

Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2018 30 stp**

Fakultet for realfag og teknologi  
Jan Kåre Bøe

## **Utforming av førerkupe og fører- plass for Dolphinkonseptet**

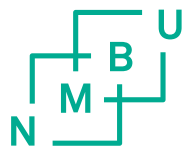
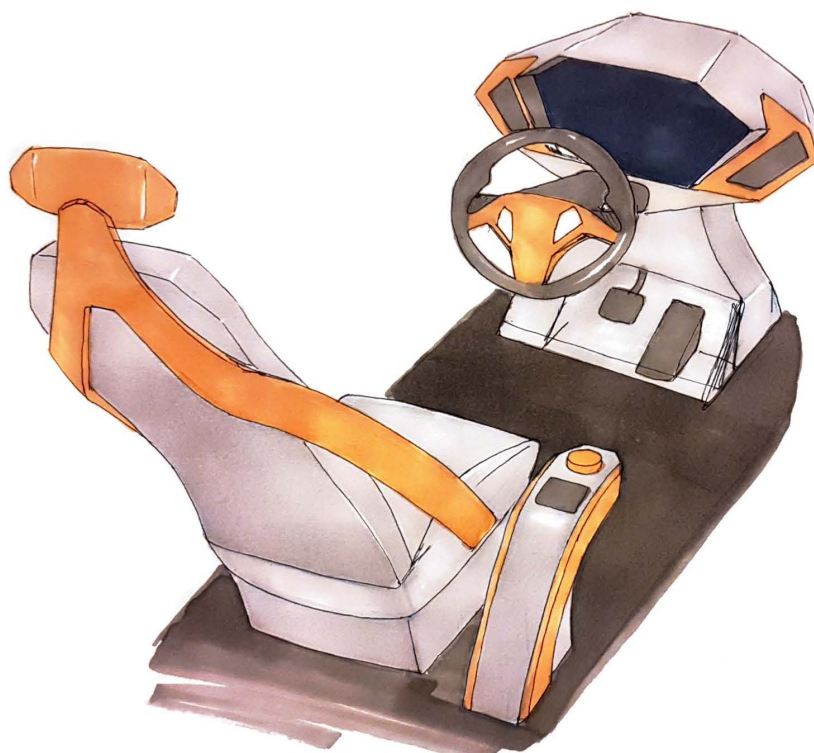
Development of driver's compartment and cockpit  
for the Dolphin concept

**Ingvild Svarstad Birkelund**

Maskin, prosess- og produktutvikling  
Fakultet for realfag og teknologi

# Utforming av førerkupe og førerplass for Dolphinkonseptet

av  
Ingvild Svarstad Birkelund



Mastergradsarbeide ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Fakultet for realfag og teknologi

Våren 2018

## FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet som avsluttende del av sivilingeniørutdanningen Maskin, prosess og produktutvikling ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Arbeidet ble planlagt og gjennomført våren 2018, med et arbeidsomfang på 30 studiepoeng.

Masteroppgaven er initiert av førsteamanuensis Jan Kåre Bøe ved Fakultet for realfag og teknologi. Oppgaven bør sees i sammenheng med mastergradsarbeidene til Thomas Andre Møller Magnussen og Tarek Raafat El-Gewely.

Jeg har alltid vært interessert i tegning, design og grafisk arbeid, og disse interessene gjenspeiles i utdanningen min, fra formgivning på videregående til industriell design ved HiØ, før jeg endte opp på Maskin og produktutvikling ved NMBU. Denne oppgaven har gitt meg stor kreativ frihet, hvor jeg har fått utfordret og utviklet egenskapene mine innen grafisk arbeid og frisket opp teknikker som jeg ikke har brukt på lenge. Det har vært både spennende og krevende arbeid å få være med å utvikle en ”flyvende bil”.

Jeg vil rette en stor takk til hovedveileder førsteamanuensis Jan Kåre Bøe for veiledning gjennom hele prosjektperioden. Jeg vil og takke Hans Jørgen Sand som har hjulpet meg med å holde motet oppe gjennom prosjektperioden.

Ås, den 15. mai 2018

---

Ingvild Svarstad Birkelund

## SAMMENDRAG

Utslipp fra biltraffikken er et kjent problem. Det er mange biler på veiene og trenden er at det kjører færre i hver bil enn tidligere. Dolphinkonseptet ble startet i 2007 som et lettvekts trehjuls-kjøretøy-konsept, med fokus på reduksjon av energi- og plassbruk. Siden den gang er det gjennomført flere masteroppgaver innen Dolphinkonseptet, og i 2016 ble det tatt videre som et svevekonsept, for å kombinere reise på både vei og i luft i ett fremkomstmiddel.

Hovedmålet for dette prosjektet er å utvikle et fremtidsrettet og ergonomisk konsept for førerplass og førerkupe til Dolphin Sky. Det legges fokus på førerkomfort, brukervennlighet og designuttrykk.

Det benyttes integrert produktutvikling som overordnet metodikk for prosjektet. Teori nødvendig for oppgaven har blitt gjennomgått og analysert, med hovedvekten av teori innen ergonomi og antropometri. Det utredes også et utvalg av tenkologi viktig for konseptet. Dette legges basisen for mye av arbeidet videre i prosjektet. I produktspesifiseringen settes det opp metriske krav med basis i teorien som er gjennomgått.

Videre utføres en funksjonsanalyse av førerkupeen, som gir utgangspunktet for konseptutviklingen. Det samles inspirasjon til ideutviklingen fra naturen samt i fra sci-fi, med fokus på fremtidrettet og strømlinjet design. SCAMPER brukes som hjelpemiddel under konseptgenereringsprosessen og det kommer frem mange forskjellige konseptforslag.

Valg av formkonsepter foretas med Phugs forenkede metode for seleksjon, og det velges ut konsepter for førersetet, ratt, instrumentpanel og sidekonsoll. Disse ble så satt sammen til et helhetlig konsept for førerkupe. Konseptet visualiseres så ved hjelp av markertegninger og 3D-modellering.

Resultatet er et fremtidrettet konsept for førerkupe til Dolphin Sky

Vider arbeid kan inkludere en mer omfattende studie av nødvendig teknologi, samt mer utviklingsarbeid i 3D. Ergonomen burde også gjennomgås grundigere.

## ABSTRACT

Emission from traffic are a known problem. There are many vehicles on the roads, but the trend is that there are fewer people per car now than before. The Dolphin concept was started in 2007 at a lightweight trike car concept, with focus on reduction of energy and space usage. Since then there have been written several theses for the Dolphin concept, and in 2016 it was also developed as an aerial vehicle concept, that combines travel by road and air in one product.

The main goal for this project is the development of a provident and ergonomic concept for driver's compartment and cockpit for Dolphin Sky. The project focuses on driver's comfort, ease of use and design expression.

Integrated product development is used as methodology throughout the project. The necessary theory for the project was reviewed and analysed, with emphasis on the theory of ergonomics and anthropometry. Important technology was also reviewed. This is the foundation for a big part of the work done later in the project. In the product specification there are listed several important measurements with basis in the reviewed theory.

A function analysis is performed for the driver's compartment, and this is the base for the concept development. Inspiration is gathered from pictures of nature and from sci-fi, with focus on provident and streamlined design. The SCAMPER method is used as a tool in the concept development process, and it yields a lot of different concept suggestions.

The selection process is performed with use of a simplified version of Phug's methodology for selection, and there are chosen concepts for the design of the driver's seat, the steering wheel, dashboard and side console. These were then combined as a comprehensive concept for the driver's compartment. The concept is visualized through marker drawings and 3D-modelling.

The result is a provident and ergonomic concept for the driver's compartment and cockpit for Dolphin Sky.

Further work might include a more comprehensive study of needed technology and more development work in 3D. The ergonomics should also be reviewed again.

---

# INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
1 INNLEDNING	1
1.1 Bakgrunn. . . . .	1
1.2 Idebeskrivelse . . . . .	2
1.3 Tidligere arbeid . . . . .	3
1.4 Eksisterende løsninger og konsepter . . . . .	5
1.4.1 Pop.Up. . . . .	5
1.4.2 Volocopter 2X. . . . .	6
1.4.3 Ehang 184. . . . .	6
1.5 Oppdragsbeskrivelse . . . . .	7
1.6 Problemstillinger og teknologiske flaskehalsar . . . . .	7
2 PROSJEKTPLAN	8
2.1 Prosjekt målsettinger . . . . .	8
2.1.1 Hovedmål . . . . .	8
2.1.2 Delmål. . . . .	8
2.2 Fremdriftsplan med milepæler. . . . .	8
2.3 Begrensninger for arbeidet. . . . .	9
3 METODEBESKRIVELSE	10
3.1 Terminologi og begreper . . . . .	10
3.1.1 Begrepsforklaringer . . . . .	10
3.1.2 Symboler. . . . .	10
3.1.3 Formler . . . . .	11
3.2 Metodebruk og løsningsverktøy . . . . .	11
3.2.1 IPD . . . . .	11
3.2.2 Phugs metode . . . . .	11
3.2.3 SCAMPER . . . . .	12
3.2.4 Kvalitetssikring . . . . .	12
3.2.5 Programvare. . . . .	13
3.2.6 Tegneteknikk . . . . .	13
3.3 Prosesstrinn . . . . .	13
4 TEORIUTREDNING	15
4.1 Ergonomi . . . . .	15
4.1.1 Biomekanikk. . . . .	15
4.1.2 Antropometri . . . . .	16
4.1.3 Sittestilling i bil . . . . .	17
4.1.4 Siktergonomi . . . . .	18
4.1.5 Komfortsoner . . . . .	19
4.1.6 Betjeningsorganer . . . . .	21
4.2 Kjøremotstand . . . . .	22
4.3 Teknologi. . . . .	23
4.3.1 Instrumenter for kjøretøy . . . . .	23
4.3.2 Instrumenter for luftfartøy . . . . .	23
4.4 Formspråk . . . . .	24
5 KONSEPTSPESIFISERING	26

5.1	Konseptmålsettinger . . . . .	26
5.2	Rangering av viktige produkttegenskaper . . . . .	26
5.3	Metriske grensespesifikasjoner. . . . .	27
6	KONSEPTUTVIKLING	28
6.1	Funksjonsanalyse. . . . .	28
6.2	Inspirasjon . . . . .	28
6.3	Funksjonsalternativer . . . . .	30
	6.3.1 Dør . . . . .	30
	6.3.2 Sikt. . . . .	31
	6.3.3 Instrumentpanel formkonsepter . . . . .	31
	6.3.4 Førersetete formkonsepter . . . . .	33
	6.3.5 Ratt . . . . .	35
	6.3.6 Sidekonsoll . . . . .	37
	6.3.7 Helhetsskisser . . . . .	38
7	EGENSCREENING OG KONSEPTVALG	40
7.1	Seleksjonsmatrise for instrumentpanel . . . . .	40
7.2	Seleksjonsmatrise for rattutforming . . . . .	40
7.3	Foretrukne løsnings- og estetikkalternativer . . . . .	41
8	EKSTERN KONSEPTTESTING	42
8.1	Målsettinger for testingen . . . . .	42
8.2	Valg av testpopulasjon . . . . .	42
8.3	Kommunikasjonsform. . . . .	42
8.4	Resultater. . . . .	42
8.5	Resultattolkning . . . . .	44
9	PRODUKTARKITEKTUR OG KONSEPTDESIGN	45
9.1	Sammenstilling . . . . .	45
9.2	Design av komponenter . . . . .	45
10	MARKEDSPRESENTASJON	47
10.1	Tegnede fremstillinger . . . . .	47
10.2	Renderte fremstillinger. . . . .	50
10.3	Varemerke . . . . .	51
11	PROSESSEVALUERING OG DISKUSJON	52
11.1	Evaluering av konseptutviklingsarbeidet . . . . .	52
12	KONKLUSJON	53
12.1	Resultater og anbefalinger . . . . .	53
	12.1.1 Resultater . . . . .	53
	12.1.2 Anbefalinger. . . . .	53
12.2	Videre arbeid. . . . .	53
13	REFERANSER	54
13.1	Skriftelige kilder . . . . .	54
13.2	Nettkilder . . . . .	55
14	VEDLEGG	56

# 1 INNLEDNING

Dette kapittelet beskriver bakgrunnen for mastergradsprosjektet, tar for seg prosjektideen og tidligere prosjekter knyttet til Dolphinkonseptet. Deretter beskrives oppdraget, problemstillinger og teknologiske flaskehalsar.

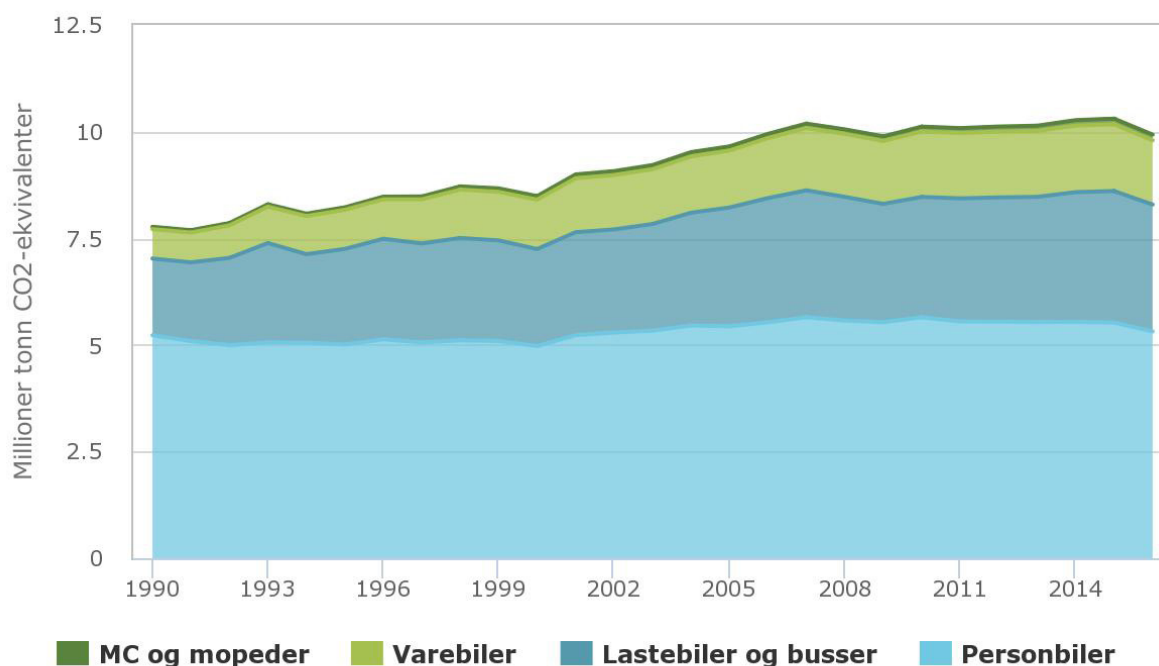
## 1.1 Bakgrunn

Dette prosjektet dreier seg om interiør for et fremkomstmiddel som skal kunne gå både på vei og i luft. Det tar og med miljøhensyn, hvor fokus ligger på å redusere energibruken, spesielt knyttet til plassbruk og luftmotstand.

Utslipp fra veitrafikk øker stadig, og har siden 1990 økt med 28 prosent. Veitrafikk utgjør den største utslippskilden innen transport, og videre står personbiler for 54 prosent av utslippet fra veitrafikk (se figur 1.1).

Bruken av personbil har økt mye de stiste tiårene, på grunn av økt velstand som gir mulighet for å velge raske transportmidler som bil og fly fremfor buss, bane og båt. I 2013 stod personbilen for 81 prosent av persontransportarbeidet.[3]

### Utslipp av klimagasser fra veitrafikk

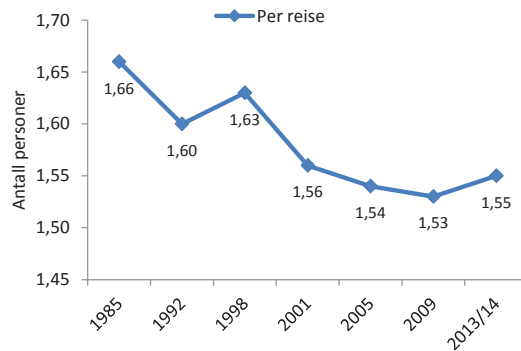


Kilde: Statistisk sentralbyrå (SSB) Lisens: [Norsk Lisens for Offentlige Data \(NLOD\)](#)

Figur 1.1: Utslipp av klimagasser fra veitrafikk.[3]

Vi ser i fra figur 1.2 at antall bilbelegget har sunket i fra 1985, men med en liten økning igjen fra 2009 [4]. Dette ser man også igjen på veien, hvor det er tydelig at det kjører mange med kun en person i bilen. Det gir mange biler som egentlig har kapasitet til flere mennerske, og lite plass på veien, samt at det er svært energikrevende å kjøre kun en person i biler som er beregnet på 4-5 personer.





Antall personer i hver bil pr reise. RVU 2013/14.

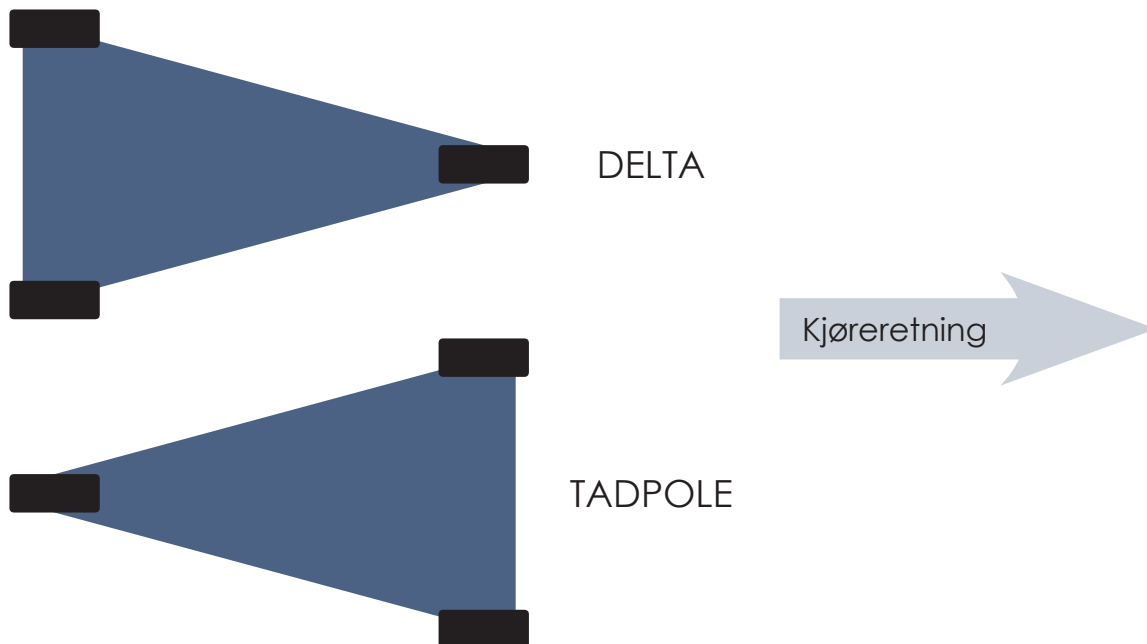
Figur 1.2: Bilbelegget per reise er redusert fra 1.66 i 1985 til 1.55 i 2013/ 14. [4]

Energiforbruket til en bil bestemmes i stor grad av luftmotstand og vekt, og det har da mye å si for drivstoffsforbruket og dermed utslippet fra bilen. Mindre og lettere kjøretøy for 1-2 personer vil kunne være energisparende, samt at det kan gi bedre plass på veien.

## 1.2 Idebeskrivelse

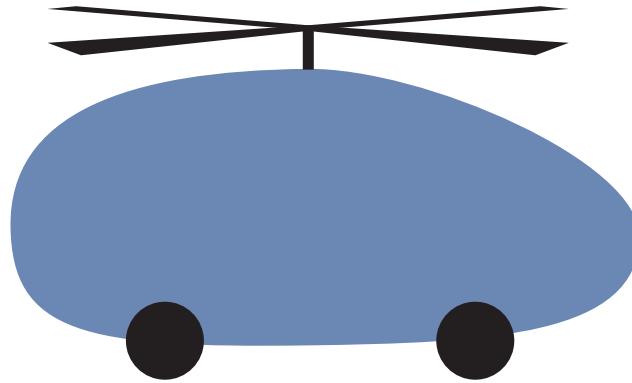
Dolphinkonseptet er et småbilkonsept som fokuserer på å minske størrelse og vekt på kjøretøyet, samt utforme det for lav luftmotstand, og dermed spare på energiforbruket.

Basiskonseptet for Dolphin er basert på to hjulkonfigurasjoner, som tilsammen tar opp omtrent like mye plass som en vanlig bil. Konfigurasjonen med ett hjull foran og to bak kalles delta, og konfigurasjonen to hjul foran og ett bak kalles tadpole, slik det vises i figuren nedenfor.



Figur 1.3: Hjulkonfigurasjonene delta og tadpole, hjulenes plassering vises med sorte bokser

I 2016 startet arbeidet med å videreføre Dolphin som dronekonsept, tilpasset for transport både på vei og i luften. Denne versjonen av konseptet kalles Dolphin Sky.

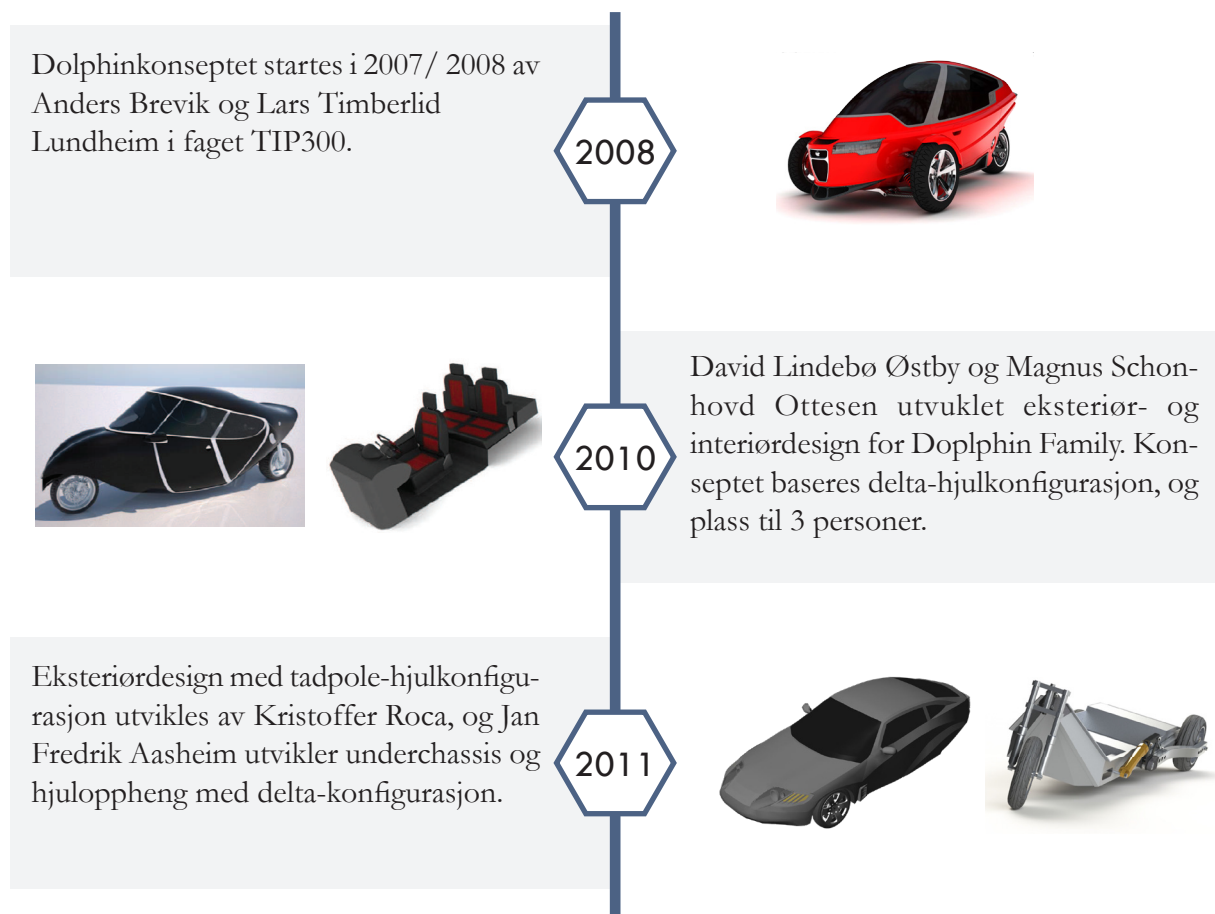


Figur 1.4: Illustrasjon av konseptet Dolphin Sky.

Dette prosjektet tar for seg utformingen av et interiørkonsept for Dolphin sky. Dette konseptet fokuserer i denne omgang kun på plass til føreren av fartøyet.

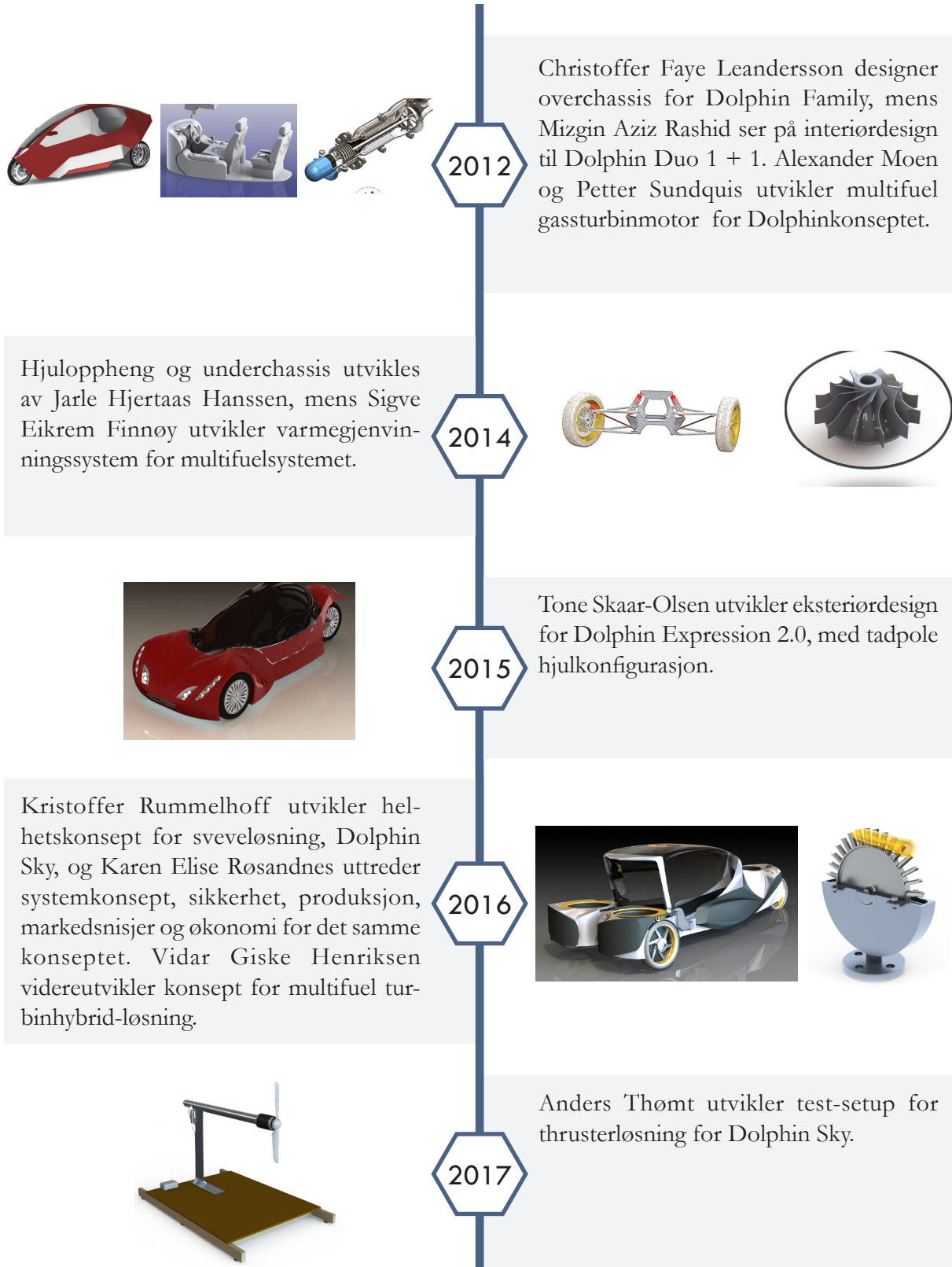
## 1.3 Tidligere arbeid

Dolphinkonseptet er utviklet gjennom flere masteroppgaver ved NMBU. Her gis et sammendrag av utviklingen av de forskjellige konseptene innenfor Dolphin.



Figur 1.5 fortsetter på neste side.

Figur 1.5 fortsettelse.



Figur 1.5: Figuren viser tidligere arbeid knyttet til Dolphinkonseptet. [5-17]

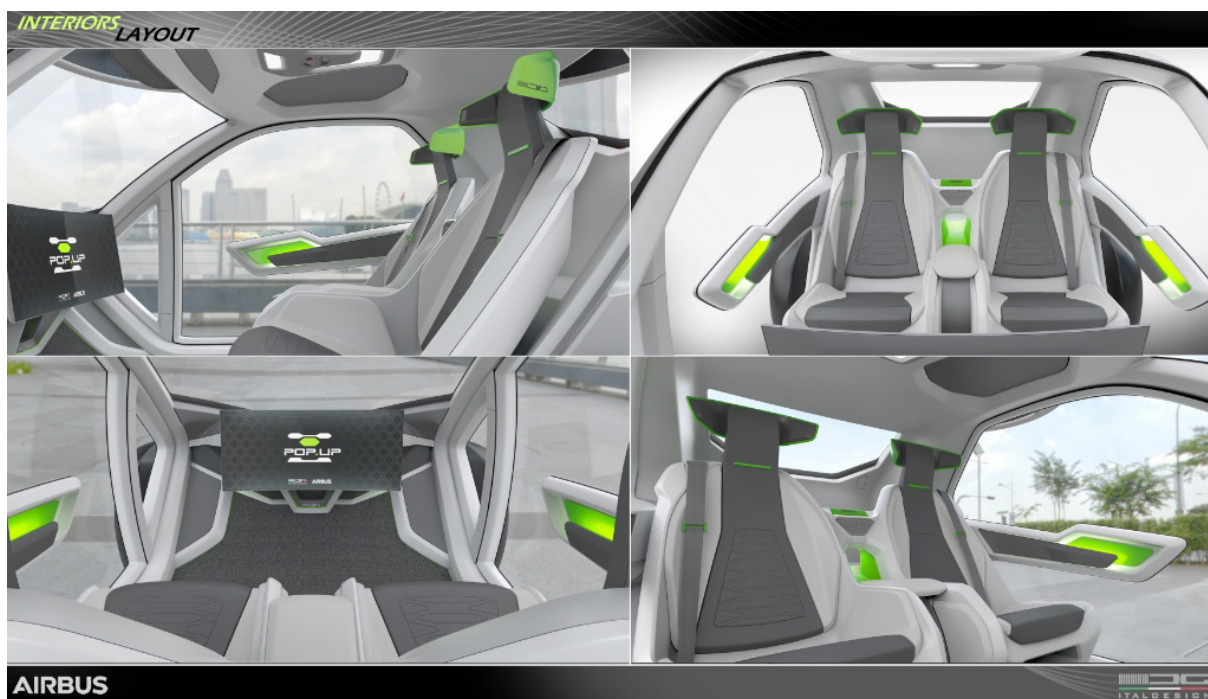
## 1.4 Eksisterende løsninger og konsepter

Det finnes mange ulike dronekonsepter for persontransport, og disse er gode kilder for inspirasjon til konseptutviklingen. Her sees det på et utvalg eksisterende løsninger og konsepter, hvor det fokuseres på utformingen av løsningene, og da spesielt interiørløsningene.

### 1.4.1 Pop.Up



Figur 1.6: Til venstre vises en illustrasjon av Pop.Up - konseptet, og til høyre en illustrasjon av kupe og interiør til Pop.Up. [2]



Figur 1.7: Her vises et mer detaljert bilde av interiøret til Pop.Up. [38]

Pop.Up er et konsept utviklet av Airbus og Italdesign som ble presentert på Geneva International Motor Show 2017. Konseptet består av tre moduler, en kupe som kan koples til en bakkegående modul og en luftgående modul. Tankegangen bak dette konseptet er at det skal kunne fungere som en taxi som både kan kjøre på vei og i luft. Man bestiller turen og plukkes opp av bil-modulen, som på et tidspunkt kan bytte til fly-modulen og ta avgårde gjennom lufta. Interiøret er enkelt, og man har ikke noen form for styring av fartøyer, bortsett fra terminalen hvor man velger destinasjon. [1]

### 1.4.2 Volocopter 2X



Figur 1.8: Volocopter 2X fra utsiden og innsiden. Det nederste bilder viser instrumentpanel og joystick som man kan styre med. [23]

Volocopter 2X er et fullt elektrisk VTOL-fartøy for persontransport, som kan fly både selvstendig eller enkelt styres med joystick og hjelpesystemer. Volocopteret er utviklet for bruk i urbane områder.

### 1.4.3 Ehang 184



Figur 1.9: Ehang 184 sett fra utsiden til venstre, og inn gjennom døråpningen til setet til høyre. [39]



Figur 1.10: Ehang 184 vist fra siden, med gjennomsiktig eksteriør. Det viser et enkelt interiør for en person, med en skjerm festet til setet. [39]

Ehang 184 er et konsept som kalles for en AAV, et selvstyrende luftfartøy beregnet for medium- og kortdistanse transport. Det skal ha fastsatte landingspunkter merket med logo slik at fartøyet kan posisjonere seg riktig ved hjelp av kamera. [39]

Der vi ser fra konseptene beskrevet over, er at alle har ganske lik hovedform som er en dråpeform som er lav i front og høyere og rundere i bakkant.

## 1.5 Oppdragsbeskrivelse

I dette prosjektet skal det utvikles et konsept for førerkupe til Dolphinkonseptet. Det skal ha fokus på ergonomi, med tanke på sikt, komfort, brukervennlighet og sikkerhet. Det skal utredes ergonomiske krav til konseptet. Det skal være et fremtidsrettet konsept.

## 1.6 Problemstillinger og teknologiske flaskehalser

Dette masterarbeidet fokuserer på utredning og utvikling av løsningsalternativer for førerkupe og førerplass til Dolphinkonseptet i både bakke- og luftgående versjoner.

Sentrale problemstillinger for prosjektet er:

- Hvilke tekniske løsninger og alternativer (også konseptuelle) finnes allerede på området, hvilke egenskaper har de og hvordan kan de tilpasses.
- Hvilke krav må stilles til ergonomi og plassering av elementer for å oppnå behagelig sittetilting og god interaksjon med betjeningselementer og omverdenen.
- Hvilken utforming, design og materialvalg kan brukes for å oppnå god sikkerhet, og begrense vekt og miljøpåvirkning.

Teknologiske flaskehalser:

- Konseptet må være produserbart.
- Det må være mulig å benytte eksisterende komponenter til f.eks elektronikk.

## 2 PROSJEKTPLAN

For å kunne gjennomføre et prosjektarbeid innen tidsfristen er det nødvendig å planlegge. Dette kapitlet tar for seg målsettingene for prosjektet, og setter fremtidsplan, milepæler og begrensninger for arbeidet.

### 2.1 Prosjekt målsettinger

#### 2.1.1 Hovedmål

Prosjektets hovedmålsetting er som følger:

”Å utrede og utvikle en løsning for førerkupe og førerplass med fokus på ergonomi, som ivaretar sikkerhetsmessige aspekter, og som kan integreres i en framtidrettet helhetsløsning for Dolphin-konseptet”

#### 2.1.2 Delmål

Hovedmålet er delt inn i følgende delmål.

- Å utrede bakgrunn og designstatus.
- Å gjennomføre prosjektspesifisering og planlegging, metodebeskrivelse og teoriutredning.
- Å gjennomføre produktspesifisering, konseptutredning og konseptvalg.
- Å lage 3D-modeller og utforme markedspresentasjon
- Å utforme og levere rapport
- Å presentere prosjektet

### 2.2 Fremdriftsplan med milepæler

Tabell 2.1: Fremdriftsplan med milepæler

Aktivitet	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni
Bakgrunn og designstatus	■	▲				
Prosjektspesifisering	■					
Metodebeskrivelse		■				
Teoriutredning		■	▲			
Produktspesifisering			■			
Konseptutredning			■	▲		
Konseptvalg				■		
3D-modellering				■	▲	
Markedspresentasjon					■	
Ferdigstilling av prosjekt					■	
Utforme og levere rapport	■	■	■	■	■	▲
Presentasjon						■

Tabell 2.2: Milepæler med satte frister

Milepæl	Dato
Bakgrunn og designstatus	2. februar
Prosjektspesifisering, metodebeskrivelse og teoriutredning	2. mars
Produktspesifisering, konseptutredning og konseptvalg	30.mars
Lage 3D-modeller og utforme markedspresentasjon	27. april
Utforme og levere rapporten	15. mai
Presentere prosjektet	8. juni

## 2.3 Begrensninger for arbeidet

På grunn av tidsrammene for prosjektet, som regnes å være ca 900 timer brutto, må det gjøres følgende begrensninger:

- Det vil ikke bli gjort omfattende beregninger.
- Det vil kun lages en forenklet 3D-modell.
- Det vil ikke bli tatt hensyn til hjulplassering ved utforming av interiørkonseptet.
- Det vil ikke bli foretatt en kostnadsvurdering av konseptet.
- Det vil bli gjort designmessige begrensninger med hensyn på detaljering, det fokuseres på helhetsuttrykket.
- Det blir kun benyttet en forenklet Phugs metode for seleksjon av konsepter.
- Det vil ikke vurderes materialer til konseptet
- Det vil ikke utføres en vurdering av robusthet, vedlikehold eller resirkuler for konseptet.



## 3 METODEBESKRIVELSE

I dette kapittelet defineres begreper, symboler og formler som er viktige for prosjektet. Det blir redegjort for hvilke metoder og verktøy som benyttes, og til slutt illustreres prosessrinnene for arbeidet.

### 3.1 Terminologi og begreper

#### 3.1.1 Begrepsforklaringer

Tabell 3.1: Oversikt over begreper som er brukt i rapporten, med tilhørende forklaring.

Begrep	Forklaring
NMBU	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Bilbelegg	Gjennomsnittlig antall reisende per reise.
VTOL	Vertical take-off and landing
AAV	Autonomous Aerial Vehicle, et selvstyrende luftfartøy.
Ergonomi	Læren om forholdet mellom mennesker og omverdenen.
Antropometri	Læren om menneskelige mål.
Sci-fi	Science fiction, sjangerbetegnelse for verk som skildrer fremtiden.
SRP	Setereferansepunkt, krysningspunktet mellom en linje som tangerer ryggen og en linje som ligger langs undersiden av låret ved sittende stilling.

#### 3.1.2 Symboler

Tabell 3.2: Oversikt over symboler med beskrivelse og enhet.

Betydning	Symbol	Enhet
Kraft	$F$	N
Total kjøremotstandskraft	$F_{\text{Total}}$	N
Luftmotstandskraft	$F_L$	N
Rullemotstandskraft	$F_R$	N
Stigningsmotstandskraft	$F_S$	N
Akselerasjonsmotstandskraft	$F_A$	N
Luftmotstandskoeffisient	$C_w$	-
Tverrsnitt	$A$	$m^2$
Tettheten til luft	$\rho_1$	$kg/m^3$
Hastighet	$v$	$km/t$

### 3.1.3 Formler

Tabell 3.3: Oversikt over formler benyttet, med beskrivelse og indeks.

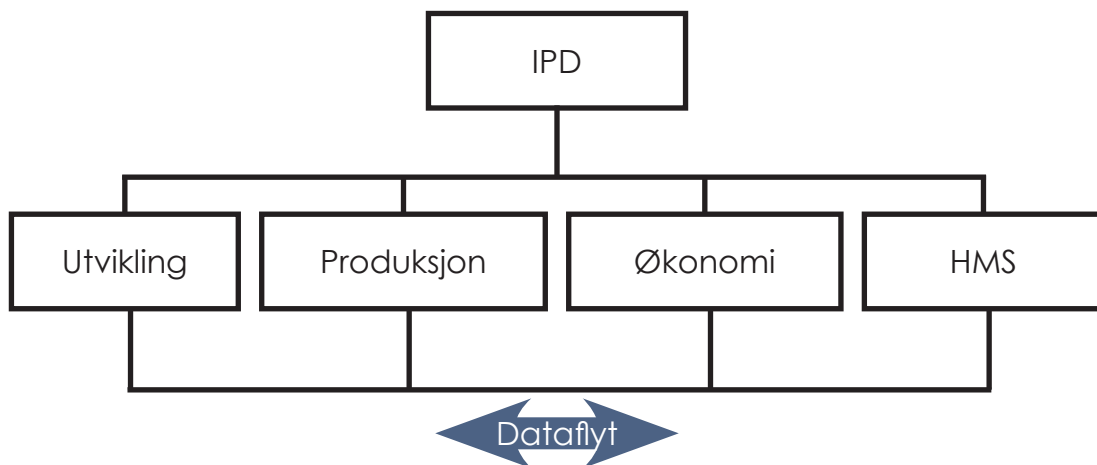
Betydning	Formel	Indeks
Kjøremotstand	$F_{Total} = F_R + F_S + F_A + F_L$	1
Luftmotstand	$F_L = 0.5 * C_w * A * \rho_1 * v^2$	2

## 3.2 Metodebruk og løsningsverktøy

I et utviklingsprosjekt er det svært nyttig å ta i bruk ulike metoder som hjelper med selve styring av prosjektet, så vel som arbeidet i de forskjellige fasene som utvikling og seleksjon. Dette gjør prosessene mer ordnet og gjør det lettere å komme seg videre i prosjektet. Metodikken som blir benyttet vil presenteres her.

### 3.2.1 IPD

Integrert produktutvikling er en produktutviklingsmetodikk som stammer fra USA, og kan brukes som en "huskeliste" innen organiseringen av utviklingsprosjekter. IPD består av fire hovedpilarer: utvikling, produksjon, økonomi og HMS.



Figur 3.1: Illustrasjon av delene som inngår i IPD og dataflyten mellom dem.

Det som er spesielt med IPD er at det benyttes dataverktøy for å skape dataflyt mellom alle feltene. Dette gir en bedre oversikt for alle parter, og er med på å skape en effektiv utviklingsprosess. IPD passer både for små og store prosjekter, og er den overordnede metodikken som er benyttet i dette matergradsarbeidet. [25]

### 3.2.2 Phugs metode

Dette prosjektet benytter Phugs metode for seleksjon ved konseptvalg. Stuart Phug utviklet i 1980-årene en samling metoder for produktutvikling og realisering som han ga navnet "Total Design". Phugs metode benytter seg av seleksjonsmatriser med valgkriterier og poenggivning. Dette skal hjelpe designern å se mer objektivt og kritisk på konseptene når man foretar valg, slik at det konseptet som faktisk egner seg best i forhold til satte kriterier er det som velges ut.

Seleksjonsmatrsene kan utformes på flere måter. Man kan bruke en forenklet versjon med valgkriterier og poenggivning i form av +, - og 0. Denne metoden er nyttig tidlig i et prosjekt når man skal foreta midre utvelgelsesprosesser som for eksempel tidligseleksjon av ideer.

Man har og en mer avansert metode for seleksjon som tar i bruk relative kriterier med prosentvis vektning av kriteriene. Denne metoden er nyttig når valgprosessen blir mer omfattende, med flere kriterier hvor det er lite hensiktsmessig at alt skal telle like mye. [25]

### 3.2.3 SCAMPER

Scamper er en metode som brukes som hjelpemiddel innen konseptutvikling hvor man vrir og vender på ideene for å komme frem til nye løsninger som man kanskje ikke hadde kommet frem til uten å bruke metodikken. SCAMPER er mye brukt i utviklingsdelen av dette prosjektet.

- **Substitute (Erstatte)** - Bytte ut elementer med andre som fortsatt gir et liknende resultat.
- **Combine (Kombinere)**- Kombinere ting på nye måter, prøve å slå sammen flere elementer til ett som da utfører oppgavene til elementene som kombineres.
- **Adapt (Tilpasse)** - Kan det tilpasses noe
- **Magnify / Minify (Forstørre/ Forminske)** - Forandre størrelsen på komponenter.
- **Purpose (Hensikt)** - Gi produktet en annen hensikt enn opprinnelig planlagt. Kan produktet som er designet med et spesifikt formål brukes til et annet?
- **Eliminate (Fjerne)** - Fjerne komponenter. Forenkle produktet mest mulig uten å miste funksjonaliteten. Hva sitter man igjen med når alle overflødige elementer er fjernet? Finne kjernefunksjonen til produktet.
- **Elaborate (Utbrodere/ Utdype)** - Legge til funksjoner. Kan produktet gjøre mer enn opprinnelig planlagt?
- **Rearrange (Omorganisere)** - Endre på sammenstillingen av elementene. Endrer det måten produktet fungerer på?
- **Reverse (Reversere)** - Bytte om og snu på elementer og retninger. Finne den motsatte funksjonen som produktet er beregnet for.

### 3.2.4 Kvalitetssikring

#### Standarder

Her listes standardene som er lagt til grunn i prosjektet:

- ISO 9000 - Overordnet standard for kvalitetssikring
- ISO 9001: Quality systems - Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing
- ISO 128 - Standard for tekniske tegninger

## Spesielle bøker

Bøkene listet nedenfor er spesielt viktige kilder for dette prosjektet. De har blitt benyttet for å gi et godt teoretisk grunnlag innen temaet ergonomi og antropometri, som er en stor del av prosjektet.

- The Measure of Man & Woman - Human Factors in design, Revised Edition [21]
- Human Dimension & Interior Space [22]

## 3.2.5 Programvare

Programvare som er brukt i prosjektet:

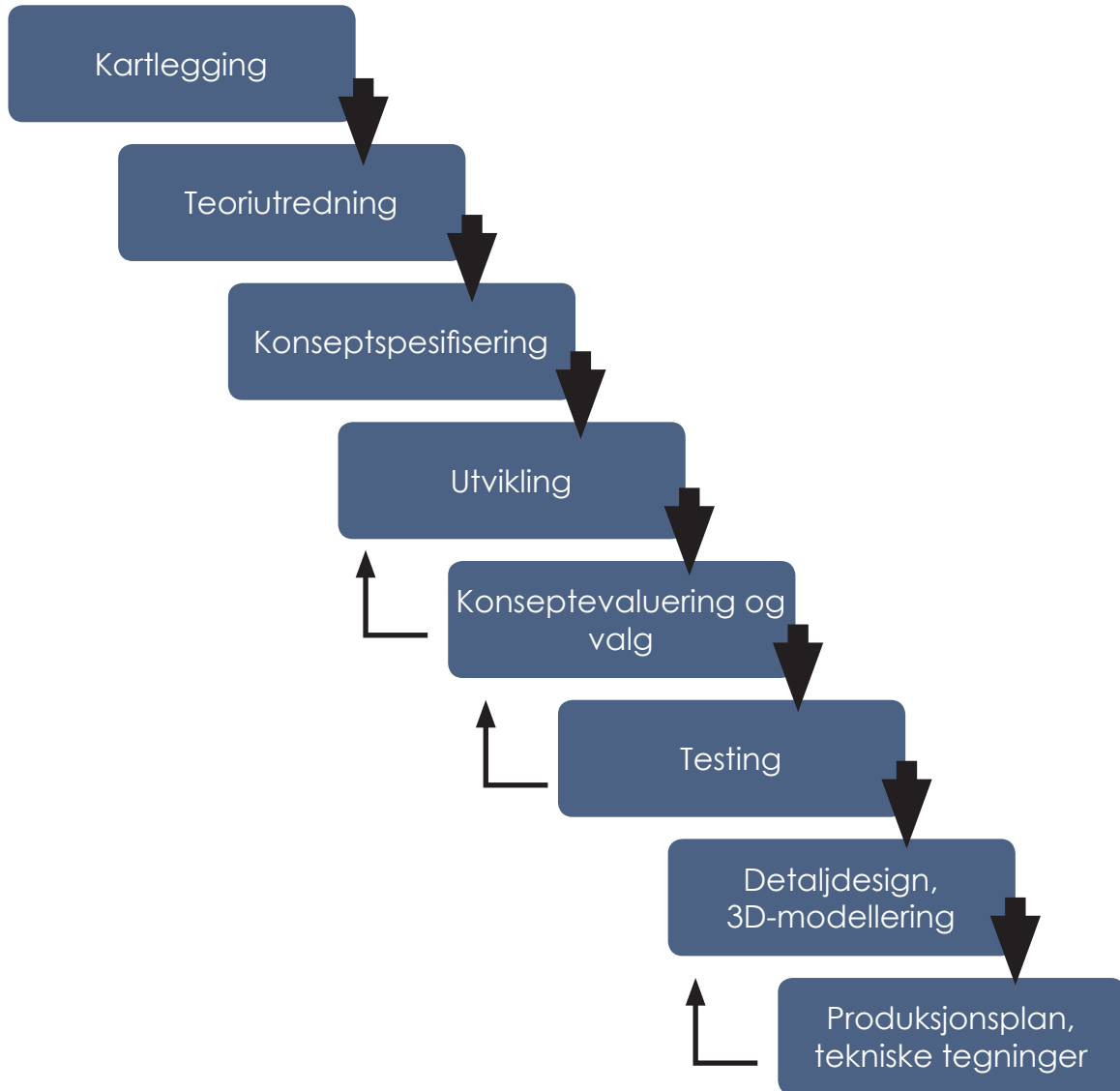
- Adobe Indesign CS6 2012
- Adobe Illustrator CS6 2012
- Google Dokumenter
- Autodesk SketchBook Pro for Galaxy 2014
- Dassault Systemes SolidWorks 2015 - 2016

## 3.2.6 Tegneteknikk

Mye av utviklingsarbeidet i dette prosjektet vises ved hjelp av håndtegninger. Dette er en effektiv måte å visualisere ideer på, og er et viktig verktøy i konseptutviklingsprosessen. Boken Sketching: The Basics er brukt som hjelp og inspirasjon til skissearbeidet. [33]

## 3.3 Prosesstrinn

Utviklingsprosessen deles opp i flere faser, som utføres etter hverandre. Men utviklingsprosessen er ikke alltid lineær. Etter en fase kan det hende man må ta et steg tilbake i prosessen og vurdere nye muligheter. Det å gå gjennom en fase i prosessen flere ganger kalles iterasjoner. Dette er nyttig for å finne frem til løsninger som man ikke oppdaget i første iterasjon av utviklingsfasen. Det er spesielt etter testfaser, hvor man får innspill utenfra, at det er nødvendig å gjennomføre en ny iterasjon av en fase. [18]



Figur 3.2: Illustrasjon av fasene i utviklingsprosessen, hvor de store pilene viser stegene videre i prosessen, mens de små pilene viser at man tar et steg bakover i prosessen og utfører en ny iterasjon av fasen.

## 4 TEORIUTREDNING

Dette kapittelet tar for seg teorien som danner grunnlaget for mastergradsarbeidet. Det utredes temaer som ergonomi, og da spesielt antropometri, samt teknologi knyttet til instrumentpanelfunksjoner og formspråk.

### 4.1 Ergonomi

Ergonomi er vitenskapen om samspillet mellom mennesker og omgivelsene, hvordan man kan tilpasse omgivelser og oppgaver til mennesket for å gjøre arbeidsoppgaver mer effektive og behagelige, samt redusere faren for ulykker og skader. Begrepet er sammensatt av de greske ordene ”Ergo” og ”Nomos” som betyr arbeid eller oppgave og naturlov eller prinsipp.

Man regner at ergonomi som vitenskap begynte med legen Bernardino Ramazzini i starten av 1700-tallet, hvor han publiserte verket med tittel oversatt til ”Sykdommer hos arbeidere”. Ramazzini arbeidet for å forbedre vilkårene for arbeiderene som fikk yrkessykdommer, og regnes i dag som grunnleggeren av fagfeltet yrkesmedisin.

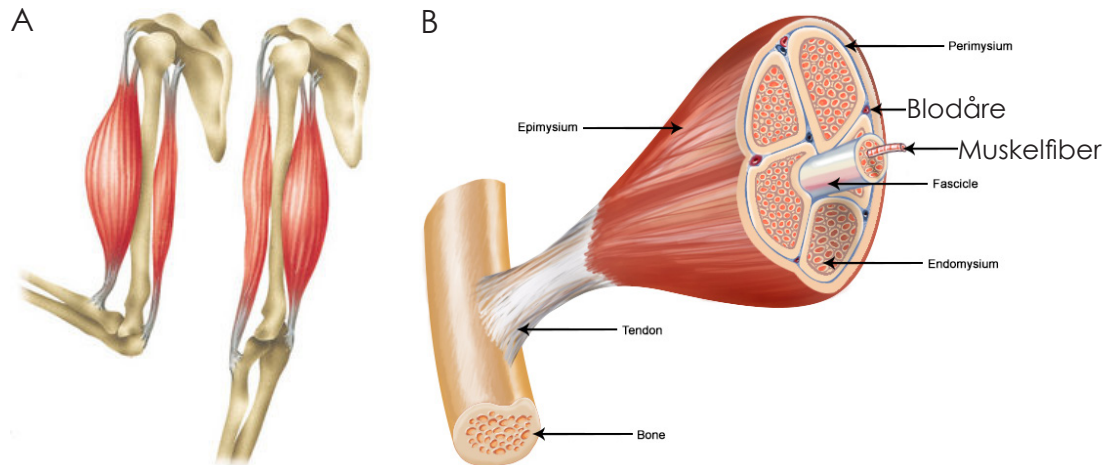
Det skulle allikevel gå lang tid før Ramazzinis arbeid innen ergonomi fikk mye oppmerksomhet. Ved slutten av den industrielle revolusjon begynte man å oppdage ulempene med den teknologiske utviklingen som fokuserte på produktivitet og tok lite hensyn til menneskelig velferd. [22]

Det var ikke før i årene frem mot andre verdenskrig at ergonomi begynte å bli tatt virkelig på alvor, og da spesielt innen militæret og fly-industrien. Man så at for at mennesker og maskiner skulle yte optimalt i svært krevende situasjonen måtte man tilpasse maskinen til mennesket. Ergonomi bidro til bedre overlevelse hos militærmannskap og utviklingen av bedre våpensystemer. [18]

#### 4.1.1 Biomekanikk

Innen biomekanikk ses kroppen på som et mekanisk system bygget opp av skjelett og muskler, og man ser på hvordan dette systemet oppfører seg. Biomekanikk tar for seg flere fagfelt som fysikk og biologi.

Muskel- og skjelettsystemet utfører arbeid ved hjelp av muskelsammentrekninger. Det er to hovedtyper muskelarbeid; dynamisk og statisk. Ved dynamisk arbeid vil musklene rytmisk trekkes sammen og avslappes, mens ved statisk arbeid holdes muskelen spent i samme posisjon over lengre tid.



Figur 4.1: Figur A viser hvordan muskler beveger skjelettet ved å trekke seg sammen og slappe av og B viser oppbyggingen av en muskel hvor man ser at blodårene ligger inn mellom grupper av muskelfibre. [20][40]

Statisk arbeid er ønskelig å unngå, fordi det hindrer blodgjennomstrømning i muskelen og fører til at muskelen må ta av sitt indre lager for å få nok energi. Dette vil gi tretthet og muskelsmerter. Hvis man utfører statisk arbeid over lengre tid kan man utvikle leddskader og skader på bindevev og sener. Dette vises ofte som ledd- og seneskjedefbetennelser, men kan utvikles videre til skiveprolaps, kroniske leddskader og forkalkninger.

Biomekanikk kan brukes for å vurdere hvordan ulike arbeidsoppgaver belaster kroppen, og er derfor nyttig for utformingen av betjeningsorganer hos maskiner for må oppnå best ytelse fra både brukeren og maskinen. Det er også viktig å vurdere hvordan man kan unngå uønskede belastninger på kroppen, da dette kan føre til slitasje og skader over lengre tid. [18]

### 4.1.2 Antropometri

Antropometri er læren om menneskelige mål. Begrepet krediteres til den belgiske matematikeren Quetlet som i 1870 publiserte verket "Anthropometrie". Menneskelige mål og dimensjoner har lenge vært et interessant tema for filosofer, kunstnere, arkitekter og teoretikere, som Vitruvius og Leonardo da Vinci.

Menneskelige mål og dimensjoner er viktige for å kunne tilpasse omgivelsene til mennesket. Det er utfordrende å samle store nok mengder data, derfor har mye antropometrisk forskning blitt gjennomført i den militære sektoren, hvor det var god tilgang på kandidater. [22]

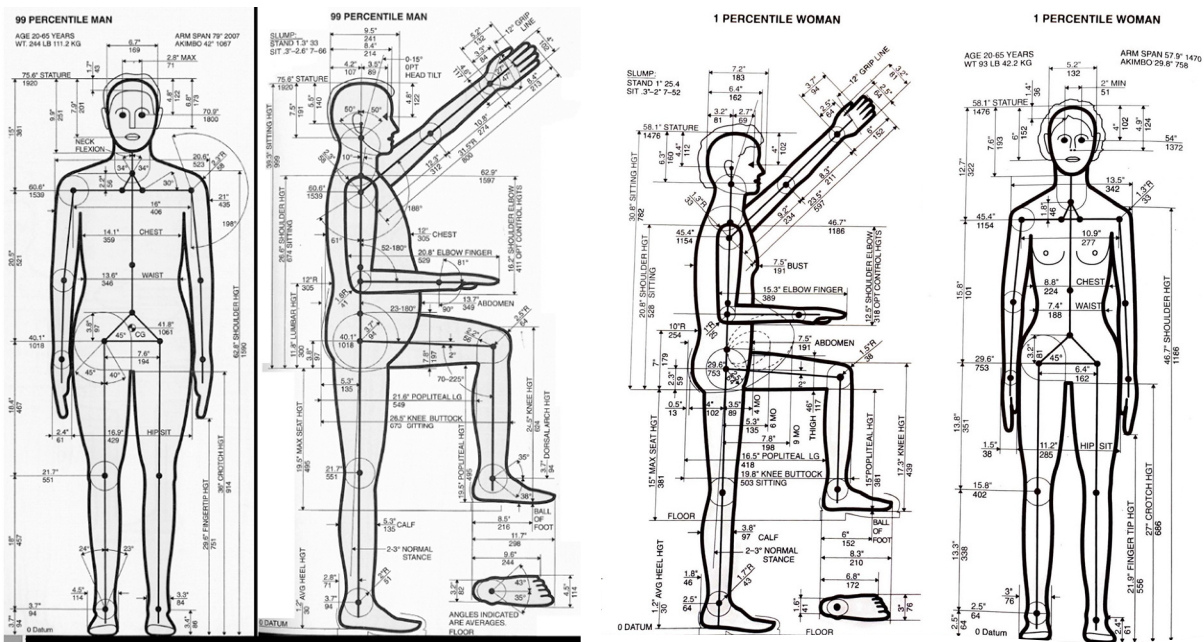
#### Prosentiler

Det er store variasjoner i mål fra person til person, og man kan dermed ikke ta hensyn til absolutt alle størrelser. Det er heller ikke hensiktsmessig å bruke gjennomsnittsmål, fordi man da ekskluderer en stor del av målgruppen produktet designes for. Derfor brukes prosentiler, hvor man velger ut et intervall som tilfredsstillende flesteparten og ekskluderer de mest ekstreme verdiene i hver ende av skalaen. For eksempel betyr 99-prosentil at kun 1% av verdiene for det spesifikke målet er større blant populasjonen, mens 1-prosentil betyr at 99% av verdiene er høyere.

Det velges ofte å designe for intervallene 5 - 95 eller 1 - 99 prosentilverdier, da inkluderer man henholdsvis 90% og 98% prosent av befolkningen. [22]

### Antropometriske mål

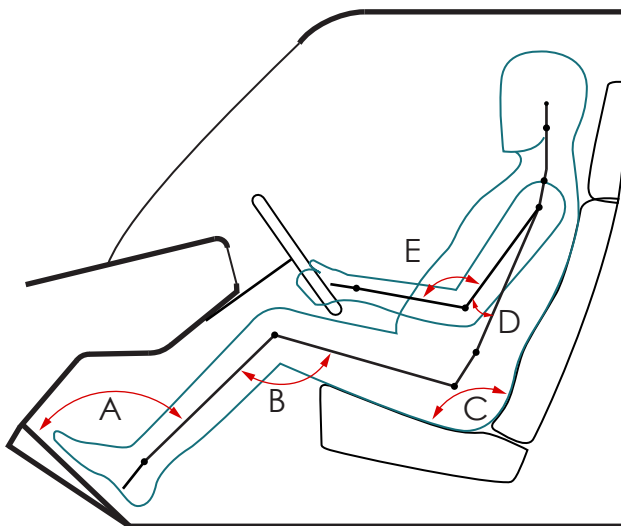
I dette prosjektet benyttes antropometriske mål hentet fra boken *The Measure of Man & Woman – Human Factors in design*. [21] Det bil brukes mål for 99-prosentil mannen og 1-prosentil kvinnen.



Figur 4.2: Oversikt over vanlige mål for 99-prosentil mann og 1-prosentil kvinne.

### 4.1.3 Sittestilling i bil

En god sittestilling er viktig for oppmerksomheten når man kjører. Hvis sittestillingen er ukomfortabel kan føreren av kjøretøyet bli distraheret og faren for ulykker øker. Det er også viktig med godt sittestilling ved lengre kjøreturer for å unngå feil belastning på kroppen. Det er viktig at setet er formet slik at det gir god støtte til korsryggen. Nedenfor vises de viktigste vinklene for en komfortabel sittestilling for føreren.

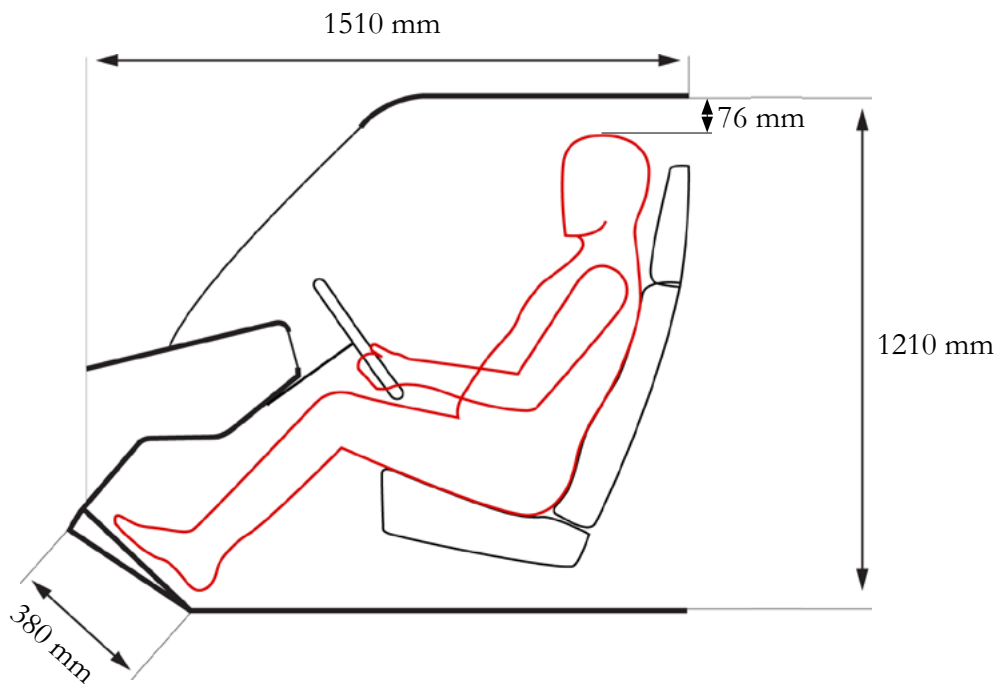


- A: Ankel vinkel 90° - 100° for komfort
- B: Vinkel på kne 110° - 120° for styrke
- C: Setevinkel 95° - 100° for årvåkenhet
- D: Vinkel på overarm 0° - 35° for komfort
- E: albuvinkel 80° - 160° for komfort

Figur 4.3: Her vises de viktigste vinklene for sittestillingen i førersetet i et kjøretøy. Figuren er basert på vedlegg 1. [21]



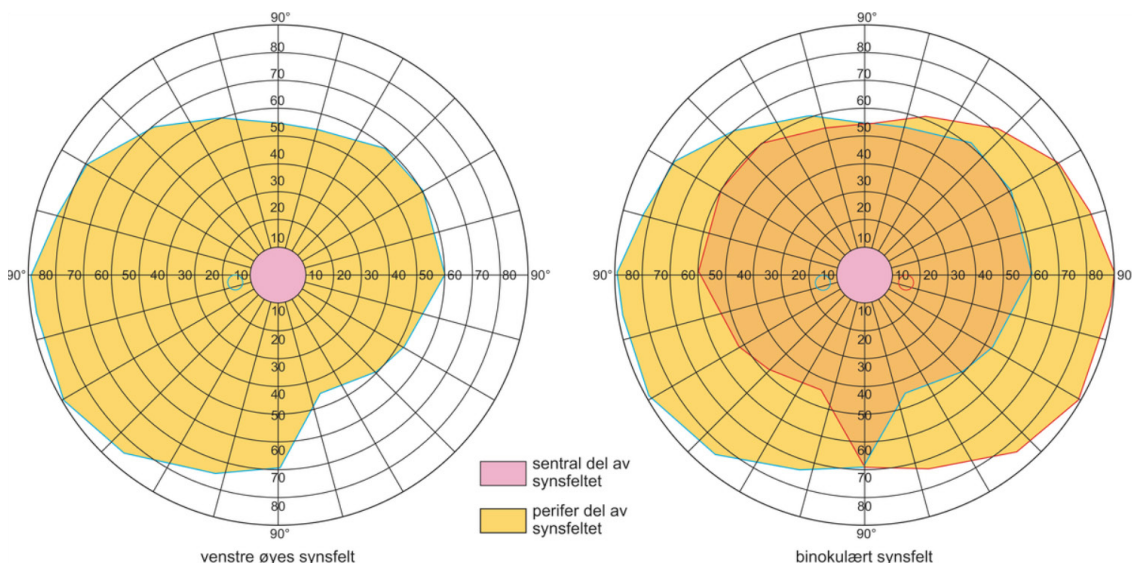
Ut i fra anbefalt sittestilling får man noen minimumsmål på førerkupeen, som vises nedenfor.



Figur 4.4: Minimumsmål på førerkupeen. Figuren er basert på vedlegg 1. [21]

## 4.1.4 Siktergonomi

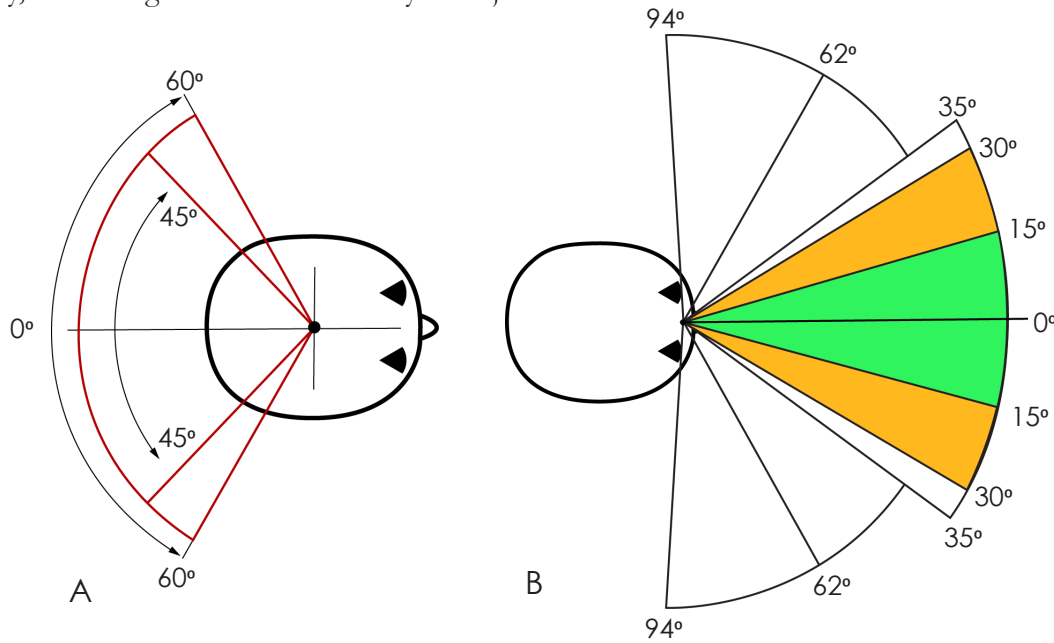
Synsfeltet defineres som det området av omgivelsene man oppfatter når øyne og hode holdes i ro. Figuren til høyre under viser med det mørke oransje feltet at normalt binokulært synsfelt, det området hvor begge øynene får inn synsinntrykk, strekker seg til omtrent 60 grader horisontalt på hver side. Den rosa sirkelen markerer fokuspunktet, og synet svekkes mer og mer bort fra dette punktet. Ytterst er det perifere synsfeltet, hvor kun ett øye mottar lysinntrykk på hver side.[24]



Figur 4.5: Til venstre vises normalt synsfelt for venstre øye, men det til høyre vises normalt synsfelt for begge øyne samlet.[24]

Området man holder oversikt over kan utvides ved å vri på hodet. Som det vises i figur 4.6 A kan hodet behagelig roteres 45 grader hver vei, og 60 grader er maks rotasjon. Men hoderotasjon bør minimeres om mulig. [21]

Viktig informasjon bør plasseres nærmest mulig fokuspunktet, for lett å holde oversikten over det viktigste. Optimal plassering av display vises i figur 4.6 B som det grønne området som strekker seg 15 grader til hver side. De oransje feltene til 30 grader viser akseptabel plassering av sekundære display, mens 35 grader er maksimal øyerotasjon.

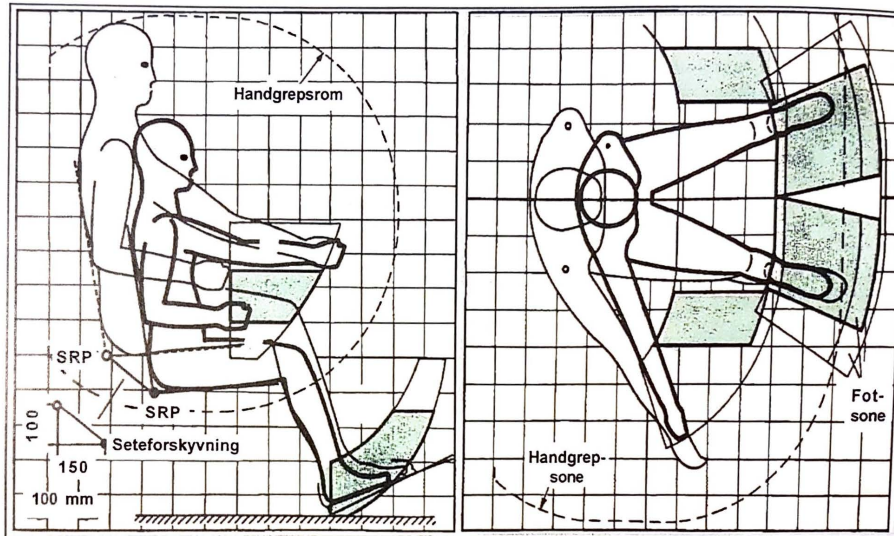


Figur 4.6: Figur A viser behagelig og maksimal rotasjon av hodet. Figur B illustrerer ulike soner innenfor synsfeltet. Illustrasjon basert på bilde fra [21]

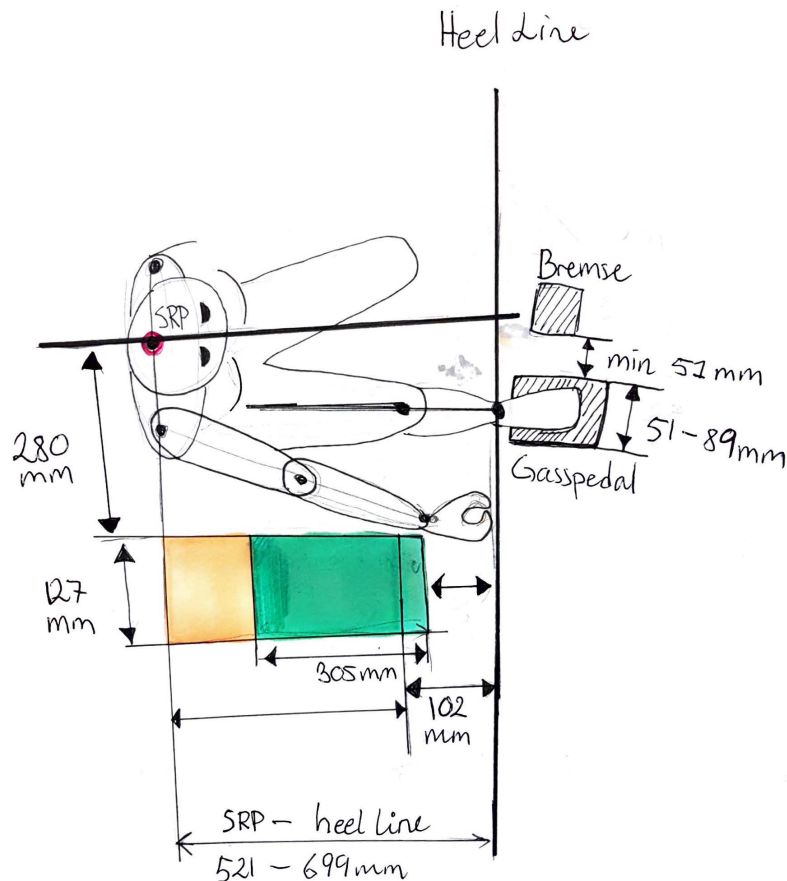
## 4.1.5 Komfortsoner

For å kunne plassere betjeningselementer må man definere området hvor det er mest gunstig å plassere betjeningsorganene. Man må ta hensyn til de forskjellige rekkeviddene til små og store personer, og finne et område som er passende for den definerte målgruppen. I figuren nedenfor vises håndgrepsrommet til en stor mann og liten dame. Det vises også hvilken seteforskyvning som er nødvendig.

99-prosentil mannen har maksimal rekkevidde på 798 mm, mens 1-prosentil kvinnen kun har 597 mm maksimal rekkevidde. [21]



Figur 4.7: Illustrasjon av håndgripssoner og komfortsoner for pedalbruk hos jordbrukskjøretøy [18]



Figur 4.8: Illustrasjon av anbefalt plassering av betjeningsorganer, basert på vedlegg 4. Den grønne sonen viser anbefalt plassering av primærkontroller, og den oransje sonen er akseptabel for sekundære kontroller. [21]

Ut i fra figuren over kommer det frem at primære betjeningsorganer anbefales å være innenfor et område på 305 x 127 mm som ligger 280 mm ut i fra førerens senterlinje og minst 76 mm fra hæl-linjen, og med anbefalt 102 mm avstand til hæl-linjen.

### 4.1.6 Betjeningsorganer

Tabell 4.1: Oversikt over forskjellige typer betjeningsorganer med anbefalte størrelser og betjeningskrefter. Informasjonen er hentet fra [18] med mindre annet er presisert for det enkelte betjeningsorganet.

Betjeningsorgan	Størrelse	Betjeningsmotstand	Kommentarer
Trykknapper	Fingerbryter: 12 - 15 mm diameter max 50 mm lang  Håndbryter: Min 60 mm diameter	25 - 50 N	Overflaten til fingerbrytere bør være konkave, mens håndbrytere bør være "soppformet".
Av/på-brytere	Fingerbryter: ca 20 mm diameter  Håndbryter: 30 - 40 mm diameter min 50 mm lang		Må være lett synlige.  Kun av/på stilling.  Kan plasseres mange ved siden av hverandre så lenge merkingen er god.
Roterende knotter			Er runde, med en friksjonsflate. Må passe godt
Ratt	Diameter hovedform Min 300 mm Max 600 mm [37]  Diameter for ytterkanten, "håndtaket" Min 19 mm Max 28 mm [21]		Kan ha 2 til 4 eiker.  Optimalt håndgrep ligger mellom horisontalaksen og 30 grader nedover på hver side.
Pedaler		Tyngre pedaler Min 60 N max 90 - 100 N  Lette pedaler max 30 - 50 N	Tunge pedaler bør ha så liten vandring som mulig, max 5 - 15 cm.  Max vandring for lette pedaler bør være 5 -6 cm. Optimal pedalvinkel 15 grader.  Bør ha ru overflate som er lett å rengjøre.  Ved flere pedaler bør avstanden være 5 - 10 cm mellom dem.









## 4.2 Kjørestand

Selv om dette prosjektet fokuserer på interiøret av Dolphinkonseptet er det viktig å ta med litt om kjørestand. Interiørkomponentene legger føringer for nødvendige størrelser på eksteriøret, som man ønsker å gi en utforming med lav luftmotstand. Kjørestanden er summen av luftmotstand, rullestand, stigningsstand og akselerasjonsstand, som vist i formel 1 under.

$$F_{\text{Total}} = F_R + F_S + F_A + F_L \quad (1)$$

Formen på karosseriet har mye å si for luftmotstanden. Luftmotstandskoeffisienten  $C_w$  beskriver hvor aerodynamisk utformingen til kjøretøyet er. Ved utforming av et kjøretøy er det viktig å ta hensyn til formen og tverrsnittsarealet. Som det vises i formelen for luftmotstandskraft (2) er det disse to faktorene som man kan påvirke i størst grad når det kommer til reduksjon av luftmotstand. [36]

$$F_L = 0.5 * C_w * A * \rho_1 * v^2 \quad (2)$$

	$c_w$
 Open convertible	0.33 - 0.50
 Offroad vehicle	0.35 - 0.50
 Notchback sedan (conventional shape)	0.26 - 0.35
 Station wagon	0.30 - 0.34
 Wedge shape, headlamps and bumpers integrated into body, wheels covered, underbody paneling, optimized flow of cooling air	0.3 - 0.4
 Headlamps and all wheels enclosed within body; underbody paneled	0.2 - 0.25
 Reversed wedge shape (minimal cross-section at tail)	0.23
 Optimum streamlining	0.15 - 0.20
Trucks, truck-trailer combinations	0.8 - 1.5
Motorcycles	0.6 - 0.7
Buses	0.6 - 0.7
Streamlined buses	0.3 - 0.4

Figur 4.9: Oversikt over  $C_w$  - verdier for forskjellig utformet karosseri. Det kommer fra figuren at dråpeformet karosseri gir lavere luftmotstand enn et mer firkantet ett. [36]

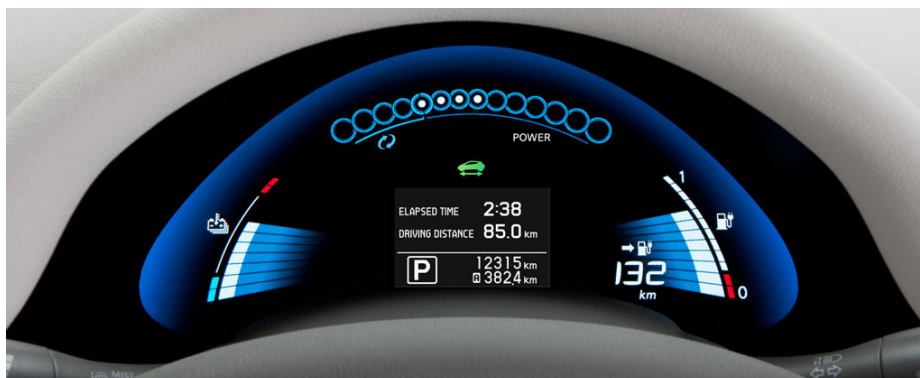
## 4.3 Teknologi

### 4.3.1 Instrumenter for kjøretøy

De vanligste måleinstrumentene for en standard bensin-bil er speedometer og turtallsmåler, samt mål for bensintank, motortemperatur og varsellamper. I tillegg er det viktig å ta med betjeningsorganer som clutch og gir.

Hos elbiler endrer behovet seg litt, man viser målinger for gjenværende batterikapasitet i stedet for tankmåler, og det er ikke nødvendig med girskifte på samme måte. Det medt nødvendige er å ha moduser for å kjøre fremover og rygging, samt av.

I nyere biler er det mer og mer brukt elektroniske instrumentpanel, i stedet for analoge måleinstrumenter. Dette syns for eksempel hos Tesla og Nissan Leaf.



Figur 4.10: Instrumentpanel hos Nissan Leaf 2011. Dette er en svært annerledes utforming enn det man ser i bensinbiler.



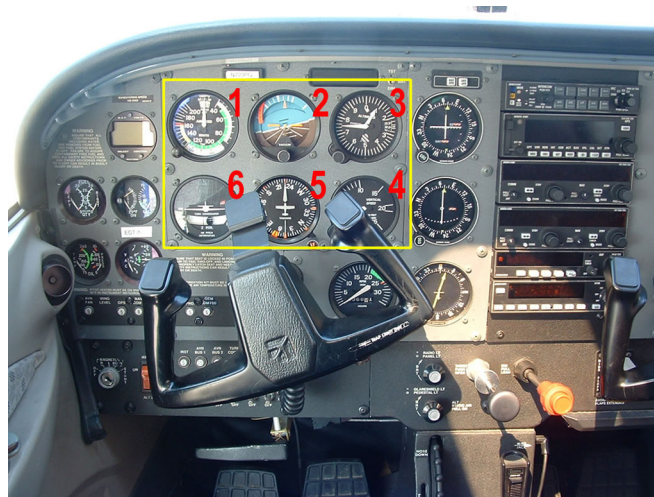
Figur 4.11: Instrumentpanel hos Tesla model S. Her er det flere muligheter for hva man ønsker å vise på siden av speedometeret, som for eksempel kart eller musikk som spilles.

### 4.3.2 Instrumenter for luftfartøy

Dolphin Sky skal kunne fly, og da trenger man flere instrumenter enn hva som brukes ved vanlig bilkjøring. Her sees det på de viktigste for styring av luftfartøy. Det er seks flyinstrumenter som regnes som de mest primære, disse kaller for Six-packen. Disse instrumentene deles inn i to grupper, hvor tre er koblet til fartøyets Pitot Static Pressure System, mens de tre andre er gyroinstrumenter og er vanligvis drevet av flyets Vacuum system pump.

Six-packen består av de følgende instrumentene:

- Airspeed Indicator - Flyhastighetsindikator
- Attitude Indicator - kunstig horisont (horisontal indikator)
- Altimeter - høydemåler
- Vertical Speed Indicator - Stigehastighetsmåler, variometer
- Heading Indicator - Gyrokompass
- Turn Coordinator - Svingeindikator [19]



Figur 4.12: De seks primære instrumentene vist på et Cessna 172 instrumentpanel.[19]

## 4.4 Formspråk

Alle former tar utgangspunkt i de tre grunnformene vist i figuren under. Disse kan kombineres på mange måter for å få det uttrykket man ønsker. Hovedsaklig deler vi formene inn i to kategorier, organsike og uorganiske former. Firkant og trekant er uorganiske, mens sirkelen er en organisk form.

Bruk av uorganiske former er med på å gi et mekanisk og og hardt uttrykk til, mens organiske former ofte gir assosiasjoner til naturen og et mer harmonisk uttrykk.



Figur 4.13: Illustrasjon av grunnformene. Fra venstre vises firkant, trekant og sirkel.



Figur 4.14: Figuren viser eksempler på bruk av organsike og uorganiske former. A) Uorganisk arkitektur. [34] B) Romskip med organisk design fra tv-serien The Orville. [35]



## 5 KONSEPTSPESIFISERING

I dette kapitlet defineres målsettingene for konseptet, det settes opp en oversikt over viktige egenskaper samt metriske gensespesifikasjoner.

### 5.1 Konseptmålsettinger

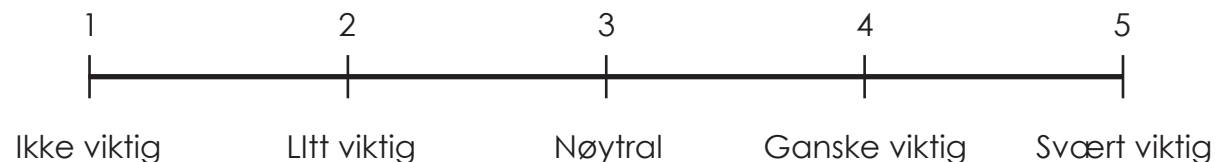
Hovedmålet for konseptet er å være en godt ergonomisk utformet førerkupe for Dolphinkonseptet. Produktet skal gi føreren en behagelig og årvåken sittestilling, og betjeningsorganer skal være ergonomisk utformet. Informasjon fra sensorer og målere skal være lett forståelig og hensiktsmessig plassert.

#### Delmål:

- Det skal være god sikt fra førerplassen.
- Førersetet skal være regulerbart.
- Betjeningsorganer skal være ergonomisk utformet, plasseres innen komfortabel rekkevidde og i et intuitivt system.
- Informasjon skal være lett leselig og plassert på en hensiktsmessig måte.

### 5.2 Rangering av viktige produktegenskaper

Dette delkapitlet tar for seg egenskaper som er viktige for konseptet. De rangeres etter viktighet på en skala fra 1 - 5.



Figur 5.1: Illustrasjon av vektingsskalaen.

Tabell 5.1: Tabellen viser viktige produktegenskaper.

Egenskap	Beskrivelse	Vekting
Ergonomi	Ergonomi omfatter mye. Konseptet må tilpasses brukeren med tanke på blant annet plass, sikt, utforming av interaksjonsflater	5
Estetikk	Konseptet må være estetisk tiltalende for brukeren.	4
Orginalitet	Det er bra om konseptet skiller seg ut i fra liknende produkter for å få en fordel på markedet.	4
Kostnader	Produksjon bør ha lave kostnader	3
Sikkerhet	Sikkerhet er svært viktig for et produkt som skal kunne ferdes på vei og i luften. Sikkerhet innebærer implementerte sikkerhetsfunksjoner, riktig utforming av omgivelsene	5
Kompleksitet	Konseptet bør være enkelt utformet.	4

Fremtidsrettet	Konseptet bør ha et design som er aktuelt fremover i tid, slik at det ikke blir utdatert snart etter ferdigstilling. Det kan for eksempel hente inspirasjon fra sci-fi konsepter.	4
Miljøvennlig	Konseptet bør inkludere fokus på miljø med tanke på materialvalg.	3

## 5.3 Metriske grensespesifikasjoner

Det er mange metriske krav for å utforme en ergonomisk riktig førerkupe. I dette delkapittelet vises det en oversikt over de viktigste målene som brukes i dette prosjektet.

### Kupe

Tabell 5.2: Mestriske grensespesifikasjoner for førerkupeen.

Størrelsesfaktor	Min [mm]	Max [mm]
Lengde	1660	
Høyde	1210	
Bredde	900	
Lengde fotstøtte	380	

### Førersetet

Tabell 5.3: Mestriske grensespesifikasjoner for førerisetet.

Størrelsesfaktor	Min [mm]	Max [mm]
Setelengde*		419
Setebredde	464	
Høyde seterygg*	635	
Høydejustering korsryggstøtte *	178	300
Klaring mellom ratt og lår	165	

\* Måles fra setereferansepunktet (SRP).

### Instrumentpanel

Tabell 5.4: Mestriske grensespesifikasjoner for instrumentpanelet basert på siktsoner.

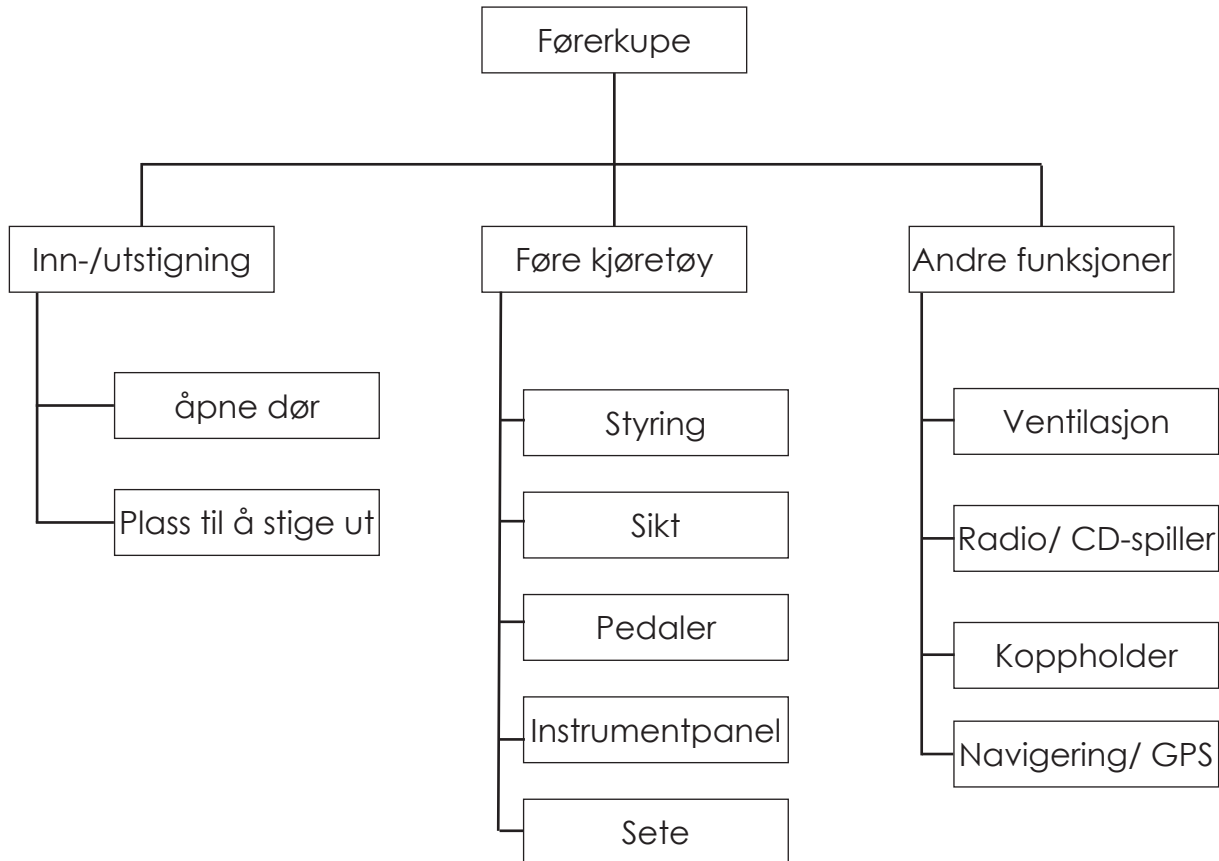
Størrelsesfaktor	Min [mm]	Max [mm]
Bredde primærdisplay		394
Total displaybredde, sekundær og primær		762
Høyde		381
Siktavstand display		762

## 6 KONSEPTUTVIKLING

I dette kapitlet utredes førerkupeen gjennom en funksjonsanalyse, som videre brukes til å utvikle konseptforslag. Inspirasjon som er brukt i utviklingsprosessen presenteres i form av et moodboard.

### 6.1 Funksjonsanalyse

Det er gjennomført en funksjonsanalyse for førerkupeen for å avdekke viktige momenter å ta hensyn til ved konseptutviklingen.



Figur 6.1: Funksjonsanalyse for førerkupe.

Interiøret i et kjøretøy er komplekst. Derfor må det begrenses hva som fokuseres på i dette prosjektet. Fokus vil hovedsaklig være på aspekter som er viktig for føringen av kjøretøyet, samt det helhetlige bildet.

### 6.2 Inspirasjon

Moodboard kan være et nyttig hjelpemiddel i en designprosess. Det gir inspirasjon til blant annet former, farger, stemninger og assosiasjoner man ønsker å formidle med produktet. Moodboardet i figur 6.2 viser tidlige inspirasjonskilder for designutviklingen. Det er mye fokus på form i moodboardet. Fisken og delfinen har rene elegante linjer og strømlinjede former er som gir lite motstand og kan knyttes til aerodynamikk. Den sorte og oransje ”kulen” er sci-fi inspirert og viser en stilig fargekombinasjon og mer uorganiske former. Bubbleskipet fra Oblivion viser interiør og symboliserer fokus på fremtidsrettet utvikling. Øyestikkeren gir assosiasjoner til luften og det som flyr, samt at det viser interessante former som kan brukes videre.



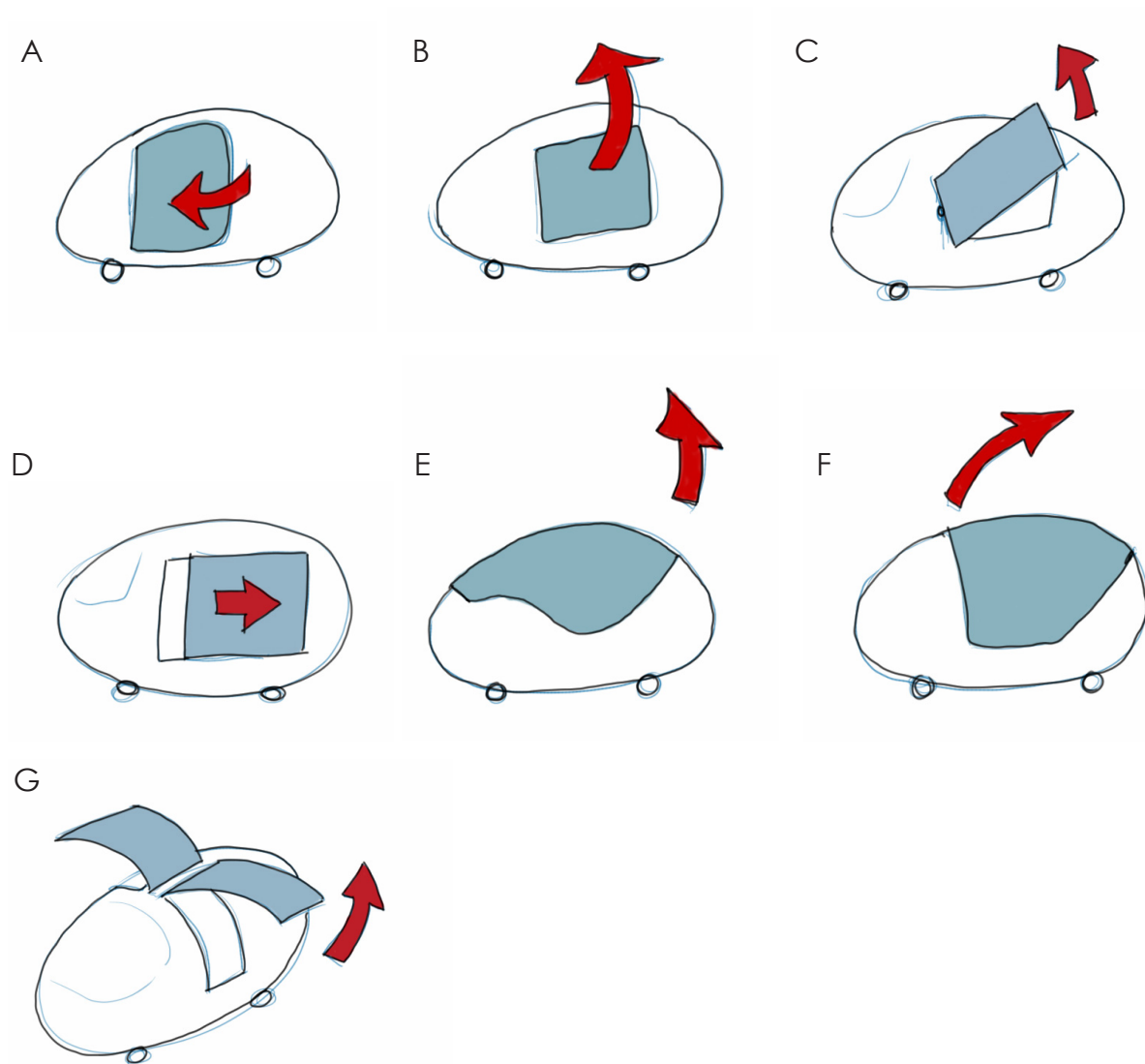
Figur 6.2: Moodboard som inspirasjonskilde tidlig i utvikningsprosessen. Bildene fokuserer mye på strømlinjede og aerodynamiske former med mye inspirasjon fra naturen. [26 - 32]

## 6.3 Funksjonsalternativer

Ut i fra funksjonsanalysen er det utviklet løsningsforlag for flere aspekter førerkupeen.

### 6.3.1 Dør

Det presenteres her alternativer til dørutforming som vil bli tatt hensyn til videre i prosjektet. I fra funksjonsanalysen er det å stige inn og ut av kjøretøyet et moment man må ta hensyn til ved utforming av det innvendige. Hvordan man kommer seg inn i fartøyet er en viktig del av opplevelsen og komforten ved bruk.



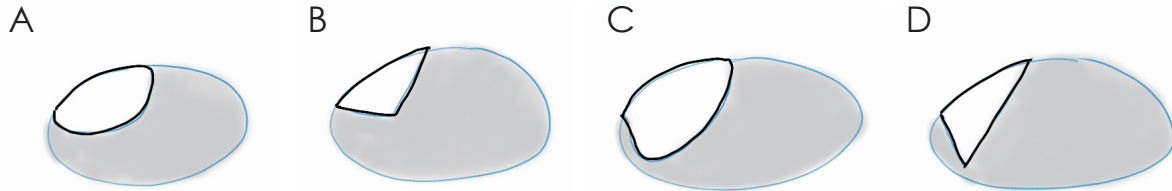
Figur 6.3: Dørkonsept hvor områder farget med blått markerer delen som åpnes, og pilene viser retningene de åpnes. A) Konvensjonell bildør som åpner utover B) Dør som er festet i overkant og vippes ut og opp. C) Dør som er festet i forkant og skyves opp. D) Skyvedør, som beveges bakover. E) Tak og side i ett, festet foran og løftes opp i bakkant. F) Lik som E, men festet bak og løftes fra fronten. G) Måkevinger, feste øverst på taket, løftes ut og opp.

Dørforslaget bør ikke være til hinder for flyvefunksjon som mest sannsynlig vil være plassert høyt oppe. I tillegg vurderes forslagene i forhold til estetikk. Derfor velges det å gå videre med konsept A.

### 6.3.2 Sikt

Sikt har mye å si for sikkerheten ved føring av et kjøretøy. Det er ønskelig at føreren har best mulig sikt, for lettest å oppdage farer som kan oppstå. For et flygende fartøy kan det være ønskelig å utvide siktsonen som man normalt har i en bil, til å kunne se mer nedover når man er i luften.

Her fokuseres det på sikt frem, ned og til siden, men det antas at føreren også vil ha tilstrekkelig sikt bakover gjennom bakrute, som man må ha når man kjører på vei.



Figur 6.4: Utforming av front- og siderute med tanke på sikt. Alternativ A og B viser en utforming som er vanlig for biler, mens C og D utvider siktsonen nedover.

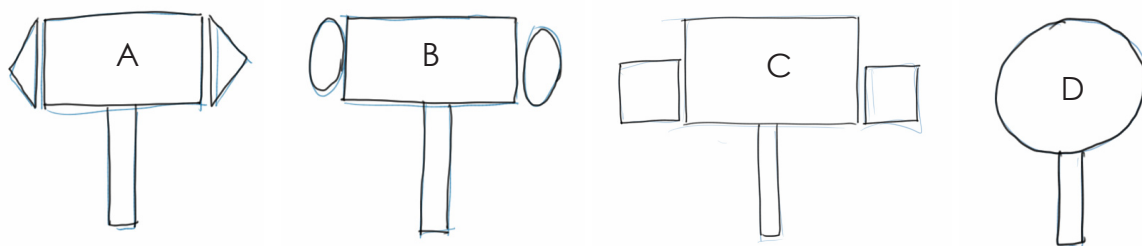
Figuren over gir noen enkle forslag til utformingen av siktsonen. Det grå området viser skallet til kjøretøyet, med rute siktzone i hvitt med sort markering rundt. Det vises to forslag som likner på det som er vanlig for en bil (A og B), og to forslag (C og D) som strekkes siktsonen nedover, men med ulik utforming. A og C har organisk utforming mens B og D har mer uorganiske former.

Det er valgt å fokusere på forslag C og D med bakgrunn i siktmuligheter, samt et fremtidsrettet design.

### 6.3.3 Instrumentpanel formkonsepter

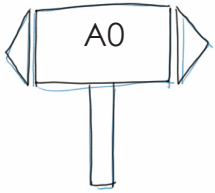
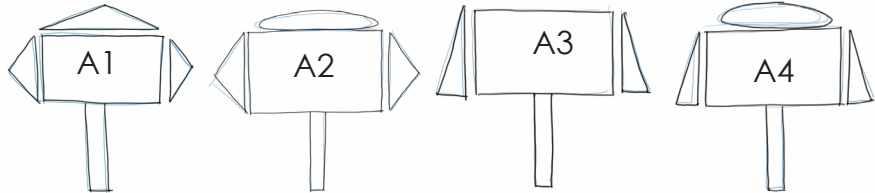
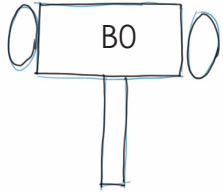
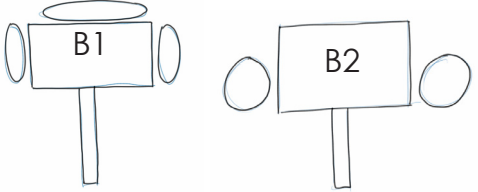
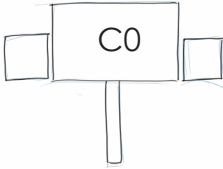
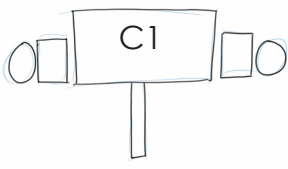

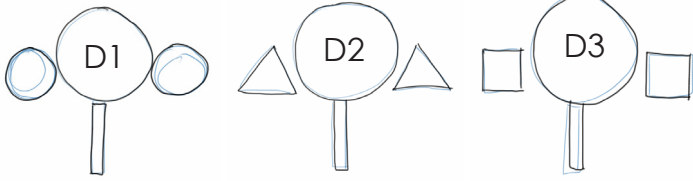
På grunn av at det fokuseres på sikt, utformes instrumentpanelet slik at det støttes opp i midten, slik at det skjærer minst mulig for sikten.

Formutviklingen startes ved at det settes opp ulike formkonsepter ved å kombinere de ulike grunnformene på forskjellige måter.



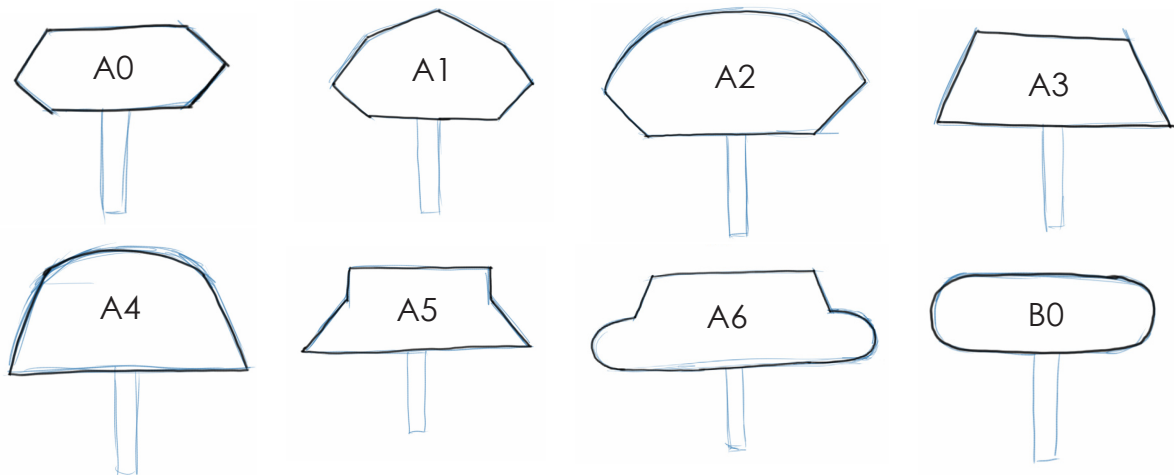
Figur 6.5: Formkonsepter dannet av å kombinere grunnformer.

Disse konseptene utvikles så videre ved å vri og vende på konseptene. Formkonseptene som kom frem fra dette presenteres i figuren under, hvor de grupperes etter hvilken av formene fra figur 6.5 de er basert på.

Utgangspunkt	Videreutvikling
	
	
	
	

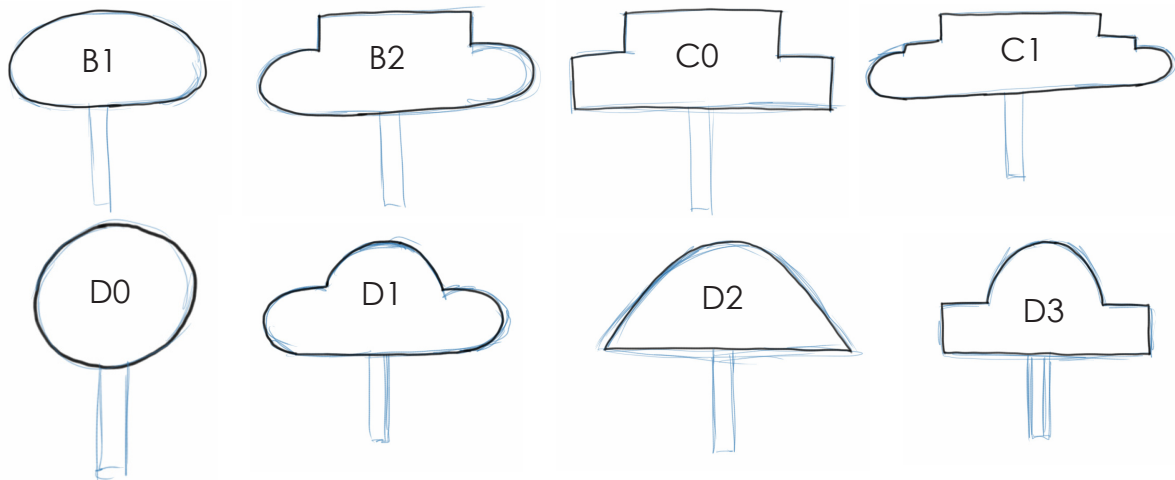
Figur 6.6: Videreutvikling av formkonsepter for instrumentpanel.

Formkonseptene vises nedenfor med konturlinjen tegnet, for å gi en bedre visualisering av konseptene.



Figur 6.7 fortsetter på neste side.

Figur 6.7 fortsettelse



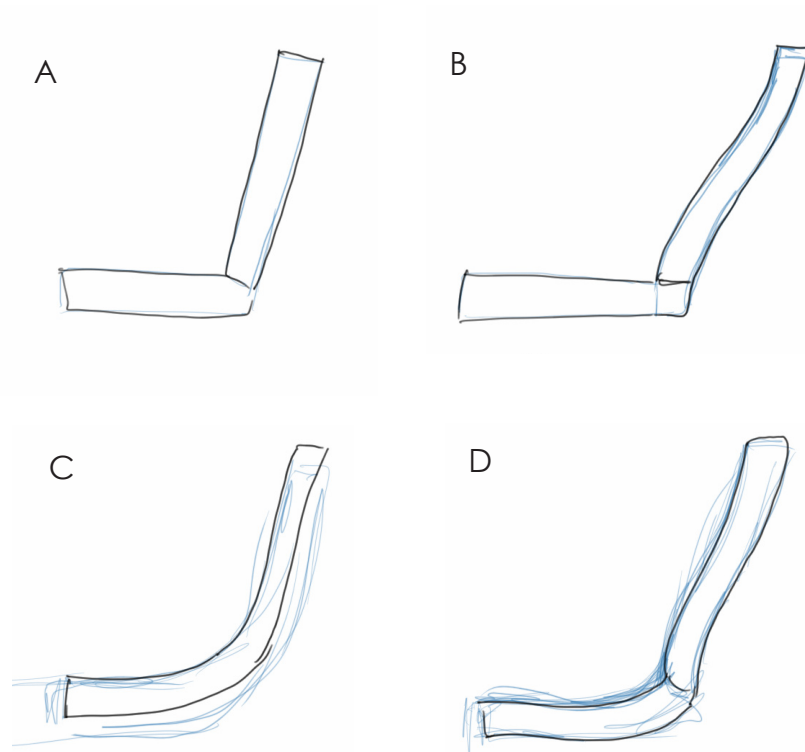
Figur 6.7: Oversikt over formene som er kommet frem gjennom formutviklingen av instrumentpanelet.

### 6.3.4 Førersetete formkonsepter

Utformingen av førersetet deles opp i flere deler, som hver ser på et aspekt ved stolen.

#### Hovedform

Først sees det på stolens hovedform. Formkonseptene presenteres tegnet i profil for godt å visualisere formbruken.



Figur 6.8: Formkonsepter for fører sete. A) Enkle uorganiske former. B) Ergonomisk formet, en blanding av organisk og uorganisk. C) Hele stolen i ett stykke, hovedvekt på organiske former. D) Ergonomisk seterygg, organiske former på både sete og rygg.

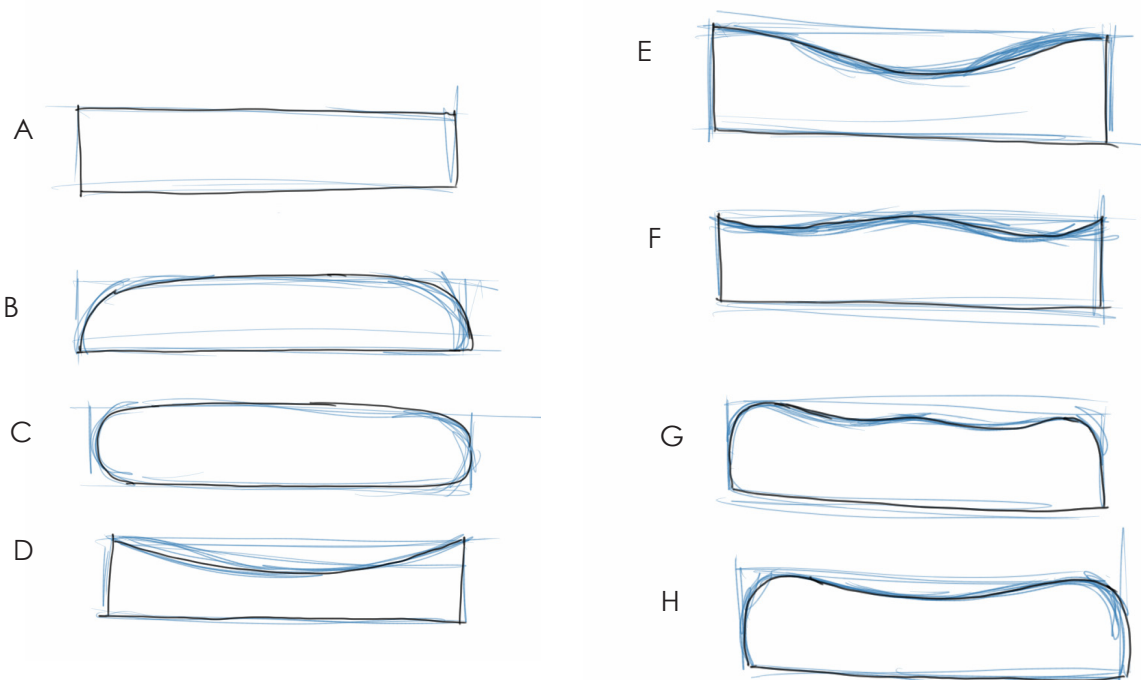


Regulering av førersetet er viktig for å kunne tilpasses en størst mulig målgruppe. Alternativene A, B og D har sete og rygg som to individuelle deler, som gir mulighet for regulering uavhengig av hverandre. Alternativ C er i ett stykke og har dermed begrensede reguleringsmuligheter.

Konseptvalg av førersetets hovedform foretas med grunnlag i kravene justeringsmulighet, ergonomi og estetikk. Dermed velges alternativ B, som gir både innstillingsmuligheter, ergonomisk form og et estetisk uttrykk som er enkelt og lekkert.

## Seteform

Seteformene presenteres sett direkte forfra.

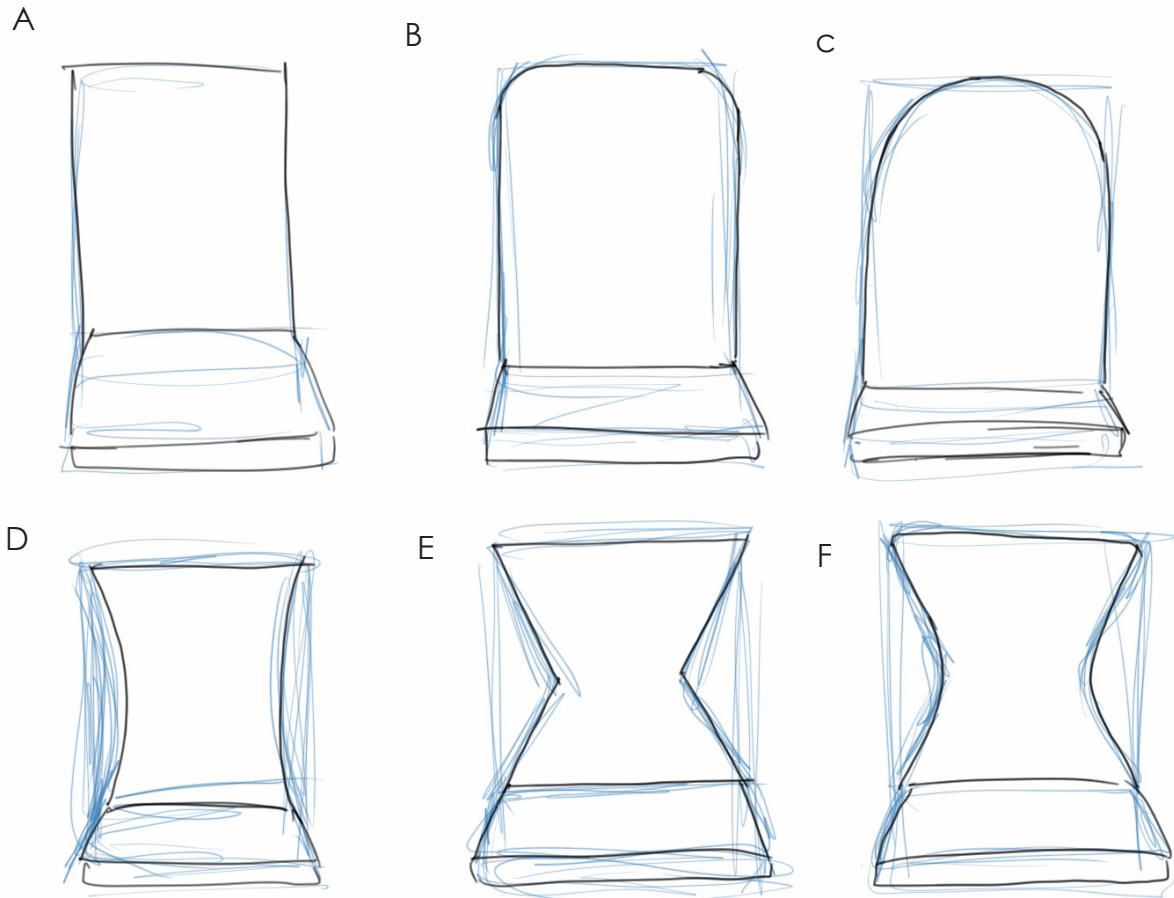


Figur 6.9: Uforming av sete. De helt enkle formene (A - C) er lite ergonomisk formet. Alternativene D - H utforsker ulike måter å tilpasse og gi støtte til føreren i setet.

Ved valg av seteform fokuseres det på ergonomi, enkle former og estetikk. Det velges å gå videre med alternativene D og H. Disse er svært like, med forskjell i bruk av organsie og uorgansike former. Disse kan kombineres og tilpasses til designet som helhet.

## Stolrygg

Stolryggkonseptene presenteres sett forfra.



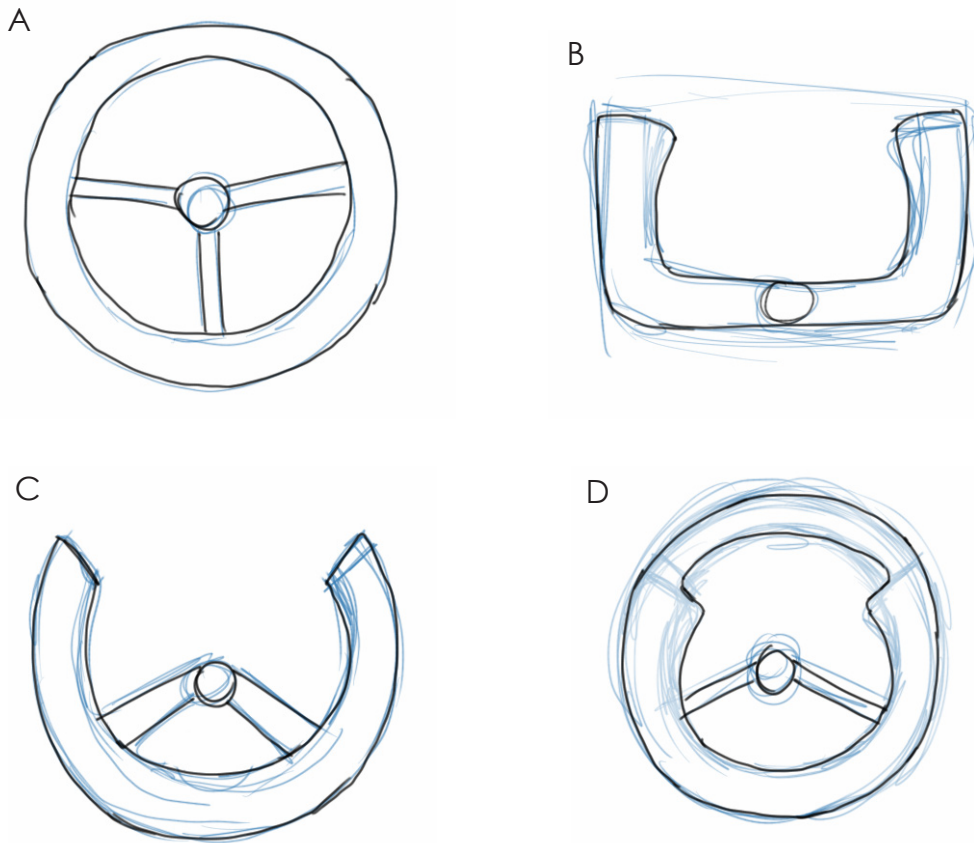
Figur 6.10: Utforming av stolrygg. Alternativene starter med helt enkle former (A), som utvikles til mer spennende former med både organiske og uorganiske uttrykk.

Formkonsept for stolryggen velges med grunnlag i ergonomi, estetikk, enkelhet og originalitet. Estetisk bør alternativene sees i sammenheng med valgt hovedform for fører sete. Det velges å gå videre med alternativ F. Dette konseptet sammen med valgt hovedform vil gi et spennende og orginalt fører setekonsept, men som samtidig holder formene ganske enkle.

De valgte stolkonseptene har ikke tatt hensyn til armlener, hodestøtte og liknende detaljer. Dette kan inkluderes ved senere detaljering av konseptet.

## 6.3.5 Ratt

Figur 6.11 viser utforming av rattets hovedform. A viser formen på et typisk bilratt, mens B viser en form som er vanlig hos fly. C og D er kombinasjoner av A og B for å prøve å tilpasse rattet til både bil og -flymodus.

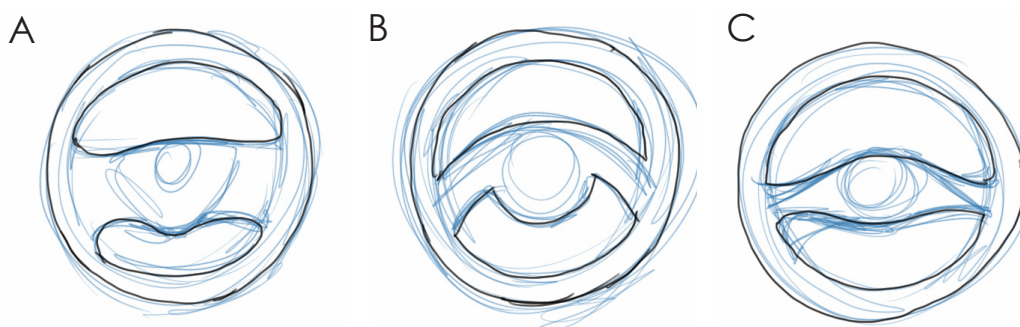


Figur 6.11: Alternativer for rattets hovedform

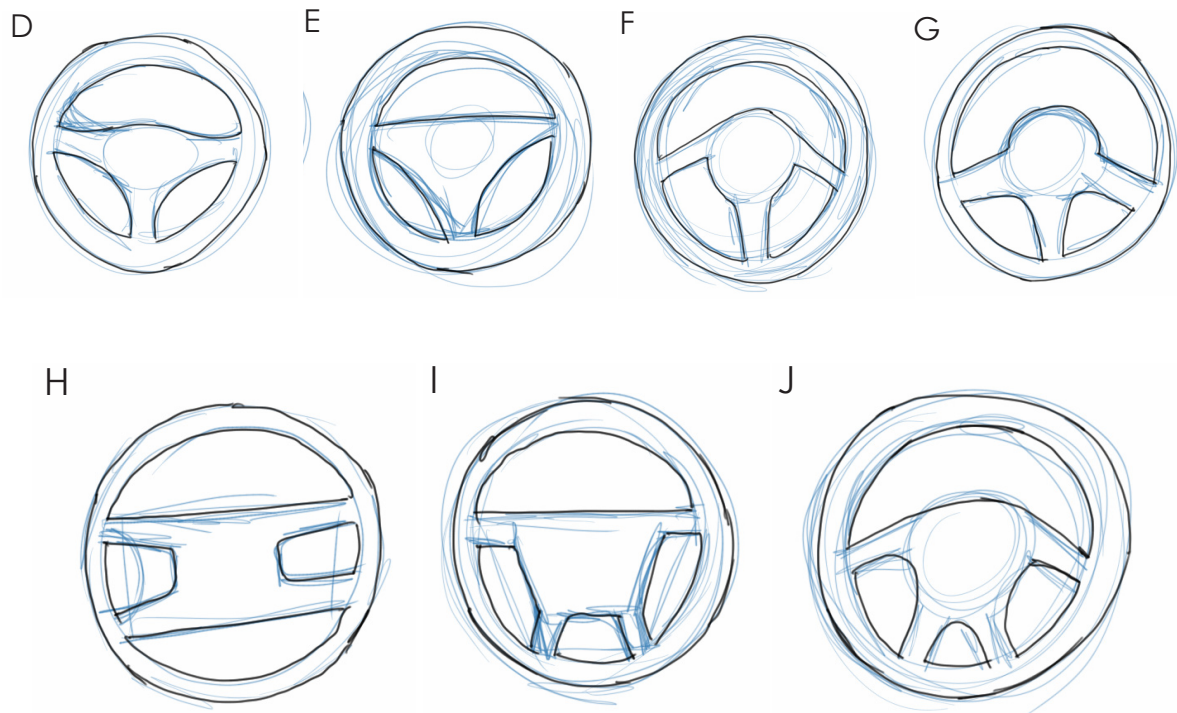
Ved bilkjøring vil et ratt med lukket form være mest praktisk, da man må ha muligheten til å gripe langs hele rattet ved større svingeoperasjoner.

Det velges derfor å gå videre med forslag D, som har lukket form, men og ekstra utforming for håndgrepet slik at det også skal være lett å bevege rattet som en flystikke under flymodus.

Videre sees det på utformingen av den midtre delen av rattet. Her er det fokus på at det skal være plass til noen knapper for styring av diverse sekundære funksjoner. Det er og viktig at rattet gir tilstrekkelig sikt til kontrollpanelet som vil være plassert bak.



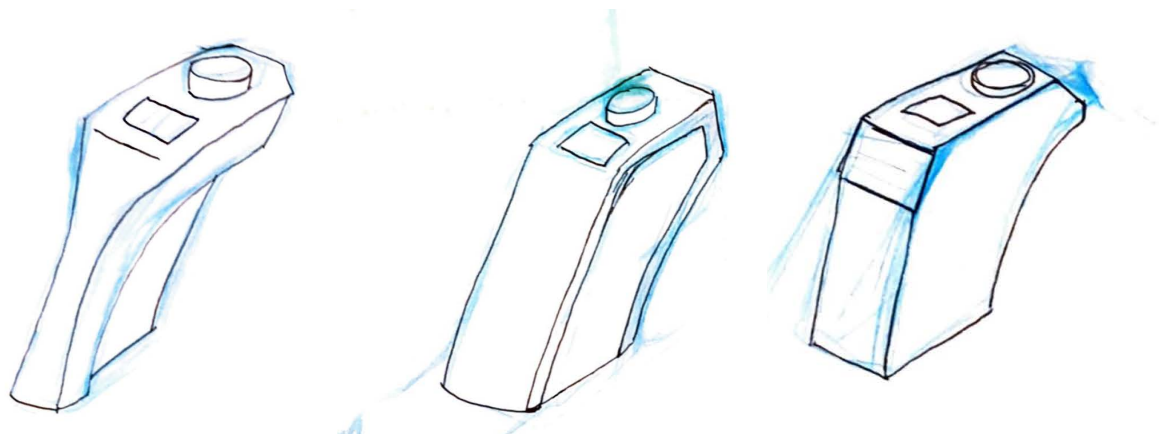
Figur 6.12 fortsetter på neste side.



Figur 6.12: Alternativer for utfoming av rattets midtdel.

## 6.3.6 Sidekonsoll

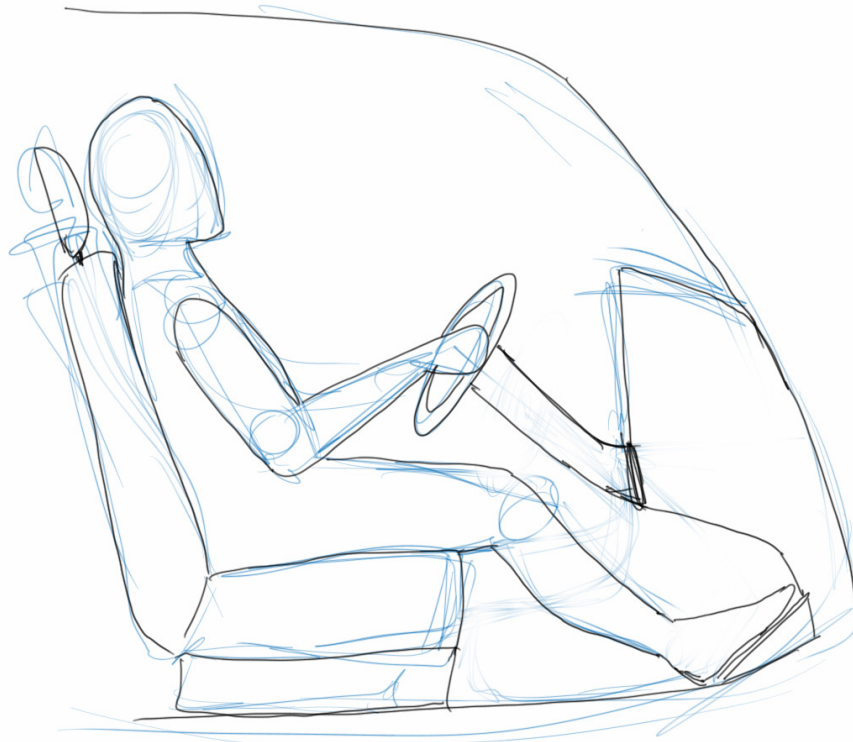
Det presenteres noen forslag til sidekonsoll, med et par betjeningslementer.



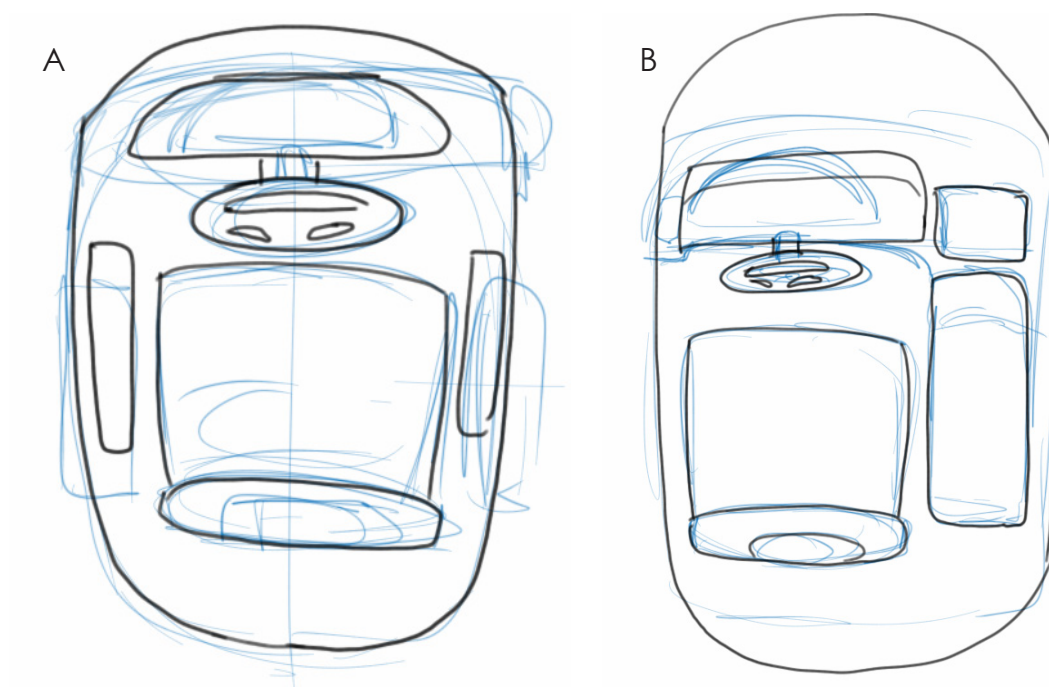
Figur 6.13: Forslag til sidekonsoller.

### 6.3.7 Helhetsskisser

Det presenteres her noen skisser som viser hvordan elementene kan settes sammen til en helhet.



Figur 6.14: Skisse som fokuserer på benplass i førerkupeen, samt viser sammensetning av fører-sete, instrumentpanel og ratt.



Figur 6.15: To forslag til plassering av komponentene, A er symmetrisk og B er usymmetrisk t.

Denne oppgaven ser kun på plass til en person i kupeen, derfor finnes det flere muligheter når det kommer til plassering elementene. Figur 6.15 A viser interiør med midtstilt sete og styring, mens 6.15 B viser venstrestilt fører sete og styring, slik som man kjenner igjen fra de fleste biler hvor det er to seter foran.



Figur 6.16: Skisse av førerplasse sett fra førers perspektiv med omriss av dører på sidene.

## 7 EGENSCREENING OG KONSEPTVALG

I dette kapittelet brukes Phugs metode for seleksjon av formkonsept for instrumentpanel og utfoming av rattets midtre del.

### 7.1 Seleksjonsmatrise for instrumentpanel

Forklaring av kriteriene som legges til grunn for valg av formkonsept for instrumentpanel:

- **Ergonimi:** Konseptet bør hindre sikten minst mulig.
- **Estetikk:** En personlig vurdering av hvor lekre formene er, og hvilke muligheter som sees for detaljering.
- **Plassutnyttelse:** Hvor godt utnyttes plassen med tanke på instrumenter som skal vises.
- **Kompleksitet:** Hvor omfattende og avansert er formen. Det foretrekkes enkle former

Konseptvalget benytter Phugs metode for seleksjon i forenklet form. Konseptene vurderes med +, - eller 0.

Tabell 7.1: Seleksjonsmatrise for instrumentpanel formkonsept.

Konsept \ Krav	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B0	B1	B2	C0	C1	D0	D1	D2	D3
Ergonomi	+	0	0	+	0	0	-	+	+	-	-	-	+	0	0	0
Plassutnyttelse	+	+	+	+	+	-	0	+	+	0	0	-	0	0	+	0
Estetikk	+	+	+	0	0	-	-	0	+	-	-	-	0	-	+	-
Kompleksitet	+	0	0	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-
SUM	+4	+2	+2	+3	+2	-3	-3	+3	+4	-3	-3	-4	+2	-2	+3	-2

Alternativ A0 og B1 kommer best ut med 4 poeng, og A3, B0 og D2 kom på andre plass med 3 poeng. Alternativene A0 og B1 tas med videre. Det kan vurderes å bruke elementer fra de nest beste konseptene hvis det sees som hensiktsmessig.

### 7.2 Seleksjonsmatrise for rattutfoming

Forklaring av kriteriene som legges til grunn for valg av formkonsept for rattets midtre del:

- **Sikkerhet:** Det bør være god nok plass til en airbag.
- **Sikt:** Utformingen bør hindre minst mulig av sikten til instrumentpanelet. Dette forutsetter at den øvere delen av rattet er mest mulig åpen.
- **Ergonomi:** Utformingen bør være laget for et godt håndgrep.
- **Betjeningsorganer:** Det bør være plass til noen knapper som kan brukes for å styre utvalgte operasjoner.
- **Kompleksitet:** Formene bør være enkle.
- **Estetikk:** En personlig vurdering av konseptenes utseende som vektlegger rene linjer og former.

Konseptvalget benytter Phugs metode for seleksjon i forenklet form. Konseptene vurderes med +, - eller 0.

Tabell 7.2: Valg av rattkonsept for utforming av rattets midtdel.

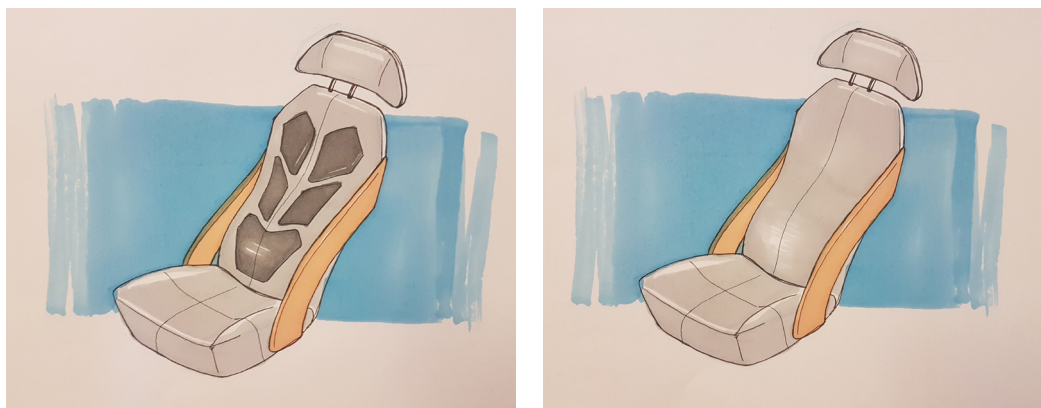
Konsept Kriterier	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Plass til airbag (sikkerhet)	+	0	-	0	+	0	0	+	+	+
Gi god sikt til kontrollpanel (sikt)	0	-	+	+	+	-	-	0	+	-
Gi godt håndgrep/ikke være i veien for hender (Ergonomi)	-	+	0	0	0	+	+	-	-	0
Plass til knapper	+	+	0	0	+	-	0	0	0	-
Estetikk	0	0	+	+	+	0	-	-	0	-
<b>SUM</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+2</b>	<b>+4</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>+1</b>	<b>-2</b>

Alternativ E kommer best ut med 4 poeng, og tas derfor med videre i utviklingsprosessen.

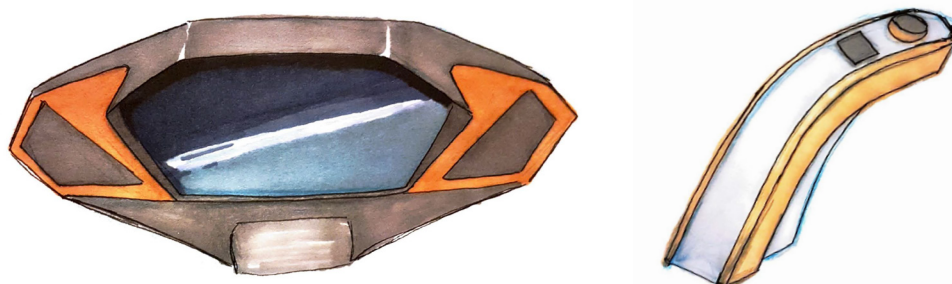
## 7.3 Foretrukne løsnings- og estetikkalternativer

v

Her presenteres foretrukne estetikkalternativer for konseptet.



Figur 7.1: To versjoner av stolkonseptet, disse tas med vider til konsepttestingen.



Figur 7.2: Instrumentpanel til venstre og sidekonsoll til høyre.



## 8 EKSTERN KONSEPTTESTING

Dette kapitlet tar for seg en spørreundersøkelse som utføres for å få innspill utenfra om konseptet.

### 8.1 Målsettinger for testingen

I en utviklingsprosess kan man lett låses til en spesifikk tankegang, derfor er det nyttig å ta i mot meninger og tanker utenfra for å utvikle et produkt som er bedre tilpasset målgruppen.

Det settes først noen mål for hva som ønskes å oppnås med testingen:

- Hva testdeltakerene synes om konseptet bil med svevefunksjon, og om de kunne tenkt seg å bruke dette som fremkomstmiddel selv.
- Hvor viktig komfort og design er for interiøret
- Hvilket av stolforslagene som foretrekkes: Med eller uten områder med ekstra polstring i ryggen, som også gir forskjellig deignuttrykk.
- Hvordan konseptforslaget for instrumentpanel oppleves.
- Eventuelle kommentarer og forbedringsmuligheter

### 8.2 Valg av testpopulasjon

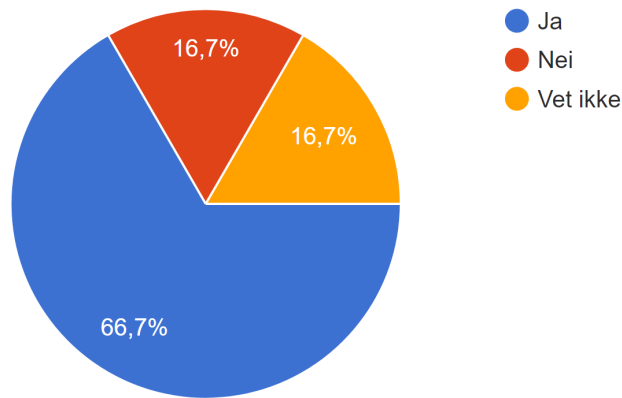
Det er ønskelig å ha en variert testpopulasjon, som passer innenfor målgruppen. Dette var en svært begrenset spørreundersøkelse som ble gjennomført av medstudenter, derfor er det lite variasjon i alder. Det er og ønskelig å ha omtrent lik fordeling mellom kjønnene. Undersøkelsen ble gjennomført av seks personer i alderen 21 - 27 år, og testgruppen bestod av 50% menn og 50% kvinner.

### 8.3 Kommunikasjonsform

Spørreundersøkelsen ble gjennomført som et skjema som ligger i vedlegg 5.

### 8.4 Resultater

Det var fire personer som kunne tenkt seg å bruke et fremkomstmiddel slik som Dolphin Sky, mens en var usikker og en ikke ville brukt det. Det viser at majoriteten av testdeltakerene var positive til å bruke en svevende bil.

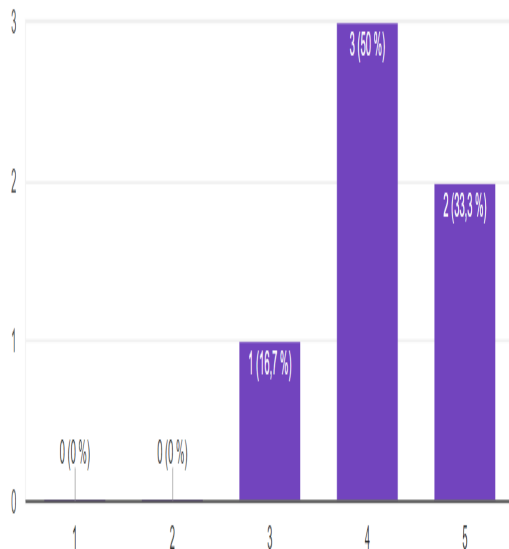


Figur 8.1: Kakediagram som viser svarfordelingen for spørsmålet om testdeltakere kunne tenkt seg å bruke et konsept slik som Dolphin Sky som fremkomstmiddel.

Undersøkelsen viser at komfort og uteende er viktig. På en skala fra 1 til 5, hvor 1 er ikke viktig og 5 er svært viktig, fikk komfort en gjennomsnittlig viktighetsvurdering på 4,2 og utseende fikk 4. Dette bekrefter tankegangen om at det er viktig å fokusere på disse punktene i utviklingen av førerkupeen.

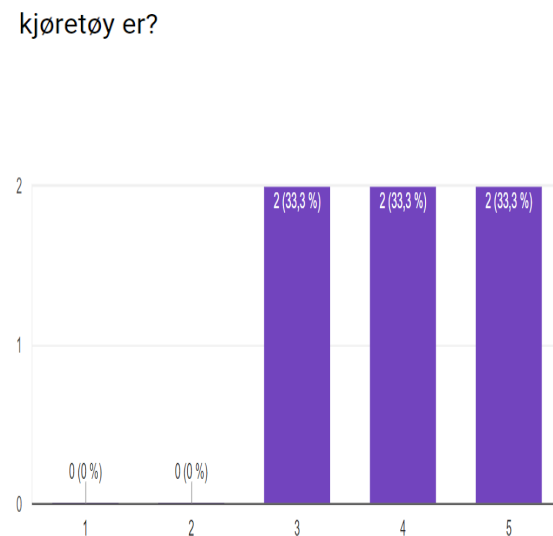
A

Hvor viktig er komforten i et kjøretøy for deg?



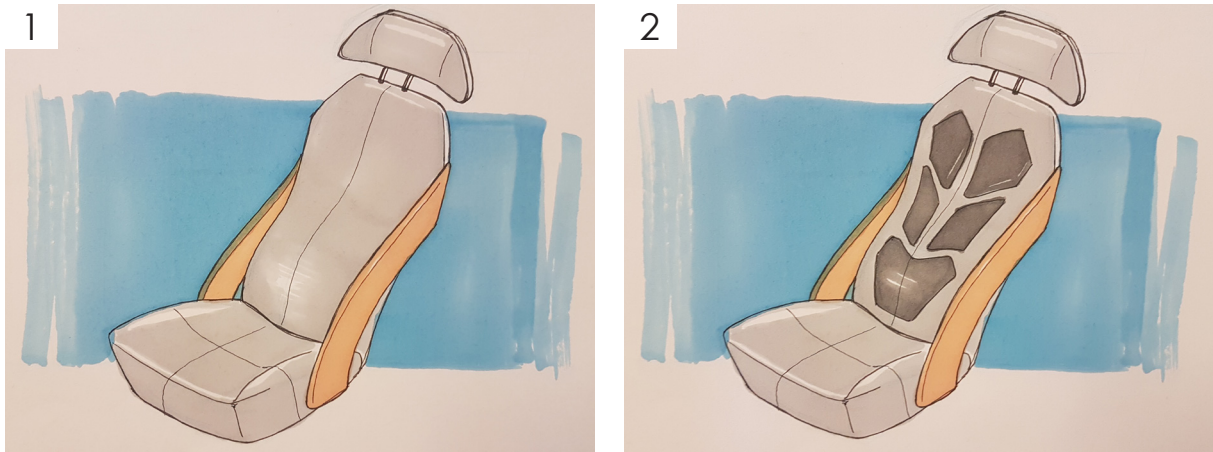
B

Hvor viktig synes du utseende til interiøret i et kjøretøy er?



Figur 8.2: Søylediagrammene viser fordelingen av svarene angående viktigheten av komfort og utseende for konseptet.

Etter utforming av hovedelementene var det ønskelig å få innspill utenfra om detaljeringen av elementene, da detaljeringen kan ha mye å si for det endelige designuttrykket. Deltakerene fikk presentert to detaljeringssløsninger for utforming av stolryggen, alternativ 1 med enkle rene former og alternativ 2 med fremhevede paneler i stolryggen med ekstra polstring. Det er ikke mange endringer som er gjort mellom alternativene, men de får allikevel svært forskjellig designuttrykk. Deltakerene ble spurt hvilket alternativ de foretrakk. Alternativ 2 kom tydelig best ut med 5 stemmer, mot en stemme for alternativ 1.



Figur 8.3: De to stolalternativene deltakerene fikk presentert i spørreundersøkelsen.

Deltakerene fikk så presentert et design av instrumentpanelet og bedt om å kommentere det. Kommentarer til design av instrumentpanelet:

- Skikkelig Sci-fi preg, noe som jeg er stor fan av. I like it!
- Tøft design, skikkelig futuristisk.
- Er skjermen buet? Er nysgjerrig på hvordan den ville føles.
- Vet ikke helt
- Veldig kult.
- Love it! Veldig kult og futuristisk.

Til slutt kunne deltakerene komme med generelle kommentarer til designet av stol og instrumentpanel. Der ble det spurt etter koppholder, og vist interesse for å se et helhetlig design.

## 8.5 Resultatforklaring

Ut i fra detaljeringsspørsmålet kommer det frem at de fleste testdeltakerene er positive til konseptet, og at de foretrekker et litt aggressivt designuttrykk. Alternativet som kom best ut har detaljering inspirert av futuristisk og sci-fi design.

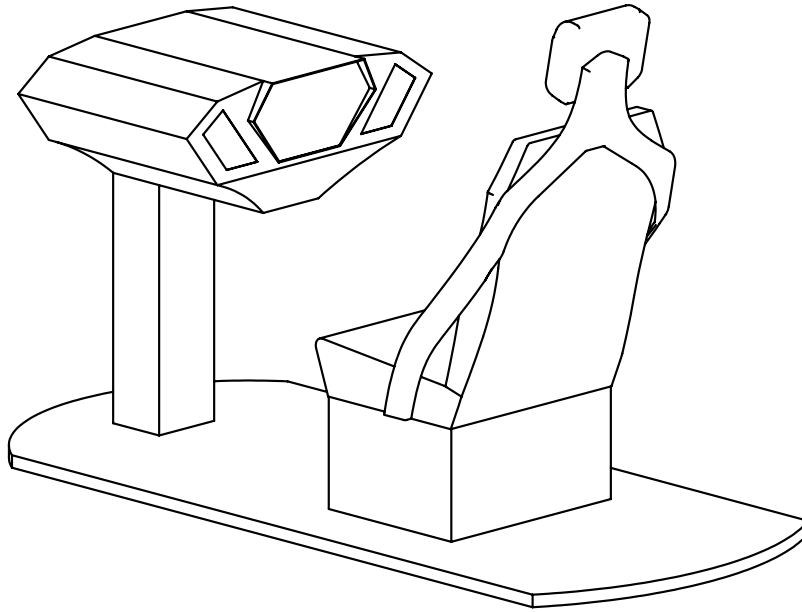
Denne spørreundersøkelsen har svært begrenset deltakelse, dette kan være en feilkilde, da det ikke er sikkert at resultatene fra denne undersøkelsen samsvarer med en eventuelt større undersøkelse innen målgruppen.

.Lite variasjon i alder kan også være en feilkilde, men det er verdt å merke seg at det nok også er den yngre aldersgruppen som vil være først ute til å ta i bruk et slikt produkt som dette.

## 9 PRODUKTARKITEKTUR OG KONSEPTDESIGN

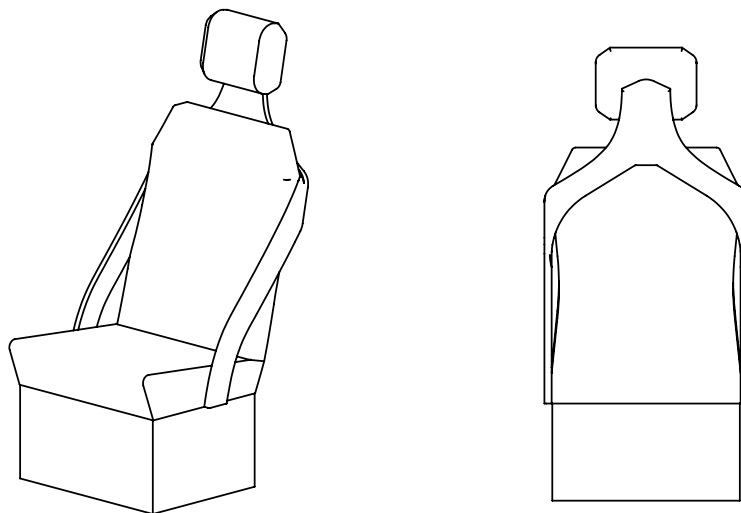
Her presenteres det sammensatte konseptet.

### 9.1 Sammenstilling

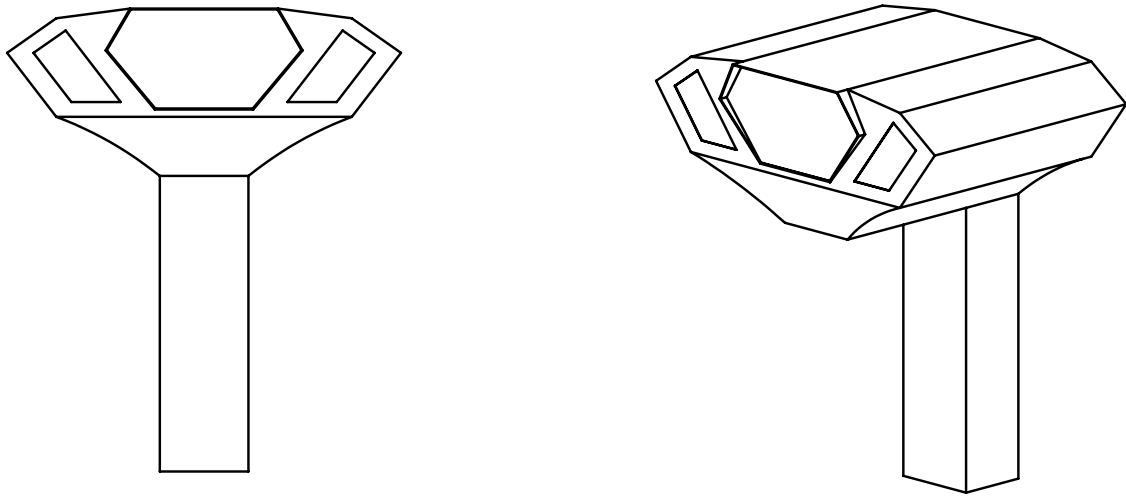


Figur 9.1: Sammenstillingsillustrasjon av 3D-modell

### 9.2 Design av komponenter



Figur 9.2: Førersetet

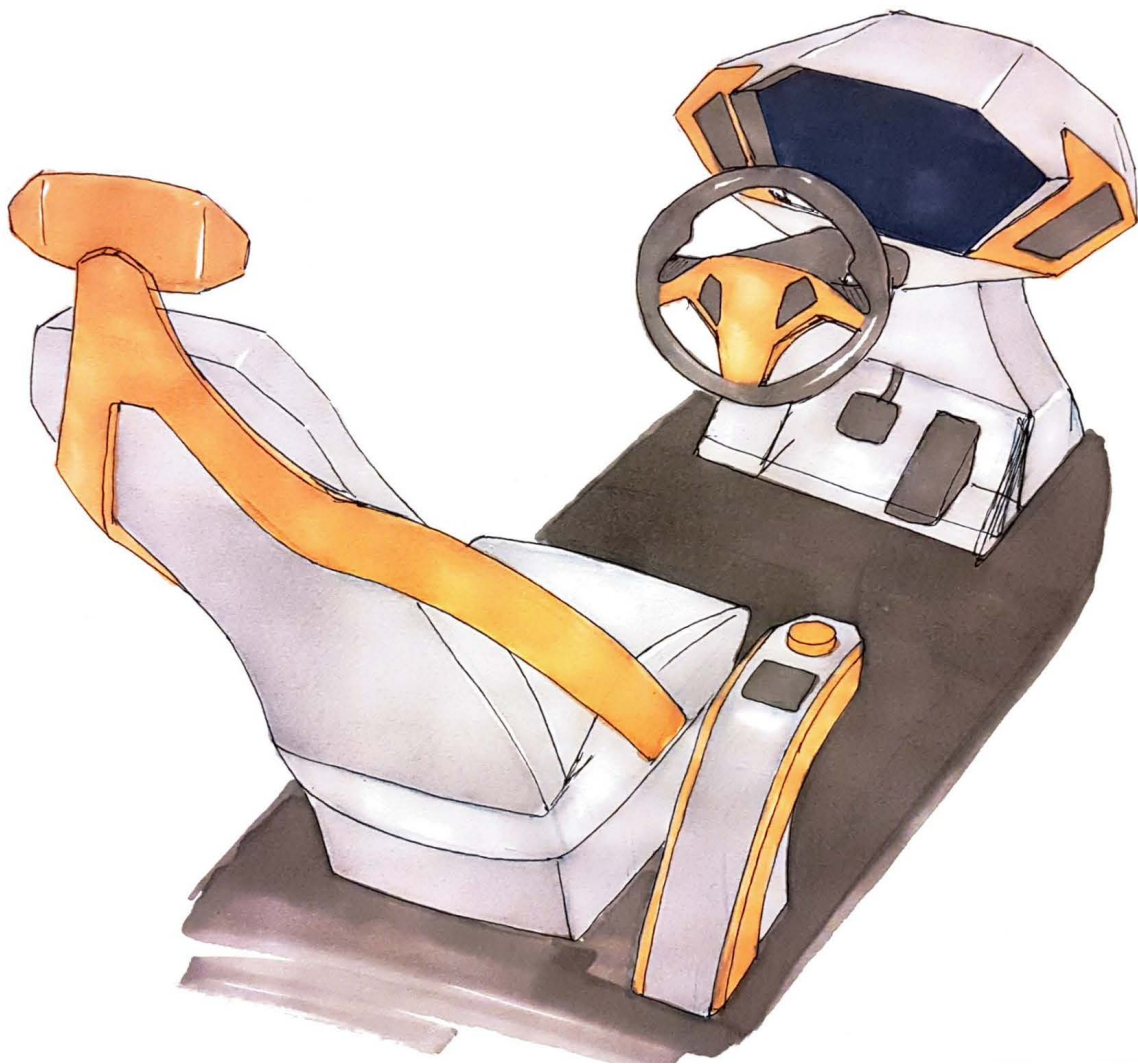


Figur 9.3: Instrumentpanel.

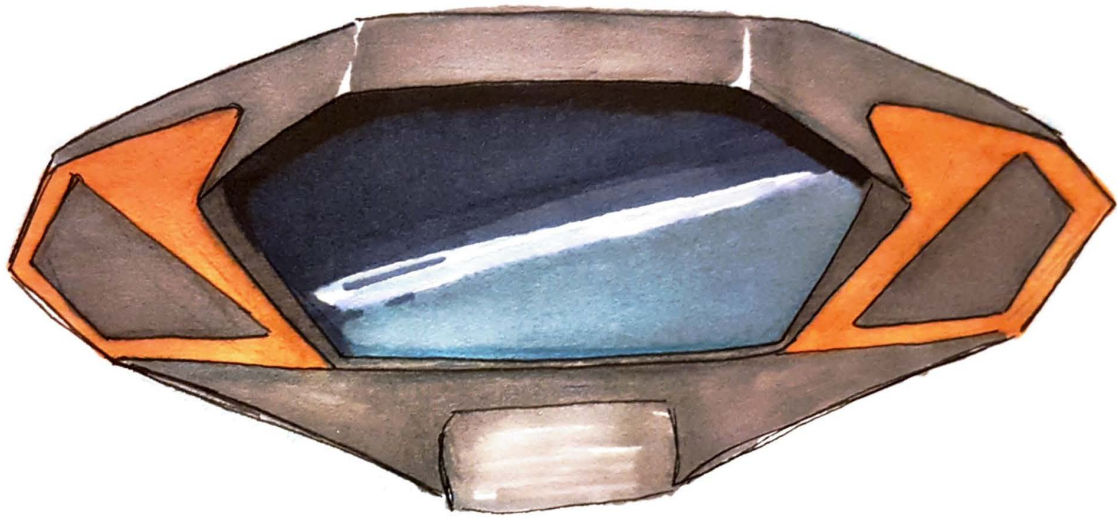
## 10 MARKEDSPRESENTASJON

I dette kapitlet presenteres helhetlige illustrasjonen av konseptet, i form av markertegninger og renderinger av 3D-modellen. Det vises også tegninger av de forskjellige komponentene hver for seg.

### 10.1 Tegnede fremstillinger



Figur 10.1: Tegning utført med markertusjer som viser det sammensatte konseptet for førerkupeen.



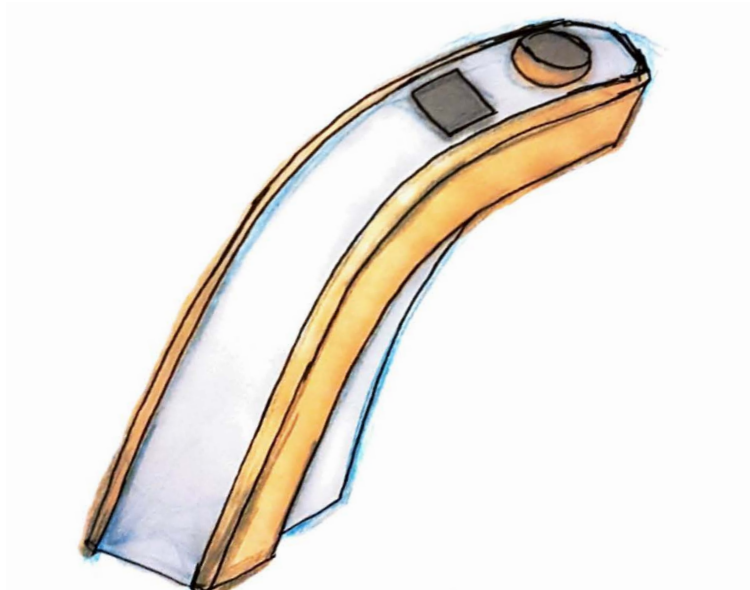
Figur 10.2: Illustrasjon av instrumentpaneler, med skjerm for visning av informasjon i midten, områder for sekundære funksjoner på sidene og feste til ratt under skjermen.



Figur 10.3: Illustrasjon av førersetet, med ergonomisk form, hodestøtte, størrer på sidene av stolyggen og paneler med ekstra polstring i ryggen.



Figur 10.4: Illustrasjon av rattet.



Figur 10.5: Illustrasjon av sidepanelet.



## 10.2 Renderte fremstillinger



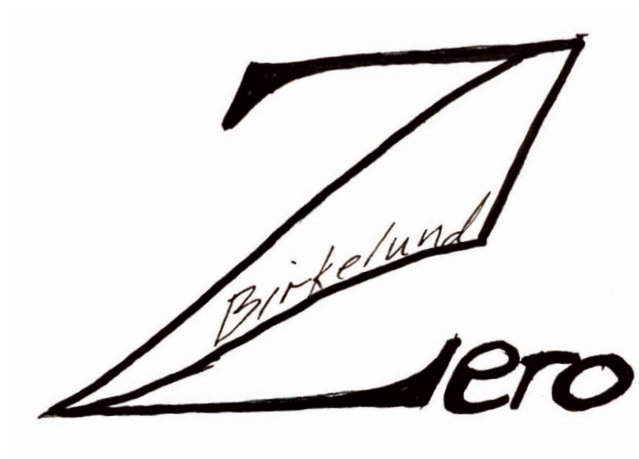
Figur 10.6: Rendert fremstilling sett skrått bakfra, viser detaljeringen på stolryggen, og formen på instrumentpanelet.



Figur 10.7: Rendert fremstilling sett skrått forfra, som viser detaljeringen på førersetets fremside.

## 10.3 Varemerke

Varemerket er designet med fokus på miljø og at konseptet kan fly. Zero kan assosieres med lavt utslipp, men passer og fordi det er et tidlig konsept. Linjene i logoen kan likne luftstømslinjer, og beveger seg opp for å gi assosiasjoner til luft og det lette. Logoen kombinerer organiske linjer med harde hjørnet for å trekke designtrykket fra konseptet videre til logoen.



Figur 10.8: Forslag til logo for førerkupekonseptet.

## 11 PROSESSEVALUERING OG DISKUSJON

Prosjektprosessen evalueres og det diskuteres forbedringspotensialer både innenfor arbeidsprosessen og designarbeidet. Evalueringen baserer seg på prosessrinnene beskrevet i kapittel 3.

### 11.1 Evaluering av konseptutviklingsarbeidet

En mastergrasoppgave er et krevende prosjekt. Gjennom dette prosjektet er det hentet mye lærdom om utviklingsprosjekter som kan være nyttig å ta med seg videre. Nedenfor diskuteres deler av prosjektarbeidet, hvor det kommenteres hva som er godt gjennomført og hva som kunne blitt gjort annerledes.

- **Prosessplanlegging:** Prosessplanen kunne blitt fulgt litt bedre. Noen deler av prosessen ble litt forskjøvet, som igjen førte til at det ble lite tid til å gjennomføre noen av prosjektdelene. Det ble mye frem og tilbake mellom ulike deler av prosjektet, noe som gav mye usikkerhet og stjal mye tid. Det kunne vært fordelaktig å begrense hoppene mellom de ulike prosessene, og sagt seg ferdig med deler av prosjektet for å raskere komme videre i arbeidsprosessen. Å utføre flere iterasjoner av delene i en utviklingsprosess er en fin metode for å finne nye løsninger, men på grunn av tidsbegrensningen for prosjektet er det også viktig å sette grenser for hvor mange slike iterasjoner som kan utføres.
- **Designprosessen:** Jeg koste meg mye under tegneprosessen, og er spesielt fornøyd med tegningene utført med markertusjer. Dette er en teknikk jeg ikke hadde benyttet på lenge, og det var motiverende å se at kunnskapen raskt kom tilbake. Disse illustrasjonene gir også et godt helhetlig bilde, men med et litt mer lekent og kunstnerisk uttrykk enn man får med 3D-modellering.
- **Seleksjonsprosessen:** Jeg er fornøyd med resultatet i fra seleksjonsprosessen, men etter at valget av delkomponenter var gjort kunne det blitt utviklet flere konsepter for sammenstillingen og detaljeringen. Det kunne da blitt gjennomført enda en seleksjonsprosess på helhetlig konsept og detaljering.
- **3D-modellering:** Det ble litt knapt med tid når det skulle modelleres. Derfor er modellene veldig enkle, og samsvarer ikke fullstendig med hva som er visualisert gjennom tegnearbeid. Jeg burde ha sørget for å få mer tid til modelleringen, for å få en mer gjennomført modell. Det burde 3D-modelleres en mer komplett versjon av resultatkonseptet for å kunne visualisere konseptet bedre. Det vil og kunne gi et bedre bilde av dimensjonene enn håndtegniger gjør.

## 12 KONKLUSJON

I mastergradsarbeidet er det utviklet og utredet et formkonsept for førerkupe til Dolphin Sky.

### 12.1 Resultater og anbefalinger

#### 12.1.1 Resultater

Det har blitt utformet et førerkupekonsept for Dolphin Sky.

- Det består av et ergonomisk fører sete, instrumentpanel, ratt, og sidepanel.
- Designet er fremtidsrettet og som uttrykker fart og spenning.
- Konseptet består av en blanding organiske og uorganiske former. Spesielt fører setet og sidepanelet viser denne kombinasjonen, der det brukes buede former og harde, spisse hjørner og detaljer.

#### 12.1.2 Anbefalinger

I dette delkapittelet tar for seg noen anbefalinger for en eventuell videreutvikling

- Designuttrykket synes jeg ble stilig, og anbefaler å ta spesielt markerillustrasjonene med videre som designinspirasjon.
- 

### 12.2 Videre arbeid

På grunn av prosjektets tidsbegrensning er det fortsatt mulighet for forbedringer og flere ting som bør undersøkes. Derfor er det satt opp en liste med muligheter for videre arbeid, som tildels tar utgangspunkt i begrensningene satt for prosjektet.

- Utføre grundigere undersøkelse av hvilke komponenter som trengs for føring av et kjøretøy som kombinerer veikjøring og flyving.
- Utføre mer omfattende markedsundersøkelse.
- Undersøke flere komponenter enn hva som ble gjort i dette prosjektet.
- Gjennomføre deltajeringsarbeid.
- Grundigere utredning av ergonomi og sikt.
- Lage prototype modell for å teste ergonomiske egenskaper.

## 13 REFERANSER

### 13.1 Skriftelige kilder

- [5] Brevik, A. og Lundheim, L. T. (2007/2008). Dolphin: formkonsept for trike. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 96 s.
- [6] Aasheim, J. F. (2011). Dolphin Family, del C: Utvikling av ramme og hjuloppheng for 3-hjulskjøretøy. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 221 s.
- [7] Leandersson, C. F. (2012). Dolphin Family, del D: Konseptualisering og design av overchassis for trehjuls lettvektskjøretøy. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 131 s.
- [8] Roca, K. (2011). Dolphin Family, del A: Utvikling av eksteriørdesign for lettvektskjøretøy. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 75 s.
- [9] Moen, A og Sundquist, P. (2012). Utvikling, dimensjonering og konstruksjon av multifuel gassturbinmotor (multifuel turbinmotorkonsept). Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 174 s.
- [10] Rashid, M. A. (2012). Dolphin Duo 1+1: Utvikling av interiørdesign for lettvektskjøretøy. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 178 s.
- [11] Hanssen, J. H. (2014). Dolphin Duo 1+1: Utvikling av hjuloppheng for lettvektskjøretøy. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 159 s.
- [12] Finnøy, S. E. (2014). Waste Heat Recovery System for The Dolphin Concept Car. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 74 s.
- [13] Skaar-Olsen, T. (2015). Utvikling av eksteriørdesign og førerergonomiske løsninger for Dolphin Expression 2.0. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 137 s.
- [14] Rummelhoff, K. Ø. (2016). Dolphin Sky, Del A: Utvikling av integrert design- og helhetskonsept for sveveløsning. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 167 s.
- [15] Røsandnes, K. E. (2016). Dolphin Sky, Del B: Utredning av systemkonsept, sikkerhet, produksjon, markedsnisjer og økonomi. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 137 s.
- [16] Henriksen, V. G. (2016). Utvikling, dimensjonering og konstruksjon av dampturbinløsning for Dolphin-konseptet. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 137 s.

biovitenskap, Ås. 110 s.

- [17] Thømt, A. (2017). Investigation , dimensions and development of test setup for propulsion function of a personal transport drone. Fakultet for realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 120 s.
- [18] Bøe, Jan Kåre (200X). Produktutvikling og produktdesign. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 218 s.
- [21] Tilley, A. R. & Henry Dreyfuss Accociates. (2002). The Measure of Man & Woman – Human Factors in design, Revised Edition. John Wiley & Sons, New York
- [22] Panero, J. & Zelnik, M. (1979). Human Dimention & Interior Space. Whitney Library of Design, New York. 320 s.
- [25] Bøe, Jan Kåre (2014). Konsept- og produktrealisering. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 208 s.
- [33] Eissen, K. & Steur, R. (2012). Sketching: The Basics. BIS Publishers, Amsterdam. 202 s
- [36] Terjesen, G. (2016). Grunnlag i drivverk og drivkraftteori. Institutt for matematiske realfag og teknologi: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås. 49 s.

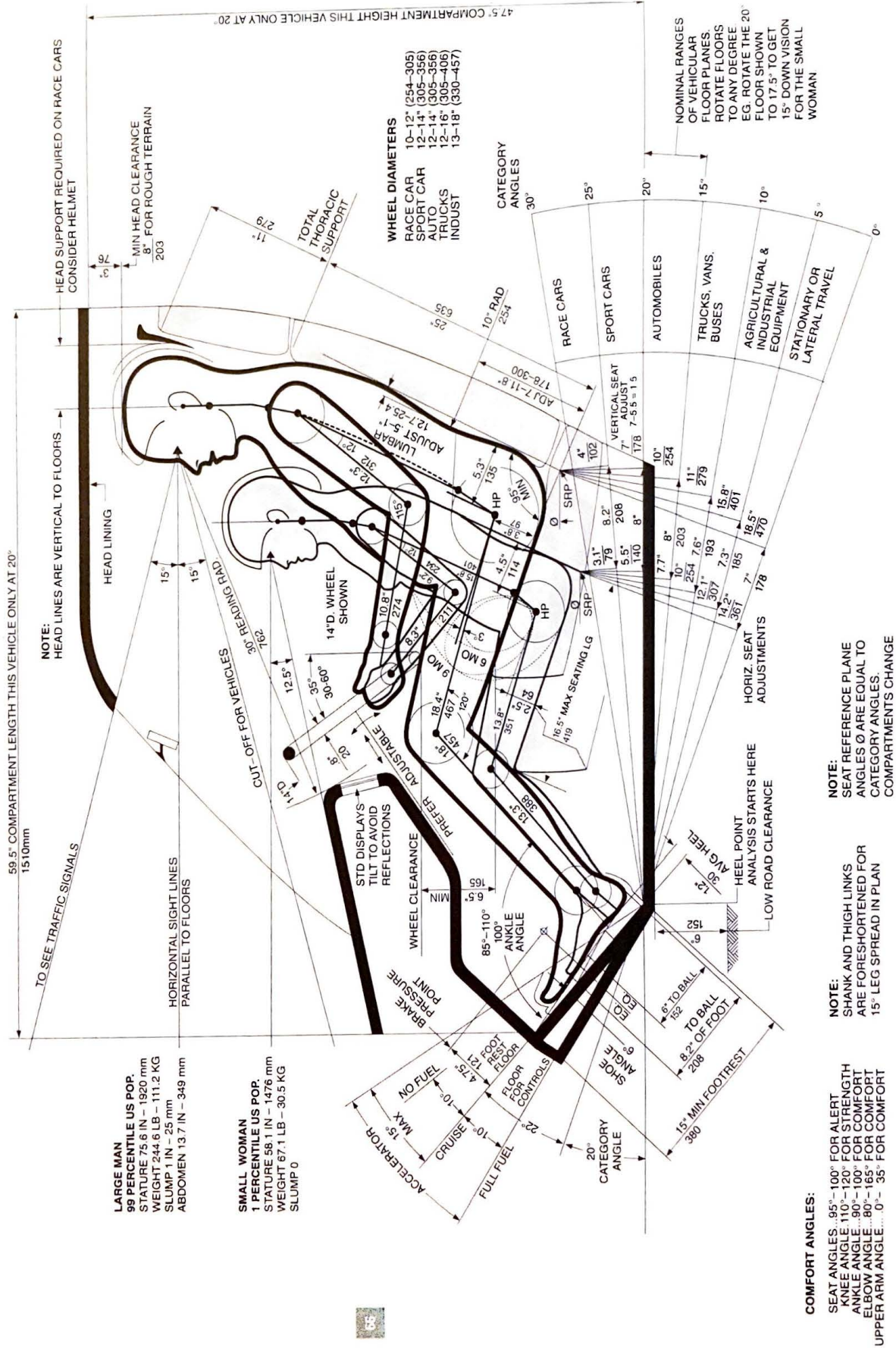
## 13.2 Nettkilder

- [1] Pop.up, Italdesign, hentet fra <http://www.italdesign.it>
- [2] Bilde Pop.up, Airbus, hentet fra <http://airbus-xo.com>
- [3] Utslipp fra veitrafikk og bilde, Miljøstatus, hentet fra [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)
- [4] Reisevaneundersøkelsen 3013/ 14 faktaark og bilde, Transportøkonomisk institutt, hentet fra [toi.no](http://toi.no)
- [19] Six pack flyinstrumenter, LearnToFly, hentet fra <https://learntofly.ca>
- [20] Bilde muskler, Wikimedia Commons, hentet fra <https://commons.wikimedia.org>
- [23] Volocopter 2X, Volocopter, hentet fra <https://www.volocopter.com>
- [24] Synsfelt, Store medisinske leksikon, hentet fra <https://sml.snl.no>
- [26] Bilde øyenstikker, Mental Floss, hentet fra <http://mentalfloss.com>
- [27] Bilde Bubbleship, Artstation, hentet fra <https://www.artstation.com>
- [28] Bilde delfin, Globalmedicalco, hentet fra <http://globalmedicalco.com>
- [29] Bilde blad, Stylecraze, hentet fra <http://www.stylecraze.com>
- [30] Bilde frø, BBC Good Food, hentet fra <https://www.bbcgoodfood.com>
- [31] Bilde sci-fi orb, VFX Motion Studios Productions, hentet fra <http://vfxmotionstudiosproductions.design>
- [32] Bilde fisk, flickr, hentet fra <https://www.flickr.com>
- [34] Bilde uorgansik arkitektur, Freshome, hentet fra <https://freshome.com>
- [35] Bilde USS Orville, Fandom, hentet fra <http://orville.wikia.com>
- [37] Krav for diameter på ratt, Lovdata, hentet fra <https://lovdata.no>
- [38] Bilde Pop.Up interiør, Airbus, hentet fra <http://company.airbus.com>
- [39] Bilde og info Ehang 184, Ehang, hentet fra <http://www.ehang.com>
- [40] Bilde muskeloppbygning, Digikalla, hentet fra <http://digikalla.info/>

## 14 VEDLEGG

- Vedlegg 1: Ergonomiske anbefalinger for kjøretøy
- Vedlegg 2: Siktergonomi
- Vedlegg 3: Ergonomiske anbefalinger for jordbrukskjøretøy fra siden
- Vedlegg 4: Ergonomiske anbefalinger for jordbrukskjøretøy ovenfra
- Vedlegg 5: Spørreundersøkelsesskjema
- Vedlegg 6: Skissetegninger
- Vedlegg 7: ISO-tegning sammenstilling
- Vedlegg 8: ISO-tegning førersete
- Vedlegg 9: ISO-tegning kontrollpanel

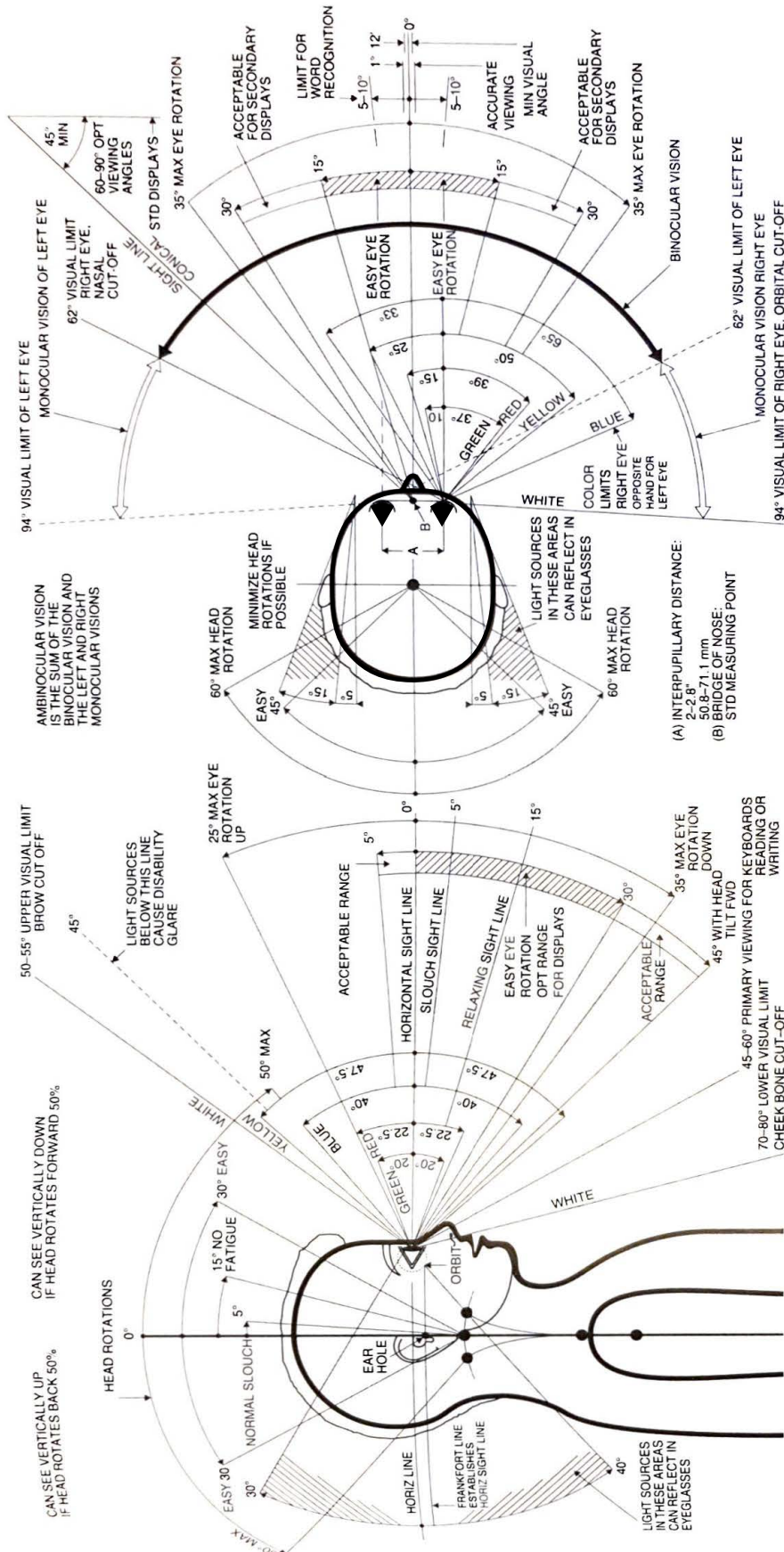
Vedlegg 1



Figur 14.1: Ergonomiske anbefalinger for interiør av kjøretøy. [21]



Vedlegg 2



**CHART INSTRUCTION FOR USE AND INFORMATION**  
 COLOR LIMITS ROTATE WITH CHOSEN SIGHT LINE.  
 EYE ROTATIONS TILT WITH HEAD ROTATIONS.  
 LIMITS FOR COLOR DISCRIMINATION VARY WITH HUE, AREA, CONTRAST, AND ILLUMINATION.  
 IRREGULAR PATTERNS OF COLOR VISION CAUSE DISCREPANCY OF YELLOW AND BLUE POSITIONS.  
 AGE 16-35 YR IS BEST FOR COLOR DISCRIMINATION, OVER 66 YR IS POOR.

**COLOR BLIND PERSONS**  
 3.5 PERCENT MEN  
 0.8 PERCENT WOMEN

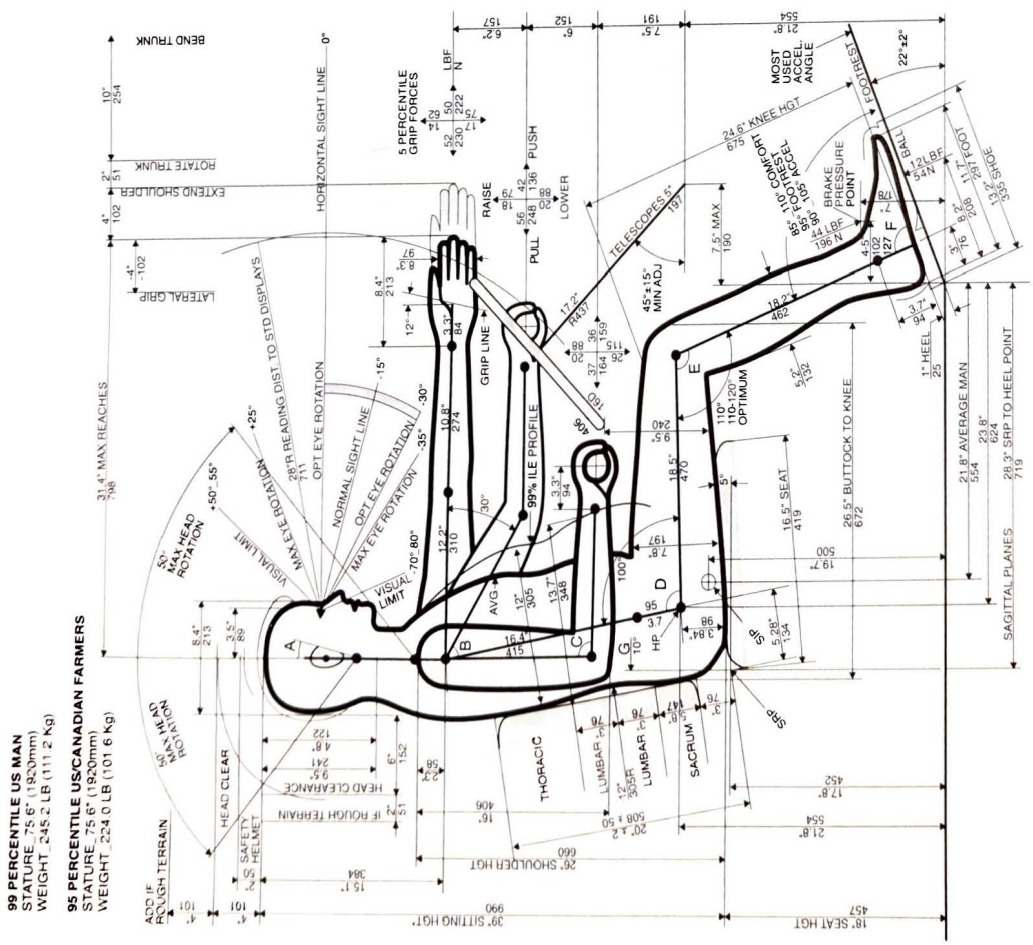
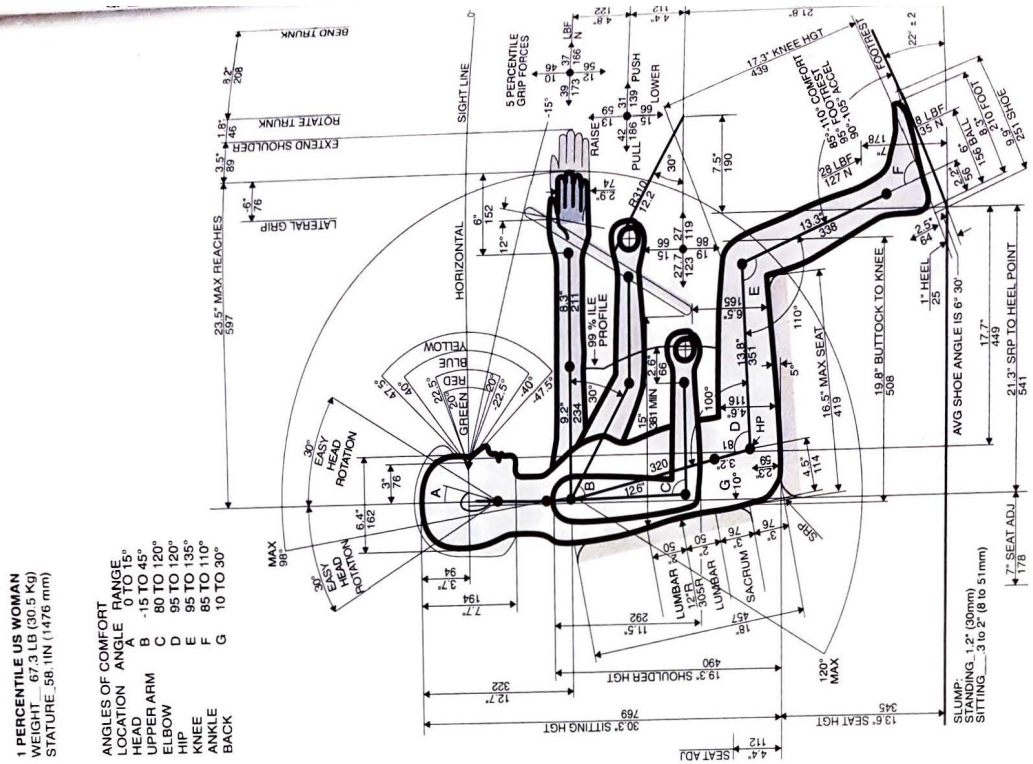
**WEAR GLASSES**  
 54 PERCENT OVER 6 YR  
 US POPULATION

**PRACTICAL READING DISTANCES FOR ADULTS**  
 13"/330mm MIN FOR CLOSE VIEWING  
 16"/406mm MIN READING DISTANCE  
 18-24"/457-610mm READING STD DISPLAYS  
 28-71"/711-1778mm DISPLAYS WITHIN REACH  
 ANY DISTANCE IF DISPLAY IS DESIGNED FOR IT.

**NEAREST SEEING DISTANCES (AVERAGE VALUES)**  
 0/INFANTS 0-10 WEEKS ARE LEGALLY BLIND  
 2.4"/61mm YOUTHS  
 4.7"/102mm AGE 20  
 8.75"/222mm AGE 40  
 40.7"/1016mm AGE 60-

Figur 14.2: Ergonomiske anbefalinger for synsvinkler.[21]

Vedlegg 3





## Vedlegg 5

# Spørreundersøkelse for design av førerkupe

Hei!

I forbindelse med mitt avsluttende mastergradsprosjekt ved NMBU foretar jeg en undersøkelse som handler om utviklingen av interiøret i en flyvende bil.

Litt om prosjektet:

Prosjektet mitt går ut på å utforme interiør for førerkupeen i en flyvende konseptbil. Fokuset for prosjektet ligger på ergonomisk utforming, sikt og fremtidsrettet design. I dette konseptet regnes det kun plass til føreren av bilen.

\*Må fylles ut

Kjønn \*

- Mann
- Kvinne
- Annet/ ønsker ikke oppgi

Alder \*

Svaret ditt

---

Kunne du tenkt deg å brukt et slikt fremkomstmiddel?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

Hvor viktig er komforten i et kjøretøy for deg? \*

	1	2	3	4	5	
ikke viktig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Svært viktig

Kunne du tenkt deg å brukt et slikt fremkomstmiddel?

- Ja
- Nei
- Vet ikke

Hvor viktig er komforten i et kjøretøy for deg? \*

	1	2	3	4	5	
ikke viktig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Svært viktig

Hvor viktig synes du utseende til interiøret i et kjøretøy er? \*

	1	2	3	4	5	
Ikke viktig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Svært viktig

Stol 1



Stol 2



Hvilken av stolalternativene over foretrekker du? \*

- Stol 1
- Stol 2

## Instrumentpanel



Hva er dine synspunkter om instrumentpanelet som vises ovenfor? (hvordan liker du designet, er det noe som burde endres?)

Svaret ditt

---

Har du noen flere kommentarer til designet av stol og instrumentpanel?

Svaret ditt

---

**Vedlegg 6**

Et utvalg skisser fra designprosessen.



Vedlegg 7

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Føresese		1
2	Gulv		1
3	Instrumentpanel		1

Dato: 11.05.18  
 Konstr./tegnet: I.S.B  
 Prosjekt: Målestokk: 1:20

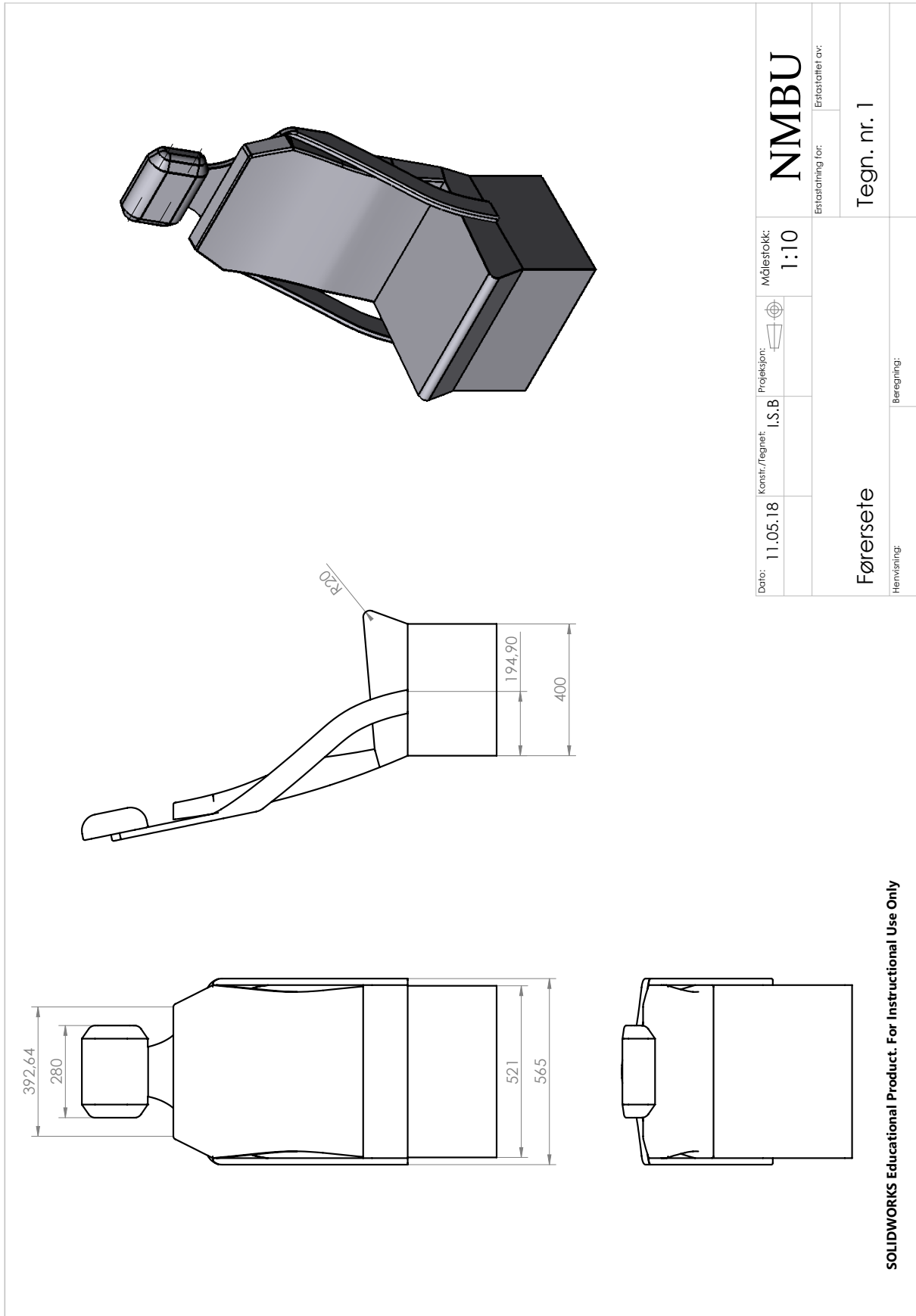
Etablating for: **NMBU**  
 Etablating av:

Henviing: **Førerkupe Dolphin Sky**  
 Beregning: **Tegn. nr. 3**

**SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only**



Vedlegg 8



Vedlegg 9

The technical drawing includes three views of the instrument panel: a front view, a top view, and a side view. The front view shows a total height of 580 and a base width of 940. The top view shows a total width of 800 and a central width of 300. The side view shows a total depth of 600 and a base width of 180. A fillet radius of R750 is indicated at the top of the side view. A 3D perspective model of the instrument panel is shown in the upper right quadrant.

Date:	11.05.18	Konstr./Tegnert:	I.S.B.	Prosjektør:		Målestokk:	1:10	<h1 style="margin: 0;">NMBU</h1>
				Etablering for:		Etablering av:		
				<h2 style="margin: 0;">Instrumentpanel</h2>		<h3 style="margin: 0;">Tegn. nr. 2</h3>		
Henviing:				Beregning:				

**SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only**



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway