesker av				2*2=4

ulikstørrelse, og kunne vokse med bruker				
Hastighet på maks 15km/t med justerbarhet				3*2=6
Nødstop – på rullestolen og ekstern				2*2=4
Mulighet for ledsagerstyring			Vil kunne implementeres i veltebøylen.	1*1=1
Støtdemping på alle hjul – Skal være bedre enn på Raptor og bør være uavhengige		Alle hjul har støtdemping i form av svært tykke dekk og separate mekanismer.		2*2=4
Aktive og passive sikkerhetsfunksjoner – Hindrer kollisjoner og fare ved kollisjon				2*2=4
4-hjulstrekk				2*2=4
Lavt tyngdepunkt og god stabilitet – Det skal ikke være mulig å velte den under vanlig bruk				2*2=4
Elektroniske hjelpemidler for kjøring (ABS, Traction Control o.l.)				1*2=2

Mulighet for å endre innstillinger som fart, drivemode el. på et instrumentpanel		På display		2*2=4
LED Lykter foran og bak – kjørellys som gir tilstrekkelig syn under alle lysforhold og bremselys som signaliserer når kjøretøyet bremses				3*2=6
Mulighet for å se bakover uten å snu seg			Kamera og display på kjøretøyet.	1*2=2
Moderne batteriløsning		Li-ion, evt. gjenbruk		2*2=4
Mulighet for både håndgass og fotgass				2*2=4
Blinklys – For å signalisere når man skal svinge			Vil kunne implementeres.	1*2=1
Rekkevidde på over 35km				3*2=6
Løsning for rask hjemmelading	Li-ion batteriene kan lades fra stikkontakt, med relativt liten transformator.			3*2=6
Reflekser på alle sider av kjøretøyet	Konseptet har mange rene flater hvor			3*2=6

	refleksmerker kan festes.			
Hjuldiameter over 13 tommer og dekkhøyde over 6cm. Større hjul bak enn foran				2*2=4
Horn for å varsle				3*2=6
Sentral kontroller fra Curtis Wright (R-NET)				1*2=2
Motorkraft på minst 0.65kw med moment over 70 NM	Opp til 4*700watt=2,8kw			3*2=6
Effektiv bremsing – Kunne bremse like raskt som den kan akselerere		Veldig effektiv bremsing gjennom motorene, i tillegg til dedikerte skivebremseser.		2*2=4
Regenerativ bremsing – Automatisk bremsing når man slutter å akselerere, som henter inn kinetisk energi				2*2=4
Håndbrems/nødbrems – Fysisk brems som kan brukes i nødsituasjoner og når rullestolen skal stå stille		Kan implementeres.		2*1=2
Lett – Under 118kg		Vekten blir antageligvis noe		2*0=0

		under 118kg takket være li-ion batteri. Mange elementer vil kunne øke vekten en del, og gjøre det utfordrende å komme godt under (fjæringsmekanismer, bremsesystem, datamaskin, tak osv)		
Solid konstruksjon – Tåle store støt fra terrengkjøring	Solid blant annet pga. metallplaten under. Med relativt mye komplekse bevegelige deler blir styrken begrenset (fjæringsmekanisme, bremseser, datamaskin osv.)			3*1=3
Skjerme brukeren for sprut under kjøring – gjørme, stein osv.		Skjermer foran og bak		2*2=4
Enkelt å bytte deler som blir utslitt – For eksempel bytte skjermer uten å ta av hjulene		For sammenhengende utseende en del av de ytre delene designet som		2*1=2

		sammenhengende elementer, som begrenser dette.		
Vanntett nok til kjøring i snø og regn	Enkle ytre flater			$3*2=6$
Bakkeklaring over 8cm	Store hjul			$3*2=6$
Veltebøyle som går over hodet til brukeren		Dedikert bøyle bak setet		$2*2=4$
Oppbevaring for diverse ting – Et sted man kan legge ting man vil ha med seg				$1*1=1$
Feste for krykker		Mange områder hvor krykkeholder kan festes		$2*2=4$
Hjulene sitter utenfor karosseriet – Unngå at deler blir ødelagt under støt				$2*2=4$
Bruker-pris under 100 000kr, gitt en fortjeneste-margin på 20% for produsent	Produktet er ikke bra tilrettelagt for enkle produksjonsmetoder og sammenstilling. Kompleks teknologi og konstruksjon. Mange deler skal produseres og monteres sammen. Pris for kunden vil helt			$3*0=0$

	sikkert bli over 100 000kr.			
Unngå dyre produksjonsmetoder – begrense sprøytstøping av plast/presstøping av metall		Rimelige produksjonsmetode r som termoforming, stansing vil antageligvis ikke strekke til her. Komplekse deler vil kreve sprøytstøping.		2*0=0
Estetiske:				
Sammenhengende visuelt volum/masse (totalform). Volumet skal være «fremover- lent», altså høyere bak enn foran				3*2=6
Lav visuell masse				3*2=6
Visuelle krefter rette fremover				3*2=6
Strømlinjeformet		Begrenset når taket er av, spesielt bra med taket på.		2*1=2
Store hjul og felger med så breie hjul som mulig				2*2=4

Organisk form - Sammenhengende overflater med noen skarpe linjer				3*2=6
Korte overheng foran og bak				3*2=6
Minimalistisk uttrykk – få grafikk-elementer				3*2=6
Pereidoli – Aggressivt uttrykk foran		Lysene foran gir aggressivt uttrykk, endene er vinklet opp som «sinte øyne»		2*2=4
Lysstriper bak og/eller foran				2*2=4
Spoiler og diffuser				1*2=2
Grove dekk				3*2=6
Minimalistisk interiør med touch display				2*2=4
Sammenhengende seter med sidestøtte				3*2=6
Kantete ratt – Ikke fullstendig sirkulært ratt		Ratt som åpner for ulike grep		2*2=4
Tilpasning av farge på produktet – Større fargeutvalg enn Raptor		Vinylwrapping åpner for a lage produktet med spesielt mange farger.		2*2=4

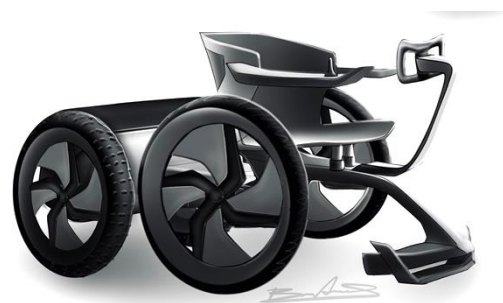
En tydelig identitet – Formspråk og diverse merkevareelementer			Unikt og gjenkjennelig utseende.	1*2=2
Sterke tonekontraster				2*2=4
Overflater med karbon- fiber utseende			Kan implementeres.	1*2=2
Sum poeng				303

5.10 Konsept 3: Modulbasert adaptiv rullestol – 2 in 1

Grønn: Fullstendig oppfylt (2)

Gul: Delvis oppfylt (1)

Rødt: Ikke oppfylt (0)



Figur 261 - Egenprodusert skisse av konsept 3

Poengsummen for hvert kriteriet står i kolonnene til høyre (Oppnåelse* hvor kritisk). En kommentar ligger i det markerte feltet, i tilfeller hvor det behøves.

Tabell 22 - Benchmarking av konsept 3

Kravspesifikasjoner	Må (3)	Bør (2)	Kan (1)	Poeng
Hovedkriterier:				
Rullestolen skal ikke oppfattes som et hjelpemiddel. De skal appellere til brukere uavhengig om det trenger den som hjelpemiddel	Konsept 3 minner om andre elektriske rullestoler, og spesielt manuelle rullestoler pga. frem-modulen.			3*0=0
Den skal ha utseende som vekker assosiasjoner til andre kjøretøy som sportsbiler, terrengbiler, ATV el.	Den spesielle utformingen av rullestolen gjør at den vekker assosiasjoner til racing, f.eks formel 1. Formatet begrenser likevel dette mye, og den ligner fortsatt like mye en manuell			3*1=3

	rullestol (riktig nok en sporty en)			
Gode terrengegenskaper: Bedre grep Hindertakning >10cm Snudiameter < 205cm Stabil i sideveis helning > 15° Stabil i opp/ned helning > 12°	Frem-modulen begrenser dette vesentlig, da den også skal fungere som en manuell rullestol. Det er ikke særlig sannsynlig at den klarer å oppfylle noen av disse kriteriene			3*0=0
Appellere og fungere for brukere fra 6 til 21 år: Høyde opp til 180cm Vekt opp til 100kg	Konseptet vil slik vi ser det appellere til brukere opp til 21 år, som følge av det sporty utseende og egenskapene. Da fremdelen er som en vanlig rullestol vil den fungere for de fleste, men ikke de aller minste. Det er ingen enkel måte å justere størrelsen. Utseende er nok ikke like appellerende som andre konsepter her, da den minner mye om en vanlig rullestol.			3*1=3

<p>God brukbarhet med tilpasningsmuligheter for mennesker med ulike funksjonsevner – Spesielt nedsatt gangfunksjon</p>	<p>Rullestolen kan tilpasses i størrelse og sete-stilling. Den kan også ha både gass/brems for hender og føtter. Slik det står nå, er en svakhet at den kun har mulighet for ratt. Den setter generelt noe høyere krav til bruker, sammenlignet med konsept 3.</p>			<p>3*1=3</p>
<p>Morsom i bruk – Den skal ha kjøredynamikk som minner om bil, gokart ol.</p>	<p>Formatet begrenser dette en del. Den vil ikke minne like mye som andre kjøretøy sammenlignet med de andre konseptene. Bruker sitter over hjulene foran som en vanlig rullestol, svingning skjer på bakhjulene osv.</p>			<p>3*1=3</p>
<p>Produserbart – Designet for rimelige produksjonsmetoder</p>	<p>Konseptet er ganske komplisert, med mange deler som samhandler med hverandre, teknologi, intrikate deler osv. Det vil bli</p>			<p>3*0=0</p>

	dyrt å vanskelig å realisere til produksjon.			
Bærekraft – Lett å demontere, resirkulerbare materialer og lavt utslipp i produksjon	Konseptet er avansert med mange deler, og vil dermed være vanskelig å ta fra hverandre til resirkulering. Mye digital elektronikk vil måtte tas i bruk i de to modulene, som er ugunstig for resirkulering.			3*0=0
Brukbarhet:				
Minimum besvær – ratt, pedaler ol. skal kreve minst mulig kraft	Styringen er motorisert, og kan gjøres med både joystick og ratt. Eventuell besvær med å komme seg over fra manuell rullestol til elektrisk rullestol er minimert drastisk.			3*2=6
Enkel og intuitiv i bruk – Det skal være enkelt å forstå hvordan man bruker rullestolen, uavhengig av	Bruk av dette konseptet er ikke like rett frem som de andre. Det vil kreve opplæring ang sammenkobling osv.			3*1=3

kunnskaper og erfaring				
Fleksibel i bruk – Rullestolen skal kunne tilpasses til ulike preferanser		Det er begrenset med tilpasningsmuligheter i dette konseptet. Setet kan ikke endres osv. Vi ser ikke på det å gå fra manuell rullestol til å koble til bak-modulen som en tilpasning, formålet med produktet er at det skal være en elektrisk rullestol.		2*1=2
Toleranse for feil – Det skal ikke være farlig å gjøre noe feil på rullestolen	Det er risiko for at bruker kræsjer inn i omgivelsene. Dette er spesielt farlig i dette konseptet, da brukeren sitter utsatt foran på kjøretøyet; et sammenstøt med noe vil kunne treffe brukeren direkte, slik at de i verste fall slår hodet hardt. Nødstopp på kjøretøyet og fjernstyrt kan installeres.			3*0=0

Tilstrekkelig plass – Den skal ha tilstrekkelig plass i interiøret, slik at flest mulig brukere kan føle seg komfortable i den	Rullestolen har plass som en vanlig manuell rullestol. Dette er både bra og dårlig. Bra fordi dette gjør den bra å sitte i for de den passer til. Dårlig da rullestolen har en fast størrelse.			3*1=3
Krav til utforming:				
Skal ikke være vesentlig større enn vanlige elektriske rullestoler – kunne brukes i samme scenarioer som tradisjonelle elektriske rullestoler: Lengde < 160cm Bredde < 100cm	Når modulene er koblet sammen overskrider lengden 160cm (180cm). Bredden på 90cm er innenfor.			3*1=3
Ratt				3*2=6
Høyere sittehøyde enn Raptor				2*2=4
Mulighet for joystickstyring				2*1=2
Aerodynamisk				1*0=0
Tekniske krav:				

Standardsete med bedre støtte enn på Raptor				3*2=6
Roterbart sete		Kan ikke rotere, men gitt formatet på rullestolen er ikke dette kritisk. Bruker har ikke noe i veien når de skal ut uansett.		2*1=2
Mulighet for montering av andre typer seter med overgang fra ett setemerke til et annet				1*0=0
Oppfellbart ratt		Vil kunne implementeres i dette konseptet.		2*2=2
Skal kunne utvides i størrelse – Passe for mennesker av ulikstørrelse, og kunne vokse med bruker		Kan ikke utvides. Vi setter likevel denne som delvis oppnådd, da vi ikke ser det som like kritisk da modulen brukeren sitter er som en ordentlig rullestol.		2*1=2
Hastighet på maks 15km/t med justerbarhet				3*2=6

Nødstop – på rullestolen og ekstern				2*2=4
Mulighet for ledsagerstyring			Vil kunne implementeres, må festes på bak-modulen, som kan bli noe komplisert. Ergonomisk ugunstig for den som styrer bak.	1*1=1
Støtdemping på alle hjul – Skal være bedre enn på Raptor og bør være uavhengige		Alle hjul har støtdemping i form av svært dykke dekk og dedikert demping.		2*2=4
Aktive og passive sikkerhetsfunksjoner – Hindrer kollisjoner og fare ved kollisjon				2*1=2
4-hjulstrekk				2*0=0
Lavt tyngdepunkt og god stabilitet – Det skal ikke være mulig å velte den under vanlig bruk				2*0=0
Elektroniske hjelpemidler for				1*2=2

kjøring (ABS, Traction Control o.l.)				
Mulighet for å endre innstillinger som fart, drivemodus el. på et instrumentpanel		På skjermen på armlenet.		2*2=4
LED Lykter foran og bak – kjørelens som gir tilstrekkelig syn under alle lysforhold og bremselys som signaliserer når kjøretøyet bremses	Kan implementeres på armlenene og bakmodulen.			3*2=6
Mulighet for å se bakover uten å snu seg			Krever innstalling av kamera i bakmodulen, som kan sende bilde til skjermen i armlenet.	1*1=1
Moderne batteriløsning		Li-ion		2*2=4
Mulighet for både håndgass og fotgass				2*2=4
Blinklys – For å signalisere når man skal svinge			Vil kunne implementeres.	1*1=1
Rekkevidde på over 35km				3*2=6

Løsning for rask hjemmelading	Li-ion batteriene kan lades fra stikkontakt, med relativt liten transformator.			3*2=6
Reflekser på alle sider av kjøretøyet	Konseptet har flere flater hvor refleksmerker kan festes.			3*2=6
Hjuldiameter over 13 tommer og dekkhøyde over 6cm. Større hjul bak enn foran		Høyden på fremdekkene er begrenset i høyde da den også skal fungere som vanlig rullestol. Dekkhøyden er her under 6 cm.		2*1=2
Horn for å varsle				3*2=6
Sentral kontroller fra Curtis Wright (R-NET)			Vil kreve spesialtilpasset elektronikk. Bakgrunnen for dette er at modulene skal ha en spesiell samhandling med hverandre.	1*1=2
Motorkraft på minst 0.65kw med moment over 70 NM	Opp til 2*700watt=1,4kw			3*2=6

Effektiv bremsing – Kunne bremse like raskt som den kan akselerere		Effektiv bremsing gjennom motorene, men ingen dedikerte bremser		2*1=2
Regenerativ bremsing – Automatisk bremsing når man slutter å akselerere, som henter inn kinetisk energi				2*2=4
Håndbrems/nødbrems – Fysisk brems som kan brukes i nødsituasjoner og når rullestolen skal stå stille				2*1=2
Lett – Under 118kg		Vekten blir vesentlig under 118kg takket være vektbesparelser med li-ion batteri.		2*2=4
Solid konstruksjon – Tåle store støt fra terrengkjøring	Konseptet er komplisert og intrikat, og bli derfor ikke like solid som de andre konseptene.			3*1=3
Skjerme brukeren for sprut under kjøring – gjørme, stein osv.				2*0=0

Enkelt å bytte deler som blir utslitt – For eksempel bytte skjermer uten å ta av hjulene		Komplisert produkt		$2*1=2$
Vanntett nok til kjøring i snø og regn	Dekkende ytre flater på bak-modulen			$3*2=6$
Bakkeklaring over 8cm				$3*0=0$
Veltebøyle som går over hodet til brukeren		Sannsynligvis .kke nødvendig, kjøretøyet vil bli liggende sidelengs ved velting, ikke gå helt rundt (pga. høyde)		$2*1=2$
Oppbevaring for diverse ting – Et sted man kan legge ting man vil ha med seg				$1*0=0$
Feste for krykker		Begrenset plass, men kan muligens festes på ryggen til frem-modulen.		$2*1=2$
Hjulene sitter utenfor karosseriet – Unngå at deler blir ødelagt under støt				$2*2=4$

Bruker-pris under 100 000kr, gitt en fortjeneste-margin på 20% for produsent	Usannsynlig at produktet kan nå denne prisen, pga. avansert konstruksjon og teknologi. Dyre produksjonsmetoder og montering.			3*0=0
Unngå dyre produksjonsmetoder – begrense sprøytstøping av plast/presstøping av metall				2*0=0
Estetiske:				
Sammenhengende visuelt volum/masse (totalform). Volumet skal være «fremoverlent», altså høyere bak enn foran				3*0=0
Lav visuell masse				3*1=3
Visuelle krefter rette fremover				3*0=0
Strømlinjeformet				2*0=0
Store hjul og felger med så breie hjul som mulig				2*1=2

Organisk form - Sammenhengende overflater med noen skarpe linjer				3*0=0
Korte overheng foran og bak				3*2=6
Minimalistisk uttrykk – få grafikk- elementer				3*1=3
Pereidoli – Aggressivt uttrykk foran				2*0=0
Lysstriper bak og/eller foran		Mulig bak		2*1=2
Spoiler og diffuser				1*1=2
Grove dekk	Grove bak			3*1=3
Minimalistisk interiør med touch display				2*2=4
Sammenhengende seter med sidestøtte				3*2=6
Kantete ratt – Ikke fullstendig sirkulært ratt				2*2=4
Tilpasning av farge på produktet – Større fargeutvalg enn Raptor		Plastdelene utvendig kan muligens lages i et par ulike farger.		2*1=2

En tydelig identitet – Formspråk og diverse merkevareelementer			Relativt unikt utseende, men antageligvis ikke så gjenkjennelig da formen er så komplisert.	1*1=2
Sterke tonekontraster				2*2=4
Overflater med karbon-fiber utseende			Kan implementeres.	1*2=2
Sum poeng				202

6 Referanser

Action Trackchair (2022) *Action Trackchair*. Tilgjengelig fra: <http://actiontrackchair.com>
(Hentet: 18.02.22)

Alibaba (2022) *New Arrival Best Selling Car Reversing Aide Parking Sensor System - Buy Car Reversing Aide, Parking Sensor System, Parking Sensor Product on Alibaba.com*.
Tilgjengelig fra: https://www.alibaba.com/product-detail/New-arrival-best-selling-car-reversing_1600384671071.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.7e7d34eeaCMG9a&s=p (Hentet 10.05.22)

Bhutada, G. (2022) *Breaking Down the Cost of an EV Battery Cell*, *Visual Capitalist*.
Tilgjengelig fra: <https://www.visualcapitalist.com/breaking-down-the-cost-of-an-ev-battery-cell/>
(Hentet: 15.03.22)

Cajun Mobility (2022) *WHY CHOOSE CAJUN MOBILITY*. Tilgjengelig fra:
<http://cajunmobility.com/> (Hentet: 18.02.22)

Clean Energy Institute (2020). *Lithium-Ion Battery - Clean Energy Institute*. Tilgjengelig fra:
<https://www.cei.washington.edu/education/science-of-solar/battery-technology/> (Hentet:
14.03.22)

danjo paluska (2009) *disc brake* Tilgjengelig fra:
<https://www.flickr.com/photos/46835425@N00/3613300699> (Hentet: 19.05.22)

Invacare (2022) *Chasswheel FOUR X DL Range*. Tilgjengelig fra:
<https://www.invacare.co.uk/power-wheelchairs-mobility-scootersalber/outdoor-wheelchairs/chasswheel-four-x-dl-range> (Hentet 18.02.22)

Johnson, S. (2020) Here's what Tesla will put in its new batteries, *Ars Technica*. Tilgjengelig fra: <https://arstechnica.com/cars/2020/09/heres-what-tesla-will-put-in-its-new-batteries/> (Hentet: 15.03.22)

Jordan, S. (2014) HexHog All-Terrain Off-Road Wheelchair, *HICONSUMPTION*. Tilgjengelig fra: <https://hiconsumption.com/hexhog-all-terrain-off-road-wheelchair/> (Hentet: 18.02.22)

Diffrient, N., Tilley, A. og Harmen, D. (1991) *Humanscale 7/8/9*.
The MIT Press

Lerdahl, E. (2007) *Nyskapning: Arbeidsbok I kreative metoder*.
Gyldendal

Living Spinal (2022) *The Bighorn 4x4 Stair Climbing Wheelchair*. Tilgjengelig fra: <https://livingspinal.com/power-assists-and-handcycles/off-road-and-all-terrain-power-assists/the-bighorn-4x4-stair-climbing-wheelchair/> (Hentet: 18.02.2022)

Mosa Designlab (2022a) *Handicare Raptor*. Tilgjengelig fra: <https://www.mosadesignlab.no/works/handicare-raptor/> (Hentet: 18.04.22)

Mosa Designlab (2022b) *Bilder mottatt fra Mosa Designlab*. Tilgjengelig fra: Ikke offentlig tilgjengelig. (Hentet 19.05.22)

Myklebust, M. (2021) Her moses nesten nye elbiler, *NRK*. Tilgjengelig fra: https://www.nrk.no/dokumentar/xl/hvorfor-lonner-det-seg-a-kaste-bilen_-1.15232892 (Hentet: 04.03.22)

Pasimi (2015) *Rack-And-Pinion Steering Linkage.gif [Digital animasjon]*. Tilgjengelig fra: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rack-And-Pinion_Steering_Linkage.gif (Hentet: 14.04.22)

Paton S., Clegg B., Hsuan J. og Pilkington, A. *Operations Management*. 2. Utgave. London: McGraw Hill

Permobil (2022) *Permobil X850 Corpus 3G*. Tilgjengelig fra: <https://www.permobil.com/nb-no/produkter/elektriske-rullestoler/x850-corpus-3g> (Hentet: 18.02.22)

Revolve Wheel (2022) *REVOLVE: the wheel in a new form*. Tilgjengelig fra: <https://www.revolve-wheel.com/revolve-wheel> (Hentet: 10.05.22)

Scoozy (2022) *Scoozy C*. Tilgjengelig fra: <https://scoozy.nl/eigenschappen/> (Hentet: 18.02.22)

Segway (2022) *Ninebot Gokart PRO*. Tilgjengelig fra: <https://store.segway.com/segway-ninebot-gokart-pro> (Hentet: 18.02.22)

SparkFunElectronics (2015) *Polymer Lithium Ion Battery - 18650 Cell (2600mAh)* Tilgjengelig fra: <https://wordpress.org/openverse/image/680e82d7-484f-451f-8d2b-76a083d69863/> (Hentet 19.05.22)

SUNF (2022) *SunF A014 Tires* Tilgjengelig fra: <https://www.sunf.com/products/a014?variant=44882562573> (Hentet: 19.05.22)

Sunrise Medical (u.å.) *Sunrise Medical Raptor*. Tilgjengelig fra: <https://www.sunrisedice.com/asset-bank/assetfile/42950.pdf> (Hentet: 08.02.22)

Sunrise Medical (2022a) *Bilder mottatt fra Sunrise Medical*. Tilgjengelig fra: Ikke offentlig tilgjengelig. (Hentet: 19.05.22)

Sunrise Medical (2022b) *Magic Mobility All-Terrain Power Wheelchairs*. <https://www.sunrisemedical.com/power-wheelchairs/magic-mobility> (Hentet: 18.02.22)

Swincar (2022) *SWINCAR E-Spider Model*. Tilgængelig fra: <https://www.swincar.net/details-swincar+e-spider+model-20.html> (Hentet: 18.02.22)

TerrainHopper (2022) *The Ultimate in Offroad Mobility*. Tilgængelig fra: <https://www.terrainhopperusa.com> (Hentet: 18.02.22)

Tjalve, E. (1976). *Systematisk udformning af industriprodukter: værktøjer for konstruktøren*. København: Akademisk Forlag.

Twitter (2022a) @elonmusk: *Tesla will support FSD licensing by other manufacturers*
Tilgængelig fra: <https://twitter.com/elonmusk/status/1487121182155550725?s=21> (Hentet: 18.02.22)

Twitter (2022b) @alwinart: *Electric wheelchair: So cool it doesn't feel like nor is perceived as aid*
Tilgængelig fra: <https://twitter.com/Alwinart/status/1503394106306932737> (Hentet: 16.03.22)

University of Cambridge (2002). *Material Selection Charts* Tilgængelig fra: http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive_charts/default.html (Hentet: 19.05.22)

van der Chijs, M. (2015) *Testing the Tesla autopilot (self driving mode)*. Tilgængelig fra: <https://www.flickr.com/photos/56639789@N00/22237945806> (Hentet 19.05.22)

Yao, A. og Strand, D. (2022) *Tesla Battery Day – EnPower's Take*. *EnPower, Inc.* Tilgængelig fra: <https://www.enpowerinc.com/tesla-battery-day-enpowers-take/> (Hentet: 13.04.22)

Ylanan, N. (2020) *The Rig Is Like A Set Of Off-Road Legs For Wheelchair-Bound People, Motor 1*. Tilgængelig fra: <https://www.motor1.com/news/433640/the-rig-off-road-wheelchair> (Hentet 18.02.22)

Zeroemission (2022) *Nullutslipp AS - Zeroemission*. Tilgjengelig fra:
<https://www.zeroemission.no> (Hentet: 11.05.22)

Zoomability (2022) *Product*. Tilgjengelig fra: <https://www.zoomability.com/product/> (Hentet:
18.02.22)