

Espen Nicolai Berg  
Vicky Helen Fredriksen  
Silje Strand

## Ledsagerstol til ambulansedrone

Designforslag av ledsagerstol med fokus på funksjonalitet

**Mai 2019**

### **NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

**Bacheloroppgave**

**2019**





Espen Nicholai Berg  
Vicky Helen Fredriksen  
Silje Strand

## Ledsagerstol til ambulansedrone

Designforslag av ledsagerstol med fokus på funksjonalitet

Bacheloroppgave  
Mai 2019

### **NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden





Kunnskap for en bedre verden

# Ledsagerstol til ambulansedrone

*Designforslag av ledsagerstol med fokus på funksjonalitet*

Espen Nikolai Berg (470868), Vicky Helen Fredriksen (473303) og Silje Strand (473465)

Gradering: Åpen

Bachelor i BTEKD39 Teknologidesign og ledelse

Innlevert: 18. mai 2019  
Veileder: Kari Oline Øverseth

Oppgavens tittel:	Dato: 20.05.2019		
<b>Ledsagerstol til ambulansedrone</b>	Antall sider:		121
	Masteroppgave :	Bacheloroppgave	X
Navn: Espen Nikolai Berg, Vicky Helen Fredriksen og Silje Strand			
Veileder: Kari Oline Øverseth			
Eksterne faglige kontakter/veiledere: Lasse Thomasgård			
Interne faglige kontakter/veiledere: Harald Bertin Jøsendal, Børre Østby, Lars Aune Svarthaug, Terje Ødegården, Sotirios Grammatikos, Mohammad Derawi, Tor Erik Nicolaisen og Anne Britt Torkildsby			

#### Sammendrag:

Denne bacheloroppgaven omhandler å utføre et designforslag til ledsagerstol som skal være funksjonelt tilpasset for lege eller ambulansarbeider i ambulansedronen. Dette er et fremtidsrettet prosjekt der det er tenkt at en drone, på størrelse med et helikopter, skal utgjøre et ekstra hjelpemiddel i livreddende arbeid innenfor helsesektoren. NTNU Gjøvik tar en del i dette forskningsprosjektet med ambulansedronen, hvor Mohammed Derawi er gründer. Vi har arbeidet tett sammen med Norsk Luftambulans AS, gjennom Harald Bertin Jøsendal, for å ivareta ledsagers behov. I vår oppgave har vi spesifisert inn på én av hovedkomponentene på innsiden av ambulansedronen, der vi skal utvikle et stoldesign. Dette har vi gjort gjennom ulike metoder som observasjoner, intervjuer og eksperimentelle søketeknikker. Oppgaven viser arbeidsprosessen med digitale tegninger og en modell av stolen. Resultatet ble da en innovativ, funksjonell og lettvektig stol som er beregnet for den ledsager som skal betjene ambulansedronen.

#### Stikkord:

Ambulansedrone
Lege
Norsk Luftambulans
Helikopter



## **Abstract**

This bachelor thesis will present a design proposal for a medical chair that has to be practically adapted to a doctor or paramedic inside the ambulancedrone. This is a future facing project where the idea of a drone, the size of a helicopter, will provide additional aid in life-saving work within the health sector. NTNU Gjøvik takes part in the research project with Mohammed Derawi as its founder. We have worked closely with Norsk Luftambulanse AS (Norwegian Air Ambulance), alongside Harald Bertin Jøsendal, to safeguard the needs of the doctor or paramedic on board. In our thesis we have focused on one of the main components inside the ambulancedrone where we are developing the chair design. We have done this through various methods such as observations, interviews and experimental search techniques. This dissertation will show the documented work process by digital drawings, and a mock-up of the medical chair. The result we have reached is an innovative, functional and light-weight chair intended for the medical personnel who will operate the ambulancedrone.

# Forord

Vi er tre studenter fra bachelorstudiet Teknologidesign og Ledelse under Institutt for Vareproduksjon og Byggteknikk ved NTNU Gjøvik. Denne bacheloroppgaven er utarbeidet våren 2019, med oppstart høsten 2018.

Vi vil rette en takk til alle som har hjulpet oss gjennom hele prosessen i bacheloroppgaven. En spesiell takk til Harald Bertin Jøsendal, Lasse Thomasgård, Kari Oline Øverseth og Anne Britt Torkildsby som har gitt oss utmerket støtte gjennom denne bacheloroppgaven.

# Begrepsliste

**Ablative materialer** - begrepet benyttes vanligvis om materialer som virker isolerende mot sterk ytre varmepåvirkning. Et eksempel på dette er romfartøy og raketter som på grunn av luftfriksjonen er utsatt for kraftig varme (Helseth, 2009).

**Ambulansedrone** - Et nytt utrykningsfartøy innenfor luftfart som skal brukes til redningsarbeid. Dette er en autonom drone (selvkjørt).

**Avionisk system** - Luftfartøyets elektriske, elektroniske og digitale systemer (Redaksjonen, 2019).

**G** - Måleenhet for akselerasjon.  $4G = 4$  ganger egenvekt under tyngdekraften (Wikipedia, 2019).

**Ledsager** – Lege eller ambulansarbeider.

**Ledsagerstol** - Dette er den stolen som blant annet legen skal sitte i, ved siden av båren.

# Innholdsfortegnelse

Abstract	3
Forord	4
Begrepsliste	5
Innholdsfortegnelse	6
<b>Figurliste</b>	<b>9</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>12</b>
1.1 Bakgrunn	12
1.2 Valgt problemstilling	13
1.3 Kravspesifikasjoner	13
<b>2. Teori</b>	<b>14</b>
2.1. Hva er en drone?	14
2.2. Luftambulansen	15
2.2.1. Selskapet Airbus	16
2.2.2. Seter	19
2.2.3. Schroth setebelte	21
2.4. Ergonomi og antropometri	22
2.5 Materialer	28
2.5.1. Metaller	29
2.5.2. Kompositter	31
2.5.3. Andre materialer	33
2.6. Ulike produksjonsmåter	37
2.7. Lover og regler	39
<b>3. Metode</b>	<b>42</b>
3.1. Metode - Kvalitativ og kvantitativ	42
3.2. Valg av metoder	42
3.2.1. Case-studie	42
3.2.2. Litteratursøk	43
3.2.3. Bruk av kvalitative metoder	43
3.2.3.1. Observasjon	43
3.2.3.2. Intervju	50
3.2.3.3. Eksperimentelle søketeknikker	52

3.2.3.4. Eksperimentelle studier	54
3.2.3.5 Workshop	57
3.2.4. Bruk av kvantitative metoder	59
3.2.4.1. Spørreundersøkelse	59
3.3. Prosess av design og mock-up	61
3.4. Begrunnelse for valg av metode	74
3.5. Feilkilde og kildekritikk	74
3.6. Etske hensyn	75
<b>4. Resultat</b>	<b>76</b>
4.1. Resultat av valgt metode	76
4.2. Design og valg av material og produksjonsmetode	83
4.2.1. Målsetting	83
4.2.2. Rygggramme med vippefunksjon	84
4.2.3. Seteplate	87
4.2.4. Sidestøtter	88
4.2.5. Støtteramme	88
4.2.6. Setebelte	89
4.2.7. Setebeltesamler	90
4.2.8. Skinnesystem og tilhørende plattform	91
4.2.9. Motor for seteflytting	93
4.2.10. Låsetapp	93
4.2.11 Farger	94
4.3. Kravspesifikasjonene	94
4.3.1. Vekt	94
4.3.2. Styrke og reglement	96
4.3.3. Rengjøring av setet	96
4.3.4. Flammeresistent	97
4.3.5. Ergonomi	97
4.3.6. Bevegelsesmønster	99
<b>5. Diskusjon og analyse</b>	<b>101</b>
5.1. Designforslaget	101
5.1.1. Tekniske	101
5.1.2. Farger	106
5.1.3. Kravspesifikasjon	107
5.2. Samarbeidet	108

5.3. Forkastede ideer	112
5.4. Hva har vi lært?	113
<b>6. Konklusjon</b>	<b>114</b>
<b>Litteraturliste</b>	<b>115</b>
<b>Vedlegg</b>	<b>122</b>
1. Spørreundersøkelse	122
2. Intervju	128

# Figurliste

Figur 1: Ambulansedrone. Foto: Bjørn-Magnus Kristiansen. Gjengitt med tillatelse fra Bjørn-Magnus Kristiansen.....	12
Figur 2: Modell av ambulansedrone. Foto: Bjørn-Magnus Kristiansen. Gjengitt med tillatelse fra Bjørn-Magnus Kristiansen.....	14
Figur 3: Svensk Luftambulans på besøk hos Norsk Luftambulans Gardermoen .....	16
Figur 4: Helikopter H135 hos Norsk Luftambulans Gardermoen.....	17
Figur 5: Helikopter H145 hos Norsk Luftambulans Gardermoen.....	18
Figur 6: Helikopter AW139 som benyttes i Norsk Luftambulans .....	19
Figur 7: Fischer-stol som benyttes i dagens helikopter.....	20
Figur 8: 4-punkts setebelte fra Schroth .....	21
Figur 9: Redigert bilde - dagens plassering av ledsagerstol i dagens utrykningskjøretøy. Gjengitt med tillatelse fra Lasse Thomasgård, produktutvikler – Stiftelsen Norsk Luftambulans.....	26
Figur 10: Støpt karbonfiber.....	31
Figur 11: Lastenett .....	36
Figur 12: Observasjon av ambulansebil .....	44
Figur 13: Mål av rommet på innsiden med bære og stol (v.b.). Mål av stolen fra siden (h.b.).	45
Figur 14: Demonstrasjon av vakuummadrass. Foto: Harald Thingbø. Gjengitt med tillatelse fra Harald Thingbø.....	45
Figur 15: Innsiden av helikopter H135 .....	46
Figur 16: Testing av stol og bære (H135) .....	46
Figur 17: Testing av plass ift. nakkestøtte (H145).....	47
Figur 18: Utforskning av stol .....	48
Figur 19: Volkswagen Amarok - ergoComfort .....	49
Figur 20: Opel Insignia - AGR.....	49
Figur 21: Prøvestoffer til bilseter på Møller Bil Gjøvik.....	49
Figur 22:Målsetting av Nissan Leaf .....	53
Figur 23: Målsetting av VW Passat.....	54
Figur 24: Demonstrasjon av takhøyde .....	55
Figur 25: Utprøving av tegneprogram for demonstrasjon av innsiden i dronen .....	56
Figur 26: Testing av det funksjonelle konsept .....	56

Figur 27: Bygging og testing av ramme med duk .....	57
Figur 28: Mock-up av helikopter hos Stiftelsen Norsk Luftambulans. Utprøving med kontorstol, heving av bære og forflytning av stol .....	58
Figur 29: Skisse av resultat etter endt Workshop .....	59
Figur 30: Skisser og mål av de første konseptene .....	61
Figur 31: Skisser av de første konseptene .....	61
Figur 32: Modellering av noen av de første skissene .....	62
Figur 33: Lab-øvelse - orientering av romplass .....	63
Figur 34: Printing av dronemodell i skala 1:12,6 .....	64
Figur 35: Testmodell i innpakkingsplast .....	64
Figur 36: 3D-printing av de to første konseptene med tre forskjellige høyder av stolbein.....	65
Figur 37: Måltaking.....	65
Figur 38: Målsetting av ledsagerstol .....	66
Figur 39: Målsetting av ledsagerstol i helikopter .....	66
Figur 40: Konsept 1 - rygg som følger etter ledsager .....	67
Figur 41: Konsept 2 - sete som kan klappes opp.....	67
Figur 42: Teste ut funksjon av konsept 1 .....	68
Figur 43: 3D-modellering av konsept 1 .....	69
Figur 44: Siste endring av konsept 1 før printing.....	70
Figur 45: Forarbeidet til printejobben i skala 1:4 og 1:12,6.....	70
Figur 46: Bygging av ferdigprintede deler .....	71
Figur 47 Ferdig bygget mock-up del 1 .....	72
Figur 48: Ferdig bygget mock-up del 2.....	72
Figur 49: Ferdig bygget mock-up del 3.....	73
Figur 50: Ferdig bygget mock-up del 4.....	73
Figur 51: Det endelige resultatet av vårt konsept.....	76
Figur 52: Resultat målsetting – innsiden i et helikopter redigert bilde til målsetting til dronens innside. Gjengitt med tillatelse fra Lasse Thomasgård, produktutvikler - Stiftelsen Norsk Luftambulans.....	83
Figur 53: Resultat målsetting - ledsagerstol .....	84
Figur 54: Resultat ryggramme – foran og bak .....	85
Figur 55: Resultat ryggramme - vippefunksjon.....	85
Figur 56: Resultat ryggramme - mesh-utformet polyester til stofftrekket med glidelås .....	86



Figur 57: Resultat seteplate - over- og underside.....	87
Figur 58: Resultat sidestøtter - tre perspektiver .....	88
Figur 59: Resultat støtteramme - undersiden av seteplate.....	88
Figur 60: Resultat setebelte - forslag av 5-punkts belte .....	89
Figur 61: Resultat setebeltesamler .....	90
Figur 62: Resultat skinneresystem - foran, side og bak.....	91
Figur 63: Resultat plattform - foran og bak.....	91
Figur 64: Resultat - forflytning av skinneresystemet opp på vegg .....	92
Figur 65: Resultat skinneresystem - målsetting .....	92
Figur 66: Resultat motor for seteflytting.....	93
Figur 67: Skisseforklaring på låsetapp .....	93
Figur 68: Resultat - farger .....	94
Figur 69: Resultat kravspesifikasjon - masseutregning.....	95
Figur 70: Resultat kravspesifikasjon - flammeresistent .....	97
Figur 71: Resultat ergonomi – mennesket målsatt i cm, som grunnlag for vårt konsept.....	98
Figur 72: Bevegelsesmønsteret i ambulansedronen. Gjengitt med tillatelse fra Lasse Thomasgård, produktutvikler - Stiftelsen Norsk Luftambulansse.....	99
Figur 73: Resultat bevegelsesmønster - mock-up i skala 1:12,6.....	100
Figur 74: Endelig resultat.....	114

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Utvikling av ledsagerstolen til ambulansedronen (dronen) er engasjert gjennom et prosjekt ved NTNU Gjøvik. Det er Mohammad Derawi, professor ved NTNU Gjøvik, som står bak konseptet ambulansedrone, hvor tanken er at det designforslaget som vi kommer frem til her, kan benyttes. Dette er et nytt tema som vi ikke har berørt tidligere som vil gi oss ny kunnskap, og ikke minst mer erfaring med selvstendig arbeid. Vi fikk muligheten til å velge mellom flere komponenter på ambulansedronen som vi kunne designe og utvikle. Det var blant annet innredningen, innvendig oppsett, ledsagerstol, farger på veggene, landingsben under dronen, bære og mye mer. Vi hadde tatt for oss ledsagerstolen, båret og farger på veggene, men fant ut av det var bedre å spesialisere oss på kun én komponent. Deretter ble det bestemt at vi kun skulle fokusere på ledsagerstolen, dette for å få best mulig kvalitet og et gjennomført arbeid. Her har vi fått noen kravspesifikasjoner som vi må følge og hovedfokuset har ligget på styrke, vekt og brannfare. Flere studenter har også vist interesse for ambulansedronen, og har deltatt i utviklingen. Mock-upen er blant annet laget av Bjørn-Magnus Kristiansen som er student ved NTNU Gjøvik mens andre studenter har fokusert på inventaret.



*Figur 1: Ambulansedrone. Foto: Bjørn-Magnus Kristiansen. Gjengitt med tillatelse fra Bjørn-Magnus Kristiansen.*

## 1.2 Valgt problemstilling

*Utvikle et forslag på design til ledsagerstolen i ambulansedronen som skal være funksjonelt tilpasset lege/ambulansearbeider.*

## 1.3 Kravspesifikasjoner

Kravspesifikasjonen vil være en retningslinje som skal følges gjennom hele oppgaven for å skape gode rammer. De ulike kravspesifikasjonene er som følger:

1. Sete og feste skal tåle en belastning på 9G frem, bak og til begge sider.
2. Bruk av 4 punkt sikkerhetsbelte.
3. Det skal være minst mulig brennbart, om mulig flammehemmende.
4. Sete skal ha så lav vekt som mulig.
5. Følge det europeiske regelverket EASA som gjelder for fly og helikopter.
6. Sete skal ta minst mulig plass.
7. Ergonomisk utformet.

## 2. Teori

For å angripe problemstillingen så må det gjøres en hel del research som gir det grunnlaget som trengs for videre arbeid. I dette kapittelet vil de viktige komponentene beskrives, som skal gi leseren grunnleggende kunnskap for forståelsen av oppgaven. Gjentatte begreper som blir benyttet i denne oppgaven er “ambulansedrone” som defineres som et flyvende fartøy som skal brukes til redningsarbeid. “Ledsager” omtales som lege eller ambulanspersonell som skal behandle pasienten under redningsarbeid. “Ledsagerstol” er også mye benyttet og defineres som medisinstolen i luftambulansen. Teoridelen vil først beskrive generelt hva en drone er og hvilke helikoptre som benyttes i ambulansetjenesten i dag. Dette fordi vi tar et utgangspunkt i helikoptrene med tanke på dronekonseptet. Videre vil temaene som omhandler ergonomi/antropometri, materialer, produksjonsmetoder og lover- og regler bli tatt opp. Teorien vil danne grunnlaget for prosessen videre.

### 2.1. Hva er en drone?

En drone er et fjernstyrt fartøy som er ubemannet. De brukes i militært og sivil bruk.

Dronene i militæret blir gjerne brukt til observasjon av motstandere, bæring av våpen, avfiring av skudd og missiler etc. Den sparer drivstoff, pilotene som egentlig skulle gjort denne jobben blir ikke like utmattet og det er mindre risikofyllt. Vi har også sett en ny utvikling av dronen den siste tiden til en større skala der de kan frakte mennesker (Tandberg og Jarslett, 2019).



*Figur 2: Modell av ambulansedrone. Foto: Bjørn-Magnus Kristiansen. Gjengitt med tillatelse fra Bjørn-Magnus Kristiansen.*

## **EHang**

Tanken er at NTNU skal inngå et samarbeid med EHang, hvor de skal levere det bærekraftige systemet rundt dronen som blant annet motoren, propellene, ladestasjon, batteriene og det tekniske systemet generelt. NTNU vil derfor stå for design av selve karosseriet til dronen, og der vil vi komme inn og hjelpe med å lage stolen til ledsageren. EHang er et selskap, stasjonert i Kina, som leverer autonome droner som også kan frakte personer. Nå skal de forsøke å levere varer til NTNU som kan bære to personer pluss alt det utstyret en ambulansarbeider måtte trenge. De ble etablert i 2014 og har som misjon å “la mennesket fly fritt som en fugl”, og en visjon om å bli verdens fremste autoritet på intelligente fartøy (Ehang, u.å.).

## **2.2. Luftambulansen**

Norsk Luftambulanse (NL) er et engasjement av legen Jens Moen og flere ildsjeler som i 1977 (nærmere sagt 22. november) ble etablert. Åtte dager senere ble enda et firma etablert; Stiftelsen Norsk Luftambulanse. Tanken bak var at stiftelsen skulle fungere som en medlemsorganisasjon og stå for inntekten til NL. Det var en del oppstartsproblemer da Moen ikke hadde ressursene til å starte med livreddende arbeid og selve inntekten for å drifte det. Dette endret seg etter et PR-stunt de gjorde i Holmenkollen året etter, 11. mars 1978, sammen med den sveitsiske luftambulansелеderen. De reddet også sine første pasienter etter et snøskred i Norefjell. Samme året åpner den første luftambulansesebasen på Lørenskog. Dermed ved utgangen av året 1979 så har Norsk Luftambulanse ti ansatte, derav tre piloter, mekanikere, redningsmenn og en lege (Nordberg, 2018)

Typiske arbeidsoppgaver de har er å flytte avansert livreddende medisinsk behandling ut til trengende pasienter hvor ambulanser på hjul ikke kommer til. Datterselskapet Norsk Luftambulanse AS er heleid av stiftelsen og er de som jobber med det medisinske hjelpearbeidet. Siden 1988 har luftambulansetjenesten vært organisert og finansiert gjennom statens selskap kalt “Helseforetakenes nasjonale luftambulansetjeneste HF” (Stiftelsen Norsk Luftambulanse, u.å.).

For å gjennomføre det arbeidet luftambulansen gjør i dag så bruker de helikoptre som frakter leger, anestesileger, pasienter og flere. Disse helikoptrene blir levert av selskapet Airbus, og de mest brukte helikoptrene som benyttes i Norge er H135 og H145. I Ålesund og Tromsø har

de også helikopter UW139. Vi skal gå litt nærmere inn på selskapet Airbus og de tre helikoptrene som benyttes hos luftambulansen i Norge.

### 2.2.1. Selskapet Airbus

Airbus er en av de største internasjonale selskapene i Europa og er sterkt ledende innen luftfartsindustrien. På global basis har de rundt 180 steder og 12 000 leverandører. De har sluttmonteringslinjer for både fly og helikopter over hele Asia, Europa og Amerika, og de har oppnådd en enorm økning i ordre siden 2000-tallet. De er en ledende aktør innen design, produksjon og levering av både fly produkter, tjenester og løsninger til ulike kunder globalt i hele verden. Airbus har alltid hatt et stort fokus på innovasjon, og de oppfordrer til søk av nye ideer og muligheter for fremtiden (Airbus S.A.S., 2019).



*Figur 3: Svensk Luftambulans på besøk hos Norsk Luftambulans Gardermoen*

Airbus produserer både fly og helikoptre. Flyene består av et seteantall fra 100 til over 600. Det mest solgte flyet er A320 inkludert A320neo. I tillegg har de andre flymodeller som A330, som er den nyeste modellen, A350XWB og A380. De produserer sivile helikoptre av ulike modeller, blant annet H145, H160 og H175 m.m., hvor den sistnevnte går under middelklassen. De tilbyr også helikoptre beregnet for bruk i militæret, transportering og brannstøtte (Airbus S.A.S., 2019).

Airbus har posisjonert seg sterkt innen transport, oppdrag og kampfly. De har også spesialisert seg på cybersikkerhet og beskytter både regjeringer, selskaper og infrastruktur fra trusler. De er også deltakende i romforskning og er en stor produsent av både navigasjons, jordobservasjons, vitenskap- og telesatellitter (Airbus S.A.S., 2019).

### **Helikopter H135**

Det er blitt levert over 1 300 Airbus helikoptre av typen H135.

Helikoptrene er i bruk i mer enn 60 land og med over 300 operatører er disse blitt flydd i overkant av 4,5 millioner timer. H135 er en av de mest vellykkede flyene som selskapet Airbus har produsert. De utmerker seg særlig ved at de er lette, har god utholdenhet, lavt lydnivå, er pålitelig og allsidig i tillegg til at modellen er konkurrerende når det gjelder kostnader. Dette helikopteret har i sin klasse de laveste drifts- og vedlikeholdskostnadene (Airbus S.A.S., 2019).



*Figur 4: Helikopter H135 hos Norsk Luftambulans Gardermoen*

H135 kan utføre ulike typer oppdrag, da det stort sett kan lande hvor som helst, særlig i høye og varme forhold. Vedlikeholdet på dette helikopteret er raskt og enkelt grunnet dets enkle design, noe som igjen reduserer nedetid og økning av driftskostnader. Det foretas en mellominspeksjon på 500 flyturer og periodiske inspeksjoner skjer enten hvert tredje år, eller hver gang den har flydd 1 000 timer. Helikopteret er en av de tvillingmotor-helikoptrene som er mest attraktiv, noe som kan forklares ved at den har den laveste direkte driftskostnaden i sin klasse (Airbus S.A.S., 2019).

H135 er en av modellene som blir mye benyttet til akuttmedisinske tjenester, og består av et interiør med god plass med hensyn til pasientbehandling. Volumet i kabinen sørger for at ledsageren får umiddelbar tilgang til pasienten om det skulle oppstå kritiske situasjoner som haster, eksempelvis: gjenopplivning (HLR). Innenfor pasientpleie, imøtekommer helikopteret de høyeste standardene som kreves. Helikopteret har også gode evner med tanke på landing, og benyttes også til raske søk og redningssituasjoner, som blant annet naturkatastrofer som



snøskred, flom, jordskjelv m.m. Den nyeste versjonen av H135 har også bedre svingytelser, noe som er en avgjørende faktor ved redningsaksjoner i store fjellhøyder (Airbus S.A.S., 2019).

## Helikopter H145

Helikopter H145 er også et sivilt helikopter bestående av to motorer: “Safran Helicopter engines Arriel 2E”. Det blir blant annet benyttet til passasjertransport, akuttmedisinske tjenester som redning og luftambulans, privat/forretningsflyvning og offshore-operasjoner. H145 kan omkonfigureres avhengig av hva helikopteret skal brukes til. Helikopteret kan raskt



*Figur 5: Helikopter H145 hos Norsk Luftambulans Gardermoen*

transportere en pilot og opptil 11 passasjerer eller to piloter og 10 passasjerer til et bestemt sted. I tillegg kan den transportere spesialstyrker. Dette helikopteret blir mest benyttet til oppdrag som redning, patrulje og overvåkning. Ved hjelp av de brede sideskjermene og de store clamshell dørene på baksiden, er dette helikopteret optimalt for innlasting og utlasting av pasienter (Airbus S.A.S., 2019). H145 består også av en innkapslet halerotor kalt “Fenestron”, som har den fordelen at den avgir mye mindre støy sammenlignet med andre helikoptre. Det finnes ca. 1 300 helikoptre av denne modellen, H145, som er i drift over hele verden, også i Norge. De fleste helikoptrene kan være i luften i ca. to timer, før de må fylle drivstoff, men H145 har en utholdenhet på ca. 3,5 time (Dalløkken, 2017).



## Helikopter AW139

AW139 har et design som skal gjøre det mulig å utføre ulike typer oppdrag. Helikopteret topper andre helikoptre i samme gruppe med tanke på fart, evne, allsidighet og rekkevidde. Helikopteret er utstyrt med et avionisk system som skal minimere pilotenes belastning slik at deres oppmerksomhet heller rettes mot redning og sikkerhet m.m. AW139 benyttes gjerne i utvidede søke og redningsoppdrag, da den har lang rekkevidde og god utholdenhet (Leonardo Company, u.å.). Den har også muligheten til å fly i krevende værforhold. Innsiden av helikopteret er større sammenlignet med H135 og H145, noe som gir mer fleksibilitet og arbeidsrom. Kabinen kan innredes på ulike måter, alt etter hvilke oppdrag som skal utføres, eksempelvis; medisinsk behandling og evakuering m.m. I tillegg har helikopteret store skyvedører på begge sider, slik at man raskt kan stige inn og ut. Helikopteret er også utstyrt med et bagasjerom, der man blant annet kan lagre SAR-utstyr (Search and Rescue). Dette utstyret kan nås både fra passasjerrommet og utenfor helikopteret (Leonardo Company, u.å.).



*Figur 6: Helikopter AW139 som benyttes i Norsk Luftambulans*

### 2.2.2. Seter

#### Fischer

Det finnes ulike typer seter for helikoptre. I ambulanshelikoptrene som benyttes i Norge er det setene til det tyske selskapet Fischer som blir benyttet. Fischer sier de tilbyr kvalitet, ved at de tilbyr ulike løsninger etter kundens behov. Av de komponentene som utvikles er det ca.

90 prosent av disse som produseres individuelt. Loven sier at et helikopter-sete må tåle (absorbere) en last på minimum 30 G. Fischer sine seter kan her håndtere 32 G i sivil sektor. Spesielle seter beregnet for militær sektor kan tåle en tyngdekraft på opptil 50 G. Fischer har nå over 100 eksisterende kunder over hele verden (Fischer, 2019). Alle Fischer-setene står på en plattform som skal virke absorberende mot støt (Desjardins, 2006, s.9).

Research ved observasjon (empiri) av stolen hos NL Gardermoen (dette er beskrevet mer om i kap. 3.2.3.), bemerket vi at stolen kan roteres 345° ved hjelp av denne plattformen med en svingningsenhet (Swivelling Adapter Assy). I helikopteret var det kun mulig å rotere 90° på grunn av begrenset benplass. Plattformen som stolen står på er produsert av det sveitsiske firmaet Aerolite. Beinene som stolen står på er laget med en aluminiumslegering og er festet på plattformen. Plattformen er igjen festet i de to skinnene i gulvet. Skinnene i gulvet kan monteres både på langs og på tvers. Stolen består også av 4-punkts belter. Setet er produsert i karbonfiber og aramid.

Det finnes også andre leverandører som leverer seter til helikoptre, blant annet de nevnt nedenfor:

**Martin Baker** har vært ledende innen produksjon og design av seter til luftfartøy, siden 1940 tallet. De produserer seter til vanlige luftfartøy men også

militæret. De har utviklet to typer passasjer seter til helikoptre. Et av setene er av standard art, mens det andre setet er designet slik at det skal kunne festes til gulvstrukturen. Begge disse er både enkle å installere og fjerne og er lette å vedlikeholde. Stolene kommer også med sitteputer og farger etter ønske. Stolene kan også fås med roteringsfunksjoner. Alle stolene som produseres følger det europeiske EASA reglementet (Martin-Baker Aircraft Co, 2019).

**IAI** leverer helikopter seter til både sivilt og militært bruk. Alle setene fra IAI er utstyrt med et testet energiabsorpsjonssystem (EAS) som har til hensikt å absorbere energi i tilfelle det skulle forekomme en eksplosjon under fartøyet (Israel Aerospace Industries, 2002). De tilbyr ulike typer helikopter seter, men det som alle setene har til felles er at de er lettvektige. Stolen



*Figur 7: Fischer-stol som benyttes i dagens helikopter*

som er beregnet for Search and Rescue (SAR) og Emergency Medical Services (EMS) kan justeres både i lengde og svingradius. Den består av et lett komposittmateriale og stolen er også dekket av et lærmateriale (Israel Aerospace Industries, u.å.).

**Simula** er en eldre merkevare som kom ut med sin første suksessfulle militær-stol i 1977. BAE Systems som nå bygger på den kjente, eldre merkevaren Simula, leverer helikopter-stoler til ulike oppdrag som måtte passe kundens behov (BAE Systems, 2019).

### 2.2.3. Schroth setebelte

Schroth er i dag en ledende produsent på verdensbasis når det gjelder sikringssystemer på rotorkraft. De leverer sine produkter til kjente helikopterprodusenter som Airbus Helicopters, Bell, AugustaWestland, Sikorsky, Robinson, Mil, Enstrom, MD Helicopters og Kazan (Schroth, 2019). Det er som nevnt tidligere Airbus Helicopters, som leverer helikoptre til Norsk Luftambulans. Sikkerhetsbeltene i disse helikoptrene er dermed fra Schroth. I luftambulansen består setene av 4-punkts belter, da dette er et minstekrav med hensyn til G-kreftene. Det er 4-punkts belter, modell 1-10 som ble benyttet i helikoptrene som vi observerte. Denne typen sele er tilgjengelig både med Y-type skulderbelte eller skulderrem. I tillegg finnes det roterende spenner av ulike slag, hvor alle består av den patenterte RFR™ roterende spennen og Lost



Figur 8: 4-punkts setebelte fra Schroth

Motion Technology, som skal forhindre at beltene utløser seg selv. Rotasjonsspennen har en separat frigjøring av skulderbeltet, noe som gir mulighet for bevegelse, for eksempel ved overvåkning av pasient eller laster som henger under helikopteret (Schroth, 2019).

Schroth tilbyr ulike former for seler; både 2-, 3-, 4-, 5- og 6-punkts belter. Sikkerhetsbeltene kan bestå av statiske eller automatiske systemer, hvor låsefunksjonen enten er manuell eller ikke manuell. De tilbyr også båndfarger i et stort utvalg. Oppblåsbare sikkerhetssystemer er

også noe Schroth produserer, hvor man i tillegg til at man sitter godt fastspent også har avansert airbag-teknologi. Denne airbag-teknologien vil føre til at kollisjonsputene vil forspenne fastholdelsessystemet og stabilisere brukerens kropp og hode (Schroth, 2019).

Det er viktig å dekke kundens forventning både når det gjelder funksjon, ergonomi, sikkerhet og design, derfor finnes det også ulike typer former for spenner, som også er svært funksjonelt roterende. En oppfinnelse som særlig er unik er WAB™, som automatisk utløser seg ved nødlanding på vann (Schroth, 2019).

## 2.4. Ergonomi og antropometri

### Ergonomi

Henry Dreyfuss var utdannet scenograf, og startet i 1929 et eget industridesign kontor i New York. Han var spesielt interessert i det å kunne tilpasse produkter til mennesker, både på en funksjonelt, teknisk og ergonomisk måte. Henry mente som sådan at en maskin vil oppnå mest mulig effektivitet hvis den er tilpasset mennesket i så stor utstrekning som mulig. Han ga dermed ut en bok i 1959 kalt “The Measure of Man”, som omhandler det å etablere ergonomi som et sentralt verktøy for designere (Linder, 2019). Ergonomi er i dag et svært bredt fagområde, og ble et eget fagområde etter 1945 (Øverseth, 2018). Det har gjennom tiden og frem til i dag blitt et svært bredt fagområde.

Ergonomi dreier seg i hovedsak om å iverksette ulike tiltak med hensikt om å tilpasse arbeidsredskaper og maskiner til mennesker som skal betjene disse. Ergonomi handler om å forhindre eller minimere faren for unødvendig slitasje og feil belastning på mennesker, da dette kan fremkalle belastningssykdommer eller reaksjoner som nervøsitet (Levy, 2018). Det har vist seg at ensidig og gjentakende arbeid har gitt flere mennesker plager som ikke tidligere var tilstede da arbeidet foregikk ved bruk av egen muskelkraft. Plagene skyldes ofte mangel på tilpasning av for eksempel bord, stoler, håndtak og bevegelige deler etter det enkelte individ. En annen faktor som kan medføre plagene er at det ikke blir nok variasjon eller rullering i arbeidsoppgavene, som igjen medfører gjentakende belastninger over lengre tid. I tillegg er det lett å bli vant til arbeidsstillinger som er belastende. Ergonomien kommer inn her, nettopp for å redusere konsekvensene dette kan medføre (Levy, 2018).

I moderne ergonomi er det også viktig å være engasjert ovenfor menneskets totale tilpasning til både arbeidet, arbeidsmiljøet og endringer som foregår i samfunnet. Videre må man ta tak i forhold som setter grunnlaget for mistriivsel og umotiverte arbeidstakere. Dette kan for eksempel innebære ensformig arbeid, arbeidstempo (tidspress), konsentrasjon, presisjon, krav til oppmerksomhet, stress og mas, eller at vedkommende ikke ser verdien i det de gjør fordi produksjonen er delt opp i stykker. Ergonomien er dermed opptatt av både de fysiske, psykiske og de sosiale betingelsene (Levy, 2018).

Ergonomi er et resultat av mange mennesker som lider av det å være utkjørt etter endt arbeidsdag, med kroppslige smerter som hodepine, muskulatur-plager i nakke, skuldre, armer m.m., som igjen ofte fører til økning av sykefravær. Sammenliknet med tidligere år har det vært en stor økning i antall mennesker som blir arbeidsuføre, og dette i alt for ung alder. En medvirkende årsak til denne utviklingen kan være den teknologiske utviklingen som har ført til mer statiske og stillestående arbeidsplasser. Mennesker med nedsatt funksjonsevne kan også i de fleste tilfeller bli arbeidsdyktige, så lenge det finnes ergonomiske tilpasninger (Levy, 2018).

De mest vanlige årsakene til muskel og skjelettplager er som følger:

- *Manuelt arbeid* - foregår som regel i alle bransjer og dreier seg om alle former for forflytning av objekter. Dette objektet som arbeidstakeren enten skal arbeide med, flytte på, eller løfte kan være materialer, gjenstander eller personer. For stor belastning kan her føre til muskel- og skjelettplager. Selv om de ulike forflytningene ikke er tunge, kan dette likevel over tid føre til høy belastning. Det er som nevnt tidligere mulig å gjøre seg vant til tungt arbeid, men man kan likevel ikke trenes opp til å tåle feilbelastninger. Det er derfor viktig at arbeidsgiver har oversikt over den totale belastningen som arbeidet gir, blant annet: sammenhengen mellom arbeidsstillinger og arbeidsbelastninger, bruk av arbeidsutstyr/hjelpemidler og innredning av lokalene. Tungt, ensformig eller tempostyrt arbeid og uheldige arbeidsstillinger, kan medføre risiko. Det er også viktig å legge til grunn at grensen mellom fysisk akseptabel og skadelig belastning er forskjellig fra person til person (Arbeidstilsynet, 2019).
- *Vibrasjoner* - er mekaniske bevegelser som kan komme fra maskiner eller arbeidsutstyr og man har to typer vibrasjoner som man gjerne skiller mellom. Det er "helkroppsvibrasjoner" som er vibrasjoner som gjerne kommer fra et kjøretøy eller en

maskin, og som overføres til hele kroppen. Videre har man “hånd- og armvibrasjoner” som er vibrasjoner som kommer fra diverse verktøy, som for eksempel en sag eller en drill. Helkroppsvibrasjoner kan føre til plager som rygg-, nakke- og skuldersmerter. Det er her heldigvis ikke vanlig med varige skader. Ved hånd- og armvibrasjoner kan man utvikle skader på muskler, nerver og blodkar. Et vanlig symptom på dette kan være at man får Raynauds fenomenet hvor man får “hvite fingre”, med en følelse av nummenhet, smerter og nedsatt kraft (Arbeidstilsynet, 2019). Arbeidstilsynet opplyser videre at det er satt grenseverdier og tiltaksverdier for eksponering, da vibrasjoner kan medføre helseskader.

- *Arbeid ved dataskjerm* - er noe de fleste arbeidsplasser har i dag. Dette involverer både kontoryrker, butikkansatte, helsepersonell, transportarbeidere m.m. Arbeid foran dataskjermen kan over lengre tid medføre muskel- og skjelettplager og gi statiske belastninger. Er det for dårlige synsforhold kan dette også føre til helseplager. Det er derfor utarbeidet krav til slike arbeidsplasser som gjelder for mennesker som har disse yrkene. Det er også utformet krav til den fysiske utformingen av arbeidsplass bestående av dataskjerm. Dette inneholder følgende punkter: individuell tilpasning, arbeidsbord, skjerm (valg, plassering og tilpasning), tastatur, hodetelefoner, dokumentholder, datamus/styreflater, skjerm/synsforhold og belysning. Har man en slik type jobb, er det viktig at man enten blir avløst slik at man også kan fokusere på andre typer oppgaver, eller at man får nok pauser (Arbeidstilsynet, 2019).

Det finnes egne regelverk og forskrifter som omhandler oppfølging av arbeidstakere som har yrker med fare for helseskader. Dette innebærer også krav om å kartlegge og vurdere risiko (Arbeidstilsynet 2019).

### **Ledsagers oppgaver i ambulansetjenesten**

Ambulansetjenesten er et bindeledd mellom pasient, sykehus eller andre helsetjenester og ambulansarbeideren jobber med akuttmedisin. Ambulansarbeidernes hovedoppgave er å umiddelbart rykke ut ved skade eller akutt sykdom (Redaksjonen, 2019). Det som ansees som vanlige arbeidsoppgaver for en ambulansarbeider er som følger:

- Rykke ut og frakte pasienter fra en institusjon til en annen, innenfor helsevesenet.
- Utføre akuttmedisinsk behandling.

- Undersøke pasienten og kartlegge ulike former for svikt.
- Kommunisere med pasienter, vise omsorg og gi nødvendig pleie.
- Bedømme alvorlighetsgraden og videre benytte dette til å prioritere i situasjoner hvor flere mennesker er skadd.
- Rapportere og dokumentere pasientopplysninger.
- Foreta kvalitetskontroller og holde utrykningskjøretøy og medisinsk utstyr vedlike (Redaksjonen, 2019).

Ved akutt sykdom hos pasient, er det ofte ambulansesarbeiderne som er en av de første personene på stedet. De er også opplært til å kjenne igjen tegn og symptomer, som kan være bestemmende for hvilken behandling som er riktig i den gitte situasjon. I mange tilfeller er det også langt til nærmeste sykehus, noe som gjør ambulansepersonellets hjelp svært avgjørende for pasientens liv. De nærmeste samarbeidspartnerne man har som ambulansesarbeider er leger, sykepleiere, politi og brannvesen. Siden ambulansesarbeider er en beskyttet tittel, må man ha autorisasjon fra Helsedirektoratet (Redaksjonen, 2019).

Nesten alle ambulansetjenester i Norge drives i dag av det offentlige og det er kun et fåtall av private ambulansetjenester. En ambulansesarbeider kan arbeide offshore, i humanitære organisasjoner og i kriseområder. Mer konkret kan de videreutvikle seg til å jobbe ved ulike transportmidler, som for eksempel bil, fly, helikopter og båt (Redaksjonen, 2019).

### **Ledsagers bevegelsesmønster i ambulansetjenesten**

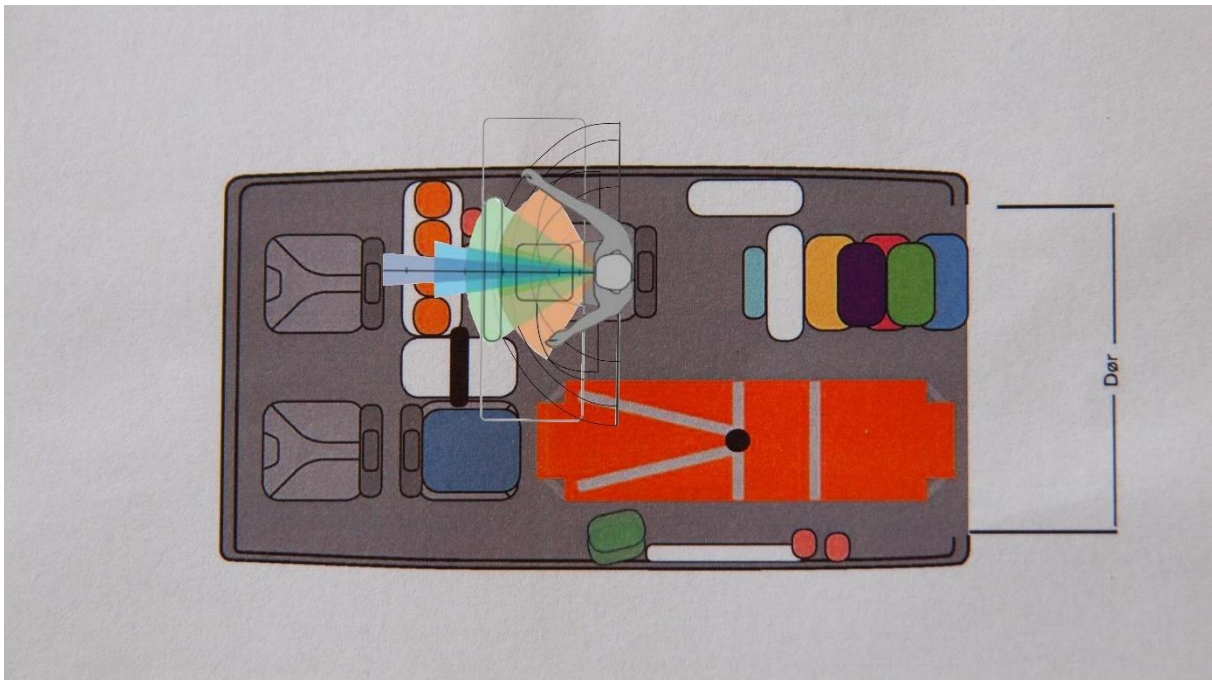
I dag gjennomfører Arbeidstilsynet tilsyn i ambulansetjenesten, dette kommer av at ambulansesarbeidere blir utsatt for flere risikoforhold i sitt arbeid. Dette innebærer tunge løft, belastende arbeidstidsordninger, smittefare og vold- og trusler. Sammenliknet med andre arbeidstakere, og arbeidstakere innenfor helserelevante yrker, er det ambulansesarbeidere som har mest arbeidsrelaterte helseproblemer. Dette fører også til tidligere pensjonsalder, enn andre yrkesgrupper (Arbeidstilsynet, 2018).

Som nevnt tidligere er en ambulansesarbeiders oppgave å hente ut pasienter fra ulike steder. Dette kan for eksempel være på trange plasser, som i en fastklemt bil, eller i en krypkjeller. Gjerne må man hente ut pasienter fra plasser hvor det er dårlig terreng, og da kan det være at



man er nødt til å gå et stykke. Det kan også oppstå tilfeller hvor man skal hente pasienter som er overvektige. I noen tilfeller er det bæringen og forflytningen som kan være problematisk, mens i andre tilfeller kan det være bæring og transporten til ambulansen. Når øyeblikket dreier seg om liv og død eller skader som kan avgrenses, blir også tidspress en vesentlig faktor. Derfor stilles det også krav til fysisk styrke og utholdenhet.

På illustrasjonen nedenfor ser man hvordan plasseringen av båren og lederstolen i dag er plassert i utrykningskjøretøyene. Denne observasjonen baserer seg på empiriske data som vi har foretatt. Det er ingen forskjell på plasseringen av båre og ledsagerstol, når det kommer til de ulike utrykningskjøretøyene.



*Figur 9: Redigert bilde - dagens plassering av ledsagerstol i dagens utrykningskjøretøy. Gjengitt med tillatelse fra Lasse Thomasgård, produktutvikler – Stiftelsen Norsk Luftambulansse.*

Når det gjelder ledsagers bevegelsesmønster inne i ambulans bilen, er det ikke tilstrekkelig. Det er veldig trangt om plassen, noe som medfører at ambulansarbeideren må strekke seg til nødvendig utstyr og pasienten som krever behandling. Ledsagerstolen kan skyves frem og tilbake, men ikke roteres da den er låst fast i kjøreretningen.

Det er veldig stor likhet når det kommer til bevegelsesmønstret i ambulans bil og luftambulansse. Her er det også meget trangt om plassen, og stolen kan skyves frem og tilbake. Den vesentlige forskjellen er at i luftambulanssen kan ledsagerstolen roteres, slik at det blir noe lettere å behandle pasienten. Ulempen er derimot at det er forskjell på takhøyden i



helikopteret. Dette reduserer full utnyttelse av plass, som for eksempel kunne økt bevegeligheten av ledsagerstolen (som kan skyves frem og tilbake i sporene i gulvet). Det at det er så trangt mellom ledsagerstolen og båren, gjør det også utfordrende med stolens roteringsmekanisme. Ledsageren er fysisk nødt til å klive beina over pasienten for å benytte roteringsfunksjonen noenlunde greit.

## **Antropometri**

Antropometri handler om målinger av menneskekroppen: på levende mennesker kalt “*somatometri*” og på knokler, kalt “*osteometri*”. Disse målingene skjer etter hva som er internasjonalt fastsatt, standardiserte målepunkter for bestemmelse av proporsjonene, eller skallens bredde-lengde-indeks. Det benyttes spesielle måleapparater til slike målinger. I dag benyttes antropometri til å utforme ergonomiske verktøy og andre bruksgjenstander som for eksempel møbler (Holck, 2018). Sentrale temaer innenfor antropometri er: fordeling, spredning, utvalg av høyde, dimensjoner, vekt, krefter og rekkevidde. Dette dreier seg i stor grad av tilpasning av produkter og arbeidsplasser til mennesker med ulike kroppsmål og forutsetninger (Øverseth, 2018).

Antropometri deles gjerne i to ulike kategorier:

1. *Statisk antropometri* dreier seg om mennesket i stillestående tilstand eller under hvile. Ved for eksempel dimensjonering av en sitteplass er følgende data relevante: lengde, bredde, vekt og volum på de forskjellige kroppsdelene (Øverseth, 2018).
2. *Dynamisk antropometri* dreier seg om målinger av bevegelse, bevegelseshastighet og muskelkraft i ulike typer stillinger. Hvis man skal utforme en arbeidsplass ergonomisk riktig, for eksempel en kontorplass, er det relevant med data som omhandler krefter og rekkevidder. Basert på disse dataene blir både plasseringen og utformingen av betjeningsorganene og dimensjoneringene av arbeidsplassen utført (Øverseth, 2018).

Antropometriske målinger, blir målt på forskjellige måter avhengig av hva de skal brukes til. I dag blir det benyttet forskjellige former for kroppsskannere, som gir muligheten til å få tredimensjonale bilder, som videre kan analyseres for å få antropometriske målinger (Högskolan i Skövde, u.å.).

Det er også viktig å legge til grunn at mennesker er forskjellige på ulike måter. Fra et antropometrisk perspektiv kan vi være ulike i form av at noen er korte eller lave, smale eller brede, slanke eller kraftig, svake eller sterke, etc. Vi har også ulike proporsjoner, noe som gjør at det er viktig at man tar hensyn til variasjonene som finnes i den aktuelle målgruppen, slik at produktet passer brukerne (Högskolan i Skövde, u.å.).

Det er også tydelige forskjeller mellom menn og kvinner på de fleste områder, når det gjelder gjennomsnittsverdier for antropometriske målinger. Den gjennomsnittlige verdien er vanligvis større hos menn, særlig når det kommer til muskelstyrke, lengde og vekt. Likevel er det noen områder der den gjennomsnittlige verdien hos kvinner er større, eksempelvis hoftebredde. I andre tilfeller kan det være at man ikke ser noen tydelig forskjell mellom de ulike kjønnene - eksempelvis: lengde og bredde (Högskolan i Skövde, u.å.).

En utfordring mange land står overfor, er at befolkningen blir eldre noe som betyr at andelen eldre går opp i forhold til hele befolkningen. Det er dermed et krav at man må passe på at offentlige miljøer og produkter også kan passe og brukes av de eldre. Muskelstyrken hos de eldre er stort sett lavere i gjennomsnitt, vekten i 40-60 årene kan derimot være høyere, men etter fylte 70 år så avtar gjerne vekten. Det er dermed viktig at man er klar over de ulike forskjellene i gruppene som eksisterer, og at man ivaretar dette i den utstrekning det er mulig i utviklingsprosessen (Högskolan i Skövde, u.å.).

Antropometri blir benyttet i produktutvikling, design og arbeidsplassutforming, med en målsetning om å utforme produkter og arbeidsmiljøer basert på menneskets fysiologiske og anatomiske forutsetninger (Högskolan i Skövde, u.å.).

## **2.5 Materialer**

Her listes opp noen materialer vi har vurdert med i designforslaget. Disse baserer seg på noen av kravene fra kravspesifikasjonene som går ut på vekt, flammeresistent og styrke. Her nevnes både polstring- og konstruksjonsmaterialene.

## 2.5.1. Metaller

### Aluminium

Aluminium er et lett materiale som har sørget for at både biler og sykler har blitt lettere. Det at transportmidlene har blitt lettere har igjen ført til lavere drivstofforbruk. Aluminium er et materiale som lett kan formes og bearbeides ved blant annet valsing, pressing, ekstrudering, trekking og trykking (Pedersen, 2018). Det er vanlig at aluminium legeres med andre metaller slik at materialet skal kunne benyttes på andre bruksområder som krever høyere styrke enn hva aluminium alene ville tålt. Ved en legering kan egenskaper som både styrke, glans, smidighet og formbarhet forbedres. Vanligvis blir aluminiumslegeringer benyttet der det er krav om lav vekt og sikkerhet mot rustutvikling. De mest vanlige legeringselementene som blir benyttet er sink, silisium, mangan, magnesium og kobber (Norsk Hydro ASA, 2019). Aluminium har en beskyttende overflate bestående av en sammenhengende og gjennomsiktig oksidfilm, hvor tykkelsen på denne er 0,01mm ved vanlig temperatur. Denne oksidfilmen har flere fordeler i form av at det gjør aluminiumet motstandsdyktig både mot svake syrer og i kaldt og varmt vann, noe som også reduserer tæring på metallet, eksempelvis rustdannelser.

Aluminium har også mange andre gode fordeler som blant annet:

- Perfekt til oppbevaring av mat. Dette fordi aluminium er helt ugjennomtrengelig som fører til at verken lys, smak eller aroma slipper inn eller ut. I tillegg vil holdbarheten på maten øke, noe som reduserer behovet for kasting (Norsk Hydro ASA, 2019).
- Brannsikker, da aluminium smelter ved 660 grader uten å frigi andre gasser (Pedersen, 2018).
- Lett å forme, noe som gir spennende muligheter for design.
- Reflekterer godt, både når det gjelder lys og varme noe som kan redusere energiforbruk.
- Lang levetid og lite vedlikehold, noe som er mindre belastende på miljøet.
- Lett å resirkulere, da aluminium kan smeltes og gjenbrukes uten å miste de gode egenskapene. Aluminium kan resirkuleres og bli til det samme produktet, eller det kan

bli et helt annet produkt. Av all aluminium som er fremstilt, blir 75 % brukt om igjen (Norsk Hydro ASA, 2019).

Aluminium og aluminiumslegeringer blir blant annet benyttet i følgende bruksområder:

- Transportmidler (biler, fly, skip, busser, jernbane og sporvogner m.m.).
- Bygningsindustrien (bærende profiler, veggbekledning, tak, innredninger og andre dekorative formål).
- Emballasjematerialer (bokser, tuber, lokk, kapsler og innpakningsmateriale).
- Tråd til elektriske ledninger og kabler.
- Husholdningsartikler og eventuelt kjøkkenutstyr.
- Kar og beholdere som benyttes i næringsmiddelfabrikker - som for eksempel meieri og bryggeri m.m. (Pedersen, 2018).

## **Titan**

Titan er en legering som har samme type styrke som stål. Den kommer i to forskjellige former som a-titan og b-titan. Førstnevnte har en heksagonal struktur og det andre har en romsentrert kubisk struktur ved under 882 °C. Titan er lett å forme ved bruk av f.eks. vals, men det blir hardt når det utløser store mengder med gass. Metallet er svært korrosjonsbestandig ved romtemperatur på grunn av en reaksjon som kalles for passiverende sjikt av titanoksid på metallens overflate. Den blir dermed ikke sårbar av sjøvann, svovelsyre og andre organiske syrer, men flussyre, svovelsyre og varm konsentrert saltsyre derimot, blir titan oppløst av. For å passivere titan legges det i salpetersyre, og ved oppvarming til 400-500 °C oksiderer det lettere (Pedersen, 2019).

Vi ser ofte titan i flyindustrien i f.eks. kompressorbladene i gassturbinen eller ved steder der overflater fort blir oppvarmet. Dette fordi titan har en lav tetthet, stor styrke og fasthet, og som nevnt ovenfor; korrosjonsbestandighet. Den har en god evne til å binde og løse oksygen og andre gasser. Andre fakta om titan; smeltepunktet ligger på 1 933 °C, kokepunkt på 3 560 °C og har en tetthet på 4,54 g/cm<sup>3</sup>(Pedersen, 2019).

## 2.5.2. Kompositter

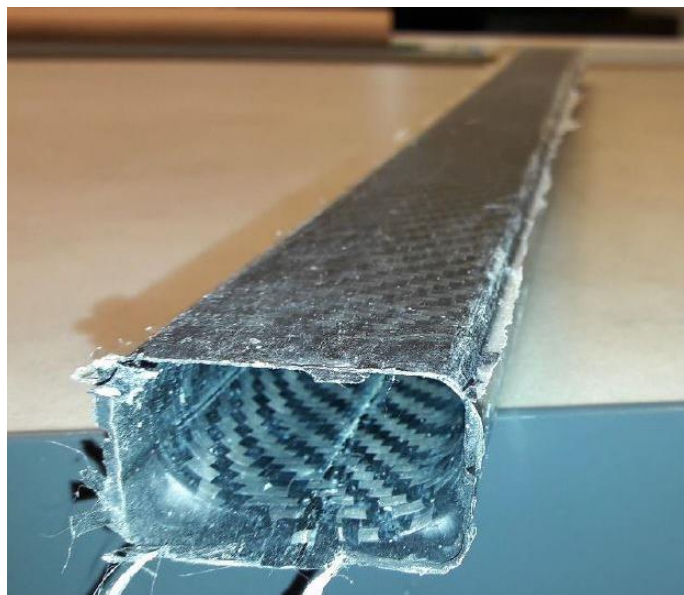
### Karbonfiber

Karbonfiber er et svært lett og solid materiale hvor fibreene er kunstig fremstilt og består praktisk talt av kun rent karbon. Sammenliknet med mange andre konkurrerende materialer som for eksempel glassfiber og metaller, har karbonfibreene veldig høy stivhet og strekkstyrke, varme og kjemikaliebestandighet og lav densitet  $1,7-2,0 \text{ g/cm}^3$  (Helseth, 2018).

Det er vanlig at karbonfiber benyttes som armerings materiale i herdeplast, gjerne i epoksy, fenol og umettet polyesterplast, enten som hel eller delvis erstatning for eventuelt glassfiber. Kompositter som dette benyttes gjerne til tekniske formål som:

- Transportmidler som: fly, bil, helikoptre og skip m.m.
- Proteser
- Maskindeler
- Ablative materialer
- Sportsutstyr som: ski, staver, golfkøller, tennisracketter og fiskestenger m.m. (Helseth, 2018).

Karbonfiber blir fremstilt ved forkulling av organiske fiber ved bruk av blant annet akrylfiber eller viskosefiber, også kalt “rayon” (Helseth, 2018). Karbonfiber består av tynne krystallinske filamenter av karbon, som benyttes til å forsterke materialet. Fiberen kan være like tynt som et hårstrå, men når disse tvinnes sammen får den sterkere egenskaper. Ved tvinning kan du få karbonduker, som videre kan benyttes til permanent forming ved hjelp av en støpeform belagt med harpiks eller plast (Innovative Composite Engineering, 2015).



Figur 10: Støpt karbonfiber

Videre har karbonfiber følgende egenskaper:

- Høy stivhet
- Høy strekkstyrke
- Høy kjemisk motstand
- Lav vekt og styrkeforhold
- Lav termisk ekspansjon
- Tåler overdrevent sterk varme (Innovative Composite Engineering, 2015).

Karbonfiberens gode egenskaper gjør den svært attraktiv i ulike bransjer (Innovative Composite Engineering, 2015). En ulempe med karbonfiber er at det er et vanskelig materiale å resirkulere, da det ikke kan omsmeltes. Skal man gjenvinne materialkomponentene må man brenne eller kjemisk oppløse dem. Det er blitt påvist på mus, at ustøpt karbonfiber, kan gi helseskader i form av betennelse, og asbest-lignende symptomer (Helseth, 2018).

## **Resin**

Vi har flere typer resin med ulike egenskaper som er tilpasset til forskjellig type bruk. Resin er et herdelim som omtales som syntetisk harpiks og polymerer. Det blir ofte brukt i lakkeringsjobber og innen plastindustrien (Helseth, 2018). Resinet blir blandet med fiberforsterkning som blant annet glassfiber, karbonfiber og aramid (også kjent som Kevlar). Det omtales også mye om at luftfartsindustrien bruker mye av denne typen bindemiddel på grunn av dens styrke (Hexcel, 2019).

Hexcel er en produsent som leverer gode resin-produkter. De har en nettside som har god oversikt over de forskjellige fibertypene og resinet som de distribuerer. De leverer også til luftfartsindustrien, noe som er høyst relevant for design av ledsagerstolen (Hexcel, 2019).

## **Glassfiber**

Glassfiber består av tynne fiber som er fremstilt fra glass som er smeltet. Glass er stivt men også elastisk frem til det når bristepunktet. De tynne fibre bestående av glass er både bøyelig og spenstig, noe som betyr at de retter seg ut igjen når bøyekraften fjernes. Dette fører

igjen til at det ikke skjer en varig deformering. Det finnes utallige slag av glassfiber som kan brukes til ulike formål. I Norge benyttes glassfiber til termisk, akustisk og elektrisk isolering (Årtun, 2017).

Glassfiber er et sikkert materiale mot råte og korrosjon og er heller ikke brennbart (Årtun, 2017). Glassfiber er den mest brukte forsterkningen da den har lav kostnad og høy styrke. Den er både tilgjengelig som roving, matte eller et utvalg av stoffer. Det mest vanlige stoffet er vevd rotting da det egner seg best til ombygging av konstruksjoner som har stor tykkelse og størrelse (Norsk Komposittforbund, u.å.).

### **Linfiber**

Dette er en mer miljøvennlig fiber som har omtrent de samme egenskapene som karbonfiber. For å produsere 1 kg med linfiber, så brukes det fem ganger mindre energi enn det tar å lage glassfiber. Sammenlignet med karbonfiber brukes det 20 ganger mindre energi. Her ser vi en stor forskjell med tanke på miljøet. Det er også vektmessig fordelaktig, da linfiber er halvparten så tung som glassfiber. De har også andre unike egenskaper som termisk og akustisk isolasjon, lettvektig og det naturlige aspektet. Ingen av de syntetiske fibrene; karbonfiber og glassfiber, innehar disse egenskapene i den grad linfiber har (Laurie156, 2011).

## **2.5.3. Andre materialer**

### **Bomull**

Bomull kommer fra fibrene til bomullsplanten. Fibrene er formet som halvlange hår som vokser ut fra frøene. Selve bomullsfrukten er på størrelse med en valnøtt, ca. 2-3cm, og er delt på 3-5 kapsler som inneholder 3-8 frø i hver kapsel. Når denne frukten modnes vil kapselen sprekke og man kan se bomullshårene sprike/strekke seg ut. Fibrene blir mellom 20-50 mm lange og indikerer at de er klare for å plukkes (Køpke og Sunde, 2018). De blir ofte produsert på bomulls gårder der hvor de bruker maskiner for å plukke opp bomullen. Deretter blir de tømte i en container der hvor bomullen blir presset sammen til en stor firkant som fraktes videre til fabrikk. Der separeres de fra frøene og annet rusk som har kommet med bomullen går videre i prosessen med å pakkes sammen og fraktes til neste fabrikk. Restene som er igjen etter separeringen blir utvunnet til bomullsolje (How To Make Everything 2015).

## **Polyester**

Polyester brukes i dag til mange ting, som for eksempel i klær som fleecesensere, regnjakker og tau. Polyester kan også blandes med resin som støpes med eksempelvis glass- og karbonfiber for å lage forsterkede overflater. Eksempler på dette kan være karosseri til bruk i flyindustri og racerbil stoler, osv. Polyester er en kjemisk sammensetning av polymerer, som har monomere enheter knyttet sammen ved kjemiske forbindelser. Vi har også ulike typer polyestere som blant annet alkydharpikser som anvendes som bindemiddel i maling og lakk (Helseth, 2018). Termoplastiske polyestere brukes blant annet som fibre og folier, og andre typer plastprodukter som polyetylentereftalat (PET) som egner seg for beholdere, flasker og syntetiske fibre som vi finner i tepper og tekstiler (Helseth, 2019). En annen type er polybutylentereftalat (PBT) som er sammensatt av 1,4-butandiol og tereftalsyre og blir ofte brukt i bilrekvisita og husholdnings- og elektriske artikler (Helseth, 2009). Den tredje termoplastiske polyestere som skal nevnes er polykarbonat (PC), der den vanligste typen er polyester av karbonsyre og bisfenol A. Dette gir egenskapene som høy stivhet, formstabilitet, slagfasthet og elektriske egenskaper. Vi finner disse typene i mønstrene på CD-platene, drikkeflasker og objekter som tåler koking og sterilisering, men også til tekstilfibre (Helseth, 2019).

De lavmolekylære polyester brukes som mykgjørende middel i spesielt polyvinylklorid for å fremstille blant annet polyester gummi og andre skumplast og fibre. Umettede polyesterharpikser er en syntetisk forbindelse som vi finner i vanlig glassfiberarmert plast, bindemiddel i polyesterlakk og i gelcoat (Helseth, 2018).

Selve fremstillingen av polyestere skjer gjennom en kondensasjonspolymerisasjon. Det som skjer er at enklere molekyler blir avspaltet i en polymerisasjon. Eksempler på stoffer som framstilles på denne måten er silikoner, polyester, polyamider, urea-, melamin, og fenolharpikser. Motsatt type fremstilling kalles for addisjonspolymerisasjon (Helseth, 2018).

## **Ull**

Ull er fibre eller pels som i hovedsak kommer fra sauer, men som også kan komme fra andre dyr, eksempelvis, kasjmirgeit, angora, vikunja, alpaka eller kamel. Store deler av ullet brukes til tekstilproduksjon. Omtrent halvparten av ullproduksjonen i hele verden kommer fra merinosauen eller blandinger av den. Det er ulike betegnelser på de ulike ulltypene, og



Merino blir gjerne kjennetegnet med finere typer ull. For ull med middels fin kvalitet benyttes vanligvis ordet “crossbred” eller “sjeviot”. Diameteren på de fineste fibreene kan gå helt ned til 15  $\mu\text{m}$ , mens på de groveste kan de gå helt opp til 80  $\mu\text{m}$  (Klepp og K pke, 2017).

Grovt ull består vanligvis av en marg, og fibreene på ullet er stort sett krusete. Sammenliknet med fin merino som kan ha opp til 12 krusninger per cm, har dala og rygjasau bare 3-4 krusninger. Ullfibreene består av en overflate som er dekket av skjell og disse er stablet opp på hverandre, omtrent som takstein. En tynn hinne kalt, epikutikulaen ligger utenpå disse skjellene og sørger for at fiberoverflaten støter bort vann, men samtidig er vanndamp gjennomtrengelig. Krusningen og skjellene gjør at tekstiler bestående av ullfibre også inneholder mye luft, som igjen sørger for at tekstilene f r en god varmeisolerende evne. Sammensetningen av ullfibreene kan dermed ta opp ganske store mengder med fuktighet, fra luften i omgivelsene uten at den oppleves som våt. Kvaliteten av ull blir gjerne bedømt basert på fibreenes lengde, elastisitet, finhet, farge, krus og jevnhet (Klepp og K pke, 2017).

Voks og fett, også kalt lanolin kommer fra sauens hud og legger seg på fibreene. Dette vil også trekke til seg støv, sand og andre forurensninger. Disse forurensningene vil vanligvis forsvinne etter vask med unntak av planterester. Planterestene fjernes enten mekanisk eller kjemisk. Bearbeider man fibreene mekanisk i våt tilstand kan dette lett føre til toving. Dette kan forhindres ved å tilsette kjemikalier som gjør at fiberoverflaten forandres, eksempelvis ved oksidasjon med klor og eventuelt etterbehandling med kunstharpikser - Superwash. Ull er motstandsdyktig mot smuss og trenger dermed ikke å vaskes hyppig (Klepp og K pke, 2017).

Fibrer bestående av ull, blir angrepet av m ll, men ved hjelp av ulike impregneringsmidler kan man gjøre seg motstandsdyktig mot disse. Ull er den naturfiberen som er minst brennbar, og nå finnes det også prosesser som minimerer brann i enda større utstrekning, som samtidig tilfredsstiller kravene som gjelder til bruk av tekstiler i passasjerfly (Klepp og K pke, 2017).

## **Skum**

Det som brukes som fyll i puter i dag er skumgummi. Disse benyttes gjerne i sofaer, stoler, madrasser, bilseter og isolasjon i hus. Skum har en god egenskap ved at den puster, noe som kommer av at det er et luftig materiale bestående av mange åpne rom som gir passasje av luft. Den kan bli laget av naturgummi og syntetisk gummi, og produksjonskostnaden er lav da den blir produsert ofte. Ulempen med skumgummi er at det kan bli en del slitasje over tid og

materialet er heller ikke særlig egnet i forhold til brann, da det utvikles farlige gasser (Brannmannen, 2011).

En annen type materiale er Memory Foam som brukes i madrasser og seter i fly og romfart. Memory Foam ble utviklet av NASA på 1970-tallet til bruk på seter i romskip og fly som har store G-krefter ved utskyting og under flygning. Dette er et skum som bruker olje som grunnstoff og er et plastikk-basert skum. Den benyttes ofte i medisinsk utstyr som senger og bærer ettersom Memory Foam har mulighet til å gå tilbake til sin opprinnelige form. Dette sørger for at pasienter som har nedsatt mobilitet får minimert graden av liggesår ettersom madrassen sørger for å gi pasienten nok blodsirkulasjon (Talbert, 2009).

### **Cargo lastenett**

Cargo lastenett er nettinger/stropper som kan brukes i industrielle, kommersielle, transport og lager applikasjoner. Disse er blant annet svært formålstjenlig innenfor lastkontroll under både lagring og transport, og kan benyttes som lastebeskyttelse ved å dekke vogner, rullebur og



*Figur 11: Lastenett*

paller i varehus. Det finnes lastenett som tåler lett, middels, tung og ekstra tungt arbeid. Avhengig av hva nettene skal brukes til, kan både maskestørrelsen og diameteren på tråden variere. Nettene er enten produsert av polyetylen eller polypropylen med høy tetthet, og fås i ulike farger. Nettene har svært høy kvalitet, og er også utrolig slitesterke med en lang levetid, dersom nettingene benyttes riktig. Lastenett benyttes av mange bransjer, eksempelvis: transport (vei, jernbane, sjø, luft), nødhjelp, lagerhus, konstruksjon, sykehus, avfallshåndtering- og gjenvinning, sportsklubber, skoler, lekeplasser, helse- og fritid og kommunale myndigheter (Nets4You, 2018).

## 2.6. Ulike produksjonsmåter

Her vil vi komme med noen forslag til produksjonsmetoder som vi mener kan benyttes til produksjon av ledsagerstolen.

### Vakuumbagging av prepreg

For støping ved bruk av denne produksjonsprosessen blir det ofte brukt en prepreg som er en karbonfiberduk med impregnert harpiks (ofte epoksy). Denne typen duk er klar for herding, og trenger bare tilsettelse av en katalysator (varme) for å sette i gang herdeprosessen. Den ferdig impregnerte, klissete duken legges i en form som er dekket med et slippmiddel, for eksempel PVA, som gir et blankt resultat (Modellflynytt, 2019). Det er anbefalt å ha maks total tykkelse på 0,625 cm. Deretter komprimerer man dukene for å fjerne luft og overflødig harpiks. Det er vanlig at harpiksen vil bli mer flytende ved oppvarming. Støpeprosessen skjer ved å bruke en pose som legges over formen og limes i kantene til den er lufttett og trekker ut luften som skal skape press i formen (Fibre Glast Developments, 2019).

For å starte varmesyklusen så plasseres formen i en ovn, og denne varmen vil gå jevnt opp, og like jevnt ned igjen etter den har nådd sin makstemperatur. Ønsket mønster; øke med maks 5 grader pr. min. til ønsket temperatur er nådd, for deretter å senke i samme rytme etter den har vært i den ønskede temperaturen lenge nok (kan være i ovnen i opptil 24 timer). Deretter tas den ut fra ovnen og kjøles ned til romtemperatur før man demonterer formen. Ved ønske om tykkere materialer kan man legge på flere lag etter avkjøling med maks tykkelse på 0,625 cm om gangen, for deretter å gå igjennom hele prosessen på nytt (Fibre Glast Developments, 2019).

### Varmtrekking ved Ehrhardts metode

Ehrhardts metode på å produsere rør uten søm skjer ved å presse en glødet stålblokk som er kvadratisk eller mangekantet sylindrisk utformet. Matrisen lukkes og stampelet presses ned i blokken, så langt at det blir en bunn og ikke for tykke vegger. Deretter bearbeides emnet i en varmtrekkenk. Emnet settes på en dorstang, mens den fortsatt gløder, og presses gjennom skiver med mindre og mindre diameter åpning. Her vil da lengden øke samtidig som diameteren minker. Det kan være nødvendig med mellomglødning hvis det skal være svært små dimensjoner. Deretter sages bunnen av og røret går gjennom en kalibrering- og

rettemasking. Maks lengde i denne metoden er 8 meter og største diameter på 200 mm (Corneliussen, 2013).

## **Rør**

For å produsere rør, så har vi forskjellige metoder å fremstille dette på. Kaldtrekking er en av de vanligste metodene, men ekstrudering blir også benyttet ved stor utstrekning. Før trekking blir materialet behandlet ved at det blir rensset og påført smøremiddel, deretter går de gjennom en hall med maskiner som trekker tråden. Neste er patentrering, mellomglødning (hvis nødvendig), sluttglødning (hvis nødvendig) og herding, varmforsinking eller en annen type sluttbehandling. Deretter kommer trekkingen inn, og da kan man velge om man vil bruke et langt dor, kort dor, eller ingen dor (Corneliussen, 2013).

## **Bøying**

Dette er en plastisk bearbeidingsprosess som skjer i en kald tilstand. Vi kan luftbøye, noe som vil si bøying av materialet uten noe formverktøy. Verktøyet skal bare overføre krefter, og metallet skal da forme seg mellom verktøyet og matrisen. Man ser da ofte en bøying som skjer mellom tre punkter; et punkt på formverktøyet og to punkter på matrisen. Formverktøyet presser mot matrisen, og metallet vil forme seg etter matrisen. Minste bøyeradius ved myke materialer ligger på  $r_i > 0,5 s$  (mm tykkelse på platen), mellom-harde metaller kan ha  $r_i > 2 s$ , og harde metaller  $r_i > 4,5 s$  (Corneliussen, 2013).

## **Sveising**

Dette er en sammenføyende metode innen produksjonsmetode som går ut på å koble sammen to metaller eller plater til å bli en enhet. Det blir brukt to hovedmetoder for sveising; smeltesveising og pressveising. I førstnevnte metode så blir delene oppvarmet lokalt til smeltetemperaturen og presses sammen (kun av overflatespenning, ikke ytre press) slik at de flyter sammen. Pressveising, derimot, skjer ved at delene presses sammen så hardt at de gjennomgår en plastisk deformasjon i fast tilstand. Dette kan skje med eller uten oppvarming. De vanligste metodene for sveising av metall kalles for buesveising som benytter en elektrisk lysbue teknologi (Rødsås, 2018).

## Boring

Boring er en sponskjærende metode som har som formål å gi objektet en definert form med eventuelle toleranser. Dette gjøres ved å fjerne overflod av materiale med helst et skjærende verktøy, eksempelvis bor. Vi har mange forskjellige bor typer som blant annet kanonbor, spiralbor, gjengebor og mange flere. Det som er mest brukt er spiralbor. Dette blir også brukt i dreiebenker og fresemaskiner, men hovedsakelig i boremaskiner. Sponskjæring skjer med en sirkelformet bevegelse, i et ubrutt snitt med et boreverktøy med minst to skjæreflater. De to skjærene gir en grov overflate til borehullet, så hvis man skal ha en fin overflate med nøyaktige mål må det etterarbeides med en brotsj (Corneliussen, 2013).

## Gjenging

Når man skal gjenge opp et hull så vil det si å lage innvendige spor til bolten, som skal skrus inn i hullet. Dette kalles for gjengeboring, og består vanligvis av en gjengetapp med fire skjærer og har en konisk utforming for å forenkle entring. Den har også en sponkanal for å frakte spon og smøremiddel ut fra hullet (Corneliussen, 2013).

## 2.7. Lover og regler

All luftfart innenfor Europa benytter et felles reglement, kalt EASA- reglementet. Det finnes reglementer for ulike luftfartøy. Det er også ulike reglementer for både små og store helikoptre. Easy Access Rules for Small Rotorcraft (CS-27) (Initial issue), er reglene for små helikoptre, mens Easy Access Rules for Large Rotorcraft (CS-29) (Initial issue) er reglene for store helikoptre (EASA, 2019). Det er mye likhet i reglene som gjelder for små og store helikoptre. Nedenfor har vi derfor sitert noen av de mest relevante reglene som omhandler små helikoptre og som er mest relevant for vår oppgave.

### CS 27.561 General

- (a) The rotorcraft, although it may be damaged in emergency landing conditions on land or water, must be designed as prescribed in this paragraph to protect the occupants under those conditions.
- (b) The structure must be designed to give each occupant every reasonable chance of escaping serious injury in a crash landing when:
  - (1) Proper use is made of seats, belts, and other safety design provisions;
  - (2) The wheels are retracted (where applicable) ; and

(3) Each occupant and each item of mass inside the cabin that could injure an occupant is restrained when subjected to the following ultimate inertial load factors relative to the surrounding structure:

(i) Upward – 4 g

(ii) Forward – 16 g

(iii) Sideward – 8 g

(iv) Downward – 20 g, after the intended displacement of the seat device

(v) Rearward – 1.5 g (Easy Access Rules for Small Rotorcraft, 2018, s.52).

#### **CS 27.785 Seats, berths, safety belts, and harnesses**

(a) Each seat, safety belt, harness, and adjacent part of the rotorcraft at each station designated for occupancy during take-off and landing must be free of potentially injurious objects, sharp edges, protuberances, and hard surfaces and must be designed so that a person making proper use of these facilities will not suffer serious injury in an emergency landing as a result of the static inertial load factors specified in CS 27.561(b) and dynamic conditions specified in CS 27.562.

(b) Each occupant must be protected from serious head injury by a safety belt plus a shoulder harness that will prevent the head from contacting any injurious object except as provided for in CS 27.562(c)(5). A shoulder harness (upper torso restraint), in combination with the safety belt, constitutes a torso restraint system as described in ETSO-C114.

(c) Each occupant's seat must have a combined safety belt and shoulder harness with a single-point release. Each pilot's combined safety belt and shoulder harness must allow each pilot when seated with safety belt and shoulder harness fastened, to perform all functions necessary for flight operations. There must be a means to secure belts and harnesses when not in use, to prevent interference with the operation of the rotorcraft and with rapid egress in an emergency.

(e) Each projecting object that could injure persons seated or moving about in the rotorcraft in normal flight must be padded

(f) Each seat and its supporting structure must be designed for an occupant weight of at least 77 kg (170 lbs) considering the maximum load factors, inertial forces, and reactions between the occupant, seat, and safety belt or harness corresponding with the applicable flight and groundload conditions, including the emergency landing conditions of CS 27.561(b). In addition:

(1) Each pilot seat must be designed for the reactions resulting from the application of the pilot forces prescribed in CS 27.397; and

(2) The inertial forces prescribed in CS 27.561(b) must be multiplied by a factor of 1.33 in determining the strength of the attachment of:

(i) Each seat to the structure; and

(ii) Each safety belt or harness to the seat or structure.

(h) When a headrest is used, the headrest and its supporting structure must be designed to resist the inertia forces specified in CS 27.561, with a 1.33 fitting factor and a head weight of at least 5.9 kg (13 lbs) (ibid, s.75).

**CS 27.562 Emergency landing dynamic conditions**

(a) The rotorcraft, although it may be damaged in an emergency crash landing, must be designed to reasonably protect each occupant when:

(1) The occupant properly uses the seats, safety belts, and shoulder harnesses provided in the design; and

(2) The occupant is exposed to the loads resulting from the conditions prescribed in this paragraph.

(b) Each seat type design or other seating device approved for crew or passenger occupancy during take-off and landing must successfully complete dynamic tests or be demonstrated by rational analysis based on dynamic tests of a similar type seat in accordance with the following criteria. The tests must be conducted with an occupant, simulated by a 77 kg (170-pound) anthropomorphic test dummy (ATD), sitting in the normal upright position (ibid, s.53).

**CS 27.853 Compartment interiors**

For each compartment to be used by the crew or passengers:

(a) The materials must be at least flame resistant (ibid, s.80).

## 3. Metode

Dette kapittelet vil først kort presentere hva begrepet “metode” er og hvilke typer metoder som finnes. Videre vil vi presentere hvilke metoder vi har valgt og begrunne hvorfor.

### 3.1. Metode - Kvalitativ og kvantitativ

Metode er et verktøy som benyttes når det er noe vi ønsker å undersøke. Det dreier seg om å innhente, organisere, bearbeide, analysere og tolke fakta på en systematisk måte (Halvorsen, 2008, s.21). Halvorsen (2008) hevder at ved en kvalitativ metode går man mer i dybden ved hjelp av tekst og den egner seg godt til å fange opp meninger og opplevelser. Kvantitative metoder bruker tall eller prosenter for å måle resultater.

### 3.2. Valg av metoder

Vår problemstilling er som følger: *“Utvikle et forslag på design til ledsagerstolen i ambulansedronen som skal være funksjonelt tilpasset lege/ambulansearbeider”*. Det er her relevant å nevne at produksjonen av ambulansedronen ikke er satt i verk men at dette er et forskningsprosjekt der målet er å utvikle en ambulansedrone i løpet av få år. For å kunne innsamle mest mulig informasjon, ønsker vi å benytte oss av begge metodene, kvalitative metoder og kvantitative metoder. Dette er også for å få best mulig kvalitet på resultatet.

#### 3.2.1. Case-studie

For å velge hvilken type studie vi skal benytte så må vi bestemme oss for typen undersøkelsesenheter og metode for forskning vi må benytte for å oppnå de svarene vi ønsker. I dette tilfellet har vi landet på typen case-studie da denne vektlegger undersøkelse av kun én eller noen få undersøkelsesenheter (Halvorsen, 2016). Her så er valget Norsk Luftambulanse som en undersøkelsesenheter da vi ønsker å kartlegge hvordan ambulansarbeidere opplever sin arbeidssituasjon under livredning, og dermed kunne forbedre denne situasjonen. En annen gruppe undersøkelsesenheter som kan fungere, hvis ikke det er mulig å bruke Norsk Luftambulanse, er å bruke ambulansarbeiderne.



Denne typen utviklingsprosess består av mange prosesser for å komme frem til løsninger som vi vil diskutere videre i dette kapittelet. Fokus under er en slik type studie, vekter mye på kvalitative metoder, da det er vanskelig å tallfeste resultat av prosessene.

Eksempler på variabler som vi vil undersøke er; ergonomi, rekkevidde til ledsager når han/hun sitter i stolen, materialvalg (styrke, flammeresistent, vekt osv.), og mange flere variabler. Denne case-studien med kombinasjon av produktutvikling gir oss muligheten til å samle inn flere variabler (Halvorsen, 2016).

### **3.2.2. Litteratursøk**

Temaet som omhandler ambulansedronen, var for de fleste av oss et ganske nytt tema. Det første som derfor ble prioritert var litteratursøk. Søkeord som var aktuelle var som følger: drone, luftambulanse innredning, stol og ledsager stol i luftambulanse. All relevant informasjon som vi fant limte vi inn i et online Word dokument, slik at all informasjon skulle være tilgjengelig for alle. Vi fikk også tips fra vår veileder, Kari Oline Øverseth, om å ta en titt på dokumentaren “113” som sendes av NRK.

### **3.2.3. Bruk av kvalitative metoder**

Prosesen fra idemyldring til en fullstendig prototype med en analytisk og systematisk tilnærming, kalles for produktutvikling. Her har vi mange metoder for å komme frem til sluttproduktet, og blant dem som er flittig brukt gjennom studieforløpet i Teknologidesign og Ledelse, er beskrevet i Per Farstad sin bok om “Industridesign”. Konseptideer skal hjelpe oss å komme frem til best mulig resultat hvor vi oppnår ønsket effekt. Selve konseptutviklingen er da prosessen for å konkretisere og verifisere om hvordan vi skal oppnå den ønskede effekten, med tanke på fremtidig realisering av konseptet. Har du et godt konsept så har du dannet et godt grunnlag for videre designprosess (Farstad, 2003). En av de første fasene er “oppdagelses-/innsiktsfasen” hvor vi ble introdusert til den valgte oppgaven og hoppet rett videre på “forberedelsesfasen” kombinert med “rugeperioden” og “opplysningsfasen” som er presentert videre i kapittelet.

#### **3.2.3.1. Observasjon**

Vi har benyttet en strukturert form for observasjon, hvor vi på forhånd har vist hva vi skal undersøke.

**Besøk 4/2-19 hos Simulering og Pasientsikkerhet ved NTNU Gjøvik:**

Vi tok først kontakt med Senter for Simulering og Pasientsikkerhet som holder til ved NTNU Gjøvik. Her ble vi møtt av Børre Østby, Lars Aune Svarthaug og Terje Ødegården. Her skulle vi først observere ambulansesbilen og deretter prøve ut simuleringen.

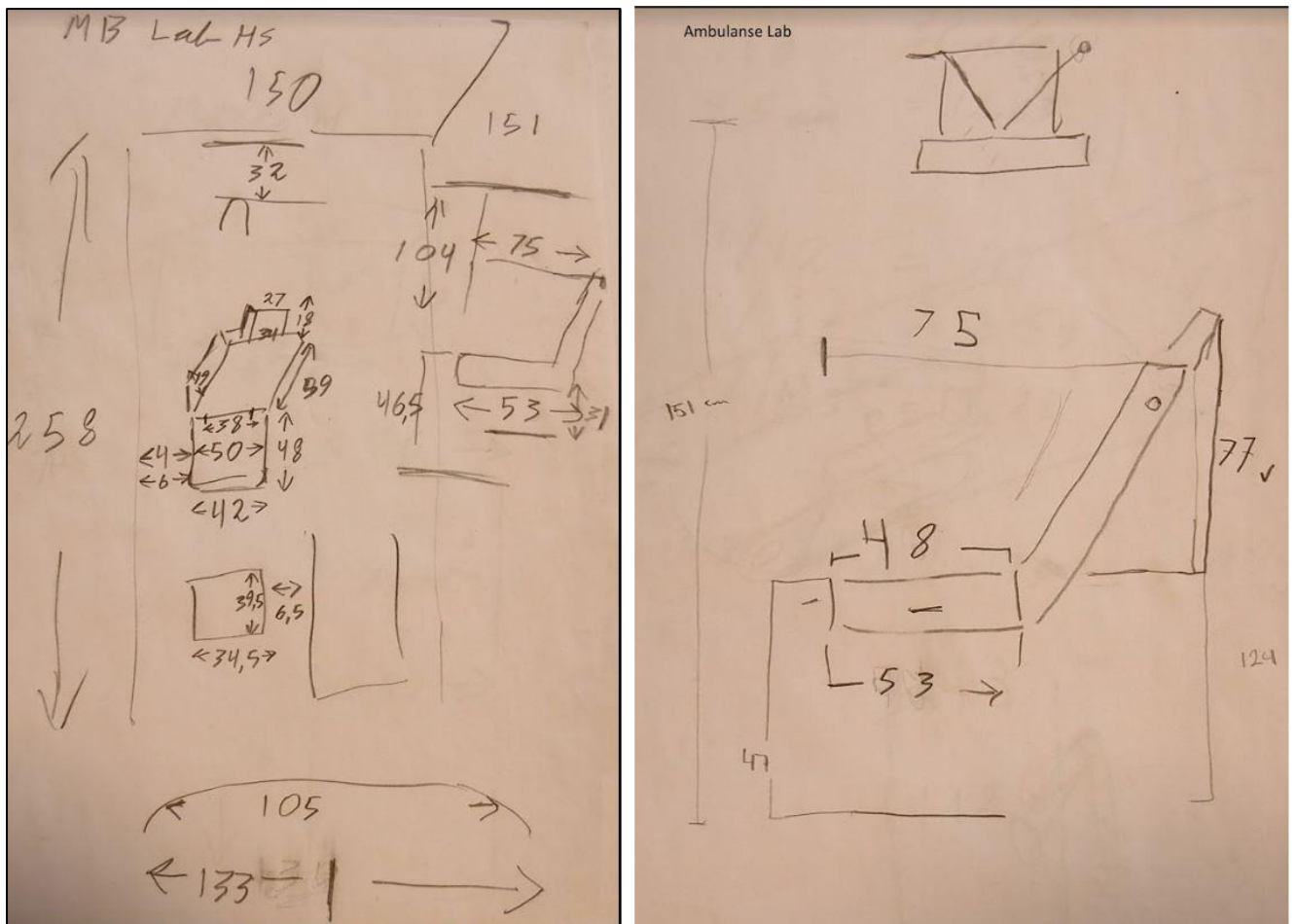


*Figur 12: Observasjon av ambulansesbil*

**Besøk 21/2-19 hos Simulering og Pasientsikkerhet ved NTNU Gjøvik:**

Vi tok et besøk nr 2. i fellesskap med Harald Thingbø og Mehwish Awan. Vårt hovedfokus på dette besøket var å ta mål av ledsagerstolen som var i ambulansesbilen. Vi fikk også prøve ulike uniformer som brannuniform og ambulansuniform, dette for å undersøke bevegelsesmuligheter i kjøretøyet med ulike typer uniformer. På dette besøket ble det også fremvist vakuummadrass, noe som var meget relevant for Thingbø og Awan sin oppgave i

forbindelse med emnet “Læring i Bedrift”. Her hadde vi en gylden mulighet for å kombinere løsningen på både stolen og båren slik at høyde og beinplass kunne bli løst på en god måte.



Figur 13: Mål av rommet på innsiden med båre og stol (v.b.). Mål av stolen fra siden (h.b.)



Figur 14: Demonstrasjon av vakuummadrass. Foto: Harald Thingbø. Gjengitt med tillatelse fra Harald Thingbø.



**Besøk 11/2-19 hos Norsk Luftambulans Gardermoen (NL):**

Videre tok vi kontakt med vår oppdragsgiver Jøsendal, for å avtale et besøk hos NL. Det ble avtalt et besøk på en av basene på Gardermoen, og Jøsendal møtte oss på stedet. Vårt hovedfokus på dette besøket var å finne ut hvordan dagens inventar er i luftambulanser, med tanke på ledsagerstolen. Vi fikk teste ut helikopterret innvendig ved å prøvesitte ledsagerstolen og dens funksjoner, med og uten hjelm, og med flere personer inne i kabinen samtidig. I forbindelse med fotografering, fikk vi tillatelse til dette så lenge de ikke kom på avveie eller ble publisert på sosiale medier.



*Figur 15: Innsiden av helikopter H135*



*Figur 16: Testing av stol og bære (H135)*

### ***Besøk 22/3-19 hos NL Gardermoen:***

Vi reiste på et nytt besøk hos NL Gardermoen, i fellesskap med Harald Thingbø og Mehwish Awan denne gangen. Vårt hovedfokus for dette besøket var å ta mål av dagens ledsagerstol, da vi glemte målebånd på første besøk. Før besøket hadde vi også notert ned en huskeliste, over ting vi skulle sjekke ut, blant annet kontroll sjekke om dagens ledsagerstol kommer fra merket Fischer og forsøke å finne ut hvilken aluminiumslegering setet består av i dag. Vi hadde også notert ned noen spørsmål til vår oppdragsgiver Jøsendal. Noen av spørsmålene var som følger:

- *Er det noe mer info å finne om dagens ledsagerstol (Fischer) i luftambulansen?*

Vi har forsøkt å finne informasjon om ledsagerstolen som benyttes i dag, men Fischer har ikke mye å dele om disse på sine nettsider. Vi spurte derfor om det var mulig å finne informasjonen et annet sted. Her fikk vi en e-post adresse, som vi kunne kontakte i forbindelse med dette.

- *Er det mulig å få et intervju med en person som jobber med pasient i luftambulanse?* Dette kunne være en utfordring, da disse stort sett er ganske opptatte i sin hverdag. Samme dagen vi var på besøk, hadde NL storbesøk av en mengde personer som kunne vært relevante til vår oppgave, men de satt dessverre i møter så det ble ikke tid til å kunne intervju noen.

- Ledsagerstolen idag består av Aluminium 7075 – T6, vet du hvilke andre materialer stolen består av? Jøsendal kunne ikke besvare spørsmålet om hvilke materialer ledsagerstolen består av i dag.

- Benytter luftambulansen i Norge kun H135 og H145? Eller er det andre helikoptre som også benyttes i Norge? Her fikk vi avklart hvilke typer helikoptre NL bruker idag.

Under intervjuet ble det også stilt spørsmål om valg av materialer, da det har vært en del usikkerhet rundt dette.



*Figur 17: Testing av plass ift. nakkestøtte (H145)*



*Figur 18: Utforskning av stol*

### ***Observasjon 29/3-19 av bilseter***

Vi reiste til Topp Auto AS og Møller Bil Gjøvik, for å teste ut diverse bilseter. Vi var der i hovedsak for å teste ut to ulike typer bilseter, som skal være mer ergonomisk å sitte i. Setene som vi observerte hos Opel het for “AGR” som er ergonomiske sportsseter for både fører og passasjer. Disse hadde 6-veis justering, sitteputeforlengelse og elektrisk korsryggstøtte. Volkswagen sine seter heter “ergoComfort” og har de samme funksjonene som vi observerte i setene til Opel.

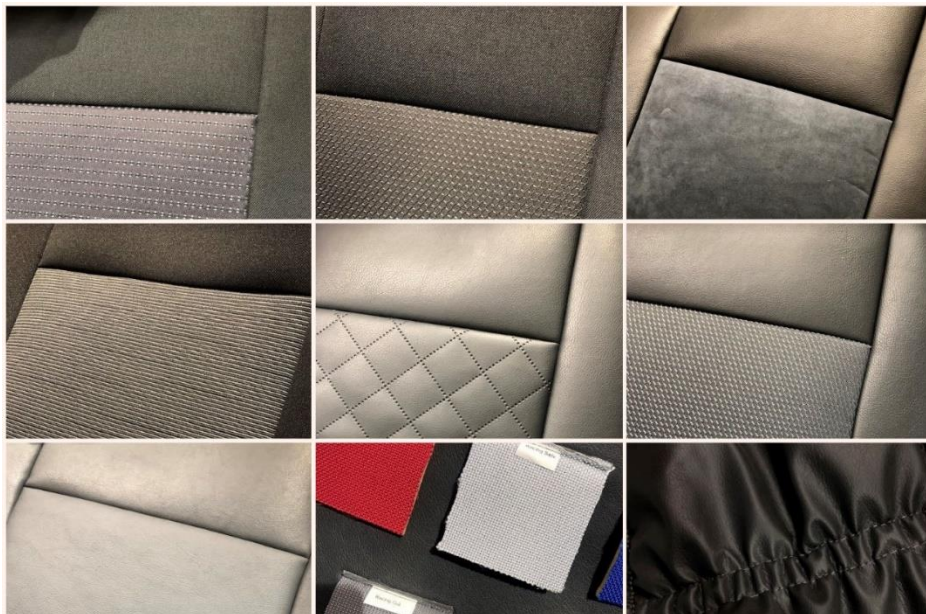




*Figur 19: Volkswagen Amarok - ergoComfort*



*Figur 20: Opel Insignia - AGR*



*Figur 21: Prøvestoffer til bilseter på Møller Bil Gjøvik*

### **3.2.3.2. Intervju**

Vi har foretatt både dybdeintervjuer og ustrukturerte intervjuer. Vi har valgt intervjuobjekter som sitter på kunnskap som vi kan få nytte av. Dette gjelder blant annet informasjon som omhandler luftambulansen og hvordan ting fungerer der, dronen, produktutvikling og materialer.

#### ***NL, Oppdragsgiver Jøsendal 11/2-19:***

Dagen før besøket hos NL, hadde vi utformet relevante spørsmål som vi ønsket å få svar på med hensyn til vår problemstilling. Det ble utformet åpne spørsmål da vi hadde et mål om å få litt dybdekunnskap. Det var Jøsendal som ble intervjuet. Alle på bachelorgruppen stilte spørsmålene og tok notater under intervjuet. Her fikk vi masse relevant kunnskap som kan overføres fra luftambulansen til ambulansedronen. Vi ble også tilbudt å komme på flere besøk senere.

#### ***Professor Mohammad Derawi 14/2-19:***

Det ble også avtalt et møte med professor Derawi ved NTNU Gjøvik, som står bak ideen av ambulansedronen. Spørsmålene ble også her utformet på forhånd, som åpne spørsmål. Noen av spørsmålene som vi hadde forberedt, unnlate vi å stille, da vi i startfasen av intervjuet fikk informasjon om at han hadde mer kunnskap om det tekniske.

#### ***Professor Sotirios Grammatikos 25/2-19:***

I forbindelse med materialvalg, tok vi kontakt med Sotirios Grammatikos som er professor ved NTNU Gjøvik. Han er en kunnskapsrik person innenfor materialer som polymerer og kompositt og med dette håpet vi at han kunne gi oss noen veiledende råd i forbindelse med valg av materiale på ledsagerstolen som vi skal utforme. Jøsendal har gitt oss visse kravspesifikasjoner som vi må forholde oss til. Disse står oppført på s. 13 under kravspesifikasjoner, men er også tilgjengelig i vår prosjektplan.

Det ble også stilt spørsmål om hvilke andre materialer som kan kombineres med karbonfiber, som da kan redusere faren for brann. Det ble her gitt relevante forslag som vi kommer til å undersøke nærmere.



### ***Laboratorieleder Tor Erik Nicolaisen 4/3-19:***

Det ble også sendt en e-post til Nicolaisen i forbindelse med materialvalg, da han er emneansvarlig i faget “Produksjonsmetoder”. Vi møtte han tilfeldig på skolen, hvor vi fikk en kort samtale med han. Dette ble mer et uformelt intervju, hvor vi mottok kunnskap uten å ha forberedt noen spørsmål på forhånd. De ulike kravspesifikasjonene vi har mottatt fra Jøsendal ble nevnt og vi håpet her på å få hjelp i forbindelse med valg av materialer.

### ***Møte nr. 1 med produktutvikler Lasse Thomasgård 1/4-19***

Jøsendal anbefalte oss å ta kontakt med produktutvikler Thomasgård som jobber i Stiftelsen Norsk Luftambulans (SNL). Vi kontaktet han dermed på e-post, hvor vi fortalte hva vi arbeider med. Han virket veldig engasjert i vårt arbeid, og det ble dermed planlagt at han skulle komme på besøk til oss ved NTNU Gjøvik, for å få en omvisning av vårt studiested og i tillegg se vårt arbeid hittil. Siden dette møte dessverre ble avlyst, endte vi opp med å avtale et Skype-møte i stedet. Thomasgård hadde før Skype-møtet utarbeidet en PowerPoint-presentasjon til oss, slik at vi skulle få litt innsyn i hva han arbeider med hos Stiftelsen Norsk Luftambulans. Thomasgård fikk også mer informasjon om vårt arbeid, hva våre kravspesifikasjoner er og han fikk også se bilder av vårt produkt hittil. Vi ble også invitert til å besøke han i Oslo, for å være med på Design-Workshop. I tillegg ønsket han gjerne å avtale et nytt tidspunkt hvor han kunne komme og besøke oss her ved NTNU Gjøvik.

### ***Møte nr. 1 med Industridesigner Anne Britt Torkildsby 5/4-19:***

Dagen etter besøket hos Stiftelsen Norsk Luftambulans i Oslo, var vi så heldige og fikk et møte med Torkildsby. Hun har god bakgrunn innenfor industridesign og er nå forsker ved Norsk Forskningslaboratorium for Universell Utforming ved NTNU Gjøvik. Vi la først frem hva vi jobber med og forklarte at vi nylig har vært på besøk hos en produktutvikler, som førte til at vårt tidligere konsept ble forkastet. Videre ble det nye konseptet lagt frem, og vi fikk gode tips om hva vi burde fokusere på fremover.

### ***Møte nr. 2 med Produktutvikler Lasse Thomasgård 9/4-19:***

Vi tok kontakt med produktutvikler Thomasgård, da det var uenigheter i valget mellom to ulike konsepter. Det var dermed behov for å kåre “vinneren” av de to konseptene, noe

Torkildsby hadde anbefalt oss å gjøre. Thomasgård, ble derfor kontaktet ved valg av det endelige konseptet.

### ***Møte nr. 2 med Industridesigner Anne Britt Torkildsby 26/4-19:***

Vi fikk et nytt møte med Torkildsby for å vise frem konseptet vi hadde bestemt oss for. Vi forklarte henne at vi hadde to forskjellige konsepter å velge mellom. Dette var konsept 1: “klappstol-konseptet” og konsept 2: “ryggfølger-konseptet”. Med en del uenigheter endte vi opp med å gå for konsept 2, altså ryggfølger-konseptet.

### **3.2.3.3. Eksperimentelle søketeknikker**

Vi har her delt oss inn i de forskjellige fasene, som Farstad har nevnt, og under eksperimentelle søketeknikker så har vi jobbet med dette under “forberedelsesfasen”, “rugeperioden” og “opplysningsfasen” for videreutvikling.

**Skisser** er blitt brukt som teknikk for å vise ideer visuelt, samt å få ideene tegnet. Dette kan bidra til å få alle i prosjektet til å forstå hva som menes og kan i noen tilfeller illustrere bedre enn ord kan si. Dette har og blitt brukt for å dokumenter måling av bilseter, ambulanse seter og helikopter seter. Disse er veldig raskt tegnet og vil kun beskrive lengder og høyder og har veldig lite estetisk utforming. De skal kun beskrive mål. Skissene er dokumentert med foto referanser av det fysiske setet, som kan gi oss en pekepinn på videre design av den nye stolen.

**Digitale teknikker** er brukt som et verktøy for å teste ut design, fordi det er mulig å 3D printe ut små- eller fullstørrelse modeller. Til denne oppgaven ble CAD-programmet SolidWorks benyttet til de digitale tegningene. I tillegg ble det tegnet skisser som var selve forarbeidet til tegningene i SolidWorks, som nevnt tidligere. Det gir en mer presis målsetting som gjør det mulig for å lage akkurat den størrelsen du ønsker. Det har sine ulemper med å bruke SolidWorks dersom CAD-programmet ikke utfører de kommandoene som legges inn. Mer naturlige og komplekse kurver kan føre til at man ikke får speilet former, slik man skulle ønske.

I forhold til designet av setet har det blitt testet ut hvor mye som er mulig å få til i programmet. Det har blitt skrevet ut modeller i skala størrelse som kan brukes til å teste funksjon i forhold til en skalamodel av dronen i målestokk 1:12,6. Ved å gjøre dette får man både et visuelt inntrykk og en følelse av hvordan det kjennes ut, ved å ta på

overflatestrukturen på modellen. Da ser vi hvordan setet sin størrelse og plassering inne i dronen, står i forhold til hverandre. Etter som vi ikke har en fysisk full størrelse av dronen, for å teste ut hvordan ting er, har det vært brukt skala modeller som hjelpemiddel til å finne ut av det.

**Målbare modeller** er blitt brukt en del tid på å finne ut størrelsen på stoler i forhold til hva som vil være ideelt til dronen. Etersom dronen ikke er produsert har vi tatt utgangspunkt i hva som allerede finnes. Vi har dermed støttet oss på stoler som finnes i markedet fra før, blant annet: bilseter, ambulanseseter og helikoptersetene. Disse har blitt målt opp med målebånd i flere retninger. Bilsetene vi målte var fra en VW Passat og fra en Nissan Leaf. Passaten hadde følgende mål på setet: 50 cm i dybden, 54 cm i bredden og 84 i cm høyden. I Nissan Leaf var målene; 50 cm i dybden, 52 cm i bredden og 93 cm i høyden. Ambulansstolen, som er i ambulans bilen til simuleringsposten på Campus, ble målt til 48 cm i dybden, 50 cm i bredden og 77 cm i høyden. Helikoptersetene målte vi to stykker av. Den første hadde målene: 32 cm i dybden, 43 cm i bredden, 83 cm i høyden, og det inkluderer nakkestøtte på 20 cm. Stol nummer to var lik den første på målene, men hadde en nakkestøtte på 18 cm.



Figur 22: Målsetting av Nissan Leaf



Figur 23: Målsetting av VW Passat

### 3.2.3.4. Eksperimentelle studier

#### Lab-øvelse nr. 1 - Testing av mål 28/2-19

Det ble foretatt en undersøkelse på Universell Utforming-laben (UU-laben), hvor vi hadde til hensikt å undersøke hvordan ambulansedronens totale areal var i forhold til plassering av ledsagerstolen og båren. I denne undersøkelsen ble det medbragt “pergo underlagsfoam”, som vi la utover gulvet. Vi hadde tilgang til dronens fastsatte mål og disse målene ble benyttet til å kutte underlagsfoamet i eksakt riktig størrelse. Derawi fortalte oss at det var mulig å utvide dronens bredde. Basert på dette ble det derfor laget streker på både 120 cm, som er den totale bredden på dronen i dag, og 150 cm, dette i hovedsak for å sammenligne forskjellen i forhold til plass og om det var nødvendig med større plass. Det ble her benyttet gaffateip slik at underlagsfoamet ikke skulle flytte på seg under undersøkelsen. Videre ble det lånt en bære, som var tilgjengelig på UU-laben som ble plassert på underlagsfoamet som var kuttet ut, men her måtte vi ta noen forbehold, da den var noe smalere enn det som vanligvis blir benyttet. Det ble også funnet frem en kontorstol med hjul, som ble plassert ved siden av båren. Vi testet først ut dronens fastsatte mål på 120 cm. Alle medlemmene satte seg i “ledsagerstolen” (kontorstolen) og bevegelse av armer og forflytning av stol ble testet. Bevegelse og

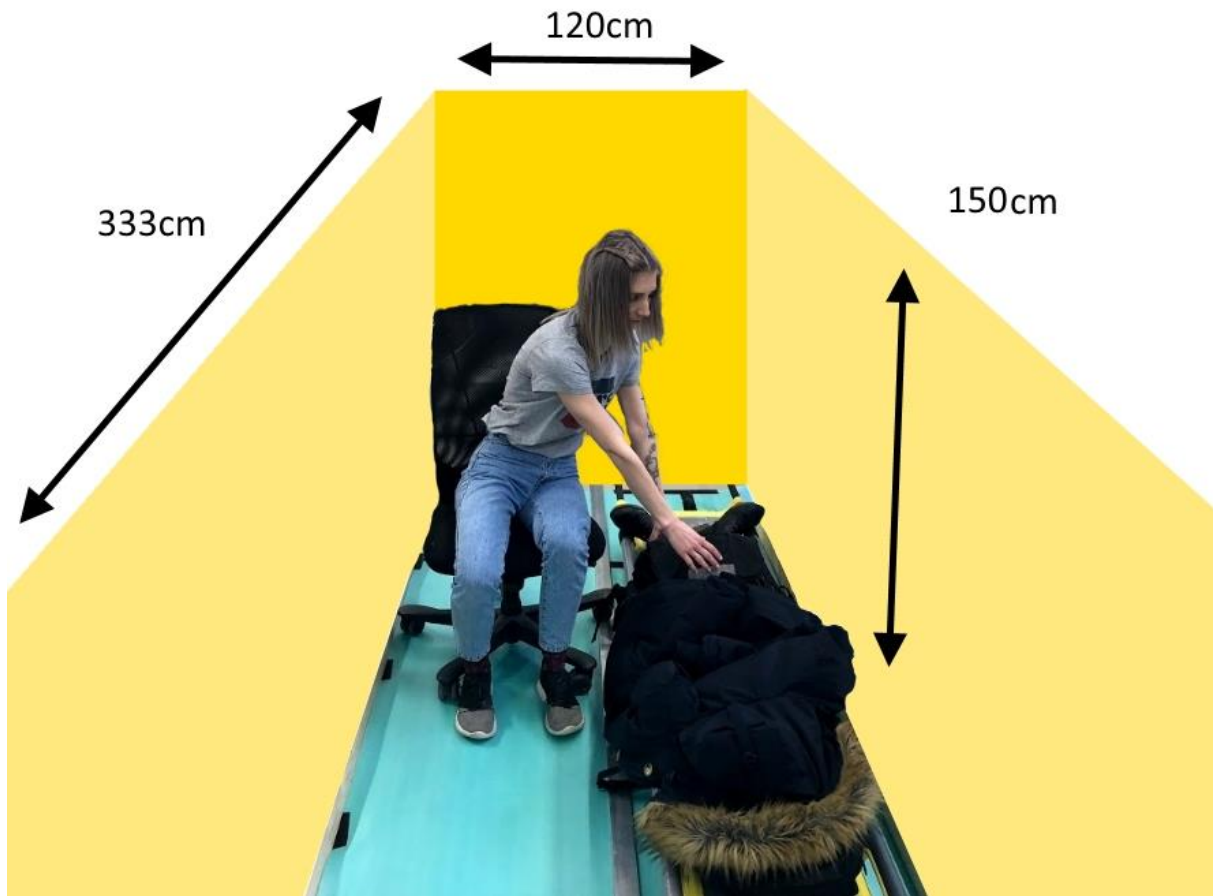
utstrekning av armer ble gjort med tanke på ergonomi. Videre foretok vi den samme testen med en bredde på 150 cm.

Materialer som ble benyttet til denne undersøkelsen var som følger: pergo underlagsfoam, gaffateip, maskeringsteip, sprittusj, linjal, målebånd, saks, treverk (som ble benyttet som vegger), stol, bære og mobiltelefon for å dokumentere prosessen.



*Figur 24: Demonstrasjon av takhøyde*

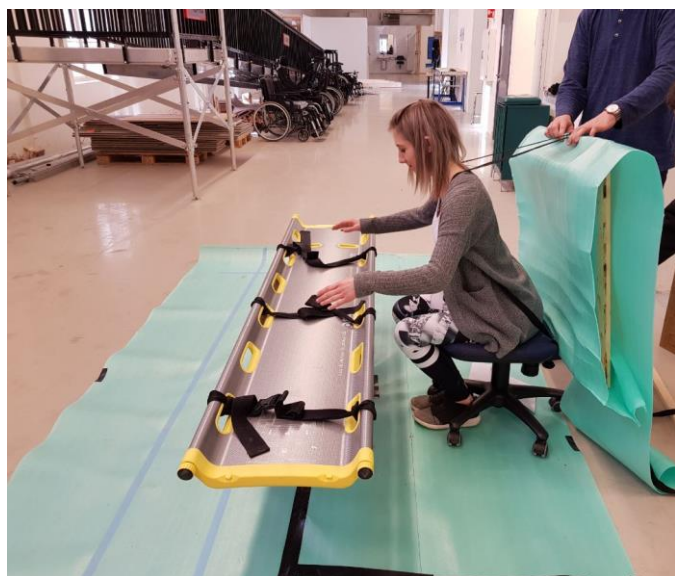




Figur 25: Utprøving av tegnprogram for demonstrasjon av innsiden i dronen

### Lab-øvelse nr. 2 - Testing av funksjonelt konsept 11/4-19

Det ble foretatt en test for å finne ut om det funksjonelle ved vårt konsept, faktisk ville fungere i realiteten. Her brukte vi en vanlig kontorstol som vi demonterte ryggen på, og det ble heller benyttet en liten “treball”, som her skulle være den såkalte “seteryggen”. Hensikten med denne øvelsen var å finne ut om det egner seg å ha en seterygg, som følger etter vedkommende etterhvert som mennesket bøyer seg frem og tilbake.



Figur 26: Testing av det funksjonelle konsept

For å teste dette konseptet, ble det benyttet lastestropper, som skulle etterligne setebelter, og vi fikk dermed testet både vekt og behagelighet.

### ***Lab-øvelse nr. 3 - Testing av seterygg 12/4-19***

For å verifisere konseptet vårt ble det foretatt en lab-øvelse hvor vi skulle teste ut ideen. Her benyttet vi tremateriale for å få til konstruksjonen av seteryggen. Denne kledde vi deretter i karbonfiberduk, for å få en følelse av hvordan det kan være å sitte i en stol med et stoff som er bevegelig eller former seg etter kroppen din. Først kappet vi plankene i de målene vi hadde tatt. Videre ble det benyttet et bor for å lage tynne hull, hvor vi skulle sette skruene, dette for å gjøre det enklere å skru dette sammen tilslutt da plankene var ca. 3x2 cm og hadde lett for å sprekke. Tilslutt brukte vi en solid svart teip som ble benyttet til å feste karbonfiberduken.



*Figur 27: Bygging og testing av ramme med duk*

### **3.2.3.5 Workshop**

Vi besøkte produktutvikler Thomasgård hos SNL, på Grønland i Oslo, 4/4-19. Her fikk vi først en kjapp omvisning av basen, hvor vi fikk se deres mock-up av helikopteret og hvilke prosjekter han arbeider med i dag. Etter dette la vi frem våre konseptløsninger som vi har kommet frem til hittil. Vi hadde behov for å bli dyttet i riktig retning, da vi her følte vi sto litt

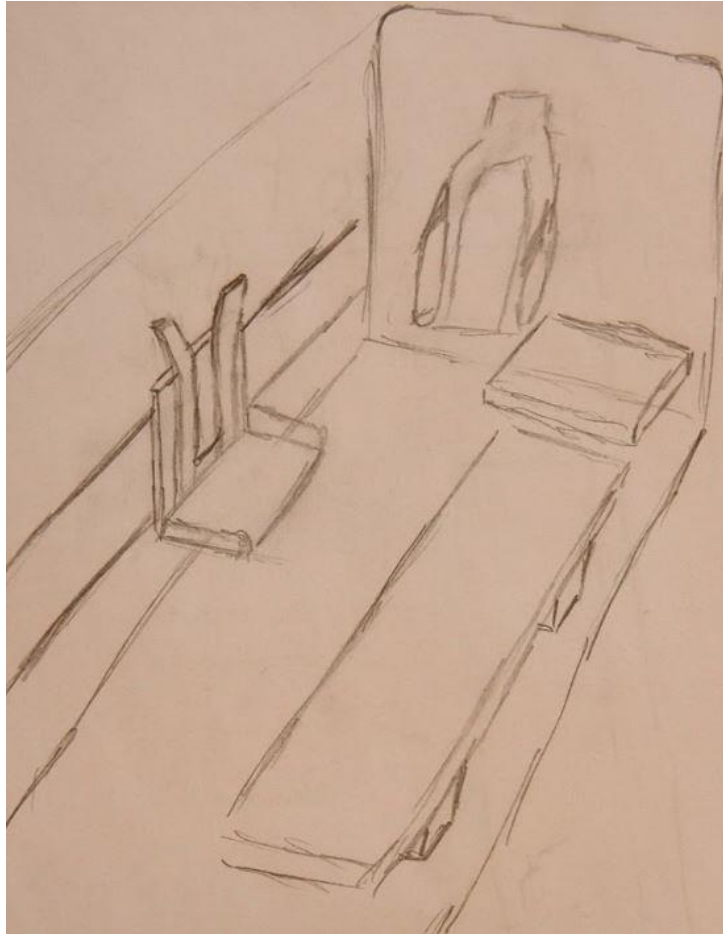


fastlåst, med tanke på design og det å være innovative. Vi tok med oss ambulansedronen og alle stolene som vi hadde 3D-printet tidligere og begynte å flytte rundt på stolene inne i ambulansedronen. Det ble her satt i gang en stor diskusjon for hvor og hvilken retning ledsagerstolen skal stå og ulike måter stolen kan være designet med tanke på funksjoner osv. Deretter ble det diskutert for og imot, såkalt “kill your darling”, på de nye konseptideene. Videre ble det nye konseptet prøvd ut i ambulanse mock-upen som de hadde tilgjengelig. Her ble det tatt mål, stolen ble testet i ulike retninger, setebelte-mekanismer ble diskutert m.m. Her var vi midt i “opplysningsfasen”.



Figur 28: Mock-up av helikopter hos Stiftelsen Norsk Luftambulanse. Uprøving med kontorstol, heving av bære og forflytning av stol





*Figur 29: Skisse av resultat etter endt Workshop*

### **3.2.4. Bruk av kvantitative metoder**

#### **3.2.4.1. Spørreundersøkelse**

Ambulansepersonell i NL er en stor respondentgruppe med tanke på vår problemstilling. Det ble derfor utarbeidet en spørreundersøkelse til denne gruppen. Dette ble gjort i håp om å oppnå målbare resultater som vi videre kunne ført statistikk over. Gruppen gikk sammen om å utarbeide et utkast av en slik undersøkelse, som skulle sendes til vår oppdragsgiver Jøsendal, som igjen skulle videresende denne til ambulansepersonell i NL. Den første undersøkelsen vi utarbeidet, inneholdt først en beskrivelse av hva den går ut på, og hva vi er ute etter. Deretter kom spørsmålene bestående av både “åpne” og “lukkede” spørsmål.

Når vi anså spørreundersøkelsen som ferdig, ble denne videresendt til vår veileder Øverseth for en kontrollsjekk. Vi fikk her rask tilbakemelding om mulige forbedringer og disse ble tatt i betraktning for videre utforming.

Forslag til forbedringer fra veileder var som følger:

- Korrigering av beskrivelse: Opplyse om at ambulansedronen ikke er et ferdig produkt og at det gjelder et forskningsprosjekt der målet er å utvikle en ambulansedrone.
- Konkretisere hva vi er ute etter: En kvalitetssikring basert på brukeropplevelsen
- Ikke lag generelle spørsmål, men underkategorier som kan avkrysses
- Hva ønsker dere svar på i forhold til stolen? Rekkevidde, sittestilling, komfort? - ikke bland sammen flere kategorier i samme spørsmål.
- “Åpne” spørsmål hvor intervjuobjektet legger inn tekst selv, bør komme på slutten av spørreundersøkelsen.

Basert på ovennevnte råd fra veileder ble det foretatt korrigeringer både på beskrivelsen og selve undersøkelsen. Spørsmålene ble utformet på en systematisk måte og i en bestemt rekkefølge. De fleste spørsmålene er “lukkede” og svaralternativene er gitt på forhånd ved hjelp av avkryssning, dette for at det skal bli lettere å håndtere de resultatene vi vil motta eventuelt med tanke på å føre statistikk. Undersøkelsen består også av tre åpne spørsmål (uten avkryssning), noe som skal gi respondenten mulighet til å komme med andre tanker. De “åpne” spørsmålene kommer helt på slutten og besvares frivillig ved hjelp av en tekstboks. Etter korrigeringene ble undersøkelsen sendt på nytt til vår veileder, hvor tilbakemeldingen var at den var konkret og godt forbedret. Her har vi altså benyttet en kombinasjon av “åpne” og “lukkede” spørsmål. Basert på positiv respons fra vår veileder, ble link til undersøkelsen videresendt til vår oppdragsgiver på e-post. Han skulle hjelpe oss å videresende denne linken til den aktuelle gruppen, nemlig ambulanspersonell som jobber i NL. Se vedlegg nr. 1 av spørreundersøkelse.

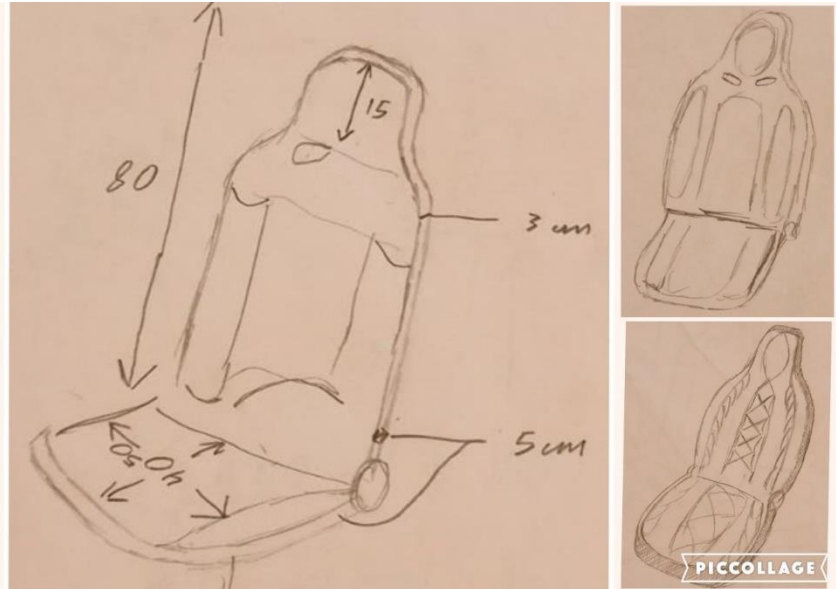
### 3.3. Prosess av design og mock-up

Her vil vi beskrive stegene i prosessen for ferdig utformet mock-up.

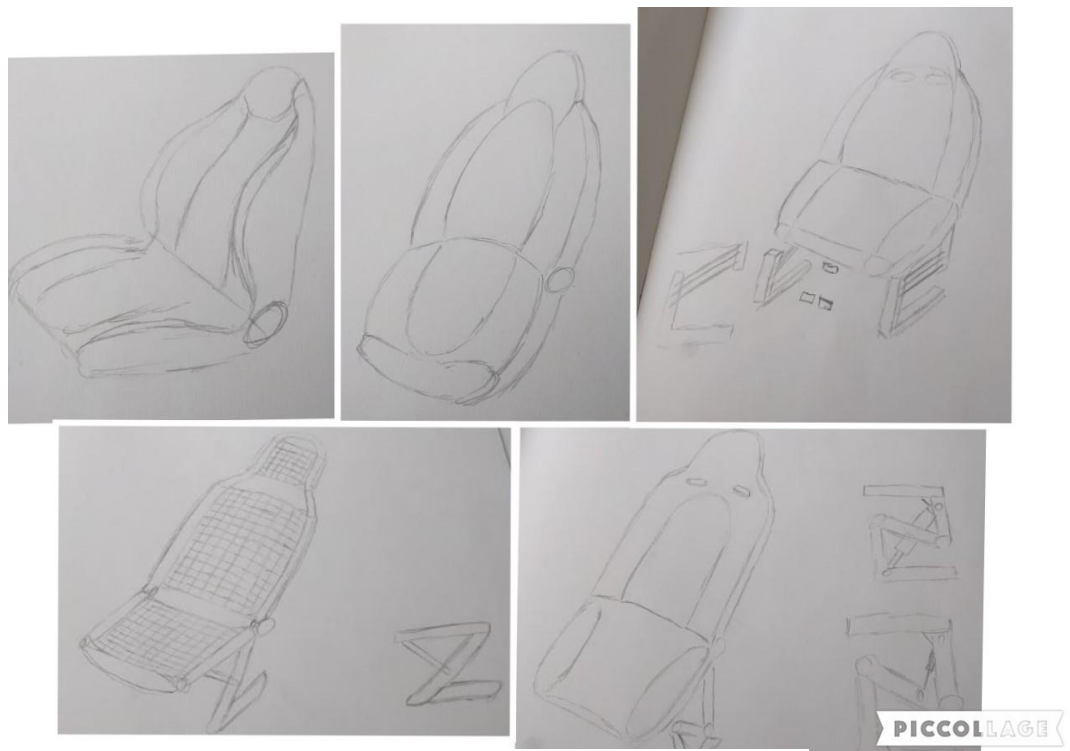
#### 1. Skissere ideer av stol konsept

Vi startet prosessen med noen håndskisser av de første stolene, tegnet i isometrisk perspektiv. Skissene viser stoler som kan minne om bil- og racerbilstoler, men også andre typer stoler som for eksempel helikopter-, stressless- og kontorstoler m.m. Dette er ment som bare illustrasjonstegninger og vil derfor ikke ha riktige mål og proporsjoner. Ut ifra mål på en ordinær

racerstol så estimerte vi ca. mål på en ny skisse som skulle illustrere de forskjellige lengdene på stolen for å gi et oversiktsbilde.



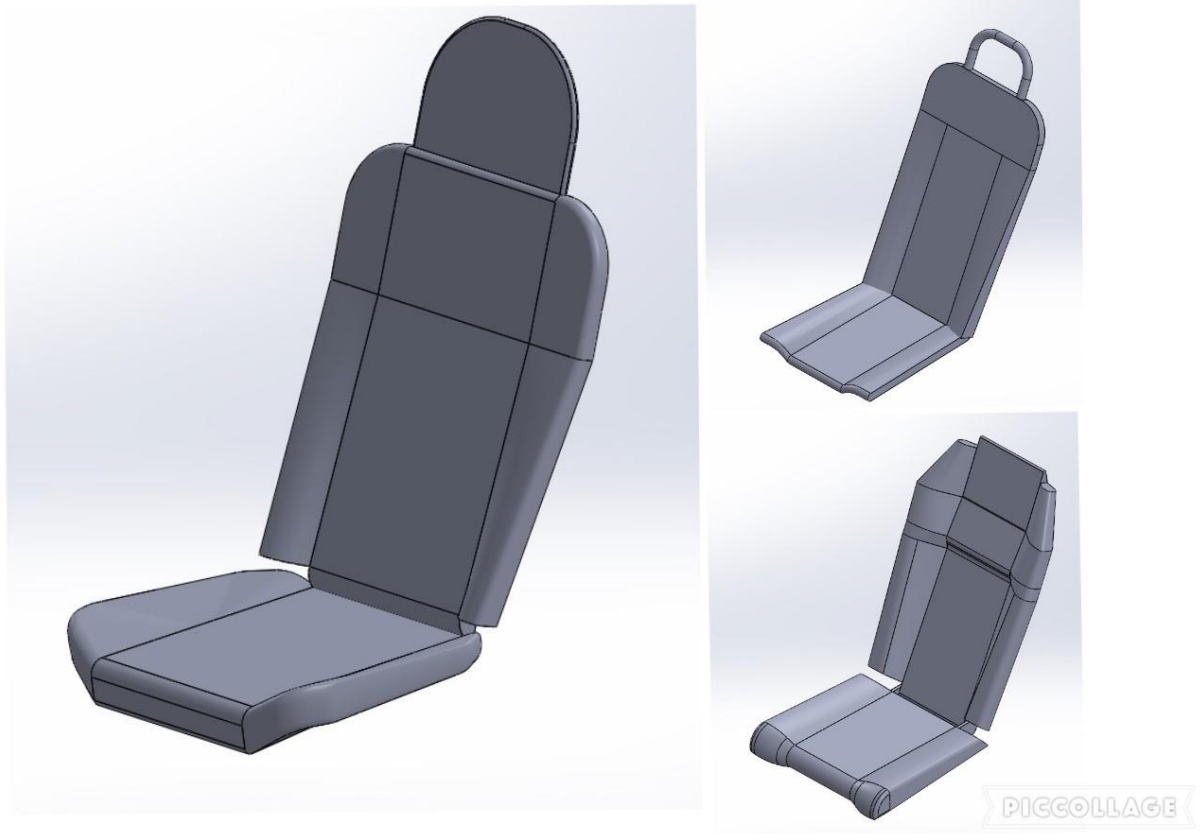
Figur 30: Skisser og mål av de første konseptene



Figur 31: Skisser av de første konseptene

## 2. 3D-modellering basert på skissene

Målene og ideene er tatt fra forrige fase og ble overført til et CAD-program som vil gi mer målsatte verdier og kunne visualisere konseptet mer riktig enn en håndtegning. Programmet som ble brukt til lagning av modeller er, SolidWorks som er et program som benyttes innenfor mekanisk industri. Her tegnet vi ulike stoler som tester ut forskjellige design etter ønskelige funksjoner, basert på skissene.



*Figur 32: Modellering av noen av de første skissene*

### 3. Testet ut mål av innvendig drone ved lab-øvelse



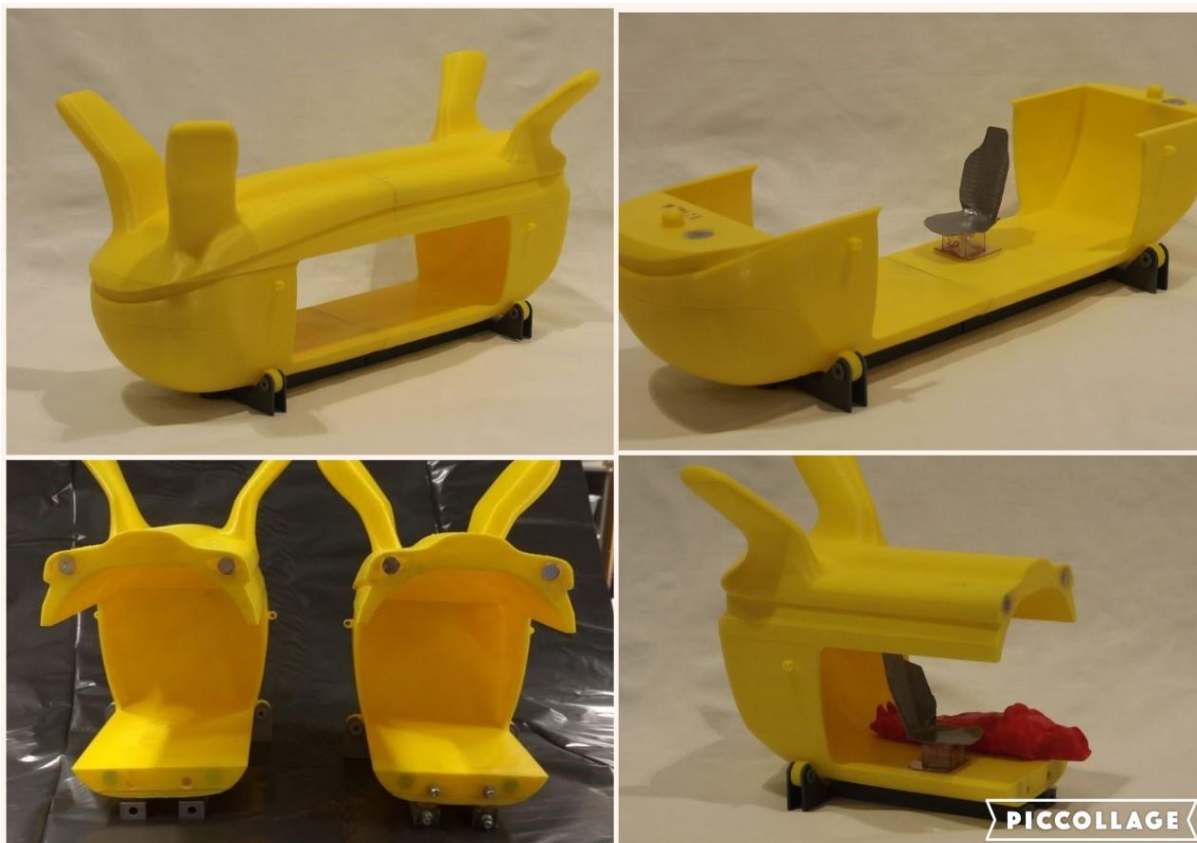
Figur 33: Lab-øvelse - orientering av romplass

Det ble foretatt en lab-øvelse for å teste ut hvor stor plass vi har å forholde oss til med tanke på ledsagerstol og bære. Underlagsfoam er benyttet til å demonstrere dronens gulvareal. Mer om denne øvelsen står i kap. 3.2.3. og 4.1 (eksperimentelle studier).

### 4. Printing og bygging av dronemodellen 1:12,6 skala

Mock-upen av dronen ble printet ut med hjelp fra en annen medstudent, Thingbø. Modellen ble printet i skala 1:12,6, da vi ønsket en modell som gjør det mulig å sette inn stoler i samme skala, slik at vi skal kunne få en følelse om hvordan stolene vil virke inne i rommet. Dronen ble 3D-printet i fire deler, noe som tilsier at disse delene måtte kobles sammen for å skape en fullstendig dronemodell. Dette ble gjort ved hjelp av festemekanismer bestående av 10 magneter, som gjør det enkelt å ta av bestemte deler av modellen, eksempelvis tak, for å enkelt få innsyn i dronerommet. Under printingen ble det ikke laget hull til disse magnetene, så det ble dermed kuttet hull til dette manuelt, slik at vi her fikk festet magnetene. Dronen har landingsben, da den ikke har en flat underside. Siden vår modell er delt i midten, krever den





Figur 34: Printing av dronemodell i skala 1:12,6

ekstra støtte i form av en plattform, slik at den skal kunne stå oppreist. Vår dronemodell har dermed egne typer bein, som skal støtte opp, under midten av dronen. Disse har lokasjonspinner som sørger for at bunnen av dronen og plattformen hektes sammen når man bygger sammen dronemodellen.

### 5. Bygget test-modeller av stol i 1:12,6 skala

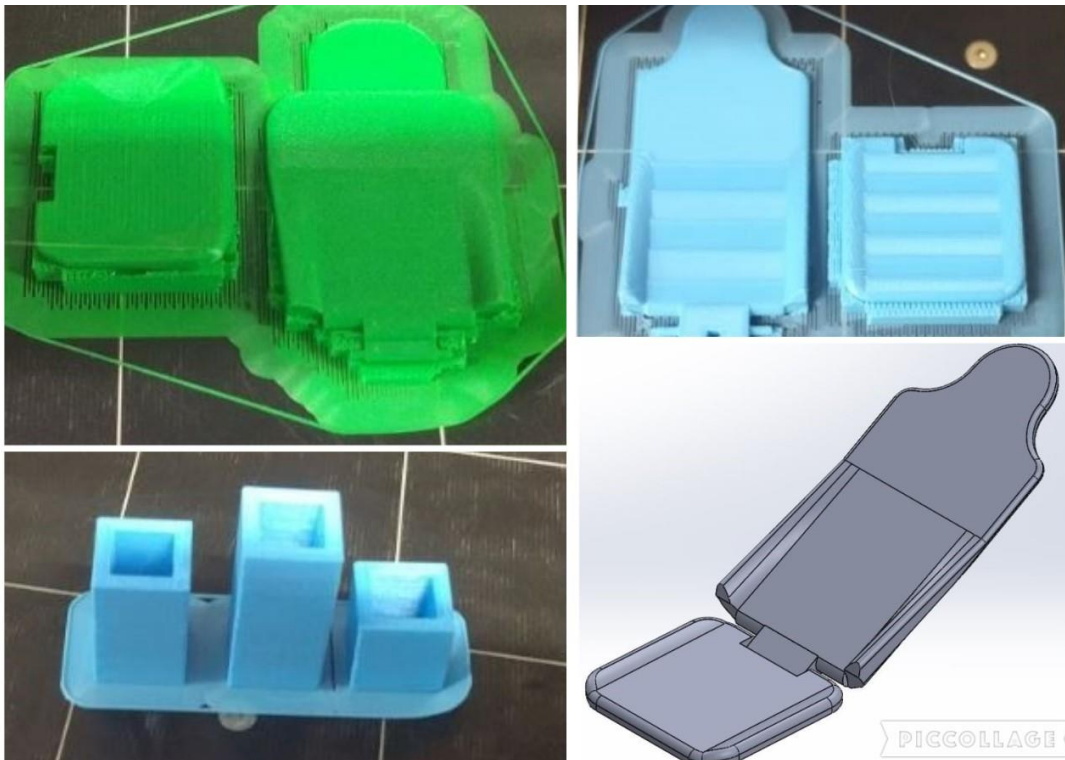
De første stolene ble bygd av materialer bestående av innpakkingsplastikk. Disse ble klipt i ønskelige størrelser, bøyd til riktige former og limt sammen permanent med limpistol. Disse stolene ble bygd med ulike benhøyder på 20, 30 og 40 cm, slik at vi kunne teste hvilken sittehøyde som passet best til dronen. Vanligvis vil en normal stol stå ca. 40-45 cm fra gulvet. I biler er sete plassert ca. 20-30 cm fra gulvet. Derfor ble disse målene et utgangspunkt for testing av setehøyden i dronen, for å se forholdene mellom stol- og takhøyde i modellen.



Figur 35: Testmodell i innpakkingsplast

## 6. 3D-modellering og printing av to nye konsepter

To ulike stoldesign ble laget i SolidWorks, som deretter ble 3D-printet i samme størrelse som dronemodellen, 1:12,6. Disse stolmodellene hadde ikke egne stolbein, da vi på dette stadiet fortsatt var usikker på hvilke høyder som egnet seg. Det ble derfor laget egne stolbein med de samme høydene som plastmodellene, som vi gjorde i forrige fase. Stolbenene var det mulig å løsne og bytte om hverandre. I tillegg kunne man lene stolryggene bakover, flytte seg frem og tilbake innvendig langs skinnene i gulvet, samt roteres 360°.



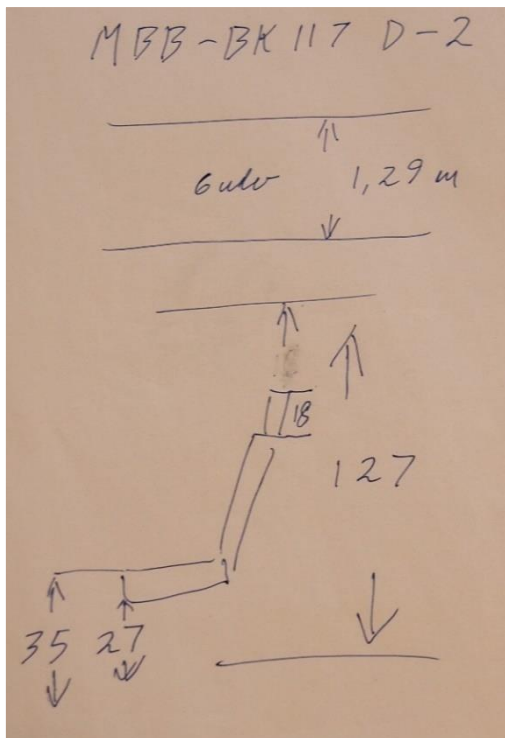
Figur 36: 3D-printing av de to første konseptene med tre forskjellige høyder av stolbein

## 7. Tok eksakte mål av dagens helikopter stol

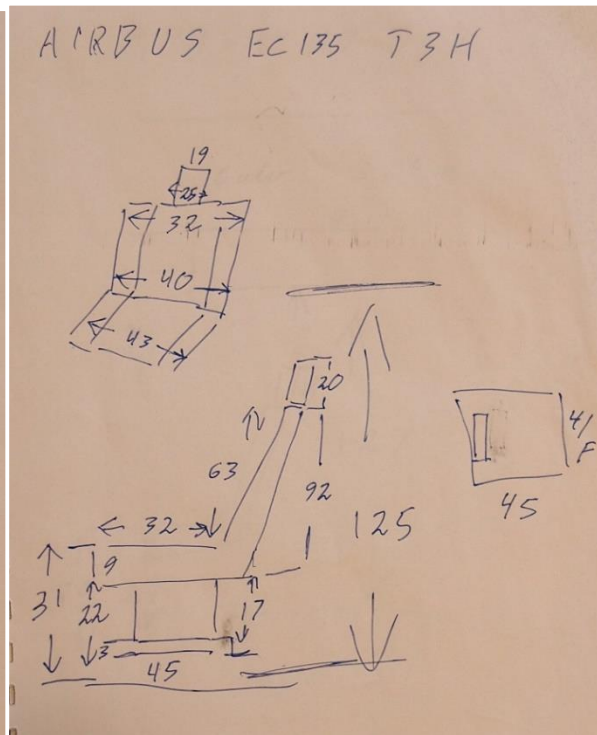
Under ekskursjon hos NL Gardermoen, som beskrevet under metoddelen i kap. 3.2.3., ble det tatt eksakte mål av helikopterstolen som vi videre skulle overføres til våre tegninger i SolidWorks og danne grunnlag for videre design.



Figur 37: Måltaking



Figur 38: Målsetting av ledsagerstol



Figur 39: Målsetting av ledsagerstol i helikopter

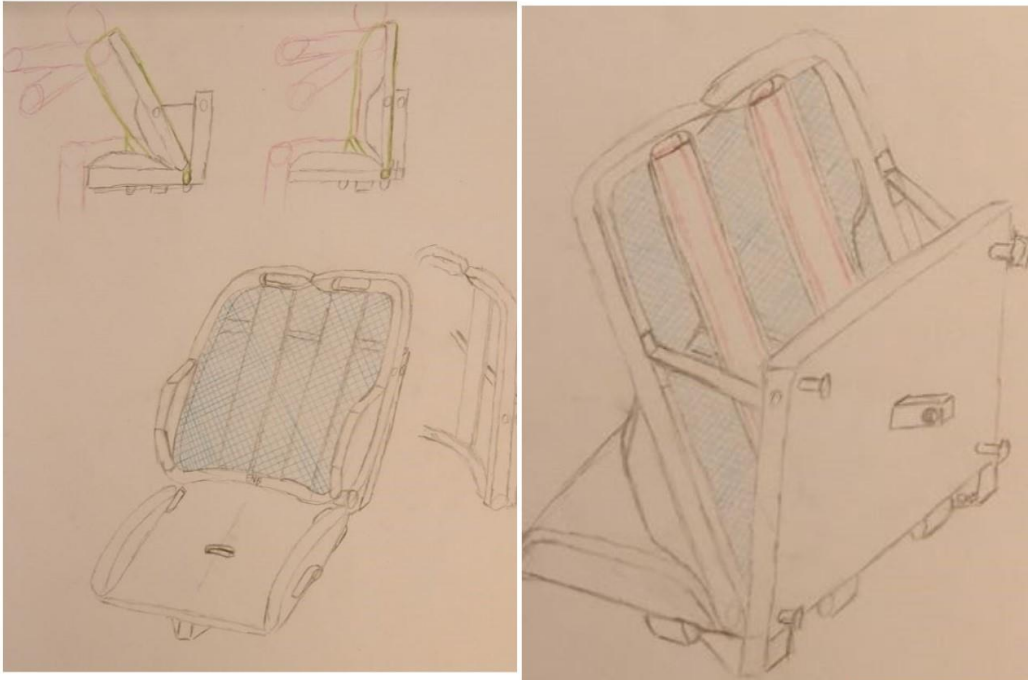
## 8. Kom frem til nytt konsept

Etter Workshopen med produktutvikler, Thomsgård i SNL, ble det gjort store endringer på stolen. Det ble blant annet lagt mindre vekt på sittekomfort og mer vekt på sikkerhet og rekkevidde for ledsager. I dette designet vil ledsageren sitte på tvers av dronen, og kunne flytte seg langs veggen. Siden det nye designet har en del bevegelige deler, har den også behov for en større skala.

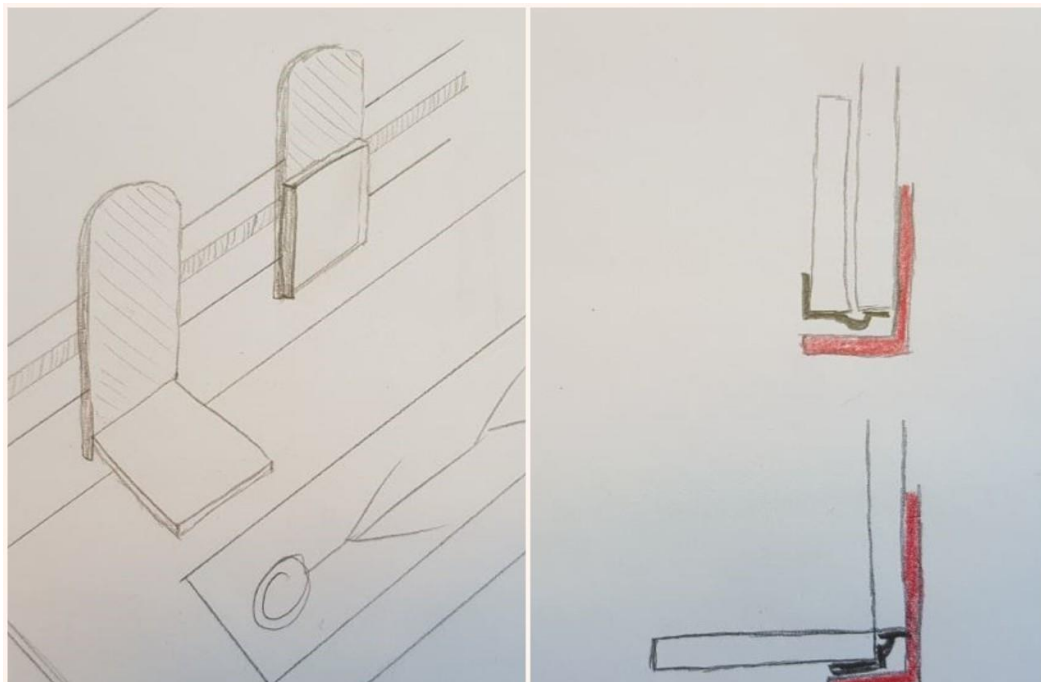


## 9. To nye konseptskisser med valg av ett

Det ble skissert to nye konsepter etter besøket hos produktutvikler, Thomsgård. Her ble det diskutert fordeler og ulemper ved disse to konseptene. Valget mellom disse to ble utfordrende grunnet forskjellige meninger. Vi tok derfor videre kontakt med Thomsgård slik at vi fikk hjelp med valget ved å presentere konseptene til han. Valget ble dermed tatt basert på hans vurdering og brukerens behov.



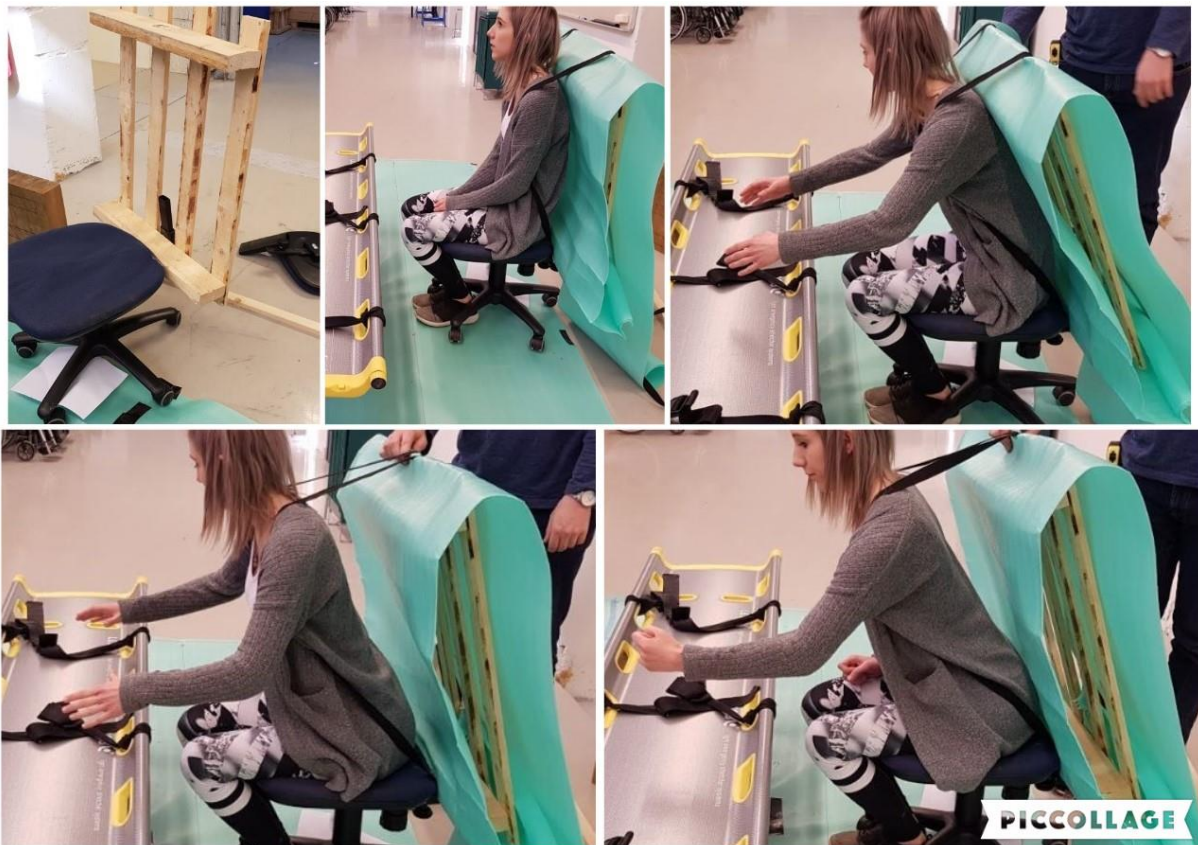
Figur 40: Konsept 1 - rygg som følger etter ledsager



Figur 41: Konsept 2 - sete som kan klappes opp

## 10. Testet ut konseptet i lab

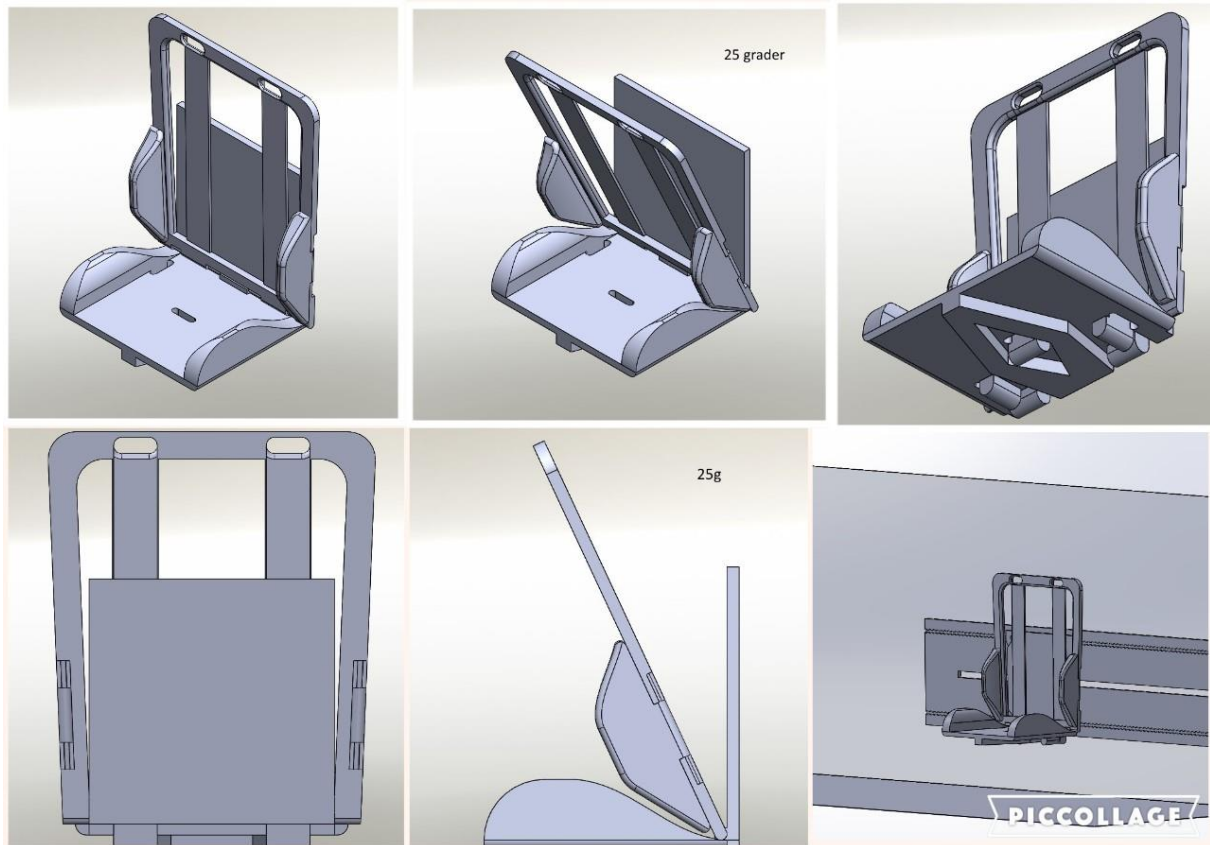
Det ble gjennomført lab-øvelser hvor vi testet ut det funksjonelle ved konseptet og seteryggen. Informasjon om hvordan disse lab-øvelsene foregikk står i kap. 3.2.3 og resultatene av disse står i kap. 4.1 om eksperimentelle studier.



Figur 42: Teste ut funksjon av konsept 1

### 11. 3D-modellerte ett av konseptene

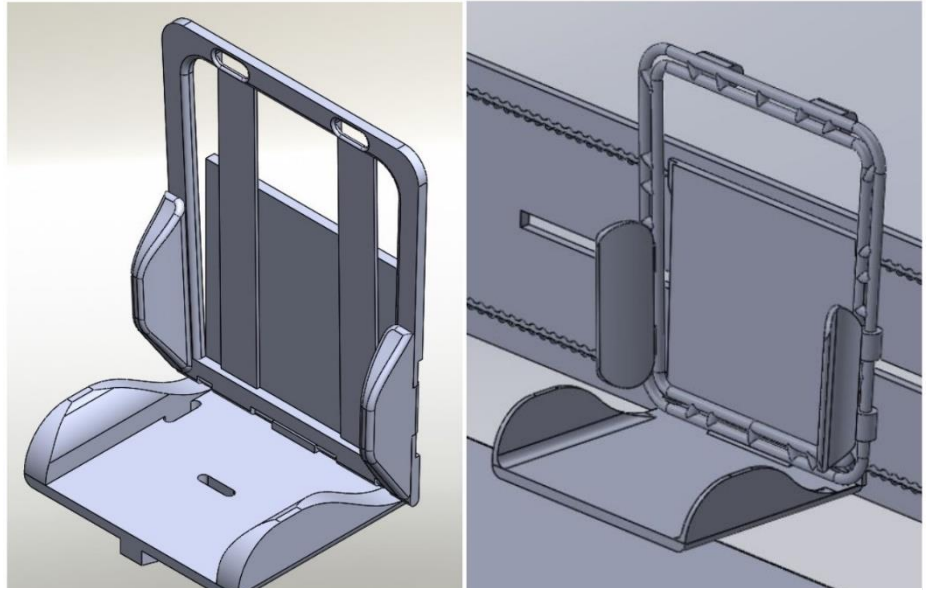
Videre ble det valgte konseptet modellert i SolidWorks. Her ble skinnesystemet, plattformen og stolen utformet i riktige mål.



Figur 43: 3D-modellering av konsept 1

## 12. Designendring og ferdigstilling

Det ble foretatt en endring på stolens ryggramme, fra en flat firkantprofil til en rørprofil. Dette ble gjort på grunn av at rørkonstruksjonen vil gi en enklere produksjonsprosess, den vil tåle mer styrke og vil resultere i lettere vekt enn den firkantede profilen. Utformingen ved bruk av rør, vil også unngå spisse kanter.



Figur 44: Siste endring av konsept 1 før printing

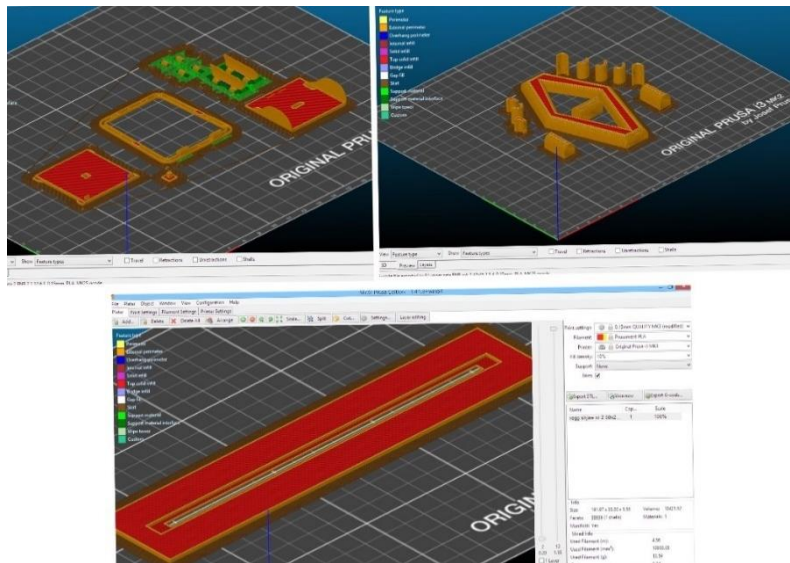
## 13. Printet ut i 1:4 og 1:12,6

For å printe ut deler til en større mock-up ble det valgt en skala på 1:4. Årsaken til at vi laget en skala så stor som 1:4 er fordi det skal være lettere å få de fleste, tekniske funksjonene til å fungere.

Det ble også printet ut en mindre modell i skala 1:12,6 som skulle passe inn i den eksisterende dronemodellen

for å gi god oversikt over

romstørrelsen kombinert med båretystemet designet av Thingbø og Awan.



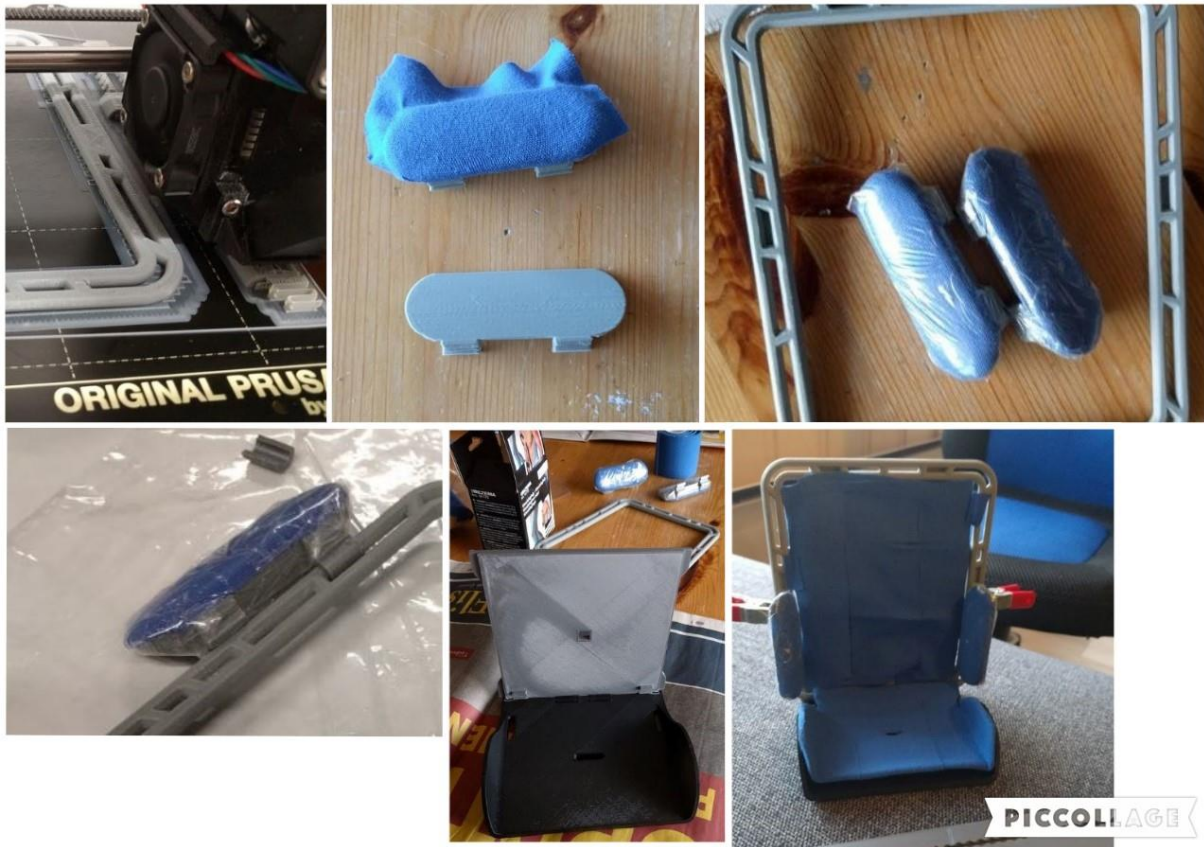
Figur 45: Forarbeidet til printjobben i skala 1:4 og 1:12,6



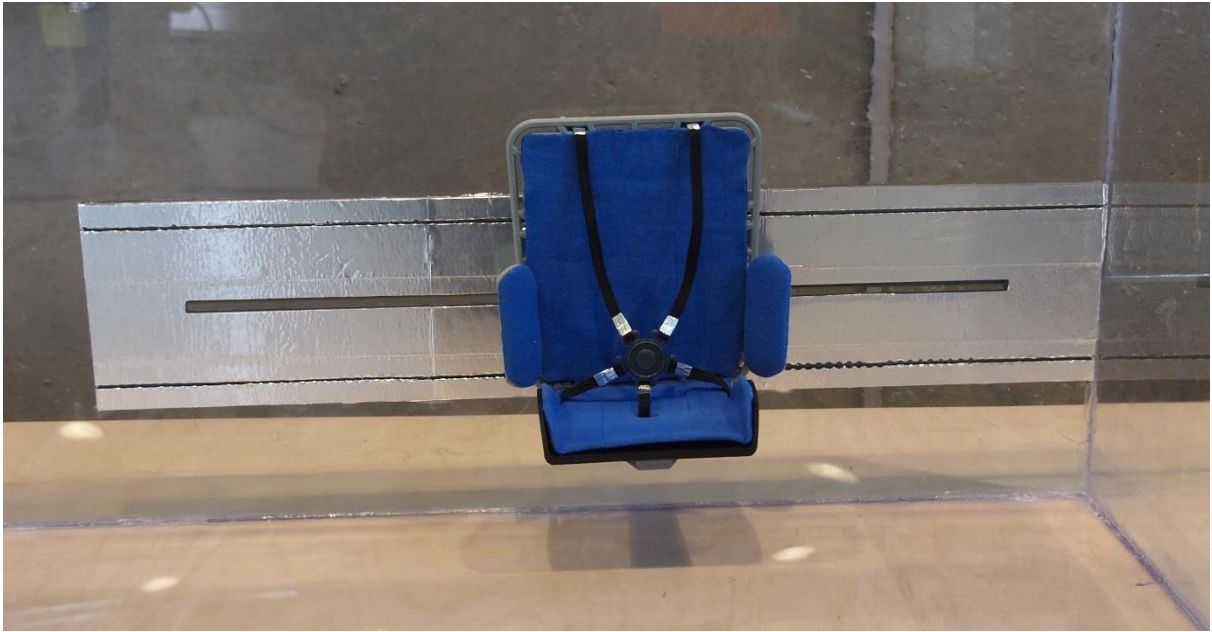
#### 14. Bygging av endelig mock-up

Modellen på 1:4 hadde behov for et eget utstillingsrom i stor nok størrelse. Utstillingsrommet hadde en lengde på 83,25 cm, høyde på 36,25 cm og en bredde på 30 cm. Det er dermed ugunstig å 3D-printe dette utstillingsrommet, da det tar mye tid og forbruker mye plastikk. I tillegg er det fare for at 3D-printeren kan mislykkes ved printing av store størrelser. Dette danner grunnlaget for bygging av rommet bestående av pleksiglassplater.

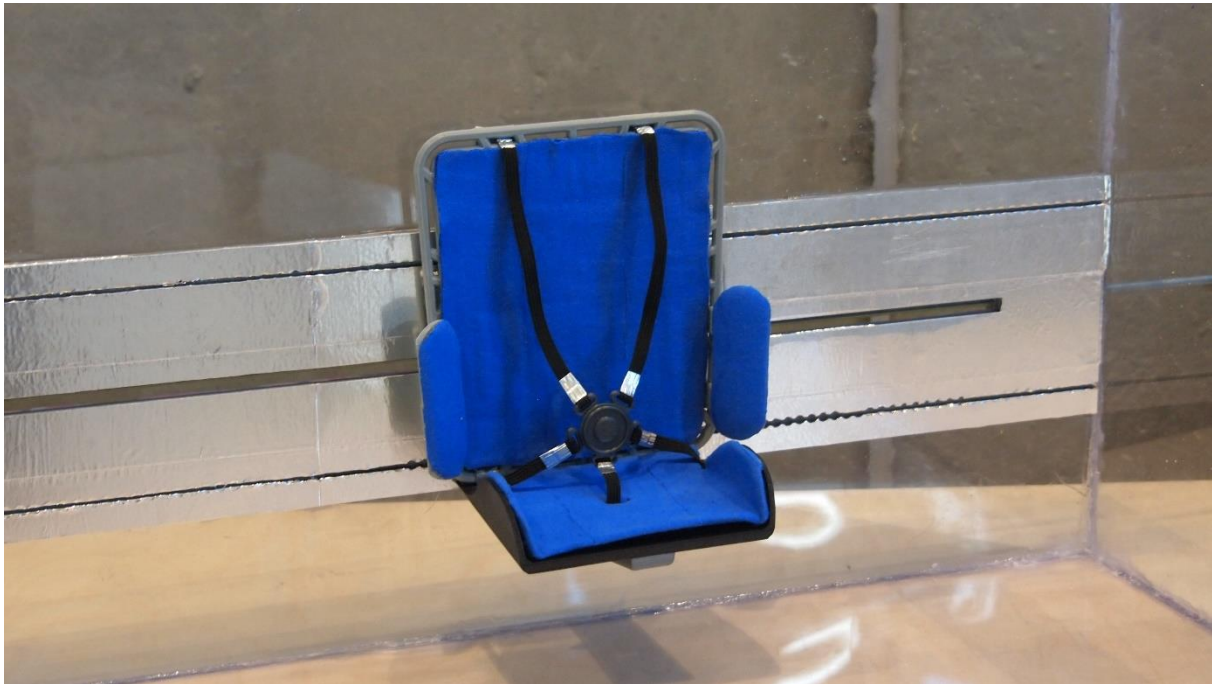
Ved bygging av skinnesystemet ble det brukt en mer standardisert komponent som gjengestag med størrelsen M6. Ved rotering av gjengestaget, vil stolen flytte seg frem og tilbake langs veggen. Denne er montert på baksiden av plattformen på stolryggen.



Figur 46: Bygging av ferdigprintetede deler



*Figur 47 Ferdig bygget mock-up del 1*

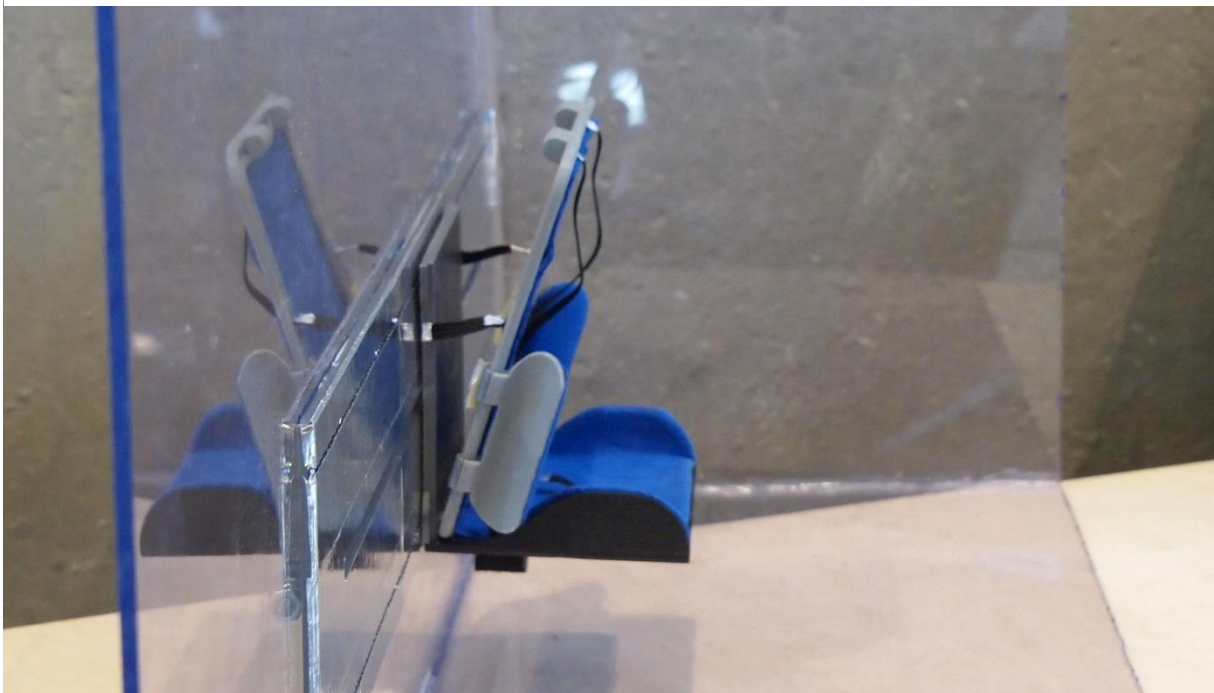


*Figur 48: Ferdig bygget mock-up del 2*





*Figur 49: Ferdig bygget mock-up del 3*



*Figur 50: Ferdig bygget mock-up del 4*

## **15. Rendering og foto**

I programmet SolidWorks ble det tatt bilder ved bruk av funksjonen “rendering” for å gi bildene best mulig kvalitet. Før dette kunne gjennomføres måtte alle delene tilføyes med riktige materialer før man deretter setter delene sammen til en komplett Assembly. Fotograferingen av mock-upene ble tatt etter endt bygging. Bilder av dette kommer under resultat på kapittel 4.2.

### **3.4. Begrunnelse for valg av metode**

Valg av de ulike metodene ble først og fremst bestemt ut ifra hva vi mente var nødvendig for å skaffe oss mest mulig informasjon om temaet. Observasjon som metode ble for oss et enkelt valg, da vi hadde behov for å danne oss et bilde av hvordan utformingen av ambulanshelikoptrene er i dag. Ved bruk av observasjon kan vi benytte ambulanshelikopteret som en “mal” for å kunne utvikle ambulansedronen, kanskje enda bedre med tanke på ledsagerstolen og en bedre romfølelse. I tillegg kan vi ved hjelp ved observasjonen, tilegne oss en mengde informasjon om hva som kan/bør forbedres og hva som ikke kan forbedres.

Intervju som metode anser vi som en stor nødvendighet da vi har lite kunnskap om temaet. Gjennom intervjuer kan vi dermed få mer kunnskap før vi igangsetter prosjektet. Dette vil hjelpe oss godt i gang med oppgaven og vil forhåpentligvis gi oss dybdekunnskap.

Ved hjelp av eksperimentelle studier ønsker vi å skape et overblikk over utforming av ambulansedronen for å se hvor stor plass det vil bli med vegger og dører. Dette anså vi som en nødvendighet, da dette ville gi oss et mer realistisk syn på virkelig romfølelse osv.

I tillegg vil vi utarbeide en elektronisk spørreundersøkelse, med ønske om å få inn så mange synspunkter som mulig. Spørreundersøkelsen er hovedsakelig rettet mot mennesker som jobber med pasienten inne i luftambulansen. Formålet er å innhente informasjon om hva som har størst forbedringspotensialet. Resultatene fra spørreundersøkelsen vil også kunne gi oss en mer konkret pekepinn, på hva vi burde ta ekstra hensyn til ved utforming av ledsagerstolen. Basert på resultatene kan vi også føre statistikk, og illustrere dette ved hjelp av et kakediagram eller stolpediagram.

### **3.5. Feilkilde og kildekritikk**

Spørreundersøkelsen kan være en feilkilde, hvis vi ikke får nok svar fra respondentgruppen eller hvis de ikke svarer i det hele tatt. Da vi intervjuet Derawi spurte vi hvor det er tenkt at ambulansedronen skal benyttes. Her fikk vi beskjed om at den skal benyttes overalt. For oss høres ikke dette helt realistisk ut, da det å ta seg frem i fjellområder og i dårlige terreng, kan bli svært utfordrende dersom det kun er én ledsager ombord. Dette er en kilde som vi derfor anser som usikker, da slik info ikke er å finne. Ambulansedronen er fortsatt ikke produsert



noe som betyr at mye fortsatt kan endres. Dette kan påvirke informasjonen vi har mottatt, men også sluttresultatet. Den informasjonen vi har mottatt, er det som blir benyttet til å komme frem til det endelige konseptet.

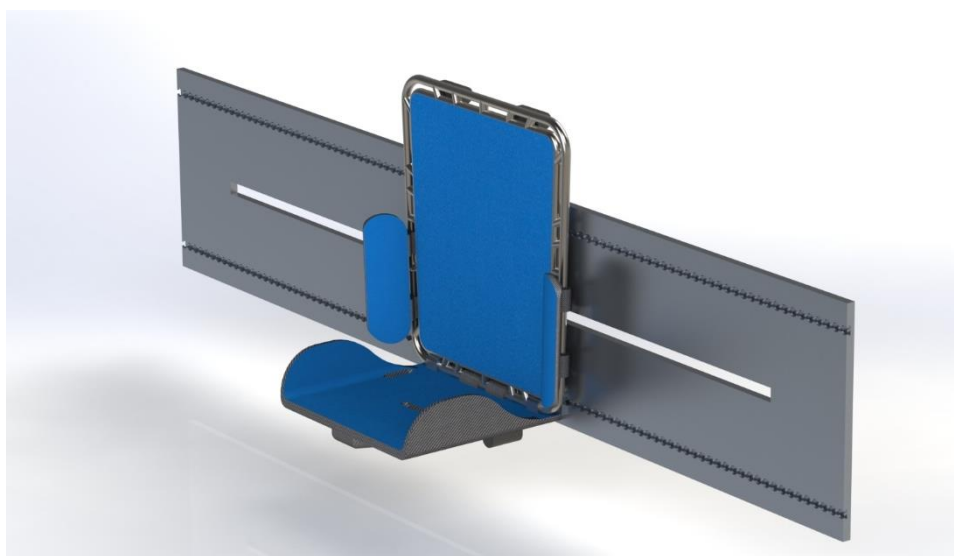
### **3.6. Etiske hensyn**

Alle enkeltindivider som har vært involvert i vår oppgave i form av intervjuer og besøk m.m. fikk på forhånd informasjon om bakgrunnen for intervjuet og besøket. De er innforstått med at mottatt informasjon vil bli benyttet i vår bacheloroppgave. Personlig eller konfidensiell informasjon, som kan være til skade på de involverende partene vil ikke bli offentliggjort. Anonymisering kan være en mulighet, hvis dette blir akseptert fra de involverte partene. De involverte partene kan få rett til innsyn i vår oppgave før den eventuelt blir offentliggjort.

Det var noen av informantene som spurte hvilke goder dette ville gi for vedkommende som skulle bli intervjuet. Vi forklarte her at vi i bacheloroppgaven vil gi kreditt til alle som har vært deltakende og hjulpet oss underveis i prosessen, med mindre vedkommende ønsker å være anonym.

## 4. Resultat

Her vil vi presentere resultatet i tre deler. Først vil det vi fikk ut av de valgte metodene bli presentert systematisk slik som under metode kapitlet, deretter vil designforslaget av ledsagerstolen beskrives med både bilder og tekst, samt de kravspesifikasjonene vi har tatt for oss i begynnelsen av oppgaven.



*Figur 51: Det endelige resultatet av vårt konsept*

### 4.1. Resultat av valgt metode

Det er tidligere blitt nevnt i kap. 3.2.2. at de fleste gruppe medlemmene ikke hadde noe kjennskap til verken droneprosjektet eller ambulanseryrket ved oppstart av oppgaven.

#### **Observasjon**

Observasjonen har vært til stor nytte med tanke på det å få et overblikk over hvordan ting faktisk er i dag. Besøket hos Simulering og Pasientsikkerhet ved NTNU Gjøvik ga oss et visuelt bilde av hvordan det blant annet ser ut inne i et ambulanseskjøretoy. Vi fikk også erfare hvordan det er å være ambulansearbeider på veien, ved hjelp av simulatoren og dens bevegelser. I denne fasen var vi opptatt av å undersøke plass og tilgjengeligheten til nødvendig medisinsk utstyr, samt rekkevidde.

Observasjonene hos NL Gardermoen ga oss mer svar enn hva vi hadde forventet og vi så stor forbedringspotensialet både med tanke på dagens ledsagerstol og romfølelse. Disse besøkene var verdifulle da det uten, ville vært en større utfordring å komme frem til en løsning med tanke på hvordan det er i dag. Vi fikk erfare at det å observere og teste ut ting fysisk, var svært verdifullt for videre arbeid. Dagens ledsagerstol fra Fischer ble også observert, se mer om dette i kap. 2.2.2. og kap. 3.2.3.1. Observasjonen av dagens sete, ga oss gode ideer til forbedringer av ledsagerstolen.

I tillegg fikk vi ved å oppholde oss i disse kjøretøyene, selv erfare hvordan det kan være å jobbe i disse daglig. Stolen i både ambulans bilen og luftambulansen ble testet og vi fikk dermed et innsyn i stolens funksjoner. I tillegg fikk vi bekreftet at dagens ledsagerstol i helikopteret består av aluminium og karbonfiber. Mål ble også foretatt i begge kjøretøyene, men på første besøk hos NL, glemte vi målebånd, dermed ble målene her foretatt på andre besøk.

Etter observasjonen på de to bilforhandlerne, Topp Auto AS og Møller Bil Gjøvik, fikk vi et godt innblikk i de standardiserte målene på bilsetene og det ergonomiske. Vi tok med noen ideer fra denne observasjonen eksempelvis sideputer. Vi har også vurdert ulike typer stoffer og observert at det var mindre feste i de med skinn trekk enn de med kunstig stoff.

## **Intervju**

Intervjuet som vi hadde med Jøsendal, var den som ga oss mest informasjon. Dette med tanke på informasjon om luftambulansen generelt, til dagens ledsagerstol og materialer m.m. Her fikk vi avklart at helikopter H135 og H145 hovedsakelig er de mest vanlige typene som blir benyttet i Norge, men at det også finnes et større helikopter: AV139 som blir benyttet i Tromsø og Ålesund. Det ble også bekreftet at det ikke er behov for å velge eksakt type legering når det kommer til materialvalg. Dette ville rett og slett bli for tidkrevende, så det var dermed nok at vi bestemte oss for hvilken type materiale vi ønsker å gå videre med, eksempelvis karbonfiber eller glassfiber. Vi fikk også en god del informasjon gjennom det første intervjuet, se vedlegg nr. 2.

Vi hadde også intervju med Derawi, som er gründeren bak ambulansedronen, men her var det vanskelig å få noen bestemte rammeverk, siden konseptet er så nytt. Dette medførte at vi fikk litt frie tøyler med tanke på mål av dronens bredde og utforming - hvis det var behov for å

korrigere dette. Intervjuet var likevel ikke bortkastet for vår del, da vi blant annet fikk bekreftet en av de viktigste kravspesifikasjonene som vi tidligere hadde mottatt fra Jøsendal; Ledsagerstolen må være så lett som mulig. Skal ledsagerstolen kunne benyttes i ambulansedronen, så er det et av hovedkriteriene. Derawi fortalte også at vi ikke skal tenke på hva det måtte koste for å produsere denne ledsagerstolen. Han viste stort engasjement for vår bacheloroppgave, og ville høre fra oss underveis i prosessen.

I forbindelse med materialvalg ble det også foretatt et kort intervju med Sotirios og Nicolaisen. Her fikk vi ikke så mye informasjon, annet enn at vi ble anbefalt å gå for komposittmateriale, gjerne karbonfiber da dette er et lett materiale, samtidig som det tåler mye avhengig av tykkelse.

Det ble også arrangert et Skype-møte med Thomasgård hvor han fikk innsyn i hva vi arbeider med, i tillegg til at vi fikk innsyn i hva han arbeider med. Dette møtet var svært relevant for vår oppgave, noe som medførte at vi videre avtalte et besøk hos SNL i Oslo, se mer om dette besøket på kap. 3.2.3. Under det andre Skype-møtet ble det valgt ett konseptet som skulle videreutvikles. Avgjørelsen ble tatt basert på synspunkt fra Thomasgård.

Torkildsby ble også kontaktet, mest fordi vi hadde behov for veiledning i designprosessen. Her fikk vi gode tips om hva vi stegvis burde fokusere på. Det var blant annet noen detaljer ved vårt nye konsept som kunne forkastes, som omhandlet seterygg bakerst i dronen (se figur 29). Vi ble anbefalt å lage tre nye ulike konseptløsninger ut ifra det konseptet vi presenterte, hvor vi til slutt skulle velge det beste konseptet av disse. Deretter foreslo hun at vi kunne ta kontakt med henne eller Thomasgård, for å presentere de tre konseptene for å kåre en vinner. Det ble også foreslått at vi burde lage en god introduksjon som omhandler dronekonseptet, for eksempel ved hjelp av en kort filmsnutt som viser intensiteten hos ambulansepersonellet/legen i helikopteret, slik at vi får visualisert hvor kritiske enkelte situasjoner kan være. Dette vil gi en forståelse for andre at det ikke vil bli fokusert på komforten under redning av et annet liv, og dermed ble det endring av problemstillingen etter dette møtet. Hun fortalte også at det er viktig at vi får presentert hvor og i hvilke situasjoner denne ambulansedronen vil bli benyttet, men også hvilke jobber den ikke kan ta. Det ble også foreslått å invitere Derawi til bachelor fremføringen vår, da han er mannen bak ideen av ambulansedronen. Under det andre møtet med Torkildsby, mente hun at hvis vi hadde tid så burde vi også forsøke å utvikle klappstol-konseptet, da dette vil skape mer plass i dronen.

Fordi det bare var tre uker igjen til bacheloroppgaven skal innleveres, forklarte vi henne at vi ikke får tid til dette. Hun anbefalte oss likevel å nevne at vi har vært inne på tanken.

Intervjuene samlet sett har gitt oss mye mer kunnskap enn hva vi hadde klart å innhente på egen hånd, likevel er det alltid noe man kan gjøre annerledes. Det forekom blant annet en misforståelse, med tanke på hvor informasjonen fra intervjuet skulle benyttes. Dette er noe vi burde ha tydeliggjort før intervjuet, slik at det ikke hadde oppstått tvil. Samtidig kunne vi vært mer spørrende. På denne måten hadde vi sannsynligvis kommet raskere i kontakt med de involverte partene tidligere i prosessen. Siden temaet virket veldig stort og overveldende i startprosessen, fikk vi gjennom intervjuene og observasjonene mer kontroll på hvilken informasjon vi var på utkikk etter for videre arbeid.

### **Eksperimentelle søketeknikker**

Skissene ga oss muligheten til å visualisere ulike ideer, slik at disse kunne presenteres til de andre i gruppen. Målene vi tok av andre stoler ga oss et grunnlag for hvor stor vår stol bør være for videre arbeid med digitale teknikker. Ved bruk av SolidWorks, fikk vi visualisert konseptene på en mer realistisk måte og vi fikk printet ut i en skala som ga oss muligheten til å prøve ut forskjellige stolmodeller i dronemodellen.

Det var flere ting som ikke gikk slik vi hadde forventet; Ved design i 3D-modelleringen oppstod det problemer ved noen av kommandoene som blant annet multi kurver. Buene som ble tegnet, ville ikke speiles riktig over til den andre siden og resulterte i feilmeldinger. Det medførte at vi måtte gjøre en tilsvarende tegning i motsatt retning på nytt på den andre siden.

Under 3D-printing var utfordringen blant annet at noen av modellene på printerens løsningsflate, printerens gikk tom for filament og det oppstod tekniske feil i noen filer. Flere utfordringer ved de målbare modellene var å skaffe helt nøyaktige mål som ved for eksempel lengden fra fronten av setet til baksiden, oppe ved nakkestøtten. Dette var fordi det ble for stor luftlinje mellom disse punktene som krevde en 90° vinkel på målebåndet, som ikke var lett å danne. Det var også vanskelig å få riktige mål på stolene bestående av kurvede former.

Det vi kunne gjort annerledes er å bygge dronemodellen med rom til magneter og endret på visse deler av designet før printingen. Vi kunne også ha brukt en mer ideell målestokk på dronemodellen som for eksempel 1:12 eller 1:10. Dette hadde gjort arbeidet med

dronemodellen enklere. Vi kunne også ha satt på en vegg utstyrt med en liten døråpning på den ene langsiden av dronen, og en stor dør på den motsatte langsiden.

Det vi fikk ut av disse eksperimentelle søketeknikkene var; en 1:12,6 skalert modell av dronen, samt flere stolmodeller i samme skala med forskjellige høyder som vi fikk prøvd ut i dronemodellen. Dette var for å se hvor god plass det egentlig var mellom taket og stolryggen, samt gulvplass med tanke på plassering av bære. Ut av dette fikk vi et endelig resultat av stolen som vi printet ut i 1:4 skalert modell som vi festet på to vegger og et gulv med samme skala. Her fikk vi visualisert funksjonsdelene.

### **Eksperimentelle studier**

Lab-øvelsen som omhandlet testing av mål, var svært nyttig da dette ga oss et visuelt bilde av romfølelsen i dronen. Resultatet av denne testen viste at dronens totale bredde bør økes med 30 cm, da en bredde på 120 cm, som er dronens totale bredde i dag, blir svært trangt. Til tross for at bredden burde utvides, har vi i denne oppgaven tatt utgangspunkt i målene som dronen består av i dag: Lengde 333 cm, bredde 120 cm og høyde 145 cm. Dersom dronen utvides med 30 cm, må man også være forberedt på at det blir større rom mellom pasient og ledsagerstol, noe som igjen vil føre til at ledsageren må strekke seg lengre, for å behandle pasienten. Eventuelt må det foretas noen korrigeringer for å oppnå et best mulig resultat med hensyn til stolens plassering og ledsagerens bevegelighet. Denne lab-øvelsen ga oss en forståelse på hvor stort rommet er i virkeligheten, samtidig som den fikk oss til å fundere på hvorfor lengden på dronen er så lang. I tillegg fant vi ut at takhøyden på dronen er begrenset, da man ikke kan stå oppreist. Ved denne lab-øvelsen fant vi derfor ut at utformingen av vår ledsager stol, blir påvirket av både dronens bredde og takhøyde. Det ble derfor optimalt med en sittehøyde på 30 cm fra gulvet og opp til seteplaten. Hadde vi hatt bedre tid, kunne vi også ha bygd et innvendig rom bestående av fullt tak, vegger og dører. På denne måten hadde vi fått en enda bedre opplevelse av romfølelsen i den fremtidige dronen.

Det ble også foretatt en lab-øvelse hvor vi skulle teste ut det funksjonelle konseptet. Denne øvelsen gjorde oss oppmerksomme på at vi bør unngå at ryggrammen ligger direkte på ryggen, da dette kan bli svært ukomfortabelt og plagsomt for ledsageren. På grunn av dette anbefales det uttrekkbare setebelter, som kan slippe ut ønskelig lengde etter brukerens behov. Man får da muligheten til å sette en maks lengde på ryggrammen og dermed vil setebeltene kompensere for den ekstra nødvendige lengden. Tilslutt kom vi frem til at vippefunksjonen på

ryggen ikke bør overstige 20°, ettersom anatomien på en normal menneskekropp har visse begrensninger. Det vi kunne gjort annerledes under denne testen er blant annet å benytte ordinære bilbelter i stedet for stropper, foretatt testen med flere testpersoner med ulike kroppsbygninger og tilslutt bygd en mer realistisk modell.

Den siste lab-øvelsen dreide seg om testing av seterygg. Her kom vi frem til at den ryggrammen vi hadde laget, dekker de fleste kroppsstørrelser. Karbonfiberduken som vi festet til ryggrammen manglet fjæring, da det på grunn av rammen var vanskelig å skape et jevnt trykk over duken. Dette medførte at dempingen på ryggflaten ble ujevn. Vårt ønske er at ryggrammen skal bestå av en duk som kan forme seg litt etter brukerens kropp. Karbonfiber ble dermed vurdert som polstring på ryggen, men ble forkastet da karbonfiber kan være helseskadelig grunnet små støvpartikler (Helseth, 2018). Videre ble det bestemt at vi ønsker å gå for mesh-utforming bestående av polyester, da dette vil gi både mer demping og fleksibilitet. Materialvalget ble basert på kontorstoler med samme utforming og materialer. Det vi her kunne ha gjort annerledes er som følger: planlagt bedre, skissert rammen før byggingen, testet flere ulike materialer (duker), laget flere testrammer og eventuelt skrudd fast rammen i en stol (sitteplate), slik at vi kunne testet vippefunksjonen mer ordentlig og realistisk.

## **Workshop**

Gjennom Workshopen fikk vi god veiledning fra Thomasgård og det ble satt i gang en diskusjon i fellesskap. Resultatet av denne diskusjonen var dermed at det konseptet vi hadde i utgangspunktet ble forkastet, mens et nytt konsept ble skapt. Workshopen ga oss en bedre forståelse på hvordan produktutviklere tenker når de skal komme frem til et nytt konsept. Dette fordi vi denne dagen fikk erfare det selv i praksis. Vi fikk dermed mye bedre kunnskap om hvordan designprosessen fungerer, i tillegg til at vi fikk et helt nytt konsept. Forventningen vår var at stolen kanskje ville bli mer funksjonell med en litt unik og spennende utforming. I stedet viste det seg at konseptet ble totalt forandret, i forhold til hva vi hadde i utgangspunktet, noe vi tvert imot hadde forventet. Under besøket glemte vi å ta mål av skinnesystemet inne i mock-upen de hadde tilgjengelig. Dette er noe vi burde ha husket, ettersom vi bruker det samme skinnesystemet til vårt konsept. Etter besøket ble det derfor sendt en forespørsel til Thomasgård, slik at vi fikk tilgang til målene. Thomasgård fikk oss dermed til å se andre gode og innovative løsninger, ved å igangsette en diskusjon. Dette

medførte at hele konseptet vårt ble noe helt annet enn hva vi hadde når vi kom dit, noe som førte til mer tidspress.

### **Spørreundersøkelse**

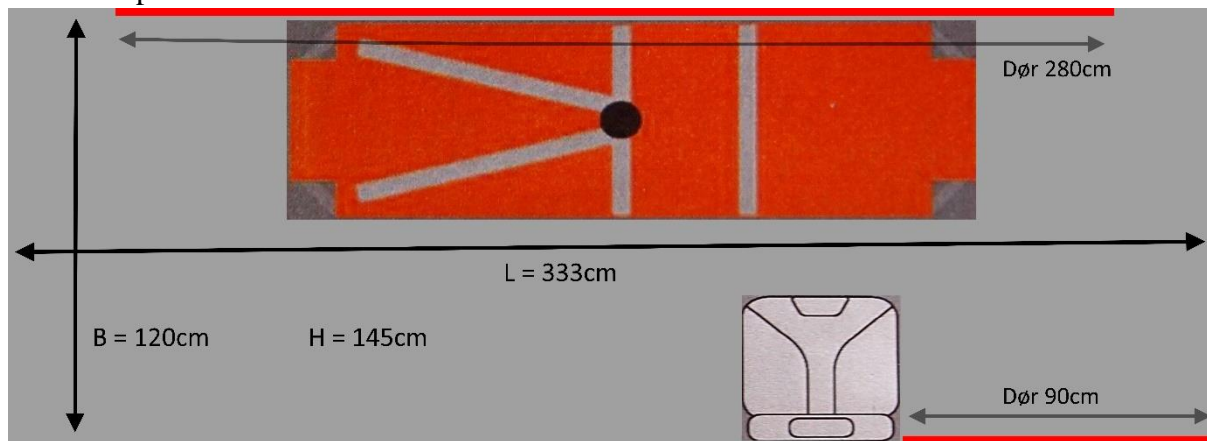
Vi oppdaget tidlig at spørreundersøkelsen ikke ble en suksess, da vi fikk beskjed om at vår oppdragsgiver måtte besvare undersøkelsen på vegne av alle som jobber med pasient i luftambulansen. Det var dermed bare en person som svarte på spørreundersøkelsen (vår oppdragsgiver). Dette danner ikke grunnlag for å føre statistikk. Resultatene av spørreundersøkelsen gikk derfor ikke slik vi hadde forventet, da vi hadde ventet oss flere svar med tanke på at Jøsendal har kontakter innenfor NL. Årsaken til dette kan være at respondent gruppen har en hektisk hverdag, som medfører at de har lite tid til å besvare undersøkelsen. En annen typisk årsak kan være at vi utformet flere spørsmål enn nødvendig, noe som respondenten kanskje opplevde som krevende. Tiden vi benyttet til utarbeidelsen av spørreundersøkelsen, kunne heller vært benyttet til å finne et intervjuobjekt som har god kunnskap og erfaring innenfor dette yrket. Likevel skal det nevnes at vi forsøkte å finne relevante intervjuobjekter, da gjennom Jøsendal. Dessverre var det vanskelig å komme i kontakt med disse personene. Sannsynligheten for intervju hadde likevel vært større om vi hadde kommet i direkte kontakt med de som jobber i luftambulansen. I tillegg hadde vi ved et dybdeintervju oppnådd mer kvalitetssikrede svar. Selv om vi ikke fikk de svarene vi ønsket, fikk vi likevel en gylden mulighet til å få erfaringer med å utvikle en spørreundersøkelse.



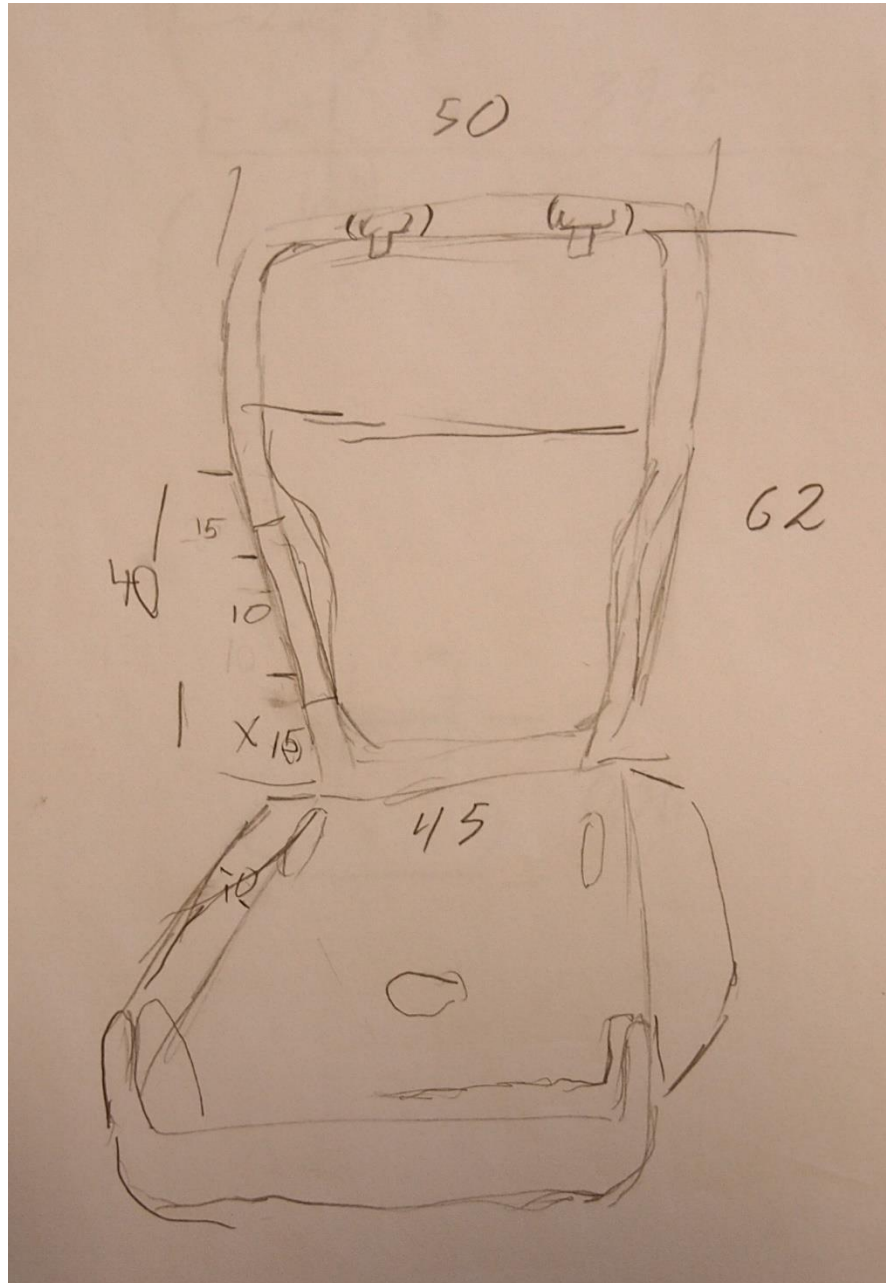
## 4.2. Design og valg av material og produksjonsmetode

### 4.2.1. Målsetting

Vi fikk oppgitt de innvendige målene til dronen, og måtte forholde oss til disse som var 120 cm bred, 333 cm lang og 145 cm til det høyeste punktet i taket. Målene for stolen er følgende; 40 cm i dybden på setet, 50 cm i bredden og 72 cm i høyden på ryggen. Her er det lagt på 5 cm tykkelse på rammeverket, over og under (derfor står det bare 62 cm i skissen). Vi har med høyden på ryggen, tatt utgangspunkt i en normal rygg hos en person på 180 cm, der hvor det ble benyttet anatomi-tegninger fra emnet Universell Utforming. Høyden fra gulvet og opp til overflaten på setet er 32 cm.



Figur 52: Resultat målsetting – innsiden i et helikopter redigert bilde til målsetting til dronens innside. Gjengitt med tillatelse fra Lasse Thomasgård, produktutvikler - Stiftelsen Norsk Luftambulanse.



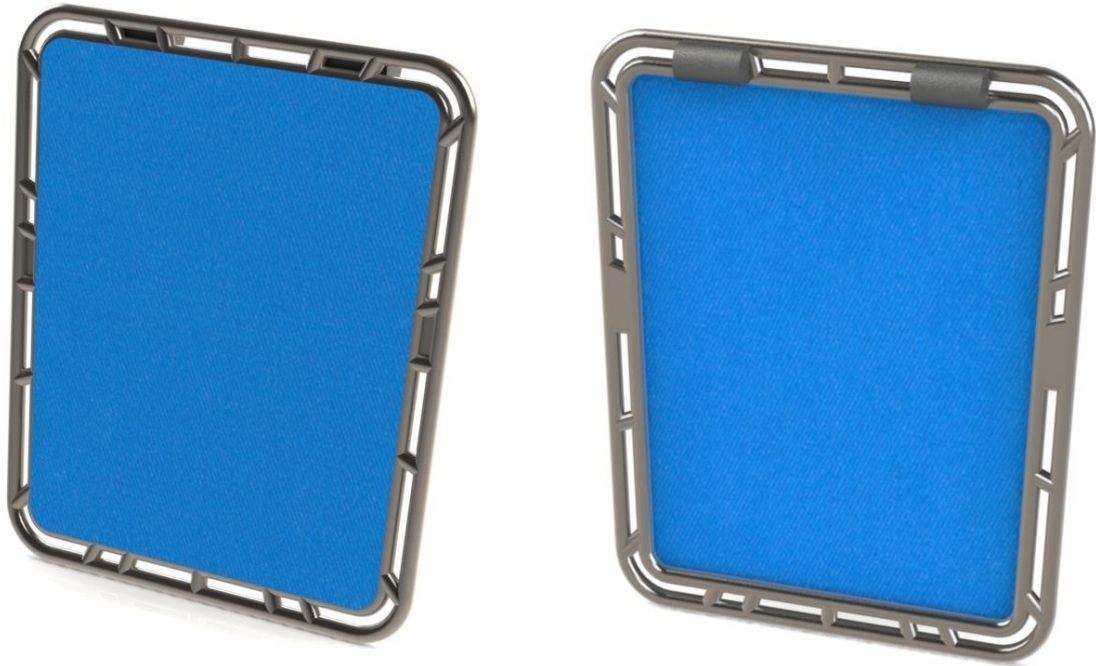
Figur 53: Resultat målsetting - ledsagerstol

#### 4.2.2. Ryggramme med vippefunksjon

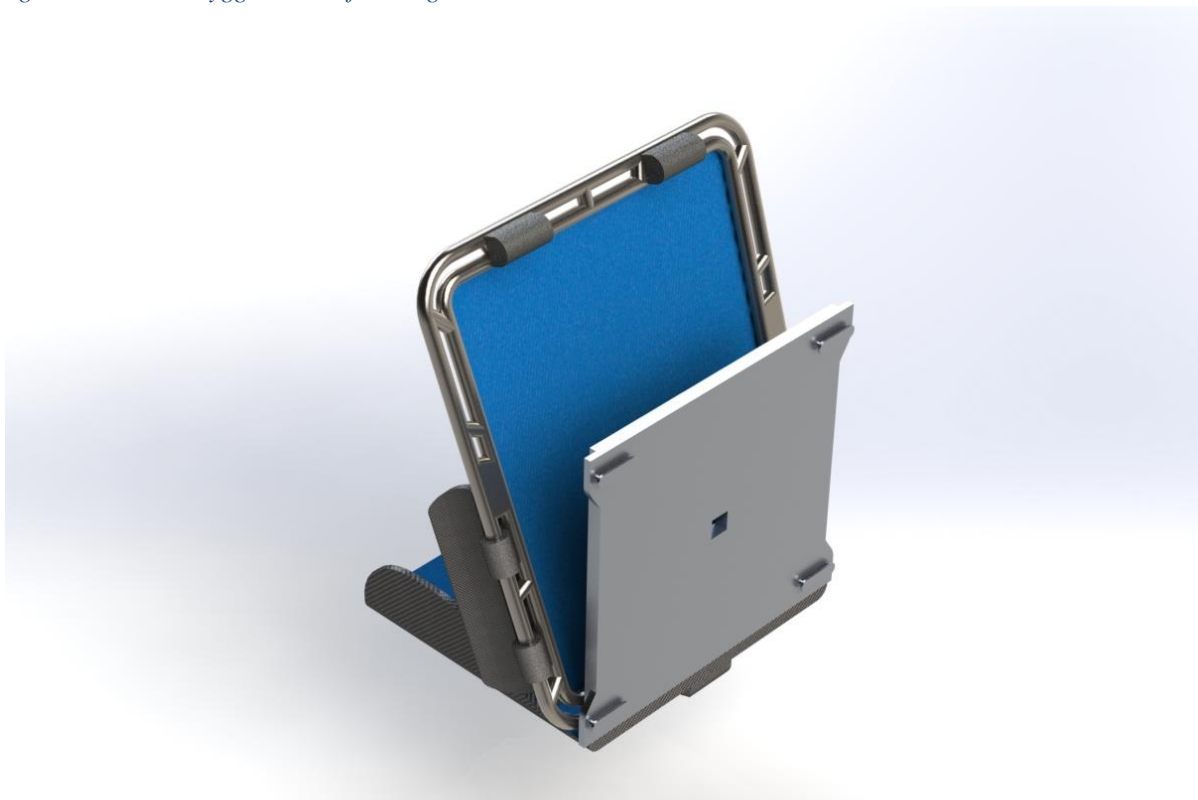
Ryggrammen er designet for å være så solid som mulig. Da har vi valgt å benytte titan som materiale. Den er bygd med to rør rundt hele ryggen, som går på yttersiden av ledsager, sånn at den ikke skal berøre eller komme i veien for ledsageren under bruk. I tillegg er disse to rørene satt sammen av indre rørstykker som går på tvers med ca. 15 cm mellom hvert rør.

Ryggen har en funksjon som gjør at stolryggen vippes fremover 20° og følger ryggen delvis til ledsageren som sitter i stolen, når han/hun skal utvide sin rekkevidde for å betjene pasienten.

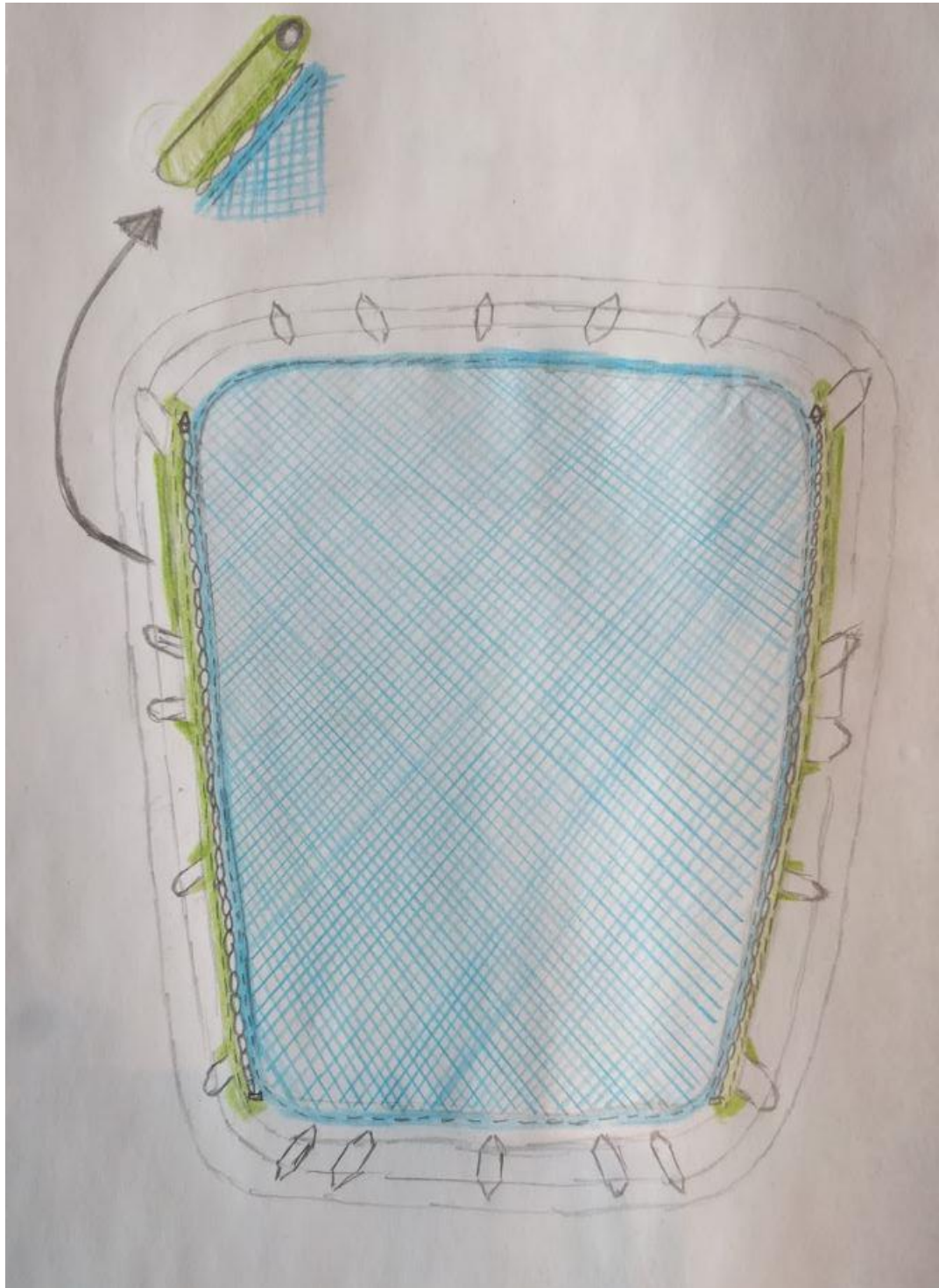
Øverst på kortsiden av rammen er det plassert to setebelte-fester som tilhører et 5-punkts setebelte. Produksjonen av denne rammen vil skje ved varmtrekking, bøyning og sveising (se kap. 2.6., om disse produksjonsmetodene).



*Figur 54: Resultat ryggramme – foran og bak*



*Figur 55: Resultat ryggeramme - vippefunksjon*

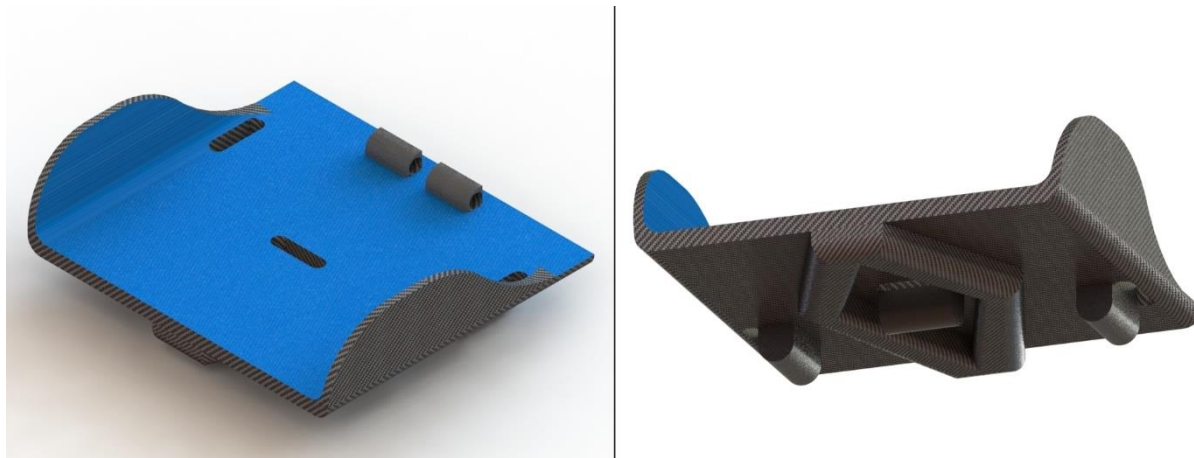


*Figur 56: Resultat ryggramme - mesh-utformet polyester til stofftrekket med glidelås*

Denne rammen er trukket med et stofftrekk som vil fungere som polstring til brukerens rygg. Her har vi valgt å gå for en kontorstol lignende utseende som består av polyester med tettsittende mesh-utforming som er festet på det innvendige røret med glidelås på begge langsidene. Festen på glidelåsen er sydd fast på en bred lastestropp på både polyester-duken og rundt det innerste røret på ryggrammen (se figur 56).



### 4.2.3. Seteplate



*Figur 57: Resultat seteplate - over- og underside*

Setet på stolen er en 2 cm tykk plate som har to sidestøtter som skal sikre ledsagerens komfort og trygghet hvis det skulle skje en nødlanding eller lignende. Da er det mindre sjanse for at ledsager sklir ut av setet, og til sidene, selv ved bruk av 5-punkts belte som ekstra støtte. Denne platen er produsert i karbonfiber som gir en lett vekt og samtidig er robust på lik linje som stål (se kap. 2.5.1.). Karbonfiber vil bli produsert med vakuumbagging som er beskrevet tidligere i oppgaven (se kap. 2.6). Sidestøttene er designet til å være 10 cm høye som er estimert høyde nesten opp til oversiden av låret til gruppemedlemmene.

Setet vil bli dekket med Memory Foam, som vi har beskrevet under kap. 2.5.3., og vil være trukket med polyester, med PET-fibre, rundt hele skumputen som et beskyttende lag og deretter et trekk til med polyester som skal være det ytterste laget med ønsket farge. For å gjøre det enkelt med tanke på vasking så vil det ytterste laget med polyester være sydd på med borrelås som festes på undersiden som en heltrukket rems ca. 5 cm innenfor kanten på puten. Seteplaten vil være plassert på motsatt side av borrelåsen, som vil være limt på samme måte som på undersiden av puten.

#### 4.2.4. Sidestøtter



Figur 58: Resultat sidestøtter - tre perspektiver

Sidestøttene er plassert på hver sin side av seteplaten og på nedre del av seterammen. På nedre del av seterammen er sidestøttene plassert nederst på overkroppen (nedre del av magen) til ledsageren. De består av innebygd fjæring, som skal sørge for at de tilpasser seg kroppen til brukeren, uavhengig av type kroppsbygning. Disse er også produsert i karbonfiber ved vakuumbagging. De er polstret på samme måte som beskrevet ovenfor om seteplaten.

#### 4.2.5. Støtteramme



Figur 59: Resultat støtteramme - undersiden av seteplate

Støtterammen under setet er laget for å kunne støtte opp under setet, ettersom seteplaten ikke er så tykk og mangler noe feste grunnlag. Denne er festet i platen på plattformen som holder stolen oppe på veggen, og vil også sikre setet mot at det knekker under store belastninger. Her går vi for valget på karbonfiber som en firkantet rør-konstruksjon. For å produsere karbonfiberet til ønsket form så foreslår vi en metode med vakuumbagging (se kap. 2.6.).

#### 4.2.6. Setebelte

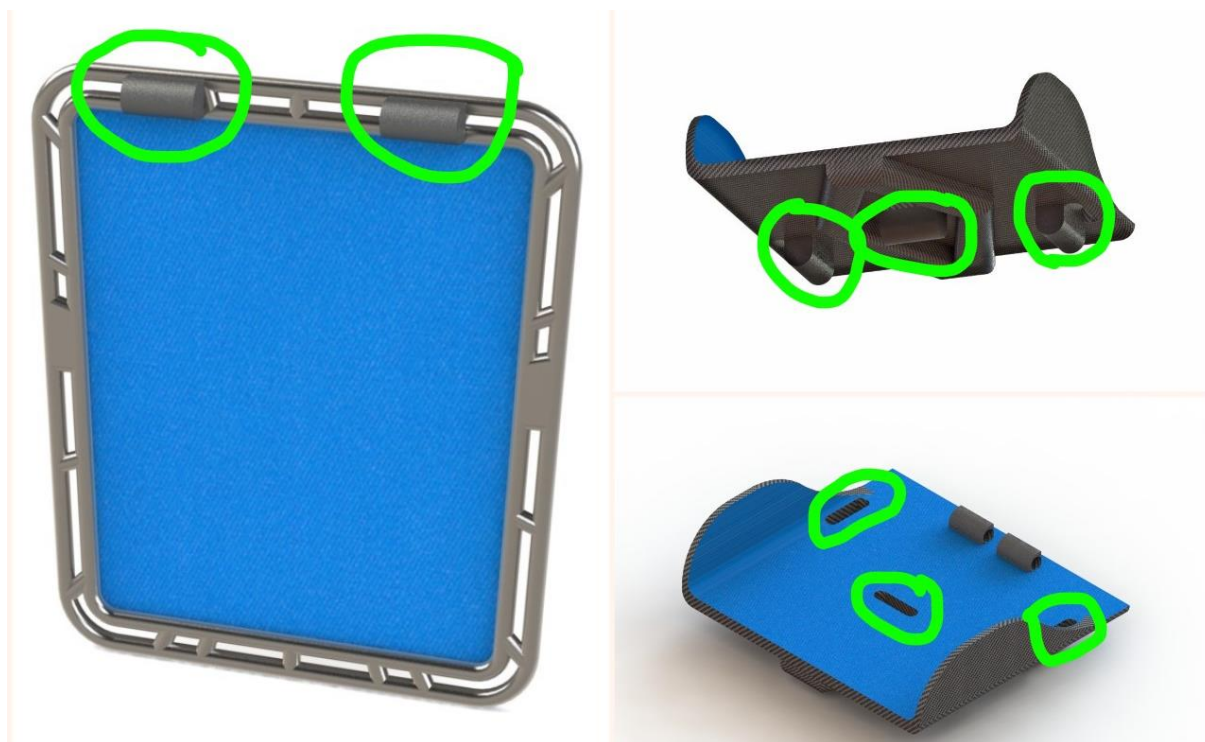
Setebeltet som i dag benyttes i ambulanshelikopteret er et 4-punkts belte fra leverandøren Schroth. Vi ønsker å benytte samme leverandør, men benytte 5-punkts belte i stedet for 4-punkts belte. Beltene forlenger seg et godt stykke for å øke rekkevidden til ledsager. Funksjonen på beltet er som i helikoptrene og i vanlige biler slik de er i dag.



*Figur 60: Resultat setebelte - forslag av 5-punkts belte*



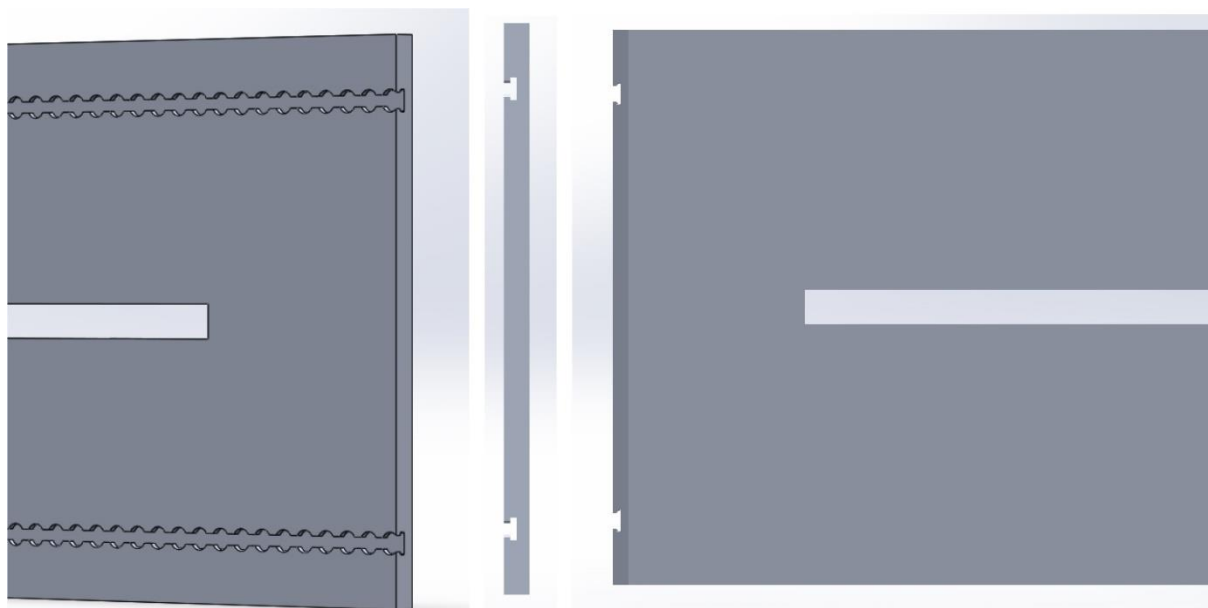
#### 4.2.7. Setebeltesamler



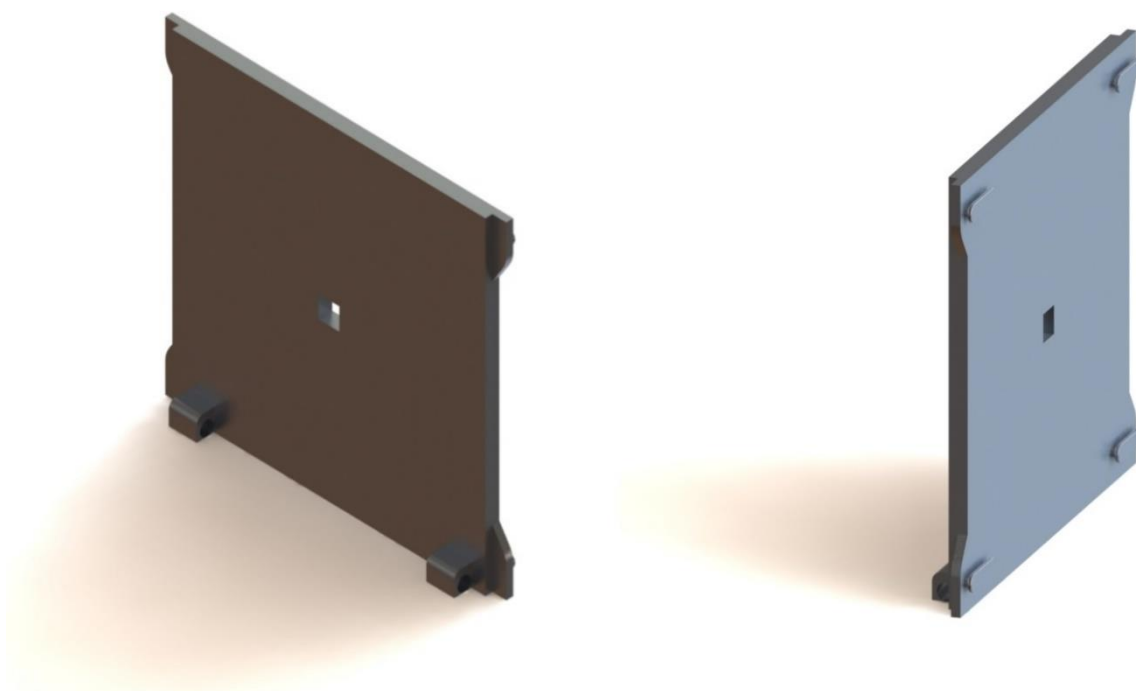
Figur 61: Resultat setebeltesamler

Det sitter fem setebeltesamlere på stolen, hvor tre av disse er plassert under setet. Disse to sitter på hver sin side av seteplaten og ett er plassert midt under. Det sitter også to setebeltesamlere på toppen som går over røret på ryggrammen. Imellom disse to setebeltesamlerne er det lagt opp 20 cm bredde. De har også funksjonen å trekke tilbake setebeltet slik som biler har i dag, og vil låse seg ved rykking i beltet.

#### 4.2.8. Skinnesystem og tilhørende plattform



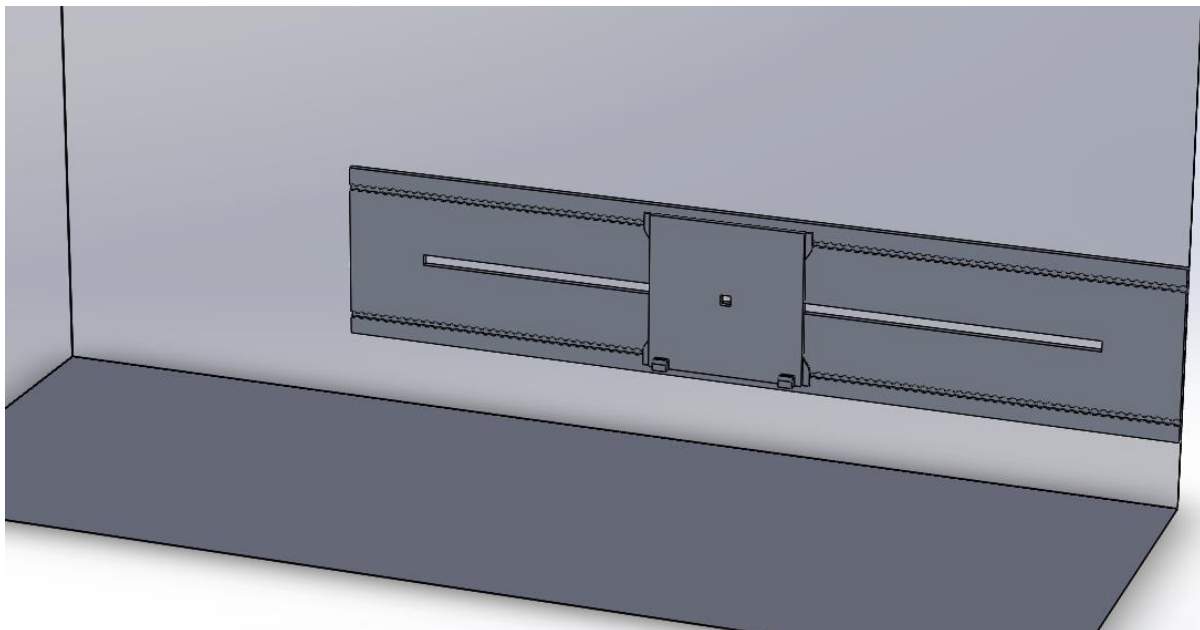
Figur 62: Resultat skinnesystem - foran, side og bak



Figur 63: Resultat plattform - foran og bak

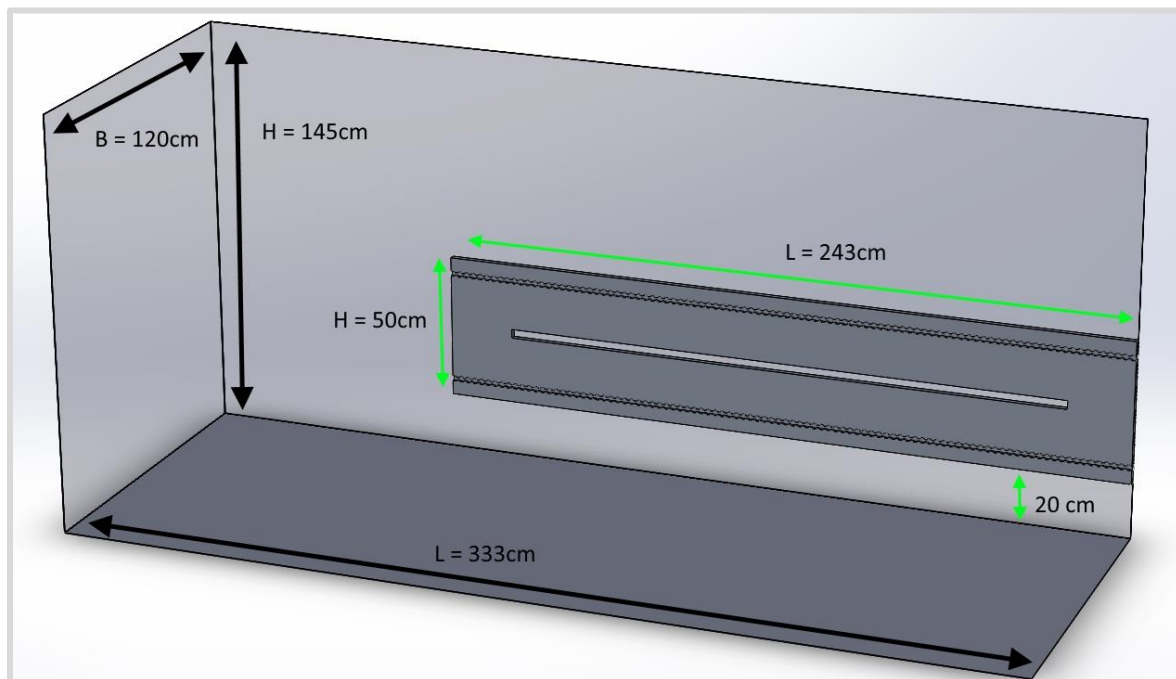
Vi flytter skinnesystemet fra gulvet og opp på veggen. Plattformen under stolen er i dag festet på skinnene i gulvet. Videre er stolen festet til en roterende plate på denne plattformen. Fordi vi skal flytte skinnene på veggen, ønsker vi også å flytte kun platen opp til veggen og feste stolryggen til denne platen, i stedet for under setet på stolbena. Denne skal skyve stolen frem og tilbake langs veggen. De utskjærte sirklene på skinnegangen har vi valgt å ta bort og heller

ha et rett skinnerpor, slik at plattformen ikke faller ut av sporet, siden vi har valgt å fjerne låsetappene.



Figur 64: Resultat - forflytning av skinnerystemet opp på vegg

Setet er 30 cm fra gulvet på grunn av at det er lavt under taket inne i dronen. Stolen står fast på 30 cm, mens båren har heve- og senke funksjon som vi har fått vite av den andre gruppen som jobber med dette konseptet og som vi har hatt noe samarbeid med gjennom bachelorskrivingen.



Figur 65: Resultat skinnerystem - målsetting

#### 4.2.9. Motor for seteflytting

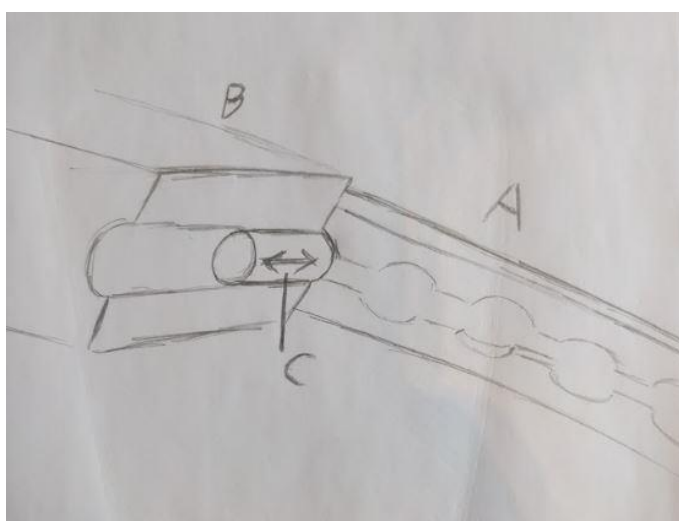
Motoren er festet i bakre del av dronen, inne i veggen. Den er festet i et gjengestag langs hele sporet. Platen som stolen henger fast i har et gjenget feste. Ved hjelp av det gjengede staget og motoren, vil stolen da kunne flytte på seg langs veggen i dronen. Videre kan man ved hjelp av en bryter flytte stolen i den retningen brukeren måtte ønske.



Figur 66: Resultat motor for seteflytting

#### 4.2.10. Låsetapp

For ekstra sikkerhet, kan det også benyttes ekstra låsetapper, som skal holde stolen fast (B), når det ikke er ønskelig at stolen skal bevege seg. Låsetappen (C) vil fungere på en slik måte at den trekker seg ut, når man ønsker å forflytte setet. Når stolen er plassert i ønsket posisjon, vil tappene gå inn i hullene på skinnen (A) for



Figur 67: Skisseforklaring på låsetapp

deretter å låse stolen i den bestemte posisjonen. Dette er da et tenkt forslag, som kan benyttes som et valgalternativ, men dette vil kreve at skinnesystemet beholder sine runde utskjæringer.

#### 4.2.11 Farger

På stolen ønsker vi å benytte en grønn farge. Her står valget enten mellom fargekode NCS S2040-B80G eller S1040-B80G, som er vist på Nordsjö Professional sine nettsider. Den førstnevnte fargekoden er noe mørkere enn den andre fargekoden, men begge disse er ganske lik den fargen som benyttes innen sykehus. Dette er illustrert i figur nedenfor med den midterste fargen som vi ønsker å benytte på ledsagerstolen.



Figur 68: Resultat - farger

### 4.3. Kravspesifikasjonene

I begynnelsen av bacheloroppgaven så innledet vi med noen kravspesifikasjoner som et rammeverk for oppgaven. Kort oppsummert så omhandlet de punktene; lav vekt, høy styrke, flammeresistent, 4-punkts setebelte, følge EASAs reglement for Europa, plassbesparelse og ergonomisk utformet.

Ikke alle disse punktene ble oppfylt, på grunn av blant annet tidsmangel som vi kommer til å ta under diskusjonen og analysen på slutten av oppgaven. Videre så vil det bli listet opp de kravspesifikasjonene som vi har hatt mest fokus på og føler vi har oppnådd på en tilfredsstillende måte. Ikke alle spesifikasjonene er nevnt, fordi vi ikke har hatt nok faglig kunnskap om de emnene.

#### 4.3.1. Vekt

For å finne frem til vekten av ledsagerstolen så har vi brukt et verktøy i SolidWorks som kalles for “Mass Calculator”, der man regner ut, basert på modellens masse og valgt materiale. Dette gir et estimat på hvor tung stolen i seg selv kan være. Dette er ikke en fasit, men et veiledende tall for hvor mye det kan veie. Stolen som er i helikopteret i dag veier ca. 19,5 kg, og vi vet at platen, Swivelling Adapter Assy, utgjør 7,4 kg som var merket med en

lapp klistret på stolen. I vårt designforslag har vi tatt i bruk dagens utforming av denne platen, så der har vi et nøyaktig tall pluss det som kommer i tillegg på rammeverket og setet, osv. Vi fant ut følgende:

$$\text{Ryggen}(2105.18\text{g}) + \text{setet}(2045.50\text{g}) + \text{sideputer}(247,60 \times 2=495.20\text{g}) = 4\,645.88\text{g} = \underline{4,65\text{ kg}}$$

$$\text{Platen Swivelling Adapter Assy (7,4 kg) + skinner (ukjent) = } \underline{7,4\text{ kg} + x}$$

$$\text{Totale vekt (uten skinner): } 4,65 + 7,4 = \underline{12,1\text{ kg}}$$

Mass = 2045.50 grams



PICCOLLAGE

Mass = 247.60 grams x2



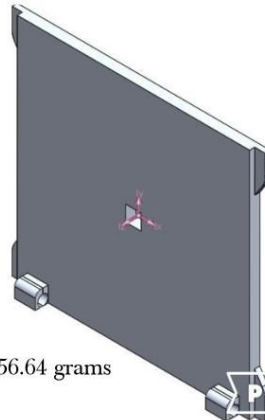
PICCOLLAGE



Mass = 2105.18 grams

PICCOLLAGE

Mass = 11 656.64 grams



PICCOLLAGE

Figur 69: Resultat kravspesifikasjon - masseutregning

Det er en mulighet for at det er noen feilmarginer på plattformplaten (figur nederst til høyre). Dette fordi denne er tilpasset vårt konsept og er derfor ikke i samme vekt som dagens plattform (Swivelling Adapter Assy). Vi antar at vår konstruksjon vil være en lettere versjon siden vi har tatt vekk funksjoner fra dagens plattform som dermed vil øke vekten, blant annet roteringen, låsetapper og forenkling av festeskoen.

### **4.3.2. Styrke og reglement**

Styrken på selve ledsagerstolen skal tåle vekten av ledsageren pluss den belastningen som kan skje ved for eksempel en nødlanding. På styrkeberegningen har vi ikke fått inn nok data til å komme frem til et resultat.

Sikkerhetsbelte skulle ha 4-punkts feste, men byttet dette til et 5-punkts setebelte. Som beskrevet under seteplate så er det festet tre setebeltesamlere som skal gå opp gjennom tre separerte hull. De to andre setebeltesamlerne er festet oppe ved ledsagers nakke med en bredde på ca. 20 cm.

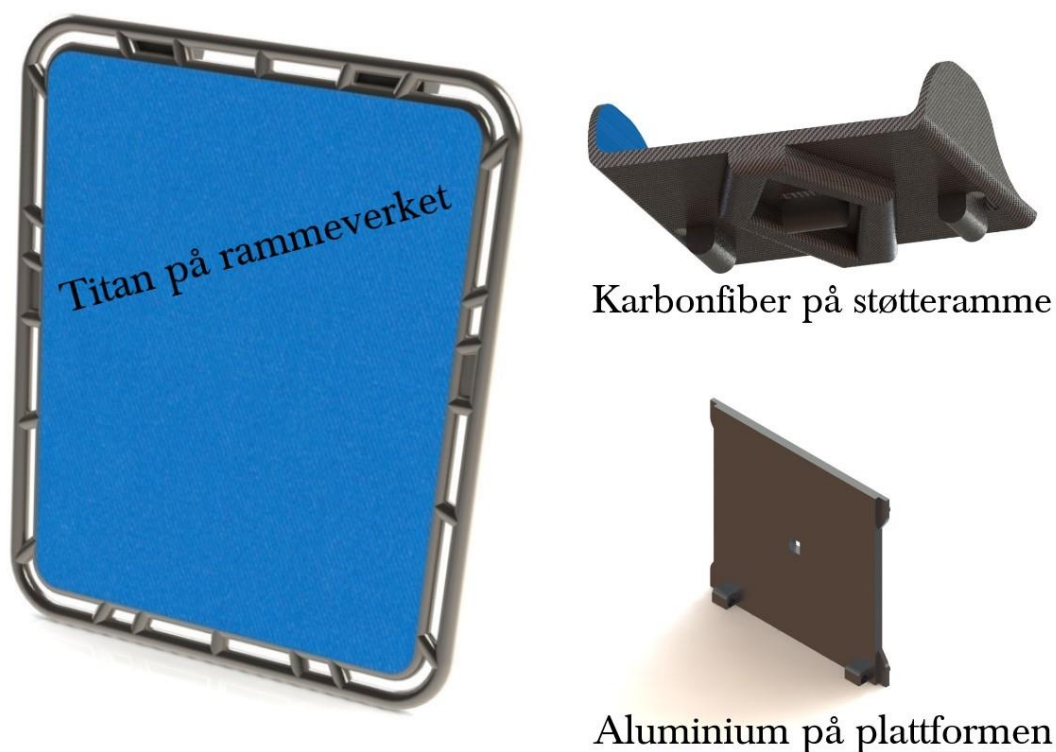
### **4.3.3. Rengjøring av setet**

Trekket som stolen er omfavnet med består av polyester. Dette trekket skal enkelt kunne tas av og på, slik at de kan skiftes ut ved behov. Det skal også være mulig å vaske disse trekkene i vaskemaskin, slik at de kan brukes om igjen. I tillegg er det ønskelig at trekkene skal kunne vaskes over med sprit, da man på grunn av utrykning ikke alltid har tid til å skifte på trekkene etter hver pasient. Trekket er også vannavstøtende.



#### 4.3.4. Flammeresistent

Av flammeresistente materialer har vi valgt å bruke karbonfiber, titan og aluminium som hovedkomponenter, da disse er de største bærerne i hele stolkonstruksjonen. Se kap. 2.5.1, for aluminium og titan, og kap. 2.5.2., for karbonfiber, som er grunnlag for valg av materialer. Materialer som ikke er flammeresistent på ledsagerstolen er polstringen og trekket rundt som består av Memory Foam og polyester. Polyester vil smelte ved høy varme, men fordi vi ikke har anskaffet oss nok kunnskap om Memory Foam, så vi vet ikke om denne vil brenne.

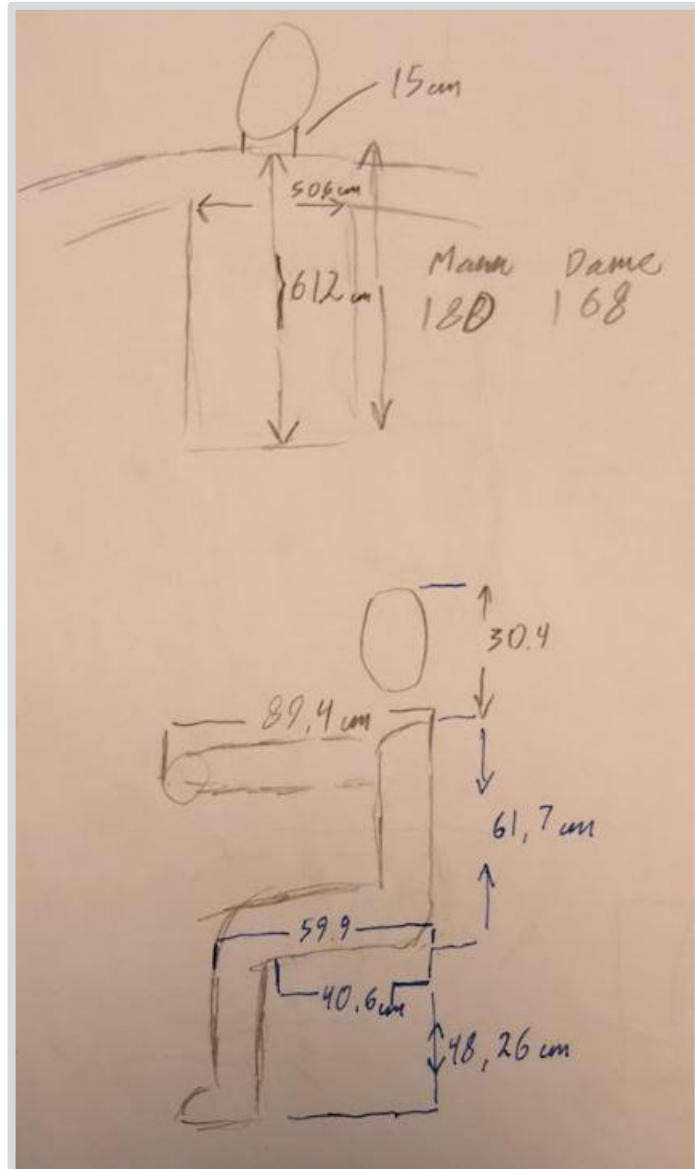


Figur 70: Resultat kravspesifikasjon - flammeresistent

#### 4.3.5. Ergonomi

Har vi ivaretatt ergonomien til ledsageren godt nok gjennom prosessen? Som vi har nevnt under kapittelet om ergonomi under teori, så er opphavet til muskel- og skjelettplager innenfor redningsarbeid manuelt arbeid og helkroppsvibrasjoner. Vi har sett en del på kategorien statisk antropometri, da vi har hovedfokus på stolen, der ledsager tenkt sett bare skal sitte under hvile, men det er klart at han/hun vil være under dynamisk antropometri ved behandling av pasient. Så det blir en slags kombinasjon av disse under et typisk redningsarbeid, noe som gjør det vanskelig å skille de helt.

Vi skal i hovedsak kun fokusere på den statiske kategorien på grunn av at stolen er ment som en hvileplass. Da har vi målt opp seteplaten til å være dyp nok for å unngå klem på pulsårer som kan resultere i nedsatt blodtilførsel, som igjen kan bli ubehagelig når denne blokkeringen oppløses igjen (såkalt prikking/maur). Rammeverket er tenkt å gå på utsiden av ledsager for å unngå ubehagelige kanter på ryggen eller nakken. Sidestøttene er installert med fjæring som skal gi en behagelig støtte for ledsager, og som en ekstra sikkerhet hvis det skulle skje en kraftøkning til siden som gjør at ledsager trenger støtten. Dette er også for å unngå belastningsskade hvis ledsager kommer i ubalanse og må ta imot sin egen kroppsvekt, noe som på et øyeblikk kan føre til feilbelastning. Støttene bør være i statisk tilstand for

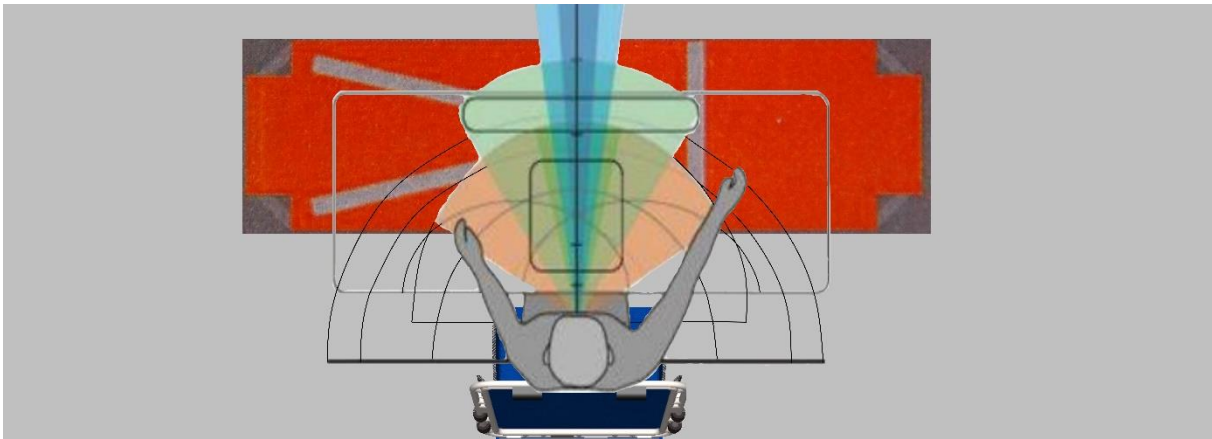


Figur 71: Resultat ergonomi – mennesket målsatt i cm, som grunnlag for vårt konsept

at de ikke skal klemme ledsageren på midjen, for dette kan skape friksjon på kroppen som kan resultere i tretthets skader. Vippefunksjonen på ryggen er ment som et ekstrautstyr for å forhindre at ledsager må ta av seg setebeltene under flyvning for å rekke frem til pasienten ved behandling. Den vil gå ut på maks 20° og deretter vil setebelte følge ledsageren videre mot pasient til eventuelt maks lengde. Da vil ikke ryggdelen ligge på ledsagers rygg. Dette for å unngå eventuell irritasjon ved at platen ligger og presser på ryggen som kan føles klaustrofobisk eller plagsomt. For styringen side til side er dette gunstig for å unngå belastningsskader eller feilbelastning, da denne er noe tung å justere fra tid til annen.

Høyden måtte være som standarden er i dag på grunn av plassmangel under taket. Det kan resultere i gnaging på seteknokene ved for lenge stillesitting. Vi har vridd stolen mot

pasienten for å unngå belastningsskader ved feil sittestilling, da vi under observasjon har sett at mange sitter på skrå i stolen under behandling. Som nevnt tidligere så er det trangt mellom stolen og båren, og for å rotere stolen mot pasient måtte vi løfte beina over båren for å få plass. Da vil det være kjekt med heve- og senkefunksjonen på båren for å skape beinplass og bedre sittestilling i forhold til arbeidsflate. Se på bildet for optimal lengde for rekkevidde på arbeidsflate. Her har vi lent ledsageren frem for å illustrere hvor langt han/hun kan rekke ved å bøye seg frem (se figur 73).

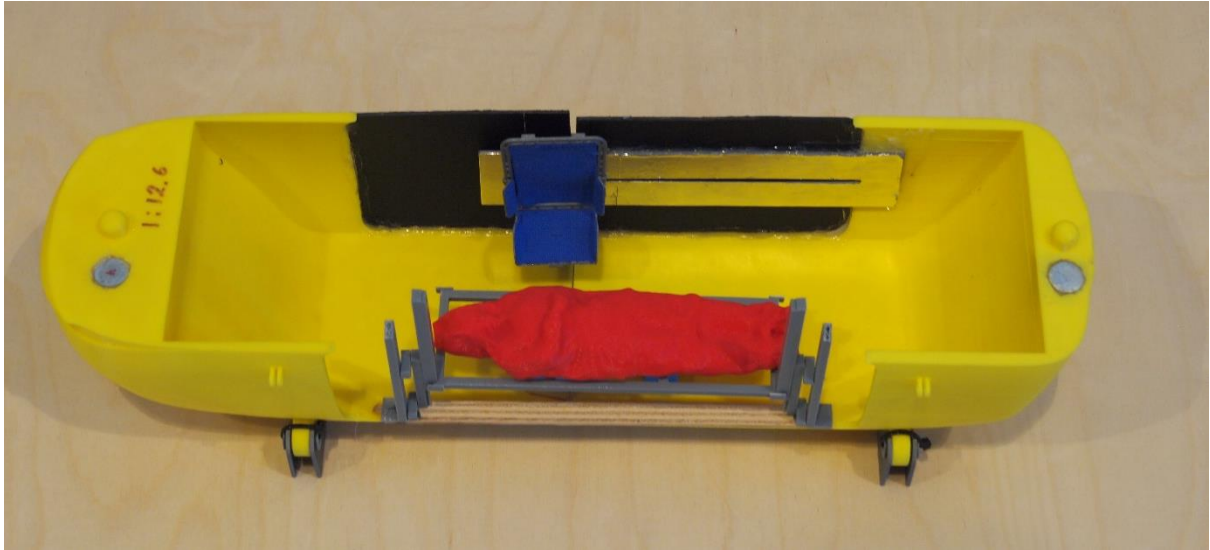


*Figur 72: Bevegelsesmønsteret i ambulansedronen. Gjengitt med tillatelse fra Lasse Thomasgård, produktutvikler - Stiftelsen Norsk Luftambulansse.*

For å forhindre at ledsager får yrkesskader på grunn av helkroppsvibrasjon (se kap. 2.4.) så er seteplaten dekket med Memory Foam som nevnt litt lenger opp i resultatet. Den vil ikke dempe for all vibrasjon hvis vi tenker at dronen har samme vibrasjonsstyrke som et helikopter. Ryggen som er dekket med mesh av polyester skal også ha en vibrasjonsdempende effekt.

#### **4.3.6. Bevegelsesmønster**

Stolens endrede plassering, vil sørge for at ledsageren vil sitte med ansiktet rettet mot pasienten. I tillegg kan ledsageren ved hjelp av skinnesystemet, flytte setet der det måtte passe best, med tanke på behandling av pasienten. Det er fortsatt trangt mellom båren og ledsagerstolen, men det er ønskelig at båren skal kunne heves ca. 30-40 cm, noe som igjen vil gi økt plass til ledsagerens bein.



*Figur 73: Resultat bevegelsesmønster - mock-up i skala 1:12,6*

Vi har også tatt med i beregningen, (som vi ikke har fått med i designet) å lage en klappstol som kan frigjøre mer gulvplass slik at ledsager kan gå i en rett linje til evt. utstyr som er lagret i enden av dronen (altså; venstre side for ledsager, og i bein enden for pasient). Vi har ikke bestemt om setet skal bestå av en funksjon med fjæring, slik at den går opp av seg selv (slik man ser i kinosaler) eller om den skal løftes manuelt for så å gå i lås når den kommer opp i riktig stilling. I oppstående stilling, kan det være greit å ha en enkel løsning på å ta av låsen for å brette ut stolen igjen. Når det gjelder dette konseptet, er ingenting fastsatt.

# 5. Diskusjon og analyse

Under dette kapittelet vil vi legge frem en kombinasjon av både diskusjonen og analysen, fordelt på omtrent lik måte som under resultat, systematisk, for å skape et godt overblikk for leseren. Først analyserer vi det endelige konseptet og det som hører med, som; farger, det tekniske og alle kravspesifikasjonene. Deretter analyseres samarbeidet vi har hatt sammen og med de som har hjulpet oss gjennom prosessen. Vi vil også gi en kort presentasjon av de forkastede ideene. Helt til slutt blir det oppsummert hva prosessen har gitt oss i form av kunnskap og erfaringer.

## 5.1. Designforslaget

### 5.1.1. Tekniske

#### Mål innsiden drone

Siden det er plass- og høydebegrensninger i dronen har det ikke vært mulig å overføre alle målene fra tidligere mål av stolen i helikopteret til vår ledsagerstol. I dronen er det ikke mer enn 60 cm tilgjengelig i bredden for stolen, da båren også krever sin plass. Egentlig burde bredden på dronen vært utvidet fra 120 til 150 cm, da det etter observasjon ble erfart at det på 120 cm ble noe trangt.

#### Ryggramme

Årsaken til at vi har valgt å benytte runde rør, er fordi de er en av de sterkeste naturformene, fordi de ikke består av noen skarpe hjørner. Denne er også hul fordi det hjelper på vekten, i stedet for å ha tett masse som vil resultere i tyngre vekt. Valget av titan på seteryggens ramme ble gjort på det grunnlaget av at aluminium ble for svakt, mens stål ble for tungt siden kravspesifikasjonene sier at stolen skal være så lettvektig som mulig. Derfor gikk vi for titan fordi denne har samme styrken som stål og har en tetthetsgrad på 4,5 g/cm<sup>3</sup>. (se kap. 2.5.1.). Valgt produksjonsmetode ble basert på det vi tidligere har lært fra emnet Produksjonsmetode. Varmtrekking er anbefalt fordi den gir et sømløst rør som eliminerer svakpunkter og er gunstig med tanke på bøyning som skal skje i neste steg. Spesielt fordi dette er små rør som har lett for å sprekke.

Vippefunksjonen på ryggen er et av hovedfokuset vi har hatt gjennom prosessen av bacheloroppgaven fordi vi har tenkt en del på ergonomi og rekkevidde for ledsager. Sikkerhet er også en stor del av grunnlaget for det valgte konseptet, da dette vil sikre at ledsager har setebeltet på seg under hele flyvningen selv om han/hun må betjene pasienten. Vi valgte å gå for 20° som maks lengde etter en del testing i UU-laben (se kap. 3.2.3.4. for lab-øvelse), fordi vi tenker at ryggen vil være til en plage hvis den skal følge ledsager helt ut og legge press på ryggen hele veien. Derfor ble en begrensning på 20° satt. Setebeltene vil også utløse seg slik at ledsager kan nå helt over pasienten som vist under kapittelet om bevegelsesmønstre (se kap. 4.3.6.) og t under kapittelet om setebelte under resultat (kap. 4.2.6.).

Valget av stofftrekket er på grunnlag av at denne delen av stolen ikke har så stor belastning slik som seteplaten har. Derfor valgte vi å gå for et stoff som er så lett som mulig og gir luftgjennomstrømning. Vi diskuterte mye om vi skulle gå for en løsning med borrelås- eller glidelåsfeste for å gjøre rengjøringen enkel ved å ta av trekket kjapt. Vi valgte glidelås fordi dette gir et mer jevnt trykk på hele ryggflaten når ledsager legger sin vekt på ryggen. Den er sydd fast på lastestroppen fordi den skal eliminere de fleste svakpunktene som vil oppstå hvis polyesteret kun er sydd fast i seg selv og direkte på glidelåsremsen.

Grunnen til at vi gikk vekk fra borrelås konseptet er fordi denne vil gi en ujevn støtte hvis vi bare skal gå for fire fester (to oppe ved siden av setebeltet, nærmest hjørnene, og to nederst på langsiden). Vi tenker også at hvis vi skal jevne ut støtten ved å feste på flere borrelåser så blir det mer jobb å ta de av. Dette fordi vi ikke kan ha to langsgående borrelåser, som man bare kan dra av i en omgang, på grunn av rørene som går på tvers mellom de indre og ytre rammerørene på ryggrammen.

### **Seteplaten**

Karbonfiber på seteplaten er foretrukket fordi den har lett vekt og er sterk som klarer å bære tunge vekter. Problemet med resinet som brukes for å binde karbonfiber er at denne vil «forsvinne/brenne opp» hvis det skulle ta fyr, men fibret vil fortsatt være intakt, og gå tilbake til sin opprinnelige form (duk). Den vil ikke være brannfarlig i den forstand, så hvis det skulle ta fyr inne i dronen så vil nok ikke ledsageren sitte i den stolen så lenge som det tar for seteplaten å ta fyr. Med andre ord; når det tar fyr inne i dronen, vil ikke stolen være det første som tar fyr. Valget på vakuumbagging baserer seg på at den gir lite svinn og kan støpe mange



kompliserte former, slik at den formen som vi har på platen skal klare å få en 100% nøyaktig utforming. Den får også en fin overflatefinish hvis man velger riktig type topplag.

Støtteplatene på setet er satt til 10 cm fordi det ikke er nødvendig at denne høyden overskrider størrelsen på låret, da den vil få samme støtte om den dekker  $\frac{3}{4}$  av låret til ledsager.

Tykkelsen på platen er heller ikke nødvendig å øke, mener vi, fordi valgt materiale er sterkt nok.

Memory Foamen er ment som en demper for ledsager hvis en nødlanding skjer. Da bør den også være slitesterk for å gi optimal støtdemping og hjelpe med blodsirkulasjon der det vil være utsatt for nedsatt sirkulasjon, som igjen vil føre til sår (dette er observert, av en av gruppemedlemmene, på bo- og behandlingssenter, hvor brukere som har lav mobilitet, danner liggesår).

Når det kommer til vasking så har vi valgt å gå for borrelåsfunksjon og polyestertrekk, slik man ser på mange regnjakker i dag. Dette fordi det er slitesterk og vannavstøtende og kan fungere i vaskemaskinen. Valgt skum som demping er ikke like gunstig å vaske, derfor er dette trukket med ekstra polyester som skal forhindre at den bli våt og slitt. Egenskapene til polyester er beskrevet under teori kap. 2.5.3. som gir grunnlag for valget.

## **Sidestøtter**

Plasseringen av sidestøttene på nedre del av overkroppen, kommer av at de skal støtte overkroppen under større kraftpåvirkninger. Valgt plassering på disse er også gjort med tanke på å unngå at de skal komme i veien ved behandling av pasient.

Det som vi muligens har bommet litt på med tanke på plassering, og som vi ikke fikk testet ut, er at albuen er utsatt for å komme borti putene som kan resultere i "kjærring-støt"/ubehag. Her kunne vi utformet putene på en litt annerledes måte, hvis vi hadde sett dette tidligere.

Vi ønsker at det skal være fjæring på støttene slik at de kan forme seg etter enhver person uavhengig av type kroppsfasong. Det er litt usikkert om dette konseptet vil være gunstig da vi ikke fikk testet dette heller. Vi ser for oss at hvis det er en for bred person som skal sitte her så vil det være for stram fjæring som vil resultere i ubehag. Da hadde det optimale vært å ha en automatisk innstilling slik at den står konstant etter ledsagers ønske. Ulempen her er at vekten vil øke på grunn av motorer som følger med denne funksjonen.

Grunnen for valgt produksjonsmetode er den samme som beskrevet for seteplaten.

### **Polstringen**

Her har vi gått for valget av Memory Foam, nettopp for å unngå redusert blodsirkulasjon.

Denne er spesiallaget for å forme seg etter kroppen som er gunstig for komforten.

Plasseringen er tenkt på de typiske plassene hvor man kan få nedsatt blodsirkulasjon; setet (sitteplata), hoftene og opp til ribbeina på siden (sidedøttene på seteryggen), siden på låret (sidedøttene på seteplata).

### **Støtteramme**

Støtten under seteplaten er avgjørende når det kommer til styrken på stolen. Uten denne så vil seteplaten på stolen gi etter ved en kraftig nødlanding eller ulykke. Det er et av kravene at stolen må tåle 9G kraft, og følge EASA-reglene. Det er også for sikkerhet til både ledsager og pasient, da det kan bli ganske turbulent inne i dronen hvis det skulle styrte. Hvis det er løse deler som seteplate som flyr rundt inne i rommet så vil dette gjøre store skader på både folk og ting. Valg av metode og produksjonsmetode er beskrevet under seteplate.

### **Setebelte**

Årsaken til at vi ønsker å benytte 5-punkts belte, kommer av at plattformen som dagens stol står på, blir flyttet på veggen. Vår stol blir dermed festet til denne plattformen ved hjelp av platen som er på veggen. Dette medfører at det blir mindre støtte under selve seteplaten, da dette tidligere var støttet av plattformen. Ved bruk av 5-punkts belter vil vi da kunne redusere faren for at ledsager skulle skli ut av setet, om det skulle oppstå turbulens. I tillegg får ledsageren muligheten til å benytte plassen under seteplaten til benplass, for eksempel under behandling av pasient. Det som kan være problemet med bruk av 4-punkts setebelte i dag, er at ledsageren ofte benytter seg av kun to av beltene (de to nederste, ved hoftene), under behandling av pasient. Dette er et brudd på sikkerhetsreglene, men det er likevel en nødvendighet for optimal rekkevidde. 5-punkts belte vil dermed sikre at personen alltid har på seg sikkerhetsbeltet under flyvning. Vi har ikke designet en ny type konsept med setebelter, da vi tenker å bruke det som allerede eksisterer og som har bevist at de er sikre nok til bruk i flyindustrien.

## **Setebeltesamler**

Valget på bredden oppe ved nakken på 20 cm er på bakgrunn av at man skal unngå nakkeskader på ledsageren. En setebeltesamler tar opp mye mindre plass i forhold til en mekanisk løsning på strammingen. Den gir også bedre komfort, flere justeringsmuligheter og er enklere i bruk enn om man skulle ha strammet setebeltet manuelt selv.

## **Skinnesystem**

I dag flyttes ledsagerstolen ved hjelp av skinnesystem som er festet i gulvet i helikopteret. Dette har tydelig vist seg å være en ulempe, da det legger seg sand og grus i disse sporene, noe som gjør at stolen kan bli vanskeligere å forflytte. Dette har vi selv funnet ut ved testing av ledsagerstol i helikopteret. Dermed fant vi ut at det beste var å forflytte skinnesystemet på veggen. Dette vil forhindre at det legger seg sand og grus i sporene, og forskyvningen vil skli lettere langs pasienten på båren. Da vi var på workshop hos SNL, var det et ønske om heve- og senkefunksjon på båren, dette fordi båren i dag ligger på gulvet, noe som er veldig lite ergonomisk og som over tid vil gi slitasjeskader hos de ansatte.

## **Motor for seteflytting**

Tanken bak konseptet for forflytning av stolen er at denne skal gi en ekstra sikkerhet for at stolen ikke skal løsne/forflytte seg selv hvis det skulle oppstå en nødlanding. Ved hjelp av gjengestaget som stolen er festet på, så vil stolen forhåpentligvis tåle 9G, men dette er ikke testet. Motor skal kun fungere som et hjelpemiddel slik at ledsageren enklere kan forflytte stolen ved behov. Med dette ønsker vi å senke antall belastningsskader, som det ellers er mye av i helsetjenesten (Heir og Sørhøy, 2017).

## **Låsetapp**

Et av kravspesifikasjonene beskrev at stolen må tåle 9G og følge EASAs reglement som gikk ut på blant annet dette med styrke. Låsetappene er da installert for å oppfylle disse kravene. Dette er hentet fra det opprinnelige skinnesystemet, men vi har her valgt å ta dette bort fra resultat da det ikke vil være nødvendig når vi benytter motor og gjengestag for forflytning av setet.

## 5.1.2. Farger

Vi endte opp med å velge grønn som farge på vår ledsager stol. Dette fordi denne fargen ofte forbindes med at man er i trygge hender, noe som kan roe ned pasienten (Valberg, 2009).

Operasjonsrom på sykehus består vanligvis av fargen blå eller grønn, noe som kommer av at disse fargene setter fokus på det som er rødt. I et operasjonstilfelle vil dermed blod og organer bli mer synlige. Årsaken til dette kan forklares ved fysiologi av det menneskelige øyet, særlig netthinnen (retina), som består av fotoreseptorceller kjent som staver og tapper. Stavene blir stimulert av svak belysning, mens tappene kjører derimot “på full gass” i normal lysstyrke. Mennesker er utstyrt med tre typer tapper, hvor alle har ulike nivåer av følsomhet overfor fargen: rød, grønn og blå. De rød-sensitive tappene er i flertall, etterfulgt av grønn-sensitiv og tilslutt blå-sensitiv. Den røde fargen fanger dermed opp kirurgens oppmerksomhet lettere enn andre farger, noe som er begrunnelsen for at blå og grønn gjerne er den dominerende fargen på et operasjonsrom (Khosrow-Pour, 2018, s. 864). Basert på denne teorien, kunne vi både valgt grønn og blå som farge på vår ledsagerstol. Likevel ønsker vi å gå for grønn, da dagens ledsagerstol består av en mørk blå farge, som igjen kan virke sørgmodig.

Følgende farger ble vurdert på vår ledsagerstol:

Grønn: er kjent for å være en rolig og avslappende farge. Grønn symboliserer gjerne nytt liv, begynnelse, vekst og vitalitet. Fordi fargen gir en beroligende effekt, blir den mye brukt på sykehus (Valberg, 2009).

Blå: I helikopteret i dag benyttes det en mørk blå farge på stolene, noe som også ga oss grunnlag til å vurdere dette som fargevalg på vår ledsagerstol. Blå kan symbolisere ro, men kan også være mystisk og sørgmodig om fargen blir for mørk (Valberg, 2009).

Svart: Denne fargen ble vurdert fordi det er en nøytral farge som mange mennesker ofte benytter i hverdagen, eksempelvis: klær og møbler. Fargen symboliserer styrke, respekt, autoritet og absorpsjon av energi (Valberg, 2009).

### **5.1.3. Kravspesifikasjon**

#### **Vekt**

Vi kom frem til en totalvekt på 12,1 kg, pluss vekten på skinnene som skal opp på veggen. Vi føler vi har kommet i mål med å skape en så lettvektig ledsagerstol som mulig, da den er noe lettere enn dagens stol, som er ca. 19,5 kg. På grunn av mangel på testing av de forskjellige materialene som vi har valgt til ledsagerstolen, så får vi ikke gitt et realistisk nok tall, men vi har valgt materialer med svært lette vekter som skal tåle ganske mye. Disse som et forslag.

#### **Styrke og reglement**

Det var her vi valgte å endre på problemstillingen vår, fra å produktutvikle ledsagerstol til å komme med et designforslag. Dette fordi vi innså at temaet om at stolen skulle tåle 9G, gjorde det vanskelig med tanke på testing og dårlig tid. Valget for å gå for et 5-punkts setebelte har vi analysert lengre opp under setebelte.

Vi er for tidlig i prosessen til å kunne beskrive alle spesifikasjoner, og vi vil dermed ikke kunne garantere at den tåler 9G i alle retninger. Vi har også forsøkt å følge opp EASA reglementet.

#### **Rengjøring**

Tanken bak valget av polyester kommer fra observasjoner av regnjakker og deres egenskaper med å bli vasket og motstå vannsøl. Dette føler vi kommer før punktet om flammeresistent da hygiene er en svært viktig faktor innenfor helsesektoren. Da gjør det ikke noe at stoffet smelter ved brann, så lenge den ikke går opp i flammer. Alt av utstyr innenfor helsesektoren blir stort sett, vasket over med sprit. Da krever det at materialet tåler kjemikalier. Vi fikk litt dårlig tid på slutten av rapportskrivningen og glemte oss litt bort under prosessen om temaet rengjøring, som en viktig faktor.

#### **Flammeresistent**

Under punktet flammeresistent har vi tenkt å bruke metaller og kompositter fordi dette har bevist seg å være noe flammeresistente. Ikke totalt resistent, men de har iallfall ikke skyld i å skape mere flammer enn nødvendig. Polstringen er laget av polyester som da ikke er flammeresistent, men smelter når den kommer i kontakt med for høy varme. Vi føler at dette

ikke er en av de viktigste, kritiske faktorene, da man under en brann gjerne vil komme seg raskest mulig ut av dronen. I tillegg er det sannsynlig at brann oppstår svært sjeldent.

## **Ergonomi**

Under møte med Torkildsby, ble det nevnt at det mest ergonomiske sete er det setet som er så ubehagelig at du må forandre sittestillingen hele tiden. Da har man ikke den statiske sittestillingen som skaper uheldige belastninger. Det er vanskelig å vite enda, om dronen har samme vibrasjonsstyrke som et helikopter, men vi har tatt det med i vurderingen av putevalget på setet.

## **Bevegelsesmønster**

Det nye konseptet vil gjøre det enklere for ledsageren å bevege seg i forhold til pasienten. Har pasienten for eksempel skadet en fot, kan ledsageren flytte setet ned til pasientens bein lett ved å bare trykke på en knapp, i motsetning til dagens ledsagerstol. Der må man bruke kraft for å flytte stolen frem på skinnene som er på gulvet.

Heve- og senkemekanismen på båren er ikke vårt konsept, men et konsept fra Thingbø og Awan som jobber med et annet emne. Vi har jobbet noe sammen for at vi skal kunne lage disse to hovedkomponentene til dronen, og for at de skal kunne passe sammen så godt som mulig. Dette er noe vi føler vi har kommet i mål med.

## **5.2. Samarbeidet**

I utgangspunktet hadde vi bestemt oss for en annen oppgave enn hva vi endte opp med. Gruppen hadde egentlig blitt enige om at vi skulle gå for oppgaven som omhandlet “terskeleliminator” som var en oppgave gjennom Topro. Vi forsøkte lenge å få kontakt med riktig person som hadde noe med denne oppgaven å gjøre, men dette viste seg å være en større utfordring enn vi først hadde antatt. Vi fikk endelig kontakt med dem, og vi var ganske sikre på at oppgaven nå var gitt til oss, og at vi endelig skulle få et første møte med dem. Vi tok igjen kontakt med Topro i forbindelse med et møte, men da fikk vi vite at oppgaven var gitt til noen andre, ved et uhell. De hadde fått besøk av en annen gruppe studenter i mellomtiden, og de trodde at dette var oss. Dermed hadde de gitt oppgaven til den andre studentgruppen ved en feil. Dette medførte at vi måtte starte på nytt, og finne en annen oppgave vi kunne jobbe med.

I slutten av januar fant vi en annen oppgave, og det ble da bestemt at vi skulle arbeide med oppgaven som omhandlet “ambulansedronen”. Denne oppgaven var ganske åpen, da vi fritt kunne bestemme hva med ambulansedronen vi ønsket å arbeide med. Videre ble det utarbeidet en prosjektplan for videre framdrift, og denne ble levert i slutten av januar. Temaet som omhandlet ambulansedronen føltes i starten veldig overveldende, da et fåtall av oss hadde kunnskap om dette temaet fra før. Det ble dermed brukt en god del tid på research og informasjonsinnhenting ved hjelp av blant annet møter og besøk.

### **Hvor sikre er resultatene egentlig?**

Gjennom prosessen har vi vært på mange besøk og møter for å innhente mest mulig informasjon, se kap. 3. om metoder. All relevant informasjon som vi har mottatt gjennom disse møtene og besøkene, har vi tatt med oss videre i prosessen som har ført oss til det resultatet som vi har kommet frem til. Vi har gjort vårt beste for å dekke kravene i forhold til vekt, brannsikkerhet og G-krefter. Det har også vært en del kommunikasjon med gruppen som arbeider med bæreinnlastingen i forbindelse med Læring i Bedrift. Dette for at våre konsepter i så stor utstrekning som mulig skal passe sammen som en helhet, slik at konseptene forhåpentligvis kan realiseres når produksjonen av dronen settes i gang. Resultatene som vi har kommet frem til stemmer godt overens med den informasjonen vi har innhentet, men det er viktig å legge til grunn at produksjonen av dronen enda ikke er satt i verk. Det kan derfor forekomme endringer både før produksjonen settes i verk, underveis eller etter, noe som gjør at våre resultater kanskje vil avvike noe fra hvordan virkeligheten blir.

### **Utfordringer**

I prosessen har vi også støtt på en del utfordringer som det er verdt å nevne.

- Vi hadde blant annet en periode hvor vi satte oss fast i et spor som det var vanskelig å komme seg ut av. Dette kommer av at vi tenkte alt for mye i dybden, på ting vi ikke er eksperter på. Dette var blant annet materialvalg, og at vi skulle finne den eksakte legeringen til ulike komponenter på stolen. Dette ble et problem da det finnes alt for mange forskjellige legeringer. Tilslutt innså vi at dette blir en jobb for en som har dybdekunnskap i bestemte typer materialer. Her gikk det dessverre med mye verdifull tid på feil plass, som vi kanskje burde benyttet på andre plasser.



- I visse tilfeller var det vanskelig å kun fokusere på problemstillingen, da det var lett å skli over i andre temaer.
- Designprosessen var en prosess som tok lang tid på grunn av manglende ideer, noe som førte til stress innad i gruppen. I utgangspunktet hadde vi kommet frem til et konsept, men vi følte selv at dette konseptet ble for lite innovativt og kjedelig. Vår Jøsendal tipset oss derfor om å ta kontakt med produktutvikler, for SNL, Thomasgård. Vi reiste til Oslo den 4. april, for et møte med Thomasgård, og etter dette møtet kom vi frem til et helt nytt konsept, som vi ønsket å gå videre med. Dermed hadde vi enda kortere tid på designprosessen, og gruppe medlemmene kjente sterkt på tidspresset dette førte med seg.
- Det har også vært en del diskusjoner og uenigheter innad i gruppen når det gjelder valg av konsept. Etter besøket hos produktutvikler Thomasgård, utviklet vi ulike konsepter som hvor vi skulle bestemme oss for å gå videre med. Det ble et valg mellom to konsepter.  
 Konsept 1: med klappstol funksjon  
 Konsept 2: med en rygg som følger brukerens bevegelser (frem og tilbake).  
 Her ble gruppen svært uenige om valget, og vi klarte dermed ikke å bestemme oss for hvilket konsept vi skulle gå for. Det ble dermed tatt kontakt med Thomasgård igjen, for få hans synspunkter på de ulike konseptene. Valget ble dermed enklere og vi gikk for konsept 2.
- I tillegg kan det også nevnes at det har vært sykdom innad i gruppen, noe som har påvirket gruppen samlet sett, da gruppen bare består av tre personer.

### **Tematikk vi har valgt å se bort ifra.**

Ved møte med Derawi, fikk vi tydelig beskjed om at vi ikke trenger å tenke på kostnader ved produksjonen av ledsagerstolen. Her var det bare å komme frem til et konsept, uten å tenke på det økonomiske. Vi har dermed ikke tatt for oss økonomi med tanke på budsjett og hva det vil koste å produsere vårt konsept. Vi har også utelatt ledelse og markedsføring i denne oppgaven, da vi i hovedsak har fokusert på å komme frem til et innovativt og funksjonelt konsept. I denne oppgaven har vi heller fokusert på å ta i bruk det vi har lært i emner som

materiallære, produksjonsmetoder, design- og produktutvikling og ikke minst Dataassistert Design.

### **Vi måtte forenkle og forutsette**

Vi måtte forenkle utviklingen med tanke på å ta i bruk vesentlige deler som allerede finnes fra før. Dette er blant annet plattformen som skal festes til stolen, setebeltene og skinnene som stolen skal festes på. Dermed har vi kun hatt fokus på stolen.

### **Vi gikk ikke videre med følgende alternativer**

Det ble nevnt tidligere at vi forkastet det første konseptet, da vi etter besøket hos produktutvikler Thomasgård, kom på et helt nytt konsept som vi ville arbeide videre med. Dette førte til et stort tidspress. Vi hadde et siste møte med Torkildsby den 26. april, hvor vi presenterte det nye konseptet. Hun kom også med forslag om å utvikle stolen som en klappstol, for å skape mer plass. Her fortalte vi henne at klappstol var en av konseptene vi hadde et ønske om å gå videre med, men at vi var svært uenige, noe som medførte at valget ble basert på innspill fra produktutvikleren Thomasgård. Vi gikk dermed ikke videre med klappstol-konseptet. Egentlig hadde det beste vært om vi hadde kombinert begge konseptene, men her hadde vi problemer innad i gruppen ved at vi havnet i et negativt spor, hvor vi ikke klarte å se løsninger. Dette dannet grunnlaget for at vi valgte det ene konseptet fremfor det andre.

### **Hvordan antar vi at andre valg hadde påvirket resultatet?**

Vi mottok svært god veiledning fra produktutvikler Thomasgård, som gjorde at vi endte opp med et helt annet konsept enn hva vi hadde sett for oss. Torkildsby har også vært svært behjelpelig, i form av å komme med nyttige tips og konstruktive tilbakemeldinger. Hadde vi tatt kontakt med disse tidligere, kunne dette blant annet ha påvirket resultatet, ved at vi hadde kommet frem til konseptet tidligere. Vi kunne laget en mock-up i fullskala som vi fysisk kunne utprøvd og i tillegg gjort et forsøk ved å kombinere konsept 1 og 2, klappsete og bevegelig rygg.

I tillegg fikk vi dårlig med respons på spørreundersøkelsen som vi hadde utarbeidet tidlig i prosessen. Vi har vært aktive med å forsøke å nå ambulansarbeidere som jobber med pasient i helikopter, men dessverre er de ikke lett å komme i kontakt med. Dersom vi hadde fått svar

på spørreundersøkelsen kunne vi ført statistikk over dagens problematikk med ledsagerstolen. Hadde vi fått muligheten til å intervju en slik person, hadde det sannsynligvis kommet frem mye mer informasjon som hadde vært relevant for vår oppgave. Dette hadde gitt oss muligheten til å gå mer i dybden på deres erfaringer og ikke minst problematikk i hverdagen, med tanke på hvordan det er i dag.

### **Er det forhold som burde vært undersøkt nærmere?**

Forhold som burde vært undersøkt nærmere er klappstolen. Hadde vi hatt bedre tid er dette noe vi hadde fortsatt videre med.

Spørreundersøkelsen kunne gitt oss mer svar på hva som er det største problemet for de som jobber som ledsager i luftambulansen. Forsøkte også å få et intervju, med noen som arbeider med dette, noe som ikke var lett å få til. Ved hjelp av et intervju kunne vi også ha fått mer informasjon om bevegelsesmønsteret og det ergonomiske.

## **5.3. Forkastede ideer**

Vi har sett på mulighet for å rotere stolen, men det var noen begrensninger på hvor langt ryggen kunne vippe bakover, som vi måtte ta hensyn til. Dette medførte at vi måtte droppe vippefunksjon for å lene ryggen bakover, slik vi først hadde planlagt. Vi har derimot funksjonen der stolryggen følger ledsageren  $20^\circ$ , når ledsageren strekker seg fremover mot pasienten.

Låsetappene på skinnesystemet gikk vi bort ifra fordi skinnesystemet har fått en funksjon med et gjengestag som skal forflytte stolen til sidene. Denne vil fungere som en lås på stolen og vil ikke bevege seg med mindre ledsager trykker på knappen som starter motoren for gjengestaget. Da er det rett og slett ingen poeng i å ha ekstra låsetapper.

Borrelås på seteryggen ble vurdert opp mot glidelåser på den mesh-utformede polstringen. Grunnen til at denne ble forkastet er fordi glidelåsen vil gi en mer jevn støtte for polyestere og den er enklere å ta av enn borrelås, da vi er nødt for å installere minst fire borrelåser på ryggen. Den vil også gi en ujevn belastning på ryggstoffet som vil føre til mer slitasje på materialet på bestemte punkter. Dette kan unngås ved en jevn belastning over hele ryggen.

## 5.4. Hva har vi lært?

Fra da vi begynte med bacheloroppgaven til i dag så har vi lært gjennom erfaringer at ting sjeldent går etter planen. Designprosess er ofte en lang prosess, og det å komme frem til det endelige konseptet kan ta lengre tid enn hva man har planlagt. Blant annet under lab-øvelsen fikk vi erfare at det å visualisere ting som man har diskutert i plenum, kan oppfattes på en helt annen måte enn forventet. Konkret eksempel på dette er da vi gjennomførte lab-øvelsen om testing av mål. Vi fikk også mye lærdom under research prosessen, spesielt om materialer og produksjonsmetoder, ergonomi og antropometri. Under intervju og observasjon lærte vi også mye om luftambulansen og fikk sett nye ting som eksempelvis innsiden av et helikopter, noe som ingen av gruppemedlemmene har opplevd før. Testing av simulering av ambulans bilen var også en spennende erfaring å ta med videre.

Det å kunne arbeide i gruppe og ta eget ansvar for oppgaven har ført til at vi har vokst som mennesker, noe som er en fin ting å ta med videre i arbeidslivet. Noen av utfordringene vi har hatt gjennom samarbeidet har vært på bakgrunn av at vi er svært forskjellige mennesker med forskjellige personligheter som resulterer i ulike meninger. Det kan være utfordrende å arbeide på denne måten.

En av de største inntrykkene vi har fått individuelt gjennom denne oppgaven er; samarbeidet med andre fagfolk eksternt, hvordan få det tekniske til å fungere med stolkonseptet og at det er et krevende arbeid med en designprosess med tanke på å huske alle detaljer m.m.

## 6. Konklusjon

Gjennom dette prosjektet har vi jobbet med ledsagerstolen i dronen. Vi kom frem til en innovativ, funksjonell og lettvektig stol som er beregnet for den ledsager som skal betjene ambulansedronen. Dette konseptet eksisterer ikke per i dag, og vi har hatt stort fokus på det funksjonelle. Vi har også forsøkt å gjøre arbeidshverdagen til ledsageren enklere med tanke på behandling av pasient. Dette løste vi ved å lage en mer fleksibel arbeidsposisjon med mer frihet for bevegelse som samtidig skal øke sikkerheten for ledsager. Vi har tenkt igjennom materialer og produksjonsmetoder med tanke på å skape et mest mulig realistisk design, som samtidig skal ivareta kravspesifikasjonene.

Med dette håper vi at dette designforslaget blir tatt med videre i vurderingen for bruk i ambulansedronen. Designet er antagelig såpass fleksibelt at det også, med noen endringer, kan være mulig å flytte denne stolen, over til andre ambulanshelikoptre som benyttes i dag.



*Figur 74: Endelig resultat*

# Litteraturliste

Airbus S.A.S (2019) *H135 Versatility in high and hot environments*. Tilgjengelig fra: <https://www.airbus.com/helicopters/civil-helicopters/light-twin/h135.html> (Hentet: 28.02.2019).

Airbus S.A.S (2019) *We are Airbus - Our Portfolio and our people*. Tilgjengelig fra: <https://www.airbus.com/company/we-are-airbus.html> (Hentet: 01.03.2019)

Airbus S.A.S (2019) *H145 Serving all missions with one platform*. Tilgjengelig fra: <https://www.airbus.com/helicopters/civil-helicopters/light-twin/h145.html#aircraft> (Hentet: 04.03.2019).

Arbeidstilsynet (2018) *Tilsyn med ambulansetjenesten*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/nyheter/tilsyn-med-ambulansetjenesten/> (Hentet: 29.04.2019).

Arbeidstilsynet (2019) *Ergonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/pageAsPdf?showAsImage=true> (Hentet: 03.04.2019).

Arbeidstilsynet (2019) *Manuelt arbeid*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/manuelt-arbeid/pageAsPdf?showAsImage=true> (Hentet: 03.04.2019).

Arbeidstilsynet (2019) *Vibrasjoner*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/vibrasjoner/pageAsPdf?showAsImage=true> (Hentet: 03.04.2019).

Arbeidstilsynet (2019) *Arbeid ved dataskjerm*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/arbeid-ved-dataskjerm/pageAsPdf?showAsImage=true> (Hentet: 03.04.2019).

BAE Systems (2019) *Aircraft Seating and Survivability Systems*. Tilgjengelig fra: <https://www.baesystems.com/en-us/product/aircraft-seating-systems> (Hentet: 21.03.2019).

BAE Systems (2016 ) *Legacy Seating*. Tilgjengelig fra: <https://www.baesystems.com/en-us/download-en-us/20190408154511/1434577488059.pdf> (Hentet: 06.05.2019).

Brannbannen (2011) Skumisolering. Tilgjengelig fra: <http://www.brannmannen.no/diverse/skumisolering/> (Hentet: 01.05.2019)

Dalløkken, P.E. (2017) Leonardo eller Airbus skal levere nye politihelikoptre til Norge. *TU - Teknisk Ukeblad Media AS*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/leonardo-eller-airbus-skal-levere-nye-politihelikoptre-til-norge/387879> (Hentet: 04.03.2019).

Desjardins, S. (2006) Journal of the American Helicopter Society: *The Evolution of Energy Absorption Systems for Crashworthy Helicopter Seats*, 51(2), s. 9. doi: 10.4050/JAHS.51.150

EASA (2018) *Easy Access Rules for Small Rotorcraft (CS-27) (Initial issue)*. Tilgjengelig fra: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/CS-27%20Initial%20issue.pdf> (Hentet: 30.04.2019).

EASA (2019) *Regulations*. Tilgjengelig fra: <https://www.easa.europa.eu/regulations?fbclid=IwAR0gEx8NxZ9xMBsx7e57n8R2wCfuZ3RC6rtPQ5qB5Ci6HgOX3ncXsAM2hKE> (Hentet: 30.04.2019).

EHang (u.å.) *About EHang*. Tilgjengelig fra: <http://www.ehang.com/about/> (Hentet: 19.04.2019).

European Aviation Safety Agency (2017) *Certification Specifications for Standard Changes and Standard Repairs*. Tilgjengelig fra: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/CS-STAN%20-%20Issue%202.pdf> (Hentet: 09.04.2019).

Fibre Glast Developments Corp (2019) *What are prepregs?*. Tilgjengelig fra: [https://www.fibreglast.com/product/about-prepregs/Learning\\_Center](https://www.fibreglast.com/product/about-prepregs/Learning_Center) (Hentet: 10.04.2019).

Fischer (2019) *Comfortable Crashworthy Lightweight*. Tilgjengelig fra: <https://www.fischer-seats.com/> (Hentet: 21.03.2019).

Halvorsen, K. (2008) *Å forske på samfunnet - En innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 5.utg. Oslo: J.W. Cappelens Forlag as



Heir, W. og Sørhøy, M.S. (2017). *En helsefagarbeider må forebygge belastningsskader*.

Tilgjengelig fra:

<https://ndla.no/subjects/subject:4/topic:1:173278/topic:1:177330/resource:1:75525> (Hentet: 14.05.2019).

Helseth, L.E. (2009) *Ablative materialer*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/ablative\\_materialer](https://snl.no/ablative_materialer) (Hentet: 14.03.2019).

Helseth, L.E. (2018) *Karbonfiber*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/karbonfiber> (Hentet: 14.03.2019).

Helseth, L. E. (2018) Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kondensasjonspolymerisasjon> Hentet: 02.04.2019).

Helseth, L. E. (2009) *Polybutylentereftalat*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/polybutylentereftalat> (Hentet: 02.04.2019).

Helseth, L. E. (2018) *Polyester*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/polyester> (Hentet: 02.04.2019).

Helseth, L. E. (2019) *Polyetylentereftalat*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/polyetylentereftalat> (Hentet: 02.04.2019).

Helseth, L. E. (2019) *Polykarbonater*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/polykarbonater> (Hentet: 02.04.2019).

Helseth, L. E. (2018) *Resin*. Tilgjengelig fra: [www.snl.no/resin](http://www.snl.no/resin) (Hentet: 21.03.2019).

Hexcel (2019). *Commercial Aerospace*. Tilgjengelig fra:

<https://www.hexcel.com/Markets/Commercial-Aerospace/> (Hentet: 14.05.2019)

Hexcel (2019) *HexFlow Infusion Resin for Aerospace*. Tilgjengelig fra:

<https://www.hexcel.com/Products/Prepregs-and-Resins/HexFlow-Infusion-Resins-for-Aerospace> (Hentet: 14.05.2019).

Holck, P. (2018) *Antropometri*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/antropometri> (Hentet: 11.04.2019).

How To Make Everything (2015) *Cotton, How To Make Everything: Suit (2/10)*. Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=nqzC6a4FIxQ> (Hentet: 26.03.2019).

Högskolan i Skövde (u.å.) *Vad är antropometri?* Tilgjengelig fra: <http://www.antropometri.se/theory.php> (Hentet: 11.04.2019).

Högskolan i Skövde (u.å.) *Hur används antropometri?* Tilgjengelig fra: <http://www.antropometri.se/methods.php> (Hentet: 11.04.2019).

Innovative Composite Engineering (2015) *What is carbon fiber?*. Tilgjengelig fra: <http://www.innovativecomposite.com/what-is-carbon-fiber/> (Hentet: 27.03.2019).

Israel Aerospace Industries Ltd (2002) *Rotorcraft - Crashworthy Seats*. Tilgjengelig fra: [http://www.iai.co.il/2013/37109-47975-en/Business\\_Areas\\_Military\\_Helicopter\\_Military\\_Seats.aspx](http://www.iai.co.il/2013/37109-47975-en/Business_Areas_Military_Helicopter_Military_Seats.aspx) (Hentet: 21.03.2019).

Israel Aerospace Industries Ltd (u.å.) *Crashworthy Seating Systems*. Tilgjengelig fra: [http://www.iai.co.il/Sip\\_Storage//FILES/9/41889.pdf](http://www.iai.co.il/Sip_Storage//FILES/9/41889.pdf) (Hentet: 21.03.2019).

Khosrow-Pour, M. (2018) *Advanced Methodologies and Technologies in Network Architecture, Mobile Computing, and Data Analytics*. United States of America: IGI Global

Klepp, I.G. og Kjøpke, V. (2017) *Ull*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/ull> (Hentet: 07.03.2019).

Kjøpke, V. og Sunde, P. (2018) *Bomull*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/bomull> (Hentet: 26.03.2019).

Laurie156 (2011). *Be Linen Movie 2 - FR - UK Subtitle*. Tilgjengelig fra: <https://lindberglund.no/2018/05/09/flax-fiber/> (Hentet: 21.03.2019).

Leonardo Company (u.å.) *AW139 Simply no rivals*. Tilgjengelig fra: [https://www.leonardocompany.com/documents/63265270/69071306/body\\_BROCHURE\\_AW139\\_Rescue\\_Services.pdf](https://www.leonardocompany.com/documents/63265270/69071306/body_BROCHURE_AW139_Rescue_Services.pdf) (Hentet: 26.03.2019).

Leonardo Company (u.å.) *Emergency Medical Services*. Tilgjengelig fra: [https://www.leonardocompany.com/documents/63265270/69071306/body\\_BROCHURE\\_AW139EMS\\_Mk217.pdf](https://www.leonardocompany.com/documents/63265270/69071306/body_BROCHURE_AW139EMS_Mk217.pdf) (Hentet: 26.03.2019).

- Levy, F.E.S. (2018) *Ergonomi*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/ergonomi> (Hentet: 03.04.2019).
- Linder, M. (2019). *Henry Dreyfuss*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/Henry\\_Dreyfuss](https://snl.no/Henry_Dreyfuss) (Hentet: 03.04.2019).
- Modellflynytt (2019) *Nybegynnerstøping*. Tilgjengelig fra: [http://www.modellflynytt.no/forum/bygging-montering-og-konstruksjon/glassfiber-epoxy-støping-og-glassing/18945-nybegynnerstøping](http://www.modellflynytt.no/forum/bygging-montering-og-konstruksjon/glassfiber-epoxy-stoeping-og-glassing/18945-nybegynnerstoeping) (Hentet: 10.04.2019).
- Martin-Baker Aircraft Co (2019) *Passenger Seat*. Tilgjengelig fra: <http://martin-baker.com/products/passenger/> (Hentet: 21.03.2019).
- Nets4You (2018) Cargo Nets. Tilgjengelig fra: <https://www.nets4you.com/cargo-nets> (Hentet: 25.04.2019).
- Nordberg, H. (2018) *Reddet*. Utg. 1. Norge: Skriptor AS
- Norsk Hydro ASA (2019) *Fakta om aluminium*. Tilgjengelig fra: <https://www.hydro.com/no-NO/om-aluminium/fakta-om-aluminium/> (Hentet: 06.05.2019).
- Norsk Hydro ASA (2019) *Innovasjon i aluminium*. Tilgjengelig fra: <https://www.hydro.com/no-NO/om-aluminium/innovasjon-i-aluminium/> (Hentet: 06.05.2019).
- Norsk Hydro ASA (2019) *Aluminiumslegeringer*. Tilgjengelig fra: <https://www.hydro.com/no-NO/om-aluminium/fakta-om-aluminium/legeringer/> (Hentet: 06.05.2019).
- Norsk Komposittforbund (u.å.) *Om kompositter*. Tilgjengelig fra: <http://komposittforbundet.no/kompositter/> (Hentet: 19.03.2019).
- Pedersen, B. (2018) *Aluminium*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/aluminium#-Fremstillingsm%C3%A5te> (Hentet: 07.03.2019).
- Pedersen, B. (2019) *Titan*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/titan> (Hentet: 25.04.2019).

Redaksjonen (2019) *Avioniker*. Tilgjengelig fra:

<https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/avioniker> (Hentet: 26.03.2019).

Redaksjonen (2019) *Ambulansearbeider*. Tilgjengelig fra:

<https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/ambulansearbeider> (Hentet: 24.04.2019).

Rødsås, T. J. (2018) *Sveising*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/sveising> (Hentet: 29.04.2019).

Schroth (2019) *Model 1-10*. Tilgjengelig fra:

<https://www.schroth.com/en/segments/aviation/products/rotorcraft/details/show/model-1-10.html> (Hentet: 25.04.2019).

Schroth (2019) *Rotorcraft*. Tilgjengelig fra:

<https://www.schroth.com/en/segments/aviation/products/rotorcraft.html> (Hentet: 25.04.2019).

Stiftelsen Norsk Luftambulans (u.å.) *Om oss*. Tilgjengelig fra:

<https://norskluftambulans.no/om-oss/> (Hentet: 07.03.2019)

Stiftelsen Norsk Luftambulans (u.å.) *Organisering av luftambulansetjenesten*. Tilgjengelig fra: <https://norskluftambulans.no/organisering-av-luftambulansetjenesten-i-norge/> (Hentet: 07.03.2019).

Talbert, T. (2009) *Memory Foam*. Tilgjengelig fra:

[https://www.nasa.gov/offices/ipp/home/myth\\_foam.html](https://www.nasa.gov/offices/ipp/home/myth_foam.html) (Hentet: 01.05.2019).

Tandberg, E. og Jarslett, Y. (2019). *Drone*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/drone> (Hentet: 14.05.2019).

Thingbø, H., og Awan, M. (2019). *Innlastingssystem ambulansedrone*. Læring i Bedrift TEK 2071. (Samarbeid med studenter).

Valberg, A. (2009). *Fargenes verden*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Wikipedia (2019). *g-kraft*. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/G-kraft> (Hentet: 14.05.2019).

Øverseth, K.O. 2018. Antropometri og ergonomi. *SMF2271 Produktutvikling, form og konsept*. Tilgjengelig fra: <https://ntnu.blackboard.com/bbcswebdav/pid-242643-dt-content->

[rid-14375852\\_1/courses/194\\_SMF2271\\_1\\_2018\\_V\\_1/Ergonomi%20og%20antropometri.pdf](https://www.snl.no/rid-14375852_1/courses/194_SMF2271_1_2018_V_1/Ergonomi%20og%20antropometri.pdf)  
(Hentet: 03.04.2019).

Årtun, T. (2017) *Glassfiber*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/glassfiber> (Hentet: 19.03.2019).

# Vedlegg

## 1. Spørreundersøkelse

Ledsagerstol i helikopter

Dette spørreskjemaet skal benyttes som forskning i en bacheloroppgave ved NTNU Gjøvik. Dette gjelder et forskningsprosjekt der målet er å utvikle en ambulansedrone. Vi skal fokusere på å utforme en stol til ledsager (f.eks. ambulansepersonell) i denne ambulansedronen, med hensyn til ergonomi og brukertilpasning. Vi er ute etter en kvalitetssikring basert på brukeropplevelsen, ved hjelp av denne spørreundersøkelsen.

Vi blir takknemlig om du besvarer spørsmålene så utfyllende som mulig.

\*Må fylles ut

Øverst i skjemaet

1. Er du ambulansepersonell/ledsager som betjener pasient i helikopter? \*

*Markér bare én oval.*

Ja

Nei

Har observert eller deltatt som assistent

2. Hvordan opplever du ledsagerstolen i helikopteret når du behandler pasienten (ift. rekkevidde av nødvendig utstyr)? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

3. Et det medisinsk utstyr som kunne vært plassert mer i rekkevidde? \*

*Markér bare én oval.*

Ja

Nei

4. Hvilket utstyr kunne vært plassert mer i rekkevidde? \*

Merk av for alt som passer

Hjertestarter

Oksygen

Hjertemåler

Multimonitor

Medisinsk forbruksmateriell



Ingen

Andre:

5. Hvordan synes du det er med plass og bevegelighet under behandling av pasient? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

6. Hvordan er sittekomforten i stolen? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

7. Hvordan er seteinnstillingen på seteryggen? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

8. Hvordan er seteinnstillingen på nakkestøtten? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

9. Hvordan er seteinnstillingen med tanke på roteringsfunksjoner? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

10. Hvordan er seteinnstillingen med tanke på frem- og bakoverskyvning? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

11. Er setet lett å rengjøre? \*

*Markér bare én oval.*

Ja

Nei

12. Hva synes du om utseende på stolen? \*

*Markér bare én oval.*

Bra

Verken eller

Dårlig

13. Hva liker du ikke med det nåværende utseende (har du evt. forslag til forbedringer)?

Fri tekst

14. Hva er bra med stolen, slik den er utformet i dag?

Fri tekst

15. Oppsummering; er det andre ting som vi ikke har dekt her, som du mener vi burde ta med oss videre?

Fri tekst

## 2. Intervju

Intervjuskjemaet med Harald på NL

### 1. Hva er forskjellen på ambulanspersonell og lege/sykepleier?

Ambulanspersonell; fokusert på prehospitale teknikker.

Sykepleier; Har en kunnskap som er mer generell. (Ekstra utdanning, mer kompetanse i fly/helikopter, på akutt medisin  
Paramedic - akuttsykepleier.

Lege; Spesialisert seg på flere områder. (Legebil og helikopter) Bruker lege hvis det er fare for at pasienten dør før man ankommer sykehuset.

### 2. Hvordan synes dere det er med plass og bevegelighet i helikopteret, når pasient skal behandles?

Dårlig og trangt. Mye ting i veien som tak og bære. Meget dårlig bein plass, skaller hue i taket noen plasser, og med hjelm på hodet kan man lett få vond nakke da man sitter ganske krokete. Noen ting er nærme nok, mens andre ting er alt for lang unna. Umulig å nå med setebelte på. Kan bli problematisk å behandle pasient, med tanke på hvor pasienten er skadet (mtp. hode eller benskader), dette fordi det er så trangt, som gjør det vanskelig å bevege seg og dirigere seg rundt. Ukomfortabelt sittestilling over lengre tid, lite sete, ingen sidestøtte og lite funksjonelt nakkestøtte.

HJ: Trangt og dårlig lys. Medisinske veggen, der henger alt det medisinske utstyret. Noe på veggen (andre siden av pasienten, parallelt med pasient) og noe på veggen til piloten. Prøver å unngå å gjøre for mye i luften.

Radiostyrt fra drone til sentralbord. Mistet gps - flyr tilbake til det siste kjente sted.  
(Mohammad kan svare på dette; scanning  
Drone må ha følgende utstyr: radar, terrengskanning, radio, gps, laser-radar, radiofyr, infrarødt kamera, varmesøkende kamera, deternisk (nightvision),

### 3. Hvordan synes dere det er med plassering av nødvendig utstyr? Når dere tingene, som det haster med å bruke, kjapt? *Er det ergonomisk nok?*

Visse ting er lett tilgjengelig, mens andre ting er det vanskelig å nå. Medisinsk utstyr som hjertestarter, (monitor?). Kommunikasjon med piloter og diverse, var plassert på en tåpelig plass og ugunstig betjening.

### 4. Hvordan i all verden skal vi få tak i ungen, hvis noen føder i helikopteret?

Ved fødsler så lander de for å ta imot.

**5. Stemmer det at det rister forferdelig mye i et helikopter?** Hvordan påvirker dette ergonomien i forhold til å nå nødvendig utstyr fra ledsagerstolen?

Tar av og lander. Men fint ved transport. Men ved dårlig vær vil det riste.  
Grense for å fly; tåke og mørke (går ved klar sikt).

Alt utstyr som skal inn i et helikopter må gjennom en test (vibrasjonsbenk), Ultralydkamera, (tatt bilde av pasienten) for å sjekke hvor alvorlig skadene er innvendig, ved risting er det vanskelig å ta bilde av pasienten. Vanskelig å lese av tall o.l. hvis det rister mye, også med tanke på dårlig belysning.

**6.** Hvordan er ambulansespersonellets sete i forhold til ergonomi? Nå utstyr, sittestilling (også ift. pasient), justeringer av setet for tilpassing til den enkelte, justering av nakkestøtte, (høyde på armlene) m.m. ?

Ambulansespersonellets sete er kort, og ikke optimalt i forhold til ergonomi. Nakkestøtten er lite justerbar og hard. Det er ingen armlene på stolen. Dårlig med justering i forhold til sete; dårlig med justering fremover og bakover (lite å gå på), kan roteres 360 grader, men det er ikke mulig å rotere mer enn 180 grader. Roterer man mot pasienten, er det ikke noen form for benplass, og man må "skreve" over pasienten.

Slik den ser ut nå, så går det fint å rotere 45 grader uten at noe kommer i veien.

HJ: Uheldig krokete sittestilling, pga hjelm, takhøyde, setebelte og vest. Dårlig med armlene pga evakuering.

**7. Finnes det sidestøttende puter?** Er dette i veien for behandling av pasient?

Det er ikke sidestøttende puter, og vi ser for oss at det kommer i veien for pasienten.

**8. Finnes det en spesiell type nakkestøtte?**

Kun de som vi har sett idag.

**9. Hvorfor er setet produsert såpass rett? Hvorfor er ikke setet mer dypt som er formet etter kroppen?**

Armlene; Kan ha en liten kant på høyre side for evakuering, og ha et lengre et på pasientsiden.

HJ: Setet er rett pga plass, og for å få inn mest mulig folk.

**10.** Er ambulansespersonnellets sete komfortabelt nok? Er det noe som kunne vært annerledes/forbedret?

Nakkestøtte, justeringer(seterygg bak/frem, sete frem/bak, ), skinneløsning,

**11.** Hvordan er det å behandle en akutt syk person som trenger hjelpemidler til å overleve, når helikopteret er i lufta?

Usikker.

Prøver å gjøre de kritiske tingene på bakken før de letter.

**12.** Hvordan er det med turbulens eller dårlig vær, når dere skal behandle pasienten?

Det rister.

**13.** I hvor stor grad kan stolen roteres og flyttes?

360 grader. Kan flyttes så langt skinnene i gulvet rekker det. Men det er ikke god plass til å rotere.

**14.** Hvordan er mekanismen for å flytte ledsagerstolen frem og tilbake? (ved hjelp av skinner)?

Det er skinner som har "quick lock" (sirkler) som låser stolen. Det er to spaker under setet som på en vanlig bil når du skal flytte setet frem/tilbake, og for rotering.

Load locks with rounded lotches.

Seteskinner/lasteskinner for fly. (Kan skrive i innledning om flyteknikk at engelsk er mest brukt.)

**15.** Hva synes dere om utformingen på setet generelt? Med tanke på både det estetiske og brukervennligheten.



Estetiske er forferdelig. Gammeldags og minner om et gammelt buss sete. Litt gråblå farge.

Haralds mening: Praktisk anlagt, ergonomi, vasking/smitte. ALT skal vaskes (båre, plastoverflater og ting, ledsagers klær.)

Skal vi lage et heldekkende trekk som vi vasker etter hver pasient?

**16.** Hva skjer med ledsageretet hvis det skulle oppstå krasj? Knekker setet?

Setet er utformet slik at det knekker ved krasjlanding.

**17.** Er det noe demping på setet? Spesiell type fjæring?

Det er ikke demping i setet, men kun i putene.

**18.** Hvilke mekanismer er det for å endre seteryggen?

Ingen.

**19.** Hva er standard i helikopter til ledsagerstolen; 4- eller 5-punkts sele? Hender det at man bruker 2-punkts sele (slik som i buss etc.)?

4 punkts, i det helikopteret vi så på.

HJ: Usikker, muligens på klappseter.  
Kanskje MD vet noe.

**20.** Hva er vekten på ledsageretet?

7,4 kg.

**21.** Hva er målene opp til stolen fra bakken og fra gulvet, er det standardmål på dette? (er det mulig å få disse hvis vi ikke kan måle selv).

Drona: intelligente bein, som kan justeres basert på ulikt terreng

**22. Hvilken type materialer og stoff blir benyttet?**

HJ: brannsikre materialer, flammesikkert/flammehemmende - hvis det tar fyr, så slukker det av seg selv. Falskt lær? Overflatebehandling som hjelper mot brannfare.

**23. Er det noen spesielle tilleggfunksjoner på setet, hvis ja - hvilke? Hvis nei, bør det være noen, isåfall hva?**

Ja, en mystisk spak på undersiden. SPØR HARALD. Han visste ikke.

Integrert lys som kan lyse lokalt på pasienten, fra f.eks. siden.

Skuffer? minst mulig under setet, grunnet krasj.

Aktive dempere? Engangsdemping for hard landing. Støydemping (puter). Skum på innersiden av ryggen. Fire bein - ha noe tekstiler rundt beina.

**24. Har dere forslag til andre materialer som kan egne seg bedre, med hensyn til vekt o.l.?**

Karbonfiber (problem ift. brann), kombinasjon av metall og karbonfiber. Keramiske stoffer.

Karbonfiber som er pakket inn med aluminiumsfolie som hemmer brann. Titan? (dyrt)

I dag brukes aluminium.

**25. Er setene tilpasset for at ledsager skal bruke hjelm og spesialtilpasset hørselvern?**

Ikke godt nok tilpasset, støter gjerne borti tak og vegger der taket er lavere. Fare for skade av nakke pga dårlige stillinger.

**26. Hvordan blir ledsageretsetet rengjort og hvor ofte gjøres dette?**

Tatt for oss lengre opp.

**27.** Hva gjør dere med oppkast og blodsøl? (bobleplast - er det noen andre alternativer som kan benyttes i stedet for bobleplast?)

Benytter ikke bobleplast.

Anitbakterielt tekstil, som kanskje er mer utbredt om 10 år?

**28.** Hvem er deres leverandør for ledsagersete? Benytter dere ulike leverandører til annet utstyr, isåfall hvem?

AeroLite, AG, CH-6373 Ennetbuergen, Switzerland (Swiveling Adapter Assy)

Finnes 5 andre i europa. Google de.

**29.** Hvilken siden skal pasient ligge på og hvorfor? *De ligger på venstre side for ledsager, men noe spesiell side ift. helikopteret og kjøreretning?*

Under diskusjon. Flysyk. Vanesak. Manipulere kjøreretningen.

**30.** Oppfører helikopteret seg annerledes med og uten pasient? mtp. om helikopteret blir skjevt fordelt.

“Vekt og balanse” - sjekkpunkt som gjøres hver gang. Mest kritisk fremover og bakover. ikke sideveis. Flytter drivstoff for å skape balansepunkt (center of gravity - beregner balansepunktet).

Drone: en kanal i midten og sideveis som du flytter rundt. Et vekt og balanse system vil ordne dette.

**31.** Krav til ergonomi? (kravspesifikasjon)

Nei, man har på en måte akseptert at man sitter dårlig.

Fokuset er sikkerhet. Ikke komfort.

**32.** Er det noe maks tyngde på ledsager? (eller samlet totalvekt på stol og ledsager, hva er isåfall dette?)

Nei. maks takeoff vekt: Google det - HJ huser ikke. balanse går på tyngdepunktet