



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp
Fakultet for miljøvitenskap og teknologi
Institutt for matematiske realfag og teknologi

Dolphin Sky, Del B: Utredning av systemkonsept, sikkerhet, produksjon, markedsnisjer og økonomi

Dolphin Sky, Part B: Assessment of System
Concept, Safety, Manufacturing, Niche Markets,
and Economy

Karen Elise Røsandnes
Industriell økonomi

Dolphin Sky, Del B: Utredning av systemkonsept, sikkerhet, produksjon, markedsnisjer og økonomi

Av

Karen Elise Røsandnes



Mastergradsprosjekt i Industriell økonomi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Institutt for matematiske realfag og teknologi

Vårsemester 2016

FORORD

Dette er en masteroppgave skrevet ved Instituttet for matematiske realfag og teknologi (IMT), ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven representerer avslutningen av det 5. årlige masterstudiet Industriell økonomi med maskin- og produktutvikling som ingeniørretning samt strategi og ledelse som økonomifordypning. Den totale arbeidsmengden er på 30 studiepoeng, som vil tilsvare ca. 900 timer.

Det å kunne være kreativ og skape noe nytt er noe jeg har likt å drive med i mange år, også før tiden min på Ås. Dette var grunnen til at jeg valgte design og tekstil på videregående, og videre produktutvikling ved NMBU. Gjennom studiet har jeg kunne kombinere skapergleden med realfag for å utvikle funksjonelle og innovative produkter. Det var nettopp dette som også fanget interessen ved dette prosjektet, hvor det skulle startes etter mastersamarbeid om å utvikle en flyvende bil. Det å kunne ha muligheten til å forme oppgaven slik at jeg både kunne utnytte kreativiteten ved produktutvikling med strategidelen av utdannelsen har vært midt i blinken for meg.

Jeg vil rette en spesiell takk til hovedveileder, førsteamanuensis Jan Kåre Bøe for faglig støtte og motivasjon gjennom hele prosjektperioden. Vil også takke Kristoffer Rummelhoff for å ha vært en god sparringspartner gjennom hele samarbeidet. I tillegg vil jeg takke førsteamanuensis Silja Korhonen-Sande for innspill angående strategioppbygning, samt førsteamanuensis Geir Terjesen for innspill vedrørende beregning av effektbehov. Videre vil jeg takke medstudent Svein Lindtjørn for innspill vedrørende valg av motor og størrelse på batteripakke og for moralsk støtte dette semesteret vil jeg takke storesøster Rakel Malene Røsandnes og min far, Sigmund Ove Røsandnes. En ekstra takk fortjener bonusmor Inger Bjørnstad for at hun i tillegg har korrekturlest hele oppgaven.

Ås, den 18. mai 2016

Karen Elise Røsandnes

SAMMENDRAG

Denne masteroppgaven er en del av et utviklingsprosjekt som foregår ved IMT, NMBU. Opprinnelsen startet allerede med masterprosjekt som omhandlet utviklingen av et trehjuls lettvekts kjøretøy, Dolphin Duo og Dolphin Family. Denne oppgaven tar prosjektet videre, fordi nå skal en av Dolphin konseptene sveve og fly, derav navnet *Dolphin Sky*.

Den betydelige befolkningsveksten og fokus på alternative fartøy som er mer miljøvennlig legger grunnlaget for motivasjonen til å utvikle en flyvende bil. Tanken med Dolphin-konseptet er at ved å dele den tradisjonelle bilen på diagonalen vil bilen halveres, noe som vil føre til halvering av både vekt og tverrsnittsareal. Den vil derfor bruke mindre drivstoff. At det også skal være en hybridbil gjør at konseptet vil være betraktelig mer miljøvennlig enn andre konsepter. Hovedmålet for denne masteroppgaven er å vurdere spesielle sikkerhets- og ergonomiske aspekter knyttet til sveveversjonen av Dolphin, modellelementintegrasjon knyttet til cockpit, markeds- og konkurranseforhold for foretrukne konseptvarianter, samt å utrede og foreslå løsninger og farbare realiseringsstrategier.

For å kunne svare på hovedmålet av oppgaven har det blitt satt opp fire ulike prosessstrinn. Dette inkluderer utredning av teknologi gjennom valg av aktuelle konkurrenter for Duo og Family, konseptutvikling som tar for seg ergonomiske krav for cockpit samt valg av aktuelt sikkerhetskonsept for *Dolphin Sky*. Deretter har oppgaven beveget seg ut til et markeds perspektiv hvor det har blitt satt aktuelle markedsrammer gjennom å evaluere trender og aktuelle lovdata som vil kunne påvirke utviklingsprosessen. I det aktuelle markedet ble det deretter sett på en potensiell plassering ved å se på eventuelle substitutter, nyetableringer og konkurrenter til *Dolphin Sky*. Til slutt har det blitt sett på verdien av selve produktet, anbefaling av tilvirkningsprosess og produksjonsvurdering, samt en grov økonomisk analyse av utviklings- og produksjonskostnader, ved en potensiell kommersialisering.

Oppgaven konkluderer med at de ergonomiske kravene som tilfredsstillende 99% av den gjennomsnittlige mann i USA vil kreve en lengde på 2718 mm, bredde på 1006 mm og høyde 1265 mm. Dette vil gi rom for to voksne menn som sitter bak hverandre. Gjennom Pugh's metode har det blitt valgt ut airbagløsning under hele konstruksjonen som den mest aktuelle sikkerhetsløsningen på dette tidspunktet, og energien den må klare å absorbere er estimert til å være rundt 115 kJ, ved fall fra 10 meter høyde. Ved bruk av samme motorsystem som Roskva vil det kreve en seriekobling av fire enheter, og nødvendig nedgiring til drivhjulet vil være 5:1. Med ett effektbehov på rundt 134,2 kW vil det stilles krav til førerkort klasse A for å benytte seg av konseptet. Dette vil gjelde for alle tre konseptene. For *Dolphin Sky* vil det mest sannsynlig også bli krav om privat flysertifikat, hvis ikke den utvikles til å være helautomatisk i lufta. Ved at det vil omtales som et selvbygd luftfartøy vil *Dolphin Sky* klassifiseres som et eksperiment. Med dagens infrastruktur er det ikke tillatt for noe fartøy å ferdes i lavere høyde enn 300 meter over tettbebyggelse og folkemengder, og generelt 150 meter utenom disse tilfellene. Produksjonsprisen for en enhet er satt til å være rundt 10,3 millioner kroner, men ved en produksjon på 1000 enheter vil prisen minke til rundt 1,6 millioner kroner, dette er dog ved produksjon i en allerede ferdig etablert og utviklet fabrikk med produksjonsavdeling. Butikkprisen, fire ganger så høy som produksjonsprisen, vil ligge på rundt 6,3 millioner kroner.

ABSTRACT

This thesis is part of a development project that taken place at IMT, NMBU. The origins had already started through master projects that has dealt with developing a three-wheeled light-weighted vehicle, Dolphin Duo and Dolphin Family. This thesis takes the project one step further, because now one of the Dolphin concepts is going to fly, hence the name *Dolphin Sky*.

Substantial population growth and focus on alternative vessels that are more environmentally friendly have laid the foundation for the motivation of developing a flying car. The idea behind the Dolphin concept is that by splitting the traditional vehicle on the diagonal it will be cut in half, which will lead to a splitting of the weight and cross-sectional area in two. This will mean that it will use less fuel, and because it also will be a hybrid makes that concept considerably more environmentally friendly compared to other concepts. The main objective of this thesis is to evaluate specific safety and ergonomic aspects of the airborne version, element integration related to the cockpit, market and competitive conditions for preferred concept variations, and investigating and propose solutions and realization strategies.

In order to respond to the main objective of the task it has been set up four different process steps. This includes assessment of technology through the selection of relevant competitors for Duo and Family, concept development that address the ergonomic requirements for cockpit and the selection of appropriate safety concept for *Dolphin Sky*. Then the task moves out to a market perspective where current market framework where evaluated by looking at trends and current laws that could affect the development process. In the current market, potential positioning where evaluated by looking at substitutes, new entrants and competitors. Finally, the value of the product itself where estimated, recommendation of the manufacturing process and production, and a rough economic analysis of development and production costs where predicted if a potential commercialization occurs.

Through this thesis, ergonomic requirements where determined for satisfying 99% of the average man in the United States which will require a length of 2718 mm, width of 1006 mm and height of 1265 mm. This will allow two adult men sitting behind each other. Through Pugh's method, it has been selected an airbag solution under the whole structure as the most appropriate security concept at this time, and it will have to absorb an estimated 115 kJ of energy falling from a height of 10 meters. Using the same engine system as Roskva would require a connection in series of four units, and necessary downshift of the drive wheel will be 5:1. Power of around 134,2 kW will require a license class A. This will apply to all three concepts. For *Dolphin Sky*, it most likely also will be required a private pilot license, unless it is developed to be fully automated in the air. Because Dolphin Sky is a self-built aircraft, it will be classified as an experiment. With the current infrastructure, it is not allowed for any vessel to travel at altitudes below 300 meters over agglomerations and crowds, and generally 150 meters outside these cases. The production price for one item will be approximately 10,3 million kroner, but with an output of 1 000 units the price will decrease to around 1,6 million kroner, this price is if the production is done in an already established factory, with a production department. The price out from the store, four times the production price, will be approximately 6,3 million kroner.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD.....	II
SAMMENDRAG.....	III
ABSTRACT.....	IV
INNHALDSFORTEGNELSE.....	V
1 INNLEDNING.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Økonomiske og miljømessige aspekter.....	1
1.3 NMBU prosjekt.....	2
1.4 Tidligere arbeid.....	3
1.4.1 Masterprosjekt knyttet til <i>Dolphin Duo</i>	4
1.4.2 Masterprosjekt knyttet til <i>Dolphin Family</i>	6
1.5 Aktuell kundegruppe.....	7
1.6 Oppdragsbeskrivelse.....	8
1.7 Problemstilling.....	8
2 PROSJEKTPLAN.....	9
2.1 Målsetting.....	9
2.1.1 Hovedmål.....	9
2.1.2 Delmål med tilhørende prosesstrinn.....	9
2.1.3 Milepælplan.....	10
2.1.4 Avgrensninger.....	10
3 TERMINOLOGI.....	12
3.1 Begreper.....	12
3.2 Symboler og enheter.....	13
3.3 Formelliste.....	15
3.4 Koordinatsystem og rotasjonsakser.....	16
4 METODEBESKRIVELSE.....	18
4.1 IPD.....	18
4.2 VRIN.....	19
4.3 Porter's Five Forces.....	20
4.4 PESTEL.....	20

	Side:
4.5 Pugh's metode	22
4.6 Litteratursøk	22
4.7 Håndberegninger	22
4.8 Rapportering	22
4.9 Kvalitetssikring.....	23
4.10 Prosessdiagram	23
5 TEKNOLOGIUTREDNING	25
5.1 Konkurrenter.....	25
5.1.1 Konkurrerende konsepter knyttet til <i>Dolphin Duo</i>	25
5.1.2 Konkurrerende konsepter knyttet til <i>Dolphin Family</i>	31
6 ELEMENTINTEGRASJON	36
6.1 Kravspesifikasjoner hentet fra Del A	36
6.2 Ergonomi og antropometri	37
6.2.1 Cockpitutforming	37
6.3 Sikkerhetskonsept.....	39
6.3.1 Utvikling av utvalgsmatrise	39
6.3.2 Konseptutredning	40
6.3.3 Evaluering og valg av konsept	42
6.4 Forebyggende beregninger og tiltak ved kræsje fra luften.....	43
6.5 Erfaringer fra Roskva knyttet til materialtekniske og elektriske drivverksløsninger	47
6.5.1 Oppgavefordeling av Roskva prosjektet	47
6.5.2 Motor.....	49
6.5.3 Batteri.....	50
7 MARKEDSRAMMER.....	51
7.1 PESTEL.....	51
7.1.1 Politikk (P)	51
7.1.2 Økonomi (E).....	52
7.1.3 Sosialt (S).....	53
7.1.4 Teknologi (T)	54
7.1.5 Miljø (E).....	54
7.1.6 Juridisk (L)	55

	Side:
7.1.7 Konklusjon fra PESTEL analysen	68
8 MARKEDSPASSERING	70
8.1 Porter's Five Forces analyse.....	70
8.1.1 Trusler fra nyetableringer.....	70
8.1.2 Trusler fra alternative produkter	72
8.1.3 Konkurransen blant eksisterende produkter	74
8.1.4 Konklusjon fra <i>Five Forces</i> -analysen	88
9 INFRASTRUKTUR.....	94
9.1 VTOL	94
9.2 Regler vedrørende flygninger.....	94
9.3 Regler knyttet til helikopterbruk	95
10 KOMMERSIALISERING	98
10.1 Internanalyse.....	98
10.2 Tilvirkningsprosess- og produksjonsvurdering	100
10.3 Realiseringsøkonomiske vurderinger	103
11 PROSESSEVALUERING OG DISKUSJON.....	108
11.1 Arbeidsprossevaluering.....	108
11.2 Kravspesifikasjoner	110
11.3 Analyse	110
11.4 Beregninger	110
12 KONKLUSJON	111
12.1 Resultater.....	111
12.2 anbefalinger.....	112
12.3 Videre arbeid	112
13 REFERANSER	114
13.1 Skriftlige kilder.....	114
13.2 Nettkilder.....	115
14 VEDLEGG	i

1 INNLEDNING

I dette kapitlet vil det bli gått gjennom bakgrunnen for oppgaven bli belyst, både i et historisk perspektiv og det med fokus på hvordan ulike miljø og økonomiske aspekter legger grunnlaget for motivasjonen til å utvikle et NMBU prosjekt som omhandler utviklingen av en flyvende bil. Deretter fremstilles tidligere masterprosjekt som bygger på samme grunnlag, før kundegruppe og oppdragsbeskrivelse blir definert. Til slutt presenteres problemstillingen for denne rapporten.

1.1 Bakgrunn

Drømmen om en flygende bil er ikke noe nytt. Allerede i 1917 presenterte Glenn Curtiss sin *Autoplane* (Spooner 1917), litt over 30 år etter at den første moderne bilen ble annonsert; Karl Benz sin *Benz Patent-Motorwagen* fra 1886 (Daimler AG 2016). I 1903 utførte Wright-brødrene sin første flygning for sitt daværende flyvende konsept (*The Wright Brothers - First Flight, 1903* 2003). Det er derfor imponerende at Curtiss bare noen år etterpå introduserte *den flygende bilen*. Selv om prototypen han utviklet kun klarte et par hopp bortover bakken er det likevel velfortjent at han har fått kallenavnet *flyvebilens far*.



Figur 1.1: Glenn Curtiss (Crouch 2016)



Figur 1.2: Autoplane, utviklet av Glenn Curtiss (Starr 2013)

1.2 Økonomiske og miljømessige aspekter

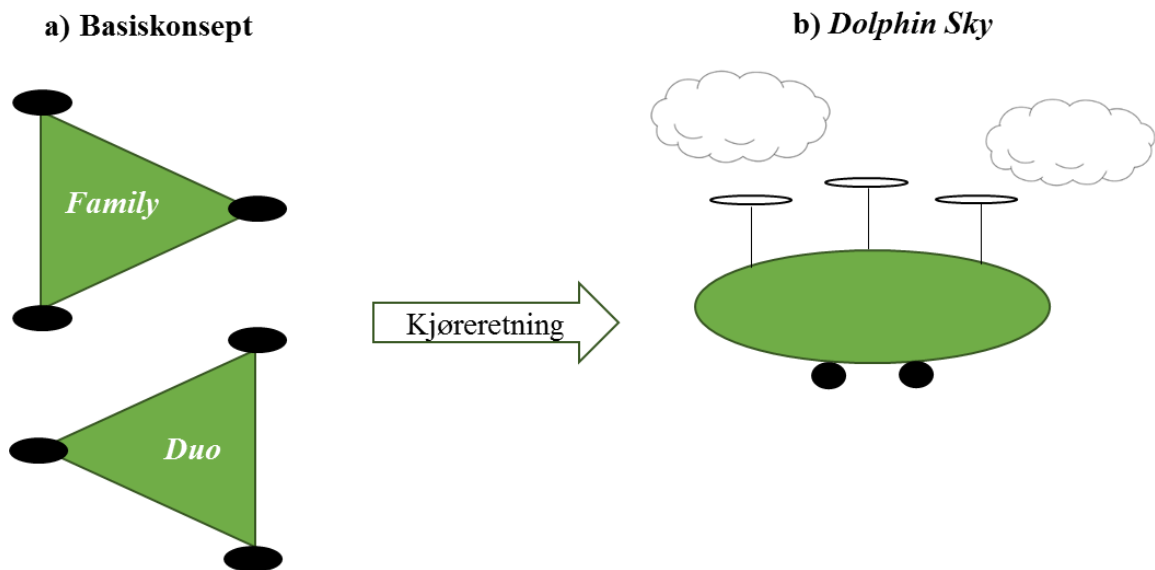
Det å skulle utvikle mer miljøvennlige transportmidler er ikke en ny tankegang. Hvordan kan dette muliggjøres? Tanken er at ved å dele den tradisjonelle bilen med fire hjul på diagonalen vil det være mulig å både halvere vekt og tverrsnittsareal. Disse to faktorene vil kunne føre til mindre bruk av drivstoff som igjen vil gi lavere forurensing. Dette vil tilfredsstillende behovet mange familier har til å eie to biler, ved å fremdeles kunne gi samme antall biler, men forbruket til kun en tradisjonell firhjulning. Dette vil være både mer miljøvennlig og økonomisk.

En annen motivasjon til utviklingsprosjektet er å kunne møte den økende befolkningsveksten, det er viktig å utvikle alternative fremkomstmidler, da veiutbygging alene ikke vil kunne tilfredsstillende det økende behovet. Dette er et viktig økonomiske aspekt som gir stor motivasjon til å fokusere på kollektive muligheter samt innovasjonsprosjekter som Dolphin (Innlandsutvalget).

Dolphin-konseptene skal etter planen kunne driftes med hybridmotor. Ved lav fart vil den kunne gå på batteri og samlet bruke mindre drivstoff. En meningsmåling Sentio har utført for Nationen i januar 2015 viste at totalt 44 prosent vil kjøpe ladbare biler (Moberg 2015). Dette er en økning på hele 29 prosent på to år, hvor lignende undersøkelse ble gjort. Dette viser en stigende interesse for hybridbil som transportalternativ, noe som er svært heldig for Dolphin-konseptet.

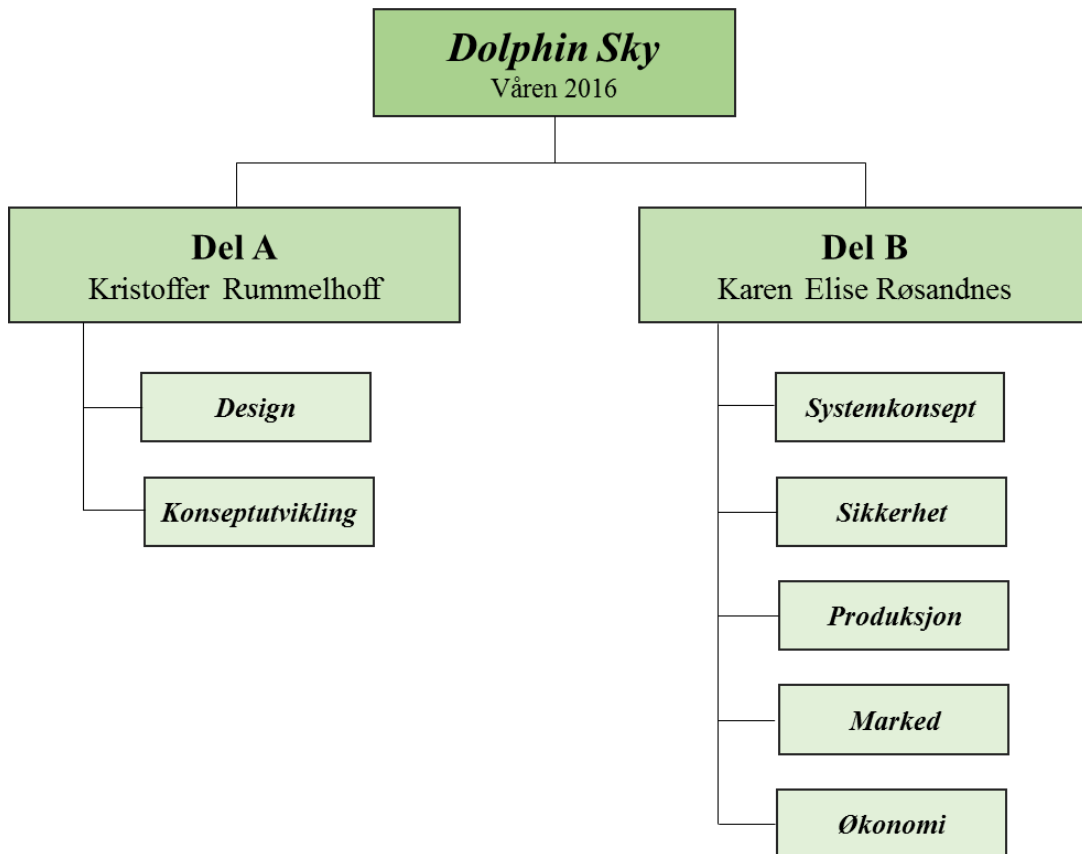
1.3 NMBU prosjekt

Våren 2016 starter tidligfaseutviklingen av *Dolphin Sky*. Basiskonseptet stammer fra tidligere prosjekter som har omhandlet utvikling av et trehjuls-kjøretøy. Nå skal dette basiskonseptet fly, derav navnet *Dolphin Sky*.



Figur 1.3: Illustrasjon på hvordan basiskonseptet nå skal beveger seg fra bakken opp i luften og får nytt navn: *Dolphin Sky*.

Dolphin Sky prosjektet er foreløpig delt inn i en Del A som omhandler utvikling av design og helhetskonsept (Rummelhoff 2016). Mens Del B, som er denne rapporten, skal utrede løsninger for systemkonsept, sikkerhet, produksjon, markedsnisjer og økonomi. Foreløpig er planen at en Del C skal utarbeides høsten 2016 hvor hovedfokuset ville ligge på utvikling av tekniske løsninger for hybrid og svevefunksjon.

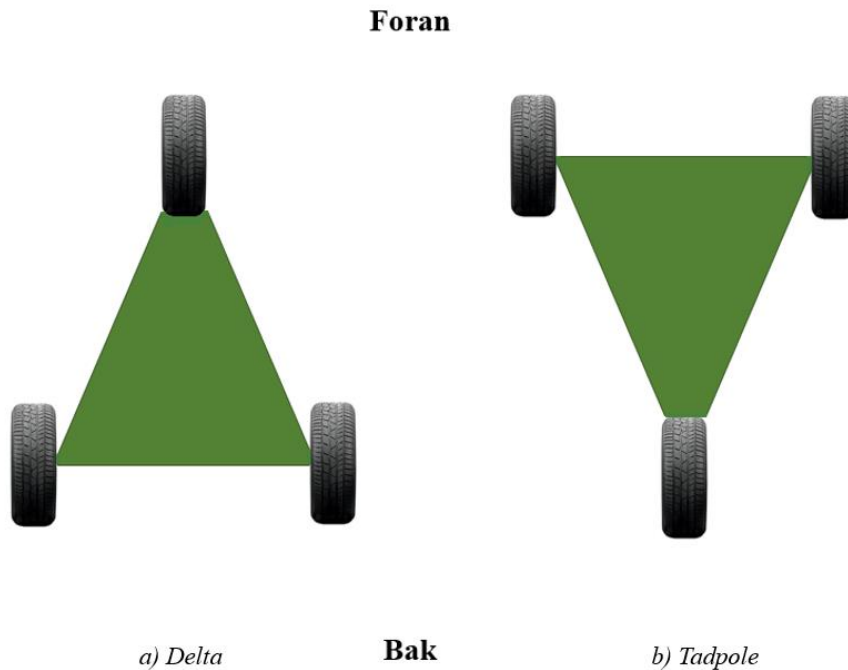


Figur 1.4: Oppgavefordeling mellom Del A og Del B av Dolphin Sky prosjektet. Del A omhandler design og konseptutvikling av eksteriøret. Del B tar for seg systemkonsept, sikkerhet, produksjon, marked og økonomi

Det å kunne skape slike studentprosjekt gir rom for både kreativitet og innovasjon. Et godt og vellykket eksempel på dette er prosjektet CLEAVER som har foregått på universitetet i Berlin. Det er en gjeng dyktige ingeniørstudenter som har utviklet et godt alternativ for et trehjuls-kjøretøy. Mer utdypende informasjon om dette konseptet vil bli presentert i kapittel 5.1.2.

1.4 Tidligere arbeid

Det er som nevnt allerede utviklet konsepter for to ulike Dolphin-prosjekter ved NMBU: Dolphin Duo og Dolphin Family. Navnene Duo og Family kommer fra forutsatte passasjerer som det antas vil benytte seg av dem; Duo er tenkt til å passe til to voksne, mens Family skal ha plass til både fører og to barn. Duo og Family har i tillegg til ulik passasjerutforming en ulik triangulær hjulplassering, som illustrert på Figur 1.5. Det er derfor en god del masterarbeid som kan benyttes i videre arbeid av utviklingen av *Dolphin Sky*.



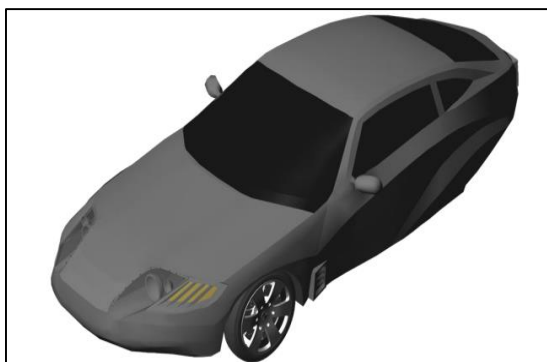
Figur 1.5: Triangulær fremstilling av delta- og tadpole hjulkonfigurasjon

Om *Dolphin Sky* vil ha en tadpole- eller deltaformasjon vil bli vurdert i *Dolphin Sky Del A*.

1.4.1 Masterprosjekt knyttet til *Dolphin Duo*

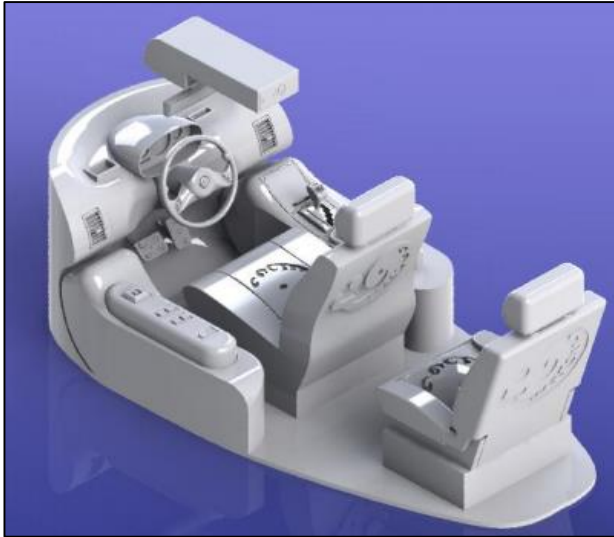
Dolphin Family er et lettvekts trehjuls-kjøretøy som har en tadpole hjulkonfigurasjonen. På grunn av denne konstruksjonen vil den være bedre rustet for svingete veier og en generell bedre balanse under kjøring. Dette er grunnen til at det finnes flest konkurrenter knyttet til *Dolphin Duo*, i motsetning til *Dolphin Family*.

Det er fire tidligere masteroppgaver som har omhandlet denne modellen av *Dolphin*; utvikling av eksteriørdesign (Roca 2011), interiørdesign (Rashid 2012), hjuloppheng (Hanssen 2014) og nyere eksteriørdesign (Skaar-Olsen 2015).



Del A: Utvikling av eksteriørdesign skrevet av Kristoffer Roca fra 2011

Figur 1.6: Illustrasjon av konseptet til Kristoffer Roca (Roca 2011)



Interiør utviklet av Mizgin Aziz Rashis fra 2012

Figur 1.7: Interiørkonsept utviklet av Mizgin Aziz Rashis (Rashid 2012)



Hjuloppheng utviklet av Jarle Hjertaas Hanssen fra 2014

Figur 1.8: Utviklet hjuloppheng av Jarle Hjertaas Hanssen (Hanssen 2014)

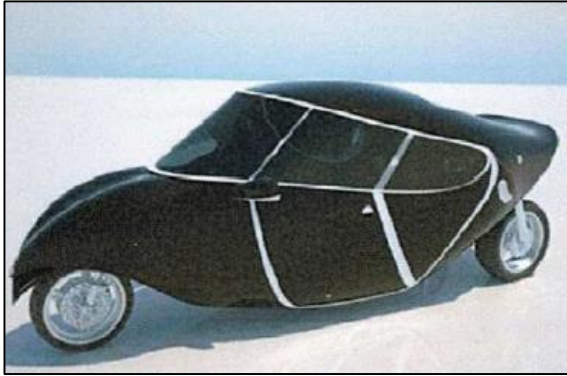


Eksteriørdesign utviklet av Tone Skaar – Olsen fra 2015

Figur 1.9: Eksteriørdesign utviklet av Tone Skaar-Olsen (Skaar-Olsen 2015)

1.4.2 Masterprosjekt knyttet til *Dolphin Family*

Dolphin Family kommer fra samme konsept som Dolphin Duo, men her er hjulkonfigurasjonen motsatt: altså to hjul bak og ett foran. Det er blitt skrevet fire tidligere masteroppgaver relatert til dette kjøretøyet. Disse er utvikling av eksteriørdesign (Østby 2010), konseptualisering og design av interiør (Ottesen 2010), utvikling av ramme og hjuloppheng (Aasheim 2011) og konseptualisering og design av overchassis (Leandersson 2012).



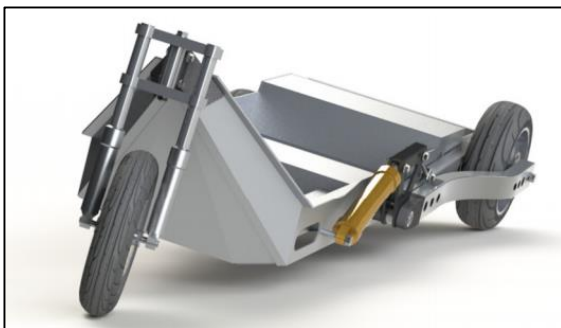
Figur 1.10: Eksteriørdesign utviklet av David Lindebø Østby (Østby 2010)

Del A: Utvikling av eksteriørløsning for 3-hjulskjøretøy skrevet av David Lindebø Østby fra 2010



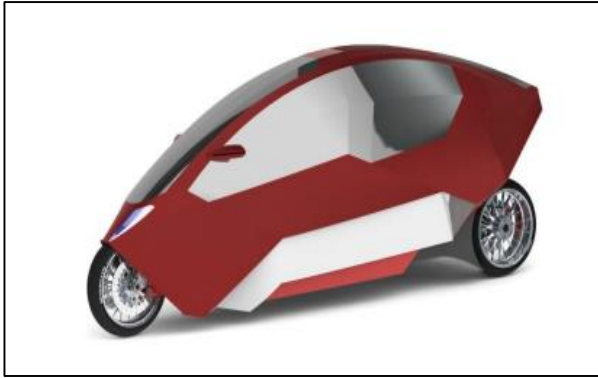
Figur 1.11: Interiørkonsept utviklet av Magnus Ottesen (Ottesen 2010)

Del B: utvikling av interiørløsning for 3-hjulskjøretøy skrevet av Magnus Ottesen fra 2010



Figur 1.12: Ramme og hjuloppheng, utviklet av Jan-Fredrik Aasheim (Aasheim 2011)

Del C: Utviklet av ramme og hjuloppheng skrevet av Jan-Fredrik Aasheim fra 2011



Del D: Konseptualisering og design av overchassis skrevet av Christoffer Faye Leandersson fra 2012

Figur 1.13: Eksteriørdesign utviklet av Christoffer Faye Leandersson (Leandersson 2012)

1.5 Aktuell kundegruppe

Det er i tidligere Dolphin-prosjekt ikke blitt utdypet hva som er den aktuelle kundegruppen for et slikt produkt. Det å kunne ha en aktuell målgruppe er viktig for å kunne utvikle et produkt som fenger sluttbruker, hvis ikke ekskluderes muligheten for en eventuell kommersialisering umiddelbart.

For å evaluere hva som vil kunne være en aktuell kundegruppen, vil en mulighet være å se på problemstillingene som dette produktet kan løse. Dette er blant annet:

- Passasjerbenyttelse (ofte utnyttes ikke passasjerløsningen fullstendig)
- Forurensing
- Drivstoffbruk
- Mangel på unike fartøy (lite variasjon i utforming av unike kjørekonsepter)

Ved å gå inn i disse fire problemstillingen åpnes det opp for å se på ulike kundegrupper som kan passe inn under de ulike kategoriene. For å kunne ta til takke med en mindre bil med færre *passasjermuligheter*, vil ikke en småbarnsfamilie nødvendigvis være det mest aktuelle målgruppe da de gjerne har større plassbehov. Derimot kan enslige eller familier med færre enn tre medlemmer være en aktuell gruppe.

I forhold til *forurensningsproblematikken* vil miljøentusiaster være en aktuell gruppe da de gjerne vil foretrekke en miljøvennlig investering ved behov av et nytt fartøy. Når fokus er på *drivstoffbruk*, vil kunder som er opptatt av økonomi i forhold til bruk av kjøretøy være aktuelle, men det er jo de fleste, så det er vanskelig å skulle spesifisere en bestemt kundegruppe dette omhandler. Når det kommer til å skaffe seg et *unikt fartøy* vil motorsykkelenusiaster kunne være den aktuelle målgruppen. Devil gjerne ha det som er unikt og de er også villig til å betale godt for det.

Det at det antas at *Dolphin Sky* vil koste en del, vil det være et utgangspunktet for å kunne velge kundegruppe. Generelle familier med færre enn tre medlemmer er en lite spesifikk gruppe og dermed vanskelig å definere som målgruppe. Miljøentusiaster ville vært en aktuell gruppe, men ved at interessen for hybridbiler har økt, er det ikke utelukkende dem som kunne vært interessert. Likevel er det ikke gitt at de vil være villig til å betale prisen for et slikt produkt, da det finnes rimeligere

produkter som kan fylle samme miljøbehov. Derimot skiller motorsykkelenusiaster seg ut ved at de er villig til å betale mye for å kunne få et unikt gadget. Miljøhensyn er ikke nødvendigvis deres største motivator ved kjøp av et nytt fartøy, men det er et viktig argument for å kunne utvikle andre fordeler ved konseptet i tillegg. Dette kan være alt fra et unikt produkt som ikke finnes i masseproduksjon til et produkt som rett og slett ser lekkert ut.

For denne oppgaven velges derfor **motorsykkelenusiaster** som den aktuelle målgruppen på dette stadiet. Det er dog sterkt anbefalt å gjøre en mer nøyaktig analyse av aktuelle målgrupper ved senere utviklingstrinn. Og når aktuell kundegruppe er valgt er det behov for en omfattende kundeundersøkelse som representerer ønsker, behov og forventninger som de måtte ha til produktet. På denne måten står kundebehovet i fokus, og produktet blir utviklet for dem. Dette vil igjen øke sjansen for salg, noe som selvfølgelig er ønskelig ved en eventuell produksjon.

1.6 Oppdragsbeskrivelse

Målet for konseptet skal være å fortsette utviklingen av arbeidet som er gjort for Dolphin Duo og Dolphin Family men nå skal det utvikles en potensiell sveveversjon for kjørekonseptet. Denne masteroppgaven skal foregå parallelt med design og konseptutviklingen i Del A, men med et mer overordnet systemkonsept- og strategivinkling av prosjektet.

1.7 Problemstilling

For å kunne utrede en overordnet systemkonsept- og strategi for designet som utformes i Del A, samtidig som det fokuseres på optimal utnyttelse av arbeid utviklet i tidligere Dolphin-prosjekt, er denne oppgaven delt opp i fire ulike fokusområder:

- Hvilke ergonomiske og sikkerhetsmessige krav må stilles til *Dolphin Sky*, og hvilke type regelverk vil kunne gjelde for dette kjøretøyet?
- Hvilke elementer kan hentes ut fra tidligere Dolphin- og Roskva prosjekt og integreres eller tilpasses for å gjøre konseptet mer optimalt og kostnadseffektivt?
- Hvilke konkurrenter til de ulike variantene av Dolphin-konseptet er det nødvendig å forholde seg til? Hvilke prissegmenter og markedsnisjer er aktuelle?
- Hvilke utviklings- og realiseringsstrategier bør velges videre og hvilke produksjonsmessige, markedsmessige og økonomiske utfordringer vil man kunne møte?

2 PROSJEKTPLAN

Prosjektplanen for denne rapporten skal illustrere tydelig de målsetningene som skal føre frem til en fullstendig oppfylt problemstilling. Hovedmålet vil bli delt inn i ulike delmål som representerer innholdet for denne rapporten. I tillegg vil det i dette kapitlet bli lagt frem en milepælplan for denne oppgaven, samt avgrensninger som rapporten vil ta utgangspunkt i.

2.1 Målsetting

For å kunne definere et klart bilde av hva prosjektet skal resultere i og bli målt opp mot, er det i dette delkapitlet definert et bredt hovedmål, med tilhørende delmål. Målsettingen skal skape en felles forståelse for oppgaven, både for den skrivende og for leseren.

2.1.1 Hovedmål

Hovedmålsettingen for masteroppgaven er som følgende:

Å vurdere spesielle sikkerhets- og ergonomiaspekter knyttet til sveveversjon av Dolphin, modellelementintegrasjon knyttet til cockpit, markeds- og konkurranseforhold for foretrukne konseptvarianter, samt å utrede og foreslå løsninger og farbare realiseringsstrategier.

2.1.2 Delmål med tilhørende prosesstrinn

Målene, slik de er formulert, er prosjektets mest sentrale suksesskriterier. Følgende delmål skal derfor gjennomføres for å kunne si at hovedmålet er oppfylt.

Tabell 2.1: Oversikt over delmål satt opp for rapporten for å kunne svare på definert hovedmål

Mål	Fase	Delmål
1	<i>Utredning</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sette tidligere Dolphin-prosjekt inn i en strategisk helhetstankegang • Utrede et utvalg av aktuelle konkurrenter for Dolphin Duo og Dolphin Family
2	<i>Konseptutvikling</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hente ut nøkkeldata knyttet til ergonomi og sikkerhetskonsept med tanke på integrering av felleselementer utviklet i Del A
3	<i>Markedsanalyser</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Produsere en oversiktlig utredning av teknologiske, økonomiske og miljømessige trender og preferanser • Utrede et utvalg av relevant lovdata for <i>Dolphin Sky</i> • Utrede potensiell markeds plassering for <i>Dolphin Sky</i>
4	<i>Realisering</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kartlegge styrker og svakheter hos eget produktkonsept • Vurdere utviklings- og produksjonskostnader i grove trekk • Utforme forslag til realiseringsstrategier

2.1.3 Milepælplan

For å kunne nå de ulike delmålene for den gitte tidsperioden er det utformet et GANTT-diagram som illustrerer aktivitetene som fører frem til oppnådde delmålsetninger, med tilhørende varighet og milepæl for når de skal være ferdigstilt.

Tabell 2.2: Oversikt over aktivitetene som skal bli gjort med tilhørende milepæler for når de forskjellige skal være ferdigstilt

Aktivitet	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni
Formulering av masteroppgave og innhold	Δ					
Strategisk utredning av tidligere masterarbeid		Δ				
Kartlegge konkurrenter knyttet til Dolphin-konseptet		Δ				
Evaluere eget produktkonsept				Δ		
Utrede markedsmuligheter		Δ	Δ			
Innhente nøkkeldata for utforming av førercockpit		Δ	Δ	Δ		
Utrede trender og preferanser				Δ		
Vurdere utviklings- og produksjonskostnader				Δ		
Utforme forslag til realiseringsstrategier				Δ		
Ferdigstilling og levering					Δ	
Presentasjon						Δ

2.1.4 Avgrensninger

For en 30 studiepoengs masteroppgave er det beregnet ca. 900 arbeidstimer, hvorav ca. 300 av disse går til rapportskrivning. Grunnet begrenset tid er det gjort avgrensninger for å nå frem til ferdig rapport. Disse inkluderer:

- I Portes Five Forces analysen vil det ikke bli tatt hensyn til to av kreftene: forhandlingsmakt fra leverandør og forhandlingsmakt fra kunde.
- Det vil ikke bli utredet all relevant informasjon i PESTEL analysen, men bli gjort et utvalg for å kunne gi et bilde på trender og preferanser.
- I Pughs metode vil det ikke bli kombinert ulike konsepter for videreutvikling.
- Det vil ikke bli evaluert sikkerhetstiltak for *Dolphin Sky* når den benyttes på bakken da dette allerede er ganske standardisert. Det vil kun fokuseres på *Dolphin Sky* når den flyr, 10 meter over bakken.
- Det vil ikke bli gjort utfyllende beregninger knyttet til valg av sikkerhetskonsept.
- Det vil ikke bli gjort en grundig analyse for valg av kundegruppe.
- Det vil ikke bli innhentet informasjon fra valgt kundegruppe vedrørende behov, ønsker og forventninger.
- Crash simulering av valgt sikkerhetskonsept vil ikke bli utført.
- Utredning av spesifikke krav til sikkerhet for fly vs. bil vil ikke bli inkludert.
- Prisen for *Dolphin Sky* vil kun bli grovt estimert.
- Det vil ikke bli beregnet nøyaktig material og produksjonskostnader. Det antas at dette vil være tre ganger så stort som for Roskva-prosjektet.

- Det vil ikke bli gjort en egen økonomisk analyse for arbeidsfordeling gjort i denne oppgaven.
- Det vil ikke bli spesifisert i detaljer patent som konkurrenter innehar.
- Det vil ikke bli utredet hvilke elementer fra Dolphin Duo og Dolphin Family som kan integreres i *Dolphin Sky*.
- Ved beregning av energi som må absorberes i et kræsjeøyeblikk er det ikke blitt tatt hensyn til rotasjonsenergi og pressenergi.
- Det vil ikke bli tatt hensyn til vinkelen *Dolphin Sky* vil kræsje i beregninger knyttet til absorbert energi. Det vil kun bli sett på fall fra en høyde på 10 meter.
- Det er ikke blitt sett på alternative motorer utenom den presentert i Roskva prosjektet.
- Det er ikke blitt regnet med mekanisk tap ved beregning av nødvendig batteripakke.
- Det vil ikke bli tatt hensyn til treghetsmoment i beregning av akselerasjonsmomentkraften. Det vil bli inkludert en massetilleggsfaktor for å gjøre opp for dette.
- Det vil ikke bli gjort nøyaktig estimat for tverrsnittsarealet til *Dolphin Sky*.
- Det vil ikke bli utdypet produksjonsmetoder for *Dolphin Sky*.
- Det vil ikke bli valgt materialer for *Dolphin Sky*.
- Det vil ikke utdypes produksjonsmessige utforminger.
- Det vil ikke utdypes i stor grad styrker og svakheter knyttet til eget produkt.
- Det vil ikke bli utredet oversikt over tillatte områder for bruk av privat pilotlappen.

3 TERMINOLOGI

Det forutsettes at leseren av denne rapporten har grunnleggende kunnskap og forståelse for mekanikk og energiberegninger. En annen forutsetning er også en viss kjennskap til et kjøretøys tradisjonelle oppbygning.

3.1 Begreper

For å kunne ha forståelse for ulike faguttrykk benyttet i rapporten er det her presentert en oversikt. Det er delt opp mellom tekniske og industriøkonomiske begreper, samt noen begreper som kun er benyttet innenfor konseptutvikling ved NMBU.

Tabell 3.1: Oversikt over tekniske begreper

Begreper	Betydning/utdypning
IPD	<i>Integrated Product Development eller Integrert produktutvikling (IPU)</i>
Hybridbil	<i>Bil som kan kjøre på forbrenningsmotor alene, elektrisk motor alene eller en kombinasjon av begge. Batteriet blir ladet både under lett kjøring og ved bremsing.</i>
NPD	<i>New Product Development</i>
Ergonomi	<i>Vitenskapen om mennesket og deres relasjon med omgivelsene</i>
Antropometri	<i>Vitenskapen om mennesket, kroppen og dens bevegelse</i>
Flyvebil	<i>Bil med svevefunksjon</i>
Delta	<i>Hjulkonfigurasjon med ett hjul foran og to bak</i>
Tadpole	<i>Hjulkonfigurasjon med to hjul foran og ett hjul bak</i>
Distanserange	<i>Hvor langt kjøretøyet kan forflytte seg per ladning (eller annen drivenhet)</i>
Plug-in hybrid	<i>Samme som en hybridbil, men den kan også lades opp fra ekstern kilde</i>
Chassis	<i>Eksteriøret til en bil</i>
Condaeffekten	<i>Fenomen hvor en stråle strømning fester seg til en nærliggende overflate og blir hengende selv når overflate kurver seg bort fra den første stråleretningen</i>
Kit	<i>Pakke som kan kjøpes for å kunne bygge et produkt selv</i>
Flyfartøy	<i>Inkluderer småfly, selvlagde fly og helikopter</i>
Utility-patent	<i>Patent for oppfinnelsen av en ny og nyttig prosess, maskin, produksjon, eller sammensetningen av materiale, eller en ny og nyttig forbedring derav. Det tillater normalt eieren å ekskludere andre fra å bruke eller selge den foreliggende oppfinnelse i en periode på opp til tjue år fra datoen for patentsøknad fylles ut</i>
Monocoque	<i>Sikkerhetscelle i karbonfiber som omringer sjåfør i bilen</i>
Rpm	<i>Revolutions per minute</i>
Gadget	<i>Et liten verktøy eller utstyr(enhet) som gjør noe nyttig eller imponerende</i>
Motorsystem	<i>Om kjøretøyet benytter kun bensin, kun elektrisk eller hybrid drift</i>

Tabell 3.2: Oversikt over industriøkonomiske begreper

Begreper	Betydning/utdypning
Strategi	Retningen og omfanget av en organisasjon på lang sikt, noe som oppnår konkurransefortrinn i et skiftende miljø gjennom sine konfigurasjoner av ressurser og kompetanse med sikte på å oppfylle interessentenes forventninger
Konkurransefortrinn	Hvis en bedrift har høyere fortjenestemargin og/eller gir større avkastning på investert kapital enn bedrifter i samme bransje
Effektivitet	Møte kostnads- og tidsmålsetninger, men også i forhold til god kvalitet
Utviklingskostnader	Kostnader knyttet til aktivitetene innenfor utviklingsprosessen som fører frem til ferdig fremstilling
VRIN	Strategisk analyse utviklet av Porter for vurdering av verdien til et product ved å fokusere på fire hovedparameter: Value, Rarity, Imperfectly imitable, and Non-substitutable
Five Forces	Strategisk analyse for å vurdere markeds plasseringen for et produkt
Business Plan	En skriftlig dokument som beskriver i detalj hvordan en ny bedrift kommer til å nå sine mål

Tabell 3.3: Oversikt over begreper knyttet til ulike NMBU prosjekt

Begreper	Betydning/utdypning
Dolphin	Navn på prosjekt ved NMBU som omhandler konseptutvikling av et lettvekts trehjuls-kjøretøy
Roskva	Navn på prosjekt ved NMBU som omhandlet konseptutvikling for en motorsykkel som benyttet elektrisk drift kontra konvensjonell drift

3.2 Symboler og enheter

I denne rapporten vil det bli benyttet det internasjonale systemet for enheter (SI-enheter). Tabell 3.4 viser oversikt over enheter som er benyttet.

Tabell 3.4: Oversikt over symboler benyttet i oppgaven basert på SI-enheter, med tilhørende forklaringer

Bokstav/Symbol	Betydning	Enhet [SI]
P_{total}	Nødvendig effektbehov ved drivhjulene	W
F_R	Rullemotstandskraft	N
f	Rullemotstandskoeffisient	-
G	Tyngdekraft	N
F_s	Stigningsmotstandskraft	N
F_A	Akselerasjonsmotstandskraft	N

Tabell 3.4 fortsetter: Oversikt over symboler benyttet i oppgaven basert på SI-enheter, med tilhørende forklaringer

Bokstav/Symbol	Betydning	Enhet [SI]
F_L	Luftmotstandskraft	N
m_{bil}	Vekten til Dolphin Sky	kg
m_{total}	Vekten til Dolphin Sky inkludert passasjerer	kg
a	Akselerasjon	m/s^2
R	Hjulradius	m
M	Moment	Nm
I_m	Massetreghetsmoment	$kg \cdot m^2$
α	Vinkelakselerasjon	rad/s^2
v	Bilens hastighet	m/s
t	Tid	s
$T. E.$	Total energimengde	J
$(K. E.)_T$	Translatorisk kinetisk energi	J
$(K. E.)_R$	Rotasjons kinetisk energi	J
$P. E.$	Potensiell energi	J
$S. E.$	Pressenergi	J
m	Massen til strukturen	m
v_G	Resulterende fart til massesenter	m/s
I_θ	Annet arealmoment for komponenter i x-z planet	mm^4
I_φ	Annet arealmoment for komponenter i y-z planet	mm^4
I_ψ	Annet arealmoment for komponenter i x-y planet	mm^4
θ	Vinkelhastigheten til komponenter i x-z planet (Rot(y))	rad/s
φ	Vinkelhastigheten til komponenter i y-z planet (Rot(x))	rad/s
ψ	Vinkelhastigheten til komponenter i x-y planet (Rot(z))	rad/s
g	Tyngdeakselerasjon på jorden	m/s^2
ΔZ	Summen av den vertikale forflytningen for hver masse fra starten av kræsjet frem til full stopp	m
x_G	Lengdekomponenten til farten	m
y_2	Sideveiskomponenten til farten	m
z_G	Vertikalkomponenten til farten	m
m_{ekv}	Total masse, når de roterende massene er gjort om til translatorisk bevegede masser	kg
m_{ekv}	Total masse, når de roterende massene er gjort om til translatorisk bevegede masser	kg
I_{hjul}	Massetreghetsmoment til hjul, nav og tilhørende aksler	$kg \cdot m^2$
i_d	Utvekslingsforholdet til differensialen	-

Tabell 3.5 fortsetter: Oversikt over symboler benyttet i oppgaven basert på SI-enheter, med tilhørende forklaringer

Bokstav/Symbol	Betydning	Enhet [SI]
I_{me}	Massetreghetsmoment til delene mellom girkasse og differensial: mellomaksel, universal ledd, utgående giraksel og pinjong	$kg \cdot m^2$
i_{total}	Det totale utvekslingsforholdet mellom motor og drivlinje	-
I_M	Massetreghetsmomentet til: motor, svinghjul, kopling og inngående giraksel	$kg \cdot m^2$
U	Spenning	V
I	Strøm	A
C_w	Luftmotstandskoeffisient	-
A	Tverrsnittsareal	m^2
ρ	Luftens tetthet	kg/m^3
v_0	Vindhastighet	m/s

3.3 Formelliste

Formler som er benyttet i masteroppgaven er satt inn i Tabell 3.5, med tilhørende benevnning og indeks.

Tabell 3.5: Formler benyttet, med tilhørende forklaring

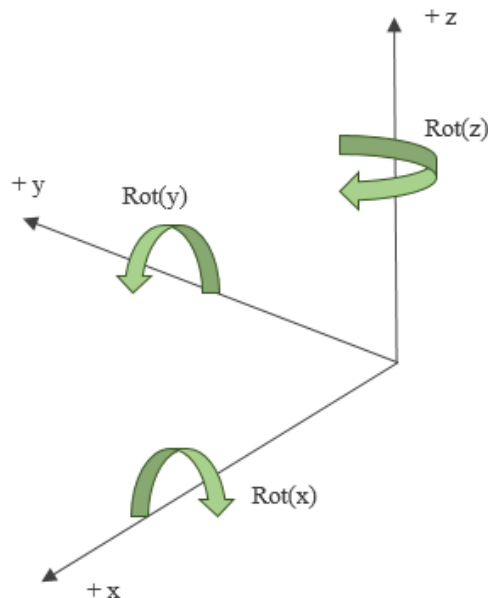
Beskrivelse	Formel	Indeks
Total energimengde	$T.E. = (K.E.)_T + (K.E.)_R + P.E. + S.E.$	3.1
Translatorisk kinetisk energi	$(K.E.)_T = \frac{1}{2}mv_G^2$	3.2
Resulterende farten til massesenter	$v_G^2 = (x_G^2 + y_G^2 + z_G^2)$	3.3
Rotasjons kinetisk energi	$(K.E.)_R = \frac{1}{2}I_\theta\theta^2 + \frac{1}{2}I_\phi\phi^2 + \frac{1}{2}I_\psi\psi^2$	3.4
Potensiell energi	$P.E. = \sum (mg\Delta Z)$	3.5
Kjørehastighet	$Kjørehastighet = \frac{rpm \cdot hjulomkrets}{60 s}$	3.6
Nødvendig giring	$Nødvendig giring = \frac{Topp hastighet uten giring}{Ønsket topp hastighet}$	3.7
Effekt	$P = U \cdot I$	3.8
Nødvendig effektbehov ved drivhjulene	$P_{total} = (F_R + F_S + F_A + F_L) \cdot v$	3.9
Rulle motstand	$F_R = f \cdot G$	3.10

Tabell 3.5 fortsetter: Formler benyttet, med tilhørende forklaring

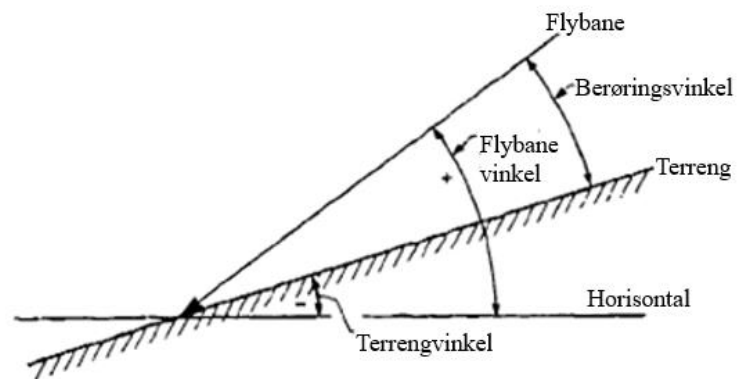
Beskrivelse	Formel	Indeks
Stigningsmotstand	$F_s = G \cdot \sin \alpha$	3.11
Akselerasjonsmotstand	$F_A = m_{bil} \cdot a + \frac{M}{R}$	3.12
Moment	$M = I \cdot \alpha$	3.13
Akselerasjon	$a = \frac{v}{t}$	3.14
Vinkelakselerasjon	$\alpha = \frac{a}{R}$	3.15
Total masse, når roterende masser gjøres om til translatorisk bevagede masser	$m_{ekv} = m_{bil} + \frac{I_{hjul} + I_{me} \cdot i_d^2 + I_M \cdot i_{total}^2}{R^2}$	3.16
Akselerasjonsmotstand avhengig av massetilleggsfaktor	$F_A = k_m \cdot m_{bil} \cdot a$	3.17
Massetilleggsfaktor	$k_m = \frac{m_{ekv}}{m_{bil}}$	3.18
Luftmotstandskraft	$F_L = 0,5 \cdot C_w \cdot A \cdot \rho \cdot (v + v_0)^2$	3.19
Tverrsnittsareal	$A = \text{bredde} \cdot \text{høyde}$	3.20

3.4 Koordinatsystem og rotasjonsakser

Følgende figurer er knyttet til bevegelse blir benyttet i rapporten.



Figur 3.1: Illustrasjon av benyttet koordinatsystem



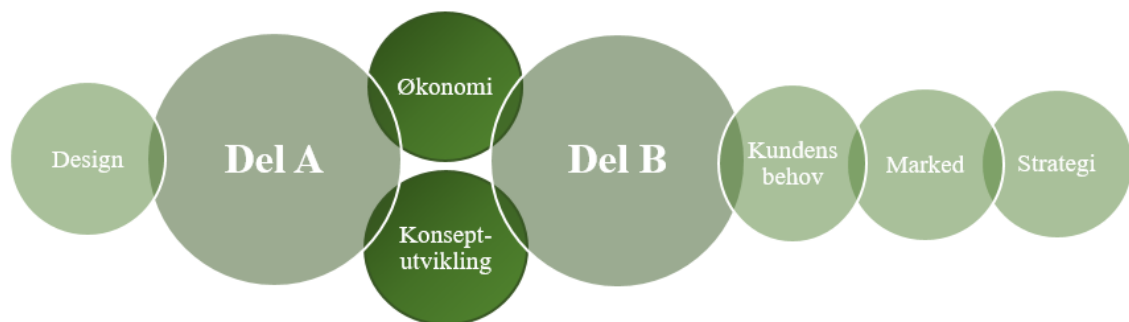
Figur 3.2: Illustrasjon av ulike vinkler i kræsøyeblikket for et fly. Flygebanens vinkel er mellom flyfartøyet og horisontalen. Terrengvinkelen er mellom støtflate og horisontale, målt i det vertikale planet. Berøringsvinkel refereres her til vinkelen mellom flybanen og terrenget, målt i vertikale planet (US Army Aviation Systems Command 1990).

4 METODEBESKRIVELSE

Det vil i denne rapporten utføres ulike metoder for å estimere styrker og svakheter ved konseptet, markedsmulighetene, eventuelle konkurransefortrinn og konseptvalg. Metoder og rammeverk gir mulighet til å fokusere på et området om gangen, og kan sette den overveldende informasjonsstrømmen som er tilgjengelig inn i et system.

4.1 IPD

IPD (Integrated Product Development) er en produktutviklingsmetodikk som prøver å integrere moderne datateknologi i tillegg til prosedyrer og rutiner for å organisere de ulike utviklingsprosessene (Bøe 2014). IPD tar for seg et langt større spekter av fagområder som blir sett på som viktig, og ikke «kun» ingeniør- og økonomirelaterte synspunkt, som tradisjonelt har vært i fokus (Bøe 2014). Dette inkluderer alt fra kartlegging av kundebehov, og planlegging av produktutviklingsprosessen til styring av produksjonskostnader og integrering av relevante dataverktøy. Gjennom bruk av IPD vil ulike aktiviteter overlappe og gjennomføres parallelt for å oppnå et optimalt sluttprodukt. Denne metoden ser klar verdi i at de ulike aktivitetene skjer samtidig gjennom hele utviklingsfasen, fra start til slutt. Det er derfor ønskelig i denne rapporten at bruk av IPD forekommer ved tett samarbeid og overlapping av resultater utviklet i Del A og Del B. Figur 4.1 illustrerer hvilke deler av IPD som er blitt hensyntatt i de to masteroppgavene.



Figur 4.1: Oversikt over de IPD temaene som vil bli fremstilt i Del A og Del B av Dolphin Sky-prosjektet. I denne rapporten vil fokuset ligge på strategi, økonomi, marked og kundens behov. I tillegg vil det bli gjort noe konseptutvikling. Del A vil ta for seg design og konsepttesting med noe økonomi (viser ikke mengden gjort under hver kategori).

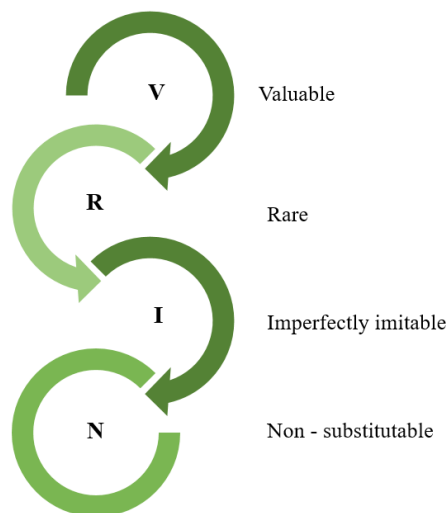
Tester er utført for å sjekke effekten av IPD, når det kommer til effektivitet og innovasjon innenfor NPD (New Product Development) prosjekter. Resultatet viser at IPD er positivt assosiert når det kommer til effektivitet, men noe negativt i forhold til innovasjon (Naveh* 2005). Det er dog vist at dette kun er i den helt tidligste fasen, hvor IPD kanskje ikke burde vært like integrert, men at implementeringen skal øke underveis i utviklingsprosessen. Det å skulle sammenligne effektivitet og innovasjon er i seg selv vanskelig, da de svært forskjellig referanserammer. Effektivitet krever gjerne standardisering, kontroll og regler, mens innovasjon bygger på dette med fleksibilitet, og å gå vekk fra det som eksisterer samt risiko og toleranse for feil når målet er å oppnå ny og bedre kunnskap (Naveh* 2005). Som et av alternativene for å kunne forbedre resultatet fra NPR prosjekter ble IPD

programmet utviklet. Formålet var å kunne oppdage eventuelle feil eller hinder tidlig i utviklingsfasen hvor kostnadene er betydelig mindre, enn hvis feilen ble oppdaget f.eks. i produksjonsfasen. Selv om testen viser at effektivitet og innovasjon ikke nødvendigvis får like stor nytte av implementering av IPD, viser erfaring fra Toyota noe annet (Naveh* 2005). Toyota hevder at ved å benytte seg av IPD har dem akselerert introduksjonen av nye bilmodeller med to til tre år. Likevel er det spesifisert at de har en lavere grad av implementering av IPD i startfasen, og at det øker etter hvert som prosessen går fremover. Dette fører til optimal innovativ ytelse i startfasen.

Det er diskusjon vedrørende i hvor stor grad IPD burde bli implementert i de ulike stadiene. Det vises til viktigheten av hyppig kommunikasjon, gruppekraft, integrasjon av relevante ferdigheter og gruppesynergi resulterer i en kortere beslutningssyklus og lavere utviklingskostnader (Bregard & Chasteen 1996).

4.2 VRIN

I et marked som kontinuerlig tilbyr nye produkter er det viktig å ha et klart bilde av sitt eget produkt og hva som gjør det unikt. Barney presenterte i 1991 et verktøy for å kunne evaluere eget produkt og sjansen for å kunne oppnå et *varig konkurransefortrinn* (Barney 1991).

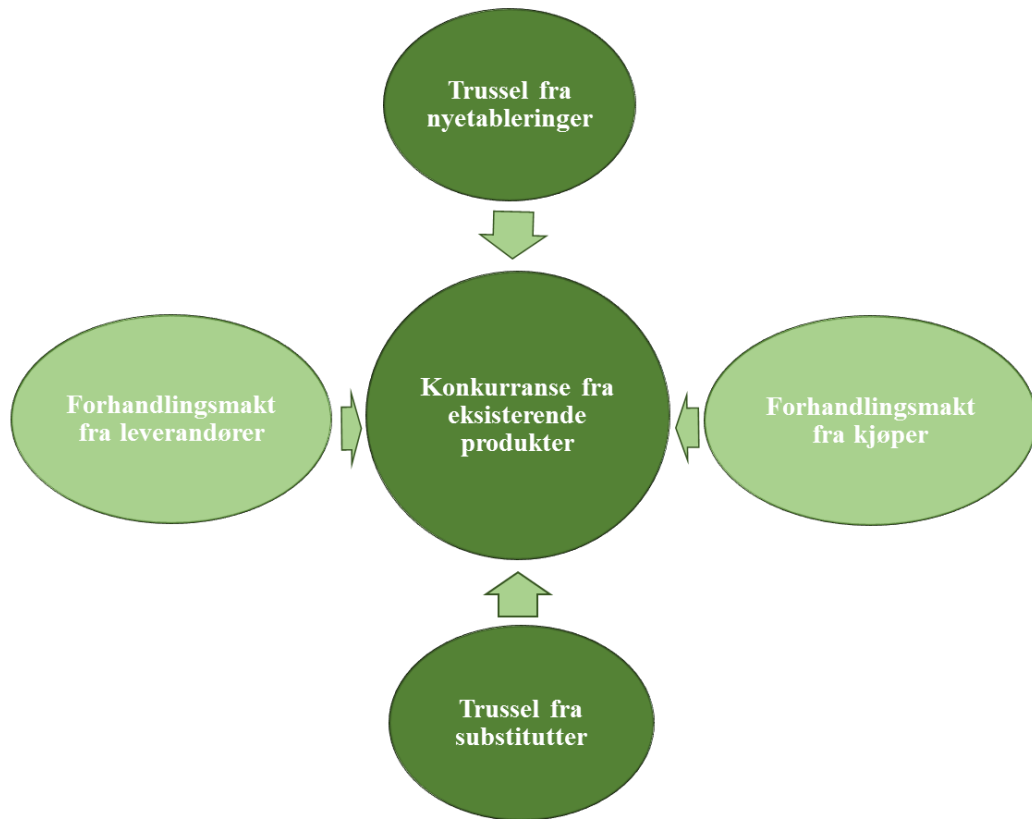


Figur 4.2: Illustrasjon av VRIN-analysens parametere

Den teoretiske modellen bygger på at for å kunne få et varig konkurransefortrinn så må produktet (bedriftens ressurs) ha fire forskjellige egenskaper; den må være *verdifull*, *sjelden*, *ufullkommet imiterbar* og *ingen lignende substitutter*. Disse egenskapene kan bli sett på som en måte å vurdere hvor heterogen og immobil ressursen til et firma er (Barney 1991).

4.3 Porter's Five Forces

Det er ikke alltid like enkelt å finne sin markedsposisjon eller sitt konkurransefortrinn. Det er utviklet ulike rammeverk som kan benyttes for å prøve å finne sin markeds plassering. Porter sin modell om de fem kreftene, er en slik metode.

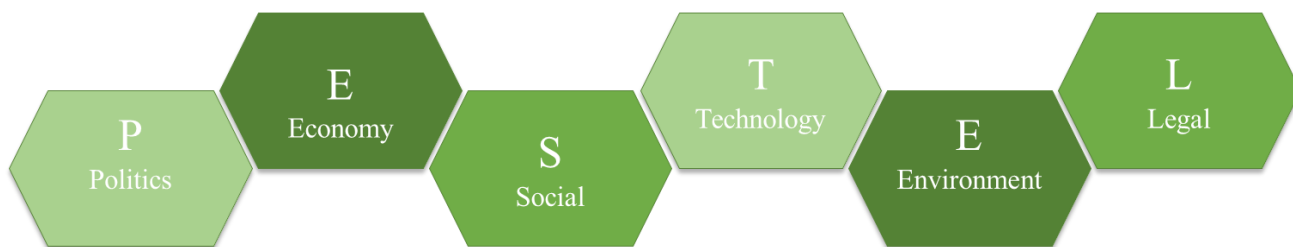


Figur 4.3: Illustrasjon av parametere inkludert i Five Forces analysen. Forhandlingsmakt fra kjøper og leverandør vil bli ekskludert i denne rapporten da det er besluttet at så tidlig i utviklingsprosessen vil det bli for mye antagelser og mindre bra estimater.

I denne modellen etableres det fem ulike kategorier som vil spille inn på hvor stor konkurranse produktet har, og om det er rom for en eventuell markedsposisjon. Det må etableres oversikt over trusler fra nyetableringer og substitutter, konkurranse fra produkter som allerede eksisterer, og når produktet har kommet til produksjonsfasen er det relevant å se på forhandlingsmakten til leverandøren og kjøper. I og med denne rapporten er helt i tidligfasen hvor konseptutvikling er fokuset, vil det ikke bli tatt hensyn til forhandlingsmakt fra kjøper og leverandør da det er manglende informasjon om både kundevalg og eventuelle leverandører på dette tidspunktet.

4.4 PESTEL

PESTEL analysen gir et makrosyn på de faktorene som kan påvirke produktet og dens plassering. Den tar for seg seks ulike områder som vil kunne ha påvirkning på videre utvikling, og er områder som man alltid bør ha oppdatert informasjon vedrørende.



Figur 4.4: Oversikt over de eksterne parameterne knyttet til PESTEL analysen.

Politisk (P)

Disse faktorene viser hvordan politiske bestemmelser kan påvirke økonomien eller ulike industrier. Eksempler på slike faktorer kan være skattereguleringer, regnskapsreguleringer, handelstrafikk etc.

Økonomi (E)

Innenfor økonomi kan det forekomme faktorer som bestemmer den økonomiske situasjonen og dermed påvirke firmaet. Slike faktorer kan være inflasjonsrate, rentesats, utenlands eksportsats, økonomisk vekst etc.

Sosialt (S)

Under denne kategorien kan vi finne sosiale miljøer som beskriver markedet. Dette kan være faktorer som kulturelle trender, demografi, populasjons analyse etc.

Teknologi (T)

Innenfor teknologi forekommer det mye innovasjon som vil kunne påvirke både industrien og markedet, både som en fordel og ulempe. Eksempler på slike faktorer kan være automasjon, undersøkelser, utvikling og mengden teknologisk bevissthet markedet innehar.

Miljø (E)

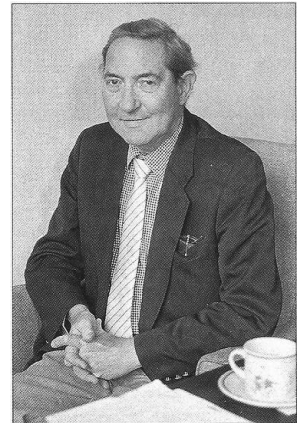
Dette er faktorer som inkluderer det som påvirkes eller bestemmes av omgivelsene og miljøet rundt. Eksempler på dette kan være klima, vær, geografisk plassering, globale forandringer i klima etc.

Juridisk (L)

Her omhandler det både internt og eksternt faktorer. Det er spesifikke lover som påvirker forretningsmiljøet i visse land, mens det er bestemte reglementer som firmaer også bruker internt. Juridisk analyse tar for seg begge disse to retningene og utretter strategier i forhold til de etablerte retningslinjene.

4.5 Pugh's metode

Stuart Pugh utviklet på 80-tallet en metode for å kunne systematisk gjøre den rette avgjørelsen i henhold til konseptvalg og idéscreening. Ved å følge en gitt prosess skal det være mulig å velge det alternativet som er det beste. Prosessen inkluderer å definere en seleksjonsmatrise, med gitte kriterier. Kriteriene blir deretter satt opp mot de ulike konseptforslagene, for så at de blir vektet enten for eller imot med en bestemt poengfordeling. Summen av de gitte kriteriene rangerer de ulike konseptforslagene. I de fleste tilfeller vil konseptforslaget med den høyeste poengsummen bli brukt videre, eventuelt vil den videreutvikles. På denne måten ville det endelige valget være mer objektivt, enn hvis valget kun var basert på hvilken konsept som utvikleren foretrukket (Bøe 2014).



Figur 4.5: Stuart Pugh
(AL-DEsign 2014)

Proessen for å kunne komme frem til endelig valget kan deles inn i seks punkter:

1. Utarbeide utvalgsmatrise (spesifisering av kriteriene som vil være basis for sammenligning.)
2. Gi de ulike konseptene en poengvurdering
3. Rangere de ulike konseptene
4. Kombinere og videreutvikle konseptene
5. Gjøre endelig valg
6. Evaluering av resultatene og prosessen

4.6 Litteratursøk

Vitenskapelige artikler som det vil refereres til gjennom rapporten vil være hentet fra:

- Google Scholar
- Web of Science
- <http://www.sciencedirect.com/>

4.7 Håndberegninger

Ved beregninger i oppgaven vil det bli benyttet formler knyttet til ulike kompendier utdelt i fag ved NMBU. Da hovedsakelig kompendier knyttet til faget TMP270 innen kjøretøydynamikk og TMP301 som omhandler maskinkonstruksjon, begge undervist av førsteamanuensis Geir Terjesen.

4.8 Rapportering

For rapportskrivning vil Microsoft Word 2013 bli brukt. Endnote vil bli benyttet som referanseverktøy.

4.9 Kvalitetssikring

For å kunne sikre god kvalitet på informasjonen som presenteres i denne rapporten vil fokuset at dataen som skal bli benyttet for utformingen av oppgaven hentes fra pålitelige kilder. Kvalitetssikringen på innholdet vil bli delt inn i tre hovedområder:

1. Beregningsstandarder

- Beregninger i rapporten bygger på faglitteratur utdelt i relevante fag ved NMBU (TMP270 og TMP301 som nevnt tidligere), som igjen bygger på Norsk Standard (NS) utformet av Standard Norge og Eurokode.

2. Statistikk

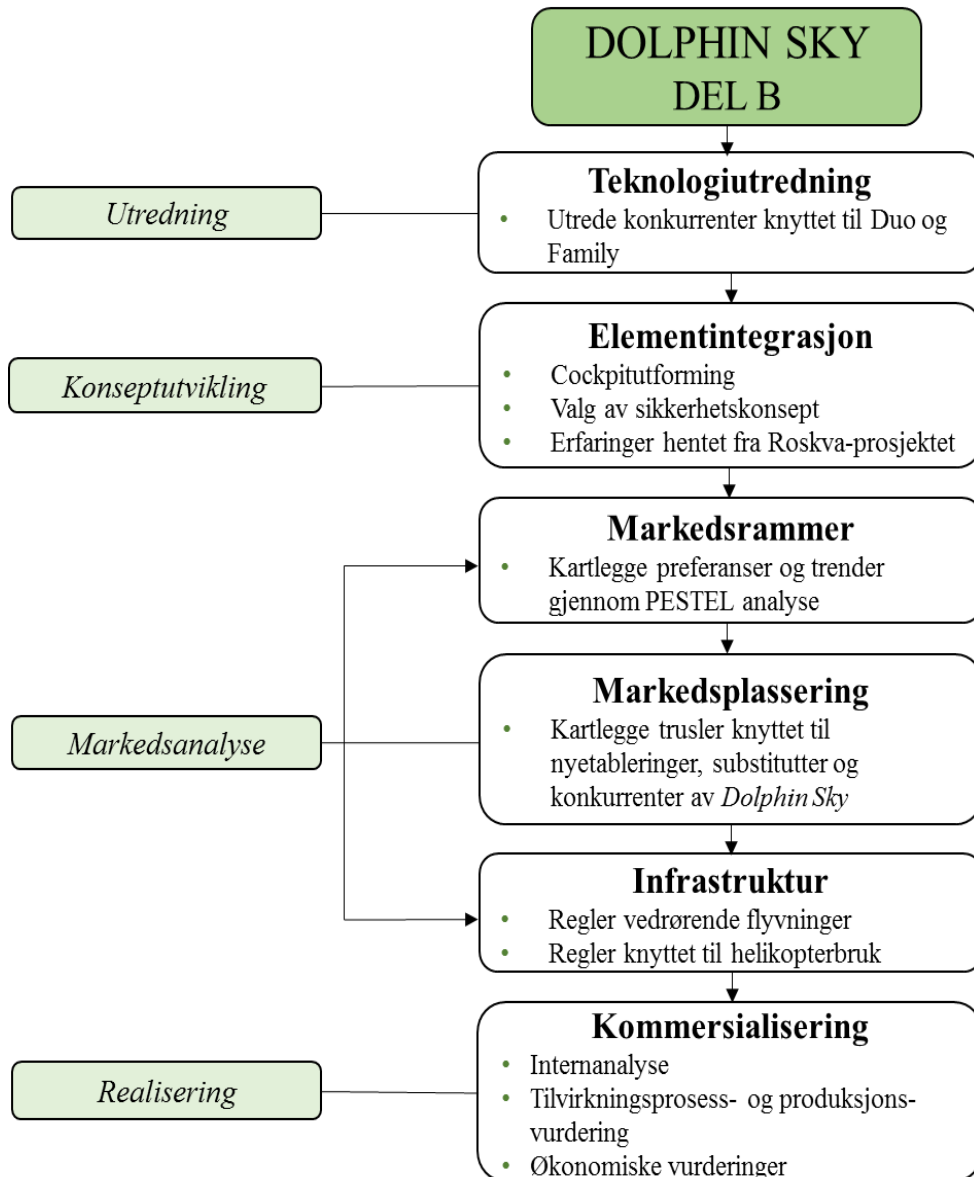
- Statistikken som blir benyttet i oppgaven er hentet hovedsakelig fra Statistisk Sentralbyrå som har stort fokus på kvalitet i sine analyser. De følger rammer for kvalitetsarbeid utformet fra *retningslinjer for europeisk statistikk (Code of Practice)* (Statistisk sentralbyrå 2016a). Det må understrekes at statistikk bygger på empiri. Statistikk blir fremlagt etter gjentatte hypotesetestinger. Ergo må det huskes at det er stor usikkerhet knyttet til statistikker.

3. Kvalitet på kilder

- **Tidspunkt:** Fokus på å finne kilder fra nyere tid, som er oppdatert.
- **Eier:** Finne kilder som tydelig viser hvem som er ansvarlig for innholdet.
- **Nøyaktighet:** Benytte seg av kilder som tydelig fremstiller diagram og bilder på en forståelig og oversiktlig måte.

4.10 Prosesdiagram

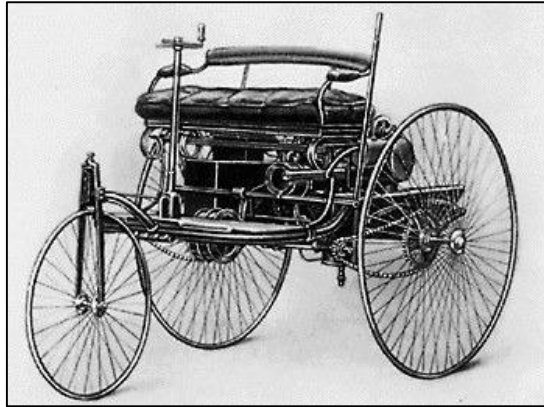
Rapporten vil bli delt inn i fire overordnede hovedkategorier, som har tilhørende seks underkategorier. Oppgaven vil starte med teknologiutredning av eksisterende konsepter for Dolphin Duo og Dolphin Family, før den beveger seg inn i cockpiten til *Dolphin Sky* med ulike elementutforminger. Deretter vil det bli sett på den store markedsposisjonen, både ved å definere rammer og en potensiell plassering for *Dolphin Sky*. Til slutt vil det bli sett på realiseringsstrategier og anbefalinger ved en eventuell kommersialisering.



Figur 4.6: Prosessdiagram som illustrer oppgavens oppbygning i fire hovedkategorier, med tilhørende seks underkategorier det fokuseres på.

5 TEKNOLOGIUTREDNING

Det er utviklet en rekke trehjulsbiler opp igjennom historien, men det hele startet med Karl Benz sin *Benz Patent Motorwagen*, som av navnet, også gav han patent (Benz & Co 1886). Benz søkte om patent i 1886 og dokumentet fikk nummer 37435; som kanskje kan bli sett på som fødselsattesten til dagens bil. Akkurat som Dolphin-konseptet startet det hele med et trehjuls-kjøretøy.



Figur 5.1: Benz Patent Motorwagen utviklet av Karl Benz (Ojibwa 2014).

I dagens samfunn utvikles ny teknologi og vitenskap på rekordtid. Det kreves mye av innovative bedrifter som vil prøve å fange opp en markeds plassering for sitt produkt. Ikke bare skal de finne denne markedsnisjen, men de skal bevare plassen, før noen finner opp noe «smartere». Før du vet ordet av det er teknologien din utdatert. Et slikt press krever en helt egen type mennesker og teamsammensetning. De skal alle være på hugget og leve med usikkerheten vedrørende begrenset informasjon og/eller usikkert marked. For å bedre håndtere slike uforutsigbare omgivelser er det viktig å prøve å holde tritt med hva som skiller deg fra konkurrentene.

5.1 Konkurrenter

Ved å evaluere aktuelle konkurrenter er det mulig å finne sin egen nisje samtidig som andre konsepter kan gi inspirasjon for mulige løsninger. Det er også mulig å se hvilket prisnivå de ligger på slik at det er å estimere en enhetspris er mulig. Dette kapitlet vil derfor presentere et utvalg av konkurrenter, både for Dolphin Duo og Dolphin Family. Parameterne ved hvert konsept som er blitt plukket ut for denne oppgaven er spesielt dimensjonene på kjøretøyet, maksimal hastighet, hvor langt de kan kjøre, drivstoff og hvilket prisnivå de ulike modellene estimeres til å koste.

5.1.1 Konkurrerende konsepter knyttet til *Dolphin Duo*

Det er utviklet en rekke ulike versjoner av trehjulskjøretøy med tadpole hjuloppstilling. Grunnet dette mangfoldet har det vært nødvendig å plukke ut de som blir sett på som mest relevant, da i form av deres plass som konkurrenter av konseptet Dolphin Duo.

I-Road

Toyota sin toseters I-Road er utviklet med utgangspunkt i ytelse, størrelse og miljø.



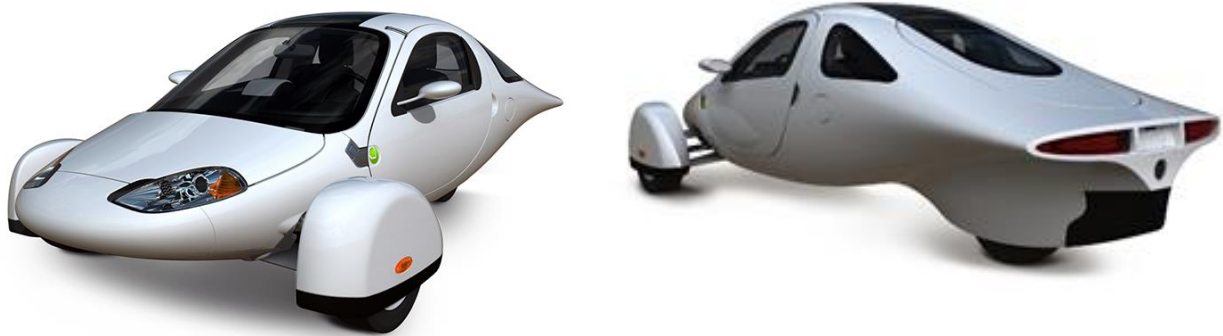
Figur 5.2: Toyota I-Road, vist foran og bak (Toyota 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
2,3 – 0,9 – 1,4	45	48,3	Elektrisk	10 000 USD ≈ 82 100 NOK

Hjulfunksjonen fungerer slik at begge de fremste hjulene beveger seg opp og ned ut fra førerens styring, og velger automatisk den beste vinkelen i svinger. Det er grunnet den smale bredden at Toyota sier at veiene føles bredere, den behøver ikke bruke hele kjørefeltet og ved at den er såpass liten er det plass til hele fire stykker innenfor en parkeringsplass. I tillegg drives den av litiumbatteri og kan kjøre opp til 50 km for hver ladning, noe som gjør det svært miljøvennlig. Toyota startet i januar 2015 og plukke ut testpiloter rundt om i Tokyo som har som oppgave å benytte bilen daglig. Dette vil de fortsette med ut sommeren 2016. Fra testpilotene vil de få tilbakemelding om hvilke forbedringer og erfaringer de har opparbeidet seg (Toyota 2016).

Aptera 2e

Firmaet Aptera Motors har utviklet en toseters elektrisk bil, derav navnet 2e. Bilen ble først lagd i California i August 2011. Bilen ser ut som en krysning mellom motorsykkel og fly. Det er mulig å få tak i en versjon som er helt elektrisk, og en plug-in hybrid versjon. Den fullverdige elektriske versjonen går utelukkende på batteri, som varer rundt 161 km. Hybridversjonen har et elektrisk drivverk, som blir assistert av en effektiv bensindrevet generator hvilket gjør at distanserangen blir betydeligere større. Den kan kjøre ca. 127 km per liter, og du vil kunne nå lengre enn noe annet passasjerkjøretøy. Taket kan integreres med solceller, de vil kunne drive ventilasjonssystemet inni bilen.



Figur 5.3: Apera 2e, vist foran og bak (Apera 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
4,4 – 2,3 – 1,3	97	161+/485+	Elektrisk	25-40 000 USD ≈ 205 – 328 000 NOK

Med en luftmotstandskoeffisient på 0,15 er det den mest aerodynamiske bilen som er masseprodusert (Apera 2016). Materialet den er bygd av er svært sterkt slik at den er usedvanlig godt rustet mot slag på overflaten. Teamet som utvikler denne modellen har gjort undersøkelser for hvordan tillegg av et hjul vil påvirke energieffektiviteten, og det viste en reduksjon på hele 34%. Apera startet i 2009 med å ta imot depositum fra kunder som ønsker å reservere seg en modell. Produksjon og levering er forventet å være klar i slutten av 2016 (Apera 2016).

The NMG2 (No More Gas)

Myers Motors står for utvikling og produksjon av modellen NMG2. Misjonen de har er å utvikle en elektrisk bil som koster det samme eller mindre enn en bensindrevet bil sånn at kjøper kan få reduserte kostnader fra dag en.



Figur 5.4: NMG2 (to seter)(Garlitos 2009)



Figur 5.5: NMG (ett sete)(Nelson 2008)

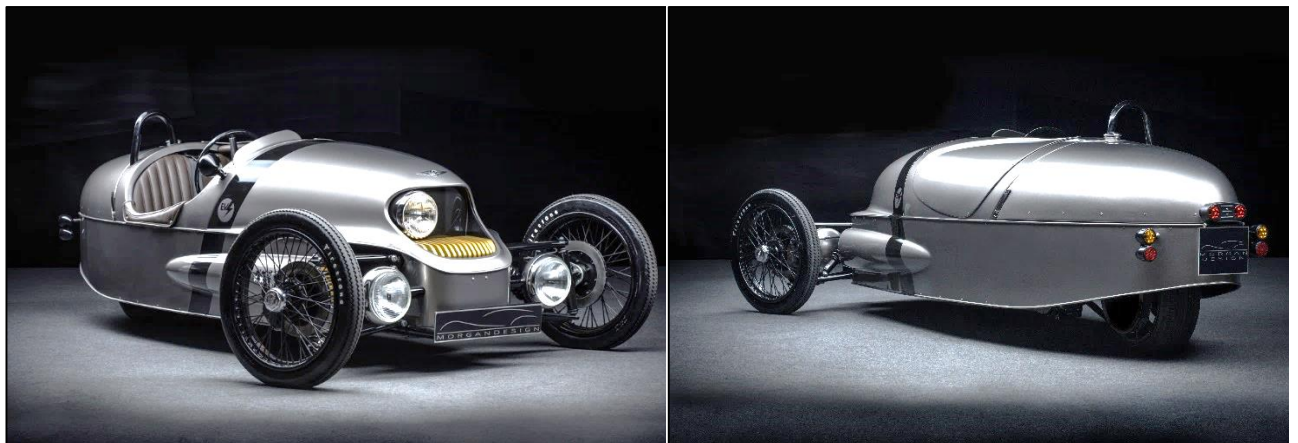
Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
-	120	97	Elektrisk	30 000 USA ≈ 246 000 NOK

Tanken er; prisen til mange elektriske biler er såpass høy at det kan ta opp til fem år før kjøperen egentlig sparer penger på kjøpet. Dette er en bil som har to seter, ideen bak er at Myers Motors ønsket å utvikle en elektrisk bil som benytter seg av 120 volts batterier i stedet for 240 og 480, for å kunne unngå den ekstra vekten et større batteri vil forårsake og dermed få en mer energieffektiv bil. Den ekstra kapasiteten som oppnås med større batteri, er uansett ikke noe man vanligvis benytter ved dagligdags kjøring. De ønsket for det første ikke å utvikle fire- og femseters biler. Statistikken de benytter sier at bare 13% av reising med bil skjer med tre eller flere passasjerer, og de vil derfor ikke utvikle biler som er egnet kun for et så smalt marked. Det er viktigere for dem at folk forstår dette, og begynner å benytte seg av biler som er bedre for miljøet, tar mindre plass og ikke er bygd for flere passasjerer enn det som vanligvis benyttes (Myers Motors 2016).

Morgan EV3

Den opprinnelige tanken bak modellen var kun: «*to make driving fun*». Det var ikke et nytt konsept for The Morgan Motor Company. Det er en modell som de sluttet å produsere i 1953, men som de i nyere tid har oppdatert og startet reproduksjon av ; denne gangen i en full elektrisk versjon.

Tilbake i 1953 ble det produsert hele 30 000 Morgan Threewheelers i England. Den var en kjent bil i bilracemiljøet og ble både populær og gjorde suksess. Den nye versjonen har beholdt mye av designet til den første, men har blitt oppgradert og ble i 2016 presentert i en elektrisk versjon.



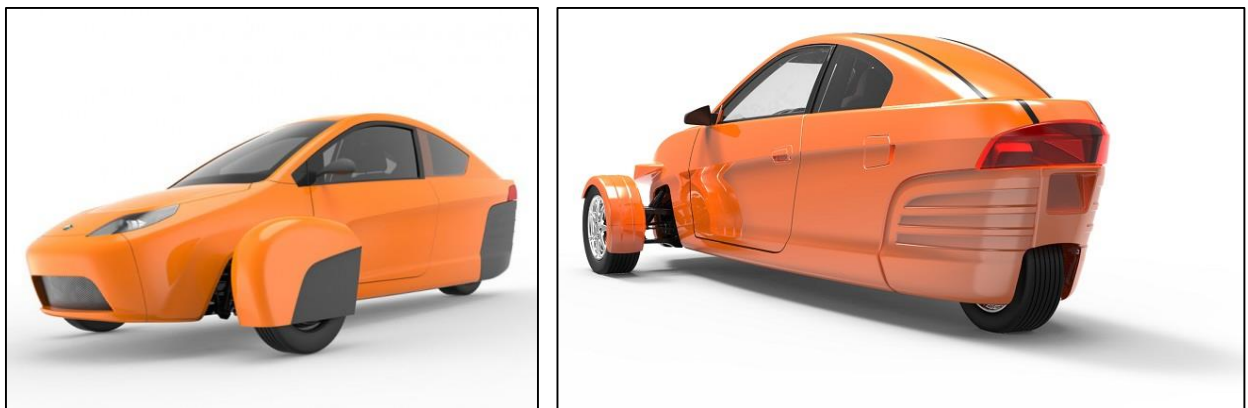
Figur 5.6: Morgan EV3, vist foran og bak (The Morgan Motor Company 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
-	145	241	Elektrisk	31 140 EUR ≈ 288 000 NOK

Interiøret er designet med inspirasjon fra cockpiten til fly, noe de gjør for å gi sjåføren følelsen av å «fly på veien». The Morgan Motor Company har annonsert at de har fått statelig støtte på 6 millioner euro til prosjekter som bygger på utvikling av fremtidige hybridbiler og helelektriske (EV) Morgan kjøretøy (The Morgan Motor Company 2016).

Elio

Elio Motors ble grunnlagt i 2008 og de har utviklet et trehjuls kjøretøy som kan ha to passasjerer. Det er allerede 52 600 som har reservert seg til akkurat denne modellen (Elio Motors 2016).



Figur 5.7: Elio, vist foran og bak (Elio Motors 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km/l]	Drivstoff	Pris
4 – 2,7 – 1,4	160	197,4	Bensin	\$ 6 800 ≈ 56 000

Før Elio Motor begynte å tenke på designet av bilen hadde de fire fokusområder som først skulle være på plass; bra MPG (miles per gallon), kompromissløs sikkerhet, full amerikansk produksjon og lav pris. Tanken bak konseptet var at de ville utvikle en morsomt og billig personlig transportmulighet som både var rimelig, trygg og miljøvennlig. Selv om det er en bensindrevet bil kan den kjøre hele 84 MPG (ca. 197 km per liter). Den er mer miljøbevisst enn andre alternative bilmodeller (Elio Motors 2016). Firmaet har utsatt produksjonen gjentatte ganger de siste årene, og siste pressemelding sier at produksjon skal være klar i løpet av 2016 (Mack 2015).

Polaris Slingshot

Denne modellen har tre hjul og to passasjer seter, og utviklerne forteller at den er bygd kun for et formål: «*pure driving freedom*» (Slingshot 2016). Sikkerheten er ikke nok utviklet for denne modellen til at den kan klassifiseres som en bil, den mangler både airbag og aircondition, i tillegg er det en betydelig blindsoner bak på venstre side av kjøretøyet. Derfor klassifiseres denne modellen som en motorsykkel, noe som gjør at det stilles krav til både motorsykkelførerbevis og bruk av hjelm for både fører og passasjer.



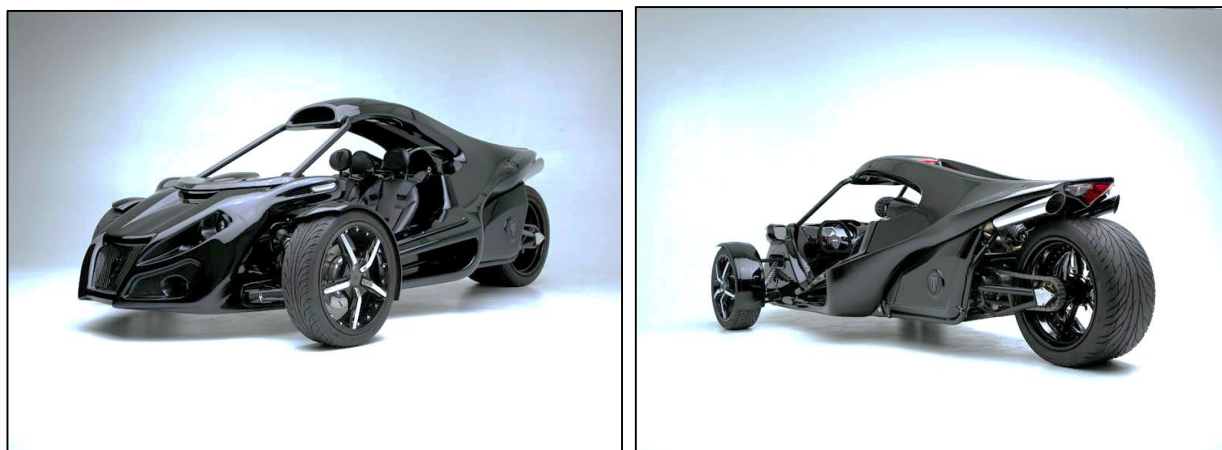
Figur 5.6: Polaris Slingshot, vist foran og som kit (Slingshot 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
3,8 – 1,97 – 1,3	173	-	Bensin	25 499 USD ≈ 209 350 NOK

Dette er en kit versjon, slik at prisen ikke inkluderer kostnaden ved å sette den sammen. Det er allerede fullt mulig å bestille prøvetur via hjemmesiden, for å kunne kjenne om den virkelig får deg til å føle friheten ved kjøring (Slingshot 2016).

Venom SS

Firmaet Customs Alley spesialiserte seg innen fiberglass konsepter og produserer og eier modellene VENOM SS, G-S og VTR «S». Akkurat som Polaris Slingshot er også Venom SS en kit-versjon. Dette gjør at prisen ikke inkluderer kostnader knyttet til sammenstilling. Det vanlig at de som selger kit også tilbyr montering for en betydelig høyere pris, selvfølgelig!



Figur 5.7: Venom SS, vist foran og bak (Customs Alley 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
4 – 2 – 1,2	241	-	Bensin	45 500 USD ≈ 373 555 NOK

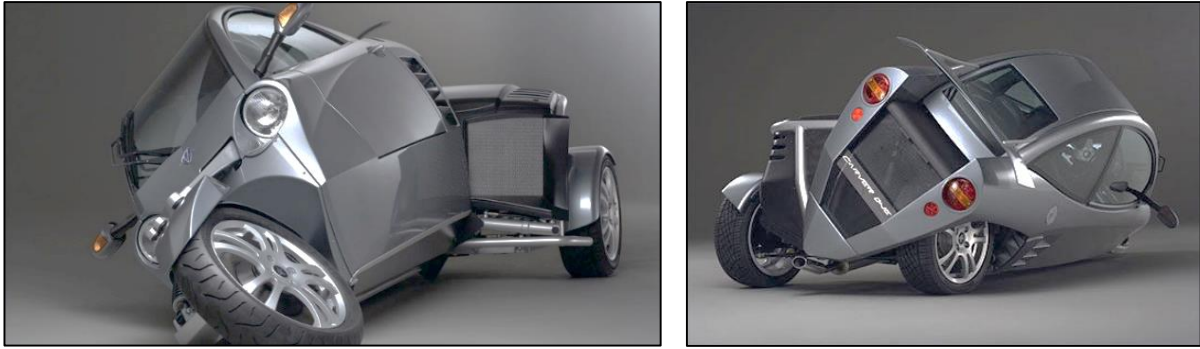
Det er helt klare forskjeller mellom disse to kit-modellene, og i forhold til stor prisforskjell vil det vært rart hvis ikke det var det. Den maksimale hastigheten for Venom SS er merkbart høyere enn de andre, men det som kanskje skiller den mest ut er det grunnleggende fokus på sikkerhet. Venom SS har betydelig større andel sikkerhetstiltak implementert under utviklingen. Dette inkluderer blant annet kræsjsone både på sideveggene samt fronten, i tillegg til implementert roll-cage og beskyttelsesbjelke foran (Customs Alley 2016).

5.1.2 Konkurrerende konsepter knyttet til *Dolphin Family*

Akkurat som for Dolphin Duo finnes det også en rekke konkurrenter knyttet til *Dolphin Family* konseptet. Det er derfor også her blitt plukket ut de konkurrentene som blir sett på som mest relevant.

The Carver

Historien om opprinnelsen til *The Carver* går helt tilbake til 1990 hvor en gruppe talentfulle ingeniører ville utvikle et kjøretøy som dekket det egentlige transportbehovet (de gikk ut ifra at 90% av tiden benyttes bilen kun av en person). De ville utvikle et kjøretøy som var trygt å kjøre, men enmanns-basert. I 1994 ble konseptet DVC (Dynamic Vehicle Control) utviklet, og teknologien rundt dette fulgte etter, da under navnet Brink Dynamics. I 2006 fortsatte aktivitetene til Brink Dynamics under navnet Carver Engineering (Carver Technology 2016).



Figur 5.8: The Carver, vist foran og bak med implementert DVC tiltesystem (Carver Technology 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
-	190	-	Bensin	50 000 EUR ≈ 426 000 NOK

Teknologien de bruker kalt DVC er en unik automatisk balansemekanisme for tre- og fire-hjuls kjøretøy. Dette er et system som automatisk justerer tiltevinkelen til cockpiten i henhold til farten og akselerasjonen til kjøretøyet. Utviklingen gjorde at i 2002 ble kjøretøyet sertifisert for bruk på vei og den ble EU godkjent. Den høye prisen ga ikke det ønskede salget på Carver, noe som gjorde at de gikk konkurs og sluttet å produsere bilene. Teknologien bak lever likevel videre gjennom lisensiering og ble blant annet lisensiert av Persu Ventures i USA i 2010. Dette gav grunnlag for utviklingen av hybridbilen Venture One. Carver Engineering er også partner med PAL-V som står for den ene utviklede flyvebilen som det kommer mer om i kapittel 8.1.3 (Carver Technology 2016).

Persu Hybrid

Motivasjonen for Persu Mobility (tidligere Venture Vehicles) var å utvikle et mobilt og nyskapende kjøretøykonsept er den økende befolkningsveksten de neste 20 årene. De mener bilindustrien trenger innovative konsept som kan svare til en slik økning. Persu Hybrid er et tre hjuls kjøretøy som er registrert som en motorsykkel, men har sikkerheten og komforten til en bil (Persu 2016).



Figur 5.9: Persu Hybrid sett forfra (Persu 2016)

Venture e50	Venture Q100	Venture EV
Hybrid Drive	Hybrid Drive	All-Electric Drive
100+ mph - 50Kw	120 mph - 100Kw	75+ mph - 40Kw
0-60 in <6 seconds	0-60 in <5 seconds	0-60 in <8 seconds
350+ mile range	300+ mile range	120 mile range
3.6 meters	3.6 meters	3.6 meters
In-wheel Drive	In-wheel Drive	In-wheel Drive
Front 18" • Rear 15"	Front 19" • Rear 16"	Front 18" • Rear 15"
Electronic LSD	Electronic LSD	Electronic LSD

Figur 5.10: Oversikt over de tre modellene som finnes fra Persu sin trehjuls modell (Venture One Hybrid 2009)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
-	H: 160-241 E: 120	H: 482-563 E: 193	Hybrid (H) Helt Elektrisk (E)	H: 18 000 USD E: 23 000 USD H: ≈148 000 NOK E: ≈ 189 000 NOK

I 2008 skiftet bilen navn fra Venture One til Persu Hybrid og firmaet gikk fra Venture Vehicles til Persu Mobility. Persu lisensierte i 2010 teknologien bak Carver som gav dem tilgang til DVC teknologien, noe som gjør at bilen har mulighet for å tilte opp til 45 grader om nødvendig. Den finnes i tre ulike versjoner: to hybridmodeller og en full-elektrisk versjon (Persu 2016).

Persu Mobility samarbeider med flere ulike aktører, for å kunne ha større sjanse for å lykkes med konseptet. BMW DesignWorks USA har fått i oppgave å gjøre kjøretøyet klart for alminnelig bruk på vei, basert på Persu Mobility sitt design. Swift Engineering står for produksjon og komponentdesign. California Motors som designer, kalkulerer og bygger prototyper, og A123 Systems som utvikler neste generasjons litium-ion batterisystemer. Så mange dyktige aktører gir et godt utgangspunkt for at Persu Hybrid vil nå markedet (Persu 2016).

CLEVER (Compact Low Emission Vehicle for Urban Transport)

Det som er inspirerende å legge merke til ved utviklingen av denne modellen er at den er et utdanningsprosjekt, akkurat som *Dolphin*. Det er hele ni europeiske land som samarbeider om dette prosjektet, hvor utviklingen skjer på University of Bath's Centre for Power Transmission and Motion Control. Dette viser at man ikke skal undervurdere utviklingspotensialet til studenter, og heller ikke da ekskludere mulighetene for kommersialisering. Tanken bak dette konseptet er den økende mobiliteten, spesielt i byområder hvor både plass og energiforbruk vil bli et problem. I tillegg til eksos

og støyutslipp. Ønsket var å komme opp med et konsept som kan finne sin plass midt i mellom kollektivtransport og den tradisjonelle bilen. Dette vil gjøre at om det oppstår et behov for en ekstra bil i husholdningen, vil dette kunne være et alternativ (Hollmotz et al. 2002).



Figur 5.11: CLEAVER, vist foran og bak (Tuvie - Futuristic Technology 2016)

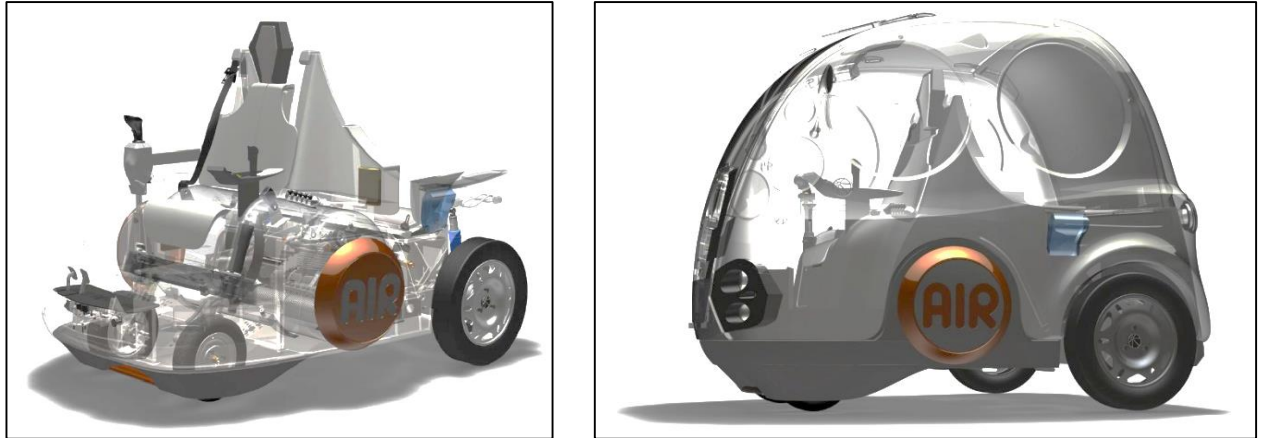
Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
3 – 1 – 1,4	100	200	Naturgass	10 000 USD ≈ 82 000 NOK

Det er flere aktører som jobber mot å nå de ulike ønskene og kravene. Blant annet: BMW, TAKATA-PETRI og University Berlin. Det var Berlin's Technical University som tok initiativet til prosjektet i 2002.

Gjennom utviklingen av konseptet klarte ingeniørene å utvikle en uvanlig løsning for den fremre styringen som kontrolleres av en H-formet svingarm. Dette gjør at det spares både plass og vekt, men det gjør også at det utvikles en trygg kobling som kan absorbere energi ved frontkollisjoner. Grunnet at hovedrammen er utformet som en overlevelsescelle og at det fremste hjulet tar til seg en deformasjonslengde på hele 35 cm, klarer den å absorbere den resterende energien som rammen ikke tar opp i en kollisjon, noe som gjør at CLEAVER møtte Euro NCAP kræsje-krav for små biler (Hollmotz et al. 2002).

AIRPod

Firmaet MDI mener de kan ha funnet løsningen både på problematikken med forurensning og mobilitet med denne modellen. De ønsker å kunne benytte teknologisk innovasjon til å svare på globale problemstillinger. Ulikt alle de tidligere nevnte konseptene, driftes denne på komprimert luft noe som gjør den betydelig mer miljøvennlig (MDI 2016).



Figur 5.12: AIRPod, vist på siden både med og uten eksteriør (MDI 2016)

Dimensjoner [m] (lengde – bredde – høyde)	Fart [km/t]	Distanserange [km]	Drivstoff	Pris
2,13 – 1,5 – 1,71	80	130	Komprimert luft	10 880 USD ≈ 89 000 NOK

Drivstoffet for denne bilen er estimert til å koste 1/3 av det det koster å benytte seg av en elektrisk bil. Denne bilen trenger heller ikke å bli kræsjetestet, og har derfor ikke blitt det. Dette fordi den maksimale hastigheten er såpass lav. Framtidsplanene for firmaet er at de ønsker å introdusere større og raskere modeller. Dere business strategi er å leie ut kjøretøyene først, for så å gi mulighet til å kjøpe dem etterpå. De tilbyr også instruksjon over telefon for kjøpere som handler på andre siden av landet (MDI 2016).

6 ELEMENTINTEGRASJON

I dette kapittelet vil det bli sett på relevante kravspesifikasjoner hentet fra Del A, ergonomiske krav som må stilles til cockpitutformingen og hvilke sikkerhetskonsept som blir sett på som mest aktuelt.

6.1 Kravspesifikasjoner hentet fra Del A

I Del A (Rummelhoff 2016) blir det utarbeidet et forslag til konsept og design utforming, og her er det hentet opplysninger vedrørende valgt passasjerløsning og hjulkonfigurasjon. For oversikt over hoveddimensjonene utviklet for eksteriør, se Vedlegg B.

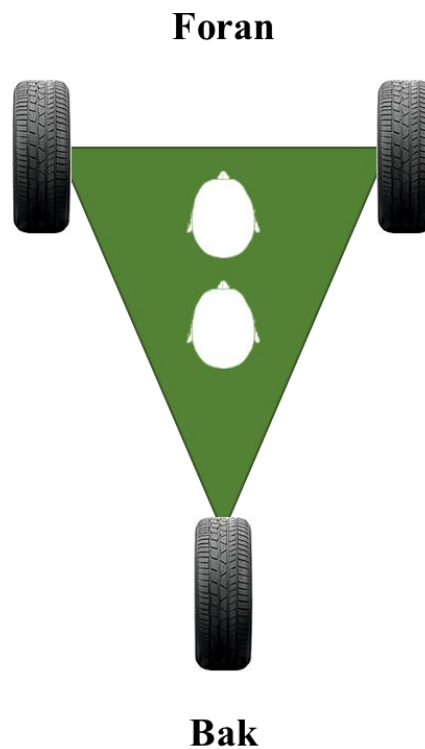
- **Passasjerløsning 1+1**

Antall passasjerer: 2 stykker

Bagasje: Når flyvebilen kun benyttes av en person kan det være en fordel at det bakre sete kan tiltes frem slik at det blir rom for mer bagasje. Eventuelt kan det utvikles en aerodynamisk takboks som kan festes på taket slik at det gir muligheter for ekstra bagasje. Selv om begge personene benytter bilen, vil det likevel være betraktelig bedre bagasjeplass enn en motorsykkel, da kundegruppen er motorsykkelentusiaster.

- **Hjulløsning**

Hjulkonfigurasjon: *Dolphin Sky*, slik den er designet til nå, har to hjul foran og ett hjul bak.



Figur 6.1: Valgt hjulkonfigurasjon for *Dolphin Sky*

6.2 Ergonomi og antropometri

Ergonomi er vitenskapen rundt mennesker og forholdet mennesker har til omgivelsene rundt seg. Innenfor utvikling av *Dolphin Sky* vil ergonomien være hvordan produktet skal designes for å kunne tilpasse seg den aktuelle kundegruppen for dette produktet. Kunnskap rundt antropologi, positur og repeterende bevegelse er derfor avgjørende innen produktutvikling, for å kunne forstå behovene til sluttbrukeren (Openshaw & Taylor 2006).

Antropometri kan oversettes som *mål av mennesket*, og er da altså vitenskapen bak målsetting av den menneskelige kroppen for å kunne avgjøre forskjeller blant individer og grupper (Panero & Zelnik 2014). De ulike målsettingene kan være basert på statisk- (mål når kroppen er i ro f.eks. sittehøyde), dynamisk- (mål når kroppen er i bevegelse, f.eks. når piloten prøver å nå noe som er i taket på cockpiten) og konturmål (mål av selve kroppen f.eks. midjemål og hodeomriss) (Yiu 2012). For utredning av førercockpit er det de statiske og dynamiske målene som er av størst interesse.

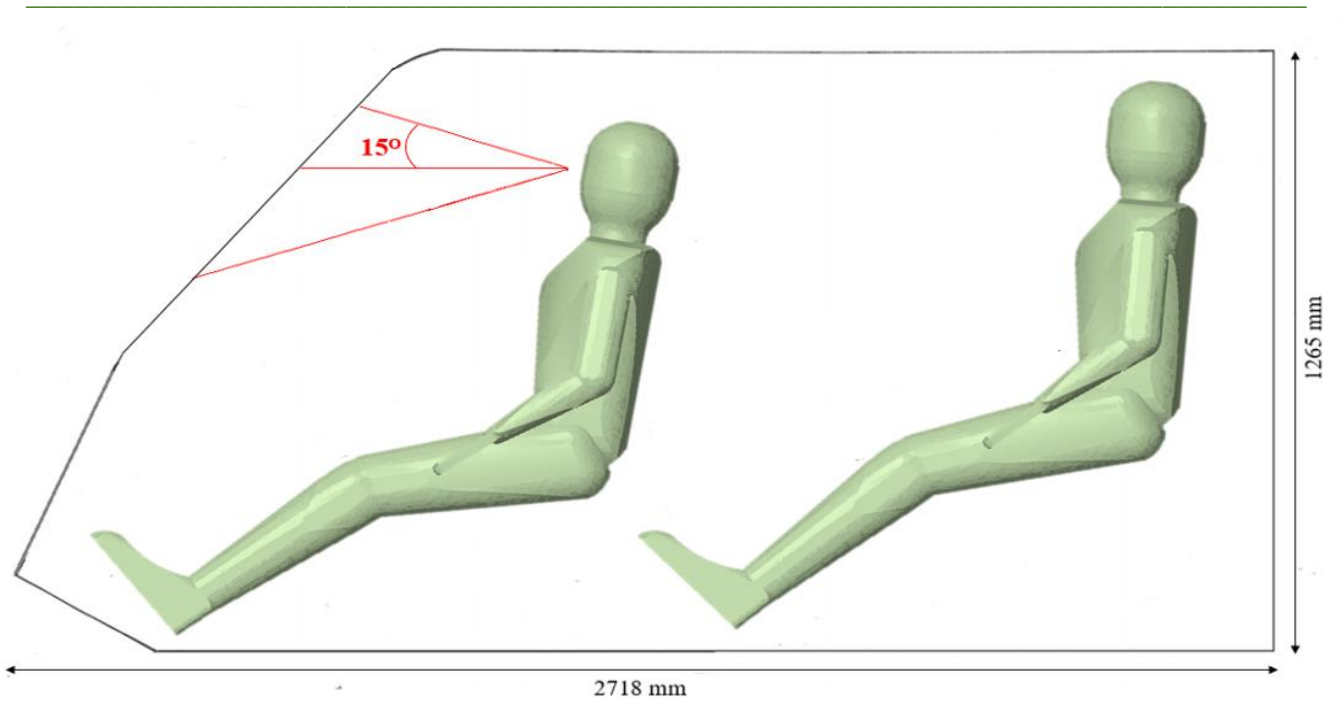
Ved utarbeidelse av det ergonomiske designet til et fartøy spiller antropometri inn som en avgjørende parameter. Ikke kun ved utarbeidelse av målkrav, men også i forhold til hvem som er den aktuelle bruker av fartøyet. For *Dolphin Sky* antas det som nevnt tidligere at den aktuelle kundegruppen er motorsykkelenusiaster, som i hovedsak er voksne menn. Det blir derfor ikke bli tatt hensyn til at det skal passe alle individuelle mennesker i verden, men det går heller etter en normalfordistribusjon hvor designet på fartøyet skal passe innenfor et området for 99 prosent av den mannlige delen av den amerikanske populasjonen. Den øverste og nederste prosenten blir ekskludert grunnet komplikasjoner ved produktdesign (Tilley & Henry Dreyfuss Associates 2002).

Tabell 6.1: Målkrav for høyde og vekt for 99 prosent av den mannlige delen av befolkningen i USA (Tilley & Henry Dreyfuss Associates 2002)

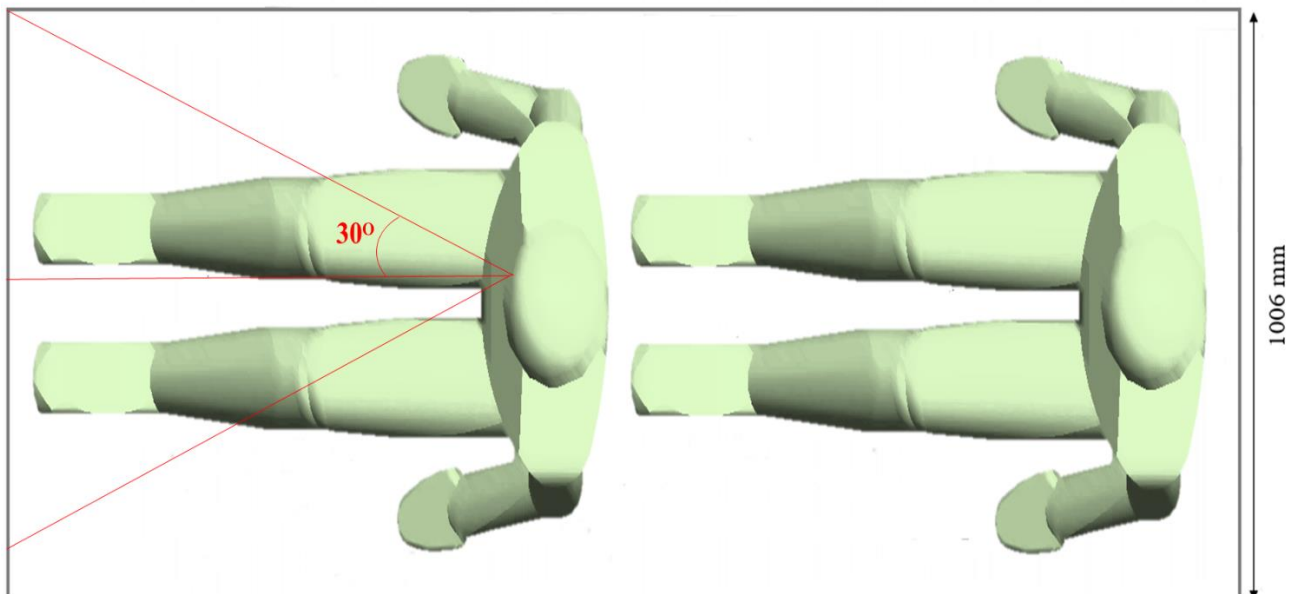
99 prosentil av menn (amerikanske)	Mål
Høyde	1920 mm
Vekt	111,2 kg

6.2.1 Cockpitutforming

Som nevnt tidligere vil det ved utforming av cockpiten til *Dolphin Sky* være viktig å ta utgangspunkt i de målkravene som tilfredsstillende det som er komfortabelt for fører og passasjer. Det er blitt tatt hensyn til at utgangspunktet skal være for en automobile, noe som fører til at setet til fører er noe tiltet bak og nedover. I tillegg er avstanden fra hodet og opp til taket estimert med tanke på ferdsel i et ujevnt og røft terreng.



Figur 6.2: Ergonomiske mål sett fra siden for minimum høyde og lengde for Dolphin Sky (Tilley & Henry Dreyfuss Associates 2002). Inkluderer også maksimale synsvinkelen i vertikal retning. Figurer hentet fra: (TraceParts 2016).



Figur 6.3: Ergonomiske mål sett ovenfra for minimum bredde for Dolphin Sky (Tilley & Henry Dreyfuss Associates 2002). Inkluderer også maksimale synsvinkel (vist kun for høyre øye) i horisontale retning, hvor 15 grader er anbefalt, men 30 grader er også akseptabelt. Figurer hentet fra: (TraceParts 2016).

6.3 Sikkerhetskonsept

Et konsept er summen av de positive egenskapene man ønsker at et nytt produkt skal ha, og som til slutt gir produktet dets semantiske karakter (Bøe 2014). Det er avgjørende å finne en løsning for hvordan et eventuelt sikkerhetskonsept for *Dolphin Sky* skal utformes. For å kunne systematisere ulike konsept for hvordan sikkerhetsutformingen for *Dolphin Sky* vil kunne gjennomføres, vil det i dette kapitlet bli utarbeidet en utvelgelsesprosess ved hjelp av Pugh's metode. Grunnet at det ikke allerede eksisterer et ferdig utviklet system for flyvende biler, vil Pugh's metode kunne være behjelpelig for å foreslå det beste alternativet, ut ifra de utgangskriteriene som blir satt. Det vil bli sett på de konsept som kan fungere når *Dolphin Sky* er i luften, da utvikling av sikkerhetssystem for slike allerede er godt utviklet.

6.3.1 Utvikling av utvalgsmatrise

Det er strenge krav for utarbeidelse av sikkerhet både for bil og fly. Utfordringene ligger i å finne en kombinert løsning som kan oppfylle kravene fra begge fartøy. Det vil i dette delkapitlet derfor bli presentert ulike kriterier som må bli satt, og tilhørende vektning i forhold til hvor avgjørende de ulike faktorene er. Det er dog kun tatt utgangspunkt i ulykker ved styrt, da utarbeidet system for sikkerhet for biler allerede er utviklet og kan benyttes for *Dolphin Sky* når den brukes på bakken. Skalaen for vektningen vil gå fra 1 til 5, hvor 5 er mest avgjørende og 1 er tilsvarende minst viktig.



Figur 6.4: Vektleggingsskala fordelt over 5 punkt, hvor 5 er særdeles viktig, mens 1 ikke er viktig

For å kunne sammenligne og avgjøre hvilke alternativer som vil være bedre enn andre er det satt opp ett utvalg av kriterier:


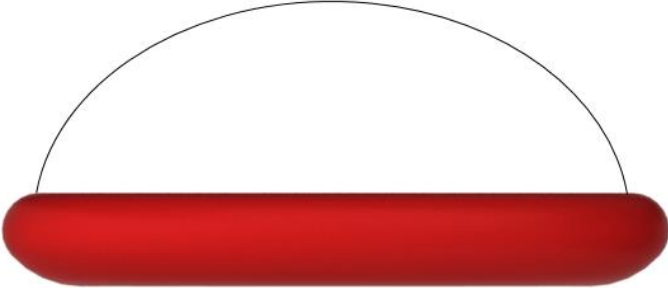
Tabell 6.2: Vurderingskriterier som vil bli drøftet for de ulike konseptløsningene, med tilhørende vektning.

Nr.	Kriteriet	Betydning	Vekt
1	<i>Kompleksitet</i>	Vanskelighetsgrad i utforming og ved produksjon	4
2	<i>Evne til å ta opp energi</i>	Konseptets evne til å ta opp store mengder energi	5
3	<i>Stabil bevegelsesretning</i>	Hvor stabil bevegelsesretninger er etter kræsjeøyeblikket	2
4	<i>Bevaring av konstruksjon</i>	Hvor mye av konstruksjonen som blir bevart etter kræsjet	2

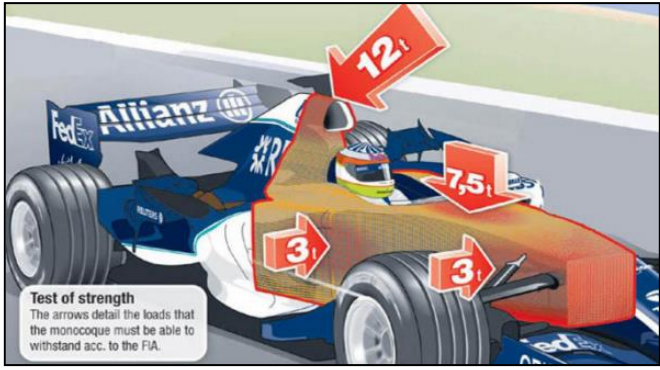
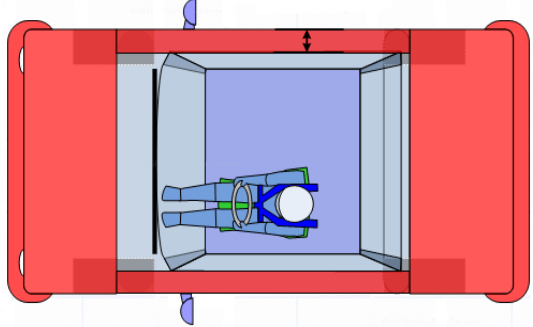
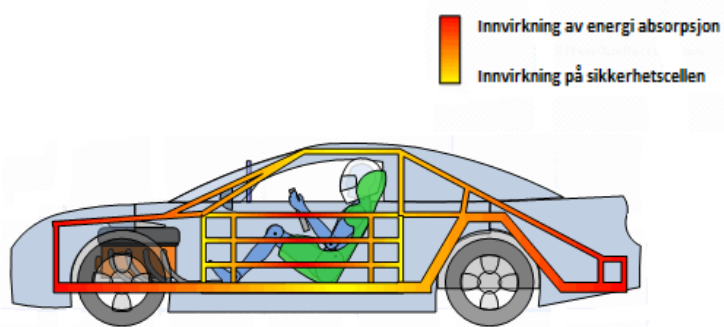
6.3.2 Konseptutredning

Ved konseptutforming er det tatt utgangspunkt i ulike sikkerhetsløsninger fra blant annet utforming av formel 1 biler og flyseter. Det er gode sjanser for at andre og bedre løsninger eksisterer, eller burde utvikles, men i forhold til denne rapporten er det tatt utgangspunkt i fire ulike konseptalternativer.

Tabell 6.3: Idèbeskrivelser for eksisterende løsninger

Nr.	Konsept	Beskrivelse
1	 <p data-bbox="277 1061 1102 1167"><i>Figur 6.5: Bildet som illustrerer hvordan det ser ut når en pilot utskytes fra cockpiten grunnet sete (ejection seat)(How Ejection Seats Work).</i></p>	<p data-bbox="1158 678 1378 712">Utskytningssete</p> <p data-bbox="1158 721 1453 837">Utskytning av fører og passasjer ved styrt. Fallskjerm-løsning.</p>
2	 <p data-bbox="277 1677 1062 1783"><i>Figur 6.6: Illustrasjon av tenkt løsning for airbag under hele konstruksjonen til Dolphin Sky. Det røde området illustrerer airbag i oppblåst tilstand.</i></p>	<p data-bbox="1158 1413 1257 1447">Airbag</p> <p data-bbox="1158 1456 1430 1527">Airbag-løsning under hele konstruksjonen.</p>

Tabell 6.3 fortsetter: Idèbeskrivelser for eksisterende løsninger

Nr.	Konsept	Beskrivelse
3	 <p>Figur 6.7: Illustrasjon av kreftene som monocoque'n må tåle i et kræsjeøyeblikk for en formel 1 bil (F1 Scarlet).</p>	<p>Monocoque Inspirasjon fra Formel 1 biler, hvor fremre del tar for seg største absorpsjon, og ulike deler faller lett av.</p>
4	 <p>Figur 6.8: Illustrasjon av en energiabsorberende struktur (vist i rødt). Den er utformet for å absorbere energi i kræsjeøyeblikket og beskytte passasjerene. Jo lengre strukturen er, jo lengre tid tar det for strukturen å knuses, altså er retardasjonstiden større (Vehicle Safety Basics, How-To & Design Tips).</p>  <p>Figur 6.9: Illustrasjon av roll cage (sikkerhetscelle) strukturert rundt cockpit. Rødt område indikerer innvirkningen av energi absorpsjon, mens det gule området indikerer innvirkning på selve sikkerhetscellen (Kinnersley & Roelen 2007).</p>	<p>Roll-cage Energiabsorberende ramme. Inspirasjon: rammen utviklet for dagens kjøretøy. Muligens ekstra roll cage på innsiden av cockpit.</p>

6.3.3 Evaluering og valg av konsept

Gjennom å kombinere vektning av hvert konsept mot vektig av kriteriene definert i Tabell 6.2 er det mulig å komme frem til det mest aktuelle konseptet for *Dolphin Sky*.

Tabell 6.4: Resultater fra konseptscoring

Kriterier	Vektlegging	Konsepter							
		Utskytningssete		Airbag		Monocoque		Roll-cage	
		Poeng	Poeng-sum	Poeng	Poeng-sum	Poeng	Poeng-sum	Poeng	Poeng-sum
Kompleksitet	4	5	20	3	12	4	16	3	12
Evne til å ta opp store mengder energi ved kræsje	5	-*	-	5	25	5	25	4	20
Forventet bevegelsesretning under kræsje	2	-**	-	4	8	2	4	2	4
Bevaring av konstruksjon	2	-***	-	3	6	2	4	2	4
	Total score		20		51		49		40
	Rangering		4		1		2		3

*

**

Ikke relevant da passasjerene likevel blir skutt ut av konstruksjonen

Resultatet av denne analysen viser at det er airbag under hele konstruksjonen som kommer ut som det beste alternativet. Det at fallhøyden kun vil være 10 meter gjør at det sannsynligvis vil være mer enn tilstrekkelig med en airbag under konstruksjonen og at det vil være tilstrekkelig for å absorbere energien som oppstår i et kræsjeøyeblikk. Dette vil gjøre at både fører og passasjer vil lande trygt og

unngå alvorlige skader i ulykkesøyeblikket. Det er likevel viktig å spesifisere at beregninger knyttet til hvert konsept ikke er utført, og at det derfor er antagelser som bestemmer hvilket alternativ som absorberer best energi.

6.4 Forebyggende beregninger og tiltak ved kræsje fra luften

For å kunne evaluere ulike sikkerhetstiltak som kan bli gjort under utviklingen av *Dolphin Sky* er det viktig å påpeke at det finnes støttelitteratur for denne typen fartøy. Det er tatt utgangspunkt i *Aircraft Crash Survival Design Guide*, som illustrerer hvordan U.S. Army går frem under utviklingen av sikkerhet rundt helikopter (US Army Aviation Systems Command 1990). Grunnen til valg av dette utgangspunktet er; at *Dolphin Sky* vil være utstyrt med fire propeller, og defineres i denne rapporten da som helikopter for scenarioer som forekommer i luften.

Strukturell motstand (Aircraft Crash Survival Design Guide Volume 3)

Når det gjelder strukturen av konstruksjonen, er målet å minimere energien fra kræsjet slik at passasjerene unngår alvorlige skader. Farer som brann, drukning, innesperring, nødutgang og redning er også faktorer som det må tas hensyn til. For det å ha et optimalt design når vi snakker om kræsjmotstand er dog ikke tatt betydelig hensyn til i denne rapporten. Tabell 6.5 illustrerer hvilke kriterier som burde bli vurdert under designfasen av strukturen.

Tabell 6.5: Oversikt over kræsjmotstand kriterier for designprosessen. Det er utelatt noen verdier fordi de er av mindre relevans for denne oppgaven. Tabellen er hentet fra: (US Army Aviation Systems Command 1990)

Kræsjmotstand kriterier for den foreløpige designprosessen			
Kræsje-scenarier	Grunnstrukturen	Energiabsorpsjon	Krav
<ul style="list-style-type: none"> • MIL – STD – 1290 definerer dominerende innvirkende betingelser • Enkelt-akse og kombinasjon av: <ul style="list-style-type: none"> - Vertikal innvirkning - Lengde innvirkning - Side innvirkning 	<ul style="list-style-type: none"> • Støtte fra tunge gjenstander • Støtte fra systemer • Passasjer støtte og beskyttelse • Lastinnhold • Nødutgang struktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Landingshjul • Kontrollert struktorkollaps • Kræsjmotstand energiabsorberende seter • Miste store deler: <ul style="list-style-type: none"> - Motor - Hale (Delene må ikke påvirke folksomme områder) <ul style="list-style-type: none"> • Kontrollert forflytning av: <ul style="list-style-type: none"> - Girkasse - Propellhode 	<ul style="list-style-type: none"> • Nødutgang: <ul style="list-style-type: none"> - Passasjer løses fra sete - Døråpning - Tilgjengelig og belyst utgang • Minimere ettervirkende brannfarer <ul style="list-style-type: none"> - Drivstoffbeholdere - Olje og hydraulisk væskebeholdere - Drivstoffendringer

Tabell 6.5 fortsetter: Oversikt over kræsjetstand kriterier for designprosessen. Det er utelatt noen verdier fordi de er av mindre relevans for denne oppgaven. Tabellen er hentet fra: (US Army Aviation Systems Command 1990)

Kræsjetstand kriterier for den foreløpige designprosessen			
Kræsjet-scenarioer	Grunnstrukturen	Energiabsorpsjon	Krav
		<ul style="list-style-type: none"> Påvirket overflate (mykt grunnlag osv.) 	<ul style="list-style-type: none"> Redusere materialer som er svært antenkelige

Energikomponenter i kræsjetøyeblikket

I selve kræsjetøyeblikket vil det være avgjørende å estimere hvor stor energimengde som må bli absorbert for å unngå skade på passasjerene. Det vil i dette delkapittelet derfor bli presentert oppsett og estimat for å komme frem til et godt utgangspunkt for videre arbeid. Formeloppsett for dette delkapittelet er hentet fra: (US Army Aviation Systems Command 1990).

Den totale energimengden til fartøyet akkurat i det øyeblikket den treffer bakken inkluderer:

$$T.E. = (K.E.)_T + (K.E.)_R + P.E. + S.E. \quad 3.1$$

Her er:

(K.E.)_T Translatorisk kinetisk energi

(K.E.)_R Rotasjons kinetisk energi

P.E. Potensiell energi

P.E. Pressenergi

Translatorisk kinetisk energi (K.E.)_T:

$$(K.E.)_T = \frac{1}{2} m v_G^2 \quad 3.2$$

hvor:

$$v_G^2 = (x_G^2 + y_G^2 + z_G^2) \quad 3.3$$

$$(K.E.)_T = \frac{m}{2} (x_G^2 + y_G^2 + z_G^2)$$

Her er:

v_G Resulterende farten til massesenter

x_G Lengdekomponenten til farten

y_G Sideveiskomponenten til farten

z_G Vertikalkomponenten til farten

Rotasjons kinetisk energi (K.E.)_R:

Rotasjons kinetisk energi innebærer energi assosiert med det totale flyfartøyet med elementer slik som motor og rotasjonssystemer. For *Dolphin Sky* vil dette innebære propellene som konseptet vil være utformet med. Gjennom et kræsje vil slike elementer kunne gjøre skade på strukturen.

$$(K.E.)_R = \frac{1}{2}I_\theta\theta^2 + \frac{1}{2}I_\varphi\varphi^2 + \frac{1}{2}I_\psi\psi^2 \quad 3.4$$

Her er:

θ Vinkelhastigheten til komponenter i x-z planet (Rot(y))

φ Vinkelhastigheten til komponenter i y-z planet (Rot(x))

ψ Vinkelhastigheten til komponenter i x-y planet (Rot(z))

I_θ , I_φ og I_ψ er henholdsvis annet arealmomentet til fartøyet i forhold til rotasjonsaksene og dens massesenter.

Potensiell energi (P.E.):

Den totale potensielle energien vil i kræsje sekvensen være den vertikale forflytningen, ΔZ , fra hver masse fra starten av kræsjet frem til full stopp.

$$P.E. = \sum (mg\Delta Z) \quad 3.5$$

De største massene vil da selvfølgelig bidra mye for energibalansen.

Pressenergi (S.E.):

Pressenergi kan forekomme fra innvendig last, men vanligvis er slik energi uvesentlig (US Army Aviation Systems Command 1990).

For denne oppgaven vil det ikke bli tatt hensyn til hvilken vinkel den vil lande i, da det er for tidlig å kunne estimere, det blir derfor kun sett på farten på 100 km/t som *Dolphin Sky* kan ha i luften. I tillegg vil det ikke bli beregnet rotasjonsenergi da propellene som skal benyttes utvikles høsten 2016 og vil først da kunne gi den nødvendige informasjonen. Oppsettet som er presentert i dette delkapittelet er et estimat som kan gi et mer nøyaktig grunnlag senere i utviklingsprosessen. For likevel å kunne ha et estimat å gå etter, har det blitt sett på et forenklet system av *Dolphin Sky*. Vil også nevne at den totale energimengden som må bli absorbert ved kræsje vil være større når det regnes med propellene, vinkelen ved landing og mer nøyaktig vekt for hele konstruksjonen.

Translatorisk kinetisk energi:

$$(K.E.)_T = \frac{1}{2}m_{total}v_G^2$$

$$(K.E.)_T = \frac{1}{2} \cdot 1023 \text{ kg} \cdot (27,78 \text{ m/s})^2$$

$$(K.E.)_T = 14\,209,47\text{ J}$$

Potensiell energi:

$$P.E. = \sum (mg\Delta Z)$$

$$P.E. = mgh$$

$$P.E. = 1023\text{ kg} \cdot 9,81\text{ m/s}^2 \cdot 10\text{ m}$$

$$P.E. = 100\,356,3\text{ J}$$

Total energimengde:

$$T.E. = (K.E.)_T + P.E.$$

$$T.E. = 14\,209,47\text{ J} + 100\,356,3\text{ J}$$

$$T.E. = 114\,565,77\text{ J} \approx 115\text{ kJ}$$

Den totale energimengden som airbagløsningen må kunne absorbere er ca. 115 kJ. Det er viktig å påpeke at det har blitt gjort betydelige forenklinger i beregningene, men at oppsettet som er presentert (og ikke benyttet) skal være tilstrekkelig for å kunne estimere, innenfor en god margin, hvor stor energimengde en eventuell sikkerhetsløsning må klare å absorbere. Det anbefales derfor på det sterkeste å benytte seg at dette oppsette ved et senere tidspunkt når alle parametere er bestemt, og dermed velge et sikkerhetskonsept som kan tåle denne påkjenningen. For denne oppgaven blir det antatt at airbagløsningen vil klare å absorbere denne mengden energi og dermed er et tilstrekkelig tiltak ved utforming av sikkerhetskonsept for *Dolphin Sky*.

Mulige sikkerhetstiltak

I tillegg til airbagløsningen som skal ta opp mesteparten av energien så er det i tillegg andre komponenter som også kan integreres for ytterligere å øke sikkerheten. Eksempler på dette kan være:

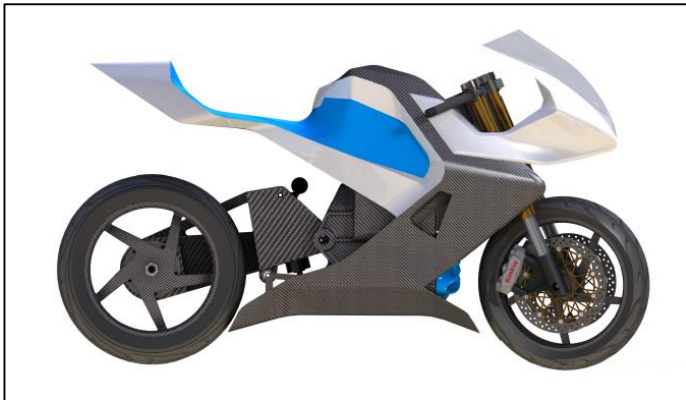
- Energiabsorberende hjuloppheng
- Strukturell deformasjon
- Avbrekking av høymassekomponenter
- Energiabsorberende seter

6.5 Erfaringer fra Roskva knyttet til materialtekniske og elektriske drivverksløsninger

Ved å benytte seg av erfaringer knyttet til tidligere prosjekter vil man kunne spare seg for mye arbeid. Det vil derfor i dette delkapittelet bli sett på hvilke komponenter, om noen, fra Roskva prosjektet som kan være aktuelt også for *Dolphin Sky*.

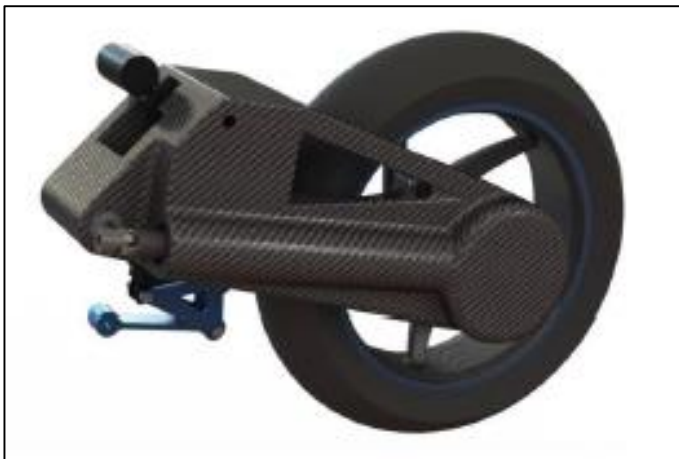
6.5.1 Oppgavefordeling av Roskva prosjektet

Roskva prosjektet bestod av fem gutter som studerte maskin- og produktutvikling ved NMBU. De visste tidlig at det var dette de ønsket å arbeide med under masteroppgaven, og visste at hvis de ønsket å komme helt frem til prototypebygging måtte de starte med flere forprosjekter. Dette gjorde at mye arbeid var allerede gjort gjennom ulike fordypningsfag før masterperioden startet.



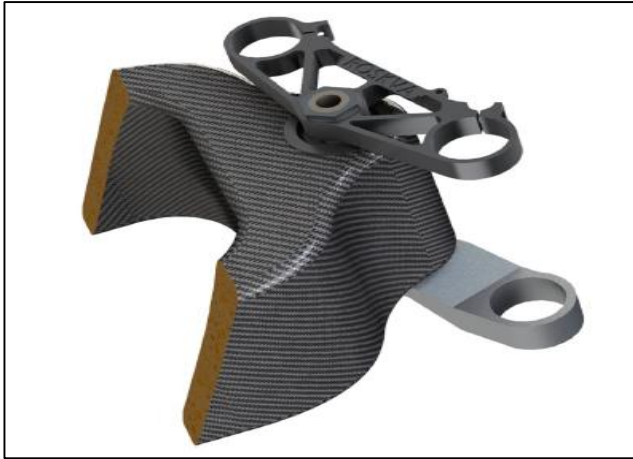
Totaldesign og CFD skrevet av Erik Olsvik

Figur 6.10: Totalt design utviklet av Erik Olsvik (Olsvik 2012)



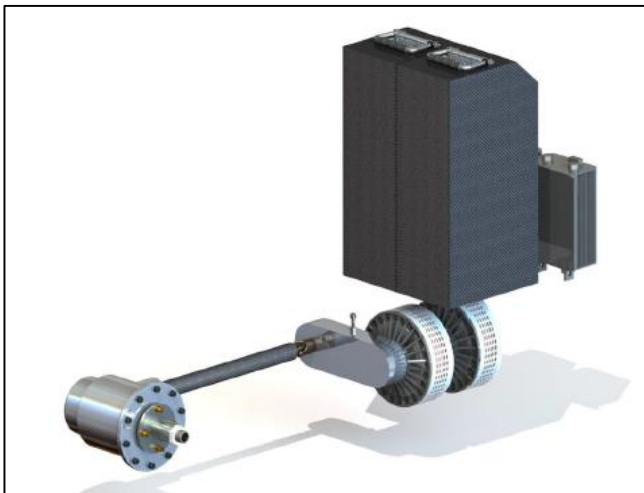
Utvikling av svingarm og dempesystem skrevet av Hans Ola Krog

Figur 6.11: Utvikling av svingarm og dempesystem av Hans Ola Krog (Krog 2012)



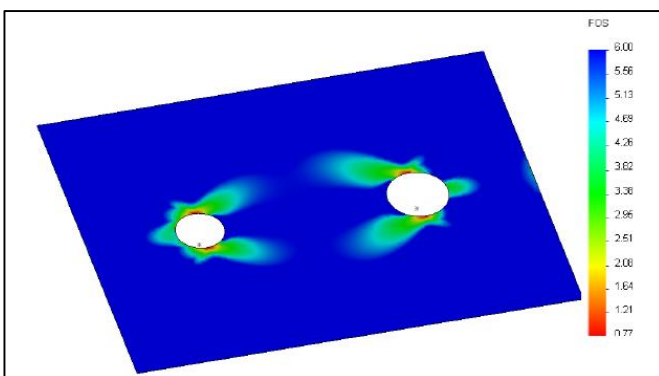
Utvikling av fremre del av motorsykelchassis skrevet av Odd Arne Skjong

Figur 6.12: Utvikling av fremre del av motorsykelchassis av Odd Arne Skjong (Skjong 2012)



Utvikling og optimering av drivlinje skrevet av Lars Norberg

Figur 6.13: Utvikling og optimering av drivlinjen av Lars Norberg (Norberg 2012)




Verifisering av material- og styrkeegenskaper skrevet av Espen Kultorp

Figur 6.14: Bilde av ene simuleringen Espen Kultorp gjorde i sin oppgave om verifisering av material- og styrkeegenskaper (Kultorp 2012)

6.5.2 Motor

Motoren til Roskva ble valgt ut på et tidlig tidspunkt i prosjektperioden til Roskva-guttene. Valget falt på en motor fra det britiske selskapet Lynch Motor Company. Motoren har betegnelse D135RAGS og kan levere 36 kilowatt i topp effekt. Toppeffektivitet på motoren ligger på rundt 91%, noe som er bra for akkurat denne prisklassen. For Roskva benytter de seg av to slike motorer som kobles i serie.

Tabell 6.4: Tabellinformasjon hentet fra masteroppgaven til Lars Nordberg utredet i 2012 (Norberg 2012)

<p>Navn: LEM200 - D135RAGS Toppeffekt: 36 Kilowatt Kontinuerlig effekt: 18 Kilowatt Topp strømtrekk: 400 A Kontinuerlig strømtrekk: 200 A Topp moment: 42 Nm Toppturtall: 4400 rpm Motorkonstant: 40 rpm/v</p>	
	<p>Figur 6.15: Motor hentet fra Lynch Motor Company: LEM200 - D135RAGS (Lynch Motors 2016)</p>

Informasjon vedrørende motoren er hentet fra Lynch Motor Company sin katalog (Lynch Motors 2016). For *Dolphin Sky* blir det i kapittel 7.1.7 i denne rapporten gjort et estimat for hva som er det nødvendige effektbehovet for drivhjulene. Dette blir beregnet til å være rundt 134,2 kW. Det er derfor to løsninger som blir vurdert som aktuelle. Det ene er å koble fire LEM200 motorer i serie, lignende metoden de brukte for Roskva. Alternativet vil være å supplere med en bensinmotor, da dette er en hybridbil og ikke fullt elektrisk slik som Roskva er.

Ved at motorene eventuelt kobles i serie vil toppturtallet være det samme. Ved en topphastighet er turtallet 4400 rpm. Ved å koble motoren direkte på drivhjulet uten noen form for giring vil topphastigheten til *Dolphin Sky* være:

$$Kjørehastighet = \frac{rpm \cdot \text{hjulomkrets}}{60 \text{ s}} \quad 3.6$$

$$Topp hastighet ved 1:1 = \frac{4400rpm \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,3m}{60s} = 138 \text{ m/s} = 460,8 \text{ km/t}$$

Ved at det for *Dolphin Sky* er ønskelig med en topphastighet på 100 km/t vil det anbefales å benytte seg av et bestemt utvekslingsforhold på:

$$Nødvendig giring = \frac{\text{Topp hastighet uten giring}}{\text{Ønsket topphastighet}} \quad 3.7$$

$$\text{Nødvendig girning} = \frac{460,8 \text{ km/t}}{100 \text{ km/t}} = 4,6 \approx 5$$

Ved å utforme drivlinjen slik at *Dolphin Sky* begrenses til en topphastighet på 100 km/t vil det være nødvendig med en nedgiring på ca. 5:1. Dette vil si at motoren beveger seg fem ganger raskere enn drivhjulet.

6.5.3 Batteri

Når det skal velges batteriløsning er det avgjørende å ha sikkerhet i fokus. Dette for å unngå eventuell eksplosjon og brannfare som batteripakninger kan forårsake. For Roskva prosjektet ble det sett på to ulike battericeller fra to produsenter. LIFEPo4 batterier som leverer store mengder batterier til kjøretøysindustrien. Headway er en kinesisk produsent av battericeller og en konkurrent til A123systems. De har en rekke forskjellige battericeller til forskjellig formål (Norberg 2012).

For å kunne estimere hvor stor batterikapasitet som er nødvendig må det avgjøres hvor langt *Dolphin Sky* skal kunne kjøre før den må lades igjen. Dette blir dog noe annerledes i forhold til Roskva, i og med at *Dolphin Sky* skal være en hybridbil og ikke fullt elektrisk slik som Roskva er. Det er en mer omfattende jobb enn å kunne si noe om valg av motor, og anbefales å gjøre eksakt og ordentlig i en senere masteroppgave som utvikler drivlinjen for *Dolphin Sky*. Ved maks effekt på 134,2 kW og hvis det antas at batteripakken skal vare i en time før den må lades opp igjen, vil strøm levert fra batteripakken med et utvekslingsforhold på 5 være:

$$P = 134,2 \text{ kW}, U = 110 \text{ V}$$

$$P = U \cdot I \quad \mathbf{3.8}$$

$$P = \frac{134\,200 \text{ W}}{5} = 28,7 \text{ kW}$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{28,7 \text{ kW}}{110 \text{ V}} = 261 \text{ A}$$

Her er U spenningen, P er fremdeles effekt, I er strøm og t er tiden. Motoren vil kreve en batteripakke som kan levere ca. 261 A per time ved maksimal hastighet. Sammenlignet med Tesla som leverer 230 Ah er det ganske stort i og med Tesla er en fullelektrisk bil (Howe 2014). Det anbefales derfor enten å bytte til en større motor, øke utvekslingsforholdet eller si at batteripakken skal benyttes mellom 0 km/t – 50 km/t før motoren slår inn, noe som igjen vil føre til en mindre spenning.

Ved at det kan stilles helt andre krav til sikkerhet for ett flyfartøy enn en bil, vil det ikke i denne rapporten gås noe dypere inn på valg av batteripakke. Det er nødvendig å kartlegge alle krav for sikkerhet som vil være relevant for et slikt fartøy, spesielt for å kunne forebygge fare for eksplosjon og brann. Det vil være mulig å kunne dra erfaringer fra utviklingsprosjektet Roskva. Det kan være ytterligere erfaringer som vil være relevante, men det krever mer informasjon og flere parametere vedrørende *Dolphin Sky* som ikke enda ikke har blitt utarbeidet.

7 MARKEDSRAMMER

For å kunne evaluere eksterne faktorer som kan påvirke utviklingen av *Dolphin Sky* vil det i dette kapitlet bli utført en tidlig PESTEL-analyse. Disse faktorene vil kunne lage en markedsramme og opplyse om restriksjoner som det ikke er mulig å komme utenom i en utviklingsprosess. Dette innebærer blant annet strenge rammer og strengt reglement for utvikling av kjøretøy.

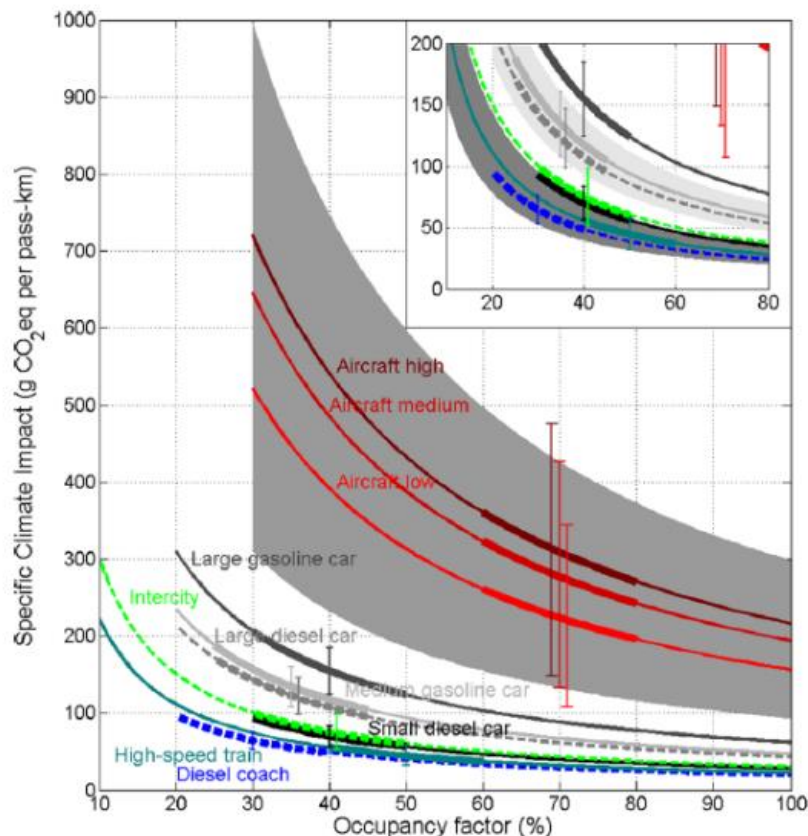
7.1 PESTEL

Som nevnt tidligere så må en bedrift som skal overleve i dagens samfunn være tilpasningsdyktig, da forandringer skjer raskere enn noen gang. For å få en langvarig plass i markedet, er det derfor viktig å ha oversikt over de viktigste faktorene som påvirker ens egen business plan, fra et makroperspektiv. Det er dette PESTEL analysen gjør. Den gir en oversikt over de mest avgjørende parameterne som påvirker fremtiden og utviklingen av *Dolphin Sky*. Analysen speiler seg inn på seks viktige områder, hvor hvert område kan ha flere viktige påvirkningsfaktorer. Disse områdene er politikk, økonomi, sosiale faktorer, teknologi, miljø og juridiske rammer. Denne analysen kartlegger også et felles utgangspunktet for alle som vurderer, eller som allerede har vurdert å drive med konseptutvikling av flyvende bil vil måtte forholde seg til. Spesielt i Norge hvor forskriftene og regelverket er hentet fra. I denne analysen kan man bli overveldet av mye informasjon, det er derfor tatt en avgjørelse vedrørende hvilke faktorer som er mest avgjørende, men gir rom for at andre faktorer også kan være like viktig. Det som likevel er felles for alle faktorene er at det er parametere som ikke kan styres, men som likevel påvirker business planen til de ulike aktørene.

7.1.1 Politikk (P)

En av de største motivasjonsfaktorene for å skulle utvikle *Dolphin*-prosjektene er tatt fra et miljøståsted. I en bil i Norge vil det på korte turer i gjennomsnitt sitte 1,5 person, mens på lange stiger dette til 1,9. Dette gir en gjennomsnittlig passasjerbruk på ca. 1,7. Transportøkonomisk Institutt påpekte at mens en bil med fem personer kan være bedre enn en buss, regnet per personkilometer, så vil en bil med bare sjåfør kunne gi like store utslipp per personkilometer som et nesten fullt fly, se Figur 7.1 (Fridstrøm & Alfsen 2014). Dette vil *Dolphin*-konseptene kunne svare for ved å være et fartøy som benytter seg av kun to seter. Dette er nok kapasitet for mesteparten av turene en husholdning tar, og vil dermed kunne være mer hensiktsmessig både i forhold til et miljøaspekt samt at det vil kunne være mer kostnadseffektivt i form av mindre bruk av drivstoff. Dette gjør at *Dolphin*-konseptene vil kunne være aktuelt for andre kundegrupper enn motorsykkelenusiaster, som er definert kundegruppe for denne oppgaven.

Et annet svært effektivt politisk tiltak som har vært av stor betydning er innføringen av engangsavgiften for personbiler. Dette tiltaket, samt fritakene som er innført for nullutslippsbiler, har allerede gitt svært gode resultater. Gjennom å videreføre dette tiltaket, i tillegg til enda større innstramming av denne politikken vil det kunne gi mulighet for å halvere CO₂-utslippet fra personbiler fra nivået i 2013 (Fridstrøm & Alfsen 2014).



Figur 7.1: Utslipp per personkilometer som funksjon av kapasitetsutnyttelsen for ulike transportmidler (Fridstrøm & Alfsen 2014).

I følge klimaforliket av 2008, er det ønskelig at utslippene fra samferdsel skal reduseres med 2,5 millioner tonn i 2020. Hvis Norge skal lykkes med å redusere utslippene fra personbiler med 85-90 prosent innen 2050, vil det likevel ikke være nok for at utslippene til sammen fra transport skal synke med 70 prosent fra 2010, slik som anbefalingene til FNs klimapanel sier (Fridstrøm & Alfsen 2014). Spørsmålet vil da være om det skal integreres enda strengere klimahensyn inn i transportpolitikken. Hvis dette er tilfellet vil det kunne ha stor påvirkning på å introduserte kjøretøy som prøver å nå en solid markedsposisjon. Ved å skulle gå over til lavutslippsbiler, slik som en hybridversjon ville gått inn for, brytes sammenhengen mellom klimagassutslipp og bilbruk. Dette vil kunne være avgjørende for å lykkes med klimapolitikken (Fridstrøm & Alfsen 2014).

7.1.2 Økonomi (E)

Finansdepartementet har forslått å fjerne årsavgiften på bil. I stedet vil de innføre avgift på trafikksikring (Fremstad 2016). Dette forslaget ble lagt frem i 2015 og bakgrunnen for ønsket er at bileieren skal slippe å få en stor faktura en gang i året. I tillegg vil det gjøre at det ikke bli opphopning av vraking av biler. Dette vil føre til at bileiere ikke betaler mer avgift enn nødvendig. Bileiere vil kun betale for tiden de faktisk har kjøretøyet, noe som vil spille positivt inn på privatøkonomien.

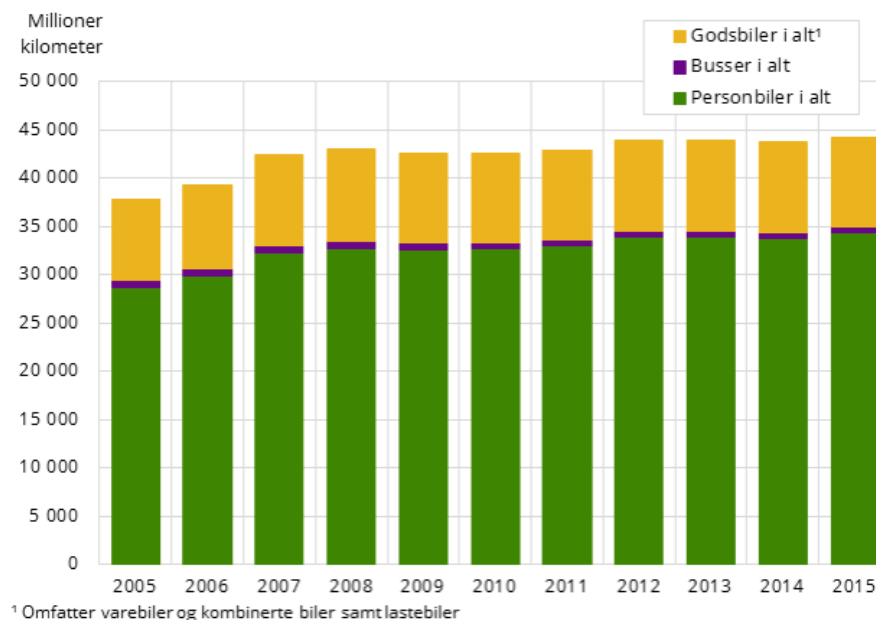
I Norge er det de ladbare hybridbilene som er mest populære (Svendsen 2016). De gir mulighet for å tilbakelegge større distanser før forbrenningsmotoren trer inn. Haakon J. Martinsen i Autolease

Norge mener at en ladbar hybrid vil kunne ha bedre pris etter fire år enn den samme modellen med tradisjonell, fossil drivlinje (Svendsen 2016). Det vil i sin tur gi positiv økonomisk innvirkning for eiere av hybridbil.

NAF påpeker at avgiftspolitikken i Norge er avgjørende for å få folk til å ta riktige valg, og mener at det er akkurat denne politikken sitt ansvar å skifte ut miljøskadelige og lite trafikksikre biler (Svendsen 2015). De er derfor svært fornøyd med at nye bestemmelser i budsjettet for 2016 gjør at det blir billigere med biler med lavere utslipp og høyere sikkerhetsutstyr. Likevel er ikke miljøorganisasjonen Zero fornøyd med bestemmelsene. De mener at det er avgjørende at det også blir vedtatt at det skal være dyrere med kjøretøy som benytter fossilt drivstoff, både å kjøpe kjøretøyet og for avgifter knyttet til drivstoff (Svendsen 2015). Regjeringen gikk i tillegg ut med en pressemelding i april 2015 hvor de klart spesifiserer at de ønsker å gjøre endringer med tanke på bompenger, for å spare bilbrukere for penger ved å effektivisere bompengesektoren og reduserer finanskostnadene (Solberg 2015).

7.1.3 Sosialt (S)

Innenfor sosiale makrofaktorer som spiller inn på utvikling av kjøretøy følger blant annet preferanser og trender i markedet. I Norge er det blitt en økende trend å satse på hybridbiler, noe tallene fra Opplysningsrådet for Vegtrafikk (OFV) viser klare indikasjoner på. Det ble registrert hele 3396 nye personbiler med hybriddrift i mars 2016. Dette er 1993 flere (altså en økning på hele 142,1%) enn fra mars 2015 (OFV 2016). I tillegg står hybriddrift for 24,5 % av markedsandelen i år, i forhold til 9,9% på samme tidspunkt i fjor (OFV 2016). Dette gir et klart bilde av viktigheten ved å utvikle et nytt kjøretøy med hybriddrift som vil kunne svare på markedets økede interesse. Det er også en tydelig økning i antall passasjerer for kollektivtransport (Statistisk sentralbyrå 2015), noe som kan tyde på at bilbruken har vært minkende. Derimot er imidlertid det motsatte av hva som er tilfellet.

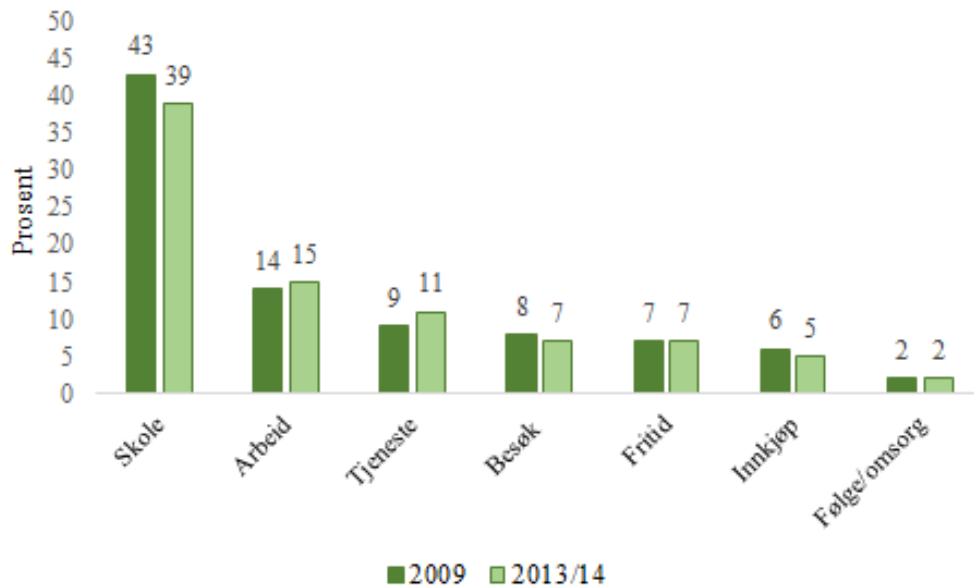


Figur 7.2: Kjørelengder, etter hovedkjøretype (Statistisk sentralbyrå 2016b).

I Norge er det en klar økning i bruk av bil, hvor kjørelengden tilbakelagt av personbiler har økt med 5,2% fra 2010 til 2015, som vist i Figur 7.2. Dette er et lovende utgangspunkt for utvikling av kjøretøy, og da spesielt hybridversjoner. Hele 85 prosent av nordmenn som bestilte personbil fra Toyota i februar valgte nettopp en hybridbil (Skogstad 2016). I tillegg kan den økende trenden i bruk av kollektivtransport tyde på en økende trend i å prioritere mer miljøvennlige alternativer, noe som igjen kan være virke positivt for utvikling av et hybrid fartøy.

7.1.4 Teknologi (T)

I den digitaliserte hverdagen vi lever i i dag er man ikke lengre avhengig av å være på kontoret for å få utført et arbeid. Dette fører til at hjemmekontor blir en voksende norsk trend (Sagmoen & Lorch-Falch 2015), noe som igjen vil kunne påvirke behovet for bil. Det til tross har det vært en jevn økning i kollektivandelen for arbeidsreiser, som vist i Figur 7.3. Dette kan tyde på at selv om det er en økning i å bruk av hjemmekontor, er det likevel en større grad av arbeidstakere som benytter seg av kollektivtransport fremfor bil.



Figur 7.3: Andel reiser med kollektivtransport ved ulike reisemål (Transportøkonomisk institutt 2014a).

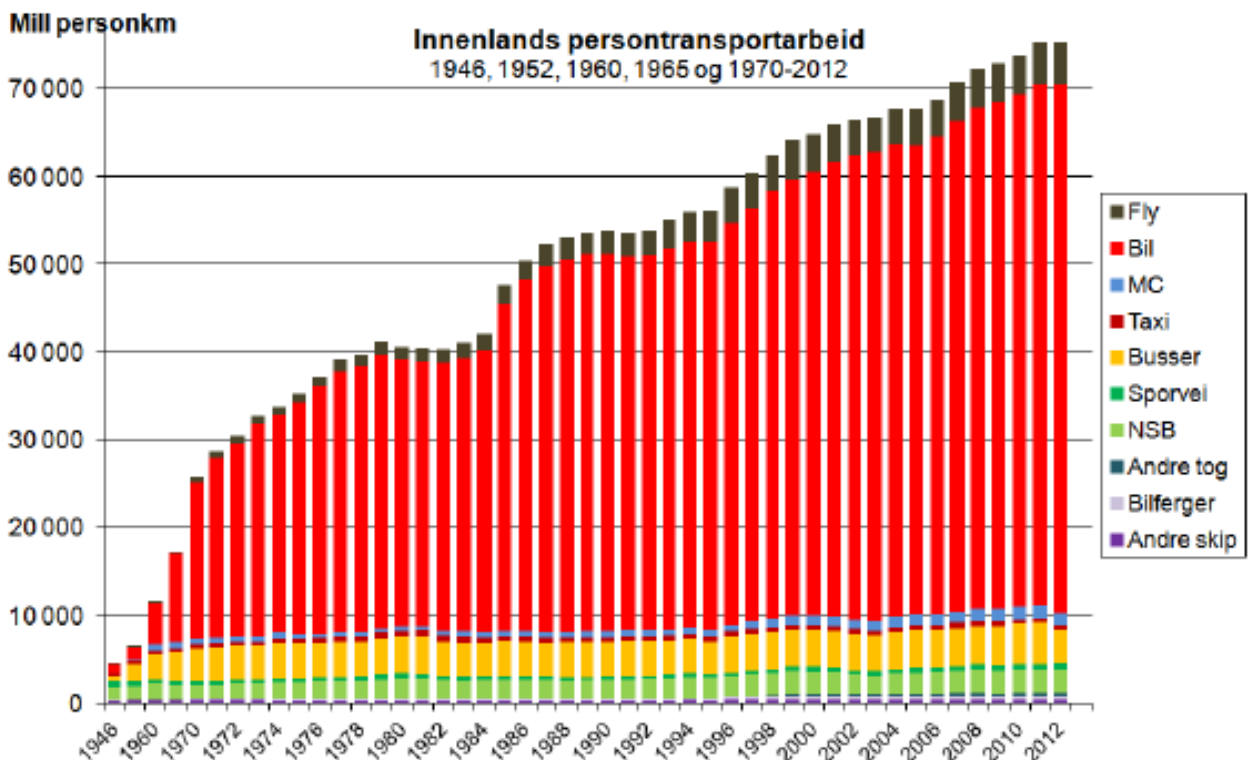
Dette svarer til undersøkelser om at overvekten av arbeidstakere foretrekker å benytte seg av kontor fremfor å arbeide hjemme (Fjeldheim 2014). Dette for blant annet ha et klart skille mellom hjem og kontor, samtidig som det er viktig å ha et godt forhold til kollegaer på arbeidsplassen.

7.1.5 Miljø (E)

Forskere er svært sikre på at menneskeskapt utslipp står for om lag halvparten av den globale oppvarmingen de siste 60 årene (Transportøkonomisk institutt 2014b). Person- og godstransport står for om lag en tredjedel av Norges utslipp av klimagasser. Ca. 60 prosent av denne andelen står

persontransporten for, mens de resterende 40 prosentene gjelder godstransport. (Fridstrøm & Alfsen 2014).

Reisevirksomheten i Norge har blitt seksdoblet siden 1960. Bilbruken har blitt mer enn tolvdoblet, se Figur 7.4 for illustrasjon over fordelingen. Bilreiser står for om lag 80% av personreiser til nordmenn.



Figur 7.4: Årlig utreiste personkilometer innenlands med motoriserte reisemidler (Fridstrøm & Alfsen 2014).

Som nevnt tidligere så har fritak for nullutslippsbiler og endringene vedrørende engangsavgiften ført til reduksjon i utslippene fra nye biler med 40 prosent siden 2006 (Transportøkonomisk institutt 2014b). Med ytterligere miljøtiltak vil dette samlede utslippet fra personbiler antas å gå nedover. Ladbare hybridbiler har en relativ lav avgift, da de har lav effekt på forbrenningsmotoren og ikke er altfor tunge. Dette burde absolutt bli tatt i betraktning ved utvikling av et nytt hybrid fartøy, da det utelater ytterligere kostnader. Dette er kun relevant ved en eventuell kommersialisering.

7.1.6 Juridisk (L)

Ved utvikling av et helt nytt produkt som potensielt skal entre markedet, er det avgjørende å ha relevant lovdata og reglement for utvikling av fartøy i orden, for å kunne ha en ramme å forholde seg til under hele utviklingsprosessen. Det vil i dette delkapittelet derfor bli fremstilt et utvalg av lovdata og reglement som blir sett på som mest relevant på dette stadiet av utviklingsprosessen. Det er likevel sterkt anbefalt å undersøke de aktuelle forskriftene kontinuerlig i videre prosesstrinn for å være sikker på at eventuell produksjon senere ikke blir stoppet grunnet manglende informasjon i forhold til krav og regelverk.

Tidligere masterarbeid knyttet til Prosjekt Roskva

I tidligere Dolphin-prosjekt er det spesifisert at siden konseptet er utstyrt med tre hjul vil det i Norge klassifiseres som en motorsykkel. Dette åpner opp mulighetene for å kunne benytte arbeid knyttet til prosjektet Roskva, som var en elektrisk motorsykkel utviklet av fem studenter ved IMT for fire år siden. Spesielt informasjon knyttet til sikkerhet og regelverk vil bli tatt med i betraktning i dette kapittelet.

Etter gjennomgang av oppgavene var det kun oppgaven til Erik Olsvik som tok for seg reglement knyttet til utvikling av motorsykkelen. Om dette er fordi det ikke finnes mer reglement, eller om det er en faktor som de valgte å se bort fra i utviklingen av prototypen er uvisst. Regelverket knyttet til utforming av design for kjøretøyet er tatt inn i betraktning for totaldesignet av Roskva-sykkelen.

Tabell 7.1: Oversikt over lovdata som er benyttet under utviklingen av Roskva er hentet fra masteroppgaven til Erik Olsvik.

Kapittel	Omhandler	Grunddirektiv	Endringer
§10-3	Vekt og vektfordeling	93/93/EØF	2004/86/EF
§13-4	Dekk og hjul	97/24/EF	
§14-5	Karosseri og parkeringsstøtte	2009/78/EF	
§18-4	Sikkerhetsutstyr og sitteinnredninger	2009/79/EF	
§19-3	Betjening og indikatorer	2009/80/EF	
§27-4	Elektromagnetiske egenskaper	97/24/EF	
§28-2	Lysutstyr	2009/67/EF	
§29-2	Signalhorn	93/30/EØF	
§30-4	Speil	97/24/EF	
§31-4	Vindskjerm	97/24/EF	
§35-2	Hastighetsmåler (speedometer)	2000/7/EF	
§35-2	Bakre kjennemerker	2009/62/EF	

I utviklingen av Roskva har Erik Olsvik, som var ansvarlig for totaldesignet av sykkelen, utredet en oversikt over aktuell lovdata. Lovdataen han har listet opp vil også kunne være aktuell for *Dolphin Sky*, da det er mulig at fordi den kun har tre hjul så vil den klassifiseres som en motorsykkel, og det vil derfor stilles samme krav til den som for Roskva. Dette kapittelet vil prøve å få en oversikt over krav som vil være aktuelt i en tidligfase av utviklingen, både sett i forhold til krav for kjøretøy og krav for selvbygde fly.

Statistikk for ulykkestall for motorsykkel, bil og småfly

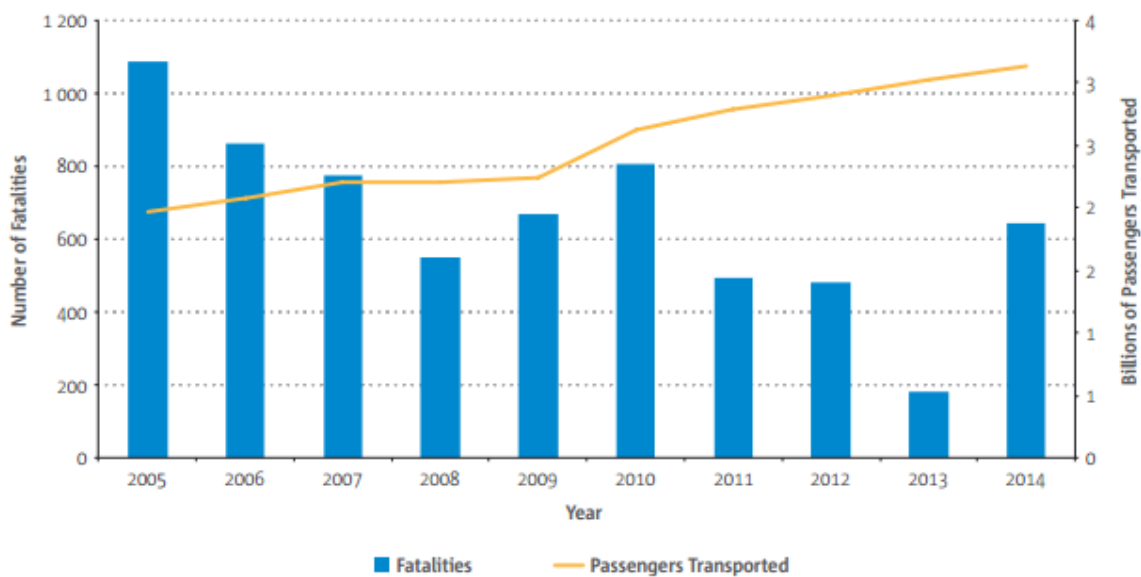
For å kunne fatte riktige beslutninger vedrørende valg av sikkerhet for *Dolphin Sky* er det viktig å avgjøre hva som har vært årsakene til de ulykkene som har hendt. Dette for å finne ut om det ofte er feil ved fartøyet som er grunnen til ulykkene, eller om det er utenforstående situasjoner som er årsaken. Hvis det er sistnevnte, vil det ikke være større implementeringsendringer som er nødvendig å få gjort ved utvikling av fartøyet, og det går an å ta utgangspunkt i sikkerhetstiltak gjort for utvikling

av andre flyfartøy (småfly, selvlagde fly og helikopter) og kjøretøy (motersykkel og bil). Hvis statistikkene viser at det er gjentatte feil vedrørende fartøyet som er grunnen til flere ulykker vil oversikten kunne estimere hvilke deler av strukturen som er spesielt utsatt.

Ifølge Flysikkerhetsforumet er en ulykke definert som store materielle skader eller personskader (Flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre 2016). Dette er da blitt brukt som utgangspunkt videre i rapporten, da spesielt i forhold til statistikken presenter i dette delkapittelet.

Ulykkestall knyttet til flyfartøy

Det som er viktig å huske ved flyulykker er at det skal svært få tilfeller til før det blir høyt antall skadede.



Figur 7.5: Oversikt over dødsfall involvert med passasjer og lasteoperasjoner på over 5700 kg (European Aviation Safety Agency 2015)

Dette viser blant annet tallene for 2014, hvor 517 av 648 dødsfall omhandlet tre ulike ulykker:

- 8.mars – Malaysian Airlines flight MH370. B777 er savnet, antas å ha kræsjet sør i Indiahavet (239 dødsfall).
- 24.juli – Air Algerie flyet 5017, operert av Swiftair. MD83 kræsjet under en nattflyvning under tordenforhold, med mye turbulens og is (116 dødsfall).
- 68.desember – Air flight 8501. A320 traff sjøen og ble ødelagt mens den var på vei fra Surabaya til Singapore (162 dødsfall).

Dette viser at det er svært få tilfeller av flyulykker, og at økning av sikkerheten fører til ytterligere reduksjon av flyulykker. Det er likevel interessant å se på bakgrunnen til de ulykkene som skjer for luftfartøy.

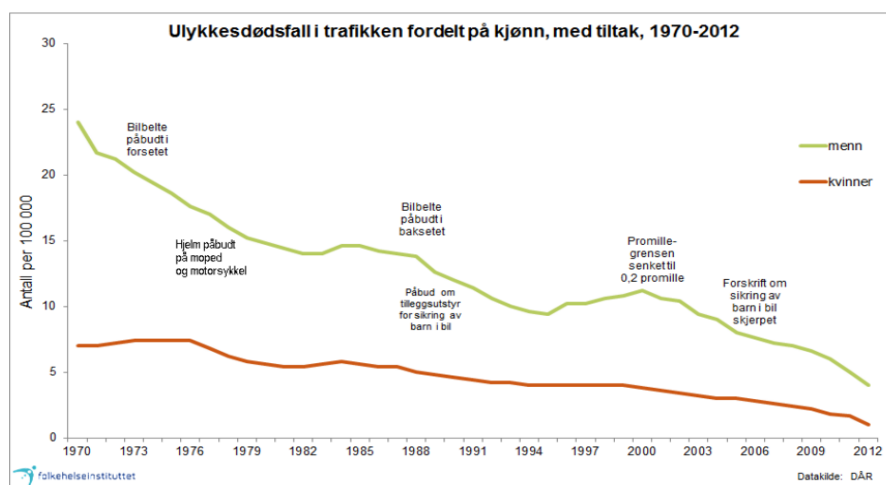
Tabell 7.2: Oversikt over de mest medvirkende årsakene til ulykker for flyfartøy (European Aviation Safety Agency 2015)

Flyfartøy	Årsaker
Fly	Miste kontroll over flyet
	Komponentfeil
	Kollisjon i luften
	Unormale rullebanesituasjoner
	Bakkekollisjon
Helikopter	Miste kontroll i luften
	System eller komponentfeil
	Kollisjon under letting eller landing
	Unormale rullebanesituasjoner
	Ukontrollert flyvning mot terreng
Generelt (Fly og Helikopter) <i>Høyst prioriterte saker for EASA i 2015</i>	Unormale rullebanesituasjoner
	Miste kontroll over flyfartøyet
	System eller komponentfeil

Ut ifra de spesifiserte årsakene er det «system eller komponentfeil» som er av størst interesse for sikkerhetsutformingen til *Dolphin Sky*. Det er disse som kan fortelle om det er klare endringer som burde gjøres ved dagens utforming av fly eller helikopter, eller om det er tilfeldige produksjonsfeil og enkeltepisoder som påvirker statistikken. Grunnet svært få ulykker, er det ingen klare indikasjoner på endringer som må gjøres for utarbeidelsen av *Dolphin Sky*.

Ulykkestall knyttet til kjøretøy

Ulykkestall kan i stor grad forbygges ved innføring av ulike sikkerhetstiltak. Som Figur 7.6 viser er det flere nye regelverk som kan gi indikasjon på at dette fører til reduksjon av ulykkesdødsfall. Dette er til sterkt motiverende for å innføre strengere lover og regler for personer og kjøretøy i trafikken, og som også selvfølgelig burde implementeres i tankegangen for utvikling av *Dolphin Sky*.



Figur 7.6: Antall dødsfall per 100 000 i trafikkulykker, fordelt på kjønn, med tiltak, 1970-2012 (Ohm et al. 2014).

I 2005 startet Statens vegvesen et arbeid med dybdeanalyser av dødsulykker. Dette for å se en større sammenheng i hva som egentlig er årsakene bak de enkelte tilfellene (Statens vegvesen 2015). Det ble derfor opprettet en ulykkesanalysegruppe (UAG) for hver region, som skulle arbeide rundt dette formålet. Denne gruppen presenterer hvert år en årsrapport over funnene som er gjort.

Tabell 7.3: Oversikt over antall dødsulykker i perioden 2005 – 2014 for faktorer knyttet til trafikant (Statens vegvesen 2015).

Medvirkende faktorer	Andel av alle dødsulykker										Gj. snitt
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
<i>Faktorer knyttet til trafikant:</i> Manglende førerdyktighet	48%	52%	57%	57%	55%	58%	45%	60%	46%	47%	53%
Høy fart etter forholdene/ godt over fartsgrensen	49%	49%	52%	51%	46%	41%	35%	28%	35%	23%	42%
Ruspåvirkning	23%	15%	21%	27%	23%	21%	20%	24%	16%	21%	21%
Tretthet/ avsovning	11%	14%	15%	14%	8%	14%	16%	19%	15%	16%	14%
Sykdom	9%	10%	11%	8%	8%	14%	14%	9%	17%	17%	11%
Mistanke om selvvalgt ulykke	4%	8%	4%	4%	7%	6%	9%	6%	4%	9%	6%
<i>Faktorer knyttet til veg og vegmiljø</i>	26%	28%	29%	29%	24%	28%	25%	29%	24%	21%	27%
<i>Faktorer knyttet til involverte kjøretøy</i>	14%	21%	18%	18%	27%	26%	32%	24%	29%	17%	22%
<i>Faktorer knyttet til vær- og føreforhold</i>	12%	18%	16%	17%	14%	17%	19%	15%	16%	10%	16%

Tabellen over illustrer de ulike medvirkende faktorene for en skyld i ulykkene. Akkurat som for oversikten over årsakene til flyulykker, er det faktorene som er knyttet til *involverte kjøretøy* som er av interesse for denne rapporten. Fra rapporten spesifiserer de at andelen ulykker forårsaket av faktorer knyttet til involverte kjøretøy er i 2014 klart lavere enn foregående år. Den faktoren som oftest går igjen er feil eller mangler ved dekk eller hjulustrustning. Tekniske feil ved kjøretøy er i mindre grad en direkte ulykkesårsak. Likevel kan slitasje eller uheldige tekniske løsninger være medvirkende til at ulykker inntreffer.

Fra analysen knyttet til ulykkestall fra 2014, gjort av ulykkesanalysegruppen, er altså den tekniske utformingen av kjøretøyet ikke en betydelig andel av faktorer knyttet til dødsulykker. Dette viser at sikkerhetsutformingene og regelverk knyttet til utvikling av kjøretøy er tilfredsstillende, og dermed er det ikke nødvendig å tenke på ytterligere løsninger for kjøreversjonen av *Dolphin Sky*.

Regelverk

For å kunne utvikle et nytt produkt som ikke allerede eksisterer på markedet er det som nevnt tidligere avgjørende å kartlegge hvilke rammer og regelverk som vil gjelde for denne type kjøretøy. Siden det ikke er utarbeidet lovverk for flyvende biler, grunnet mangel på eksistens, vil det bli sett på regelverk knyttet til kjøretøy og selvbygde fly. Dette er det som blir sett på som mest relevant for *Dolphin Sky*, og derfor utgangspunktet for å kunne definere en ramme som vil være aktuell.

Lovdata hentet fra kjøretøyforskriften (Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr) (Lovdata 2016f)

Lovutdrag 1: Hjul, dekk på bil

§ 13-3. Hjul, dekk på bil

2. På bil med tillatt totalvekt ikke over 3 500 kg skal alle dekk være av samme type (diagonaldekk, radialdekk, sommerdekk eller vinterdekk). Det kan likevel benyttes dekk av forskjellig fabrikant og mønsterutforming.

Det vil i beregninger i oppgaven bli tatt utgangspunkt i at bilen benytter diagonaldekk.

§ 13-1. Generelt om hjul, dekk

1. Definisjoner

1.1 *Diagonaldekk*: Dekk hvor cordlagene som strekker seg fra bead til bead i dekket er lagt slik at de danner vinkler betydelig mindre enn 90° med senterlinjen langs dekkets bane.

Lovutdrag 2: Typegodkjenning av kjøretøy

§ 4-2. Søknad om typegodkjenning

Søknad om typegodkjenning av kjøretøyer eller deler skal innsendes av produsenten til vegdirektoratet.

Ved bygging av prototype på et senere tidspunkt vil det måtte sendes godkjennelse til vegdirektoratet for å kunne få tillatelse til å klassifisere det som et kjøretøy.

Lovdata hentet fra forskrift om førerkort (Lovdata 2016b)**Lovutdrag 3: Kjøretøykategorier m.m.****§ 2-2.Kjøretøykategorier m.m.**

3. Trehjuls motorsykkel (*motor tricycle*): motorvogn med tre symmetrisk plasserte hjul, slagvolum over 50 cm³ og konstruktiv hastighet over 45 km/t.

Lovutdrag 4: Førerett i klasse A**§ 3-2.Førerett i klasse A**

2. Trehjuls motorsykkel med en effekt på over 15 kW

Lovutdrag 5: Førerett i klasse A2**§ 3-3.Førerett i klasse A2**

2. Trehjuls motorsykkel med en effekt på høyst 15 kW

Tidligere var det lov for sjåfører med førerkort klasse B å benytte seg av trehjuls motorsykkel. Det er nå blitt endret. Om det er nødvendig med førerkort klasse A eller A2 for å kunne benytte *Dolphin Sky* kommer an på den høyeste effekten som kjøretøyet vil ha.

For å kunne beregne effektbehovet bes det merke at det vil være betydelige forenklinger da det er på et svært tidlig stadiet, og mange parametere er ukjente.

Beregning av effektbehov ved drivhjulene(P_{total}) knyttet til *Dolphin Sky*:

$$P_{total} = (F_R + F_S + F_A + F_L) \cdot v \quad 3.9$$

Ved beregning av rullemotstand (F_R) er det fra Lovutdrag 1 antatt at bilen har diagonaldekk. Avlesning fra tabell gir rom for usikre resultater, i tillegg til at vekt for kjøretøy er et estimat som er blitt gjort. Fra Figur 7.6 leses f av til å være 0,0195 ved 100 km/t. Det er viktig å påpeke at det ved denne beregningen ikke skal bli antatt at det er et veldig nøyaktig estimat, derfor rundes f -verdien opp til 0,02.

$$F_R = f \cdot G$$

$$F_R = f \cdot (m_{total} \cdot g)$$

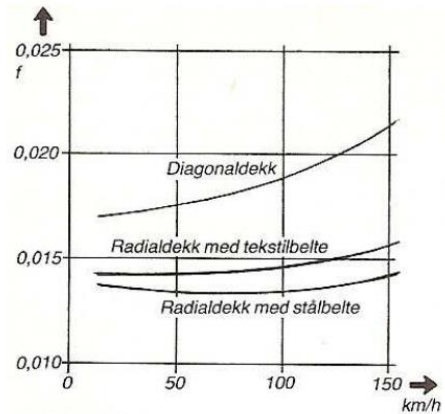
$$F_R = 0,02 \cdot (1023 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg})$$

$$F_R = 200,7 \text{ N}$$

Her er:

- G Tyngden på hjulet
- f Rullemotstandskoeffisient
- m_{total} Totale massen inkludert to personer
- g Tyngdeakselerasjonen

3.10



Figur 7.6: Rullemotstandskoeffisienten som funksjon av rullehastigheten for forskjellige dekktyper (Terjesen 2015).

For beregning av stigningsmotstanden (F_s) er det blitt tatt utgangspunkt i at bilen vil maksimalt bli benyttet ved en 10% stigning som utgjør 5 grader fra horisontallinjen.

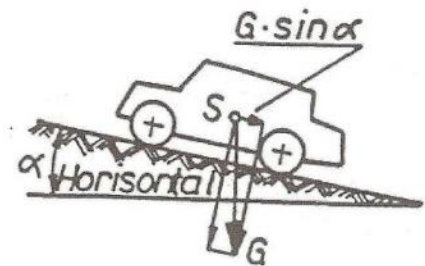
$$F_s = G \cdot \sin \alpha$$

$$F_s = m_{total} \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$F_s = 1023 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot \sin(5^\circ)$$

$$F_s = 874,7 \text{ N}$$

3.11



Figur 7.7: Illustrert tyngdens komponent ved kjøring i stigning (Terjesen 2015)

Her er:

- G Tyngden til kjøretøyet, inkludert passasjerer

Grunnet elektrisk motor og antatt plassering bak, vil treghetsmomentet ved utregning av akselerasjonsmotstanden ha såpass liten innvirkning (grunnet få roterende deler i drivverket) at det vil i beregningen bli sett bort ifra. *Dolphin Sky* skal kunne ha muligheten til å nå en fart på 100 km/t på bakken (27,78m/s) og det antas at den vil bruke 8 sekunder på å nå denne toppfarten.

$$F_A = m_{bil} \cdot a + \frac{M}{R} \tag{3.12}$$

hvor:

$$M = I_m \cdot \alpha \tag{3.13}$$

$$a = \frac{v}{t} \tag{3.14}$$

$$F_A = m_{bil} \cdot a + \frac{I_m \cdot \alpha}{R} = m_{bil} \cdot \frac{v}{t} + \frac{I_m \cdot \alpha}{R}$$

$$\alpha = \frac{a}{R} \quad 3.15$$

$$F_A = a \left(m + \frac{I_m}{R^2} \right) = a \cdot m_{ekv}$$

hvor:

$$m_{ekv} = m_{bil} + \frac{I_{hj\ddot{u}l} + I_{me} \cdot i_d^2 + I_M \cdot i_{total}^2}{R^2} \quad 3.16$$

F_A kan også skrives som:

$$F_A = k_m \cdot m_{bil} \cdot a \quad 3.17$$

hvor:

$$k_m \text{ er massetilleggsfaktoren, der } k_m = \frac{m_{ekv}}{m_{bil}} \quad 3.18$$

Massetilleggsfaktoren settes fra anbefaling av Geir Terjesen til å være 1,10. Dette tilsier ett tillegg på 10% som gjør opp for alle roterende masser i kjøretøyet som akselererer. Disse 10% vil altså være tilstrekkelig for å beregne akselerasjonsmotstanden, da den vil kunne inkludere massetregghetsmomentet til motor, svinghjul, kopling og inngående giraksel (altså de ekvivalente massetregghetsmomentene). Grunnet at det kun er ett hjul bak, og motoren er plassert bak vil det ikke være en differensial som gjør at det i denne beregningen er blitt sett bort ifra I_{me} , i_d og i_{total} .

Akselerasjonsmotstanden ved 100km/t blir da:

$$F_A = 1,1 \cdot 800kg \cdot \frac{27,78 \text{ m/s}}{8 \text{ s}}$$

$$F_A = 3055,8N$$

Her er:

m_{bil}	Massen til bilen, ekskludert passasjerer
a	Akselerasjon
M	Moment
R	Hjulradius (m)
I_m	Massetregghetsmomentet
α	Vinkelakselerasjonen
v	Maksimal hastighet
t	Tiden det tar å nå maksimal hastighet
$I_{hj\ddot{u}l}$	Massetregghetsmomentet til hjul, nav og tilhørende aksler
I_{me}	Massetregghetsmoment til delene mellom girkasse og differensial: mellomaksel, universalledd, utgående giraksel og pinjong
I_M	Massetregghetsmomentet til: motor, svinghjul, kopling og inngående giraksel
i_d	Utvekslingsforholdet til differensialen

i_{total} Det totale utvekslingsforholdet mellom motor og drivhjul
 m_{ekv} Den ekvivalent massen når roterende masser gjøres om til translatorisk bevegede masser

Ved beregning av luftmotstand er det tatt utgangspunkt i samme kompendium som de foregående beregningene (Terjesen 2015). Det tas utgangspunkt i at *Dolphin Sky* ligner mest på kjøretøyet fra Figur 7.9 som heter «offroad vehicle», og av den grunn settes luftmotstandskoeffisienten (C_w) til 0,50. Målene for beregning av arealet er tatt fra konstruksjonstegningene utformet i Del A, som ligger som vedlegg B i denne rapporten. For å kunne ta hensyn til at *Dolphin Sky* ikke har et firkantet tverrsnittsareal vil det multipliseres med en korreksjonsfaktor på 0,86 som blir sett på som rimelig ut ifra faglitteratur utformet av Geir Terjesen.

Formel for luftmotstand i motvind:

$$F_L = 0,5 \cdot C_w \cdot A \cdot \rho \cdot (v + v_0)^2 \quad 3.19$$

Antar at det er luftstille ($v_0=0$) og at temperaturen er rundt 0 grader. Dette gir:

$$v_0 = 0$$

$$\text{Luftens tetthet}(\rho) \text{ ved } 0 \text{ grader} = 1,293 \text{ kg/m}^3$$

Luftmotstanden blir beregnet ved farten som gjør at farten vil være 27,78m/s. Ytre målkrav er hentet fra Del A, som er lagt til i Vedlegg B, og er:

Bredde = 2014,518 mm

Høyde = 1548,26 mm

Tverrsnittsareal (A) korrigerert med korreksjonsfaktor:

$$A = (2,014518m \cdot 1,54826m) \cdot 0,86$$

$$A = 2,68m^2 \quad 3.20$$

Luftmotstanden blir da:









$$F_L = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,68m^2 \cdot 1,293 \text{ kg/m}^3 \cdot 27,78 \text{ m/s}^2$$

$$F_L = 668,6N$$

Grunnet forenklinger rundes denne verdien opp til 700N.

Det nødvendige effektbehovet ved drivhjulene estimeres dermed til å være:

$$P_{total} = (F_R + F_S + F_A + F_L) \cdot v$$

	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 7.8: Oversikt over noen karosserityper med tilhørende luftmotstandskoeffisient (Terjesen 2015)

$$P_{total} = (200,7N + 874,7 N + 3055,8N + 700N) \cdot 27,78 \text{ m/s}$$

$$P_{total} = 134211 \text{ W} \approx 134,2 \text{ kW}$$

Det nødvendige effektbehovet er langt over kravet for 15 kW for førerbevis klasse A, og det vil derfor være dette som vil være krav for førere som benytter *Dolphin Sky*.

Lovutdrag 6: Førerett ervervet etter denne forskrift før 19.januar 2013

§ 14-6.Førerett ervervet etter denne forskrift før 19. januar 2013

Førerett for klasse A1 ervervet før 19. januar 2013 gjelder også for klasse AM. Personer som har ervervet førerett for mellomtung motorsykkel før 19. januar 2013 har førerett i klasse A2 og får førerett i klasse A etter 2 års erfaring eller ved fylte 21 år.

Lovutdrag 7: Førerett ervervet etter denne forskrift før 19.januar 2013

§ 14-6.Førerett ervervet etter denne forskrift før 19. januar 2013

Førerett for klasse B1 eller B kode 73 ervervet før 19. januar 2013, gir også førerett i klasse AM og for trehjuls motorsykkel. Førerett for trehjuls motorsykkel påføres førerkortet med kode 79.03 tilknyttet klasse A.

Utdraget her viser at selv om det nå er innført krav om førerkort A for å benytte seg av trehjuls motorsykkel, vil det likevel være mulig for førere som har fått førerkort klasse B1 eller B før 19.januar 2013 å benytte seg av kjøretøyet. Dette er likevel noe som trolig vil bli endret ved et senere tidspunkt, da det er sjeldent at en slik forskjell forblir hvis det kommer gjeldende regelverk for denne typen førerkort. Lovene skal gjelde slik de står for alle, men det må likevel ta noe forbehold mot de som har skaffet seg kjøretøy før lovendring som skaper konflikt.

Lovdata hentet fra forskrift om krav til kjøretøy (Lovdata 2016c)

Lovutdrag 8: Definisjoner

§ 1-1.Definisjoner.

C) *Bil*: Motorvogn som hovedsakelig er innrettet for transport av personer eller gods, som har 4 eller flere hjul - eller 3 hjul og egenvekt 400 kg eller mer - og som har en konstruktiv hastighet på 30 km/t eller mer.

Under kategori **bil** finner man:

D) *Motorsykkel*: Motorvogn som hovedsakelig er innrettet for transport av personer eller gods

og som har to hjul på linje i kjøreretningen - eller som har 3 hjul og egenvekt mindre enn 400 kg - og har en konstruktiv hastighet på 30 km/t eller mer. Som motorsykkel regnes også tohjuls motorsykkel med sidevogn.

Under motorsykkel finner man:

- b) *Lett motorsykkel:* Motorsykkel som har motor med slagvolum over 50 cm³ og/eller ytelse over 1,84 kW ECE, og/eller som er konstruert for en hastighet over 50 km/t, men som har slagvolum ikke over 100 cm³, ytelse ikke over 5,15 kW ECE og som har en konstruktiv hastighet ikke over 80 km/t.
- c) *Tung motorsykkel:* Motorsykkel som har motor med slagvolum over 100 cm³, og/eller ytelse over 5,15 kW ECE og/eller har en konstruktiv hastighet over 80 km/t.

Ut i fra lovutdrag 6 vil *Dolphin Sky* klassifiseres som bil hvis den har en egenvekt over 400kg, mens den blir klassifisert som en motorsykkel hvis egenvekten er mindre enn 400kg. Likevel viser lovutdrag 1 at den vil klassifiseres som motorsykkel i forskriften om førerkort, og derfor sier lovutdrag 3 og 4 at det vil stilles krav om ekstra førerkort, og ikke kun klasse B: personbil. Definisjon for egenvekt er hentet ut fra samme lovdata; se Lovutdrag 8.

Lovutdrag 9: Definisjoner

§ 1-1. Definisjoner.

2. C) *Egenvekt:* Vekten av kjøretøyet i fullt driftsferdig stand med permanent montert utstyr, smøreolje, vann og fulle drivstofftanker samt eventuelt reservehjul, verktøy m.v.

For å kunne avgjøre om *Dolphin Sky* vil bli klassifisert som bil eller motorsykkel må det gjøres en antagelse for hvor stor egenvekt konstruksjonen til slutt vil ha:

Egenvekt = 800 kg

Det er viktig å se hvordan endringen av forskrift om krav til førerkort klasse A påvirker den utvalgte kundekretsen. Er bryderiet ved å eventuelt måtte ta et ekstra førerkort større enn sannsynlig økning i pris hvis flyvebilen heller klassifiseres som bil i stedet for motorsykkel? Er kundegruppen motorsyklister; vil ikke bryderiet forekomme da dem allerede innehar førerkort klasse A.

Lovdata hentet fra selvbyggerforskriften (Forskrift om selvbygde flyfartøy) (Lovdata 2016e)

Det at *Dolphin Sky* også skal kunne fly, gjør at det er avgjørende å ta hensyn til lovdata som omhandler selvbygde luftfartøy. Det vil derfor bli presentert utdrag som ses på som svært betydelig i tidligfasen av utviklingen, dog det er viktig at hele lovdataen gjennomgås grundig ved et senere tidspunkt i

produksjonen da det spesifiseres mer utdypende kravspesifikasjoner som vil gi endringer både for produkt og prosedyre.

Lovutdrag 10: Godkjenning av søknad om selvbygging av luftfartøy

§ 4. Godkjenning av søknad om selvbygging av luftfartøy

Søknad om godkjenning om selvbygging av luftfartøy sendes til Luftfartstilsynet.

For å kunne starte bygging av et luftfartøy må det sendes inn søknad som må innvilges av Luftfartstilsynet. Søknaden må inneholde den nødvendige informasjonen vedrørende byggeprosjektet samt informasjon om byggeleder og kontrollørens kvalifikasjoner. Blant annet må byggeleder abonnere på servicemeddelelser og luftdyktighetspåbud.

Lovutdrag 11: Særlige konstruksjons- og ytelseskrav

§ 7. Særlige konstruksjons- og ytelseskrav

For luftfartøy som er konstruert slik at strukturen ikke gir de ombordværende tilstrekkelig beskyttelse ved et eventuelt velt, skal det monteres en veltebøyle eller annen innretning med minimum styrkekrav (lengderetning og vertikalretning nedover) på 9 G.

Vet konstruksjon av *Dolphin Sky* skal det utformes tilstrekkelig beskyttelse for passasjerene hvis det skulle oppstå komplikasjoner. Hvis dette ikke er konstruert inn i strukturen (tilstrekkelig ramme som kan absorbere energien, air bags osv.) skal det monteres en veltebøyle på.

Lovutdrag 12: Motorkrav

§ 8. Motorkrav

Dersom ikke annet er spesifisert av luftfartøytypens konstruktør, fabrikant eller rettighetshaver skal motor og propell enten ha typesertifikat eller være godkjent av Luftfartstilsynet.

Motoren som utvikles til *Dolphin Sky* prosjektet skal godkjennes av Luftfartstilsynet før den bygges inn i konstruksjonen.

Lovutdrag 13: Klassifisering

§ 15. Klassifisering

Selvbygde luftfartøy klassifiseres i klassen Eksperiment.

Flyvebilen vil bli klassifisert som Eksperiment siden den er selvbygd (vil være det på et senere stadiet i prosessen).

Lovutdrag 14: Sveising

§ 22. Sveising

Sveising, slagloddning og lignende av flymateriell tillates bare utført av person som sveiser etter standard AWS D17.1.

Ved bygging av prototype på verkstedet er det krav om at sammensveising av flymateriell skal utføres i henhold til standard AWS D17.1.

Lovdata hentet fra forskrift om forebygging av anslag mot sikkerheten i luftfarten mv. (Lovdata 2016a)

Lovutdrag 14: Ansvarshavende for sikkerhet

§ 10. Ansvarshavende for sikkerhet

Alle virksomheter som skal gjennomføre de felles bestemmelser om sikkerhet i sivil luftfart, skal utpeke en ansvarshavende for sikkerhet.

Når det kommer til sikkerhet for et luftfartøy er det viktig å utpeke en ansvarshaver som vil stå ansvarlig for alt som har med bestemmelser av sikkerhet, og dermed eventuelle konsekvenser det medfører. Dette skal gjøres før eventuelle prøvekjøringer blir utført for prototypen.

7.1.7 Konklusjon fra PESTEL analysen

Politikk kan ha stor påvirkning på introduksjon og suksess av nye produkter. Grunnen til at Tesla fikk så stor suksess var Obama sitt fokus på miljø og pengestøtten miljøalternativer hadde muligheten til å få. Utvikling til rett tid er ofte bakgrunnen for mange suksesshistorier. Innføring av engangsvgift for personbiler og fritak for nullutslippsbiler er tiltak som vil ha stor påvirkning for suksess-sjansen til *Dolphin Sky*. Det er dog ikke enda innført fritak for hybrid-biler, men ved ytterligere innstramminger fra regjeringen vil dette forhåpentligvis bli innført om ikke lenge. I Norge er det de ladbare hybridbilene som er mest populære, og nye bestemmelser for budsjettet for 2016 viser at det skal bli billigere med biler som har mindre utslipp og høyere sikkerhetsutstyr. Det er en økende trend i Norge å satse på hybridbil, med en økning på hele 142,1% fra salget i mars 2015 frem til mars i år. I tillegg er det en økning av bilbruk, noe som også er positivt for framtidsutsiktene til *Dolphin Sky*.

Lovdataen presentert i dette kapittelet inkluderer ikke all nødvendig informasjon knyttet til utviklingen av *Dolphin Sky*, det er mer et utvalg av hva som blir sett på som mest relevant på dette tidspunktet, og som kan gi føringer for videre utvikling. Det er likevel presentert de mest relevante forskriftene, som burde bli gjennomgått ved et senere tidspunkt for å kunne være sikker på at alle parameterne er inkludert. Lovdataen hentet ut på dette tidspunktet inkluderer blant annet:

- Typegodkjenning av kjøretøy eller deler skal sendes inn til vegdirektoratet.
- *Dolphin Sky* vil klassifiseres som en trehjuls motorsykkel (tricycle) og det vil stilles krav til førerkort klasse A for å benytte seg av den.

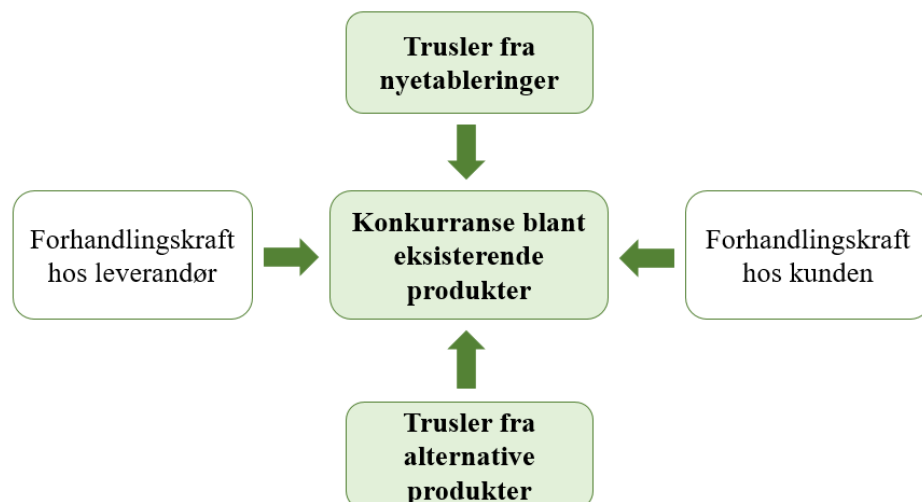
- I forhold til forskrift om krav til kjøretøy vil den bli klassifisert som bil, da den veier mer enn 400 kg. Det er altså forskjell på definisjon ut ifra hvilken forskrift man ser på.
- Ved at *Dolphin Sky* også vil falle innunder definisjonen som et selvbygd luftfartøy vil det stilles krav til at ved produksjon av prototype skal all sveising følge standard AWS D17.1.

8 MARKEDSPlassERING

Dolphin-prosjektet er et utdanningsprosjekt som har som formål å utvikle kunnskap og kreativitet hos studenter gjennom kontinuerlige masteroppgaver. Det er derfor viktig å spesifisere at Dolphin på ingen måte er markedsstyrt. Det er derfor ikke ønskelig å finne en måte *Dolphin Sky* skal konkurrere med andre konsepter, men det er interessant å finne ut hvordan produktet kunne blitt plassert i en eventuell markedsituasjon. Det er også spennende å kartlegge andre alternative konsepter for inspirasjon og motivasjon til videre arbeid. Utvikling av en flyvende bil er i vinden nå mer enn noen gang, og det er morsomt for ingeniører på masternivå og være med på utviklingen, selv om sluttproduktet ikke har intensjon om å nå markedet.

8.1 Porter's Five Forces analyse

Gjennom en *Five Forces*- analyse skal det være mulig å forstå strukturen på markedet og finne en plassering som gir større profitt og mindre sårbarhet ovenfor andre konkurrenter (Porter 2008).



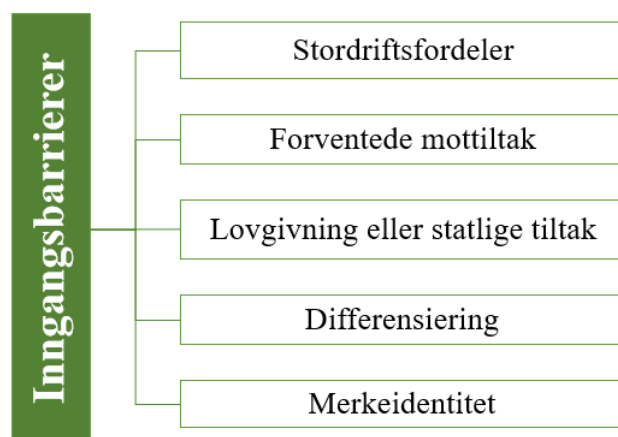
Figur 8.1: Illustrasjon av *Five-Forces* analysen med uthevet de som er inkludert i rapporten. I rapporten vil både forhandlingskraft hos kunden og hos leverandør bli ekskludert.

Siden denne rapporten skrives tidlig i utviklingsprosessen vil det ikke bli tatt hensyn til forhandlingskraften hos kunden eller leverandørene, da dette ikke blir et godt estimat for et produkt som ikke er ferdig utviklet. Det er dog anbefalt at denne analysen blir gjort igjen på et senere tidspunkt for å kunne forholde seg til alle de fem parameterne.

8.1.1 Trusler fra nyetableringer

Interessen for å utvikle et kjøretøy med tanke på miljø og forurensing er i vinden mer enn noen gang. Dette gjør at det er riktig å anta at nye modeller vil komme på markedet, og det vil bli stor konkurranse. Likevel kan man trygt å si at utvikling av flyvende biler sannsynligvis ikke blir det som produsenter vil ha størst fokus på i den nærmeste fremtiden. Dette produktet, som nevnt tidligere, er ingen ny tanke og det er vanskelig å forutsi hvem som faktisk blir de neste til å ta dette et skritt videre.

Det er grunnen til at det er viktig å holde seg opplyst på hva som faktisk er de aktuelle barrierene for nye produkter. Lave inngangsbarrierer setter helt egne krav til modernisering og diversifisering. Det vil i denne analysen fokuseres på fem viktige inngangsbarrierer, som illustrert på Figur 8.2.



Figur 8.2: Oversikt over utvalgte inngangsbarrierer. Dette inkluderer stordriftsfordeler, forventede mottiltak, lovgivning eller statlige tiltak, differensiering og merkeidentitet

Stordriftsfordeler (economies of scale): Når en aktør har nådd storskala produksjonsnivå, er det veldig kostbart for nye aktører å konkurrere, så lenge de ikke er på samme produksjonsvolum, dette gir jo høyere enhetskostnad. Spesielt gjelder dette for industrier som har høye investeringskrav, blant annet i bilindustrien. Det at planen til *Dolphin Sky* ikke innebærer masseproduksjon, gjør at de ikke vil kunne konkurrere i markedet med samme motivasjon, og dermed ikke ha like stor sjans for å lykkes. Hvis konkurrerende konsepter kommer fra større selskap vil de ikke bare ha større sjans for masseproduksjon, og dermed en lavere enhetskostnad, men de vil få mer kompetanse i form av ansatte som er med på utviklingen. Det å ha en høy erfaringskurve kan være avgjørende, da det vil gi en kostnadsfordel å vite hvordan ting kan bli gjort, mens nye aktører ikke vil ha denne fordel. Prøve- og-feil scenarioer vil kunne oppstå også høyere produksjonskostnader. Dette parameteret vil derfor ikke være relevant for målsettingen ved *Dolphin Sky*. Her vil det heller være et nisje-marked hvor kundene er villig til å kjøpe produktet fordi «de må bare ha en». De betaler gjerne ekstra, for å kunne ha et produkt som er eksklusivt.

Forventede mottiltak: Det å entre et marked vil kunne føre til at eksisterende aktører i det utvalgte markedet vil gjøre tiltak for å avverge. De kan for eksempel gjøre tiltak som fordyrer inntreden i markedet for nye aktører, noe som kan føre til en priskrig og eventuelle markedsføringskampanjer. Viten om at etablerte aktører kan gjøre slike mottiltak, kan være demotiverende nok til å ikke ville satse i det utvalgte markedet.

Lovgivning eller statlige tiltak: Ulike tiltak kan forekomme som gjør det vanskeligere å bryte gjennom i et marked. Dette kan være alt fra patentbeskyttelser og markedsreguleringer til infrastruktur. Markedsreguleringer kan være endring i sikkerhetsspesifikasjoner (eksempel kan være dagens krav om EU-godkjennelse av bilen hvert andre år) og miljøstandarder (som hvor mye utslipp det er akseptabelt at et kjøretøy produserer). Utforming av infrastruktur vil også kunne påvirke markedet for et nytt kjøretøy. Dette innebærer alt fra kontrollsystemer som regulerer trafikken, noe

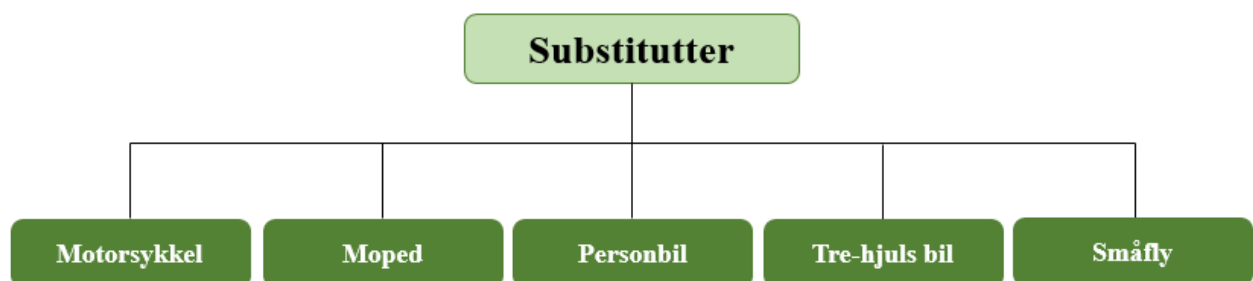
som vil være avgjørende for en flyvende bil som ferdes 10 meter over bakken, hvor det til dags dato ikke eksisterer et system for en slik løsning. Det er mange faktorer som må vurderes når et kjøretøy skal ferdes mellom boligområder. Å utvikle kjørebener som skjermer eksisterende kabler og ledninger i luften er en av faktorene som former infrastrukturen, og derfor også avgjørende for om et konsept som *Dolphin Sky* vil kunne nå et markedet i det hele tatt.

Differensiering: Det å utvikle et konsept som skiller seg ut fra de eksisterende aktørene i markedet gir lavere inngangsbarrierer da det øker kundelojaliteten. Faktorer som kan spille inn for *Dolphin Sky* vil være sikkerhetsutforminger, som ikke eksisterer hos eksisterende produkter, hvilken stil og utseendet produktet vil få og hva slags type motorsystem *Dolphin Sky* benytter. Det at den utformes med en hybridmotor gjør at den er tilpasningsdyktig for ulikt drivstoff. Dette vil være viktig da det utvikles drivstoff fra ulike materialer og det å fremstille et kjøretøy som kan tilpasses fremtidens drivstoffløsninger gjør at produktet er mer mottakelig for endring. Potensialet er større for å kunne etableres i markedet over lengre tid. Det at det ikke eksisterer flyvende biler i markedet enda gjør at *Dolphin Sky* i seg selv er et unikt konsept som skiller seg fra dagens tilbud av fartøy.

Merkeidentitet: Det at eksisterende aktører har et merke, som er kjent for kundegruppen skaper større kundelojalitet enn nye aktører med et ukjent navn. *Dolphin Sky* ville bli et nytt merke, men også et helt nytt produkt i forhold til det markedet som kanskje er mest relevant, altså nisje-markedet. Derfor ville eksisterende produkter som Harley Davidson, Crocker eller Ducati ikke bli en stor trussel, da dette er et helt annet produkt, men gjerne samme kundegruppe som kanskje ville vært aktuelt for *Dolphin Sky*, altså en kundegruppe som er ute etter et gadget: *noe de må bare ha*. Hvis det målet for *Dolphin Sky* er å entre et nisjemarked for motorsykel/gadget-entusiaster vil de eksisterende aktørene kunne bruke sitt renommé og allerede etablerte navn til å gjøre kunder tryggere ved å kjøpe fra etablerte aktører. Dette vil gjøre det vanskeligere for *Dolphin Sky* å finne sin plass i det aktuelle markedet.

8.1.2 Trusler fra alternative produkter

Trusler fra såkalte substitutter vil kunne gjøre at kundegruppen ikke kjøper produktet. Substitutter er produkter som har lignende fordeler som eget produkt, men av annen natur. For *Dolphin Sky* vil dette være produkter som er sjeldne og derfor aktuelle for gadget-samlere, som får brukeren fra A til B, enten i lufta eller på bakken. Det er flere alternativer for den kjørende versjonen, mens for flyveversjonen er det kun småfly som blir sett på som aktuell. Det vil bli sett på fem ulike substitutter for *Dolphin Sky* i denne rapporten, som illustrert i Figur 8.3.



Figur 8.3: Oversikt over de mest aktuelle substituttene for *Dolphin Sky*

Det som er viktig å spesifisere med substitutter er at dem ikke kommer fra samme marked som *Dolphin Sky* og av den grunn ikke kan defineres som konkurrenter (Johnson et al. 2015). Konkurrenter i denne rapporten vil bli sett på som eksisterende konsepter for flyvende biler, som tilbyr sjeldenheten ved konseptet, på samme måte som *Dolphin Sky*. Dette er grunnen til at substitutter her defineres som produkter som tilfredsstillende det å forflytte seg fra A til B, men da ikke med både kjørende og flyvende funksjoner i samme konsept.

Konkurrenter i denne rapporten vil bli sett på som eksisterende konsepter for flyvende biler, som tilbyr sjeldenheten ved konseptet, på samme måte som *Dolphin Sky*. Dette er grunnen til at substitutter her defineres som produkter som tilfredsstillende det å forflytte seg fra A til B, men da ikke med både kjørende og flyvende funksjoner i samme konsept.

Motorsykkkel: En motorsykkkel unngår kø og har lettere for å finne parkeringsplass; noe som er en av fordelene ved *Dolphin Sky*. Den har dog ikke noen beskyttelse ved dårlig vær, og noen utfordringer med bagasje og flere passasjerer. Det er mulig å feste på en sidevogn som et alternativ til å kunne frakte flere personer. Motorsykkkel blir sett på som et tilleggskjøretøy, det kreves både ekstra førerkort og årlig forsikring noe som gjør at det for mange blir en uaktuell kostnad. Dette er viktig for de andre *Dolphin*-konseptene, men for *Dolphin Sky* som kanskje sikter seg mer inn på et nisjemarked, så er ikke disse faktorene like avgjørende for kundegruppen. De vil uansett kjøpe produktet grunnet sjeldenheten og samleverdien, og dermed antas det at de ikke tenker like mye på de praktiske faktorene som kommer med de enkelte alternativene. For motorsykkkel-entusiaster vil nok en motorsykkkel være det «trygge» alternativet, i den forstand at dette er de vant til å handle når de først skal investere i en ny gadget. Disse utgjør likevel den mest aktuelle kundegruppen for et konsept som *Dolphin Sky*, da dette er mennesker som samler, og hvor maskineriet har større betydning enn prisen.

Moped: En moped vil få en person fra A til B. Likevel er det en god del negative sider ved den, sett i forhold til *Dolphin* og andre substitutter. Den har lav fart, noe som gjør at den ikke kan benyttes på motorveier og det tar lengre tid å komme seg frem. Det er heller ikke mulighet for mye bagasje, og ekstra passasjerplass er også vanskelig å få til. Det at det er såpass liten plass til bagasje gjør at en moped til og med er lite egnet til å dra på matbutikken. For en kundegruppe som er ute etter et gadget er det heller ikke et alternativ de ville vært på utkikk etter.

Personbil: Fra kjøretøyforskriften defineres en personbil som en bil for persontransport med høyst 8 sitteplasser i tillegg til førerstedet. Det finnes flere personbiler som kan være av interesse for en samler, men det vil være flere fordeler *Dolphin Sky* kan innfri som en personbil ikke kan. Dette er da spesielt i form av kø-problematikk, parkering og det at det er plass til flere passasjerer enn det som blir sett på som nødvendig, i de fleste tilfeller. Det er personbil som er mest vanlig å investere i når en skal investere i bil, den er likevel mer en konkurrent for de to andre *Dolphin*-konseptene, men for *Dolphin Sky* vil en annen kundegruppe være aktuell, og dermed vil ikke en personbil stille i samme klasse.

Trehjuls bil: Det er utviklet ulike trehjulskonsepter, som vil være store konkurrenter for de to tidligere *Dolphin*-konseptene. De er alle utviklet for å kunne møte de samme kravene som er for *Dolphin Sky* (utenom flyvefunksjonen) blant annet parkeringsproblem, kø-problematikk og effektivitet. De vil derfor være en sterk substitutt. Likevel, vil *Dolphin Sky* igjen antas å utkonkurrere med sin

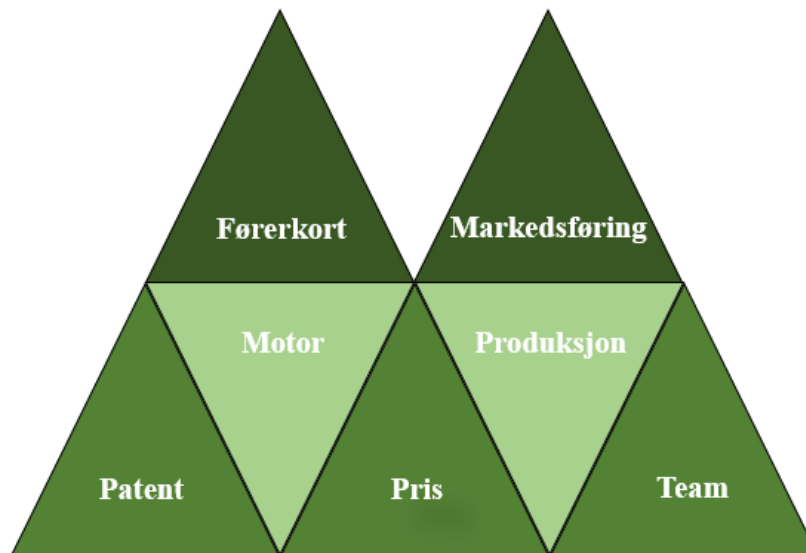
flyvefunksjon noe som vil gjøre dem mer attraktiv for samlere som er ute etter det «sjeldne»; trehjuls biler er sjelden, men ikke i like stor grad som flyvende biler.

Småfly: Et småfly vil kunne få en person fra A til B. Det er ikke like lett å benytte i det daglige liv, som de tidligere nevnte substituttene. Det vil gi flyvefunksjonen som *Dolphin Sky* har innebygd, men det vil ikke kunne kjøres som en bil. Dette gjør den mer uaktuell. Det at det kreves flysertifikat og en rullebane for å kunne lette gjør at det er, både mer kostbart og upraktisk å skulle fly i det daglige liv. Dette er i tillegg noe som ikke er like rettet mot et eventuelt nisjemarked, da det ikke er spesielt vanlig å samle på småfly. Småfly er ikke en veldig sterk substitutt for *Dolphin Sky*.

8.1.3 Konkurransen blant eksisterende produkter

Som nevnt tidligere vil konkurrenter til *Dolphin Sky* være konsepter som har både flyve og kjøre funksjon og dermed vil være ute etter å entre det samme markedet; nisjemarkedet for samlere. Det er altså organisasjoner som tilbyr lignende produkt til samme kundegruppe, men da ikke substitutter. Det å kjenne sine konkurrenter er viktig for å kunne estimere sin egen markedsposisjon, og finne ut hvordan sitt eget produkt kan differensiere seg fra konkurrentene. Det å lære av mer erfarne og vellykkede aktører gjør også at nye aktører ikke trenger å starte med blanke ark, men har et utgangspunkt som kan være til stor inspirasjon og motivasjon for egen suksess.

Det er i denne analysen blitt plukket ut de konseptene som blir sett på som direkte konkurrenter av *Dolphin Sky* i forhold til å tilby kundegruppen et alternativ til fartøy som kan benyttes både på bakken og i lufta. Det er også plukket ut noen avgjørende parametere som blir sett på som viktig og gir et utgangspunkt for sammenligning av de ulike konseptene.



Figur 8.4: Parametere brukt for å kunne sammenligne de ulike konkurrentene til *Dolphin Sky*

Ut ifra de utvalgte parametere er det pris som ofte er det avgjørende for kunden og som bestemmer om kunden investerer i produktet eller ikke. Ved å utvikle et produkt som skal være tilegnet et nisje marked av samlere, så vil ikke denne parameteren ha like mye å si. Selvfølgelig i noen grad, men det vil være mulig å strekke grensen noe da de ofte er villig til å betale betydelig mer for å kunne skaffe

seg et kjøretøy som er unikt. De andre parameterne påvirker både pris, markedsposisjon, sjanse for utvikling og kontakt med kundegruppen. Dette er faktorer som gjør at akkurat disse parameterne er valgt ut i denne analysen.

AEROMOBIL

Utviklingen av AeroMobil kan strekkes tilbake til begynnelsen av 90-tallet da den første prototypen ble bygd. Siden den gang er det kommet to nye oppgraderinger. Teamet har sin plass i Bratislava i Slovakia og målet med konseptet er å utvikle en flyvende bil som kan benyttes innenfor dagens reguleringer og infrastruktur (AEROMOBIL 2016).



AeroMobil 1.0
År: 1990-1994



AeroMobil 2.0
År: 1995-2010



AeroMobil 3.0
År: 2010-2014

Figur 8.5: Illustrasjon av hvordan utseendet til AeroMobil har utviklet seg (AEROMOBIL 2016)

Pris: Det er først etter at prototypen er blitt sertifisert som både bil og fly at det kan bli gitt en endelig pris på produktet. Likevel estimerer de at det vil koste flere hundre tusen euro.

Førerkort: Det er enda ikke helt avklart hvilket førerkort som vil være nødvendig for å kunne benytte seg av denne modellen, men det er enten et Sport Pilot License (SPL) eller et Private Pilot License (PPL). Dem anbefaler likevel minimum 40 timers flytrenoing før eier kan benytte den selv. Når AeroMobil er på bakken vil vanlig bilsertifikat være tilstrekkelig.

Motor: Motorsystemet er en Rotax912. AeroMobil kan kjøre hele 875km på bakken, og 700km i luften. Valg av motorsystem differensierer seg fra *Dolphin Sky* hvor miljøaspektet har stor betydning for utviklingen. Dette gjør at AeroMobil ikke svarer til forurensningsproblematikken. Vil dette da egentlig være en god løsning? Hvis det åpnes opp for at privatpersoner kan benytte seg av egne fartøy i luften, vil det gjøre at det blir et nytt område hvor utslipp vil forekomme. Til nå er luften vært skjermet for privat forurensing, men et produkt som AeroMobil vil kunne gjøre ytterligere miljøskader hvis det ikke brukes som supplement for eierens nåværende bilalternativ. Dette er verdien ved å kunne utvikle et fartøy som bruker alternative energikilder, slik som *Dolphin Sky* som skal være et hybridfartøy.

Markedsføring: AeroMobil har vært mye omtalt i media allerede. Både CNN, The Wall Street Journal og BBC er bare noen av de som har skrevet om dem allerede. De er et kjent navn som svært ofte blir nevnt i artikler vedrørende flyvende biler, og har derfor allerede klart å opparbeide seg et merkenavn. Dette er en stor fordel for et konsept som ikke har nådd markedet enda.

Patent: I tillegg til god markedsføring har AeroMobil også fått igjennom flere patent for de ulike delene. Dette innebærer både omnibus patent for utvalgte deler av teknologien (inkludert i 101 land), patent for ulike systemer som er benyttet, varemerke og design. Dette gir produktet en avgjørende fordel i kampen om å være den første fungerende flyvebilen på markedet. Det skjermer både teknologien og designet for nye aktører som ønsker å kopiere deres løsning.

Produksjon: Firmaet har gått ut og sagt at dem vil kunne begynne å ta imot ordre i løpet av 2016, og estimerer at levering av produktet vil kunne skje i løpet av ett til tre år frem i tid.

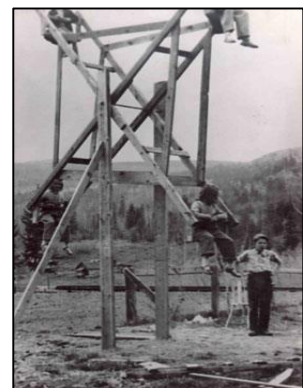
Team: av personer med svært ulik bakgrunn. Dette er erfaring fra prototyping, produksjon og reguleringer. Det er et sterkt team som arbeider med utviklingen av AeroMobil. I dag består det av tolv fulltidsansatte og seks deltidsansatte. Medlemmene kommer fra offentlig politikk, flyutvikling, bilutvikling og forretningsutvikling. Dette er en stor fordel for videre utvikling, og de er på utkikk etter å kunne rekruttere nye individer som kan styrke teamet ytterligere.

Selv om utviklingen av AeroMobil 3.0 er kommet langt, er det likevel et stykke på vei. Noe av grunnen til at de kanskje venter med å ta imot depositum og bestillinger er grunnet en episode i mai 2015 hvor AeroMobil 3.0 kræsjet (Coxworth 2015). Dette gjør at det fremdeles rom for forbedringer og ytterligere sikkerhetstiltak for at slike episoder ikke skal forkommer. Føreren under kræsjet kom ut fra ulykken uskadd. Likevel er AeroMobil en av de større aktørene innen utvikling av flyvende biler, og mye tyder på at dem virkelig er en sterk konkurrent for *Dolphin Sky*. Selv om tidligere versjon har vært avhengig av en flyplass, har den siste versjonen ikke nødvendighet for dette, noe som gjør at det er en sterk konkurrent, selv om den ikke letter ved vertikal løft. Det som skiller dem svært mye fra *Dolphin Sky* er at dem ikke benytter seg av en miljøvennlig energikilde, noe som ikke er positivt.

MOLLER INTERNATIONAL – SKYCAR

Historien til Moller International er nok den lengste innen utvikling av flyvende biler, og strekker seg helt tilbake til 1983 når firmaet ble etablert. Grunnleggeren av Moller International, Dr. Paul Moller viste tidlig stor interesse for både ingeniørfaget og det å få muligheten til å kunne fly. Allerede som 11 åring konstruerte og bygger han et pariserhjul, til hele nabolagets store glede. I en alder av 15 hadde han bygget en bil, men likevel hadde han ikke noe som kunne fly. Han mente at helikopteret var for kostbart å vedlikeholde samtidig som han mente at slike åpne propeller var farlig, fra hvordan dagens Skycar (M400) ser ut, ser vi at denne problematikken var noe han tok med seg videre i utviklingen (Moller International 2016).

Moller International har to modeller av denne typen. M200 som har plass til to passasjerer, mens M400 har plass til 4 passasjerer. Det er dog kun M400 som er gått videre til prototypstadiet og er den som da vil bli vurdert i denne rapporten.



Figur 8.6: Bilde av pariserhjulet som Dr. Paul Moller konstruerte og bygde i barndommen (Moller International 2016).

Pris: Ved begrenset produksjon (500 stk. i året) vil det være en estimert pris på 500 000 dollar, mens hvis det blir tatt utgangspunkt i et stort produksjonsvolum har de håpet om å kunne få ned prisen til å være mellom 60 000 og 80 000 dollar.

Førerkort: For å kunne benytte seg av en M400 vil det være nødvendig med pilot førerkort. Likevel spesifiserer Moller International at målet de har er å kunne utvikle en helautomatisk versjon slik at det ikke er nødvendig med en fører, men der alle passasjerene rett og slett er akkurat det: passasjerer. Når utviklingen er kommet til det punktet vil det ikke være nødvendig med pilot førerkort for å benytte seg av en SkyCar, så lenge den blir benyttet innenfor et kontrollert nettverk.



Figur 8.7: M400 (Moller International 2016)

dem kunne svare til en alternativ energiløsning, og dette med at den har vertikalt løft, som også er likt. Planen de har er at Rotorpower motorene skal kunne drives av alkohol på tidspunktet hvor produktet når markedet.

Markedsføring: De har allerede over 100 reservasjoner på M400. Til nå er det hele 750 ulike medier som har forespurgt å få lov til å være med under demonstrasjonsflyvningen til SkyCar. Dette vil gi et stort spend av publisitet og vil styrke sjansen for å kunne få en etablert plass i markedet. Ved at de har holdt på i så lang tid har dem allerede opparbeidet seg et kjent navn, og de er på lik linje med AeroMobil nevnt i nesten alle sammenhenger som har med flyvende biler å gjøre. Det er viktig å understreke at det å opparbeide seg et sterkt merkenavn kan være avgjørende for å kunne skape kundelojalitet. Det som er kjent, er ofte det folk ser på som den tryggeste løsningen. Frem til 2015 hadde Moller International åpent for omvisning hver tredje torsdag i måneden. Nå er det fremdeles mulig å bestille omvisning på den årlige aksjonærarrangement som holdes hvert november hvis det er ønskelig å få innblikk i hvordan utviklingen til M400 og de andre alternative flyvemaskinene som Moller International foreløpig har startet utviklingen til. Dette er også et bra tiltak for å nå ut til den aktuelle kundegruppen som da kan se med egne øyne hva som kan være deres fremtidige transportmiddel.

Patent: Moller International har opparbeidet seg flere patent opp igjennom tiden for de ulike modellene av flyveplattformer. Til sammen har de tre designpatent og seks utility-patent knyttet til ulike modeller, hvor den første ble innfridd i 1987, mens den siste i 2004.

Produksjon: M400 er estimert å skulle nå markedet innen de neste tre årene, men dette vil da bli kun til bruk i markedsføring, spesielle salg og militæret. Utenom dette sier de at det vil ta mer enn fire år før den FAA sertifiserte modellen er klar. Det er viktig å spesifisere at dette har firmaet sagt på

spørsmålet om når M400 kommer på markedet både i år 2000, 2006 og 2008. Det kan derfor tyde på at dem gir falske forhåpninger til håpefulle entusiaster som ønsker å investere i den, noe som gir lavere kundelojalitet og åpner opp for at andre aktører kan være med aktuelt som ikke har gitt kontinuerlige skuffelser opp igjennom tiden.

Team: Det er 9 faste ansatte i Moller International, hvor alle har ulik bakgrunn og erfaringer. Dette styrker et team som skal drive med produktutvikling. Dr. Paul Moller som er president for firmaet har vært med helt fra starten av. Han har gjennom sin karriere opparbeidet seg 43 patent noe som tyder på sterke ferdigheter innen innovasjon og utvikling, og en stor ressurs for firmaets fremtid. Det å ha et team som har en så lang erfaring med å jobbe sammen gir en verdi som nye aktører ikke kan etterligne. Det skaper en egen form for å arbeide sammen med, og kjennskap til sine egne og andres ferdighet. Dette kan likevel også være en grobunn for og ikke like enkelt se hvor i bedriften og de ulike prosessene tiltak burde foretas for å oppnå forbedringer.

PAL-V

Firmaet PAL-V startet utviklingen av sitt kjørende luftfartøy i 2001. Det store gjennombruddet for dem var da de inngikk en lisensavtale med CARVER ONE for å få muligheten til å benytte seg av deres DVC™ tiltesystem. Denne var allerede godt utviklet, og gjorde at de tidlig kunne implementere et godt stabiliseringssystem for PAL-V når den skulle benyttes for kjøresystem (Pal-V 2016).



Figur 8.8: PAL-V, vist med sammenslått og utslått propellfunksjon (Pal-V 2016)

Pris: De har både den originale modellen, og en Limited Edition versjon, disse koster i henholdsvis 300 000 euro og 500 000 euro.

Førerkort: For å benytte seg av PAL-V er det påkrevd et PPL eller PRL førerkort som også inkluderer godkjenning for en medisinsk undersøkelse. Når PAL-V benyttes på bakken er det tilstrekkelig med vanlig førerkort for personbil. Dette virker som er et gjennomgående krav for slike fartøy, utenom M400 som krever til dags dato fullt pilotførerbevis.

Motor: PAL-V er bygget som en hybrid bil, og drives i dag av bensin. De driver likevel å utvikler motorsystemet slik at senere versjoner skal benytte enten biodiesel eller bio-ethanol. Dette gjør at de er en sterk konkurrent for *Dolphin Sky* da business planen er lignende.

Markedsføring: Akkurat som de to foregående produktene, har også PAL-V vært en rekke ganger i media hvor både BBC, Discovery News og Top Gir er bare noen av aktørene som har omtalt den. Dette gjør at når den når markedet er det et merkenavn som er blitt bygget opp i presse og gjør det lettere å nå den aktuelle kundegruppen. Større medieomtale gir også sterkere kunde lojalitet og øker sjansen betraktelig for salg. Før første testflygning som skjedde i 2012 sier firmaet at dem ble kontaktet på daglig basis fra potensielle kunder som ville være del av dette prosjektet. Dette viser til at de allerede har et potensielt marked de kan nå, og kan lettere skape profitt den dagen produksjonen endelig er i gang.

Patent: Tilteteknologien som de benytter seg av er en patentert funksjon utviklet opprinnelig for Carver One. Da dette firmaet dog gikk konkurs, gjorde de det heller mulig for produkter som PAL-V og benytte seg av den velutviklede teknologien. Det at de benytter seg av denne teknologien gjør at de også kan dra fordel av all medieomtalen som utsprang seg rundt Carver One, nå da de lager et lignende kjøretøy bare at den selvfølgelig skal fly.

Produksjon: De har allerede begynt å ta imot ordre, og forventer å kunne begynne å levere produktet våren 2017. Firmaet mener at PAL-V allerede er utviklet til å møte kravene som kjøretøy og fly i Europa og USA.

Team: Ut ifra LinkedIn profilen til PAL-V er det registrert 37 ansatte i firmaet. Spennet av kunnskap er alt fra luftfart og kjøretøysutvikling til forskning og markedsføring. Det er altså en sterk sammensetning av kunnskapsområder, og de har åpen søknad på hjemmesiden som gir interesserte kandidater mulighet til å søke ansettelse hvis de har den riktige bakgrunnen.

PAL-V er et produkt som har kommet langt i utviklingen. Det er både bygget prototype og gjort vellykkede testrunder. De har i tillegg vært smarte ved å inngå lisensavtale med Carver One for å kunne utnytte en allerede god stabilitetsfunksjon, som gir dem rom til å kunne drive utvikling innenfor andre deler av fartøyet. Dette gjør også at de kan styrke sin kundelojalitet, da de kan utnytte medieomtalen både for Carver One og for sitt eget produkt.

TERRAFUGIA

Firmaet Terrafugia ble grunnlagt i 2007 med en visjon om å kombinere kjøring og flygning på en praktisk måte. Dette gjorde at de allerede i 2009 gjorde en vellykket flygning med modellen The Transition® og en senere modell er også blitt testflydd. I senere tid har de også kommet med et annet konsept som utnytter vertikal løft slik at modellen blir mer uavhengig flyplass (Terrafugia 2016).



TF-X™

The Transition®

Figur 8.9: Terrafugia sine to versjoner: propell-løsning og sammenbrettbare vinger (Terrafugia 2016).

Pris: Modellene er estimert til å kunne koste det samme som en luksusbil når all utvikling og produkt er optimalisert, dette er en prislapp på ca. 300 000 dollar, så lignende prisklasse som de tre tidligere konseptene (AeroMobil, Moller og PAL-V).

Førerkort: For å kunne benytte seg av The Transition® vil det være nødvendig med et PPL førerkort. TF-X™ derimot sies å være fullt automatisk, som vil mest sannsynlig si at det er mulig å velge destinasjon og den flyr dit selv. Dette gjør at det ikke vil være nødvendig med en sjåfør, og da mest sannsynlig ikke krav om pilotførerkort. Skulle dette være tilfelle vil denne modellen kunne stille sterkere enn de andre, da det vil være mulig for alle med vanlig førerkort å benytte seg av produktet. Det vil da heller ikke være medisinske faktorer som står til hinder, som kan forekomme ved krav om pilotførerkort (som nevnt tidligere krever fullføring av PPL godkjenning av medisinsk undersøkelse).

Motor: The Transition® drives av vanlig bensindrivstoff, og vil av det grunnlaget ikke ha samme business plan som *Dolphin Sky* da den ikke tar hensyn til miljøet som utgangspunkt. TF-X™ derimot skal være en elektrisk bil (hybrid), og vil da være en sterk konkurrent for *Dolphin Sky* som også benytter samme utgangspunkt (hybridløsning). Dette gjør at på lik linje med PAL-V vil de strekke seg etter samme kundegruppe og prøve å nå samme nisjemarked. Dette er derfor de to modellene som er kommet lengst i utviklingen, som har samme utgangspunkt som *Dolphin Sky*, og derfor de to som er direkte konkurrenter i samme marked.

Markedsføring: Terrafugia er ikke et like etablert merkenavn som de foregående tre produktene, men det er likevel et navn som det skal bites merke i. De har et unikt konsept som er svært ulikt andre modeller, som gjør at de har et helt annet grunnlag for å kunne differensiere seg. Ved at de viser til testflygning allerede to år etter etablering gjør at de kan skape en større kundelojalitet ved å levere raske resultatet, i motsetning til Moller International som ikke leverer det de lover. Det er likevel for tidlig å si om en av Terrafugia-modellene er ute på markedet innen de neste 8 årene, men ved å raskt levere produkt for testflygning er det gode muligheter for at produktet kommer raskt til levering i tillegg.

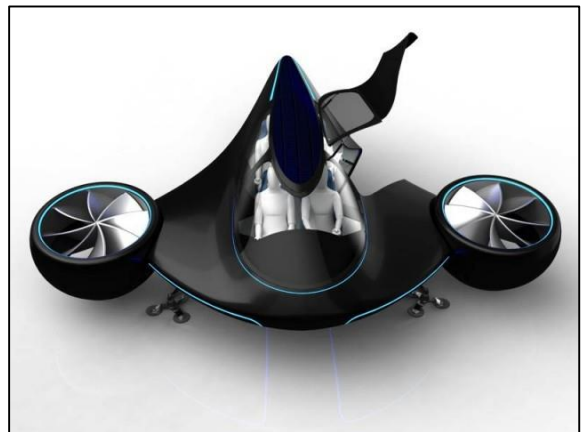
Patent: The Transition® benytter seg av en patentert foldene vingefunksjon.

Produksjon: TF-X™ er estimert til å leveres innen 8-12 år frem i tid, mens The Transition® sier de vil bli levert lenge før.

Team: Utviklingen av Terrafugia består av 27 ansatte med like varierende bakgrunn som de foregående nevnte teamsammensetningene. På samme måte som nevnt ved andre modeller, kan dette være avgjørende for å finne frem til de beste løsningene for å kunne være den første aktøren for faktisk klarer å levere en flyvende bil til markedet.

SKYLYS

Teamet bak Mix Aerospace startet i 2012 med å utvikle et flygende fartøy som også kunne bli brukt på veien. Det som er annerledes enn de foregående konseptene er at Skylys vil ha et sett med vinger som kan festes på bilen om ønskelig, men ellers vil den se ut som en helt vanlig bil. Ved å gjøre det på denne måten vil det ikke være noen sammenbrettede vinger eller lignende som er unødvendig for optimal aerodynamikk ved kjøring, men det vil igjen gjøre at man er avhengig av å måtte hente «vingene» når det er ønskelig å fly, noe som ikke er tilfellet ved de andre modellene. De ønsker at Skylys hovedsakelig skal utvikles for å kunne bli brukt i militæret eller private sektorer som politi, brannbil, ambulanse osv. Dette gjør at det ikke vil være nødvendig å måtte hente vingene på samme måte, da den uansett vil være plassert ved utrykningsstasjonen.



Figur 8.10: Skylys (Mix Aerospace 2016)

Pris: I og med at dette konseptet ikke enda er nådd prototypetadiet er det ikke blitt nevnt hva den eventuelle prisklassen for et slikt produkt vil kunne være.

Førerkort: Det er ikke blitt nevnt hvilket krav det vil stilles til førerkort, men trolig vil det være nødvendig med PPL for å kunne benytte seg av den flyvende versjonen.

Motor: Nåværende plan er at det skal være en fullt elektrisk bil når benyttet på bakken, mens en hybrid løsning ved flygning. Dette produktet er på nåværende tidspunkt det konseptet som er ca på samme stadige som *Dolphin Sky*.

Markedsføring: Det er vært noe markedsføring for dette konseptet, og det er nevnt i et utvalg av artikler. Likevel gjør det at de ikke har penger eller en fungerende prototype det at dette med markedsføring kanskje ikke er høyest på gjøremålslisten på et slikt tidlig stadige. Likevel er det absolutt en konkurrent det er verdt å holde et øye med under videre utvikling av *Dolphin Sky*.

Patent: Det de sier i form av patent er: «*Today we have a presentable design, patents, feasibility documents, and big names backing us*». Hvis dette er tilfellet har de en sterk sjans for å kunne konkurrere blant de foregående produktene. Det er dog ikke funnet disse dokumentasjonene og patentene det er snakk om.



Figur 8.11: Skylys, viser hvordan det skal være mulig at bilen kjører ut av vingene (Mix Aerospace 2016).

Produksjon: Fra hjemmesiden er det estimert at prototypen vil være klar innen 2017, og forventer å kunne nå markedet innen fem til seks år frem i tid.

Team: På LinkedIn er det spesifisert at innad i selve firmaet er de mellom 11-50 ansatte, men det er kun fem personer som arbeider direkte med Skylys-konseptet. De spesifiserer likevel på hjemmesiden at dem har over 20 års erfaring, noe som er en stor fordel for å kunne entre et nisje marked med et unikt produkt.

Skylys er en modell som er i tidligfasen på lik linje som *Dolphin Sky* og den har også samme motivasjon. Den klare ulempen ved Skylys-konseptet er at føreren må legge fra seg vingene, og returnere til samme sted for å benytte den på nytt. Dette gjør at ved reise så er man konstant avhengig av en parkeringsplass, så fremst ikke den flyvende bilen er i luften. Dette vil både være kostbart og en tungvint, og kanskje være nok til at kundegruppen ikke vil benytte seg av den.

FSC-1 – OverDrive#1

Utviklingen av OneDrive#1 startet på en helt annen måte enn de andre konseptene. Grunnleggeren Fitz Walker jobber for NASA og har brukt mye ressurser de siste tre årene på spørreundersøkelser. Tanken er at det er kundegruppen selv som skal understreke hva som er det viktige, og ikke utvikleren selv. Før undersøkelsen var tanken å utvikle en flyvende bil som kan lette vertikalt og ha en svært aerodynamisk form (ofte valgt som dråpeformet). Etter at spørreundersøkelsen var gjennomført ble hele utgangspunktet endret. I følge resultatene var det ønskelig med en bil som også kunne fly, men som skulle likevel se svært bra ut som kjøretøy da det er det den vil bli brukt til nærmere 85% av tiden. Det var også ønskelig med bruk av dagens infrastruktur, sånn at det ikke er nødvendig å vente på utvikling av ulike utskyttingsplattformer langt veiene, som også kunne benyttes. I tillegg svarte 55% at de ønsket at fartøyet skulle ha enten fire eller flere seter, noe som de tidligere konseptene ikke har. De følte også at det ikke var et bra utgangspunkt med ulike fartøy som var konstruert til at du måtte «legge igjen» noe av fartøyet på en flyplass for at den skulle kunne benyttes som kjøretøy. Dette ble motivasjonen og utgangspunktet for å utvikle OneDrive#1; kunden skulle være i sentrum og produktet skulle bygges etter etterspørsel og behov. Forskjellen fra de tidligere konseptene er at

det er registrert som et kit, som gjør at den må bygges selv, men LeBiche Aerospace vil ha et Builder Assistance Program som kan gjøre byggingen. Utviklingen av OneDrive#1 startet på en helt annen måte enn de andre konseptene. Grunnleggeren Fitz Walker jobber for NASA og har brukt mye ressurser de siste tre årene på spørreundersøkelser. Tanken er at det er kundegruppen selv som skal understreke hva som er det viktige, og ikke utvikleren selv. Før undersøkelsen var tanken å utvikle en flyvende bil som kan lette vertikalt og ha en svært aerodynamisk form (ofte valgt som dråpeformet). Etter at spørreundersøkelsen var gjennomført ble hele utgangspunktet endret. I følge resultatene var det ønskelig med en bil som også kunne fly, men som skulle likevel se svært bra ut som kjøretøy da det er det den vil bli brukt til nærmere 85% av tiden. Det var også ønskelig med bruk av dagens infrastruktur, sånn at det ikke er nødvendig å vente på utvikling av ulike utskyttningsplattformer langt veiene, som også kunne benyttes. I tillegg svarte 55% at de ønsket at fartøyet skulle ha enten fire eller (Dunn 2014).



Figur 8.12: OverDrive#1 (Dunn 2014)



Figur 8.13: OverDrive#1, vist med utslått flyvefunksjon (Dunn 2014)

Pris: Prisen vil ligge mellom 109 000 og 175 000 USD, men det vil være betydelig ekstra kostnad ved å få den bygd for seg.

Førerkort: Som de tidligere konseptene vil et vanlig personbilførerkort være tilstrekkelig på bakken, mens det kreves minimum et PPL førerkort for å kunne benytte den i lufta.

Motor: Bensindrevet.

Markedsføring: Dette firmaet har ikke brukt så mye tid på markedsføring som tidligere konsepter, dette ut ifra at det ikke var enkelt å finne frem til produktet og det ikke var i nærheten av det første konseptet som dukket opp når flyvende bilder Googles.

Patent: Grunnleggeren spesifiserer i en video at han har patentert løsninger fra OverDrive#1 i hans navn. Hvilke funksjoner dette er vites ikke.

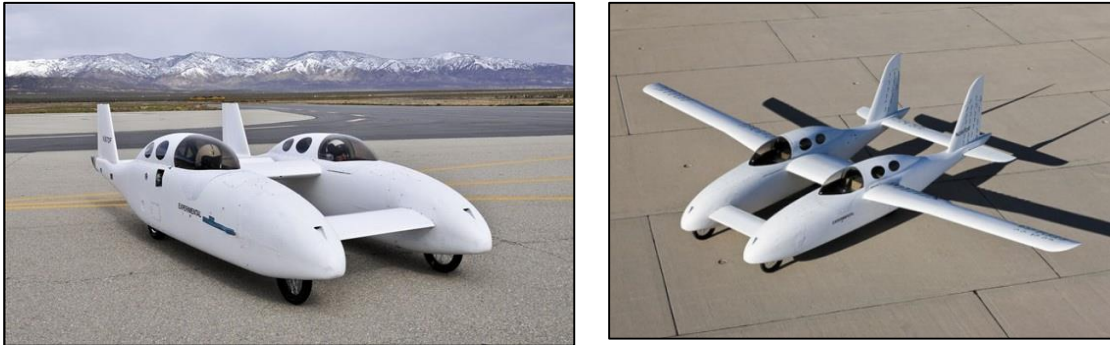
Produksjon: De tar allerede imot depositum og sier at produksjonen vil skje svært snart.

Team: Gruppen er sammensatt av ingeniører og piloter som har flere års erfaring innen luftfart, med blant annet bakgrunn fra NASA. På nettsiden er det dokumentert tre ansatte.

I 2014 fikk de muligheten til å være med på Kickstarter, som er en plattform som gir mulighet for donasjoner fra små givere. I utgangspunktet spurte ikke LaBiche om mye penger, men likevel klarte dem ikke å samle nok. Siden den gang har det vært noe stille fra firmaet, men de insisterer på at de fremdeles holder på med utviklingen.

BIPOD

Scaled Composites ble etablert i 1982 og er et firma som driver med romfart lokalisert i California. Det er de som har utviklet denne modellen som er svært annerledes i utseendet enn de forrige konseptene. Denne har hele to cockpiter. Den ene benyttes ved kjøring og den andre benyttes når den er i luften. Når den er i kjørende form på bakken, brukes den ene cockpiten til lagringsplass for vinger og hale (Scaled Composites 2016).



Figur 8.14: BiPod, vist med og uten vinger (Scaled Composites 2016)

Pris: Det er ikke blitt offentliggjort en estimert pris for BiPod på nåværende tidspunkt.

Førerkort: Hva som kreves av førerkort er det ikke blitt publisert noe om, men det som er rimelig å anta er at det vil minimum være krav om et PPL førerkort, som ved de andre produktene. Samt at et vanlig personbilførerkort vil være tilstrekkelig for å kunne benytte seg av den på veiene.

Motor: På lik linje som med *Dolphin Sky* er BiPod også driftet med en hybridmotor. Dette gjør at den blir en direkte konkurrent da utgangsstrategien da er det samme. I tillegg har BiPod litium-jern batterier lagret i hver nese av cockpitene som vil kunne gi ekstra ytelse når den letter og i eventuell nødsituasjon ved landing.

Markedsføring: Firmaet har promotert med resultatet for å se om det er noen stor respons fra publikum for et slikt produkt. Det er likevel vanskelig å finne noen som har med BiPod å gjøre etter 2011, noe som kanskje kan tilsi at de har bestemt seg for å ha det som et morsomt prøveprosjekt, men ikke noe de har tanke om å realisere. Det er likevel mulig at de kanskje driver med videre utvikling og vil kunne lansere en ny modell på et senere tidspunkt.

Patent: Det er ikke blitt publisert noen direkte patent knyttet til denne modellen, da mye av delene de benyttet for å bygge den var systemer og produkter de allerede innehadde i firmaet.

Produksjon: Selv om BiPod kan være en lovende konkurrent sier firmaet Scaled Composites at de ikke driver med utvikling for å få et kjørbart konsept klart, og heller ikke i kit form. Prosjektet BiPod ble kun utviklet fordi dem så svært mange likheter med systemene de hadde utviklet for andre modeller, i form av hva som kreves for en godkjent bil. De vil kun vise frem konseptet, som er bygd for intern interesse, for å kunne se om det er en større interesse for det. Dette gjør de nok for å kunne avgjøre om det er noe de burde gå videre med, eller holde som et internt utviklingsprosjekt.

Team: De har et team sammensatt av ulike bakgrunner og spesifiserer på nettsiden sin at dette gjør at de har en mer innovativ og kreativ atmosfære innad i selskapet.

Det som er imponerende ved dette konseptet er at fra de startet design til prototypen tok sin første prøvetur gikk det ikke mer enn fire måneder. Dette for at utvikleren Burt Rutan skulle rekke å se konseptet i endelig utgave før han gikk av som pensjonist. Etter dette har det vært stille fra prosjektet. Om de velger å gå videre med det eller ikke, er uvisst, men det som er sikkert er at et team som kan utvikle et slikt fungerende konsept i løpet av fire måneder er et team det er verdt å holde et øye med. For hvis de først bestemmer seg for å satse, er det store muligheter for at de kan utvikle svært innovative produkter.

THE SKYQUAD

Dette konseptet har et helt annet utgangspunkt enn det de foregående konseptene har. Denne modellen er bygget på basis av et fallskjerm som skal benyttes når bilen er i luften. Første prototypen var klar i 2009 og kjørte hele 6000 km. Selv om det er et helt annet utgangspunkt kan det gi følelsen av å fly, selv om det kanskje ikke fullt kan erstatte bilbruken for en eventuell kunde. Det er likevel et aktuelt konsept for er med på å avgjøre en eventuell markedsplassing for *Dolphin Sky*.

Pris: Modellen har vært til salg for 119 000 dollar tidligere.

Førerkort: Det er ikke utdypet svært mye for hvilket førerbevis som er kravet for å kunne benytte seg av en SkyQuad, men det er spesifisert at det er krav om 12 timer opplæring og at vedkommende må være eldre enn 17 år og ha godkjent medisinsk test. Så det som kan antas er at det er krav om Sport Pilot License som er ca. samme antall treningstimer.



Figur 8.15: The SkyQuad, vist foran og bak (Parajet SkyQuad 2016)

Motor: Benytter seg av EcoBoost petroleums motor.

Markedsføring: Det er ikke vært så mye fokus på markedsføring av denne modellen, det kan være at det er grunnet aktuell kundegruppe. Den er hovedsakelig beregnet som et underholdningsfartøy, og ikke nødvendigvis noe som skal kommersialiseres og benyttes i daglig bruk. Den vil derfor ikke ha samme utgangspunkt og motivasjon til å benytte mye ressurser på markedsføring.

Patent: Hjemmesiden spesifiserer ikke at det er godkjent patent for noen av delene.

Produksjon: Produksjonen er allerede i gang, og det er mulighet for å kjøpe den.

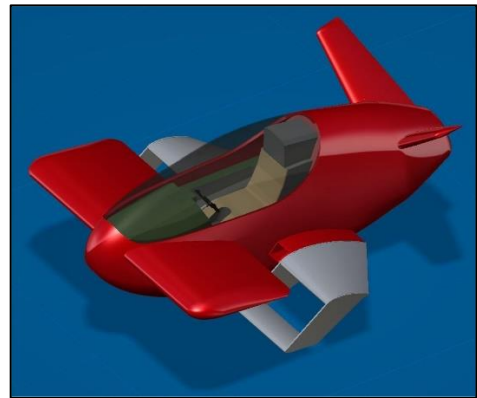
Team: Gilo Industries Group er teamet bak denne modellen. Et sterkt firma med stort talent innen utvikling av deler til ulike fartøy.

XPLORAIR PX200

Firmaet bak utviklingen av denne modellen kaller seg en flyvende bil, men den kan ikke kjøre. Likevel er det mye med utviklingen av Xplorair som er revolusjonerende når det kommer til utvikling av VTOL. Den utnytter Condaeffekten til det ytterste for å kunne løftes opp, dog ikke vertikalt, men diagonalt. Dette gir fartøyet en helt egen måte å lette på, som burde være til stor inspirasjon hvis det er ønskelig med et originalt konsept for utvikling av en flyvende bil. Det er til nå det første fartøyet som bruker Condaeffekten fullstendig både for å kunne lette og fly (XPLORAIR 2016).

Pris: De har estimert at prisklassen vil være mellom 60 000 og 120 000 dollar.

Førerkort: Denne modellen har ikke like mye krav som tidligere modeller. For å benytte deg av denne er det kun krav om ordinært førerkort for personlig grunnet fullt automatisk system i flyvende tilstand. Dette gjør at det ikke vil være noe mer tiltak for kunder som allerede innehar førerkort å kunne benytte seg av den. Noe som er til stor fordel da tiltaket for å ta ekstra pilotlappen vil kunne være nok for at aktuelle kunder ikke ønsker å investere i produktet.



Figur 8.16: XPLORARIR PX200 (XPLORAIR 2016)

Motor: Når det kommer til aktuelt drivstoff som skal benyttes har de dette og si: «*it will be use of biofuel from algaculture. Other fuels could be used like kerosene, methane, hydrogen etc.*». For å oppnå dette driver de i tillegg med utvikling av en jetmotor som skal kunne benytte alternative energikilder for transport. Dette gjør den til et svært mye bedre alternativ, med tanke på forurensing, i forhold til de andre modellene. Likevel gjør det at de utvikler alle delene ved konstruksjonen at tiden før modellen når markedet vil kunne være lengre, enn for konsepter som bruker ferdig utviklede deler.

Markedsføring: Markedsføring er deres siste prioritering for teamet. Dette grunnet at de først vil ha gjennomført droneutviklingen, deretter en prototype som er bemannet, før de går videre til

sertifisering. Det er etter dette de har tanker om å begynne markedsføringen av produktet. Det er likevel blitt skrevet om konseptet i flere utvalgte medier, og Youtube har ulike videoer som illustrerer konseptet. Det er likevel ikke topp prioritet for firmaet før en ferdig prototype med godkjent sertifisering er klart. Som etter planen skal være rundt 2020, før de ønsker at konseptet er markedsklart før 2030.

Patent: I 2014 søkte de om til sammen ti patenter for ulike deler av konstruksjonen. Dette var patent både for funksjon og oppbygning av motoren i tillegg til flere patent som omhandlet designet av chassiset. Det er fire som er blitt godkjent.

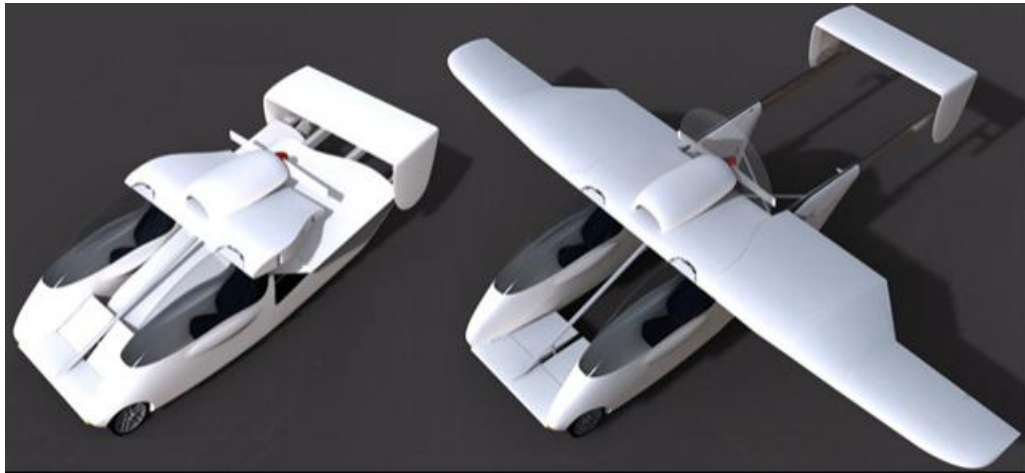
Produksjon: Som nevnt tidligere skal Xplorair være markedsklar innen 2030, om dette vil bli oppnådd vil tiden vise. Det er fremdeles en lang vei å gå, men med de nye kinesiske investorene som bidrar med 25 millioner euro på forhånd gir det gode forutsetninger for at en såpass stor utvikling skal være mulig å oppnå før 2030. Ved en slik investering vil det være sannsynlig at fremtidig produksjon vil forekomme i Kina.

Team: Det er ikke spesifisert hvor mange som arbeider for firmaet, på nettsiden derimot er det listet tre personer under kontaktinformasjon.

Selv om Xplorair ikke er et kjøretøy, er det likevel et konsept som er utviklet for å kunne svare på de samme problemstillingene som *Dolphin Sky*: blant annet kø problematikk og forurensing. Utgangspunktet er derfor det samme, og mange gode idéer kan hentes som inspirasjon fra dette prosjektet. Det er derfor absolutt en konkurrent for en kundegruppe som ønsker seg et unikt produkt som gir muligheten for å kunne fly. Det er også viktig å spesifisere ytterligere at dette er det eneste konseptet som til nå ikke krever ytterligere førerbevis annet enn for personbil, selv om Moller International også er under utvikling for å kunne oppnå en hundre prosent automatisert flyveopplevelse.

CARPLANE

Utviklerne av denne modellen er sikre på at de vil bli det første flyvende konseptet som både blir sertifisert godkjent for bruk på vei og i luften. Utgangspunktet for firmaet er at de ikke ville ofte kapasiteten for fly eller for bilen. Dette er grunnen til at den ser ut som den gjør: den skal i flymodus ikke være dårligere enn et fly som brukes til opplæring, og som bil skal den yte like bra som en kompakt bil. Dette gir også større mulighet for sertifisering i begge former. Det som er svært ulikt andre modeller er hvor vingene blir lagret. De blir nemlig lagret i mellom de to cockpitene. Dette gjør at vingene kan utvikles både lengre og sterkere uten å gjøre bilen mye lengre og høyere, som vil kunne gi bedre flyveegenskaper. I tillegg vil de bli beskyttet mot vind ved kjøring, og vil ikke gi begrenset synsfelt for føreren. Det som kan være negativt er separasjon for fører og passasjerer, men for Carplane er kundegruppen business mennesker, og disse er ofte separat fra fører uansett (Carplane 2016).



Figur 8.17: Carplane, med og uten vingene slått ut (Carplane 2016)

Pris: Det er ikke blitt offentliggjort en pris for kjøretøyet på dette tidspunktet.

Førerkort: Det vil være krav om PPL førerbevis når modellen benyttes som fly, mens førerkort for personbil vil være tilstrekkelig for å benytte den som bil. Dette er også en gjenganger og kan begynne å antas som å være krav for en flyvende bil, og vil derfor også være gjeldende for *Dolphin Sky*.

Motor: Den er i utgangspunktet bensindrevet, men artikkel er funnet hvor det spesifiseres at det skal benyttes elektrisk motor når den kjører mens stempelmotor vil benyttes ved flyvning [k].

Markedsføring: Etter demonstrasjon av prototypen på AERO messen i Tyskland i 2015 har det vært mye medieomtale om modellen. Det er likevel ikke publisert når de er aktuelle for å markedsføres, med det som er sikkert er at sertifiseringen fremdeles må godkjennes før produktet er aktuelt for markedet. Så det er bare å vente i spenning, og være oppmerksom på at Carplane konseptet er originalt og absolutt en mulig konkurrent. Dog det kan diskuteres om utseendet er spesielt tiltalende.

Patent: Patentert vingemekanisme som oppbevarer vingene mellom de to skrogene.

Produksjon: Det er ikke spesifisert når produksjon vil være aktuelt, men det vil ikke skje før etter eventuell godkjenning av kjøretøyet som bil og som fly.

Team: Nettsiden og andre medier spesifiserer ikke nøyaktig hvor mange og hvilken bakgrunn teamet som arbeider for prosjektet har

8.1.4 Konklusjon fra *Five Forces*-analysen

For en organisasjon vil utvalgte krefter fra analysen ha større påvirkning på sin egen situasjon enn andre. Allerede fra starten ble to av kreftene ekskludert: kjøpekraft fra kunde og fra leverandør. Dette er ikke fordi disse parameterne er mindre viktig, men det blir sett på som parametere som ikke er gode å estimere på et såpass tidlig stadiet av utviklingsprosessen. Det er dog sterkt anbefalt, som nevnt tidligere, at analysen blir gjennomført ved et senere tidspunkt hvor disse to parameterne også blir vurdert.

Når det kommer til eventuelle nyetableringer er det realistisk å anta at det vil komme flere som vil kjempe som samme markedsposisjon. Utviklingen av ulike konsepter for flyvende biler er stor og det er allerede mange konsepter ute på markedet. Det at det også er høyere fokus på miljø og forurensning gjør at nye alternativer vil dukke opp grunnet motivasjonen ved at det er et stort behov for alternative løsninger. For å kunne evaluere i hvilket grad det er lett for nye aktører å entre markedet er det i denne rapporten valgt ut fem inngangsbarrierer som blir sett på som spesielt relevant innenfor denne industrien



Figur 8.18: Illustrasjon av de utvalgte inngangsbarriere for nyetableringer.

Hvis en aktør i markedet når stor-skala i produksjon vil det være vanskeligere for nye aktører å ente det utvalgte markedet da det må forventes at man har en høyere enhetskostnad, og dermed vil billigere løsninger ofte være mer attraktivt for kunden. Akkurat å nå stor skala i produksjon burde ikke være hovedfokus for aktører som ønsker å nå markedet med en flyvende bil, hvertfall ikke før de har utviklet et produkt for er sertifisert og faktisk har tillatelse for å benyttes. Eneste konkurrenten, av de som ble valgt ut i denne rapporten, som har nevnt noe om å produsere i stor skala er Xplorair som har fått en stor kinesisk investor og dermed har sagt at stor produksjon i Kina vil kunne være aktuelt ved et senere tidspunkt. For *Dolphin Sky* som utvikles gjennom et universitet vil det å skulle lage stor skala produksjon ikke være realistisk. Når konseptet er ferdig utformet og eventuell sertifisering er blitt gjort, vil første problem være at et universitet ikke er et firma som driver salg, og spørsmål om å heller starte et aksjeselskap vil være mer relevant. Dette er likevel problemstillinger som er aktuelt ved et senere tidspunkt, og ikke nå i tidligfasen.

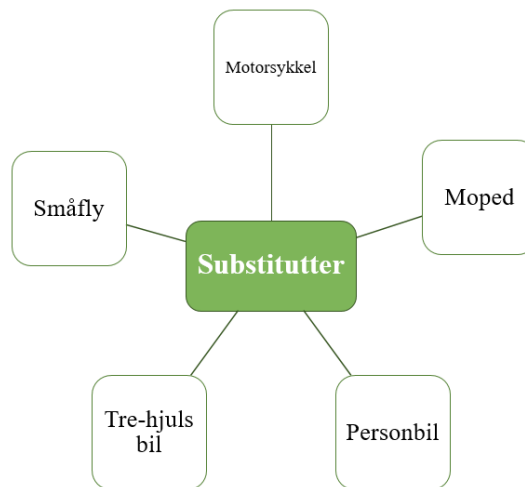
Hvis *Dolphin Sky* entrer markedet etter andre konsepter vil det kunne forventes mottiltak fra de etablerte aktørene. Dette kan være alt fra priskrig til markedsføringskampanjer som gjør det vanskeligere for *Dolphin Sky* å nå kundegruppen med et bedre tilbud.

Lovgivning og statelige tiltak vil alltid være en av de største utfordringene når det kommer til å etablere et nytt produkt på markedet, og da kanskje spesielt fartøy for har mange ulike reguleringer som skal oppfylles. Innenfor denne kategorien kommer blant annet alt som har med patentbeskyttelse å gjøre for eksisterende aktører i det aktuelle markedet, markedsreguleringer og infrastruktur. Lovgivning og statlige tiltak er blitt mer utdypet i PESTEL analysen gjort tidligere i rapporten.

For å skulle kunne entre et marked innenfor flyvende biler, vil det være avgjørende å introdusere et produkt som differensierer seg fra eksisterende konsepter. Dette for å kunne skille seg ut, å by på noe som ikke allerede finnes. Hvis et produkt ikke differensierer seg vil den siste barrieren spille inn;

merkeidentitet. Kunder vil stole mer på produkter som de kjenner navnet til og som har vært etablert lengre i markedet. Dette krever ytterligere differensiering for å unngå, og for å kunne øke kundelojaliteten.

For å kunne evaluere eventuelle alternative produkter var det viktig å spesifisere hva som er hensikten med å utvikle *Dolphin Sky* og dermed avgjøre om de ulike alternativene svarer på samme problemstillinger. *Dolphin Sky* skal utvikles for å kunne være et produkt som er sjeldent og som kan få passasjerer fra A til B. I tillegg skal den kunne svare på kø-problematikk, parkering og unødvendig plass til passasjerer. Det ble deretter valgt ut fem aktuelle produkter som kanskje kunne erstatte *Dolphin Sky*, såkalte substitutter.



Figur 8.19: Illustrasjon av utvalgte substitutter for analysen

Motorsykkkel vil være *Dolphin Sky* sin største substitutt for den aktuelle kundegruppen. Den kan brukes til å unngå kø, gjør det lettere å parkere og har allerede flere aktører som har sterke merkenavn som igjen gjør at det forekommer en sterk kundelojalitet. Det er likevel en del negative sider i tillegg. Den er ikke beskyttet mot dårlig vær, det er minimalt med plass til bagasje og eventuelle ekstra passasjerer og det krever ekstra førerkort og forsikring. Likevel er det viktig å spesifisere at for den aktuelle kundegruppen vil ikke disse negative sidene være like avgjørende, men hvis det senere er aktuelt for å utvide til en kundegruppe som inkluderer kjøpere som tenker på funksjonalitet og ikke samleverdi, vil dette kunne være avgjørende faktorer.

En moped vil ikke være en stor substitutt da den har liten samleverdi og lav fart som gjør at den blant annet ikke kan benyttes på motorveger. Personbil derimot kan ha stor samleverdi, men vil ikke svare på mange av problemstillingene som kø-problematikk, parkering og unødvendig plass til passasjerer. *Dolphin Sky* utkonkurrer også eventuelle trehjuls biler når det kommer til sjeldenheten konseptet flyvende bil faktisk har. Når det kommer til småfly vil det heller ikke være en så stor substitutt da den er vanskelig å benytte i hverdagen og det er heller ikke spesielt vanlig å skulle samle på småfly, så dermed blir det også noe uaktuelt for den utvalgte kundegruppen.

Det er i denne rapporten gjort et utvalg av aktuelle konkurrenter, dette fordi det finnes utallige konsepter, og det sett på som for stor kartlegging for denne oppgaven å skulle inkludere alle. Om de største konkurrentene og mest aktuelle konkurrentene er valgt ut kan derfor ikke med sikkerhet sies, men det ble valgt ti konsepter som illustrer noe bredde i tankegang, utgangspunkt og resultat. De ti utvalgte modellene er AeroMobil, SkyCar (Moller International), PAL-V, Terrafugia (TF-X™ og The Transition®), Skylys, Overdrive, BiPod, The SkyQuad, Xplorair og Carplane. For å kunne vurdere de ulike konkurrentene mot hverandre er det valgt ut syv ulike parametere for å kartlegge de ulike konseptene. Disse er pris, førerkort, motor, markedsføring, patent, produksjon og teamsammensetning. For patent er det ikke gått i dybden på hva disse er spesifikt, men dette kan bli gjort mer utdypende med bruk av verktøy som patenstyret.no og Google Patens.

Tabell 8.1: Sammendrag av aktuell informasjon hentet for de utvalgte konkurrentene. Dette inkluderer pris, førerkort, motorsystem og markedsføring.

Modell	Pris	Førerkort	Motor	Markedsføring
<i>AeroMobil</i>	> 200 000 EUR ≈ 1 848 000 NOK	SPL eller PPL	Bensindrevet	Stor
<i>Moller: M400</i>	500 000 USD ≈ 4 105 000 NOK	Pilot	Bensindrevet	Stor
<i>PAL-V</i>	300 000 EUR ≈ 2 772 000 NOK	PPL	Hybrid	Stor
<i>Terrafugia</i>	300 000 USD ≈ 2 463 000 NOK	The Transition: PPL. TF-X™: ingen	<i>The Transition:</i> bensindrevet. <i>TF-X™:</i> hybrid	Middels
<i>Skylys</i>	-	PPL	Bil: elektrisk Fly: hybrid	Lite
<i>Overdrive #1</i>	109 – 175 000 USD ≈ 895 – 1 439 000	PPL	Bensindrevet	Lite
<i>BIPOD</i>	-	-	Hybrid	Lite
<i>The SkyQuad</i>	119 000 USD ≈ 980 000 NOK	-	Bensindrevet	Lite
<i>Xplorair</i>	60 – 120 000 USD ≈ 493 – 985 000NOK	Ingen	Biobrensel	Lite
<i>Carplane</i>	-	PPL	Bensindrevet	Lite

Tabell 8.2: Sammendrag av aktuell informasjon hentet for de utvalgte konkurrentene. Dette inkluderer patent, produksjon og team.

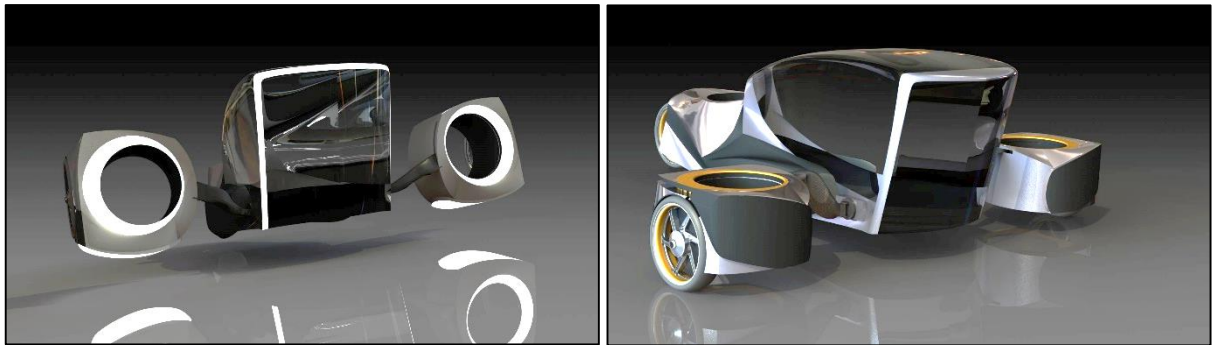
Modell	Patent	Produksjon	Team
<i>AeroMobil</i>	Omnibus systempatent og varemerke samt design	Ordre: 2016 Levering: 1-3 år	Sterk

Tabell 8.2 fortsetter: Sammendrag av aktuell informasjon hentet for de utvalgte konkurrentene. Dette inkluderer patent, produksjon og team.

Modell	Patent	Produksjon	Team
<i>Moller: M400</i>	Tre design patent og 6 utility-patent	> 4 år	Sterk
<i>PAL-V</i>	Benytter patentert tiltesystem utviklet for Carver One	Levering: våren 2017	Sterk
<i>Terrafugia</i>	<i>The Transition</i> : patentert foldende vingefunksjon	<i>The Transition</i> : mindre enn 8-12 år <i>TF-X™</i> : 8-12 år	Sterk
<i>Skylys</i>	Design	Prototype klar i 2017	Middels
<i>Overdrive #1</i>	Sier dem har, men ikke hvilke.	Sier: snart	Middels
<i>BIPOD</i>	-	Prøveprosjekt	Sterk
<i>The SkyQuad</i>	-	Allerede i gang	Sterk
<i>Xplorair</i>	Søkte i 2010 om ti ulike patent	Markedsklar: 2030	-
<i>Carplane</i>	Patentert vingemekanisme som oppbevarer vingene mellom skrogene.	-	-

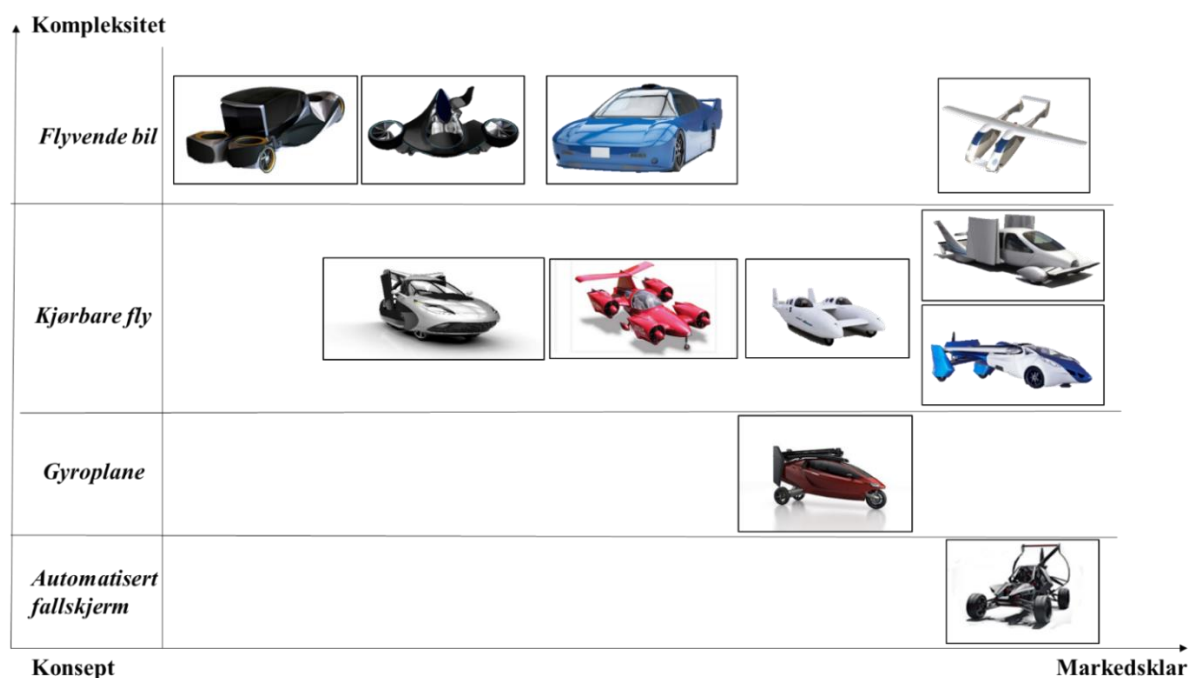
Alle modellene krever PPL førerkort, unntatt Xplorair som utvikles for å kunne være helt automatisk i luften, dette er noe også Moller International prøver å utvikle. For å benytte de ulike modellene på veien er det tilstrekkelig med førerkort for personbil. Prisklassen de ulike modellene er estimert til å ligge på er også veldig likt, dette for utenom The SkyQuad som er en billigere modell, noe som er svært forståelig ut ifra kompleksitetsnivået i forhold til de andre konseptene. Når det kommer til motorsystem benytter flertallet av modellene seg av fullt bensindrevet motorsystem, men det er også et par som har i tankene å skulle være en hybridbil, akkurat som *Dolphin Sky*. Det er ganske ulikt hvor mye ressurser de ulike har brukt på markedsføring, men både AeroMobil, Moller International, PAL-V og Terrafugia utmerker seg. Det er flere av de som har fått innvilget ulike patent knyttet til konseptet sitt, noe som styrker deres markeds plassering betraktelig. Alle konseptene har fremdeles en vei å gå før produksjon. Det er ingen som enda er blitt sertifisert både som kjøretøy og luftfartøy, men Carplane mener at de ikke er langt unna for å kunne få dette godkjent. Hvis de gjør det, vil de være de første som kan bevege seg inn i produksjon. De andre konseptene har fremdeles en vei å gå før den tid. AeroMobil har også annonsert at de ikke er langt unna å kunne markedsføres, men det kan hende at ulykken som skjedde med AeroMobil 3.0 (Coxworth 2015) har satt en ekstra forsinkelse på prosessen. Alle konseptene har et godt sammensatt team (foruten de som ikke har oppgitt noe på hjemmesiden) med ulik bakgrunn og kunnskap, noe som fører til økt kreativitet og innovasjon. *Dolphin Sky* vil ligge noe bak, da det enda ikke er kommet frem til et forslag til design og funksjon.

Kristoffer Rummelhoff, som utarbeider Del A av dette prosjektet, har denne våren utviklet et forlag til design og konsept for *Dolphin Sky*. Figur 8.20 viser resultatet av denne utviklingen. Ut ifra resultat utarbeidet i Del A vil *Dolphin Sky* kunne plassere seg i kategorien sammen med Skylys, AeroMobil, Overdrive og Carplane.



Figur 8.20: Bilder hentet fra Del A som fremstiller utviklet konseptdesign for Dolphin Sky (Rummelhoff 2016)

For å kunne plassere *Dolphin Sky* i forhold til de andre konseptene er det gruppert de enkelte inn i fire kategorier basert på antatt kompleksitet; Automatisert fallskjerm, Gyroplane, Kjørbare fly og Flyvende bil, med tilhørende grad av hvorvidt de er i prosessen med å være markedsklar. Med flyvende bil menes fartøy som like godt kan benyttes som bil og svevefartøy. Kjørbare fly defineres her som svevefartøy som også kan benyttes til å kjøre med, men ikke like optimalt som flyvende biler. Med gyroplane menes et fly som balanserer og støttes av de aerodynamiske kreftene som virker på hurtigroterende horisontale eller svakt hellende vinger. Automatisert fallskjerm definerer fartøy som kan forflyttes i luften ved hjelp av et fallskjerm og samtidig kunne bli benyttet på bakken som et kjøretøy. Forslag til markeds plassering for *Dolphin Sky* blir dermed som illustrert i Figur 8.21.



Figur 8.21: Forslag til markeds plassering for Dolphin Sky. De utvalgte konkurrentene i analysen er plassert inn i fire ulike kategorier. Kategoriene er definert etter kompleksitet ved de ulike konseptene. Disse strekker seg fra minst komplisert, som er automatisert fallskjerm, til mest komplisert som defineres som flyvende bil. Mellom disse kategoriene finnes også gyroplan og kjørbare fly. Bildehenvisning er samme som illustrert til tidligere i rapporten.

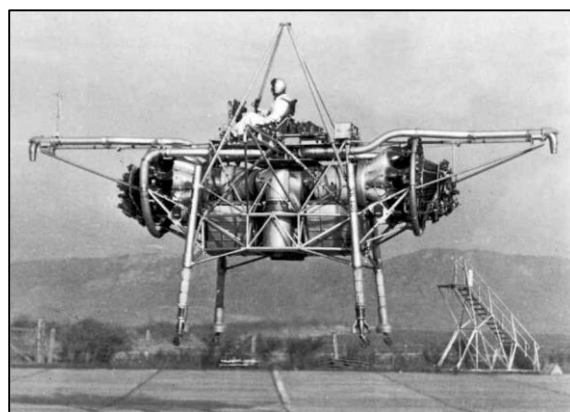
9 INFRASTRUKTUR

Det å skulle innføre et nytt kjøretøy vil kreve et utarbeidet kjøresystem som regulerer trafikken og gir mulighet for passelig og strukturert plassering som ikke står til hinder for eksisterende trafikkflyt. Det er viktig å spesifisere at det ikke er noe land som har være ute og tillat flygende biler. Det å skulle være første land til å innføre en slik type ordning vil bli en politisk vanskelig sak. Det er sjeldent noen som ønsker å være først ute, før dem har forsikret seg om at det er trygt andre steder. Det som klart skiller *Dolphin Sky* fra de konkurrerende løsningene er at den skal benyttes kun 10 meter over bakken. For å kunne kartlegge gjeldene regelverk som vil kunne være det som er mest relevant på dette tidspunktet vil det i dette kapitlet bli sett på de mest avgjørende parameterne både for flyvninger og helikopterbruk i Norge.

9.1 VTOL

Ønske med *Dolphin Sky* er at det skal være mulig å ta av vertikalt. Dette kalles på fagspråket VTOL, som står for *Vertical takeoff and Landing*. Problematikken som ofte forekommer med VTOL skjer ved overgangen fra vertikal til horisontal forflytning.

Helikopteret er et svært suksessfullt VTOL produkt. Utenom den var Rolls-Royce Trust-Measuring Rig (TMR) et eksperiment som gjorde sin første flyvning 3.august 1954 og var dermed en av de tidligste utviklingene innen utnyttelse av VTOL. Den brukte fem motorer; fire som ble benyttet for vertikal forflytning mens den siste ble benyttet horisontalt (Darling 2016).



Figur 9.1: Bilde av Rolls-Royce Trust-Measuring Rig (TMR). En av de tidlige utviklingsprosjektene inne VTOL

9.2 Regler vedrørende flygninger

For å kunne kartlegge aktuelle regler for flytrafikk er det blitt tatt utgangspunkt i forskrift om lufttrafikkregler (BSL F 1-1) (Lovdata 2016d).

Forskrift om lufttrafikkregler (BSL F 1-1)

Lovutdrag 15: Minstehøyder

§ 2-7.Minstehøyder

Med mindre det er påkrevd for avgang eller landing, eller det foreligger særskilt tillatelse fra Luftfartstilsynet, skal luftfartøy ikke flys over tettbebyggelse eller folkeansamling i friluft i mindre høyde enn at luftfartøyet kan lande uten unødig fare for person eller eiendom på bakken eller vannet.

Som spesifisert av Lovutdrag 15 skal ikke flyvninger forekomme over tettbebyggelser eller folkesamlinger.

Lovutdrag 16: Flyging i nærheten av andre luftfartøy

§ 2-12. Flyging i nærheten av andre luftfartøy

Et luftfartøy skal ikke manøvreres så nær andre luftfartøy at det kan oppstå fare for sammenstøt.

Lovutdrag 17: Innlevering av reiseplan

§ 2-19. Innlevering av reiseplan

(1) Opplysninger om planlagt flyging eller del av flyging som leveres til en enhet av lufttrafikkjenesten, skal være i form av en reiseplan.

(2) Det skal leveres reiseplan før det foretas:

- a) flyging, eller del av flyging, som skal utføres som kontrollert flyging

Lovutdrag 18: Minstehøyder

§ 3-5. Minstehøyder

(1) Luftfartøy under VFR-flyging skal ikke flyges lavere enn 300 m over den høyeste hindring innen en radius av 600 m fra luftfartøyet over tettbebyggelse eller folkeansamling i friluft eller lavere enn 150 m over bakken eller vannet andre steder.

(2) Minstehøyden kan fravikes når det er påkrevd for avgang, landing eller når flygingen utføres med helikopter og skjer i samsvar med driftsforskrifter for ervervsmessig luftfart med helikopter eller det foreligger særskilt tillatelse fra Luftfartstilsynet.

(3) Minstehøyden kan fravikes når det er påkrevd for innflyging for treningsformål såfremt innflygingen ikke foretas over tettbebyggelse eller folkeansamling i friluft.

Lovutdrag 16, 17 og 18 spesifiserer at flyvning ikke skal forekomme i nærheten av andre flyfartøy som gjør at det kan forekomme risiko for sammenstøt, det skal være innlevert reiseplan før hver flyvning og den minste høyden det er lovlig å fly er 300 meter over hindringer, 600 meter over tettbebyggelser eller folkesamlinger og 150 meter over andre tilfeller.

9.3 Regler knyttet til helikopterbruk

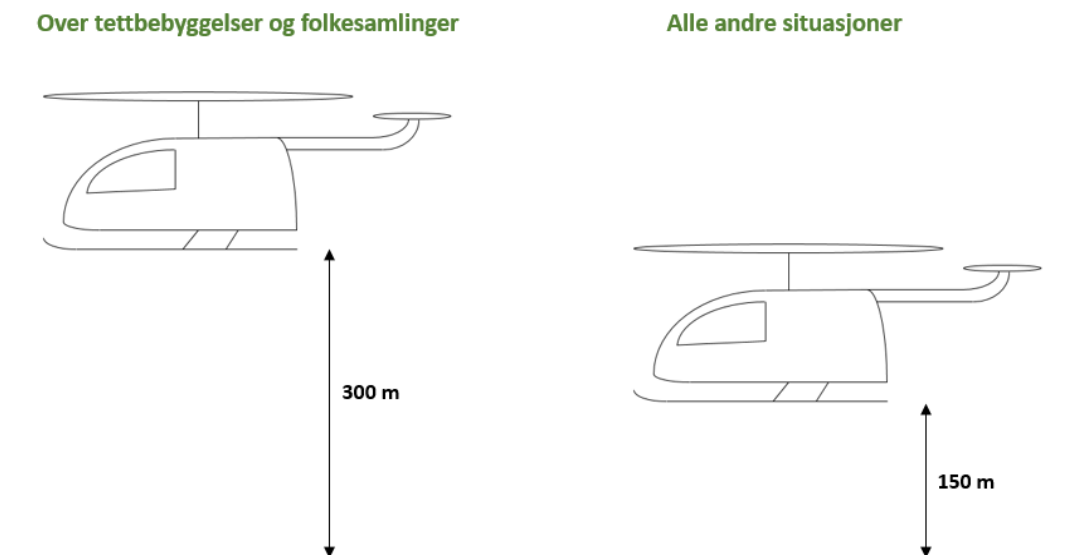
For *Dolphin Sky* vil det kunne være mulig å sette reglement utviklet for helikopterbruk som utgangspunkt for hva som vil kunne være tillatt i og med at begge benytter seg av VTOL. Det antas at det vil være små marginer som skiller reglement for flyvninger generelt, og benyttelse av helikopter.

Landing

Ved landing utenom en regulert landingsplass kreves det grunneiers tillatelse. Hvis landingsplassen er innenfor tettbebyggelse skal også politiet informeres på forhånd. Unntakene er luftambulanshelikoptre og politihelikoptre, som ikke har tid til å innhente tillatelser for å kunne lande på et oppdrag. Med grunneiers tillatelse kan et helikopter gjennomføre 12 bevegelser (6 avganger og 6 landinger) ut fra en uforberedt landingsplass pr uke uten annen tillatelse. Hvis det er behov for flere bevegelser eller hvis det foretas arbeid på landingsplassen for å gjøre den permanent, skal det søkes om konsesjon. (Flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre 2016). For *Dolphin Sky* betyr det at eier av flyvebilen kan be om grunneiers tillatelse for de områdene som det er ønskelig skal benyttes som landingssted, sånn at eier kan gjør 6 flyvninger i uken. Grunneieren er i de fleste tilfeller kommunen. Helikopter kan ta av og lander på områder som er 20x20 meter, men da skal det ikke være i nærheten av bebyggelser og ingen løse gjenstander skal være innenfor rekkevidde, dette gjelder også kabler (Helikopter Flights Ltd. 2016).

Flyvning

Det at *Dolphin Sky* i utgangspunktet skal ferdes 10 meter over bakken gjør at det ikke allerede er utarbeidet retningslinjer for et slikt type fartøy i den høyden som kan implementeres. For helikopter gjelder lignende regler som nevnt i foregående delkapittel. Over tettbebyggelser og folkesamlinger skal minimum høyde være 300 meter, utenom disse situasjonene holder det med 150 meters høydeavstand (Flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre 2016). Dette viser at dagens regelverk ikke tillater at flyfartøy beveger seg under disse høydemålene.



Figur 9.2: Illustrasjon av minstekrav til høydeavstand fra bakkenivå og opp til helikopter. Det skiller mellom avstand fra folkesamlinger og tettbebyggelser hvor det for begge situasjoner er minimumskrav på 300 meter, mens for alle andre situasjoner er minstekravet 150 meter.

Kommentar til gjeldende regelverk og implementering av *Dolphin Sky*

Hvis *Dolphin Sky* skal benyttes 10 meter over vil manglende lovdata gjør at det må opprettes egne lovdata som regulerer flytrafikk under dagens minimumskrav for høydeavstand. Det vil også da være svært strenge sikkerhetskrav da det skal ta forbehold om alle uvedkomne situasjoner som kan oppstå og hvordan dette vil kunne påvirke miljø, andre flyfartøy, samt gjenstander og mennesker på bakken. Det å skulle tenke seg at et fartøy skal kunne løftes ut av trafikken og fly videre er nok for godt til å være sant, i nåværende situasjonen. Grunnen til dette er at det er svært få plasser som faktisk godtar den effekten som propellene gir fra seg til omgivelsene. Avstanden på 20x20 meter til alle objekter og bygninger rundt gjør det utenkelig å skulle benytte midt i et trafikkbildet.

Alternativet ville uansett vært å skulle forlate kjørebanelen og finne alternative godkjente områder hvor den kunne benyttes. Og det å komme seg ut av kø for å finne et slikt område, kan kanskje ta like mye tid som å faktisk fortsette køen slik den allerede er. Det vil derfor ikke være realistisk at man kan unngå kø på den måten, men det kan antas at hvis flere benyttes seg av flyvende fartøy vil det være færre bilister på veiene og dermed mindre kø problematikk.

Alternativt kan det utvikles vertikale asfaltstriper langs veiene på utvalgte steder som kan bli benyttet som avgangsplattform for eventuelle flyvende biler. Det som blir den store utfordringen vil være å regulere trafikken i luften, spesielt hvis den skal ferdes kun 10 meter over bakken. Hvis eventuelle ulykker skulle forekomme i luften, vil dette påvirke trafikk på bakken. Det å da eventuelt bygge et skille, sånn at det blir to separate kjøremønstre som lar dem være uavhengig av hverandre ville vært den beste løsningen. Spørsmålet blir da om kostnaden for å bygge et skille er like dyrt som veiutbygning, i så fall blir spørsmålet om det egentlig er noe poeng å regulere enda ett fartøymønster. Da vil noe av samfunnsnyttene en flyvende bil kan bli borte. Alternativet til dette vil være at *Dolphin Sky* utvikles til å bli benyttes på samme høydenivå som fly og helikopter. Dette gjør at det vil være mulig å benytte seg av et eksisterende trafikksystem som allerede er regulert. Spørsmålet da blir å innfri at privatpersoner kan benytte seg av samme trafikkbilde.

10 KOMMERSIALISERING

Dolphin Sky har som nevnt tidligere ikke som målsetning å bli kommersialisert. Det skal være et undervisningsprosjekt for studenter som ønsker å utvikle sine kunnskaper innen produktutvikling. Likevel er det interessant å kunne tenke seg scenarioer hvor *Dolphin Sky* kan bli et attraktivt produkt også utenfor NMBU. Dette har skjedd ved tidligere prosjekter ved NMBU. Det vil derfor i dette kapittelet bli gjort en internanalyse for å kunne se hva verdien til *Dolphin Sky* faktisk hadde blitt hvis den skulle nå et utvalgt marked.

10.1 Internanalyse

Ved utvikling av et nytt konsept er det avgjørende å finne verdien av sitt eget produkt for å bedre kunne estimere et mulig konkurransefortrinn i markedet. Det vil i dette kapittelet derfor utføres en VRIN-analyse for å kunne komme frem til et mulig fortrinn ovenfor dagens løsninger. Det er likevel viktig å huske at på et såpass tidlig stadiet i utviklingsprosessen er det er stor grad av usikkerhet i form av løsninger som vil bli implementert på et senere stadiet. Michael E. Porter og Victor E. Millar mente at for å kunne oppnå konkurransefortrinn kan man enten utføre de ulike aktivitetene i verdikjeden til en lavere kostnad enn konkurrentene, eller utføre dem på en slik måte at de skiller seg ut og skaper en større verdi (Porter & Millar 1985).

VRIN

For å kunne avgjøre om et produkt har et varig konkurransefortrinn er det fire faktorer som denne metoden benytter for å komme frem til en konklusjon; det er verdi, sjeldenhet, ikke-etterlignbar og uerstattelig (Barney 1991). Gjennom dette rammeverket skal aktøren kunne beholde sitt konkurransefortrinn ved å ta fordel av å implementere strategier som utforsker de interne styrke, gjennom å respondere på muligheter i markedet samtidig som det skal nøytralisere eksterne trusler og unngå interne svakheter (Barney 1991).

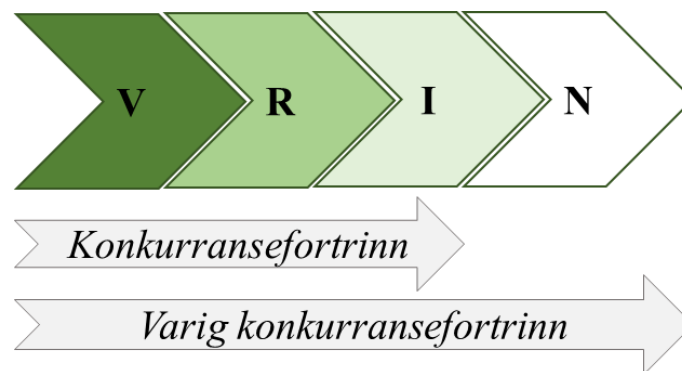
Verdifull: For at egenskaper ved et produkt skal kunne defineres som verdifull må det være en ressurs for firmaet i form av at det utnytter muligheter og nøytraliserer trusler i det interne miljøet. Ressursen er derfor verdifull hvis den gir mulighet for implementering av strategier som forbedrer effektivitet og virkninger (Barney 1991). *Dolphin Sky* utnytter muligheter ved å være et produkt som svarer til noe av energispørsmålet dagens samfunn står ovenfor. Det å utvikle et kjøretøy som kan være et mer miljøvennlig alternativ gjør at det fokuseres på å svare på et dagsaktuelt problem, og dermed svare til den forurensende virkningen som utslipp har på miljøet. Det er også et produkt som gir mulighet til å implementere strategier for å kunne utvikle et optimalt konsept basert på trehjulsmodellen. I tillegg er det et alternativ for utbygning av veier som er en betydelig kostnad for staten. Det vil også kunne svare på statistikker som viser at nesten 90% av bilkjøringen utføres med under 3 passasjerer i bilen.

Sjelden: For at en ressurs skal være sjelden skal det ikke være en ressurs som et stort antall konkurrenter har tilgang til. Her er det viktig å tenke på at utviklingen av *Dolphin Sky* forgår gjennom masterprosjekter. Dette gjør at studentene som skriver oppgavene er oppdatert på den

nyeste teknologien og vil kontinuerlig gjøre endringer for at produktet skal være så optimalt som mulig ut ifra forutsetningene som eksisterer. Ved at utviklingen skjer gjennom ytterst kreative sjeler, gjør at muligheten for innovasjon og utvikling av nye produkter (potensielt patent) er særdeles stor. Det at det også kommer nye øyne på prosjektet hvert semester gjør at det er større sjans for at alle løsninger og muligheter evalueres, i forhold til konkurrenter som kanskje har samme personer som jobber på produktet og dermed ikke kan utnytte fordelen ved et «frisk pust» som gir større mulighet for kreativitet og fremgang. Selve oppbygningen og prosessen for å nå frem til et ferdig produkt har derfor er svær stor grad av sjeldenhet. Hvis konseptet skulle bygges kun ut av kjøpte deler, noe som kan bli tilfellet, vil sjeldenheten gå bort og det vil derfor være mulig for konkurrenter å skape et identisk produkt.

Etterlignbarhet: Gjennom et masterprosjekt er det mulig å gjøre oppgaven konfidensiell i opptil fem år etter at studenten har levert. Dette gir skolen trygghet på at eventuell utvikling av nye funksjoner, design og produkter blir beskyttet og dermed ikke mulig for konkurrenter å kopiere. Det er dog mulig å etterligne når produktet når markedet, men har man en kontinuerlig struktur på strategiutforming og gjennomføring er det ikke like stor sannsynlighet for at konkurrentene klarer å etterligne produktet og nå markedet før *Dolphin Sky*. Igjen, det at det er nye studenter som er oppdatert på den nyeste teknologien og systemutviklingen gjør også at *Dolphin Sky* kontinuerlig kan optimaliseres og dermed minke sjansen for etterlignbarhet.

Substituerbarhet: Selv om en konkurrent kanskje ikke like enkelt klarer å kopiere en ressurs, kan det hende dem har muligheten til å substituere med en lignende ressurs som gjør at lignende strategier kan implementeres som igjen gjør at et substituerende produkt blir resultatet. For konkurrenter av *Dolphin Sky* vil det kunne være mulig å lage lignende konsept, selv om de kanskje ikke har tilgjengelig eksakt hvordan *Dolphin Sky* er bygd opp. Dette kan ytterligere forhindres hvis det er mulig å få patent på ulike løsninger.



Figur 10.1: Oversikt over hvilke parametere i VRIN-analysen som må oppfylles for å kunne få de ulike konkurransefortrinnene. For å kunne oppnå et konkurransefortrinn må internanalysen konkludere med at produktet både har verdi, er sjelden og ikke-etterlignbar. For at det skal være mulig å også oppnå et varig konkurransefortrinn må produktet i tillegg ikke være mulig å substituere.

Konklusjon fra VRIN-analysen

Ut ifra vurderingene som er gjort på dette tidlig-stadiet av konseptutviklingen konkluderes det ved at *Dolphin Sky* vil kunne ha mulighet for å opparbeide seg et konkurransefortrinn i markedet ved å være

verdifull, sjelden og vanskelig å etterligne. Det er dog store muligheter for substitutter og at konkurrerende alternativer når markedet. Dette gjør at det ikke burde settes som mål å ha et *varig* konkurransefortrinn, men likevel være på hugget for å kunne være en av få. Selv om det i dag kan se ut som *Dolphin Sky* kan ha et konkurransefortrinn er det viktig å gjøre kontinuerlige fornyelser av de ulike analyseverktøyene. Dette for å kunne holde seg oppdatert på nye produkter og konkurrenter som kan nå markedet før ferdig fremstilling av *Dolphin Sky* er gjennomført.

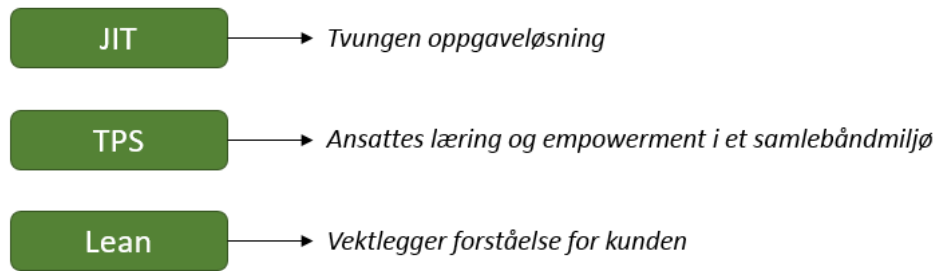
10.2 Tilvirkningsprosess- og produksjonsvurdering

Som det er blitt spesifisert i begynnelsen av dette kapitlet er ikke målsetningen til *Dolphin Sky* å nå en bestemt kundegruppe. Motivasjonen er å benytte det som et undervisnings- og læringsprosjekt for universitetsstudenter. Men hva skjer hvis prototypen er vellykket? Hva hvis media fanger opp i det og det begynner å etableres en etterspørsel i markedet for dette produktet? Hva skjer da? Da vil tankesettet i utgangspunktet ikke være forberedt på en slik etterspørsel og dermed er det store sannsynligheter for at denne samme etterspørselen er borte når man endelig har begynt å kunne få i gang en produksjon som svarer til den. Eller enda verre, det er andre aktører som har sett etterspørselen, utviklet et lignende produkt og nådd kundegruppen raskere? Det å være åpen for suksess er en suksess i seg selv, da dette åpner opp for eventuelle muligheter man kanskje ikke i utgangspunktet visste at man ønsket. Det vil derfor i dette delkapitlet gå dypere inn på ulike prosessforslag, da spesielt i forhold til produksjon og organisering, for å kunne legge et grunnlag for videre optimalisering av utviklingskategoriene.

Just in time (JIT), Lean og Toyota Production System (TPS)

Når det kommer til implementering av ulike prosessverktøy er Toyota en bedrift som har vært til inspirasjon for mange ulike firmaer i hele verden. Det som er sentralt for ansatte i Toyota er at dem lærer hvordan de kan utvikle og produsere produkter under ideelle forhold. Ideelle forhold eksisterer kun når anlegget, maskinene og menneskene sammen tilfører verdi uten å generere mer avfall. Avfall senker produktiviteten ved at ressurser brukes på overflødig inventar, unødvendig prosessering og dårlig kvalitet. Dette er grunnen til at fokus på minimering av avfall er essensiell for prosessstrukturen til Toyota og fundamentet i produksjonssystemet. Dette, i tillegg til fokus på JIT og Lean gir Toyota et sterkt konkurransefortrinn i markedet (Heizer & Render 2014).

JIT er en filosofi som går ut på at en bedrift driver med kontinuerlig problemløsning med fokus på gjennomstrømning og redusert varelager. Tankegangen bak TPS er at fokuset ligger på kontinuerlig forbedring, respekt for mennesker og standardiserte arbeidspraksiser. Til slutt går LEAN ut på å eliminere avfall gjennom kontinuerlig forbedring og fokus på å tilby kunden akkurat det dem ønsker (Heizer & Render 2014).



Figur 10.2: Illustrasjon av forskjellene som skiller JIT, TPS og Lean organisasjoner. Beste alternativet vil være å kunne implementere alle inn i samme organisasjonsstruktur.

Ved å ta inspirasjon fra disse tre filosofiene vil en eventuell produksjonsprosess ha større flyt, mindre avfall og være rettet mot en bestemt etterspørsel som gjør at unødvendige kostnader blir eliminert.

Industriell økologi

Begrepet industriell økologi er nokså nytt og ble først introdusert gjennom tidsskriften *Scientific American* i 1989, ved en artikkel av Robert Frosh og Nikolas E. Gallopulos. Industriell økologi går ut på hvordan man gjennom et teknologisk perspektiv kan inspireres av naturen for å unngå avfall. Ved reproduksjon og resirkulering skal man kunne eliminere mye av avfallsproblemet som verden står ovenfor. Hvert år står utgatte biler for mellom 8 og 9 millioner tonn avfall kun i Europa (European Commission 2016). Dette er grunnen til at Europeiske direktivregelverket presenterer ulike reglement for å prøve å implementere rammer for avfallshåndtering. For *Dolphin Sky* vil spesielt direktiv nr. 2000/53/EC være spesielt relevant. Dette direktivet fremhever hvordan utgatte biler skal sikres slik at demontering og gjenvinning blir gjort mer miljøvennlig.

IPD

For å kunne utnytte de ressursene man innehar og nå tidsfrister er det avgjørende å ha en produktutviklingssystematikk som underbygger dette. Som nevnt tidligere innebærer Integreert Produktutvikling (IPD) hvordan økt og strukturert kommunikasjonen mellom ulike avdelinger allerede tidlig i utviklingsprosessen vil kunne føre til større effektivitet, lavere gjennomføringsevne og bedre læringseffekt i produktutviklingsprosjektene.

Denne tankegangen er bakgrunnen for inndelingen av Del A og Del B av utviklingen av *Dolphin Sky*. Del A skal fokusere på design og konseptutviklingen av det fysiske produktet, mens Del B skal utrede viktig informasjon knyttet til system, sikkerhet, markedssituasjon og økonomi som kan påvirke konseptutvikling. Det spesifiseres da implementering av sikkerhetskrav i henhold til gjeldende regelverk og ergonomi som vil kunne stoppe en eventuell produksjon på et senere punkt hvis det ikke blir tatt hensyn til i tidlig konseptutvikling. En slik kommunikasjon og samarbeid fra ulike fagområder fremhever eventuelle problemstillinger som ville kunne dukket opp senere. Dette ville ført til bortkastet utviklingskostnader og gjort at man måtte gått tilbake til konseptutvikling.

produseres produkter før det er en klar etterspørsel, dette vil igjen kunne underbygge LEAN ved å eliminere unødvendig avfall. Fokus på industriell økonomi i hele systemet hvor eventuell avfall forkommer vil kunne ha en markedsmessig fordel da bedrifter som implementerer prosesser som tilfredsstillende gjeldende standarder for resirkulering vil kunne forsvare en høyere produktkostnad. Figur 10.3 illustrerer denne prosess-strukturen som anbefales for å kunne optimalisere produktutviklingsprosessen til *Dolphin Sky*.

10.3 Realiseringsøkonomiske vurderinger

Ved å se på kostnadskalkylene som ble gjort til Roskva prosjektet (se vedlegg A), vil det være mulig å estimere en ca. pris for prototypen til *Dolphin Sky*. Dette fordi det er tatt utgangspunkt i at de ulike delene som blir benyttet til Roskva eventuelt kan være mulig å tilpasse *Dolphin Sky*.

Total kostnadsoversikt for Roskva-prosjektet

Tabell 10.1: Total kostnadsoversikt for Roskva-prosjektet, fordelt over tre ulike prosesskategorier. Disse er konseptutvikling, produksjon og materialer

	Olsvik	Nordberg	Krog	Skjong	Kultorp	Total
Konseptutvikling	796 000	540 000	556 800	540 000	461 450	2 894 250
Produksjon	213 800	30 500	25 400	33 975	31 200	334 875
Materialer	27 400	66 905	5 966	66 857	13 345	180 473
Total	1 037 200	637 405	588 166	640 832	505 995	3 409 598

Grunnet at det tok ca. 24 masteroppgaver å bygge Alu-Trac traktoren ved IMT, antas det at det vil ta ca. 12 masteroppgaver å komme til et prototypestadiet for *Dolphin Sky*, siden den antas å være mindre kompleks. Det vil i tillegg antas at produksjon og materialkostnader vil være tre ganger så stor som for Roskva. Det antas at produksjon foregår i en allerede etablert fabrikk, med produksjonsavdeling. I tillegg bes det legge merke til at i Vedlegg A har gruppen som arbeidet med Roskva antatt ulik timelønn. Timelønn kan estimeres til å være 1,6 promille av nominell årslønn, ved fremtidig kostnadskalkyler.

Tabell 10.2: Total kostnadsestimering av *Dolphin Sky*, frem til prototypestadiet

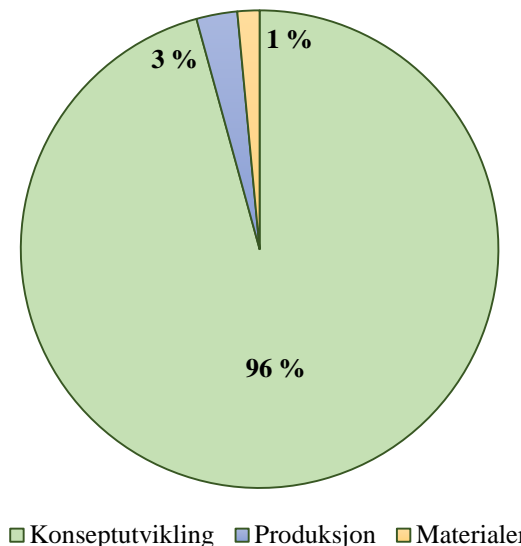
Konseptutvikling	8 682 750
Produksjon og materialer	1 546 044
Total	10 228 794

Som tabell 10.2 viser så vil produksjon og materialkostnader ligge på rundt 1,5 millioner kroner. Uansett hvor stor serieproduksjon man har, vil det ikke understige dette beløpet. Grunnen til dette er at produksjon og materialkostnader er variable kostnader, og vil derfor ikke fordele seg utover ved større produksjon.

Fordeling av kostander

Et overordnet bildet av hvor stor andel de ulike prosesstrinnene utgjør av den totale kostnaden er interessant, spesielt når det er usikkert på dette stadiet hvor mye materialet som vil måtte bli benyttet for å bygge en prototype av *Dolphin Sky*.

Fordeling av prototyperkostnader for Roskva



Figur 10.4: Kostnadsfordeling ved konseptutviklingen til Roskva frem til ferdig prototype.

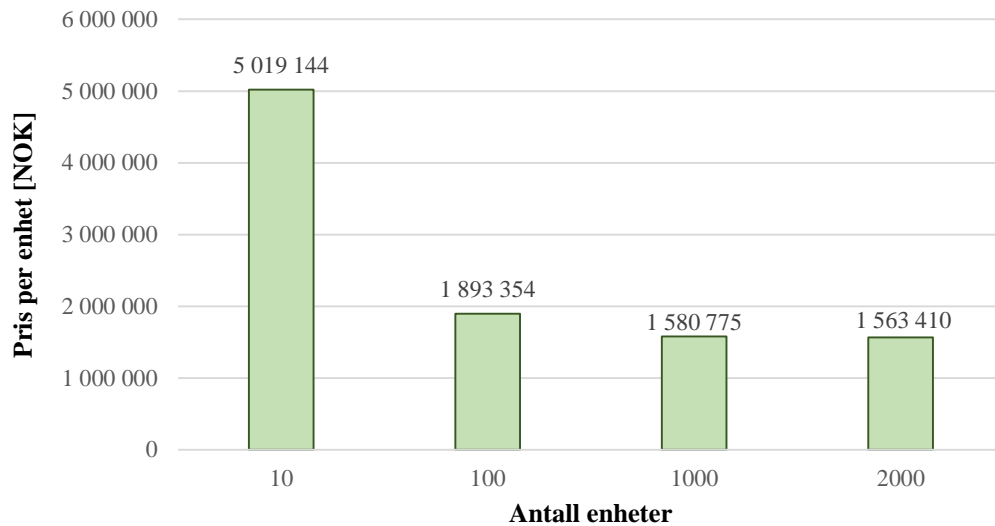
Figur 10.4 viser at konseptutvikling står for hele 96% av den totale kostnaden. Dette er ofte den kostnaden som blir undervurdert når man setter i gang med produktutvikling, men er helt avgjørende for å kunne få et realistisk bildet over den totale kostnaden (Bøe 2014). Dette viser at selv om ikke den totale materialmengden for *Dolphin Sky* er estimert, vil den utgjøre en liten forskjell i forhold til den totale kostnaden. Det som er avgjørende er hvor mange masterprosjekt som skal gjennomføres før prototypebygging blir et faktum. Hver masteroppgave utgjør 900 arbeidstimer, og dette skal regnes med. For Roskva prosjektet er det altså 4500 arbeidstimer som ligger til grunn for kostnadsfordelingen. Det antas at det vil kreves et større omfang av masteroppgaver til for å kunne bygge *Dolphin Sky* da det krever mer arbeid ved enkeltdeler som ikke enda finnes. Dette inkluderer blant annet thrustere som skal utvikles høsten 2016.

Stordriftsfordeler (Economies of Scale)

Hvis det estimeres til at prisen for *Dolphin Sky* vil være på samme nivå som den totale prisen på prototypen til Roskva, er det mulig å se hvordan man da er plassert i forhold til prisnivået til de utvalgte konkurrentene for denne rapporten.

Som nevnt tidligere vil prisen bli betraktelig lavere ved en større produksjon (over 25 enheter). Årsaken til dette er at de faste kostnadene som kreves for å produsere et produkt, blir fordelt ut over flere enheter som igjen da fører til lavere enhetskostnad. Det er dette som heter Economies of Scale,

eller stordriftsfordel som er blitt nevnt tidligere i rapporten. Fordelen ved å kunne skape en større produksjon er avgjørende da prisen på et produkt ofte er av stor betydning for kunden. Dette er grunnen til at det også tidligere i *Five Forces* analysen ble sett på som en av de viktigste inngangsbarrierene. Ved estimering av reduksjonen i enhetspris er det tatt utgangspunkt i at engangskostnaden (fast kostnad) er timene som går inn under konseptutvikling, mens de variable kostnadene som ikke reduseres ved økt produksjon er produksjonskostnader og materialer.



Figur 10.5: Grafisk fremstilling av enhetspris ved 10, 100, 1000 og 2000 produserte enheter.

Som figur 10.5 viser så minker prisen betraktelig fra 10 produserte enheter til 100 produserte enheter. Det er dog ikke så stor forskjell i prisnivået mellom 100 og 2000 produserte enheter. Det kan derfor bli tatt utgangspunkt i at 1000 produserte enheter vil være tilstrekkelig for å kunne regne med en brukbar gevinst. Hvis den aktuelle målgruppen er motorsykkelenentusiaster vil det ikke være nødvendig å ha ytterligere prisreduksjon som et av hovedfokusene, da de ofte er villig å betale en høy pris for gadget.

Hvis man går ut ifra at *Dolphin Sky* skal selges gjennom butikk vil enhetsprisen kunne ganges med fire for å kunne inkludere kostnader som påløper gjennom grossistleddet og detaljleddet. Avansemarginen hos grossistleddet er gjerne rundt 20% av den prislappen han selger varene videre til detaljisten med. Detaljisten vil legge på ytterligere kostnader da den gjerne regner en avanse på 50% av sluttprisen ut til kunden (Bøe 2014). Ved produksjon av 1000 enheter vil enhetsprisen ut av butikk bli rundt:

$$\text{Pris ut fra butikk} = 1\,580\,775 \text{ kr} \cdot 4 = 6\,323\,100 \text{ kr}$$

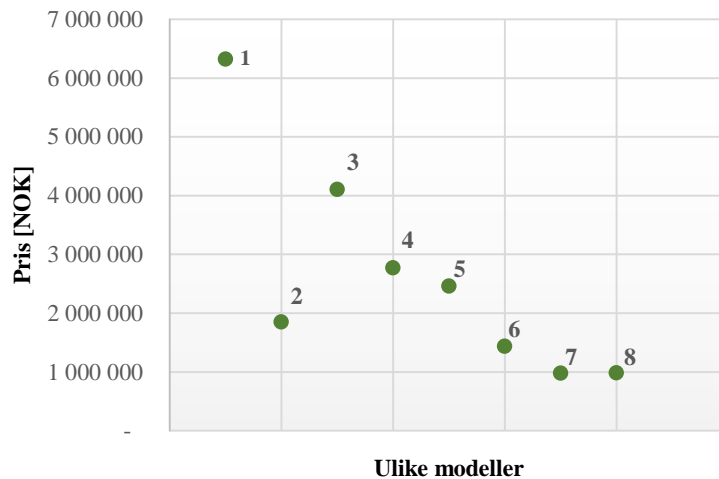
Eneste måten å få denne prisen ned ytterligere er hvis arbeidskostnader og materialkostnader går ned.

Prisene for de ulike konkurrerende løsningene er som Figur 10.6 viser omgjort til norske kroner i henhold til valutakursene spesifisert i Tabell 10.3.

Tabell 10.3: Valutakurser hentet fra Norges Bank sin hjemmeside 25.04.2016 (Norges Bank 2016)

Valuta	Antall	NOK
€	1	9,24
\$	1	8,21

Prisnivå for de utvalgte modellene



Figur 10.6: Oversikt over hvordan Dolphin Sky kan ligge prismessig i forhold til de utvalgte konkurrentene for denne rapporten. Nummerering representerer: 1: Dolphin Sky, 2: AeroMobil, 3: M400, 4: PAL-V, 5: Terrafugia, 6: Overdrive#1, 7: The SkyQuad og 8: Xplorair

Hvis prisen til *Dolphin Sky* ender på samme nivå som prisen som estimeres i denne rapporten ligger den mye høyere enn de andre konkurrentene. Det er dog viktig å huske at hvis *Dolphin Sky* skulle komme til et punkt hvor kommersialisering er en mulighet vil ikke utviklingskostnaden som er knyttet til masterprosjekt ikke lønnet. Så dette vil ikke være en reell kostnad for dette prosjektet. Det vil også ved kommersialisering være aktuelt å importere deler fra leverandører, og ikke produsere alle deler selv. Dette vil kutte kostnadene betraktelig.

Kommentar til en eventuell kommersialisering

Ved en eventuell kommersialisering vil det komme opp mange spørsmål som det er nødvendig å finne svar på. Dette inkluderer blant annet: Kan universitetet drive med salg? Ville det heller være aktuelt å opprette ett aksjeselskap som stod for organisering og salg av *Dolphin Sky*? Og hvem skulle drifte dette aksjeselskapet? Vil det være andre bedrifter som heller kunne vært aktuelle å ta *Dolphin Sky* inn i en realiseringsfase? Dette er alle spennende problemstillinger som dukker opp ved en eventuell produksjon og realisering av *Dolphin Sky*. Denne oppgaven har gått ut ifra at produksjon foregår i en ferdig etablert fabrikk med produksjonsavdeling, da dette blir sett på som det mest realistiske scenarioet ved en eventuell kommersialisering.

Sånn som markedet er nå så er det ikke tillatt å realisere et produkt slik som *Dolphin Sky*, og det vil kreves endringer både i utforming av infrastruktur og lovverk før dette vil være aktuelt. Hvis dette

skjer, og infrastrukturen og reglement tillater et slik produkt, så kan et potensielt framtidsscenario kanskje utarte seg som på 10.7.



Figur 10.7: Illustrasjon av en potensiell framtidsscenario for Dolphin Sky hvor reglement og infrastruktur er blitt tilpasset slike fartøy, hvis ikke sikkerhet i er i fokus under hele utviklingsprosessen. Konseptdesign utviklet i Del A (Rummelhoff 2016). Bilde av Andedammen er hentet fra: (Koppen 2010).

Og som Figur 10.7 illustrerer, så er det avgjørende å ha sikkerhet i fokus ved bygging av en eventuell prototype, da styrt i Andedammen ved NMBU ikke er et foretrukket scenario.

11 PROSESSEVALUERING OG DISKUSJON

I dette kapitlet vil egeninnsats og utviklingsprosess bli diskutert, da spesielt i forhold til usikkerhet i beregninger, antagelser og analyser som er blitt gjort. Det har vært en omfattende jobb å skulle utrede informasjon vedrørende såpass mange ulike områder, og grunnet begrenset tid har det vært nødvendig å foreta en del antagelser og avgjørelser for å kunne komme i mål. Det vil i tillegg i dette kapitlet bli anbefalt mulige forbedringer og tiltak som kunne blitt iverksatt for å optimalisere både arbeidsprosess og gjennomføring av masteroppgaven.

11.1 Arbeidsprosessevaluering

Det vil alltid være forbedringspotensialet knyttet til hvordan strukturering av arbeid og tidsplanen er lagt opp. For å kunne få et størst mulig læringsutbytte av prosjektet og prosessen er det viktig å kunne evaluere egen innsats for å finne punktene som kunne gjøres annerledes, både sterke og svake sider.

Aktuelle punkter som kunne ha blitt gjort annerledes er:

- **Økonomiske og miljømessige aspekter:** I dette kapitlet kunne mer grundig bakgrunnsinformasjon vedrørende økonomiske og miljømessige aspekter som motiverer til å utvikle et slikt fartøy blitt hentet inn. Teorien som blir presentert er kanskje mer rettet mot utvikling av Dolphin Duo og Dolphin Family, og ikke like mye rettet mot å utvikle *Dolphin Sky*.
- **Masterprosjekt knyttet til Duo og Family:** En grundigere gjennomgang av tidligere prosjekter, og utredning av erfaringer knyttet til disse prosjektene for videre arbeid burde ha blitt utført. På den måten kan mengden masteroppgaver som kreves for å utvikler *Dolphin Sky* reduseres.
- **Aktuell kundegruppe:** Det å definere en aktuell kundegruppe kan være en ganske omfattende jobb, spesielt for et produkt som ikke eksisterer i dag. Det burde derfor vært gjort en grundigere analyse av hvilken behov *Dolphin Sky* skal fylle og hvilken målgruppe den vil være aktuelt for.
- **Konkurrenter for Duo og Family:** Ved valg av aktuelle konkurrenter kunne det vært et større fokus på å plukke ut produkter som ikke har blitt nevnt i tidligere masteroppgaver. Dette for å kunne vise et større mangfold av potensielle konkurrenter. Ved at flere av konkurrentene nevnt i denne oppgaven også er nevnt i tidligere oppgaver, gir det mer informasjon om hvordan de ligger an på dette tidspunktet, enn at det viser bredden av aktuelle konkurrenter. Likevel er det tatt en avgjørelse på at de presenterte konkurrentene vil være de største og mest aktuelle.
- **Cockpitutforming:** Ved utarbeidelse av målkrav for cockpit er det blitt antatt at passasjerer sitter bak fører med plass til begge beina bak setet. Det kunne vært mulig å plassert beinene mer på hver side av fører, da dette vil kunne gi mer en følelse av å kjøre motorsykkel, dette gjelder også i form av å kanskje plassere setene noe nærmere bakken for å få en større følelse av nærhet til veien slik som motorsykler ofte kan gi. Ved en eventuell endring av kundegruppe vil den presenterte løsningen være tilstrekkelig i forhold til målkrav for 99% av den mannlige

befolkningen i USA. Løsningen er også tilstrekkelig hvis det ikke er ønske om en større følelse av å kjøre motorsykkel.

- **Sikkerhetskonsept:** Ved valg av endelig sikkerhetskonsept kreves det nøye beregninger for aktuelle ulykkesscenarioer for å kunne velge et konsept som er tilstrekkelig og innenfor sikkerhetsmessige rammer. Det er i denne oppgaven kun antatt hva som vil være tilstrekkelig, og ikke gjort testinger eller beregninger. Det er likevel blitt presentert et forslag til hvordan forebyggende beregninger kan gjøres i kapittel 6.4 som skal kunne fungere som et rammeverk for senere valg av sikkerhetskonsept for *Dolphin Sky*.
- **Erfaringer fra Roskva:** Så tidlig i utviklingsprosessen er det som nevnt tidligere mange parametere som ikke er bestemt enda, som gjør at det er vanskelig å anta hva som vil være aktuelt. Ytterligere erfaringer vil derfor kunne hentes ut fra Roskva oppgavene når disse parameterne er på plass. For denne oppgaven er det spesielt blitt plukket ut motor og batterivalg som eventuelle komponenter som kan implementeres.
- **Markedsrammer:** Ved utredning av ulike eksterne faktorer som kan påvirke utviklingsprosessen og selve produktet er det tatt utgangspunkt i statistikker og data som kommer fra pålitelige kilder. Det har i tillegg vært et sterkt fokus på at data som blir presentert er fra nyere tid, for å kunne ha et mest mulig reelt bilde av markedsrammene som faktisk er aktuelle. For denne oppgaven var det å utrede lovdata og reglement i fokus, noe som gjør at de andre delene av PESTEL-analysen kunne ha vært mer omfattende. Det er blitt presentert et utvalg av lovdata som blir sett på som mest relevant på dette stadiet av utviklingsprosessen.
- **Markedsplassering:** Da det skulle velges aktuelle konkurrenter for *Dolphin Sky* ble det sett på de som inspireres av helikopter og de som tar utgangspunkt i fly. I tillegg er det presentert et konsept som ikke kan kjøre, dette fordi det kan brukes som inspirasjon for utforming av VTOL. Det anbefales en mer grundig gjennomgang av aktuelle patenter for de ulike løsningene før aktuelle konkurrenter inspirerer til funksjonsutvikling. Dette for å unngå at utviklingsprosessen stoppes fordi aktuelle løsninger allerede er patentert. I tillegg er det blitt ekskludert vurdering av forhandlingsmakt for kunde og leverandør, da det blir sett på som for tidlig å gjøre ordentlig så tidlig i utviklingsfasen. Ut ifra de tre kreftene det er blitt sett på er det blitt kartlagt de mest aktuelle substituttene, forlags til relevante inngangsbarrierer for nyetableringer og en potensiell markedsplassering for *Dolphin Sky* i forhold til de utvalgte konkurrentene.
- **Kvalitetssikring:** Ved valg av kilder for bilder har det til tider blitt benyttet mindre pålitelige kilder, men det er antatt at dette ikke spiller inn på kvaliteten og relevansen av bildet som blir presentert. Noe informasjon fra internettsider oppgir ikke årstall for når det ble publisert, noe som gjør at det kan være en risiko for at dette stoffet er utdatert. Det å bruke mer tid på å finne informasjonen et annet sted kunne vært gjort. Likevel har det vært sterkt fokus på at presentert informasjon er oppdatert og relevant.
- **Kommersialisering:** Det at *Dolphin Sky* ikke er tenkt å skulle produseres gjør at det er vanskelig å plassere den i forhold til aktuelle konkurrenter. Det er en fordel å skulle oppnå masseproduksjon da enhetskostnaden går betraktelig ned, men da produksjon ikke er en motivasjonsfaktor blir dette uaktuelt. Likevel er det interessant å se på muligheten ved en

eventuell kommersialisering, og dette er grunnen til at det er inkludert som et kapittel i denne oppgaven.

11.2 Kravspesifikasjoner

Kravspesifikasjonene som er satt i oppgaven er gjort etter omfattende gjennomgang av aktuell faglitteratur og reglement. Dette gjelder hovedsakelig i utforming av cockpit og reglement knyttet til førerkort, utforming av kjøretøy og selvbygde fly. For oppgaven ble det plukket ut de lovdataene som ble sett på som mest aktuelle på dette tidspunktet. Det er ikke blitt gjennomgått lovdata for utforming av sikkerhetstiltak, noe som burde bli gjort for å kunne gjøre riktige konseptvalg. Fokuset for oppgaven er å kunne lage en idé av en mulig løsning for en flyvende bil.

11.3 Analyse

Valget av metodeverktøy som har blitt gjort i oppgaven har vært på bakgrunn av opparbeidet kunnskap gjennom masterfag tatt ved NMBU. Det å benytte seg at Pugh's metode var interessen av å lære noe av kunnskapen som mange tilegnet seg gjennom TIP300, et fag som ikke har vært inkludert i INDØK-profilen før nå. Det at oppgaven blir utarbeidet på et såpass tidlig stadiet av utviklingsprosessen gjorde at mye av informasjonen som er nødvendig i de ulike metodene manglet. Derfor vil denne oppgaven mer presentere et utvalg av aktuelle metodeverktøy av stor relevanse, men som burde bli gjort på nytt ved et senere tidspunkt for å kunne gi bedre estimat og resultat. Da spesielt Pugh's metode som tar utgangspunkt i mange antagelser, *Five Forces* som på dette tidspunktet ekskluderer to av kreftene og PESTEL som burde bli gjort enda mer utdypende i form av politiske, økonomiske, miljømessige og teknologiske faktorer som kan spille inn. VRIN analysen som er gjort er kun aktuell ved en eventuell kommersialisering, så hvis dette ikke blir tilfellet er det ikke en analyse som trenger å bli gjort på nytt.

11.4 Beregninger

Som nevnt gjentatte ganger tidligere er det begrenset med kravspesifikasjoner for *Dolphin Sky* på dette tidspunktet, noe som gjør at alle beregninger gjort i oppgaven er forenklet. Det vil også her være nødvendig å gjøre ytterligere beregningene mer nøyte når fremtidige delprosjekter er definert.

Fordeling av beregninger knyttet til fremtidige oppgaver:

Utforming av sikkerhetskonsept: Hvor mye energi som må absorberes i kræsjeøyeblikket. Både når *Dolphin Sky* er i luften og på bakken.

Utvikling av drivlinje: Beregninger knyttet til valg av motor og batteriløsning. Her vil også beregninger knyttet til effektbehov komme inn. For denne oppgaven ble dette gjort svært forenklet da den kun var for valg av førerkort og et bilde av hvor stor batteripakke som kan være nødvendig.

12 KONKLUSJON

I masterarbeidet har delmålene blitt gjennomført slik at det har vært mulig å vurdere sikkerhets- og ergonomiaspekter knyttet til *Dolphin Sky*. I tillegg har det blitt satt rammebetingelser for cockpiten, med utgangspunkt i kravspesifikasjoner fra Del A og antropometriske krav. Arbeidet har også inkludert analyse av potensielle markedsrammer og markedsplassering samt utredning av utvalgte konkurrenter for alle tre Dolphin-konseptene.

De neste delkapitlene vil ta for seg resultatene som er utarbeidet gjennom de ulike analysene, samt anbefalinger rundt arbeidet med *Dolphin Sky* og videre arbeid som blir sett på som svært aktuelt.

12.1 Resultater

Resultater fra rapporten er en blanding av kvantitative resultater og observasjoner gjort ut ifra innhentet informasjon. Det ble tidlig innhentet informasjon fra Del A om at *Dolphin Sky* foreløpig skal utvikles med en tadpole hjulkonfigurasjon, som vil si to hjul foran og ett hjul bak. Gjennom beregninger, ergonomiske krav og Pugh's metode er det i denne oppgaven utformet noen spesifikasjoner vedrørende *Dolphin Sky*. Disse er:

- **Dimensjoner for cockpit:** For å kunne svare til 99% av den mannlige befolkningen i USA vil lengden være 2718 mm, bredden må være minimum 1006 mm og høyden vil måtte være 1256 mm.
- **Sikkerhetskonsept:** Gjennom Pugh's metode ble airbagløsning under hele konstruksjonen det konseptet som kom best ut. Dette basert på vekten og kriteriene satt opp på dette tidspunktet.
- **Nødvendig absorbert energi:** Ved forenklet beregning, vil *Dolphin Sky* skape en energi på ca. 115 kJ ved fall fra en høyde på 10 meter.
- **Nødvendig nedgiring:** Ved å benytte seg av samme motor som Roskva, men med fire stykker koblet i serie, vil det være nødvendig med en nedgiring på 5:1 for å oppnå en maksimal hastighet på 100 km/t.
- **Effektbehov ved drivhjulene (estimat):** Det totale effektbehovet ved drivhullet, inkludert rulle- og stigningsmotstand, akselerasjonsmotstand og luftmotstand vil ligge på rundt 134,2 kW.
- **Batteripakke:** Effektbehovet etter nedgiring vil ligge på 28,7 kW og vil gjøre at strømmen batteripakken må levere når kjøretøyet benyttes i en time på full hastighet, må være rundt 261A.
- **Kostnadsestimering:** Kostnaden for å produsere en enhet vil ligge på ca. 10,3 millioner kroner. Butikkpris vil være ca. fire ganger så stor. Ved å produsere 1000 enheter vil butikkprisen ligge på 6,3 millioner kroner.

Ut ifra innhentet informasjon vedrørende lovdata kommer det frem at *Dolphin Sky* klassifiseres som bil per definisjon, men ikke i forhold til hvilke førerkort som vil være påkrevet. I og med den vil ha en høyere effekt enn 15 kW vil det være krav om førerkort klasse A for å kunne benytte seg av den.

Ut ifra vurderingene som har blitt gjort på dette tidspunktet i utviklingsfasen, ved hjelp av VRIN analysen, konkluderes det med at *Dolphin Sky* har potensialet til å kunne ha et konkurransefortrinn, da det blir sett på som både verdifullt, sjeldent og vanskelig å etterligne. Det blir ikke konkludert med at det foreligger et varig konkurransefortrinn, da det er store muligheter for substitutter som kan fylle samme behov som *Dolphin Sky*.

På dette tidspunktet er det ikke utarbeidet infrastruktur som er mottakelig for en flyvende bil. Utfordringen med *Dolphin Sky* er at den beveger seg såpass nær bakken, ikke høyere enn 10 meter over bakken. I Norge er det i dag bestemt at luftfartøy ikke kan ferdes lavere enn 300 meter over tettbebyggelser og folkesamlinger, og 150 meter ellers. Dette gjør at det ikke vil være tillatt at *Dolphin Sky* benyttes i den tiltenkte høyden, da må det innføres endring av gjeldende reglement.

12.2 Anbefalinger

Dette avsnittet tar for seg generelle anbefalinger hvis det skal forkomme videre utviklingstrinn for dette konseptet:

- Ut ifra innhentet data vedrørende norske trender anbefales det å skulle gå videre med å utvikle en ladbar hybrid, da dette er mest etterspurt.
- Det vil også anbefales at hvis kundegruppen forblir den samme så blir det sett på muligheten for å skiftes hjulkonfigurasjonen over til en delta-formasjon. Dette for å kunne ha en lignende tiltesystem som CARVER for å kunne appellere mer til motorsykkelenusiaster som vil kjenner mer igjen bevegelsesbanen kroppen har ved kjøring.
- Det å lære av Toyota hvordan de og mange andre vellykkede bedrifter oppnår suksess ved å sette kunden i fokus; gjør at det å forske på målgruppen må være en motivasjon. Dette krever nøye utforming av aktuell kundegruppe, samt kundeundersøkelser for å kunne utvikle et produkt som svarer til både behov og forventninger.
- Se på inspirasjon fra Skylys-konseptet, som har en påsatt vinge som kan benyttes ved flyvning. I og med at den antageligvis vil bli mest benyttet som bil, vil dette kanskje være en bedre løsning, da det optimaliserer funksjonene ved at de kan separeres og benyttes uavhengig av hverandre.
- Ved en eventuell produksjonssituasjon anbefales det å se på muligheten for å utvikle en produksjonskjede som tar utgangspunkt i IPD, LEAN, JIT og TPS.
- Ved en eventuell kommersialisering anbefales det å se på muligheten til å utvikle enten Dolphin Duo eller Dolphin Family (kommer an på ønsket hjulplassering), da dette vil gjøre markedet mer mottakelig for *Dolphin Sky* på et senere tidspunkt, da Dolphin vil kunne ha blitt et merkenavn som skaper lojalitetsfølelse hos den gitte kundegruppen.

12.3 Videre arbeid

Grunnet tidsbegrensninger er det flere punkter som kunne vært gjort for å optimalisere punktene som er utformet i denne oppgaven. Det at oppgaven har svært mange forskjellige temaer gjør at det er begrenset med innhentet informasjon, og beregninger her blitt forenklet grunnet manglende data. Det

å dele fremtidige oppgaver inn i flere mindre delprosjekt, vil gjøre at hver del vil kunne utføres mer nøyaktig med større informasjonsbase.

- Mer grundig utredning av miljømessige og økonomiske aspekter for å utvikle et produkt som *Dolphin Sky* burde bli gjennomført.
- Det burde bli gjort en mer grundig utredning av masteroppgavene for *Dolphin Duo* og *Dolphin Family*. På denne måten ville det være mulig å utnytte erfaringer og arbeid som allerede er gjort for å kunne redusere antall oppgaver som kreves for å utvikle *Dolphin Sky*.
- En grundig analyse for å estimere den aktuelle målgruppen for et slikt konsept burde gjennomføres. Dette vil gjøre at konseptet utvikles med kunden i fokus.
- Når det er blitt gjort en større analyse av den aktuelle kundegruppen, anbefales det å gjøre en omfattende markedsundersøkelse for å kunne estimere behov og ønsker fra den utvalgte kundegruppen. Dette for at design og funksjon utvikles for kunden, og gjør sluttproduktet til et mer tiltalende og aktuelt produkt. Dette øker også sjansen for salg, ved en eventuell kommersialisering.
- Utrede et større mangfold av konkurrenter knyttet til *Dolphin Duo* og *Dolphin Family*, som ikke allerede er kartlagt i tidligere masterprosjekt.
- Se på muligheten til å plassere beina til passasjer på hver side av fører, da dette vil kunne gi en økt følelse av å kjøre motorsykel.
- Beregning av den totale energimengden som forekommer i et kræsøyeblikk når alle parameterne for *Dolphin Sky* er definert. Det er mulig at et godt estimat kan bli simulert i et *crash simulation* program, når ferdig 3D modell er sammensatt.
- Gjennomgang av Roskva oppgavene ved et senere tidspunkt når flere kravspesifikasjonen til *Dolphin Sky* er definert, for å gjøre konseptet mer optimalt og kostnadseffektivt.
- Undersøk om det i utarbeidelse av sikkerhetstiltak for *Dolphin Sky* vil per definisjon være en bil eller motorsykel, da det stilles krav til førerkort klasse A. Vil den klassifiseres som bil i henhold til sikkerhetsutforming stilles det strengere krav enn hvis det holder med krav for motorsykel.
- Utrede oversikt over innvilgede patenter for aktuelle konkurrenter.
- Hvis det åpnes opp muligheter for realisering av konseptet anbefales det å se på hvordan en slik produksjon og salg kunne blitt organisert. Ville dette skjedd innad på universitet, eller ville opprettelse av et aksjeselskap være aktuelt?
- Bygge en prototype. Dette gir også muligheter for mer nøyaktige tester som kan gi andre svar enn det som er mulig å simulere.
- En mer omfattende og nøyaktig kostnadsanalyse anbefales ved et senere tidspunkt når det er lettere å se hvor mange oppgaver som kreves for å komme til et prototype-stadiet.
- Ny PESTEL analyse vil være nødvendig da trender i markedet er noe som kontinuerlig endres. Endringer i lovdatabaser er også noe som ofte forekommer og er informasjon som lager avgjørende rammer for produktet.

13 REFERANSER

13.1 Skriftlige kilder

- Aasheim, J.-F. (2011). *Dolphin Family, Del C: Utvikling av ramme og hjuloppheeng for 3-hjulskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17 (1): 99-120.
- Bregard, R. W. & Chasteen, T. (1996). Implementing Integrated Product Development: A Project Manager's Perspective: DTIC Document.
- Bøe, J. K. (2014). *Konsept- og produktrealisering: Industriell økonomi og produktplanlegging*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap. Upublisert manuskript.
- Fridstrøm, L. & Alfsen, K. H. (2014). Veggen mot klimavennlig transport. 284 s.
- Hanssen, J. H. (2014). *Dolphin Duo 1+1: Utvikling avhjuloppheeng for lettvektskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Heizer, J. & Render, B. (2014). *Operation Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 11 utg. Pearson Education.
- Johnson, G., Whittington, R., Scholes, K., Angwin, D. & Regnér, P. (2015). *Fundamentals of Strategy*. Third utg.: Pearson.
- Kinnersley, S. & Roelen, A. (2007). The contribution of design to accidents. *Safety Science*, 45 (1): 31-60.
- Krog, H. O. (2012). *Utvikling av svingarm og dempersystem for elektrisk motorsykel konsept*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Kultorp, E. (2012). *Komposittmaterialer - Verifisering av material- og styrkeegenskaper til bruk i motorsykelchassis*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Leandersson, C. F. (2012). *Dolphin Family, Del D: Konseptualisering og design av overchassis for et trehjul lettvektskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Naveh*, E. (2005). The effect of integrated product development on efficiency and innovation. *International Journal of Production Research*, 43 (13): 2789-2808.
- Norberg, L. J. (2012). *Utvikling og optimering av drivlinje for et elektrisk motorsykelkonsept*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Olsvik, E. (2012). *Totaldesign, & CFD - Optimering av elektrisk motorsykelkonsept, Prosjekt Roskva*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Ottesen, M. S. (2010). *Dolphin Family, Del B: Konseptualisering og design av interiør for lettvektskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi
- Panero, J. & Zelnik, M. (2014). *Human dimension and interior space: a source book of design reference standards*: Watson-Guptill.
- Porter, M. E. & Millar, V. E. (1985). *How information gives you competitive advantage*: Harvard Business Review, Reprint Service.
- Porter, M. E. (2008). The Five Competitive Forces That Shape Strategy *Harvard Business Review*

- Rashid, M. A. (2012). *Dolphin Duo 1+1: Utvikling av interiørdesign for lettvektskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Roca, K. (2011). *Dolphin Family, Del A: Utvikling av eksteriørdesign for lettvektskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Rummelhoff, K. Ø. (2016). *Concept design: flying car*. Master. Aas: Norwegian University of Life Science.
- Skaar-Olsen, T. (2015). *Utvikling av eksteriørdesign og førerergonomiske løsninger for Dolphin Expression 2.0* Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Skjong, O. A. (2012). *Utvikling av fremre del av motorsykelchassis*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Spooner, S. (1917). *Flight. Interests, Practice and Progress of Aerial Locomotion and Transport*, Vol. IX (22.04.2016).
- Terjesen, G. (2015). *Grunnlag i drivverk og drivkraftteori*: NMBU. Upublisert manuskript.
- Tilley, A. R. & Henry Dreyfuss Associates. (2002). *The Measure of Man and Woman Revised* edition utg. Whitney Library of Design
- Østby, D. L. (2010). *Del A: Utvikling av eksteriørløsning for 3-hjulskjøretøy*: Norges universitet for miljø- og biovitenskap, Institutt for matematiske realfag og teknologi.

13.2 Nettkilder

Historie:

- Benz & Co. (1886). *Benz Patent-Motorwagen*.
- Crouch, T. D. (2016). *Glenn Hammond Curtiss*. Tilgjengelig fra: <http://global.britannica.com/biography/Glenn-Hammond-Curtiss> (lest 05.05.2016).
- Daimler AG. (2016). *Company History: Benz Patent Motor Car, the first automobile (1885 – 1886)*. Tilgjengelig fra: <https://www.daimler.com/company/tradition/company-history/1885-1886.html> (lest 22.04.2016).
- Darling, D. (2016). *Flying Bedstead*. Encyclopedia of Science. Tilgjengelig fra: http://www.daviddarling.info/encyclopedia/F/flying_bedstead.html (lest 03.05.2016).
- Ojibwa. (2014). *History 101: Karl Benz and the Birth of the Automobile* Tilgjengelig fra: <http://www.dailykos.com/story/2014/12/22/1353557/-History-101-Karl-Benz-and-the-Birth-of-the-Automobile> (lest 04.05.2016).
- The Wright Brothers - First Flight, 1903*. (2003). EyeWitness to History. Tilgjengelig fra: <http://www.eyewitnesstohistory.com/pfwright.htm> (lest 22.04.2016).

Informasjon og bilder fra konkurrenter:

- AEROMOBIL. (2016). *Evolution*. Tilgjengelig fra: <http://www.aeromobil.com/#s-evolution> (lest 05.05.2016).
- Aptera. (2016). *A Labor of Love*. Aptera Motors homepage. Tilgjengelig fra: <https://web.archive.org/web/20090228171545/http://www.aptera.com/love.php> (lest 04.05.2016).
- Carplane. (2016). Tilgjengelig fra: <http://carplane.de/> (lest 05.05.2016).
- Carver Technology. (2016). *Background*. Tilgjengelig fra: <http://www.carver-technology.com/> (lest 04.05.2016).

-
- Customs Alley. (2016). *Venom SS reverse trike motorcycle*. Tilgjengelig fra: <http://www.customsalley.com/venomss-products.html> (lest 04.05.2016).
- Dunn, T. (2014). *OverDrive: The Flying Car on Kickstarter*. Tilgjengelig fra: <http://www.tested.com/art/makers/462965-overdrive-flying-car-kickstarter/> (lest 05.05.2016).
- Elio Motors. (2016). *How It All Began*. Tilgjengelig fra: <https://www.eliomotors.com/> (lest 04.05.2016).
- Garlitos, K. (2009). *Myers Motors Introduces The NMG2*. Tilgjengelig fra: <http://www.topspeed.com/cars/car-news/myers-motors-introduces-the-nmg2-ar79552/picture322616.html> (lest 04.05.2016).
- Hollmotz, L., Sohr, S. & Johannsen, H. (2002). *CLEVER – A Three wheel vehicle with a passive safety comparable to conventional cars*. Tilgjengelig fra: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv19/05-0160-w.pdf> (lest 05.05.2016).
- Mack, E. (2015). *Elio Motors' 84 mpg, \$6,800 three-wheeler continues to play hard to get*. Tilgjengelig fra: <http://www.gizmag.com/elios-motors-delay-2016/35928/> (lest 04.05.2016).
- Mix Aerospace. (2016). *Creation of an urban dual-mode, flight and drive, electric motorized vehicle*. Tilgjengelig fra: <http://www.mixaerospace.com/english/projectskylys/index.html> (lest 05.05.2016).
- Moller International. (2016). *The Story of Moller International*. Tilgjengelig fra: http://moller.com/moller_history.html (lest 05.05.2016).
- Myers Motors. (2016). *Frequently Asked questions*. Tilgjengelig fra: <http://www.myersmotors.com/faq.html> (lest 04.05.2016).
- Nelson, T. (2008). *Space Age Cars 5: Meyers NmG*. Tilgjengelig fra: <http://www.ecomii.com/blogs/car/2008/12/07/space-age-cars-5-meyers-nmg/> (lest 04.05.2016).
- Pal-V. (2016). *PAL-V ONE*. Tilgjengelig fra: <http://pal-v.com/the-pal-v-one/> (lest 05.05.2016).
- Parajet SkyQuad. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.fly-skycar.com/> (lest 05.05.2016).
- Persu. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.flytheroad.com/about.html> (lest 04.05.2016).
- Scaled Composites. (2016). *BIPOD*. Tilgjengelig fra: <http://www.scaled.com/projects/bipod> (lest 05.05.2016).
- Slingshot. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.polaris.com/en-us/slingshot> (lest 04.05.2016).
- Terrafugia. (2016). Tilgjengelig fra: <http://www.terrafugia.com/> (lest 05.05.2016).
- The Morgan Motor Company. (2016). *The Morgan EV3*. Tilgjengelig fra: <http://www.morgan-motor.co.uk/ev3/> (lest 04.05.2016).
- Toyota. (2016). *Toyota I-Road*. Tilgjengelig fra: http://www.toyota-global.com/innovation/personal_mobility/i-road/ (lest 04.05.2016).
- Tuvie - Futuristic Technology. (2016). *CLEVER: 3 Wheeler Compact Low Emission Vehicle for Urban Transport*. Tilgjengelig fra: <http://www.tuvie.com/clever-3-wheeler-compact-low-emission-vehicle-for-urban-transport/> (lest 05.05.2016).
- Venture One Hybrid. (2009). Tilgjengelig fra: <http://hybridreview.blogspot.no/2009/08/ventureone-hybrid.html> (lest 04.0.2016).
- XPLORAIR. (2016). *XPLORAIR's Concept*. Tilgjengelig fra: <http://www.xplorair.com/> (lest 05.05.2016).
-

Metode:

AL-DEsign. (2014). *Mechanical pencil - Pugh method view*. Tilgjengelig fra: <http://pddgrup3.blogspot.no/2014/11/introduction-what-is-it-pugh-matrix-was.html> (lest 05.05.2016).

Reglement:

- Flysikkerhetsforum for operatører av innlandshelikoptre. (2016). *FAQ*. Tilgjengelig fra: http://www.helikoptersikkerhet.no/?a_id=945&ac_parent=246 (lest 03.05.2016).
- Helikopter Flights Ltd. (2016). *Landingsplass og tillatelse*. Tilgjengelig fra: <http://helikopter.flights.no/Home/TermsAndConditionsDetails/20> (lest 03.05.2016).
- Lovdata. (2016a). *Forskrift om forebyggelse av anslag mot sikkerheten i luftfarten mv*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-03-01-214?q=forskrift%20om%20forebyggelse%20av%20anslag> (lest 06.05.2016).
- Lovdata. (2016b). *Forskrift om førerkort m.m.* Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-01-19-298> (lest 06.05.2016).
- Lovdata. (2016c). *Forskrift om krav til kjøretøy*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-01-25-91?q=forskrift%20om%20krav%20til%20kj%C3%B8ret%C3%B8y> (lest 06.05.2016).
- Lovdata. (2016d). *Forskrift om lufttrafikkregler (BSL F 1-1)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2003-02-07-252> (lest 06.05.2016).
- Lovdata. (2016e). *Forskrift om selvbygde luftfartøy (selvbyggerforskriften), (BSL B 3-1)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-06-26-721?q=selvbygde%20luftfart%C3%B8y> (lest 06.05.2016).
- Lovdata. (2016f). *Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1994-10-04-918?q=kj%C3%B8ret%C3%B8yforskriften> (lest 06.05.2016).

Artikler:

- Coxworth, B. (2015). *AeroMobil flying car prototype crashes*. Tilgjengelig fra: <http://www.gizmag.com/aeromobil-flying-car-prototype-crashes/37473/> (lest 18.05.2016).
- Fjeldheim, M. S. (2014). *Fremtidens arbeidsplasser*. Ledernytt: Webmaster. Tilgjengelig fra: <http://www.ledernytt.no/fremtidens-arbeidsplasser.5629331.html> (lest 18.04.2016).
- Fremstad, M. (2016). *I år kan være siste gang du må betale årsavgift på bilen*. <http://www.abcnyheter.no/motor/2016/03/14/195205480/i-ar-kan-vaere-siste-gang-du-ma-betale-arsavgift-pa-bilen>: abcnyheter (lest 19.04.2016).
- Innlandsutvalget. *Kommunikasjon og infrastruktur: Effektive bo- og arbeidsmarkedsregioner*. Tilgjengelig fra: <http://innlandsutvalget.no/infrastruktur/> (lest 22.04.2016).
- MDI. (2016). *Clean environment does not have to be a luxury*. Tilgjengelig fra: <http://www.mdi.lu/igalerie/?q=album/10-airpod> (lest 05.05.2016).
- Moberg, K. (2015). *44 prosent av oss vil ha ladbar bil* Tilgjengelig fra: <http://www.dinside.no/932185/44-prosent-av-oss-vil-ha-ladbar-bil> (lest 22.04.2016).
- OFV. (2016). *Bilsalget i mars*: Opplysningsrådet for Veitrafikken AS. Tilgjengelig fra: <http://www.ofvas.no/bilsalget-i-mars/category687.html> (lest 15.04).

- Sagmoen, I. & Lorch-Falch, S. (2015). *Nordmenn elsker hjemmekontor*: E24. Tilgjengelig fra: <http://e24.no/jobb/nordmenn-elsker-hjemmekontor/23563327> (lest 18.04.2016).
- Skogstad, K. (2016). *Nå velger over 80 prosent av kjøperne deres en hybridbil*. tv2. Tilgjengelig fra: <http://www.tv2.no/a/8108614/> (lest 18.04.2016).
- Solberg, R. (2015). *Veireform fremmet i statsråd: Mer effektiv og helhetlig veiutbygging*. I: Regjeringen (red.). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/veireform-fremmet-i-statsrad-mer-effektiv-og-helhetlig-veiutbygging/id2406982/>.
- Starr, B. (2013). *Where's My Flying Car? The Best and Worst Examples of The Last 100 Years*. Tilgjengelig fra: <http://www.visualnews.com/2013/09/11/wheres-flying-car-flying-somewhere-history/> (lest 05.05.2016).
- Svendsen, J. H. (2015). Fornøyd med nye bilavgifter. *Aftenposten*.
- Svendsen, J. H. (2016). Dette må du vite før du kjøper hybrid. *Aftenposten*.
- US Army Aviation Systems Command. (1990). *Aircraft Crash Survival Design Guide. Vehicle Safety Basics, How-To & Design Tips*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildyourownracecar.com/race-car-safety-and-design/> (lest 23.04.2016).
- Yiu, P. (2012). *Cockpit Design and Human Factors*. <http://aviationknowledge.wikidot.com/>. Tilgjengelig fra: <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:cockpit-design-and-human-factors> (lest 21.04.2016).

Generelle faktaopplysninger:

- Bilde av IMT på forsiden: <http://rekkehusliv.blogspot.no/2010/06/andunger-i-andedammen.html>
- European Aviation Safety Agency. (2015). *Annual Safety Review 2014*.
- European Commission. (2016). *End of Life Vehicles*. Tilgjengelig fra: <http://ec.europa.eu/environment/waste/elv/> (lest 30.04.2015).
- F1 Scarlet. *Formula 1 for Beginners*. Tilgjengelig fra: http://www.f1scarlet.com/f1_beginners.html (lest 23.04.2016).
- How Ejection Seats Work*. U.S. AIR FORCE. Tilgjengelig fra: <http://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/ejection-seat.htm> (lest 23.04.2016).
- Howe, N. (2014). *Battery Pack*. Tilgjengelig fra: http://www.teslamotors.wiki/wiki/Battery_Pack.
- Koppen, G. (2010). *Andunger i andedammen*. Tilgjengelig fra: <http://rekkehusliv.blogspot.no/2010/06/andunger-i-andedammen.html> (lest 18.05.2016).
- Motor: Lynch Motors. (2016). *MOTORS LEM-200*.
- Norges Bank. (2016). *Valutakurser*. Tilgjengelig fra: <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Valutakurser/> (lest 25.04.2016).
- Ohm, E., Alver, K., Brunborg, G., Gjerde, H. & Myklestad, I. (2014). *Skader og ulykker i Norge - Folkehelse rapporten 2014*. Kapittel i Folkehelse rapporten 2014: Folkehelseinstituttet. Tilgjengelig fra: http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_7242&Main_6157=7239:0:25,8904&MainContent_7239=7242:0:25,8906&Content_7242=7244:110412::0:7243:4::0:0 (lest 14.05.2016).
- Openshaw, S. & Taylor, E. (2006). *Ergonomics and Design, A Reference Guide*. www.allsteeloffice.com/ergo.
- Statens vegvesen. (2015). *Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2014*
- Statistisk sentralbyrå. (2015). *Kollektivtransport, 2014*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/kolltrans/aar> (lest 18.04.2016).

- Statistisk sentralbyrå. (2016a). *Kvalitet i statistikken*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/omssb/om-oss/vaar-virksomhet/kvalitet-i-statistikken> (lest 28.04.2016).
- Statistisk sentralbyrå. (2016b). Personbilbruken øker. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/klreg/aar> (lest 18.05.2016)
- TraceParts. (2016). *Ergonomics* Tilgjengelig fra: <http://www.tracepartsonline.net> (lest 18.05.2016).
- Transportøkonomisk institutt. (2014a). Reisevaneundersøkelsen 2013/14. https://www.toi.no/getfile.php/mmarkiv/Bilder/7020-TOI_faktaark_kollektivreiser-4k.pdf
- Transportøkonomisk institutt. (2014b). Transport og Klima (Funn og fakta om transportens klimapåvirkning).

14 VEDLEGG

Vedlegg 1: Oversikt over kostnads kalkyler utført for Roskva-prosjektet

Vedlegg 2: Hoveddimensjoner for eksteriør utviklet i Del A.

Vedlegg 3: Tekniske data: D135RAGS, fra Lynch Motor Company

Vedlegg 1**Oversikt over kostnadskalkyler utført for Roskva-prosjektet**Kostnadskalkyle fra Erik Olsvik sin masteroppgave

Tabell 14.1: Kostnadskalkyle for rammen utviklet og prisestimert av Erik Olsvik (Olsvik 2012)

	Timer	Kvanta	Pris [kr/t]	Sum [NOK]
Konseptutvikling				
<i>Aktiviteter</i>				
Utredningsarbeid	180	-	800	144 000
Formgivning og design	550	-	800	440 000
Analyser	40	-	800	32 000
Form design	100	-	800	80 000
Rapportering	110	-	800	88 000
Videoredigering og markedsføring	30	-	800	12 000
Produksjon				
<i>Aktiviteter</i>				
Sammenstilling XPS-blokk	12	-	400	48 000
CNC av form (ramme+smådeler)	-	3	20 000 kr	60 000
CNC (styrehodet)	7	-	400	2 800
Støp og etterarbeid (ramme)	-	1	20 000 kr	20 000
Støp og etterarbeid (smådeler)	-	1	3 000 kr	3 000
Sammenstilling ramme	200	-	400	80 000
Materialer				
Karbonfiber		30	250 kr/m ²	7 500
Karbonfiber (Twill)		6	400 kr/m ²	2 400
Pasta til former		1	10 000 kr	10 000
Epoxy		1	3 000 kr	1 000
Lakk		x*		4 000
Lim		16 mg		2 500
TOTALKOSTNADER FOR RAMMEN				1 037 200

* Det er ikke oppgitt mengde lakk som ble benyttet til rammen

Kostnadskalkylen til Erik Olsvik representerer et estimat for mye det vil koste å utarbeide chassisen til *Dolphin Sky*. Det er dog viktig å påpeke at det må beregnes større materialkostnader enn det som ble gjort for motorsykkelen. Så prisen fra kalkylen er et minimum, men vil være noe større.

Kostnadskalkyle fra Lars Nordberg sin masteroppgave

Tabell14.2: Kostnadskalkyle for motor og drivlinje utviklet og prisestimert av Lars Nordberg (Norberg 2012).

	Timer	Kvanta	Pris [kr/t]	Sum, [NOK]
Konseptutvikling				
<i>Aktiviteter</i>				
Utredningsarbeid	450	-	600	270 000
Konstruksjon og design	250	-	600	150 000
Styrkeberegning og Analyse	60	-	600	36 000
Konstruksjonstegninger	40	-	600	24 000
Rapport og presentasjon	100	-	600	60 000
Produksjon				
<i>Aktiviteter</i>				
Maskinering	40	-	450	18 000
Bearbeiding	20	-	250	5 000
Diverse tilvirkning	20	-	250	5 000
Sammenstilling	10	-	250	2 500
Materialer				
Karbonfiberplater		1 m ²	2 000	2 000
Aluminium		10 kg	45	450
Vinkelgir		1 stk.	2 855	2 855
Kjede og drev		1 stk.	250	250
Karbonfiberplater		2 m ²	80	160
Lim		6 stk.	75	450
Motor		2 stk.	10 000	20 000
Motorkontroller		2 stk.	7 500	15 000
Lader		1 stk.	5 000	5 000
Kulelager		7 stk.	500	3 500
Diverse smådeler		1	5 000	5 000
Batterier		136 stk.	90	12 240
TOTALKOSTNADER FOR MOTOR OG DRIVLINJE				637 405

Kostnadskalkylen til Lars Nordberg vil kunne være et bra utgangspunkt for å estimere kostnaden ved å utvikle en hybridmotor til *Dolphin Sky*. Det er likevel viktig å påpeke at ved å bestille ferdige deler vil man kunne redusere kostnaden betraktelig. Så ved en eventuell bygging av prototype vil det anbefales å bestille ferdig utviklede deler for å kunne spare kostnaden og redusere enhetskostnaden.

Kostnadskalkyle fra Hans Ola Krog sin masteroppgave

Tabell14.3: Kostnadskalkyle for svingarm og dempesystem utviklet og prisestimert av Hans Ola Krog (Krog 2012).

	Timer	Kvanta	Pris [kr/t]	Sum, [NOK]
Konseptutvikling				
<i>Aktiviteter</i>				
Utredningsarbeid	180	-	580	104 400
Fromgiving og design	165	-	580	95 700
Produksjonsplanlegging	40	-	580	23 200
3D fremstillinger	75	-	580	43 500
Konstruksjonsberegning	160	-	580	92 800
Dynamisk kartlegging	120	-	580	69 600
Prosjektrapport	220	-	580	127 600
Produksjon				
<i>Aktiviteter</i>				
Konstruksjonstegninger	10	-	580	5 800
Hullforsterkings hylser	3	-	400	1 200
Dreing lagerholder	5	-	400	2 000
Pussing og slip	1	-	400	400
Lakkering/behandling	5	-	400	2 000
Utfresing av kjerne	15	-	400	6 000
Puss og tilpassing av kjerne	5	-	400	2 000
Støping	10	-	400	4 000
Slip av overflate og lakkering	5	-	400	2 000
Materialer				
Karbonfiber		5 m ²	500 kr/m ²	2 500
Aluminium		2 kg	68 kr/kg	136
Divinycell		3 m ²	360 kr/m ²	1 080
Lager pakke		1 stk.	600 kr/stk.	600
Demper		1 stk.	1 000 kr/stk.	1 000
Link		1 stk.	250 kr/stk.	250
Rocker		1 stk.	250 kr/stk.	250
Bolter, skiver, div				150
TOTALKOSTNADER FOR SVINGARMEN				588 166

Kostnadskalkyle fra Odd Arne Skjong sin masteroppgave

Tabell14.4: Kostnadskalkyle for styrehodet og styrebros utviklet og prisestimert av Odd Arne Skjong (Skjong 2012).

	Timer	Kvanta	Pris [kr/t]	Sum, (NOK)
Konseptutvikling av styrehodet				
<i>Aktiviteter</i>				
Innledning	30	-	600	18 000
Utredning	30	-	600	18 000
Design av styrehodet	50	-	600	30 000
Dimensjonering	150	-	600	90 000
FEM-analyse	200	-	600	120 000
Støping av prototypeelement	100	-	600	60 000
Test av prototypeelement	100	-	600	60 000
Optimalisering	50	-	600	30 000
Rapportering	50	-	600	30 000
Konseptutvikling av øvre styrebro				
Design	5	-	600	3 000
Dimensjonering	25	-	600	15 000
DAK/FEA	50	-	600	30 000
Rapportering	40	-	600	24 000
Prototyping	20	-	600	12 000
Produksjon				
Verkstedtimer (styrehodet)	16	-	650	9 600
Verkstedtimer (øvre styrebro)	37,5	-	650	24 375
Materialer				
Aluminium (styrehodet)	3,75 kg		100 kr/kg	375
Aluminium (øvre styrebro)	3,8 kg		120 kr/kg	456
Divinycell H80	0,45 m ²		591 kr/m ²	266
Divinycell HCP50	0,2 m ²		400 kr/m ²	80
Epoksy	1,2 kg		150 kr/kg	180
Karbonfiber	6 m ²		1 000 kr/m ²	6 000
HMS-utstyr				2 000
Rekvisita				1 000
Forstilling (brukt)				10 000
Felger				40 000
Forskjerm				1 500
Dekk				5 000
TOTALKOSTNADER FOR STYREHODET OG STYREBRO				640 832

Kostnadskalkyle fra Espen Kultorp sin masteroppgave

Tabell14.5: Kostnadsanalyse for verifisering av material- og strykeegenskapet skrevet og prisestimert av Espen Kultorp (Kultorp 2012).

	Timer	Kvanta	Pris [kr/t]	Sum, [NOK]
Forberedelse				
Tilegne kunnskap om komposittmaterialer og dets egenskaper	350	-	600	220 000
Komponentinnkjøp	20	-	600	11 000
Andre forberedelser	35	-	600	16 500
Fiberkonfigurasjon				
Velge fiberkonfigurasjon basert på ulike belastningssituasjoner	170	-	600	82 500
Testing				
Tilegne kunnskap om testmetoder	10	-	600	2 750
Tolkning av testresultater	180	-	600	82 500
Analyse				
Bygge opp en materialmodell	25	-	600	13 750
Finne egnet FEM-program til komposittbruk	4	-	600	2 200
Sammenligne analyse med testresultat og håndberegninger	60	-	600	27 500
Økonomi				
Lage regnskap	4		600	2 750
Praktisk arbeid				
Dering av karbonfiberaksling	4	-	600	2 200
Bearbeiding av strekk/bolt prøvebiter	4	-	600	2 750
Innfestninger	4	-	600	1 650
Støping av prøvestykker	35	-	600	22 000
Dreining av hylser til utrivningstest	2	-	650	1 300
Strekkmaskin m/ universitetsansatt	2	-	650	1 300
Materialer				
Karbonfiber		5 m ²		2 000
Vakuumpumpe				8 500
Slanger og koblinger				600
HMS-utstyr				300
Resinfelle				170
Div. støpeutstyr (filt, plast m.m.)				600

DOLPHIN SKY, DEL B

	1/2	
	patron à	
Lim	380 mg	250
Epoxy m/herder	0,5 kg	75
Aluminium (støpeform og hylser)	5 kg	560
Stål (støpeform og hylser)	2 kg	90
Divinycell (H80 og HCP50)	0,01 m ²	200

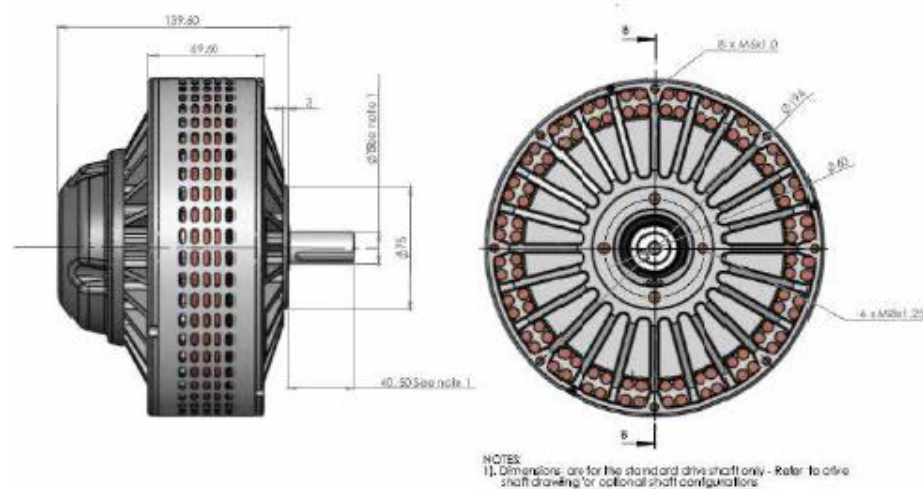
TOTALKOSTNADER FOR VERIFISERING AV MATERIAL- OG STYRKEEGENSKAPER				505 995
---	--	--	--	----------------

Vedlegg 3

Tekniske data knyttet til motoren valgt for Roskva: D135RAGS

Technical Data

Motor	No Load Current	Torque Constant	Speed Constant	Armature Resistance DC	Armature Inductance @ 15kHz	Armature Inertia	Peak Power	Peak Efficiency	Peak Current	Rated Power	Rated Speed	Rated Voltage	Rated Current	Rated Torque
	A	Nm/A	Rpm/V	mΩ	μH	Kgm ²	W	%	A	kW	Rpm	V	A	Nm
95	6	0.113	81	21.5	22	0.0238	18	92	400	10	3888	48	250	28
126	10	0.0737	105	175	6	0.0234	759	83	400	5.06	2520	24	270	19.2
127	5	0.15	54	22.5	23	0.0236	16.08	89	400	8.55	2592	48	215	31.5
D95B	6	0.14	76	20.5	11	0.0238	28.50	92	400	15.00	6000	72	210	30
D126	5	0.0748	100	138	5	0.0234	11.14	81	400	6.91	3600	36	250	18.3
D127	4	0.17	50	17.5	13	0.0236	25.38	92	400	12.56	3600	72	200	33.3
D135	3.5	0.185	45	16.75	16	0.0236	29.04	93	400	14.39	3780	84	200	36.4
DB5 RAG	7.36	0.207	42	16.95	16	0.0238	34.32	93	400	16.84	4032	96	200	39.9
DB5 RAGS	7.45	0.21	40	16.95	16	0.0238	36.00	93	400	18.00	4400	110	200	42.0



GENERATING
MOVEMENT
EFFICIENTLY

LCM Limited, Lynch Motor Company Ltd, Unit 27,
Flightway Business Park, Duntreswell, Honiton, Devon EX14 4RJ
Tel: +44 (0) 1404 892940 Fax: +44 (0) 1404 891990
email: sales@lmcltd.net www.lmcltd.net





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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway