

Utvikling av produktarkitektur og formgivning av en ubemannet flygende farkost

Jonas Bjertnes Jacobsen

Industriell design (2-årig)

Innlevert: juni 2014

Hovedveileder: Johannes Sigurjonsson, IPD

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktdesign

FORORD

Prosjektrapporten beskriver masteroppgaven til undertegnede, utført våren 2014. Oppgaven er skrevet som en del av TPD4900 ved Institutt for produktdesign, NTNU.

Masteroppgaven er skrevet for oppstartsbedriften CPTR på Entreprenørskolen ved NTNU der Ole Jørgen Seeland har vært kontaktperson og teknisk veileder i prosjektet. Johannes Sigurjónsson ved Institutt for produktdesign har vært faglig veileder.

Jeg vil takke Ole Jørgen Seeland og resten av gjengen hos CPTR for god veiledning og innsikt i prosjektet.

Jeg vil også takke Jóhannes Sigurjónsson for veiledning i prosjektet.



Jonas Bjertnes Jacobsen
NTNU 12.06.14

Contents

FORORD	1
SAMMENDRAG	4
ORDLISTE	5
BAKGRUNN	6
SAMARBEIDSBEDRIFTEN	7
OPPGAVEDEFINISJON	8
PROSJEKTMETODE	10
INSIGHT	11
SCENARIO CPTR	12
ANALYSE AV PRODUKTKONSEPTET	14
TESTFLYGNING OG PSYKOLOGI	16
Å FLY AUTONOMT	18
BRUKSOMRÅDE	20
FORMFAKTOR	21
MODELLFLY VS DRONE	22
SIKKERHET	23
HVA LØSER HVA?	24
TEKNOLOGI OG FUNKSJON	24
REGELVERK LUFTFARTSTILSYNET	26
KOMMENTAR ADVOKAT TOMMY DAHLEN	27
REVIDERT REGELVERK VÅR 2014	28
MARKED OG BRUKERGRUPPE	30
TEAM BLACKSHEEP	32
ANALYSE AV EKSISTERENDE PRODUKTER	33
RV JET	34
Lehmann Aviation LA-serie / LM-serie	36
HARDWARE CPTR	38
SKJEMA NYTTELAST	40
DUCKTED FAN VS PROPELL	42
KONTROLLFLATER	44
KRAVSPESIFIKASJON	46
MOODBOARD	48
KONSEPTUTVIKLING	52
HYBRID QUADCOPTER	53
VERTICAL TAKEOFF	54
COLLAPSIBLE DESIGN	55
LAUNCH SYSTEM CATAPULT	56
MODULBASERT RESERVEDELSYSTEM	57
IDESKISSER	58
KOMPONENTKONFIGURASJON	60
VINGETEORI	62
NØYTRALPUNKT	64
WINGLETS OG WINGFENCES	66
FORMITERASJON VINGER	68
GIMBALL	70
FORMITERASJON FUSELAGE	72
CPTR 1.5	74

CTPR 1.6	76
CPTR 1.7	78
CPTR 1.8	80
PROTOTYPE FORBEREDELSE	82
PROTOTYPE 2.0	84
INNMAT	86
TILGJENGELIGHET	87
PRESENTASJON CPTR:HWK	88
CPTR:HWK	94
KONKLUSJON	104
REFLEKSJON	105
LITTERATURLISTE	106
VEDLEGG	107
Kontaktlogg Masteroppgave CPTR	111
LANDESYSTEM MED KONTROLLER	112

SAMMENDRAG

Ved å ta utgangspunkt i oppstartsbedriften CPTR sin nyutviklede teknologi, vil hensikten med oppgaven å utvikle en produktarkitektur for en ubemannet flygende farkost i form av en flygende vinge.

Meningen er å montere et kamera, slik at brukerne kan filme seg selv imens man utfører en sport, eks. sykling, motorsykkel, downhill ski eller snowboard samt wingsuit.

Designprosessen inneholder en Insightfase, konseptutvikling og en konstruksjon og utviklingsfase. Prosessen har alternert mellom en estetisk og teknisk utvikling der komponentplassering og innvendig konstruksjon til slutt har gitt føringer for den ytre formen av dronen. Gjennom flere iterasjoner både på papir og i Solidworks ble den endelige prototypen ferdigstilt. Det er planlagt en funksjonsmodell som etterhvert skal testflys.

This thesis main goal is to develop an Unmanned Aerial Vehicle for the use of video documentation for a consumer market. By utilizing the in development technology from CPTR, a startup company from NTNU, the UAV is seeking to track and follow a person. This may be used for making video footage of the user doing sports as motor biking, wingsuit, snowboard or downhill skiing.

The project has been conducted through an insight phase, followed by concept and then design and construction phase. The process has altered between an aesthetic and construction driven approach, where the internal components have influenced the external shape and design. By several iterations both on paper and in Solidworks, the final prototype was produced. A life size mockup model is planned made for testing the general aerodynamics and stability of the prototype. The model is planned to have a test flight at a later stage.

ORDLISTE

Autonomt=selvstyrt, uavhengig av en operatør

Quadcopter=Multikopter

CPTR= uttaler kopter, og er produktnavnet på oppgaven. Refereres til som det første produktet til selskapet.

EDF= Electric Ducted Fan, en elektrisk motor med vifte plassert i en manifold.

ESC= Electric Speed Controller, en enhet som styrer strømmen til motoren. Fungerer som en hastighetsregulator for turtallet på motoren

Spar= En langsgående sparre som plasseres i vingen. Stabilisere og gi ekstra styrke og fleksibilitet til vingekonstruksjonen.

Winglet= Vingefinne plassert ytterst på vingen.

Wingfence= samme funksjon som en Winglet, men kan plasseres flere steder.

Fuselage= Flykropp

GoPro= et action kamera for konsummarkedet

GPS= Global Positioning System

Pixhawk= Mikrokontroller programmert til en autopilot.

BAKGRUNN

Bakgrunnen for oppgaven i masteren tar utgangspunkt i CPTR sitt første produkt, et autonomt Quadcopter.

Gjennom IPD sitt arrangement "Designdagen" hvor bedrifter og enkeltpersoner kan søke designassistanse for sitt prosjekt, var CPTR deltagende. undertegnede viste interesse for en mulig masteroppgave i prosjektet, et tilbud som ble godt tatt imot.

I utgangspunktet skulle masteroppgaven dreie seg om utformingen til deres første produkt, et multikopter. Bedriften hadde imidlertid søkt og mottatt støtte fra Innovasjon Norge og måtte derfor legge produksjonen ut på anbud. Tidsfristen for prosjektet deres hadde også endret seg, og en prototype måtte være ferdig medio april.

Det ble derfor foreslått at jeg kunne begynne med et produkt nr. 2. Bedriften ønsket seg et nedskalert fly som kunne utvide bedriftens kundegruppe. Et nytt oppstartsmøte med idégenerering og planlegging ble gjennomført.

cptr

SAMARBEIDSBEDRIFTEN

CPTR er en oppstartbedrift stiftet av Ole Jørgen Seeland og Karen Juul Skarbø.

Bedriften er i gang med å utvikle første generasjon av et autonomt Quadcopter som skal gjøre det enkelt for privatpersoner å kunne videodokumentere seg selv fra et luftperspektiv i ulike situasjoner f.eks. ved utøvelse av ekstremспорт.

Oppstarten har hittil hatt fokus på å utvikle teknologien bak konseptet og sørge for at selvstyringen til quadkopteret fungerer som det skal.

Bedriften er igang med å teste den ferdig prototypen av multikopterkonseptet mai 2014.

OPPGAVEDEFINISJON

Oppgaven vil ta utgangspunkt i det allerede påbegynte prosjektet CPTR.

Behovet som produktet skal dekke er å kunne filme i høyere hastigheter, enn hva CPTR er i stand til. Bilkjøring, fallsjermhopping og motorsykkel kan være aktuelle aktiviteter for det nye produktet. Det nye produktet bygger på samme teknologi om autonomi som multikopteret, og det er ønskelig at dette skal tilby like stor grad av brukervennlighet som multikopteret.

“Utvikling av produktarkitektur og formgivning av en ubemannet flygende farkost”

Oppgavens innhold vil innebære å utvikle neste produktlinje, i form av et ubemannet flygende fartøy. Fokuset vil være å utvikle chassiset med tanke på krav til vekt, aerodynamikk og plassering av tekniske komponenter, form, funksjon og brukervennlighet. Arbeidet utføres gjennom en designprosess.



Masteroppgave for student Jonas Bjertnes Jacobsen

Utvikling av produktarkitektur og formgivning av en ubemannet flygende farkost.

Design and Development of product architecture for a Unmanned Arial Vehicle UAV

Bakgrunn for oppgaven er et eksisterende prosjekt som ble igangsatt av en gruppe fra NTNU Entreprenørskole i 2013. Prosjektet har som mål å utvikle et selvstyrt multikopter, slik at privatpersoner kan videodokumentere seg selv under utøvelse av sport eks. slalåm eller surfing. Det ønskes å fokusere på et nytt produkt som kan imøtekomme krav til større hastigheter som ved bilkjøring eller fallskjermhopping.

Opgavens innhold vil innebære å utvikle neste produktlinje, i form av et ubemannet flygende fartøy. Fokuset vil være å utvikle chassiset med tanke på form, funksjon og brukervennlighet, samtidig som den utfyller krav til vekt, aerodynamikk og plassering av tekniske komponenter. Arbeidet utføres gjennom en designprosess.

Opgavens vil blant annet omfatte

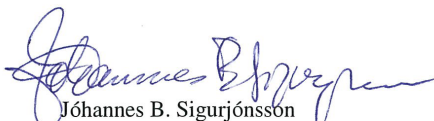
- Analyse av brukssituasjon
- Utvikle en kravspesifikasjon og estetisk veileder (moodboard)
- Utvikle konsept på produktarkitektur og formuttrykk tilpasset aktuelle produksjonsmetoder.
- Detaljering og 3Dmodellering.
- Presentasjon

Opgaven utføres etter "Retningslinjer for masteroppgaver i Industriell design".

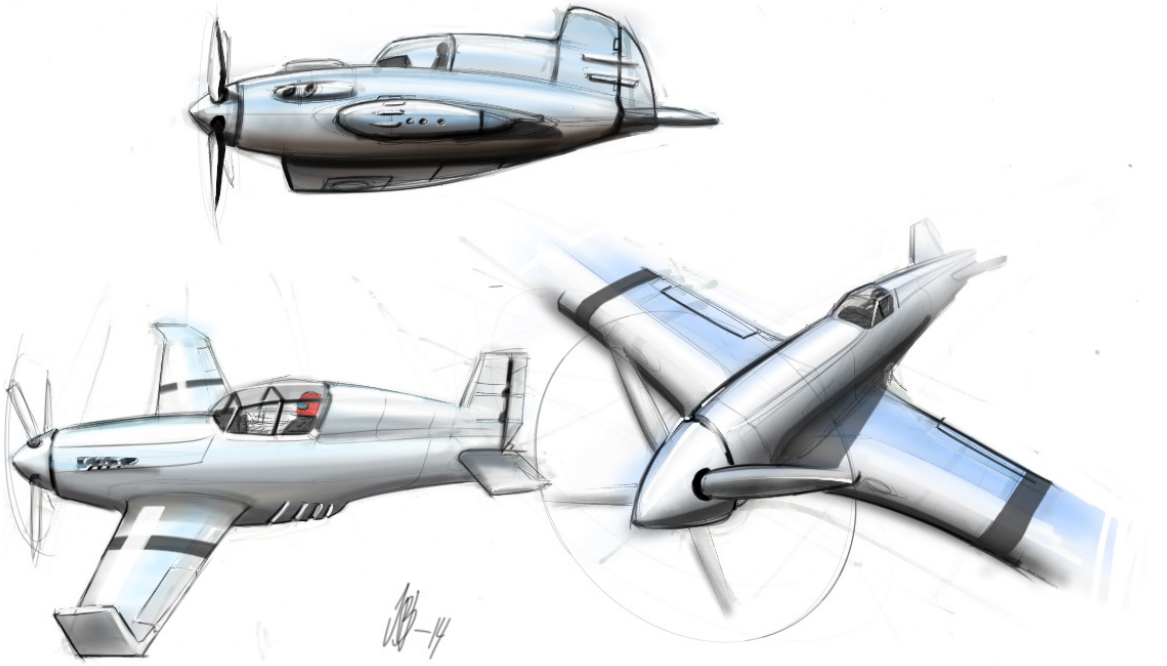
Ansvarlig faglærer: Jóhannes B. Sigurjónsson
Bedriftskontakt: Ole Jørgen Seeland

Utleveringsdato: 17. januar 2014
Innleveringsfrist: 12. juni 2014

Trondheim, NTNU, 17. januar 2014


Jóhannes B. Sigurjónsson
ansvarlig faglærer


Casper Boks
instituttleder



© Jonas B Jacobsen 2014

PROSJEKTMETODE

Prosjektmetoden er en produkt-drevet prosess med fokus på utvikling av produktarkitekturen av en flyvende vinge. Prosessen tar utgangspunkt generell aerodynamikk for fly og retningslinjer i hvordan en utformer en flykonstruksjon. Innsikten i flyvitenskapen ble hentet fra litteratur, veiledning fra kontaktpersonen i CPTR og tidligere personlig erfaring med emnet i fra hobbyvirksomhet, samt generell interesse. Prosessen ble utført gjennom prøving og feiling, og tilbakemelding på arbeidet. Den tekniske utformingen av konstruksjonen tar utgangspunkt i studie av eksisterende modeller som har de egnede flyegenskapene til oppgaven.

INSIGHT

SCENARIO CPTR

Martin er tilhenger av downhill-kjøring på alpin-ski. Han har erfaring med GoPro kameraet som han har festet til hjelmen på tidligere turer. Hans to uker gamle CPTR som han har prøvekjørt hjemme er nå tatt med for å dokumentere dagens toptur.

Via applikasjonen på mobilen plotter han inn returdestinasjonen for multikopteret, som er en åpen plass rett ved et skogholt der han parkerte bilen. Denne posisjonen er dronens rendezvous-punkt. Dersom den mister kontakt med den tilhørende trackingenheten som er festet til Martin, eller batterinivået skulle komme under grenseverdiene, kan dronen for egen maskin fly tilbake til dette avtalte punktet, og lande trygt.

Martin spenner fast det sammenleggbare multikopteret på sekken og begynner turen mot toppdestinasjonen.

Vel fremme på toppen av bakken, gjør Martin klar for takeoff for dronen. Multikopteret foldes enkelt ut og plasseres stabilt på bakken. Martin tar frem trackingenheten og aktiverer systemet ombord i dronen. En lampe blinker og indikerer at systemsjekken er gjennomført og klar.

Han aktiverer GoPro-kameraet via den medfølgende fjernkontrollen og sjekker de siste innstillingene via mobilappen. Martin fester dronens trackingenhet og trykker "Go". Rotorene begynner å spinne og sekunder etter letter dronen kontrollert av underlaget før den parkerer seg i luften 3-4 meter over Martin.

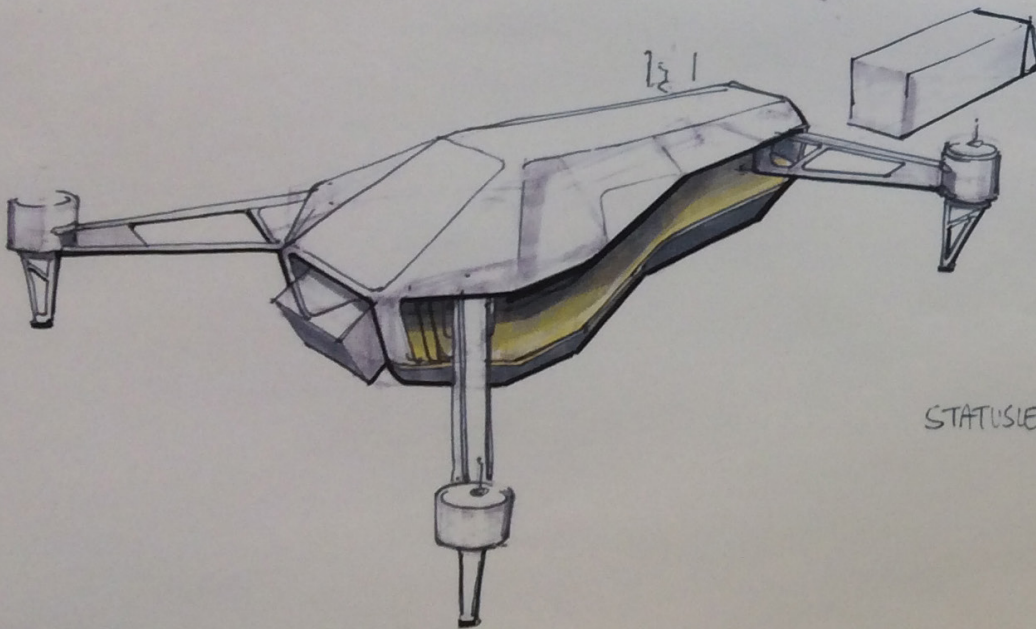
Martin spenner for skiene og justerer brillene og hjelmen. Han trykker inn “follow me” knappen på trackingenheten som aktiverer navigasjonssystemet ombord i dronen, før han setter utfor. Multikopteret registrerer umiddelbart at trackingenheten som Martin har på seg er i bevegelse og begynner å følge etter.

Imens farer Martin nedover fjellsiden, følger multikopteret etter. Kameraets gimball er programmert til å følge etter bevegelsene til trackingenheten og gjør Martin til hovedpersonen i sin egen skifilm.

Underveis kan Martin bestemme dronens flyvemønster via knappene på trackingenheten, og dronen er i stand til å fly i tet, sirkle rundt eller følge etter.

Vel nede på flat mark, trykker Martin på “Return to Home” på trackingenheten, dronen legger om kursen mot det avtalte stedet ved bilen, det lander og venter til Martin er tilbake. Dagens videomateriale er trygt lagret i GoPro-kameraet. Martin er spent på å vise dagens film til kompisene.

ARMINA/
AV/PÅ - KWAPP PÅ BATTERI



STATUSLED PÅ BUNN

ANALYSE AV PRODUKTKONSEPTET

Autonomt

Den største fordelene i ved denne prosjektidéen, er å gjøre multikopteret autonomt. Ved å gjøre multikopteret selvstyrt, senkes terskelen for brukervennlighet betraktelig. Tanken er at CPTR skal være selvstendig i manøvreringen.

Multikopter

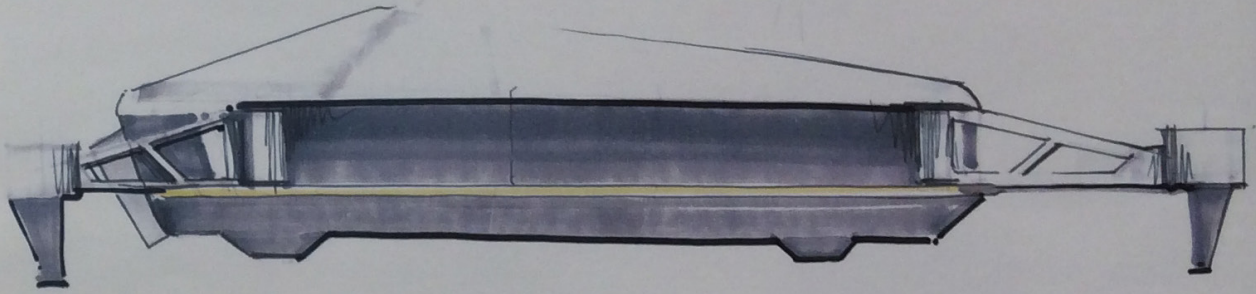
Prosjektet tar utgangspunkt i den stigende oppmerksomheten og populariteten rundt multikopter. Et batteridrevet fjernstyrt helikopter med 4 propeller eller mer. Multikopterene oppleves som meget stabile og enkle å manøvrere i luften. Dette gjør dem meget egnet til bl.a. til filming fra luften. Multikopteret har en god lastekapasitet og kan løfte relativt tungt utstyr ved rett konfigurasjon. Dermed kan disse benyttes like godt i profesjonelle filmproduksjoner som amatørfotofering.

Tracker

CPTR er avhengig av en spingsenhet som festes på personen den skal følge etter. Denne trådløse enheten fungerer som en fjernkontroll til multikopteret og kan brukes til å sende enkle kommandoer, f.eks. å ta av, lande, justere avstanden og flykarakteristikk.

GPS

CPTR vil benytte seg av GPS navigasjon i manøvreringen. Med denne kan man bl.a. bestemme en returdestinasjon om multikopteret f.eks. skulle nå lave batterinivåer. Dermed kan CPTR returnere til det avtalte landingsstedet og lande.



FAKSIMILE: INVENTAS

Smartmobil

En app vil være tilknyttet til CPTR. Denne brukes til å foreta mer avanserte innstillinger for multikopteret. Konfigurere landingssted, flymønster, sjekk av kamera, og systemsjekk kan gjøres fra applikasjonen.

GoPro

CPTR vil kunne fly med 1-2 GoPro kameraer. Dette ekstremsportkameraet fra det allerede etablerte firmaet GoPro har flere fordeler. Høy kvalitet på film, vidvinkel, lav vekt og god infrastruktur gjør dette til et egnet produkt som CPTR gjør nytte av.

Gimball

En gimball eller stabilisator er en motorisert anordning som sørger for å folde kameraet vannrett, følge etter et mål og unngå vibrasjoner på kamerahus som fører til redusert kvalitet på filmmaterialet. Denne er tenkt montert på utstyret for å sikre best mulig kvalitet på råmaterialet.



FOLLOW MODE TEST with Maiken Caspersen Falla

TESTFLYGNING OG PSYKOLOGI

Gjennom prosjektet var det knyttet mange spørsmål om sikkerhet og pålitelighet til teknologien som var i ferd med å bli utviklet. Ville teknologien klare å gjøre oppgaven sin helt autonomt uten noen form for fører?

Det ble diskutert rundt psykologien til produktet. Vil en bruker kunne legge tilliten i produktet og faktisk stole på at det fungerer? Dette er en av kjerneverdiene i et produkt. En bruker sin oppfattelse påvirker produktet, og har mye å si om produktet skal kunne fungere ute i den virkelige verden.

Teknologien bak må vise seg så solid at det kan garantere for at produktet oppfører seg som forventet.

Mye av følelsene handler om hvorvidt man har en følelse av kontroll over produktet. Selv om man sier at et produkt skal oppføre seg autonomt må det likevel til slutt være en form for kontroll og ansvar hos bruker. Det er essensielt at bruker føler de har kontroll over

situasjonen til enhver til når de benytter seg av produktet. Dette vil igjen føre til økt tillit til produktet.

I slutten av prosjektet var utviklingen av teknologien til bedriften kommet så langt at jeg fikk overvære en testflygning. Jeg var personlig fasinert av konseptet, men oppfattet det hele som voldsomt. At et multikopter med fire rotorer som spinner i et par tusen omdreininger skulle fly av seg selv var overveldende med tanke på de ulike faktorene dronen er avhengig av for å fungere.

Testflygningen ble foretatt på en åpen plass utenfor hovedbygningen på Gløshaugen, i klarvært med litt vind. Det var andre mennesker i området et lite stykke bortenfor.

Testflygningen skulle foregå ved at en av utviklerne skulle ta av manuelt med dronen for så å slå styringen over til trackeren.



Bildene er skjermdump fra videomaterialet tatt på Sognefjellet. Det viser reelle utsnitt av videomaterialet.
Foto: CPTR ©

Dronen lettet, og svedde i luften imens systemene ble sjekket. Vindkast nå og da påvirket styring og posisjonen. Trackeren ble koblet inn. Dronen svingte 180° og stabiliserte seg i luften. Den andre testpersonen med trackeren startet å gå, og dronen fulgte lydig etter. Til tross for vindkast opplevdes multikopteret helt stabilt og svedde stødig i luften imens det fulgte etter testpersonen.

Det ble min tur. Jeg tok spent imot trackeren og begynte å gå. Dronen fulgte etter, jeg stanset opp og gikk mot den, dronen rygget bakover. Den opplevdes veldig responsiv. Til tross for ingen fysisk tilkobling følte det ut som om jeg kontrollerte dronen med en line eller en stang. Interaksjonen mellom kontrollen og dronen kun ved bevegelse ga en overraskende god følelse av kontroll. Jeg hadde begynt å stole på dronen. Jeg ble fortalt at den senere ville bli utstyrt med en auto lette og lande funksjon. Dette ville tilby en større følelse av kontroll over produktet.

Det ble gjennomført flere testflygninger med dronen i dagene som fulgte. Bildene over ble gjort i samarbeid med Skilandslaget på Sognefjellet. Disse viser Et reelt perspektiv og utsnitt av videofilmingen.

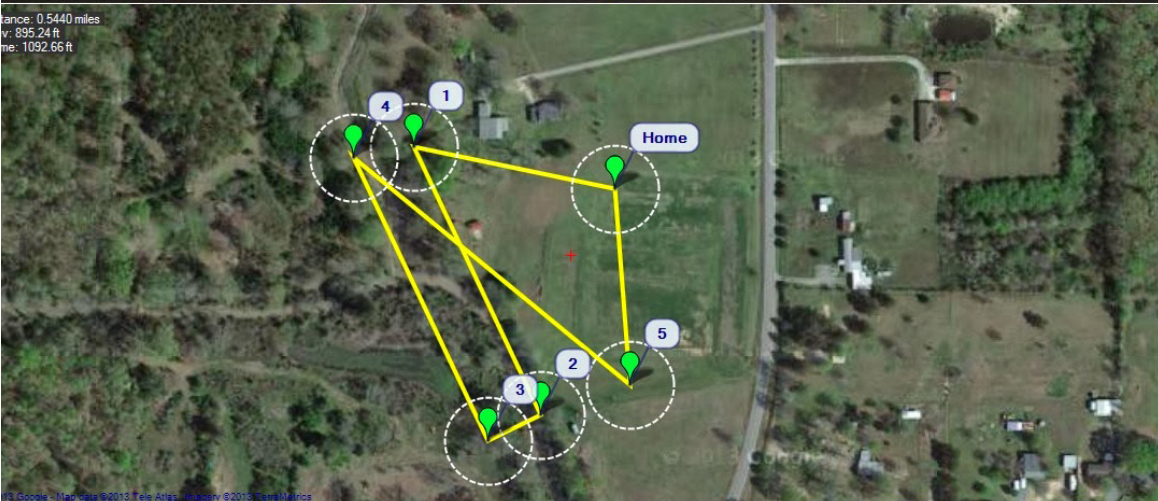
Kurs og veipunkter blir på forhånd tegnet opp i et kartprogram og senere overført til dronen

Å FLY AUTONOMT

For å få en farkost til å fly selvstendig kreves det hardware om bord som kan tolke omgivelsene og dermed manøvrere ut ifra disse tilegnede data. Dette utstyret tar utgangspunkt i gyroskop og høydemåler, samt Kompass og GPS. Dermed kan elektronikken opprettholde retning, fart og høyde samt foreta manøvrering.

Den vanligste og mest brukte metoden for å gjøre et fly selvstyrt er å preprogrammere ruten på forhånd i et elektronisk kart, og ved hjelp av GPS og høydemåler kan et fly navigere selvstyrt.

Målet til dette prosjektet er å bruke en adaptiv tilnærming av selvstyringen der dronen henter informasjonen fortløpende fra omgivelsene og preferansepunkt fra trackingenheten. Dette blir med en gang mer krevende grunnet flere faktorer som spiller inn og til stadighet er skiftende, som omgivelser, vind, og kommunikasjon mellom hardware.



Zoom

Action

Mouse Location

Lat 32.376835
 Long -92.05364
 Alt 27

UTM

X 589022.08
 Y 3582600.0
 Zone 15N

MGRS (testing)
 15SWR8902282600

Grid View K1

Waypoints

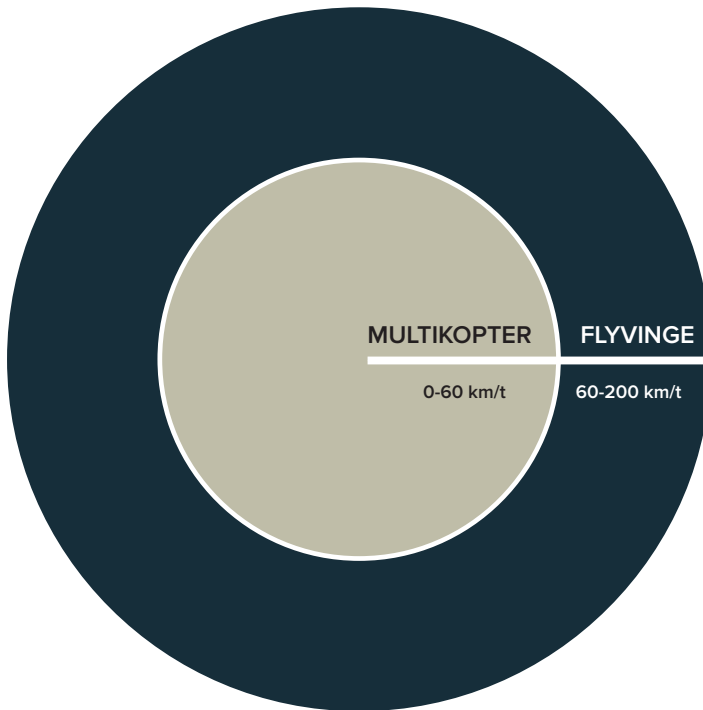
P Radius 91 Lateral Radius 190 Default Alt 40 Absolute Alt Verify Height [Add Below](#)

Command	P Radius	Lateral Radius	Default Alt	Absolute Alt	Verify Height	Lat	Long	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Dist
1 WAYPOINT	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32.3787956237793	-92.0578536987305	100	X	⬆️	⬆️	24.2	412.6
2 WAYPOINT	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32.3773193359375	-92.0570297241211	100	X	⬆️	⬆️	0.0	595.4
3 WAYPOINT	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32.3771743774414	-92.057373046875	100	X	⬆️	⬆️	0.0	118.3
4 WAYPOINT	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32.3787307739258	-92.0582504272461	100	X	⬆️	⬆️	0.0	628.9
5 WAYPOINT	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32.3774795532227	-92.0564498901367	70	X	⬆️	⬆️	-4.2	718.4

http://3.bp.blogspot.com/_I6Zmy...
http://www.nasa.gov/images/content/467224main_GRIP-globalhawk_full.jpg



http://www.nasa.gov/images/content/467224main_GRIP-globalhawk_full.jpg



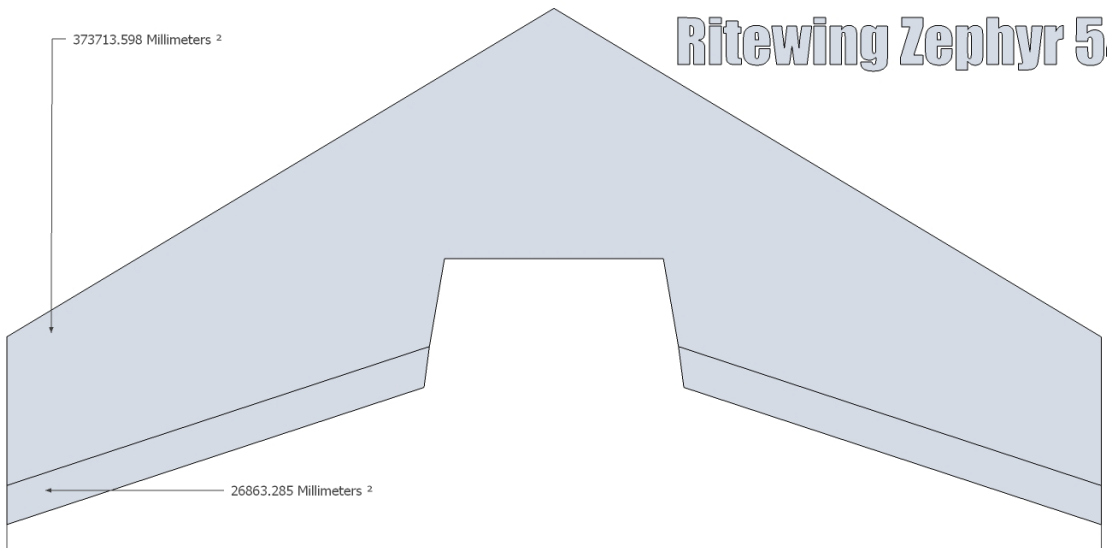
BRUKSOMRÅDE

Multikopteret som er under utvikling har en målt topphastighet på 50km/t. Multikopteret er beregnet på bruk til sportsaktiviteter med lav til middels hastighet. Surfing, snowboard, skiløp og sykling er aktiviteter som multikopteret er kapabel til å følge etter i hastighet.

Et fly kan håndtere hastigheter fra 50-200km/t, og dette gir mulighet for å betjene høyhastighetsport som luftsport, motorsykkkel, bilkjøring og downhill.

Samtidig gir det muligheter med forlenget filming. Et fly bruker mindre energi i normal flukt sammenlignet med et multikopter. Og vil sannsynligvis gi lenger driftstid på en batteriopplading.

Ritewing Zephyr 54



http://www.parkflyers.org.nz/uploads/newbb/3_4ad30303c3bd9.jpg

FORMFAKTOR

Det finnes flere formfaktorer for en flykonstruksjon. Den mest tradisjonelle er vinge og hale forbundet via en flykropp. Denne konstruksjonen er brukt på de aller fleste fullskala-fly. Flykroppen (fuselage) bidrar i liten eller ingen grad til flyets oppdrift.

En vinge, eller en deltakonstruksjon trenger ikke en konvensjonell flykropp, og får vertikal stabilisering fra sideror (winglets) I stedet for et tradisjonelt haleror. Flykroppen er i mange tilfeller formet i sammenheng med vingeprofilen og yter løft på samme måten som vingen. Dette tillater en mer kompakt form, som gjør det mer transportabelt. Det vil gi flere fordeler videre. Og blir dermed valgt som formfaktor i dette prosjektet.

Ritewing sin Zephyr er en velprøvd vinge form med store vingeoverflater og relativt stor godstykkelse. Disse er bygd for god manøvrering og lasteevne. Store kontrollflater gjør konstruksjonen responsiv i manøvreringen. Modellen blir ofte laget med en sandwich-konstruksjon med bruk av karbonfiber, for ekstra slitestyrke. Modellen er utstyrt med en utenbords elektromotor med en foldbar propell.



MODELLFLY VS DRONE

www.bjonefoto.no/Airshow/Bilder/Modellfly_2_1920p_IMG_4464.jpg

Produktet må søke en form for kompletthet. Vanlig modellfly krever en viss forkunnskap, montering og vedlikehold. Dronen bør kunne fungere mer som et verktøy, uten de store forberedelser eller forkunnskap, selv om noe opplæring bør kunne medregnes. Nedetiden bør reduseres til det minimale ved tilgang på reservedeler og enkel utbytte av ødelagte deler.

Dette gir muligheter til kundeoppfølging og mersalg. En nettbutikk som tilbyr alle delene, vil gjøre det enkelt og tilgjengelig å reparere og vedlikeholde produktet. for å sikre god valuta for kunden bør konstruksjonen være modulbasert slik at det blir lettere å kun bytte ut de delene som er blitt utsatt for skade eller slitasje.

Et konvensjonelt modellfly kontrolleres av en radiosender og en mottaker som mottar instruksjoner fra en pilot på bakken. Den store forskjellen mellom modell fly og dronen vil være at flyet flys av en autopilot ombord. Og selve flukten vil overlates til programmering og hardwaren.

SIKKERHET

Det er alltid en risiko med automasjon av kjøretøy. Datateknologien har sine begrensninger, og vil ikke ene og alene kunne garantere sikkerheten for produktet. En førerløs farkost må utvikles slik at den ikke vil være til skade for mennesker eller gjenstander i omgivelsene. Det må derfor legges føringer for bruk av produktet og hvilke situasjoner og omgivelser produktet kan brukes.

Det er helt essensielt å ha sikkerhet som en førsteprioritet i denne problemstillingen. En kjent sak fra fysikken er at en masse i høy fart innehar en betydelig andel av kinetisk energi, som potensielt sett kan utøve mye skade. I tillegg skal flyet kunne manøvrere av seg selv. Elektronikken er ikke i stand til å ta egne riktige avgjørelser i en hver situasjon, og er ikke bedre enn programmereren og konstruktørens evner.

En kan godt si at et autonomt programmerbart produkt sjeldent kan gjøres 100 % trygt. Men ved å ta de avgjørende og viktige designvalg kan man komme godt på vei.



En Harrier retter dysene fra motoren nedover og kan dermed lande og ta av vertikalt.

http://www.zone5aviation.com/wp-content/uploads/2012/09/McDonnell_Douglas_AV-8B_Harrier_VTOL_Vertical_Takeoff.jpg

HVA LØSER HVA? TEKNOLOGI OG FUNKSJON

Første generasjon av produktet vil ikke kunne lese omgivelsene i umiddelbar nærhet, men vil kunne hente informasjon om topografi fra GPS, altimeter, sporingseenheten og kompasset. Betingelsene for distanse og høyde må legges i programmeringen av softwaren til dronen. Det er flere utfordringer å løse med et autonomt fly. Det er flere problemstillinger knyttet til produktet. Hvordan sikrer man at flyet letter og lander trygt. Navigerer forbi hindringer og hva må gjøres for å unngå farlige situasjoner

DRONEN TAR AV

Konvensjonelle fly letter og lander ved hjelp av understell og rullebane. Det er vanlig å utstyre modellfly med understell, men det finnes like mange modeller som ikke benytter seg av understell, f.eks. glidefly og vinger. Disse må dermed håndstartes.

En vinge kan håndstartes ved å kaste det mot vind. Dette krever derimot litt trening av bruker. Det er blitt foreslått en vertikal takeoff for modellen. Ved å plassere modellen på høykant på bakken vil systemet kunne programmeres til å ta av vertikalt, for så å plane ut i en egnet klatrevinkel. Dette er kurant fordi det eliminerer behovet for brukertrening, og forsterker autonomiteten til dronen. Dette setter derimot spesielle krav til motor og utforming.



Nyere privatfly kommer med innebygget fallskjerm om uhellet skulle være ute.

<http://wordpress.mrreid.org/wp-content/uploads/2011/07/plane-parachute.jpg>

DRONEN LANDER

Hvordan skal den lande?

I likhet med takeoff, er landingen en utfordring. Konvensjonelle fly og modeller har et understell som muliggjør landing. Det er derimot vanlig at modellfly lander uten understell og sklir mot underlaget ved landing. Dette fører nødvendigvis til ekstra slitasje på konstruksjonen, men problemet kan unngås ved bruk av skinner eller meier bygd inn i flykroppen, samt winglets.

For å sikre en enkel konstruksjon tar vi utgangspunkt i denne måten å lande modellen på.

Det er derimot knyttet flere utfordringer ved å lande med et fly sammenlignet med et multikopter. Der sistnevnte trenger lite plass, må et fly ha et større område for å lande inn på en rett linje.

I EN NØDSITUASJON

Dronen må kunne ha en grad av selvstendighet, skulle brukeren bli utsatt for en hendelse bør dronen kunne registrere dette og gjøre en manøver for å unngå videre skader eller være til videre hjelp for brukeren. Det vil også være nødvendig å utstyre produktet med en dødmannsknapp slik at man kan avbryte hvis farlige situasjoner oppstår, slik at dronen f.eks. kan ta en kontrollert krasjlanding, eller søke høyere eller lavere høyde. Og være istand til å returnere til landingsted.

MERK

Mange av utfordringene til produktet har mange potensielle løsninger ved hjelp av produktets trackingenhet. Denne er under patentbehandling, og er derfor ikke inkludert i prosjektet.

REGELVERK LUFTFARTSTILSYNET

CPTR sitt mål om et selvstyrt objekt for å senke terskelen for filming der en selv utøver sport, er i seg selv veldig spennende, samtidig som det byr på en stor utfordring. Det setter høye krav til teknologien de utvikler, både for pålitelighet og ikke minst sikkerhet. Det faktum at produktet også skal videodokumentere hendelsen byr på utfordringer.

Det fordres til brukeren at produktet kun må benyttes utenfor områder med tett bebyggelse eller bygningsmasse.

Nasjonal Sikkerhetsmyndighet skriver følgende:

“Det kreves tillatelse fra NSM for å gjøre optak fra luften over norsk territorium.”¹

Dermed må den enkelte brukeren pr. d.d. søke om tillatelse for å filme med produktet. Flyet er tenkt å ha en egenvekt på noen kilogram, og kunne oppnå hastigheter opp mot 200 km/t, dette kan potensielt medføre skader på personer eller materiell ved krasj. Luftfartstilsynet skriver

“Modellflyging, inkludert FPV-flyging med modellfly, må gjennomføres på en slik måte at det ikke medfører fare for ordinær luftfart eller skade på person eller eiendom.”²

1 <https://www.nsm.stat.no/Arbeidsomrader/Fotokart/>

2 <http://www.luffartstilsynet.no/regelverk/aic-n/article10861.ece>

KOMMENTAR ADVOKAT TOMMY DAHLEN

Uttalelse fra Advokat Tommy Dahlen om de regulatoriske aspektene rundt CPTR:

«CPTR vil ut ifra sin størrelse og tiltenkte bruk i utgangspunktet falle inn under de bestemmelsene som gjelder for slik modellflyging, dvs. en luftbåren innretning som brukes til rekreasjon, sport og/ eller konkurranse. Det er så langt jeg har brakt i erfaring ikke fastsatt særskilte lov eller forskriftskrav til modellflyging, men Luftfartstilsynet har forskriftshjemmel for å innføre slike regler. Denne er så vidt jeg kan se ikke benyttet p.t.

Dersom produktet benyttes til «nytteflyging» vil det fort falle inn under særskilte regler (krav om tillatelse mv.) fastsatt av luftfartsmyndighetene.

Bruk av kamera i tilknytning til CPTR vil i utgangspunktet være uproblematisk for annet enn nytteflyging/kommersiell bruk og

vil i slike tilfeller primært kreve en forenklet tillatelse fra Nasjonal Sikkerhetsmyndighet (NSM). For kommersiell utnyttelse av kamera/ bildefunksjonalitet vil dette raskt føre til at farkosten må regnes som et luftfartøy og underlagt luftfartsloven med tilhørende forskrifter.

Som det fremgår ovenfor vil altså farkostens faktiske bruk være bestemmende for hvilke regulatoriske krav som gjelder for operatøren. Det er verdt å understreke at regelverket som sådant retter seg mot brukeren av produktet og ikke mot tilbyderer av farkost som kan utnyttes til slike formål. Det vil derfor – så langt jeg har avdekket – være kunden som må påse at lov- og forskriftskrav er oppfylt. Dersom produktet markedsføres og selges med en slik «disclaimer» kan jeg altså ikke se noe til hinder for at produktet tilbys i markedet.»

REVIDERT REGELVERK VÅR 2014

<http://www.dinside.no/928056/tillatt-aa-fotografere-fra-luften>

Pr 3. april 2014 lettet Luftfartstilsynet på kravene om videofilming fra droner. Det ble likevel innført noen retningslinjer. Dronen må være innenfor synsvidde og ikke fly over restriksjonsområde. Det er heller ikke lov til å krenke privatlivets fred eller spionasje.

Med tanke på de tidligere restriksjonene kan det tenkes at disse kunne vært unngått i sin helhet med konseptet til CPTR. Siden teknologien tilbyr en «usynlig» ledesnor mellom bruker og drone vil ikke dronen kunne manøvreres med hensikt utover brukers umiddelbare nærhet. Kameraet vil være programmert til å rettes mot bruker og kan således ikke brukes til spionasje eller videodokumentasjon av andre.

Dermed ville produktet falle utenfor kravene for den generelle droneflygningen.

Annonse



Utvikle eksisterende eiendom?
Søk støtte til energi- og klimatiltak.

[▶ SØK HER](#)

HELIFOTO: Nå er det blitt lov for privatpersoner å fotografere fra luften. (Foto: [Quadropter + Bear](#) (<https://www.flickr.com/photos/retrocactus/9449391330/in/photolist-fp1AOB-c78Lv9-epzcSL-9rLq5S-jz45uZ-dMR5tB-iovN3i-cAeXYU-cAeXHO-esNLXa-cR73d7-cR72BN-dLgbl3-a9PHaa-jpNZoi-jpOTRS-jpQxTe-bXwwwB1-c4TVAw-c4TWBw-bp4PbL-bYPzEO-ff6TH9-bZGBdL-dMWxW9-dMWyRy-7v8e5a-7vc3f5-dLg7r1-dLazRF-jawLzP-8wZRKU-ggYpBR-bU2aUz-dhzrmr-dhzo25-bp4P7j-gCGG6j-gCHjqK-ePmB9i-ePybPU-bEx9Qw-bEx9JG-ckP9Lq-exjindu-g7PDtv-g7P5Kq-g7NXH1-dDzHs9-dDukq2>) av John Bieler, [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>))

Tillatt å fotografere fra luften 21

Publisert: Torsdag 3. april 2014 kl 18:00

Nasjonal sikkerhetsmyndighet letter på restriksjonene. Men helt fritt frem er det ikke.

Dinside Det har blitt populært for privatpersoner å bruke quadrokoptere eller andre fjernstyrte, flyvende enheter som er utstyrt med kamera.

av [Harald Brombach](mailto:harald.brombach@dig.no?subject=928056) (<mailto:harald.brombach@dig.no?subject=928056> - [Tillatt å fotografere fra luften](#))

Annonse

MARKED OG BRUKERGRUPPE

CPTR sin brukergruppe tar utgangspunkt i ekstremsportsutøvere og friluftsentusiaster. Det er meningen at denne gruppen skal være introduksjonsmålgruppen for produktet. Det er en økende popularitet innenfor vintersport med ski og slalom, utfor og offpist. Toppturer med randoneeutstyr er økende i popularitet. Flere og flere søker denne formen for rekreasjon og hobby.

Ifølge SIA Snow Sports Market Intelligence Report 2013 peker de fleste piler oppover hva gjelder økende salg av skiutstyr og tilbehør. Trenden er stigende, også hva gjelder selvrealisering og deling av opplevelser med andre. Det kompakte vanntette sportskameraet GoPro ble lansert 2002, og har oppnådd en høy brukerandel i markedet. Dette kan festes på hjelm og klær og brukes ofte til å lage First Person View opptak.

Denne kryssningen vil CPTR utnytte. Ved å utvikle en selvstyrt drone kan eieren av kameraet bli hovedpersonen i sine helt egne filmopptak, filmet fra multikopteret. Ved å gjøre

produktet selvstyrt, trengs det ikke en annen person til å fly multikopteret. Terskelen for bruk skal være lav, og målet er å gjøre bruken av dronen like lett som et hvilket som helst kamerastativ. Produktet skal være klart når brukeren er klar. Dette setter helt klart føringer hva gjelder utforming, tilgjengelighet og interaksjonsdesign.

Det finnes andre fly på markedet som kan fly et GoPro kamera, men ingen av disse er selvstyrte og har ikke den unike teknologien til CPTR.

Det nye produktet ska peile seg inn på samme brukerkategori, men sportsaktiviteten vil variere. Et multikopter er enklere i bruk fordi det ikke har store krav til landingsplass, og kan manøvrere både presist og har muligheten til å parkere i luften.

Et fly har større krav til takeoff og landing, og vil medføre at brukeren trenger litt mer opplæring enn på multikopteret. Det setter også større krav til autonomiteten til produktet.



GoPro tok markedet med storm etter lanseringen tilbake i 2002. Det har etablert seg som det mest brukte actionkameraet på markedet.

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/GoPro_HD_HERO_Original.jpg



TEAM BLACKSHEEP

Raphael Pirker, grunnlegger Team BlackSheep

https://c1.staticflickr.com/9/8063/8249812864_49365207a0_z.jpg

Team Blacksheep er et kjent foretak for filming av luftsport og driver en nettside med webshop og et internett-community for tilhengere av dronefilming. FPV eller “First Person View” er populært innenfor sjangeren, og gir mulighet for en live-stream av kameraet montert på multikopter eller flygende vinger. Dette gir muligheter for en pilot på bakken til å utføre nærhetsflyging etter fallskjermhoppere og wingsuit-utøvere, ved å se på spesialtilpassede briller med innebygget skjerm. Slik kan piloten se det flyet “ser”.

Interessen for luftfilming er et voksende miljø. Folkene bak Team Black Sheep er med på å øke interessen enda mer. I Norge har droneflygingen vokst kraftig de siste årene, og utbredelsen ser ut til å øke mer.

Ved å utnytte teknologien til CPTR er det mulig å kunne gjenskape resultatene til f.eks Team Black Sheep, helt selvstendig ved hjelp av utstyret.

ANALYSE AV EKSISTERENDE PRODUKTER

Videre følger to av de sterkeste konkurrentene til det nye produktet som er tilgjengelig på markedet idag. Det er en analyse av funksjoner til de to og ulemper og fordeler som de forskjellige produktene innehar.

CPTR er fremfor alt teknologien under skroget på dronen, men ved å skape sine egne fullverdige produkter har de dermed større kontroll over produktet og resultatene. De er dermed istand til å ta egne valg og spesialtilpasse utstyret for bruken den er beregnet på. Samtidig er dette med på å bygge en merkevare og en brand identitet for selskapet, sammenliknet med å implementere teknologien i et produkt fra en tredjepart. Som et produkt nr. 2 holder de på denne ideologien slik at de bygger en merkevarelinje.

RV JET

RV jet er et produkt fra et svensk utviklingsteam og distribuert bl.a. av Range Video. Denne flygende vingen er utstyrt med en push-motor i bakkant og to høyderor, i en kompakt vingeprofil. Modellen måler 2m i lengde.

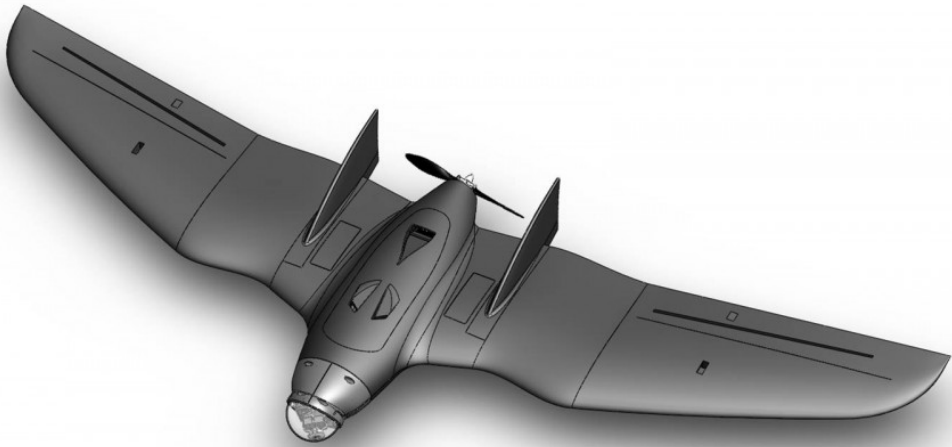
Modellen er tilpasset bruk av GoPro 1 og 2 og plasserer kameraet i en dome foran på konstruksjonen. Gimbalutstyr kan monteres. Modellen har en aktuell design og er modulær, med vingesegmenter som kan skiftes ut basert på bruksområde.

Elektronikk er sentralisert i senter av modellen som gjør den lett tilgjengelig.

Modellen er PATENT PENDING.

En praktisk funksjon verdt å merke seg er fraktesken den kommer i. Denne kan brukes som egen frakteske under transport og sørger for god beskyttelse av modellen.

Modellen sine bruksområder vil være First Person View flyging, eller UAV. Modellen er avhengig av radiostyring for operasjon. Modellen er tilgjengelig uten ekstrautstyr for 249USD.



<http://diydrones.com/profiles/blogs/hobby-king-does-it-again>

PROS

- Kurrant pris
- Godt design
- Brukervennlig
- Reservedeler
- God løsning for GoPro

CONS

- PATENT PENDING
- Krever forkunskaper
- Nærliggende produkt
- Refleksjon i dome



Kommandosentralen sender både signaler og mottar videostrømmingen fra dronen

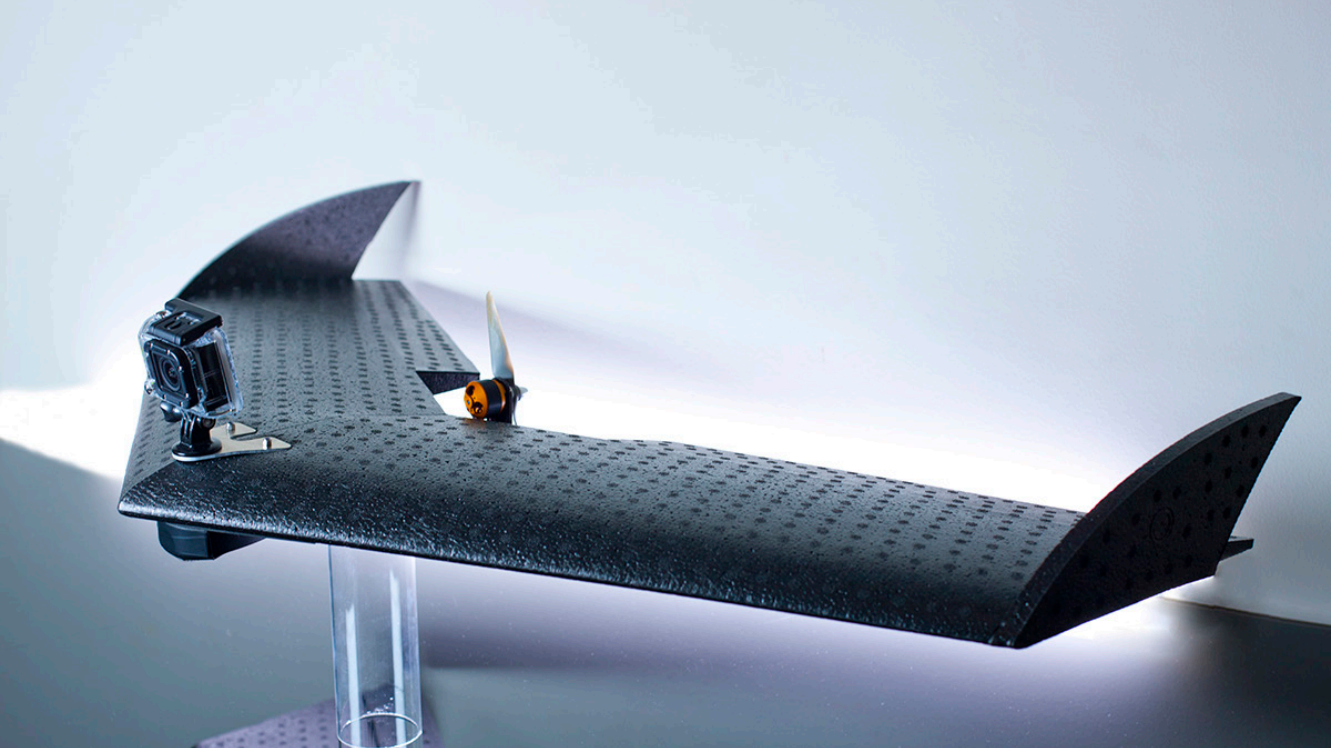
<http://i1.ytimg.com/vi/HmQuc-DdOP8/maxresdefault.jpg>

Lehmann Aviation LA-serie / LM-serie

Flygende vinger med vingspenn på 92 cm. Enkel og lett konstruksjon med feste til GoPro-kamera under og foran. Vingen har lang rekkevidde (3km) Systemet byr på ubemannet ferd av vingen. Flyturen planlegges grafisk via en tilhørende app for tablets, og vingen er deretter helt selvstyrt. Kameraet leveres uten noen form for stabilisator. Høy pris. 999-2500€. Leveres uten GoPro eller tablet.

Videooverføringen er avhengig av en basestasjon med videolink til flyet. Denne opprettholder kommunikasjonen med dronen og gir kommando om navigasjon, samt overfører videostrømmen fra kameraet på dronen.

LM serien er en større vinge, med mulighet for å løfte tyngre kameraer som Sony NEX. Disse modellene tilbyr direktestrømming av video til en bakkestasjon. Bakkestasjonen kontrollerer manøvrering og video. Modellene har en pris fra 5999€-9990€. Kamerautstyr er ikke inkludert.



<http://ec2-54-200-31-145.us-west-2.compute.amazonaws.com/wp-content/uploads/2013/07/LA100-03.jpg>

PROS

- Enkel konstruksjon
- Høy løfteevne
- FPVmuligheter
- Appstyring
-

CONS

- Høy pris
- Begrenset funksjonalitet
- Ingen kamerastabilisering

HARDWARE CPTR

PIXHAWK

Stabilize and steer the quadcopter. Important to mount in the center of gravity for the quad. Has inbuilt IMU and barometer, important that the body is not airtight so that the barometer can get an accurate air pressure reading

50 x 81.5 x 15.5mm
Weight: 38g

PIXCUCKOO

Communicates with the tracker, decides what filming angle is the best based on the information received from the tracker. And send commands to the pixhawk about the desired movement of the quadcopter.

40 x 60 x 8

Weight: 8g

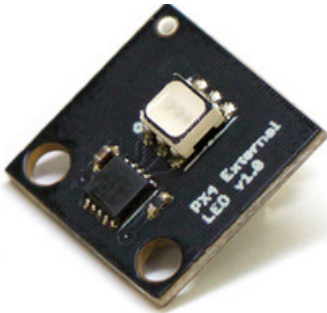




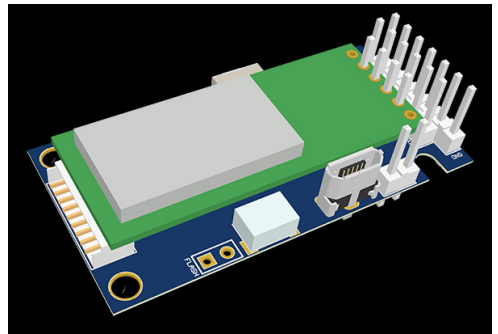
1.



2.



3.



4.

1. Compass+GPS 2. Gimball 3. LED 4. Gimball Controller

COMPASS+GPS

Used to navigate. Gives variables that the pixhawk uses. Both the compass and GPS are sensitive when it comes to other sources that produce magnetic or signal interference. Important to mount away from ESC and Xbee.
 38 x 38 x 8.5
 Weight:16.8g

GIMBALL

Stabilizes the image and helps the electronics to create better filming angles by adjusting the angle of the camera compared to the quadcopter.
 Weight: 150g

GIMBALL CONTROLLER

Controls the motors on the gimbal and communicates with the pixhawk.
 (BaseCam SimpleBGC 32-bit Tiny
 50 x 25 x 4
 Weight:8g

Multicolor LED

LED to signal if everything is OK with the drone. Needs a glass or lense through the body of the drone.
 Weight: 3g

ARMING BUTTON

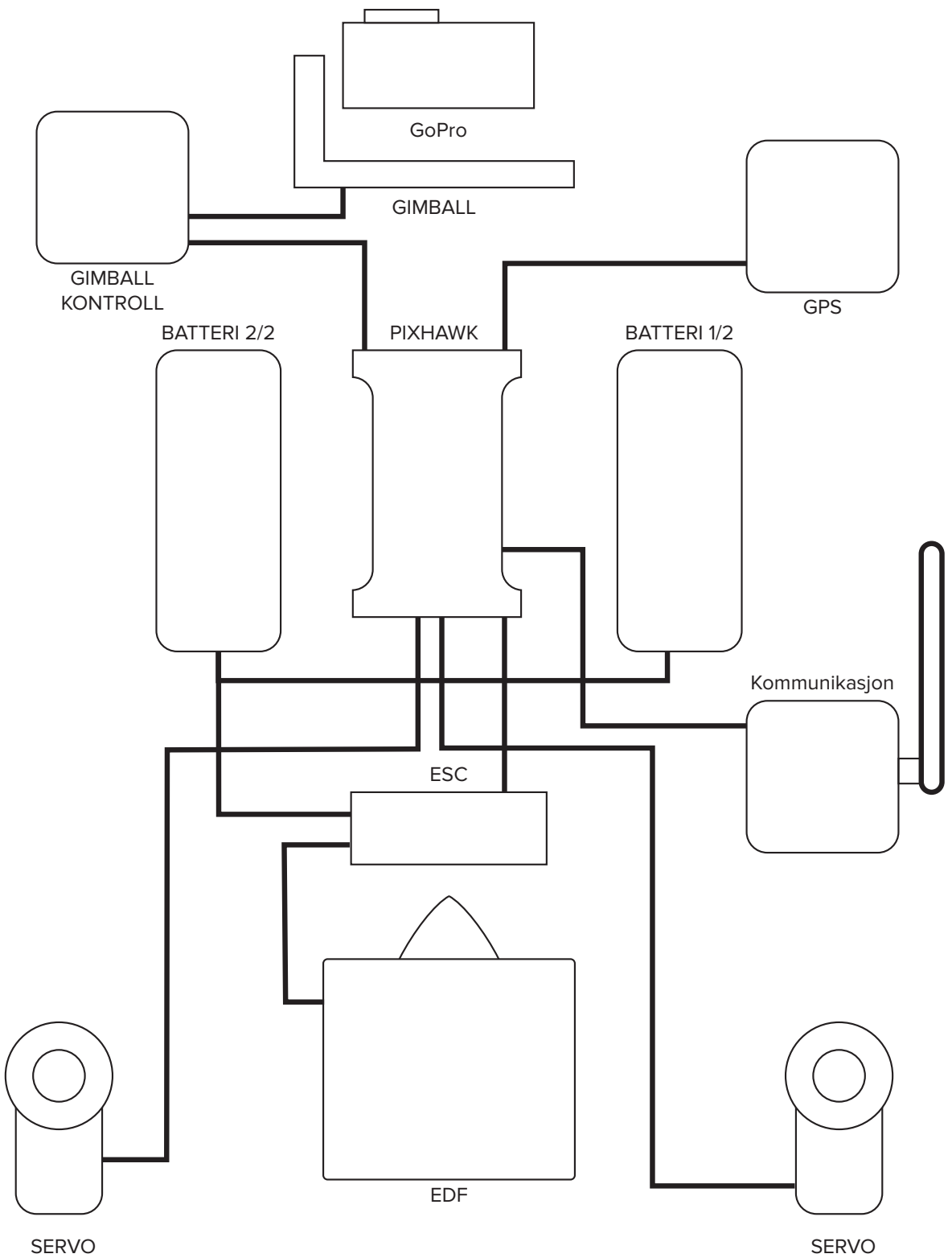
By pressing this button motors get an arming signal and this enables the drone to respond to the "take off" button from the tracker
 Weight: 5g

SKJEMA NYTTELAST

I tillegg til hardwaren til teknologien skal flyet også ha en del annen nyttelast..

Den mest sentrale er Pixhawk autopilotenheten. Denne vil være knutepunktet for alle komponentene som kontrollerer flyet.. De to batteriene skal sørge for kraft til EDF (Electric Ducted Fan) denne skal sørge for nok skyvekraft til fremdriften av flyet. ESC (Electric Speed Controller) regulerer turtallet til EDFen. Dermed kan gasspådraget justeres etter behov.

De to servoene som skal drive de to kontrollflatene på vingene, vil programmeres til å mikse ror kommandoene slik at rorflatene både kan fungere som balanseror og høyderor.



En skematisk oversikt voer komponentene ombord i konstruksjonen



http://180.149.254.41/images_PID/PPS-2034-1.jpg

<http://static.rcgroups.net/forums/attachments/3/6/6/7/8/7/a5351386-98-DJI%201038%2010-inch%20Propeller-03.jpg?d=1354714112>

DUCKTED FAN VS PROPELL

Det ble vurdert to typer fremdriftssystemer for modellen. Den konvensjonelle metoden er å bruke utenbordsmotor med propell, som monteres i bakkant på vingen, som skyver modellen frem i luften. Dette systemet er det rimeligste alternativet. Det har derimot ulemper, som større sannsynlighet for skade ved landing, og kuttskader hvis propellen kommer i kontakt med mennesker.

Elektrisk turbin eller Electric Duckted Fan (EDF) er som navnet røper en elektrisk drevet vifteturbin som gir fremdrift. Denne sylinderformede motoren bygges inn i modellen og krever innsug og utblåsning for å fungere. Systemet sitter skjult og utenfor rekkevidde av fingre. Er i stand til å levere høy løftkraft. Ulempen er høyere pris i innkjøp.

I utvelgelsen av motorkomponentene kom det klart frem at ønske om vertikal take-off kunne bli en utfordring. Den estimerte vekten på konstruksjonen medregnet all nyttelasten er

1400g.

Den minste EDF'en leverer en skyvekraft på 1700g. Dermed ville thrust-to-weight raten bli for liten til at vertikal takeoff ville vært mulig. Det finnes EDF med skyvekraft opp til 5-6kg. Men denne krever også større og tyngre batteripakker og komponenter, som ikke ville gi en signifikant bedre T/W rate enn de mindre modellene. Dette ville og gå utover batterikapasiteten og flytiden.



Motordelene kom i posten etter en uke, og den fysiske størrelsen var overraskende stor.

© Jonas B Jacobsen 2014

THRUST TO WEIGHT RATIO

Dette er en dimensjonsløs enhet som indikerer ytelsen til flyet eller kjøretøyet. Ved å fordele skyvekraften på vekten vil man få en rate over hvor fort akselerasjonen vil foregå, som igjen spiller inn på f.eks evnen til å manøvrere.

En motor med skyvekraft 1kg vil kunne klare å holde 1kg svevende i lufta. Dermed er T/W 1.0.

En rakett har en T/W rate mellom 1.3-2.0.

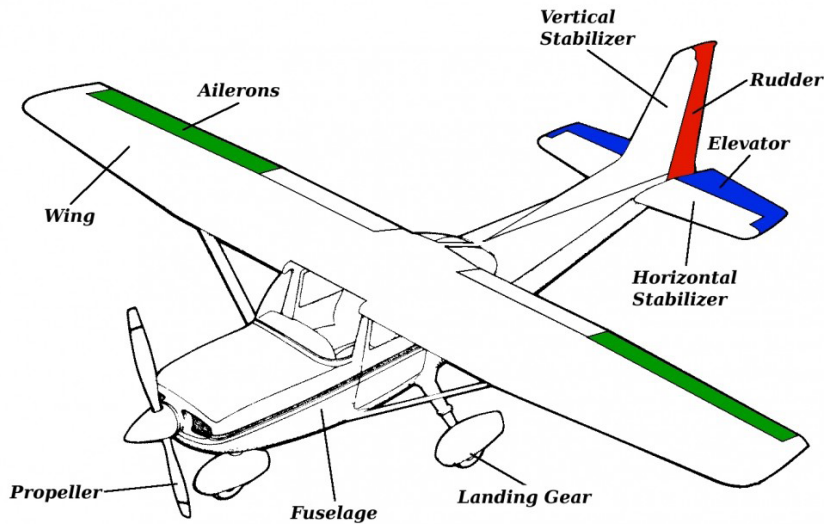
Romfergen 1.5. Flyet Concorde 0,3.

En vertikal takeoff krever at akselerasjonen er så effektiv at den får flyet opp i en slik hastighet at luften strømmer over kontrollflatene på flyet slik at disse kan korrigere bevegelsene til flyet.

Dette kan vise seg vanskelig med modellens estimerte T/W rate som er beregnet til 1.15. Det vil derimot være mer enn tilfredsstillende ved horisontal flukt. Et fly vil være mer effektivt enn et Quadcopter i energiforbruk da motoren kun må kompensere for luftmotstand for å holde seg flyvende. Så flyet vil kunne holde seg i luften lenger da det forbruker mindre av batteriresursene under flukt, ved optimale

forhold uten motvind etc.

Valget falt på den minste motorkonfigurasjonen for å kunne holde både vekt og størrelse til et minimum. Vingen skal kunne fraktes frem og tilbake og bør derfor være så kompakt som mulig. Dermed blir vertikal takeoff valgt bort på grunnlag av kravene til størrelse vekt og driftstid, selv om denne funksjonen hadde vært ønskelig.



http://3.bp.blogspot.com/-7aO65mjYZKA/UDLhkSGsE4I/AAAAAAAAABmc/UXtgivU_CrY/s1600/Airplane-Parts-Black-and-White-1023x762.jpg

KONTROLLFLATER

Kontrollflatene til flyet vil være balanserorene ute på vingene. I motsetning til et konvensjonelt fly, som benytter seg av balanseror (grønn), høyderor (blå) og sideror (rød), vil en flygende vinge kun være utstyrt med balanseror. Disse vil fungere både osm balanseror og høyderor i en miks-funksjon. De vil kunne fungere som høyderor og balanseror som dermed styrer flyet.

To servoer skal gi kraft til rorene ute på vingen. En modell med høyt dreiemoment og metallgir ble valgt ut for å betjene rorene.



Servoene er kapable til å håndtere en kraft på 15 kg. Dette sørger for rorutslag i ekstreme påkjenninger.

KRAVSPESIFIKASJON

Etter flere runder med idegenerering og møter med tilbakemelding fra Ole Jørgen ble det satt opp følgende Kravspesifikasjon.

Et av ønsket om flyet på lik linje med multikoteret, ville være å lage det klart til bruk rett ut av esken. Og kreve lite eller ingen montering fra brukeren sin side. Det er først og fremst sportsutøveren, og ikke modellflyentusiasten produktet er ment å henvende seg til.

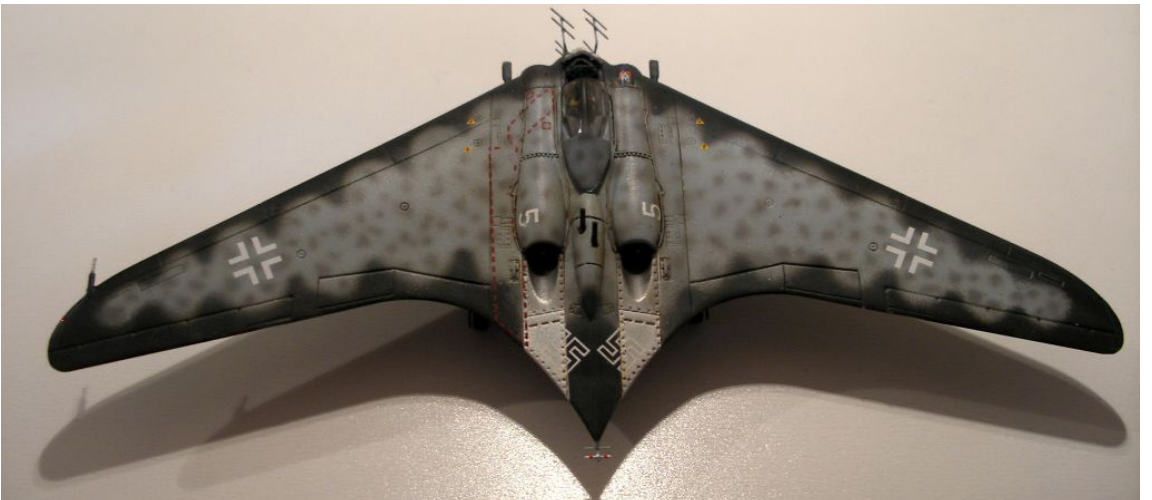
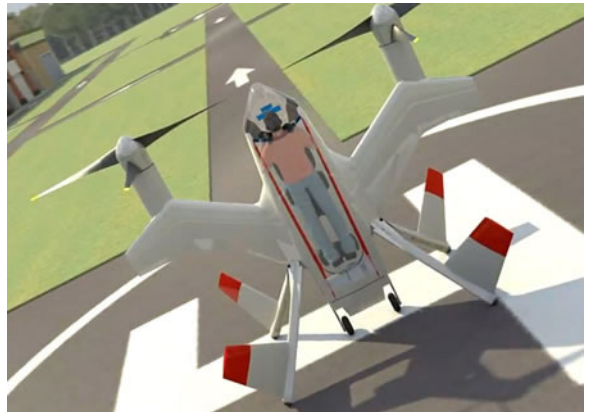
Jeg ble oppfordret til å skaffe meg generell innsikt i aerodynamikk fremfor et dypdykk inn i materiet. Aerodynamikken er skalerbar, men effektivitet og finberegnede justeringer har mye mer å si for fullskala fly enn skalamodeller. Ved å følge generelle retningslinjer for utformingen av et fly skulle det kke være noe problem å få det i luften, ifølge Ole Jørgen.

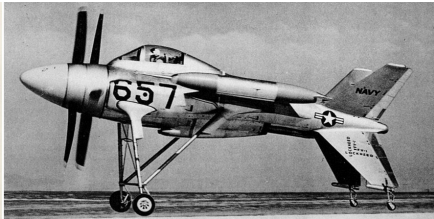
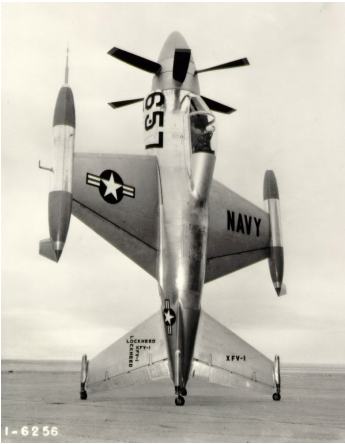
Kravspesifikasjon CPTR			
	Skal	Bør	Kan
Flytekniske komponenter			
Fremdrift: Duckktd Fan (EDF)	x		
Batterier	x		
Elektronisk motorkontroll (ESC)	x		
2 Servoer for kontrollflater	x		
Kommunikasjon	x		
Pixhawk Autopilot (Plassering i tyngdepunkt)	x		
GPS	x		
LIDARsystem (plasseres foran/under)			x
Komponentene plasseres så konstruksjonen er avbalansert	x		
CG foran CL	x		
Filmtekniske komponenter			
GoPro Gimball	x		
Gimballkontroll	x		
Dome		x	
Konstruksjon			
“Spars” forsterkning i vingen	x		
Vinglets		x	
Beskytte kamera under landing		x	
Ta av vertikalt			x
Modulbasert konstruksjon		x	
Sentralt fuselage	x		
Avtagbare vinger		x	
Reservedeler tilgjengelig	x		
Bruksaspekt			
Oppbevaring under transport		x	
Ulike vingesett			x
Egnet uttak av batterier	x		
Enkel montering av GoPro kameraet i Gimball	x		
Tilvirkning			
Gjøre konstruksjonen CNC vennlig	x		
Ingen undercut	x		
Gjøre konstruksjonen egnet for støp	x		



MOODBOARD

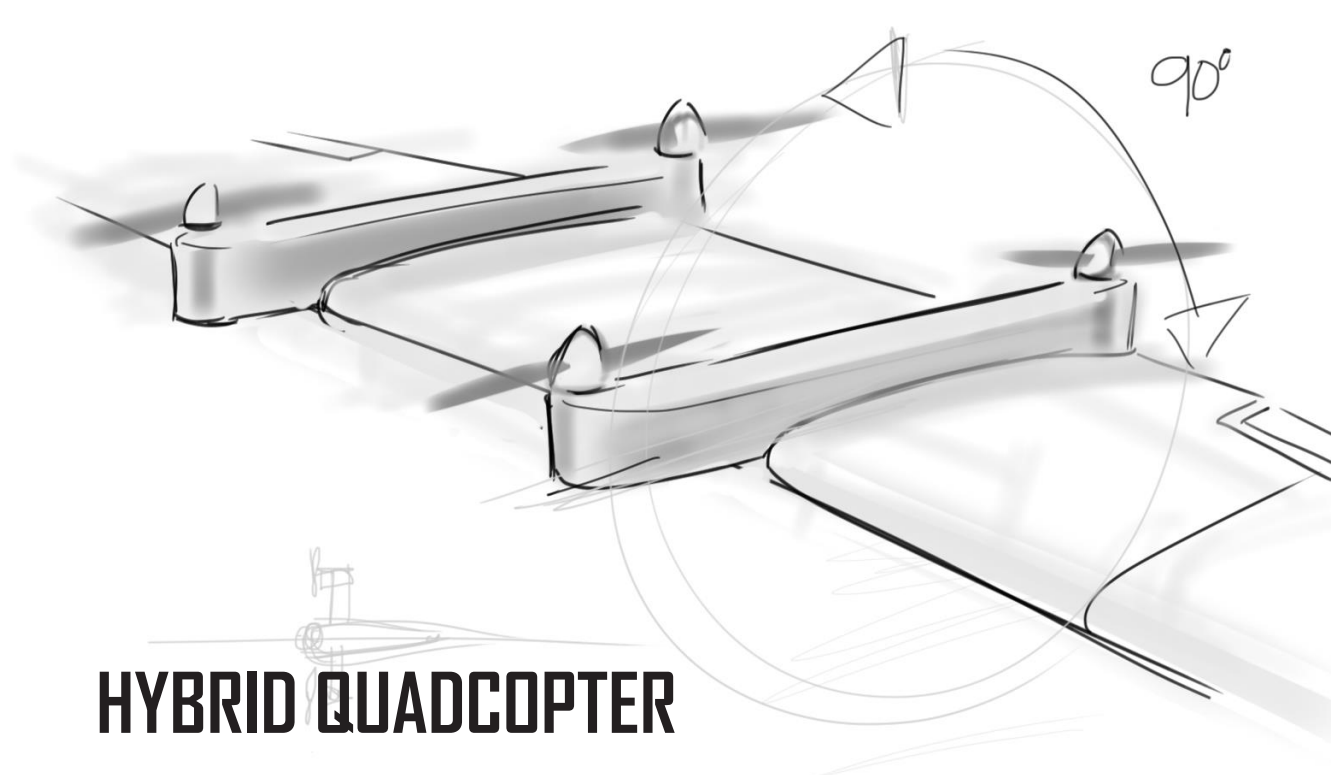








KONSEPTUTVIKLING



HYBRID QUADCOPTER

© Jonas B Jacobsen 2014

Ideen spiller på å kombinere et multikopter og et fly. Motorriggen til et multikopter roteres 90° på vingeaksen, og bidrar til skyvekraft fremover. Dermed kan flyet lette vertikalt før det roterer motorriggen og fortsetter i flukt fremover.

Dette hadde løst en del utfordringer når dronen skulle ta av og lande. Og kunne eliminert kravene til større åpne områder. Dette konseptet er blitt forsøkt ved flere anledninger av andre, og det viser seg at konstruksjonen byr på flere utfordringer både med stabilitet og manøvrering. Med denne motorkonfigurasjonen vil ikke målsettingen om høy hastighet kunne møtes.

PROS

- Enkel takeoff
- Arealeffektiv

CONS

- Ustabil manøvrering
- For lav hastighet
- Avansert

VERTICAL TAKEOFF

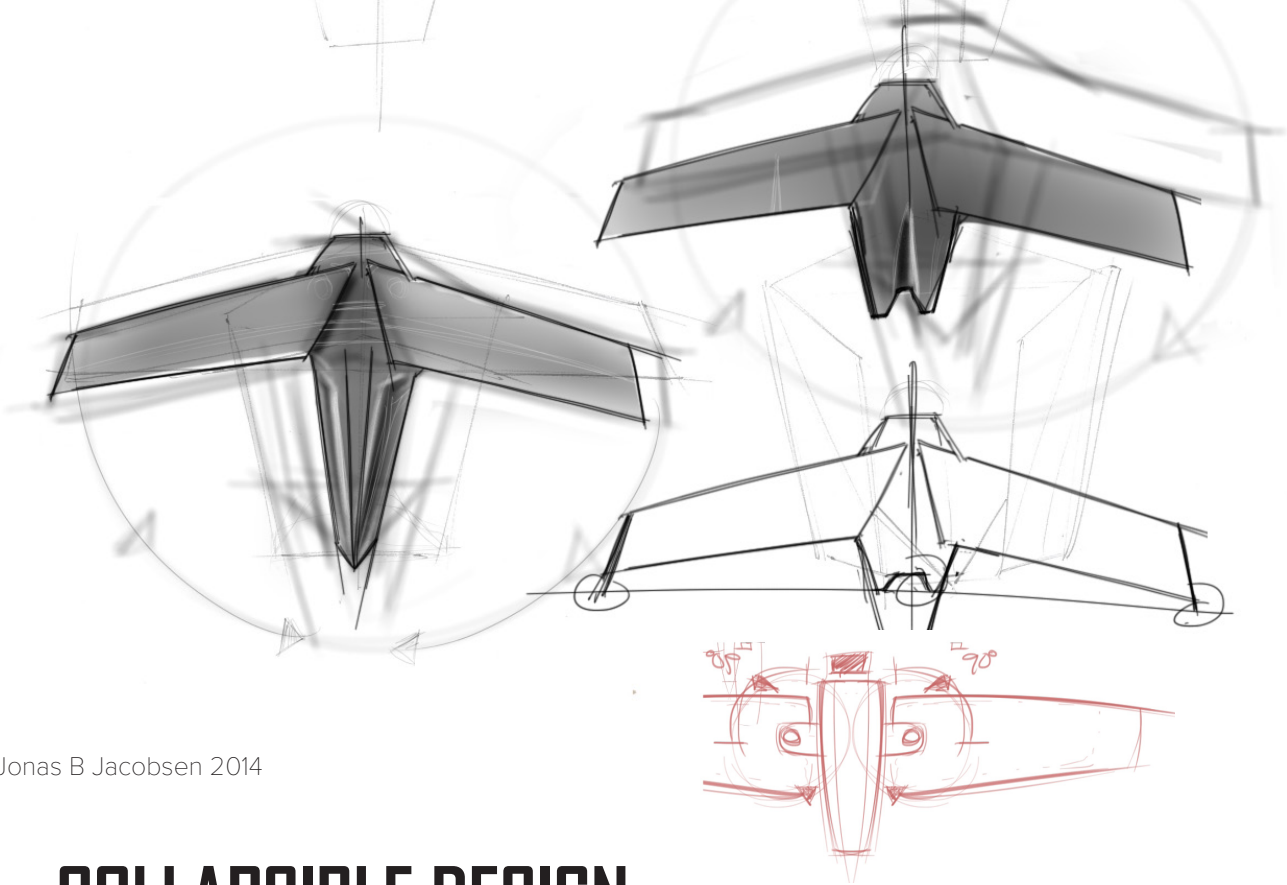
En måte å få til en automatisk takeoff på er ved en vertikal takeoff. Der flyet blir plassert på høykant. Med tilstrekkelig motorkraft vil flyet ta av vertikalt før det planer ut i horisontal flukt. Kontrollflatene på flyet krever en viss luftstrømhastighet for å kunne fungere. Dermed må motoren generere nok akselerasjon tidlig i oppstarten, for at kontrollflatene skal fungere.

PROS

- Brukervennlig takeoff
- Plassbesparende

CONS

- Krever mye kraft
- Krever høy akselerasjon



© Jonas B Jacobsen 2014

COLLAPSIBLE DESIGN

Et ønske for modellen er at den skal kunne være enkel å frakte med seg og derfor hadde et sammenleggbart design vært en fordel. Der andre modeller må fraktes dit de skal brukes i esker, kunne det vært hensiktsmessig å ta med seg dronen vare ved hjelp av eksisterende bæretstyr.

FOLDING WINGS

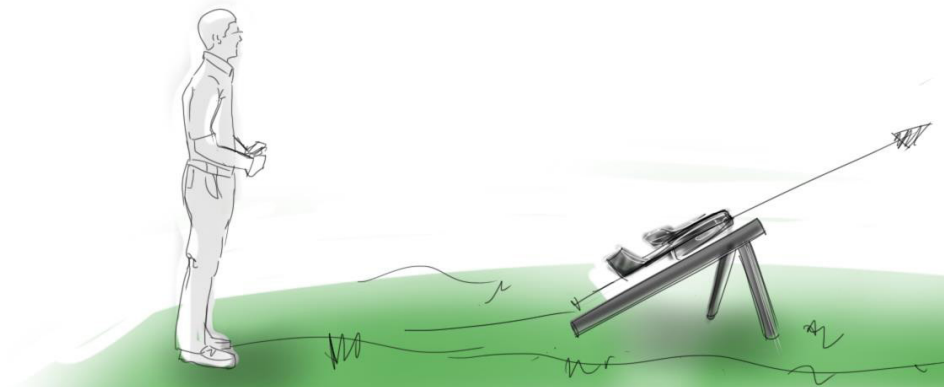
Ved å hengsle vingene slik at disse kunne bli brettet 90° bakover flykroppen, kunne dronen bli mye enklere å frakte med seg. Hengslene ville vært festet til flykroppens infrastruktur og fungert som en nødvendig gjennomgående kraftoverføring til vingestrukturen.

PROS

- Praktisk transport
- Plassbesparende under oppbevaring

CONS

- Kompliserende hengsler
- Ekstra vekt



© Jonas B Jacobsen 2014

LAUNCH SYSTEM CATAPULT

For å sikre en kontrollert takeoff, kunne en implementert en katapultrampe for takeoff. Dette ville sikre en optimal utgangshastighet samtidig som takeoff av dronen ville vært praktisk for dronen.

Katapultsystemet kunne via en enkel konstruksjon og lette materialer monteres på takeoffstedet og pakkes sammen etter at dronen hadde blitt skutt opp. Deretter kunne den bli slått sammen på samme måte som et kamerastativ.

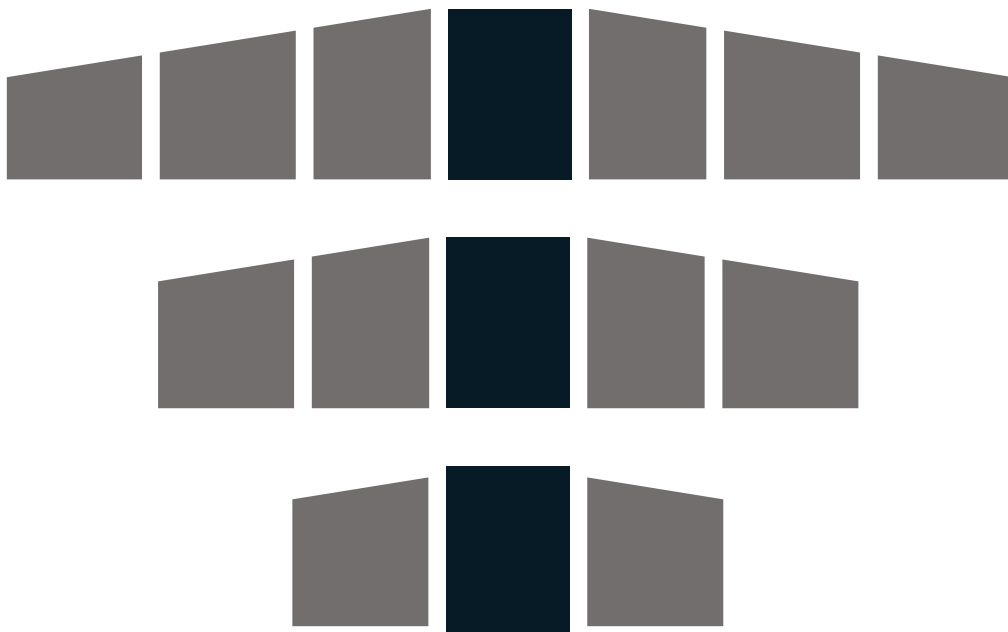
Katapultrampen kunne også blitt kombinert som et bæresystem for dronen under frakt, og på denne måten hatt flere funksjoner.

PROS

- Sikrere takeoff
- Lettvekt portabelt
- Fungere som bæresystem

CONS

- Ekstra utstyr som må medbringes



© Jonas B Jacobsen 2014

MODULBASERT RESERVEDELSYSTEM

Det vil være fordelaktig å ha et reservedelsystem for en slik type produkt. Mye nedetid er ugunstig. Produktet er til for å kunne brukes, og må derfor ikke påvirkes av at noe går i stykker. Derfor bør store deler av konstruksjonen enkelt kunne byttes ut.

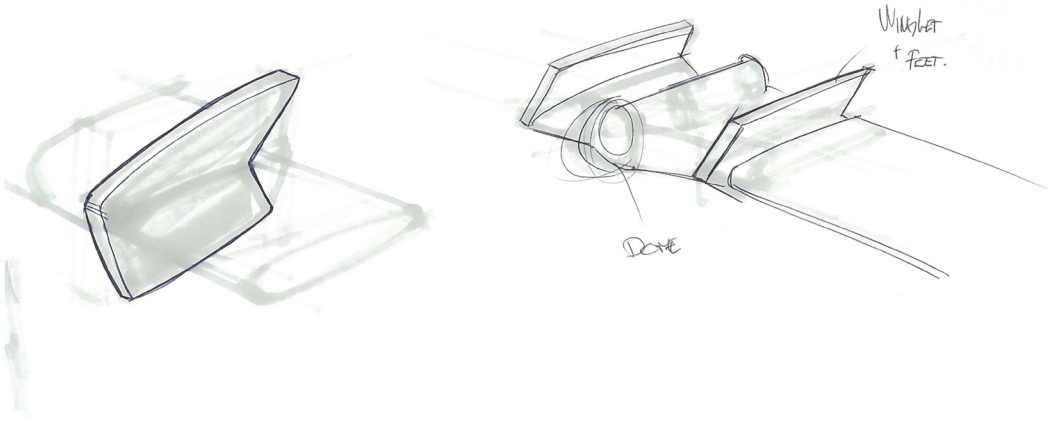
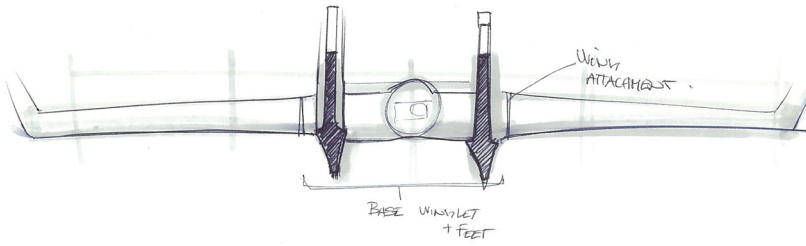
Dette gir også muligheter for egendefinering av konstruksjonen. Vingene kan lages i forskjellige konfigurasjoner for ulike flykarakteristikk, delkomponenter og fargevalg burde enkelt kunne konfigureres.

PROS

- Reservedeler
- Rask reparasjon
- Mersalg
- Spesialisering
- Egendefinering

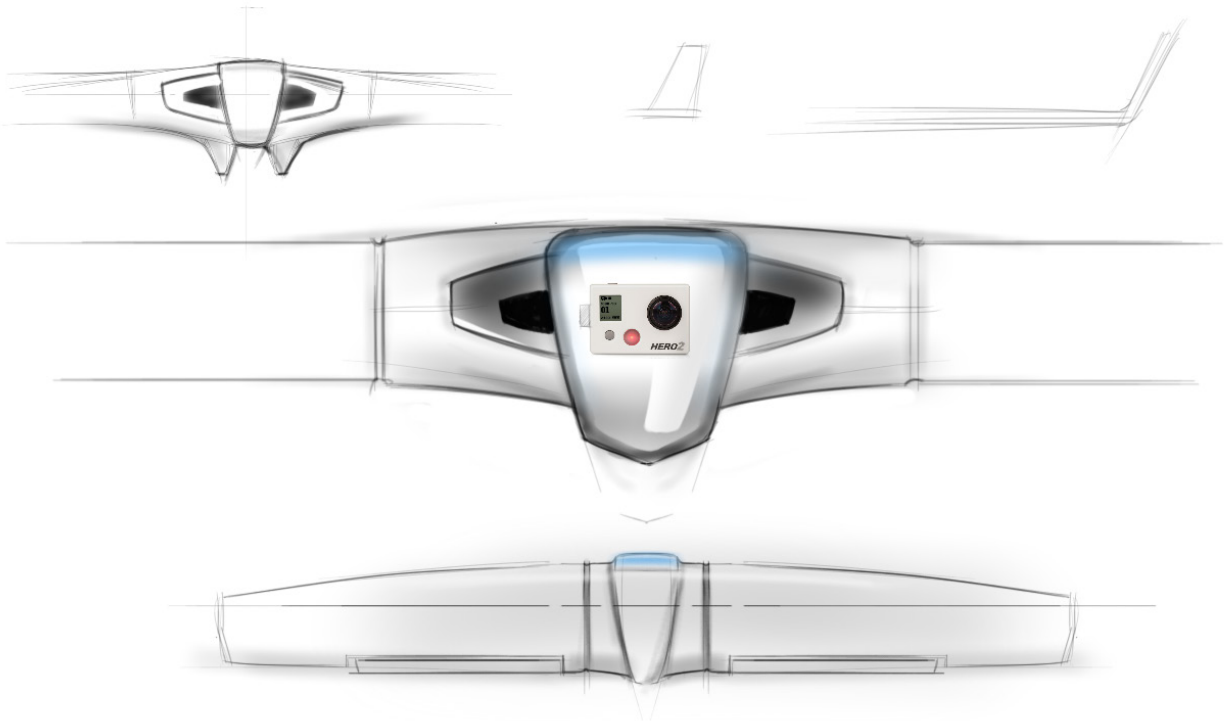
CONS

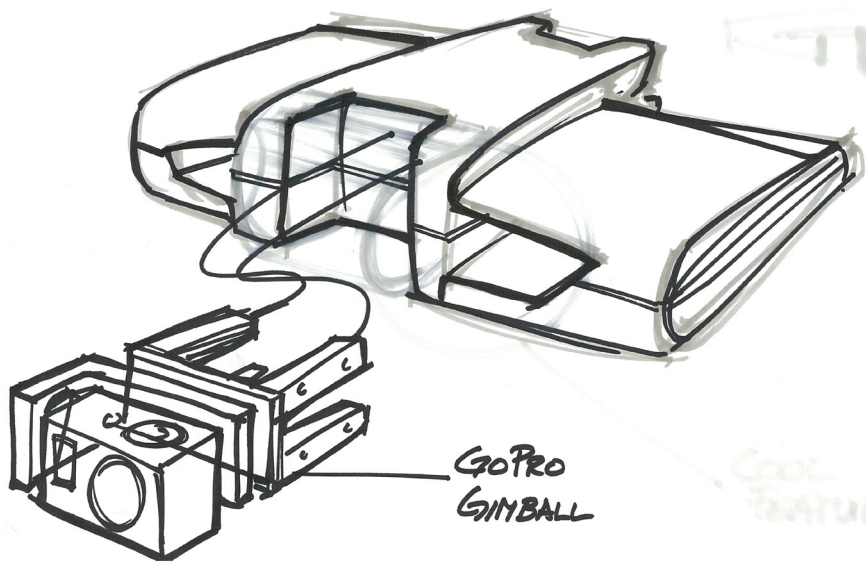
- Konstruksjon mer utsatt for vibrasjon



IDESKISSER

© Jonas B Jacobsen 2014





GoPro
GIMBALL

Tegningene ble printet ut 1:1 for å få et inntrykk av størrelse. De ble klippet ut til mock-ups og brukt til å utforske plasseringen av komponentene

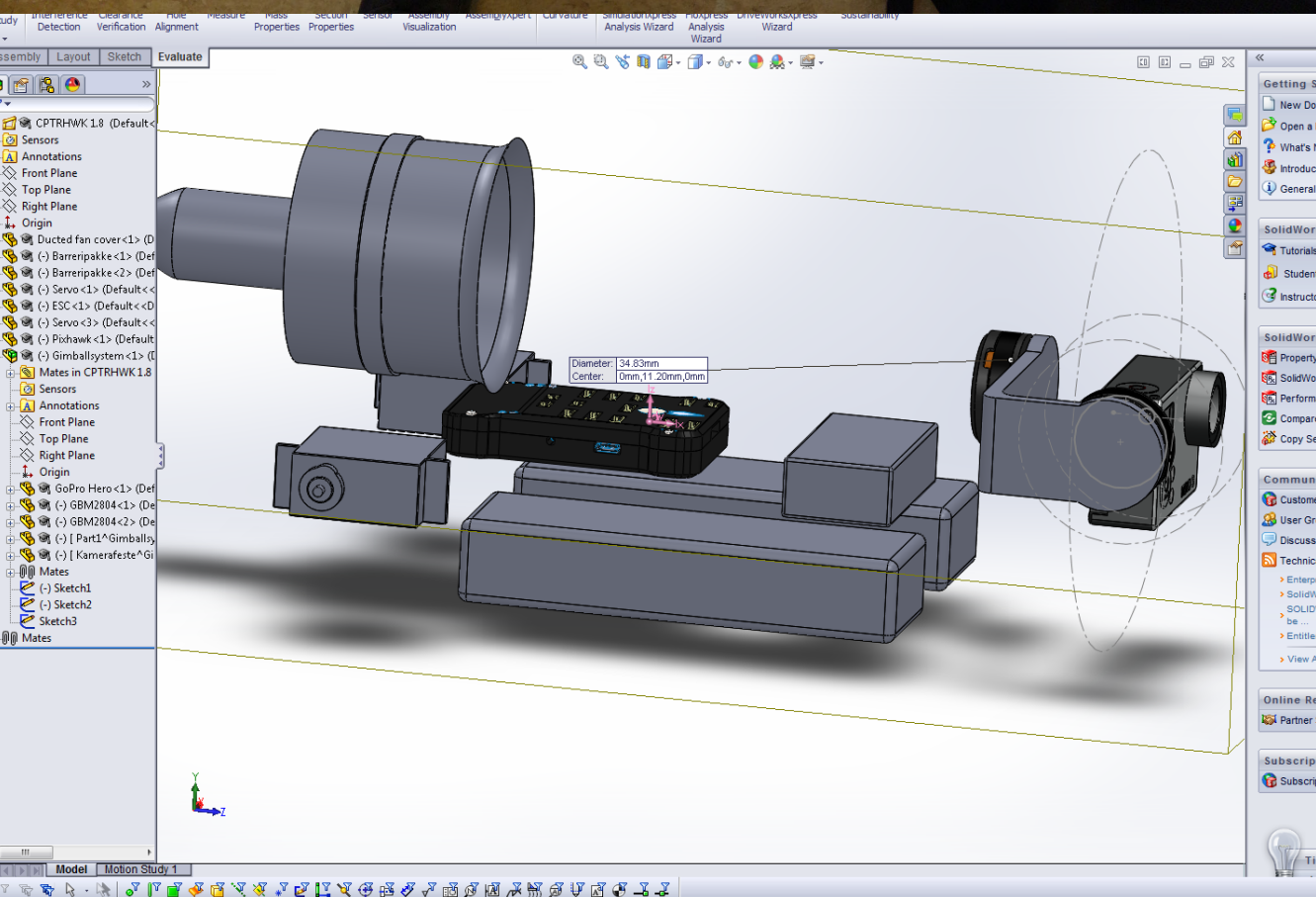
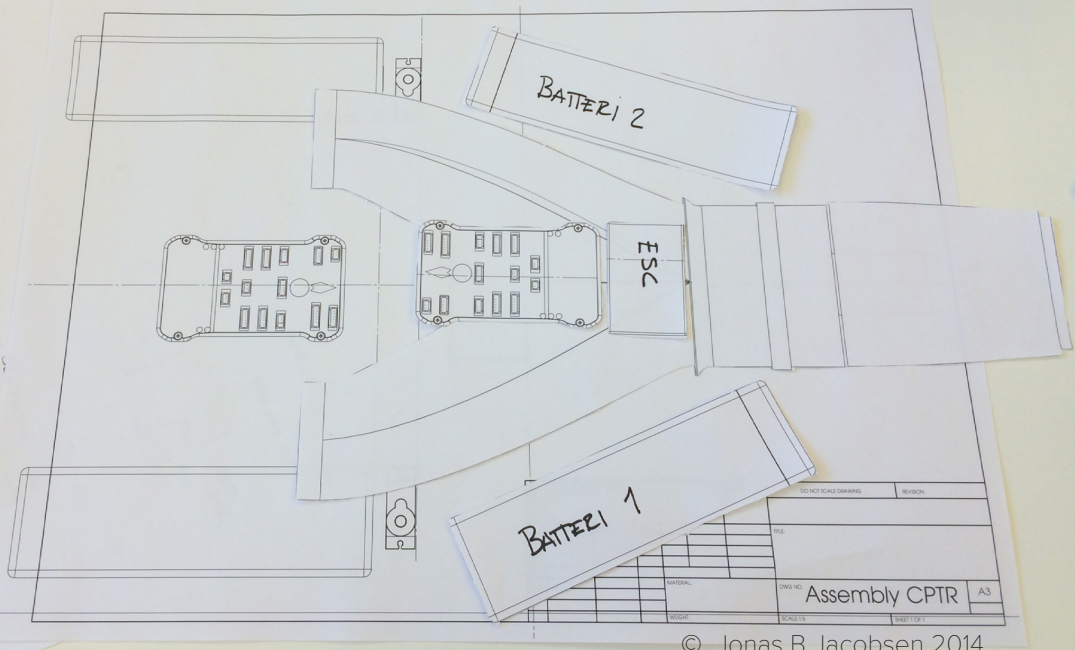
KOMPONENTKONFIGURASJON

De mest aktuelle komponentene ble modellert opp i Solidworks og plassert ut for å utforske symmetri og posisjon til Pixhawk-autopiloten. For at denne skal fungere må den plasseres i tyngdepunktet til konstruksjonen, der den registrerer bevegelsene til flyet. De ulike komponentene ble dimensjonert med riktig vekt og Solidworks gjør deretter et estimat for det felles tyngdepunktet til komponentkonfigurasjonen. Batterier og EDF utgjør de tyngste komponentene og gir dermed mest utslag på tyngdepunktets plassering.

Luftinntakene og utblåsing er det mest plasskrevende og setter føringer på hvor de resterende komponentene kan plasseres. Luftinntakene må ledes utenom disse, og plasseres slik at kamerafestet kan plasseres mellom de to innsugene på fremsiden av konstruksjonen.

I den senere utviklingen av flyet viste det seg vanskelig å estimere det nøyaktige massesenteret til modellen basert på CAD-modellen. Plasseringen av autopilotenheten måtte dessuten vike litt for massesenteret.

Fra veiledning med Ole Jørgen ble det sagt at massesenteret eventuelt kunne justeres med ballast, det var heller ikke så kritisk med plasseringen til pixhawkenheten i et fly som i et quadcopter. Endelige justeringer ble foreslått undersøkt på en fysisk modell på et senere tidspunkt.



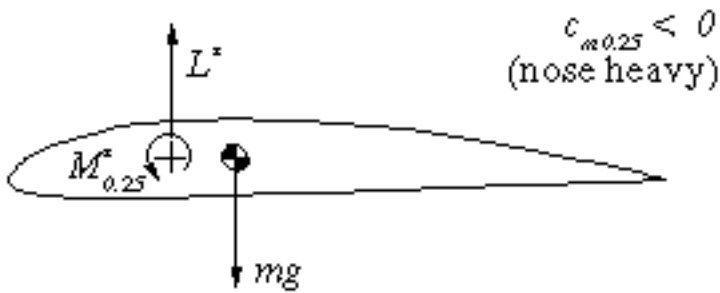


Fig. 1

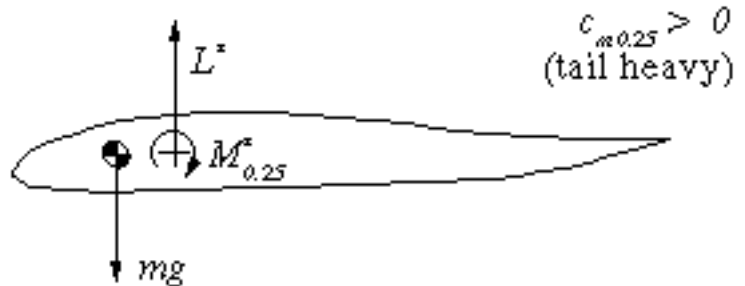


Fig. 2

VINGETEORI

Det er flere måter å designe en haleløs vinge. Men det er noen retningslinjer å forholde seg til for at den skal fungere som ønskelig. Man kan både forme vingen som en rett "planke" men også "swept" der vingeplanene står i en vinkel bakover fra symmetrilinjen.

LØFT

En vinge er avhengig av en vingeprofil som skaper løft. Dette oppnås ved å utforme en profil slik at luftstrømmen over vingen har høyere hastighet enn luften som strømmer under vingen. Dermed skaper luftstrømmen over et undertrykk som dermed "løfter" vingen i luften.

Det finnes utallige vingeprofiler. NACA profiler er de mest kjente. Disse genereres ut ifra en matematisk formel. Dermed kan disse formgis ut ifra ønskede faktorer, som plottes inn og genererer en profil.

Det finnes ikke en eksakt vingeprofil for en

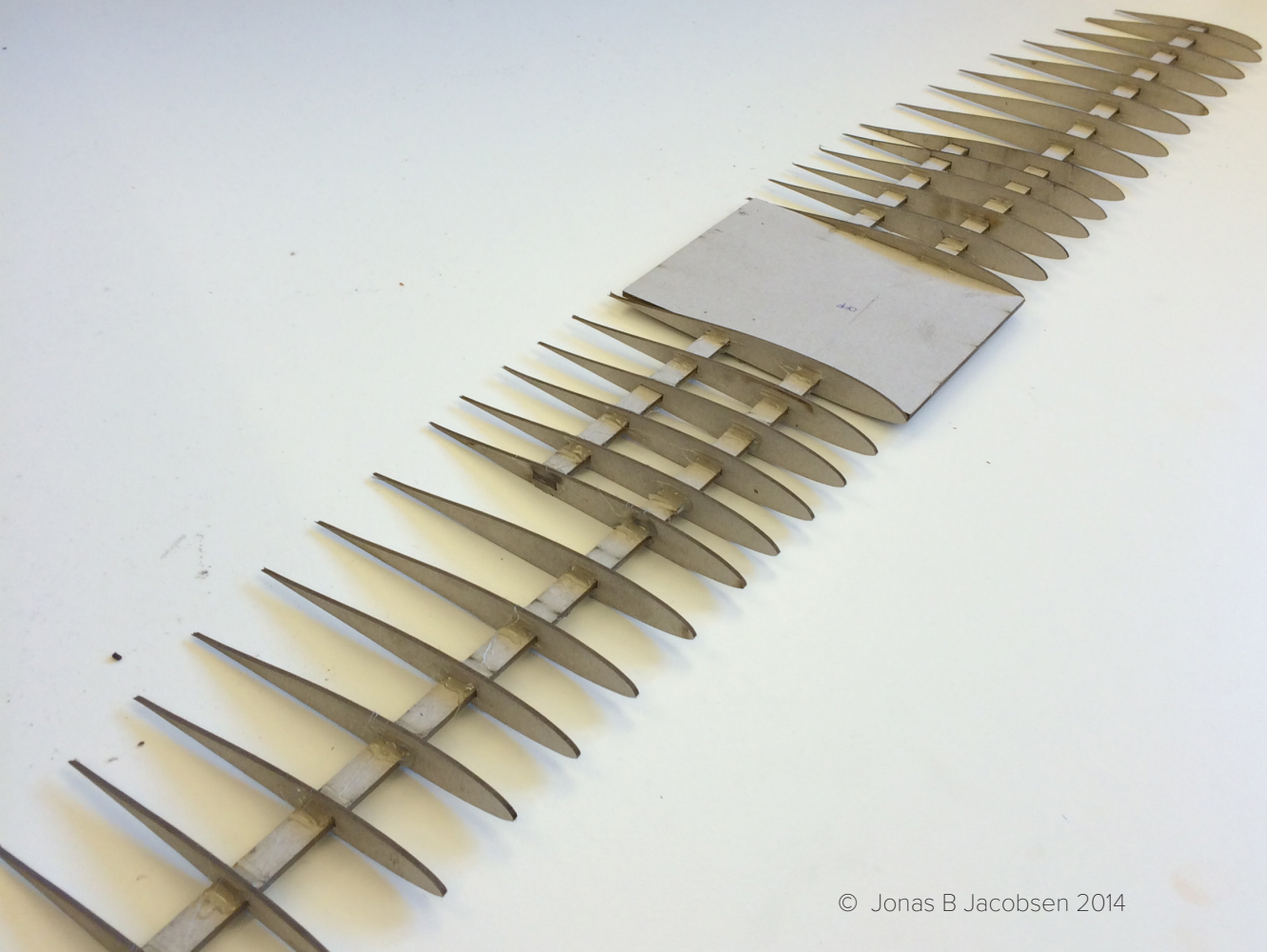
flygende vinge. Her kan en velge stort sett det man ønsker. Men karakteristikken kan påvirkes med å ta i bruk både sweep og twist i lengderetningen av vingen.

LANGSGÅENDE STABILITET

Langsgående stabilitet er viktig uansett om det dreier seg om et fullskala fly eller en modell. Dette er evnen til å returnere til en stabil flukt etter et vindkast eller kontrollinput. For en autonom modell burde det være relativt god stabilitet, dermed kan flukten justeres med mindre roretslag.

For en vinge er det to ting som er viktig sammenlignet med en konvensjonell flykonstruksjon med hale, er at det totale kraftmomentet er lik null. Dette skjer mellom to vektorer L og mg .

Fig.1 demonstrerer et konvensjonelt fly med hale. konstruksjonen roterer rundt mg , og har her et positivt moment med løftekraften L .



© Jonas B Jacobsen 2014

For å få likevekt i konstruksjonen må denne stabiliseres gjennom en halefinne.

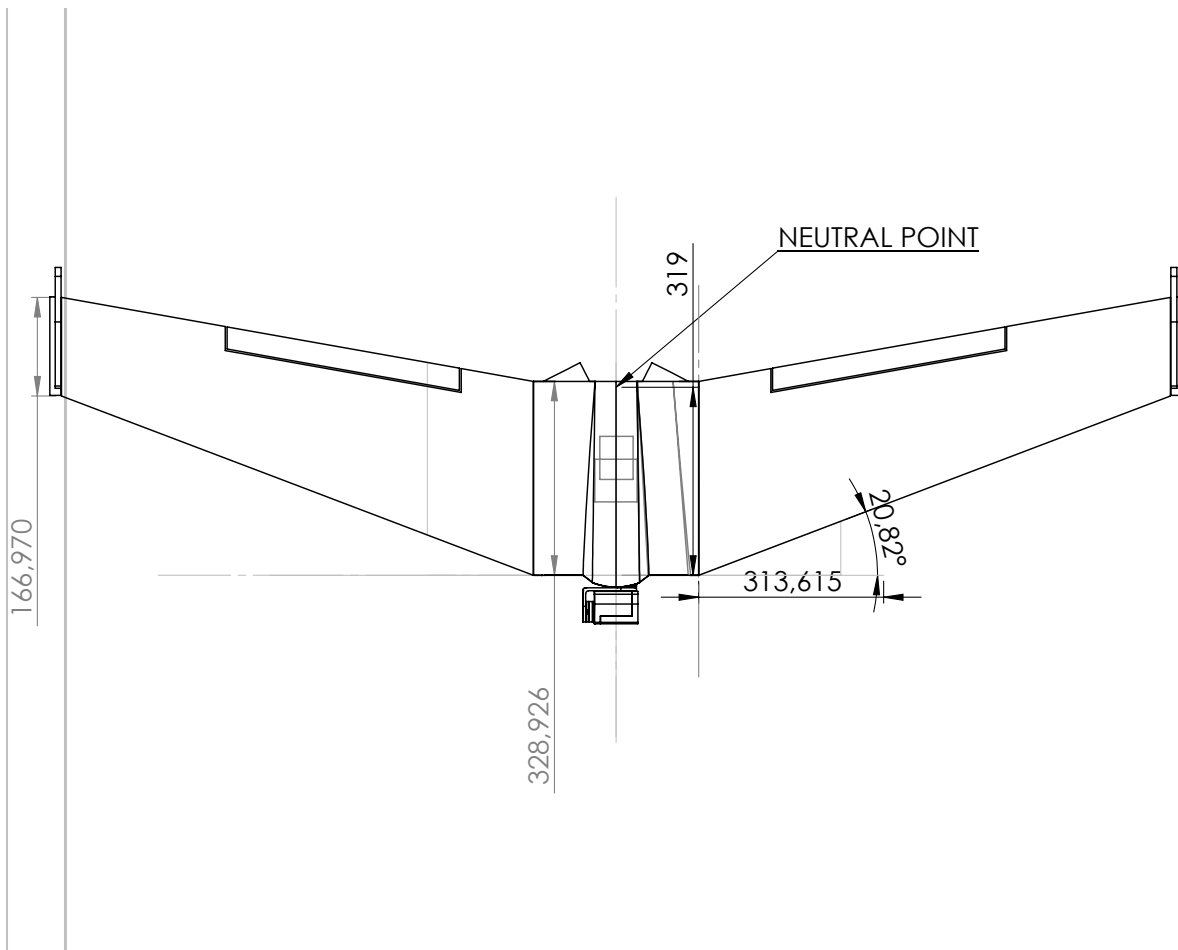
Fig.2 viser en haleløs vinge. For å opprettholde likevekt har massesenteret blitt flyttet foran løftkraften for å skape et nullmoment for rotasjonen.

Tyngdepunktet må altså plasseres foran nøytralt punktet for vingen. Avstanden mellom tyngdepunktet og nøytralt punktet påvirker stabiliteten til flyet. Er avstanden for kort må man kompensere med større rorutslag for å korrigere flukten, blir avstanden for lang vil konstruksjonen bli overbalansert og dermed overstyrt.

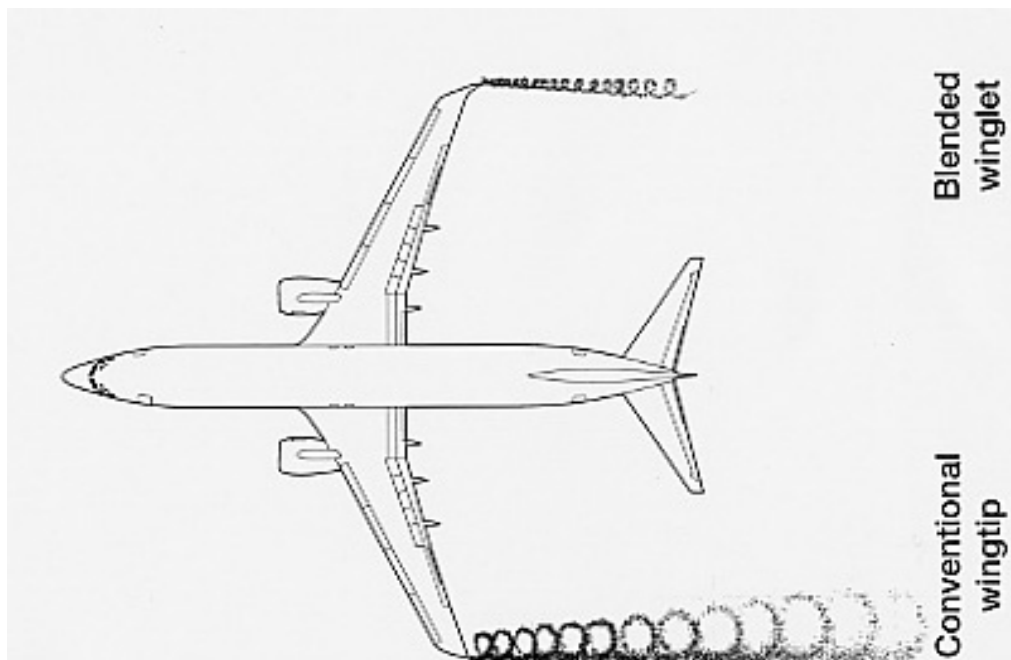
En skalamodell av vingeprofilen ble konstruert på bildet over. Denne modellen ble studert, og en oppdaget da at komponentkonfigurasjonen ville gi en kortere avstand mellom disse punktene enn ønskelig. Dermed kunne modellen komme til å bli understyrt. Det ble dermed valgt å lage konstruksjonen med et vingesystem som var «swept».

NØYTRALPUNKT

Konstruksjonen ble regnet på med formler for å finne nøytralpunktet. Dette viste seg å befinne seg 319mm fra fronten av flyet som illustrert på tegningen. Dette burde gi en egnet avstand i fra massesenteret som befinner seg estimert sett en 120mm fra fronten på flyet.



Etter utregningene ble nøytralpunktet merket av i arbeidstegningen.



[www.b737.org.uk/
images/737winglets.jpg](http://www.b737.org.uk/images/737winglets.jpg)

WINGLETS OG WINGFENCES

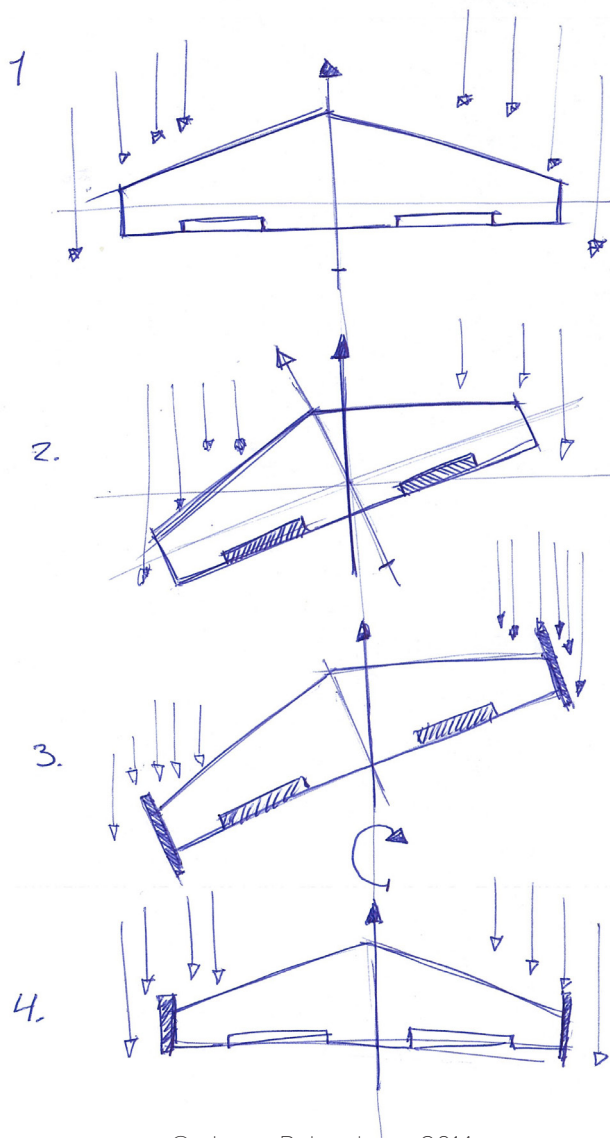
Winglets eller vingetipper er oppadgående finner plassert ytterst på vingene til moderne passasjerfly. Disse aerodynamiske finnene sørger for bedre ytelse av vingen helt ut til vingespissen sammenlignet med konvensjonelle vinger uten winglets.

Vanlige vinger genererer virvler som både virker negativt på oppdriften av ytre halvdel av vingen, samt forårsaker ekstra luftmotstand. Ved hjelp av en winglet virvelen, samtidig som den flyttes vekk fra vingen. Dette fører til bedre effektivitet og derfor bedre drivstofføkonomi for flyet.

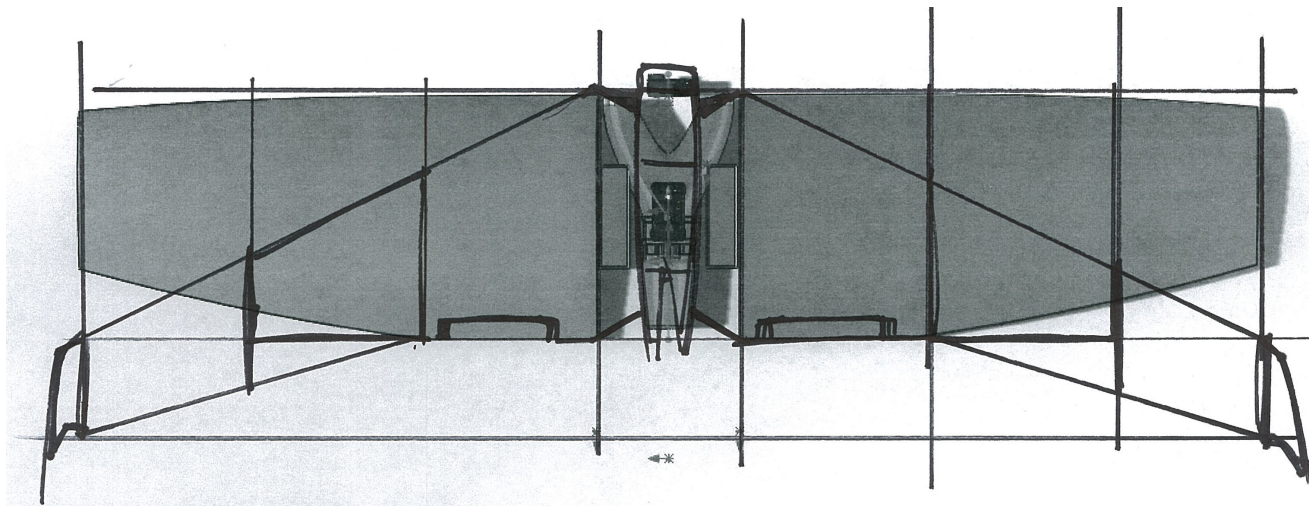
Siden en flygende vinge ikke har noe haleror slik et konvensjonelt fly, har den derfor ingen kontrollflater som styrer normalrotasjonen til konstruksjonen. Denne foregår rundt en tenkt z-akse normalt på vingeplanet. Derfor kan man benytte wingfences for å motvirke denne rotasjonen.

1. I stabil flukt flyr vingen rett frem i fartsretningen.
2. Et rorutslag på kontrollflatene fører til større luftmotstand på den ene siden av vingen. Dette fører til at konstruksjonen dreier om z-aksen i den retningen flyet svinger. Dette er ugunstig for stabilitet og vil påvirke retningen til flyet.
3. Ved å montere på wingfences kan denne effekten motvirkes. Når flyvingen dreier, vil wingfencen drives opp mot vindretningen og skape økt luftmotstand.
4. Dermed vil dette motvirke luftmotstanden fra rorutslagene og rette opp flyet under flukten til å fly rett frem.

Wingfencene vil i denne sammenheng også ha en ekstra funksjon. De vil hjelpe til som støtter når flyet går inn for landing, og dermed beskytte vingene mot slag fra bakken.



© Jonas B Jacobsen 2014



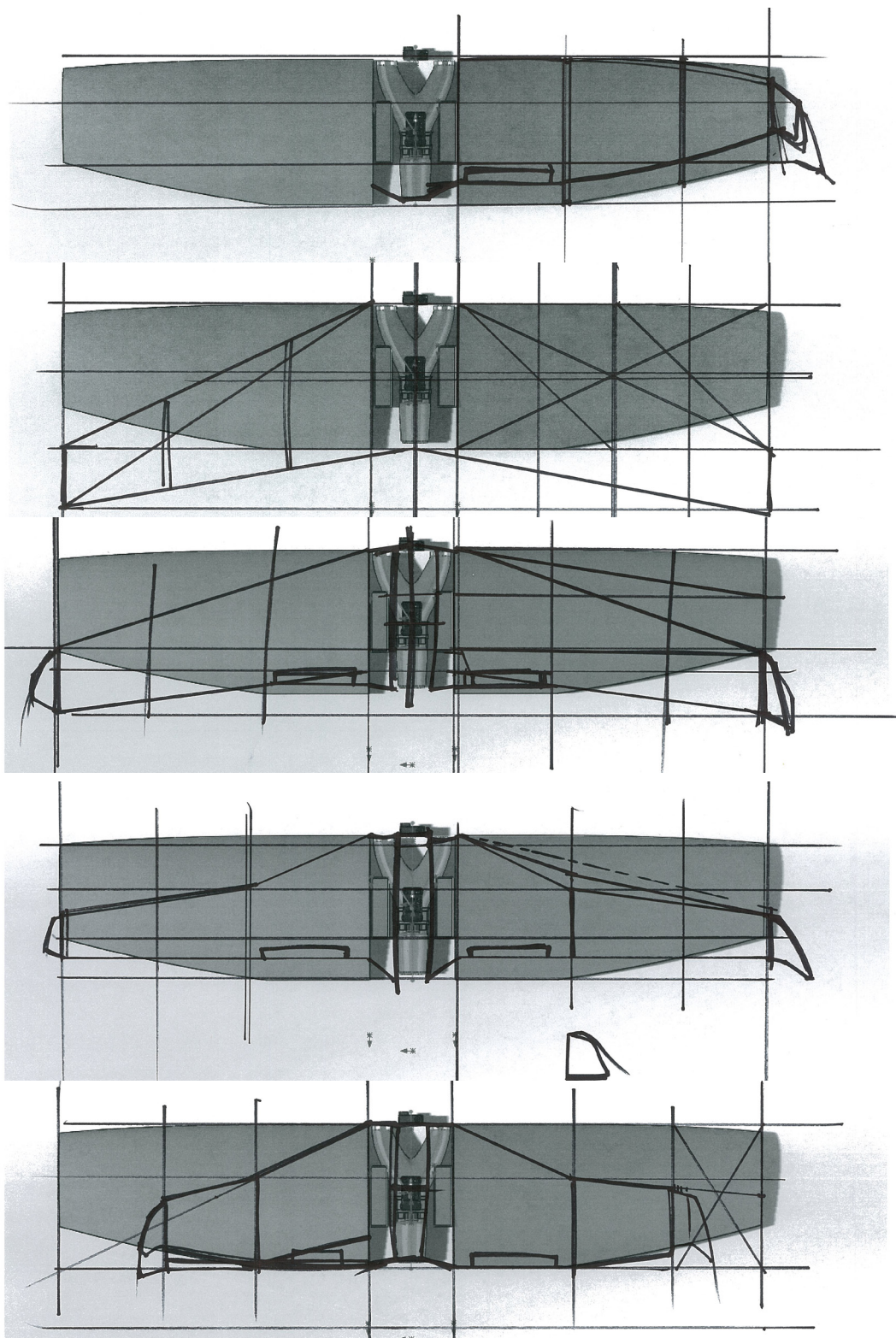
Det ble printet ut skjermdump fra solidworks og brukt som underlag til vingeprofilene.

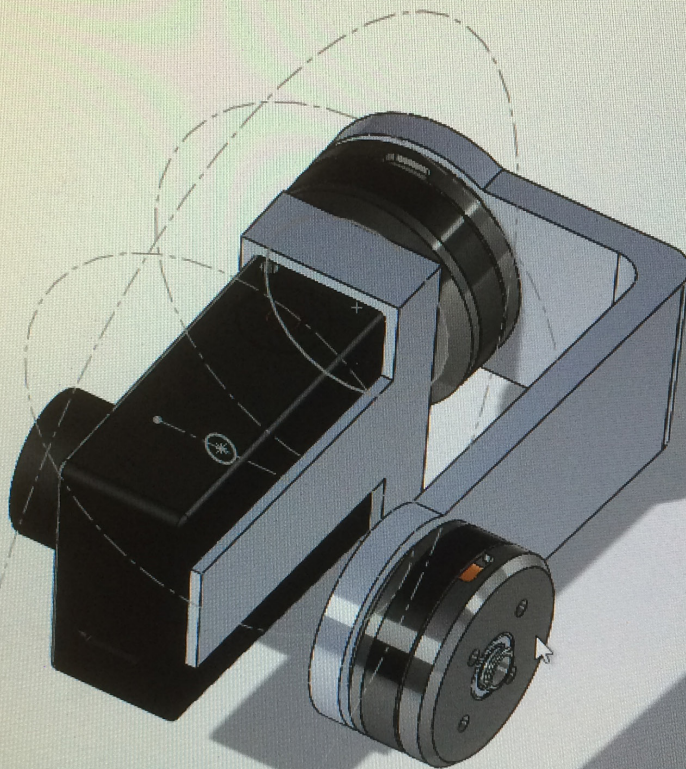
FORMITERASJON VINGER

Det er flere måter en kan utforme en vinge med tanke på form. Både frem og bakkanten av vingen kan varieres, men for å sikre et stabilt resultat ble det valgt å ha rette kanter både foran og bak på vingen. Dermed kunne man få plass til passende lengde på rorflatene.

Det ble gjort flere forslag på hovedformen til vingene. Hovedideen var å dele opp vingen i komponenter som lett kunne erstattes etter hvert som de enkelte seksjonene ble skadet. Dermed kunne vingene byttes ut og tilpasses flyegenskapene. Ideen var også å bruke seksjonene til å kunne variere vingeformen.

Førsteutkastet ble forsøkt som en rett vinge uten noen form for bakoverføyning. Denne formen ble etterhvert forlatt fordi en bakoverføyet vinge ville gjøre det enklere å tilfredstille kravet om plasseringen og avstanden mellom tyngre- og nøytralpunktet.





GIMBALL

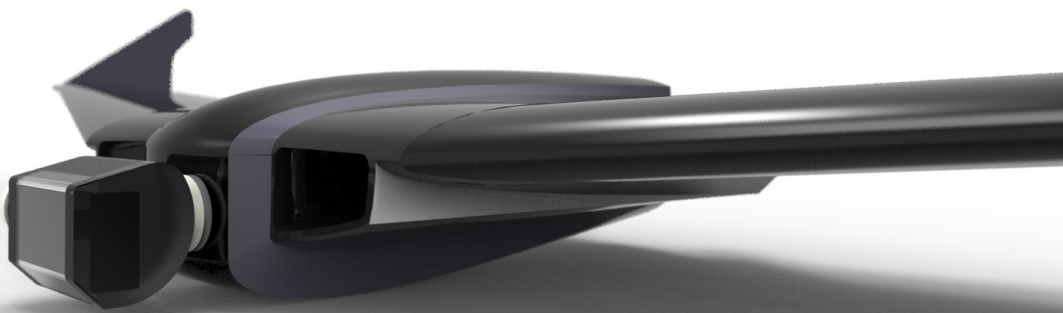
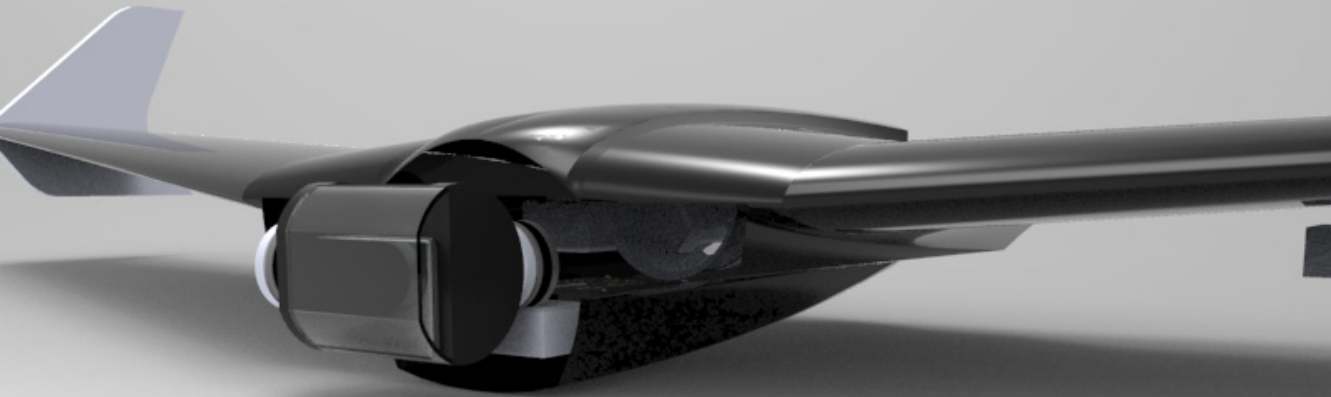
Gjennom prosjektet ble det diskutert mye rundt kameraplassering og Gimball. Ved prosjekt var oppstart meningen å bruke samme komponenter med Gimball og beskyttende dome både for multikopteret og flyet slik at produksjonskostnaden ble så lav som mulig. Kameraet og gimballen skulle plasseres inn i en halvsirkulær dome av gjennomsiktig plastikk.

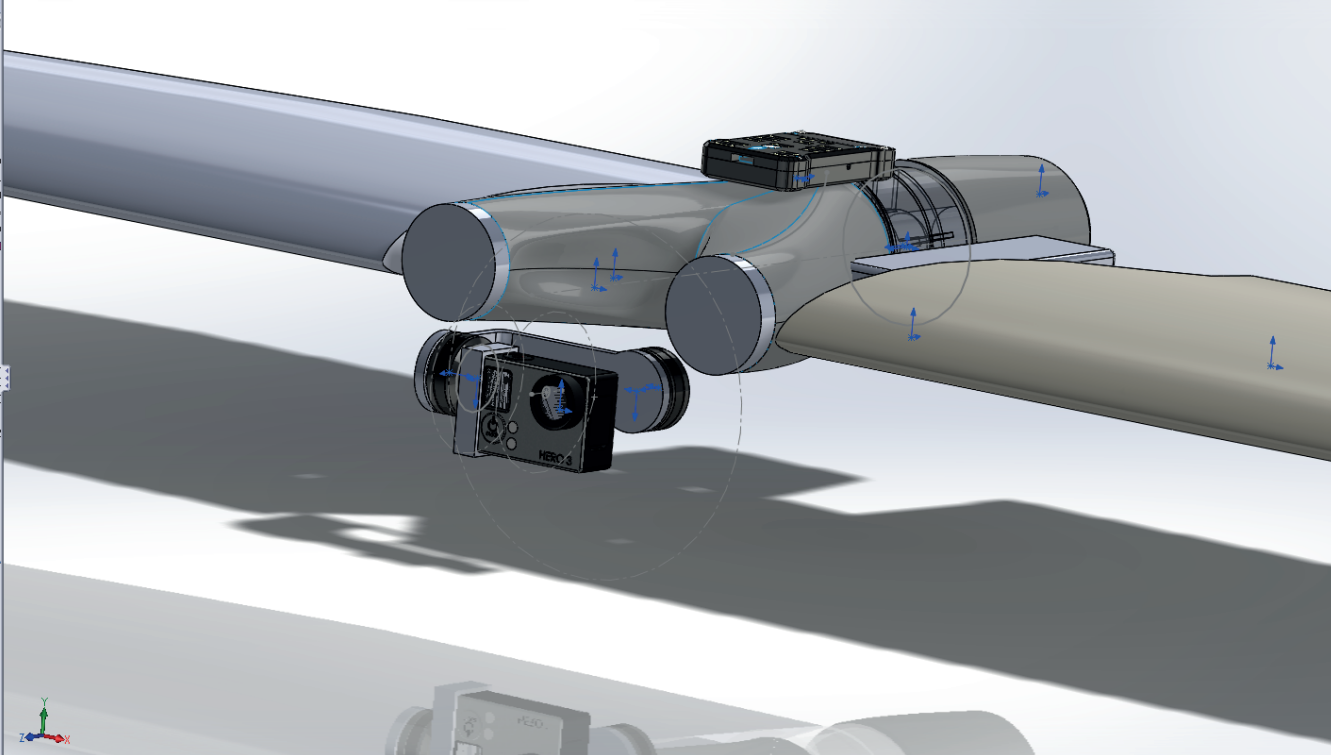
Et stykke ut i prosjektet kom kontrabeskjeden om at domekonseptet var kansellert. Multikopteret som nå var under utarbeidelse hos Inventas skulle nå få en spesialkonstruert kameradome. Hovedproblemet var gjenskin i domene under filming, noe som kunne ødelegge hele filmresultatet mente bedriften. Dermed ble det bestemt at jeg skulle ta utgangspunkt i gimball-motorer og konstruere min egen gimball og domesystem for flyet.

Konstruksjonen tok utgangspunkt i motorene og et GoPro-kamera. For at stabiliseringen

av kameraet skulle gå riktig for seg måtte rotasjonsaksene dreie i senter av kameralinsen.

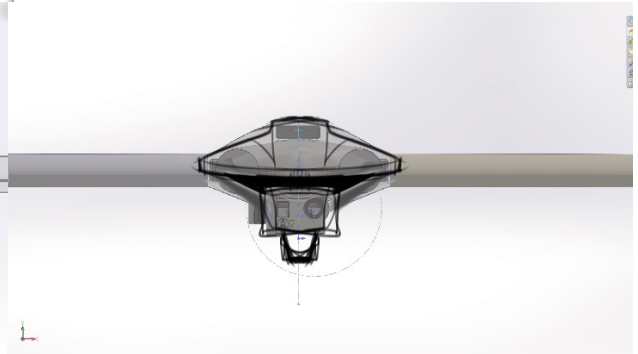
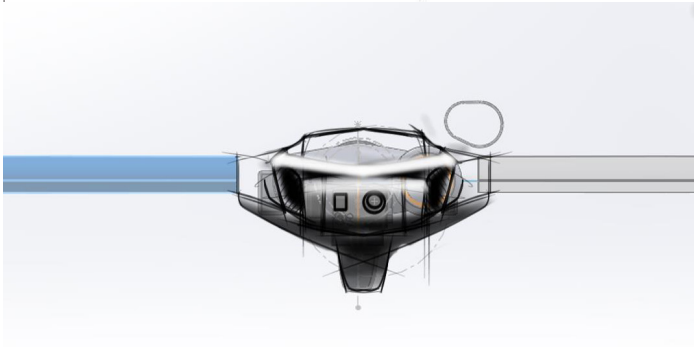
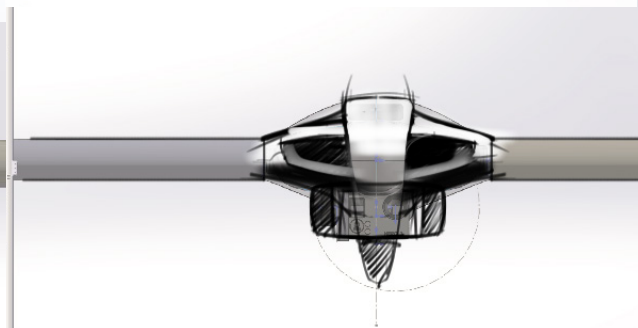
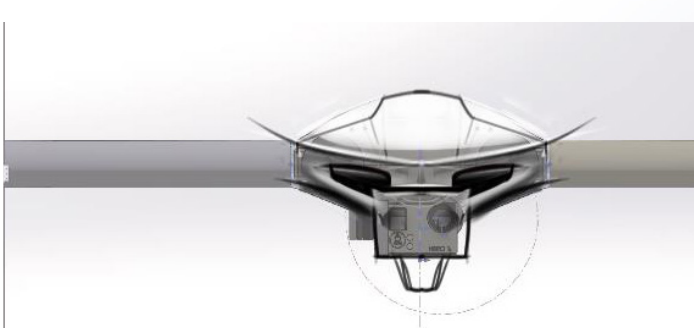
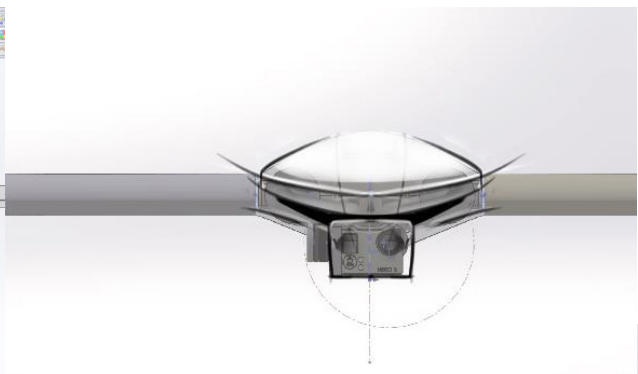
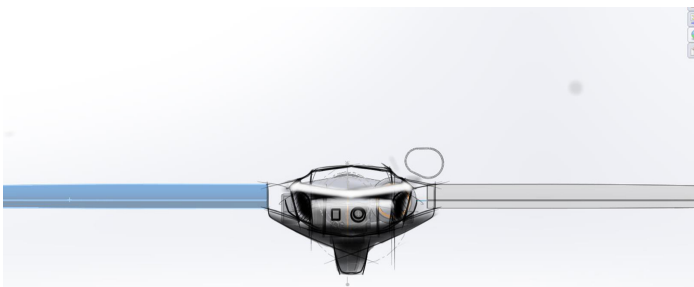
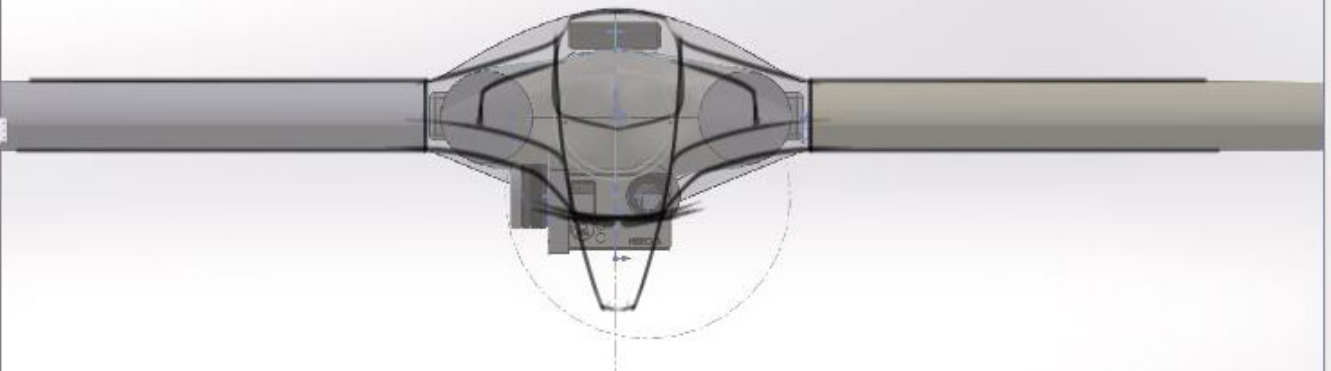
Førsteutkastet av gimball uten domebeskyttelsen ble konstruert vist på bildet. Viktige momenter var å sørge for tilgang til kontrollknappene på kameraet etter at kameraet hadde blitt montert i kamerafestet, slik at opptak -knappen kunne trykkes på.

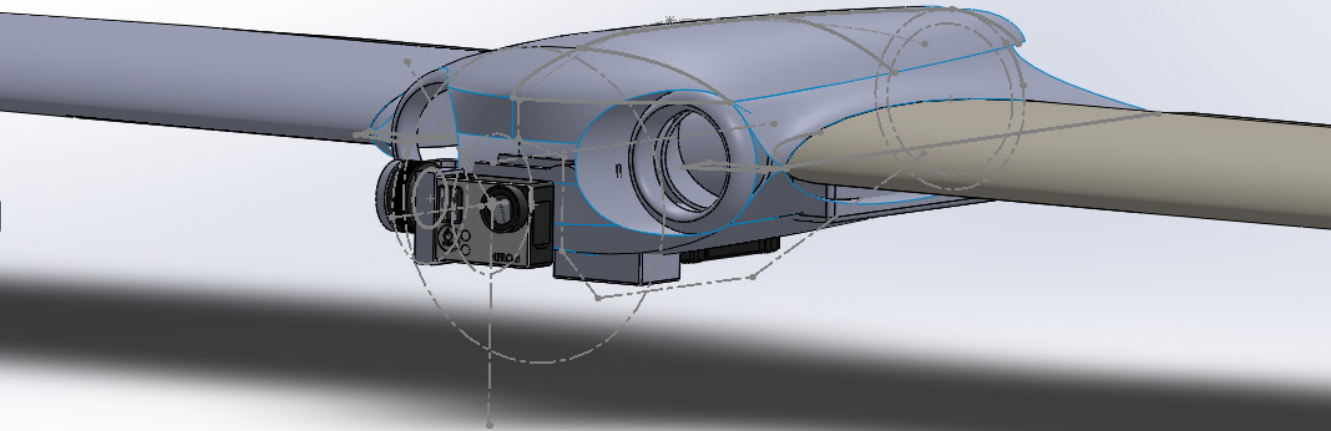




FORMITERASJON FUSELAGE

Etterhvert som vingeprofilen og plassering av komponentene ble arbeidet ledet over til å finne et visuelt uttrykk for dronen og en del formkonsepter ble tegnet.. forskjellige retninger ble prøvd ut for å gi ulike uttrykk i ekstreme varianter. Disse formene forsøkte å binde flykroppen sammen samtidig som den skulle sørge for å få plass til alle komponentene.



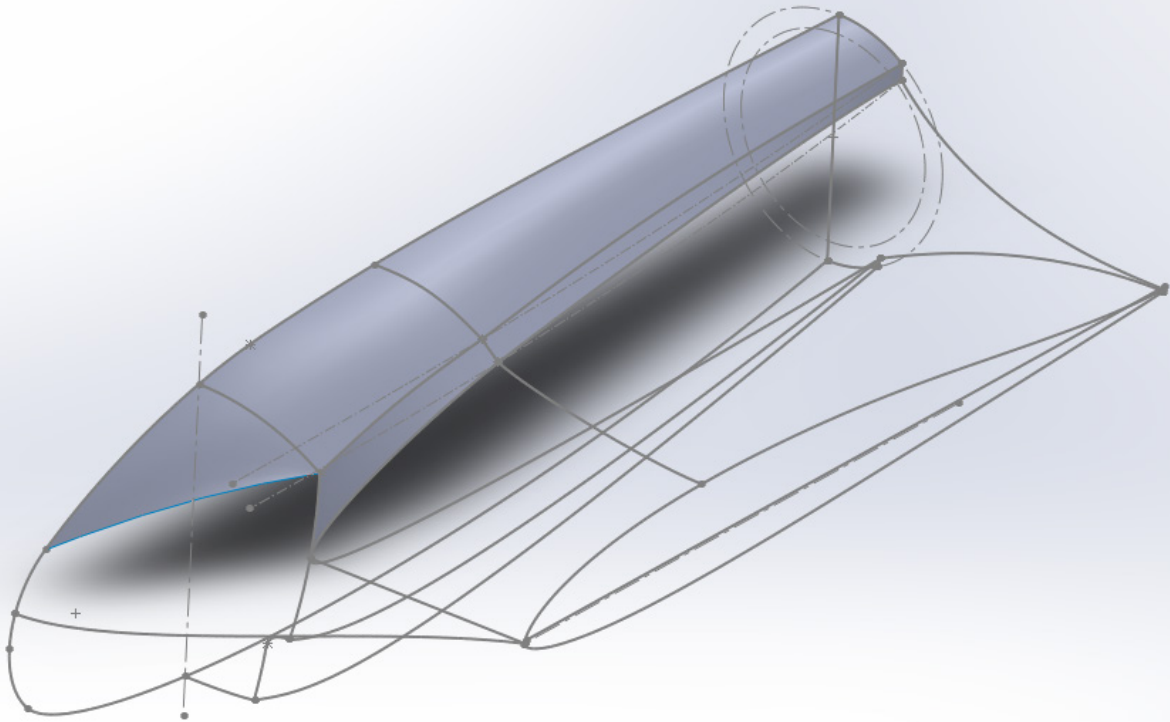
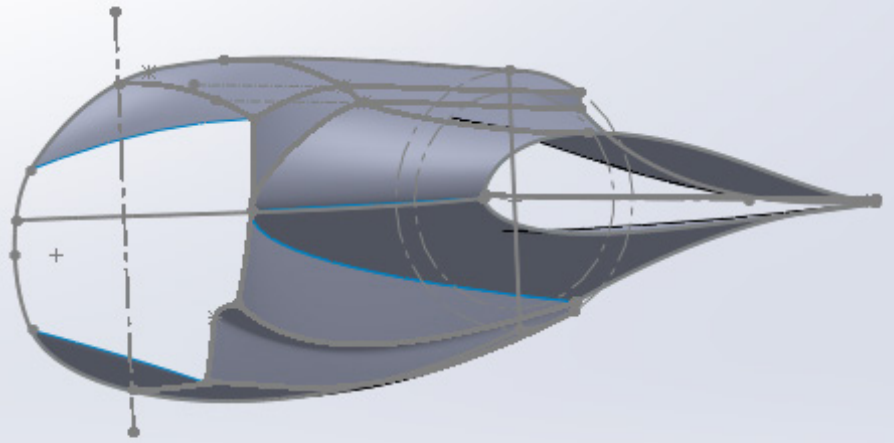


CPTR 1.5

Etter hvert som forutviklingen fortsatte ble det klart at de innvendige komponentene viste seg å være vanskelig å plassere. Dermed ble det bestemt at komponentene måtte ha førsteprioritet og dermed jobbe med form og estetikken til dronen fra plasseringen, slik at formen til flykroppen ga plass og stor nok skrogtykkelse til alle komponentene. Likevel var det et krav at formen måtte være strømlinjeformet.

En eksperimentering i SolidWorks med flatemodellering ble påbegynt. Førsteutkastet tok for seg integrasjon av luftinntaket som var modellert opp på forhånd. Resultatet ga et merkelig uglelignende uttrykk og luftinntaket ble bestemt forkastet og modellert opp senere når kroppen var modellert ferdig.

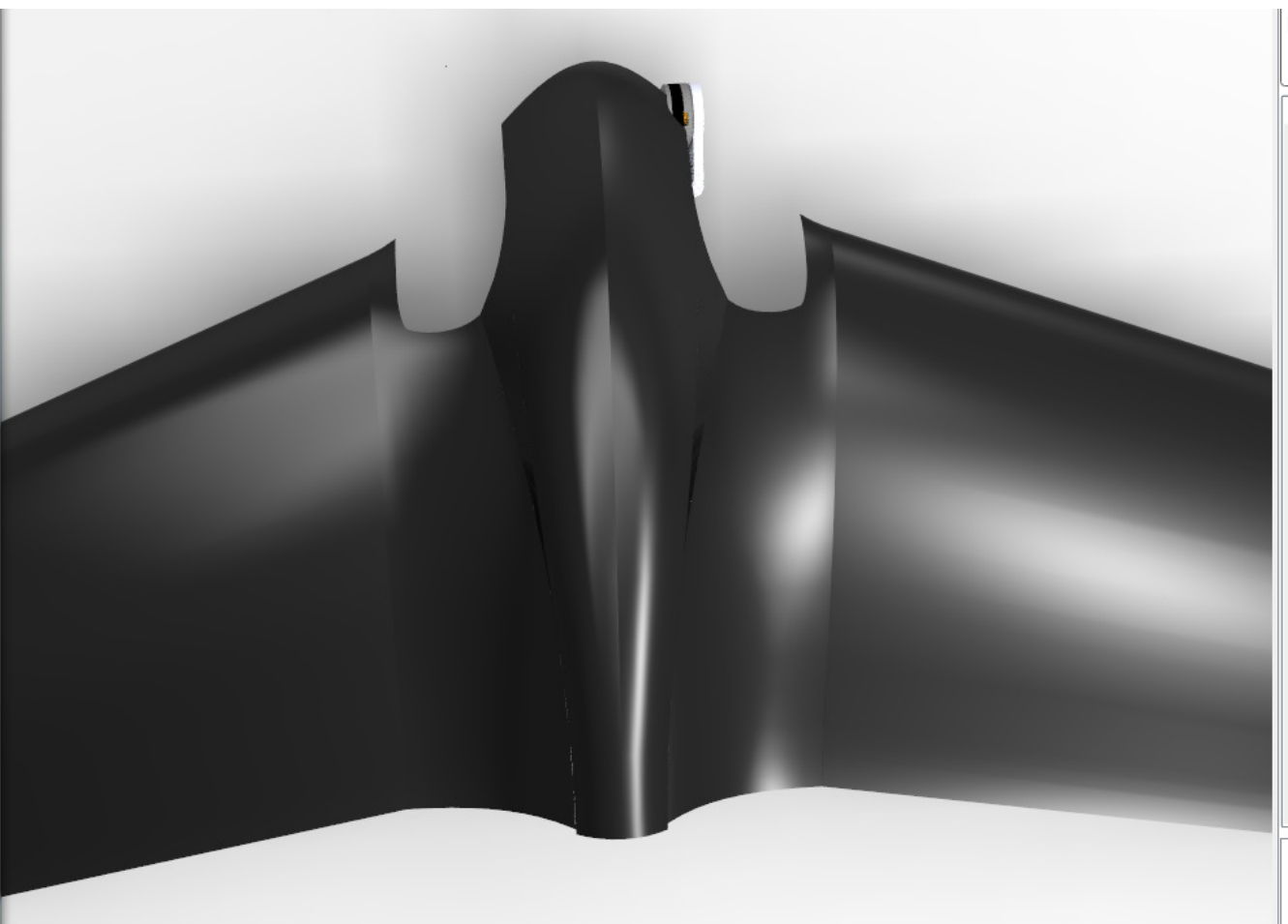
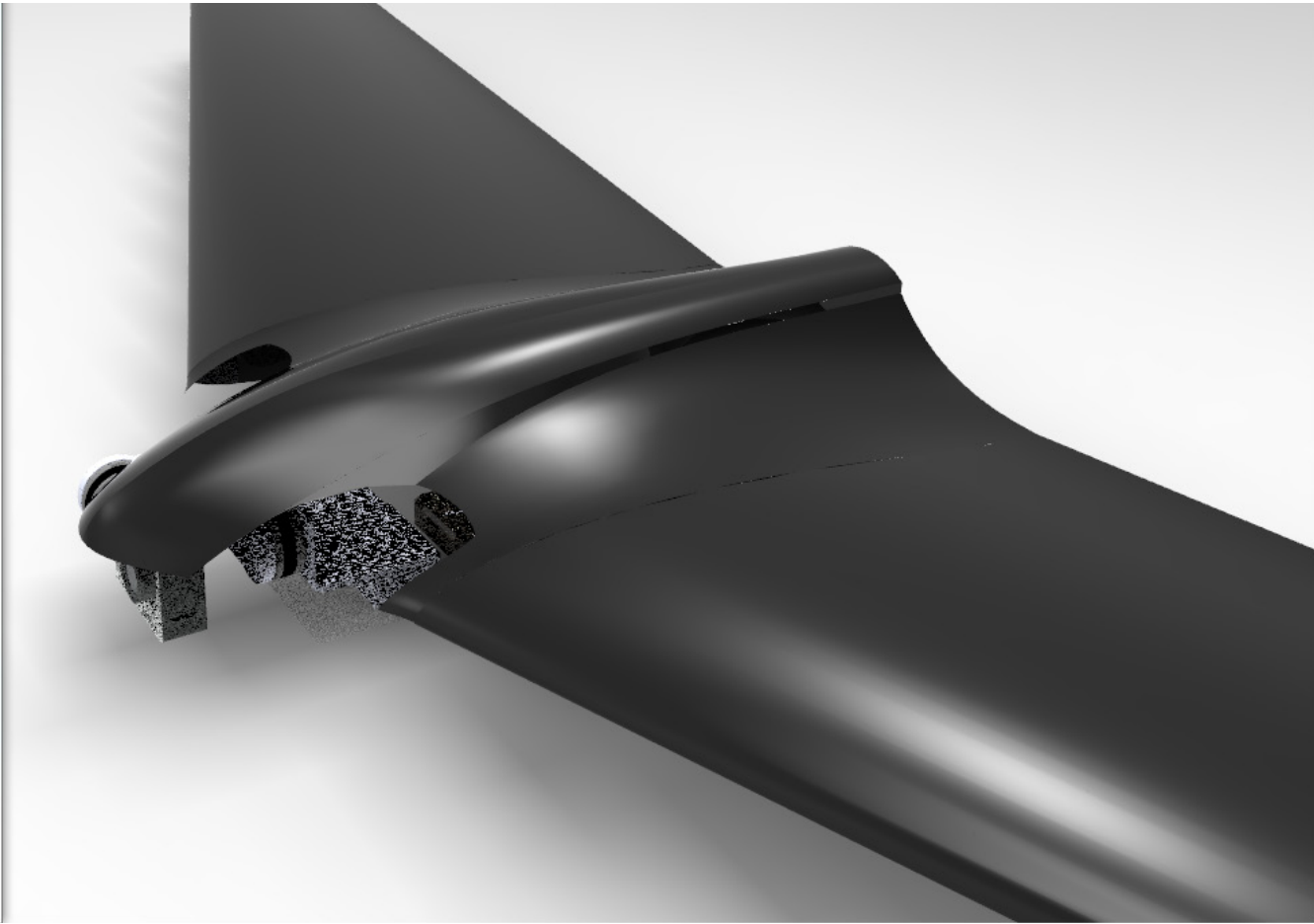
Flatemodelleringen tok utgangspunkt i vingeprofilen og en hovedprofil rundt senteraksen til flyet. Deretter ble formen utforsket videre med ulike linjer og kurvaturer.

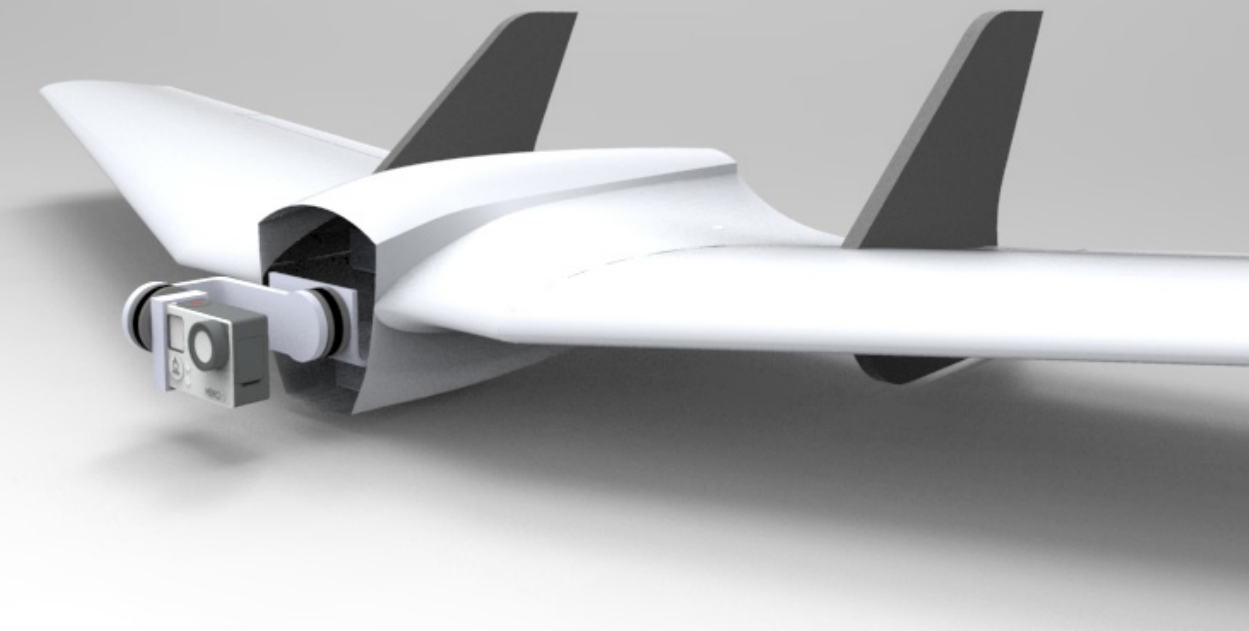




CTPR 1.6

Resultatet på 2.utkastet hadde noen interessante linjer. Luftinntakene ble forsøkt kuttet innover i flykroppen. På dette tidspunktet ble det forsøkt å integrere kameradomen som en forlengelse av flykroppsnuten. Men her oppstod det utfordringer. Siden gimballen roterer i et plan normalt på flykroppen ville det vært nødvendig å ha et gjennomgående kutt gjennom fronten slik at denne kunne rotere sammen med gimballen og kameraet. Det var ingen innlysende måter å forankre fronten på uten at konstruksjonen va den ville vært sårbar. etter endiskusjon med Ole Jørgen bestemte vi å droppe integrasjonen og montere gimballen rett i skroget.





CPTR 1.7

Fronten ble foreløpig kappet av og et gimballfestet ble montert. Kroppen manglet fremdeles luftinntakene. Og disse ble derfor forsøkt modellert.

Luftinntakene satte krav for bruk av flere linjer for å få kanter og profiler til å gå opp i geometrien.

UTFORMING OG PRODUKSJON

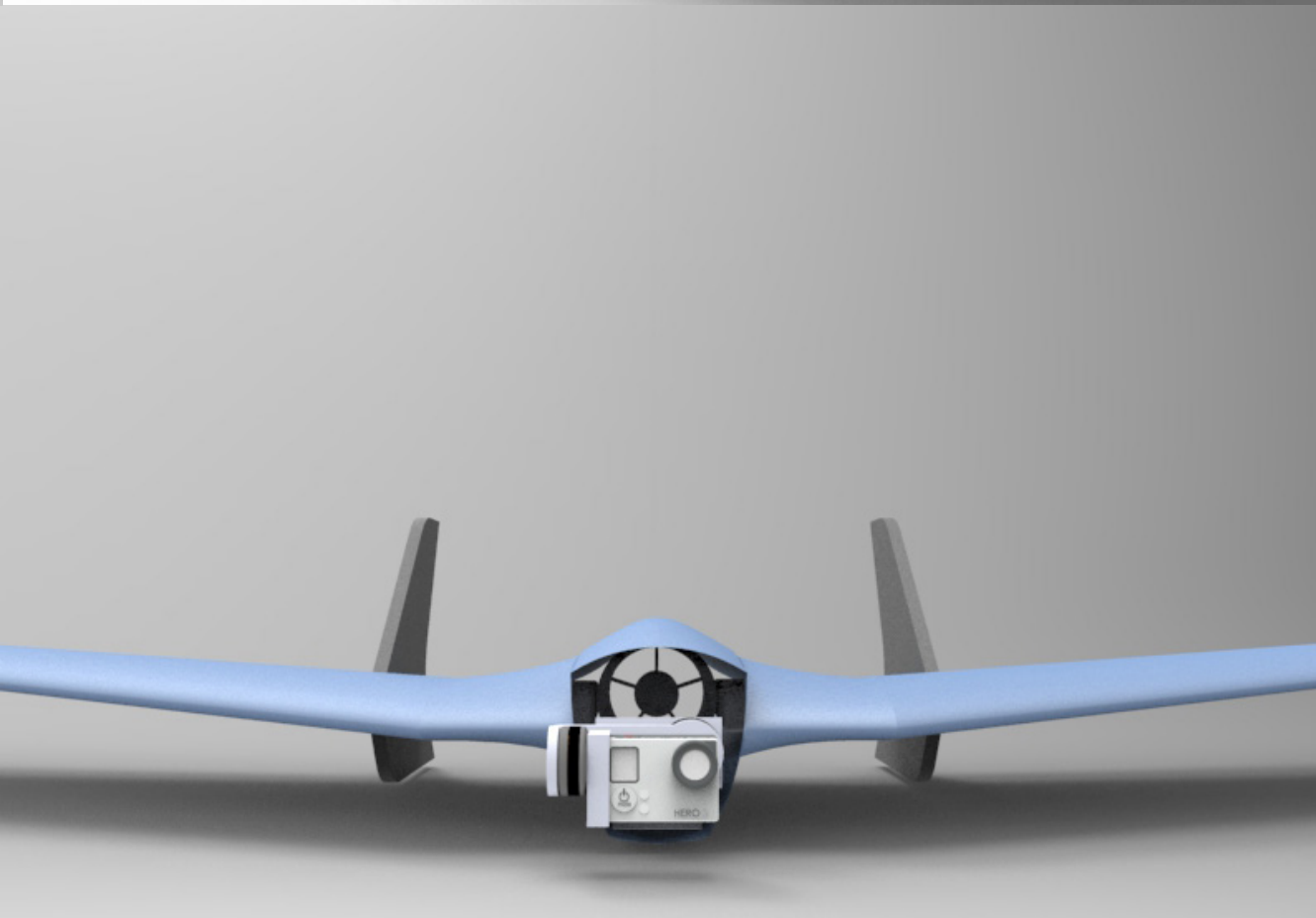
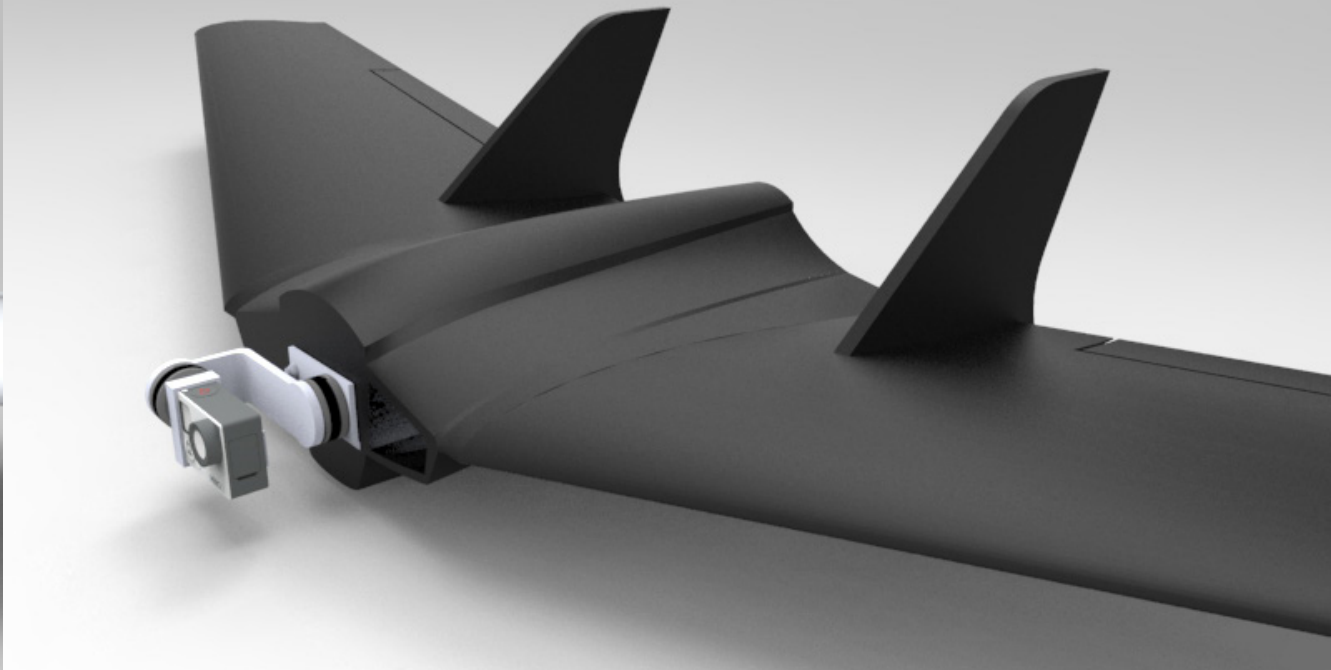
Det ble klart at alle former for underkutt måtte unngås hvis flyet skulle være støpeklart i produksjonen. Dette satte naturlige begrensninger i formgivningen.

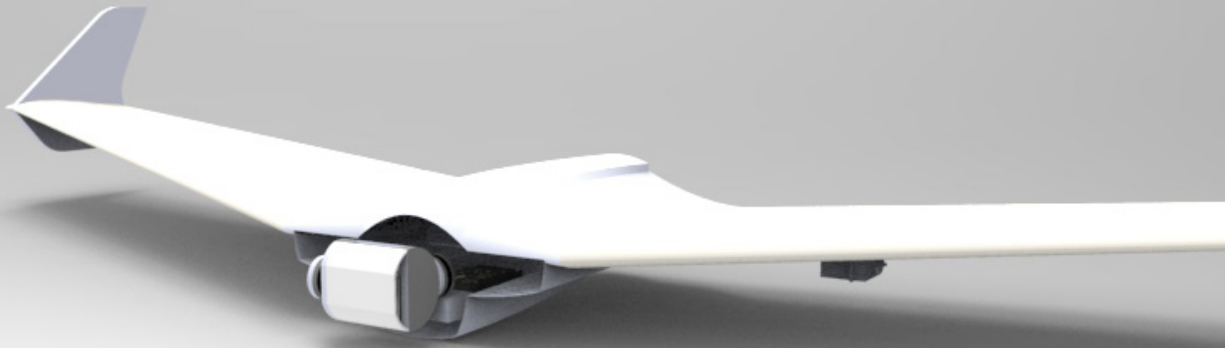
Dermed måtte luftinntakene utformes uten noen form for underkutt.

Wingfencene ble forsøkt plassert lenger inn på flykroppen. Dermed ble det en mulighet for at også disse kunne brukes som kontrollflater. Det ble oppdaget at ved denne passeringen ville wingletene komme i veien for roroverføringene og servoene til balanserorene på vingen. En ville også miste funksjonen med

utkanselleringen av virvlene på vingen, slik at vingen ble mindre effektiv.

Etter denne versjonen ble flykroppen modellert opp fra bunnen av til det som skulle bli versjon 1.8. Denne skulle gi det ferdige eksteriøret.





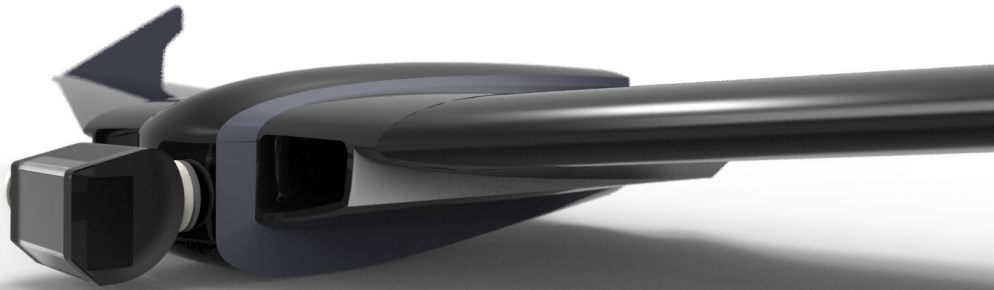
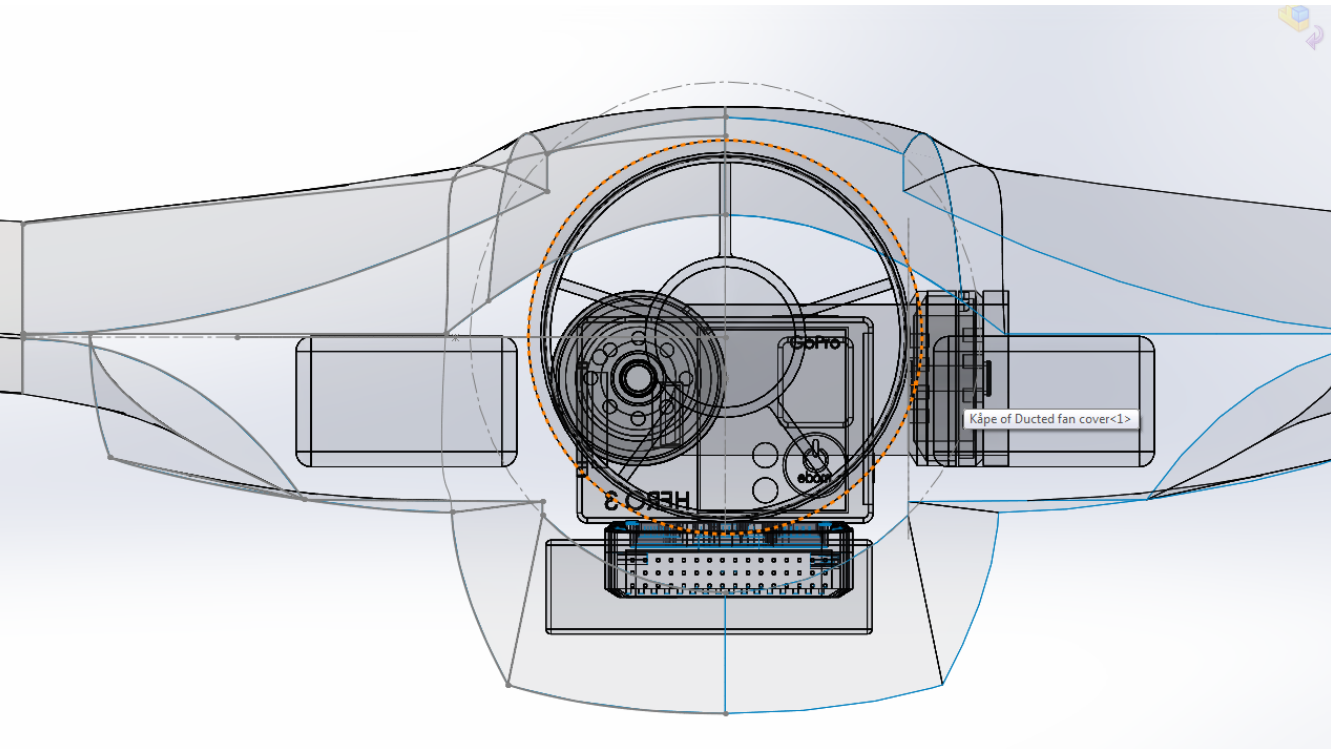
CPTR 1.8

De generelle ideene og formutviklingen fra forrige utkast ble modellert opp på nytt i Solidworks. Her ble alle komponentene og nyttelasten justert og plassert ut. batteriene ble flyttet opp og ut på hver side, autopiloten ble flyttet under. Dette for å gjøre komponentene mer plasseringsvennlige under monteringen. Dermed kunne skroget strømlinjeformet ytterligere, da forrige versjon var litt "klumpete". Tyngdepunktet hadde nå blitt endret og flyttet seg et lite stykke utenfor Pixhawken. Etter rådspørring hos Ole Jørgen ble det konstatert at dette ikke var kritisk, og at tyngdepunktet kunne manipuleres ved å legge inn ekstra vekt hvis det var nødvendig. Servoene som til nå hadde vært plassert inne i flykroppen ble nå flyttet ut i vingene. Både for å spare plass i flykroppen og ikke minst slippe lange og ineffektive roroverføringer.

ET STEG TILBAKE

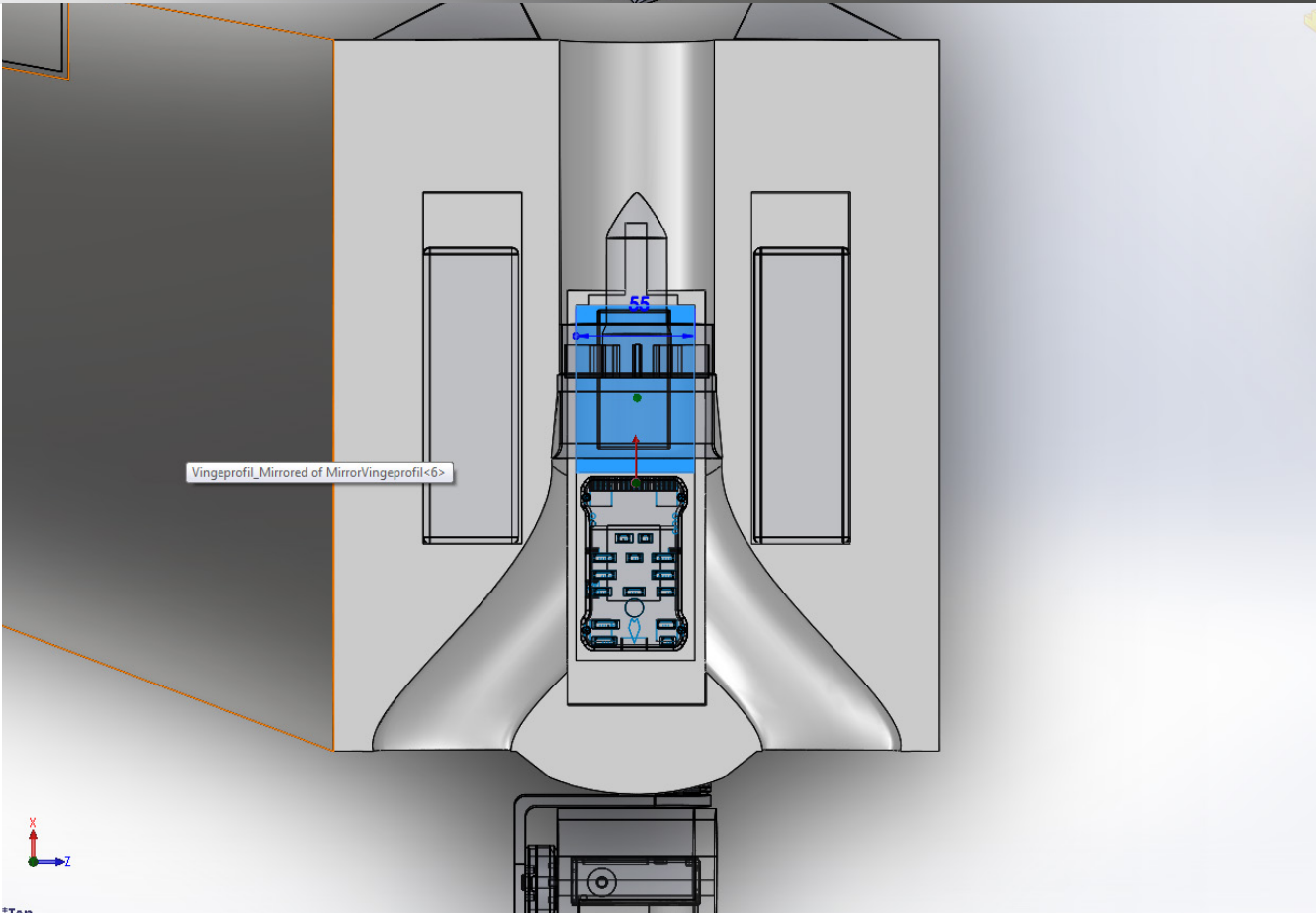
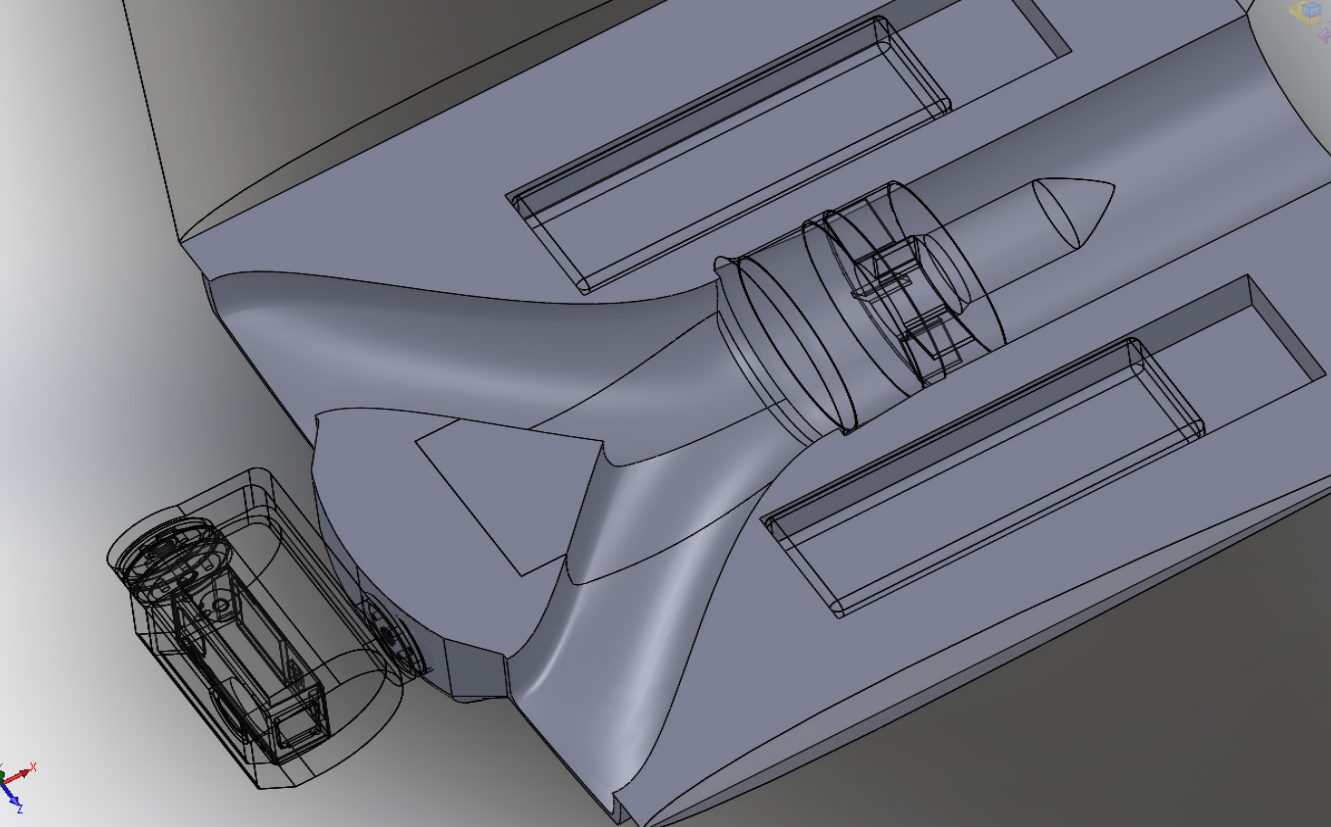
Det ble raskt klart at en integrasjon av gimballen i foten ble vanskelig. Det ble dermed bestemt at domene til kameraet skulle utformes slik at den fluktet greit med fronten på flyet. Gimballen med kameraet ble dermed bestemt skulle bli bestet direkte inn i fronten på flyet.

Fronten ble på nytt modellert opp for å gi en fin avslutning mellom topp og bunnprofilen, samtidig som den benyttet de allerede konstruerte formlinjene i skroget til å lage snuten.



PROTOTYPE FORBEREDELSE

En prototype for modellen ble planlagt frest ut i skum. Arbeidet med å konstruere en fresevennlig innside for å få plass til de nødvendige komponentene ble startet. Innsuget og utblåsningene ble modellert på plass. Pixhawken og ESC som lå i bunn av konstruksjonen fikk konstruert en skumkloss over seg slik at disse var tilgjengelig for montering samtidig som klossen rekonstruerte innsuget. Batteribrønner og åpninger til ledninger ble også konstruert. Disse komponentene ble lagret som egne deler i SolidWorksmodellen for bruk til senere. I denne delen av prosessen var det viktig å ta bort så lite materiale som mulig siden skummet skulle fungere som støttestrukturen i prototypen. EDFen til modellen hadde heller ingen innfestning utenom kontaktflatene i skummet. så ekstruderingen av hulrommene ble gjort i konturene av denne, slik at et stort nok area skulle være tilgjengelig.

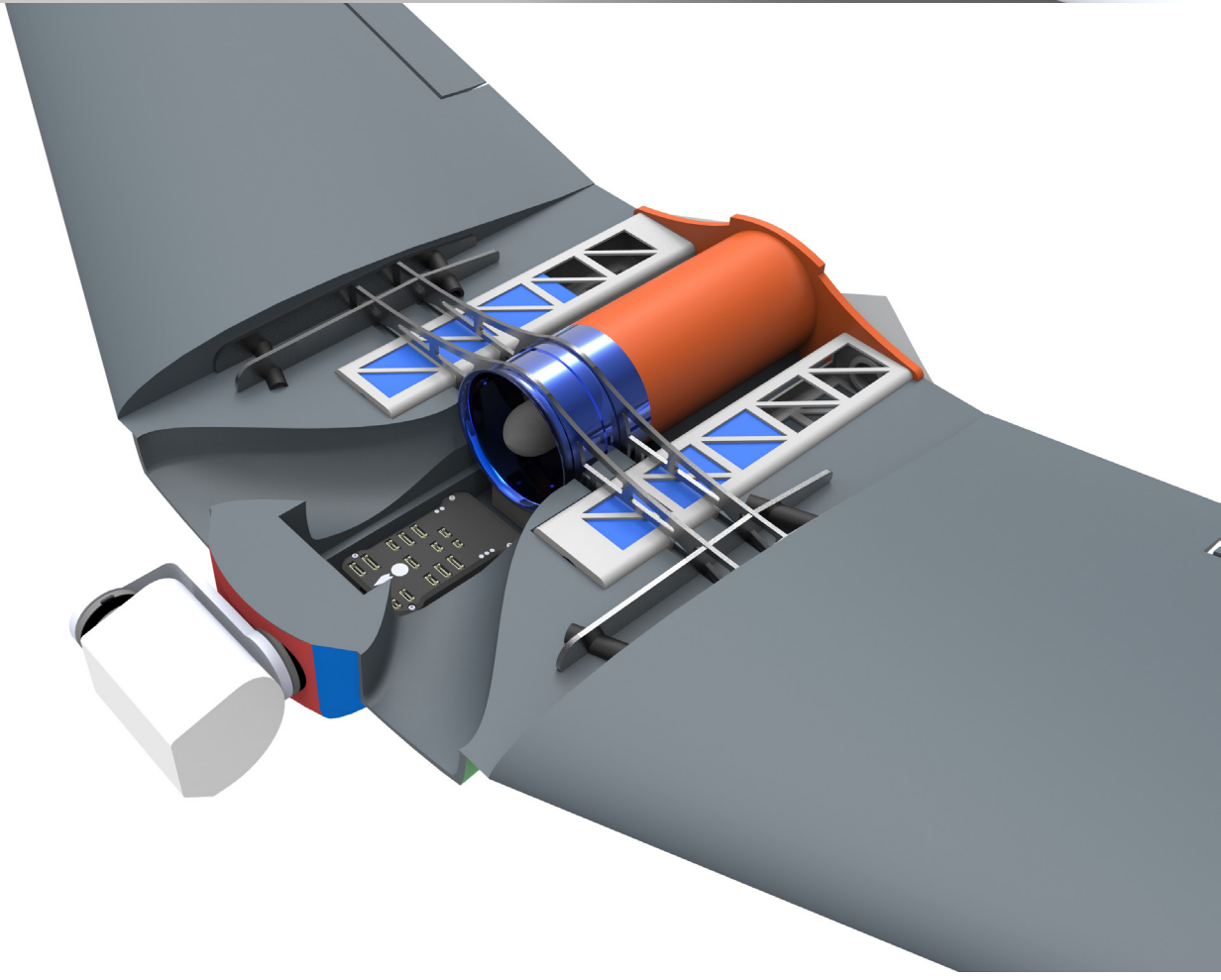
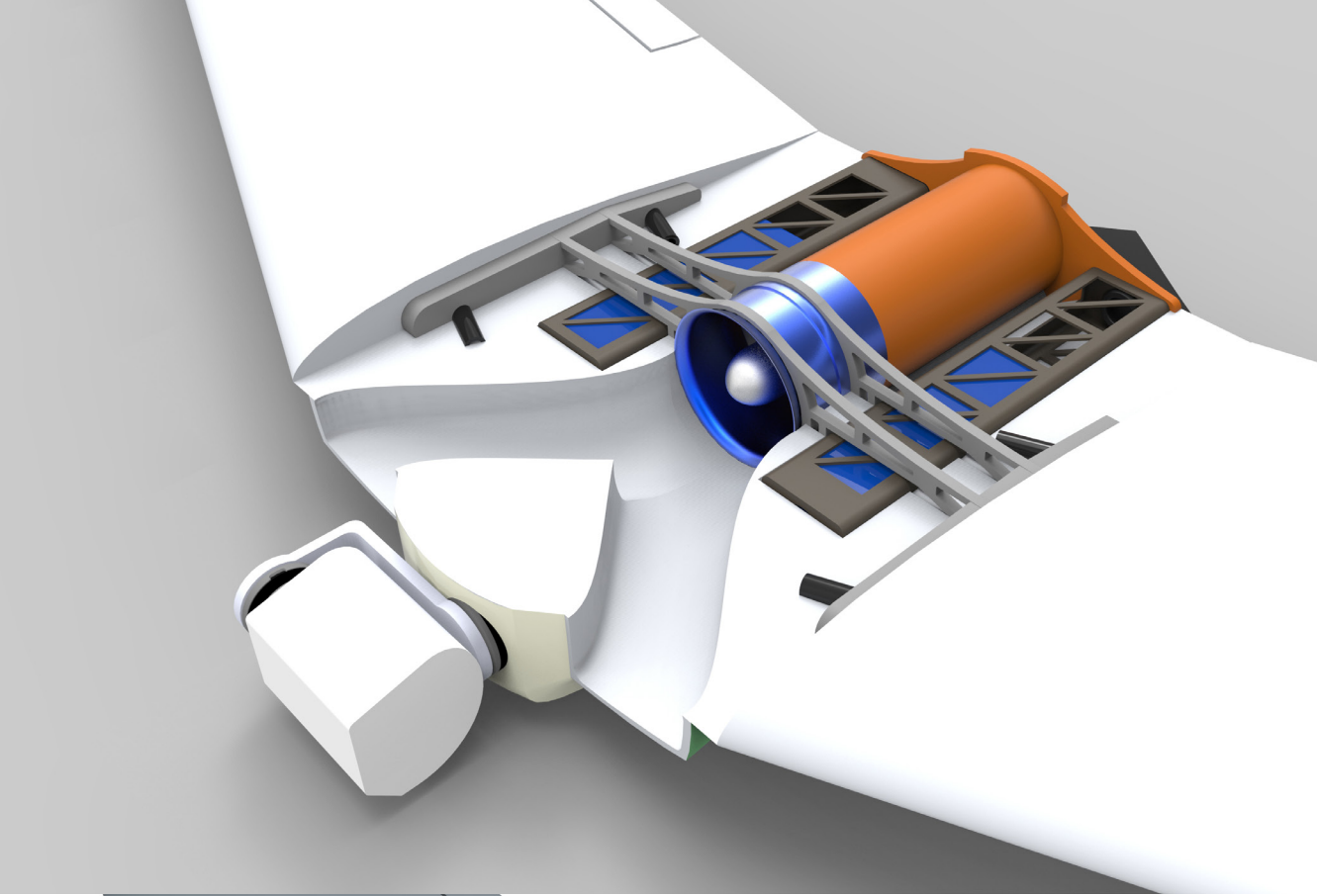


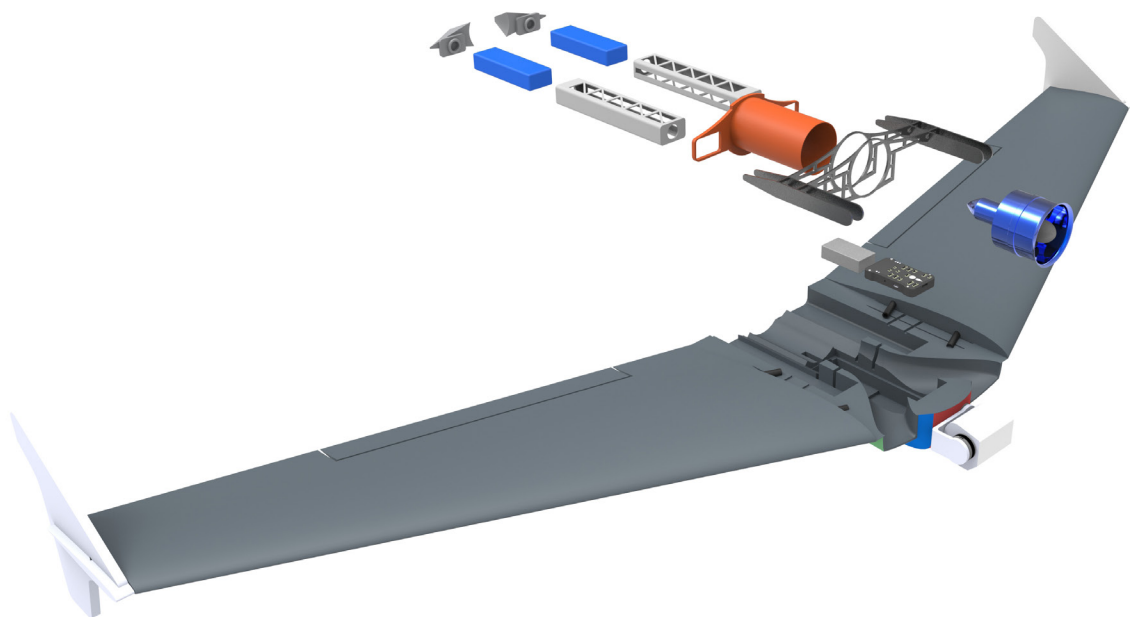
PROTOTYPE 2.0

Den endelige prototypen retter seg mot en mer produksjonsklar utforming. Her ble det lagt vekt på kraftoverføringen mellom vingene og et system for å kunne bytte batteriene på en enkel måte.

KRAFTOVERFØRINGEN

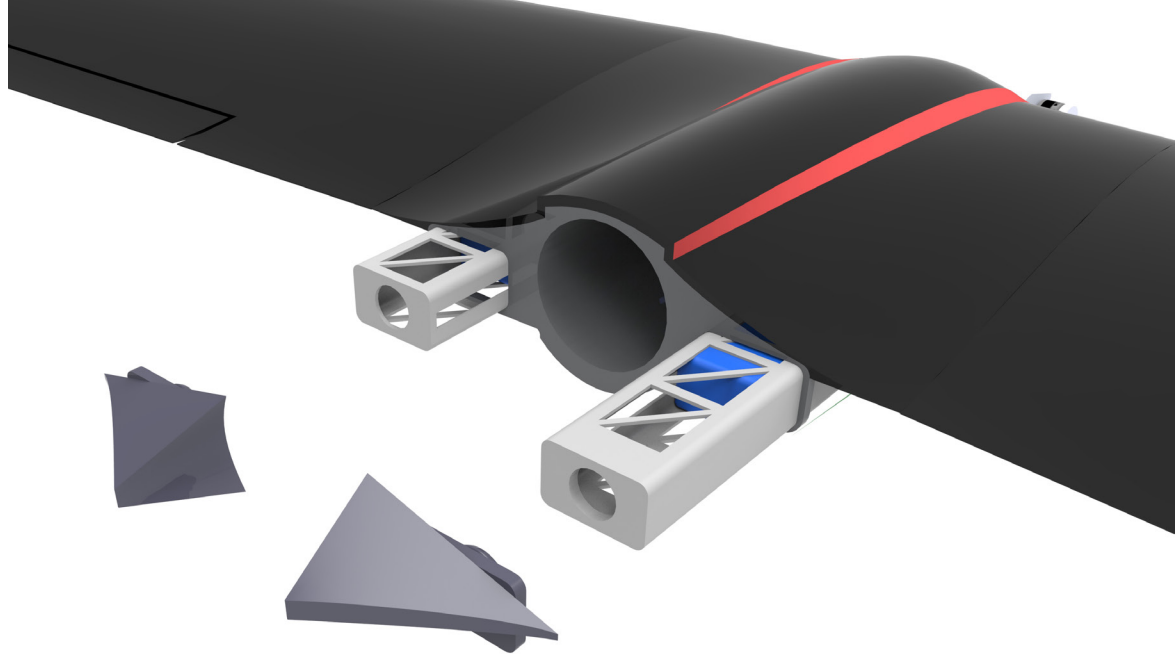
Sparrene som sørger for stabilitet i vingene er avhengig av en langsgående kraftoverføring gjennom flykroppen or å få en jevn belastning gjennom hele konstruksjonen. I utformingsprosessen av denne ble det klart at å kombinere denne som et motorfeste for EDF kunne man løse to problemer i ett. Batteriene la føringer på utformingen, og kraftoverføringen måtte konstrueres utenfor disse. Kraftoverføringen ble utført gjennom et par iterasjoner og tilbakemelding fra Ole Jørgen. Endringene gikk fra å være en tykkere bjelke til to tynnere både for å øke styrken og slanke vekten. Et innspill om å frese de av aluminium, var en klar fordel enn den tidligere ideen om å støpe et i plast. .





INNMAT

Med flyskorpet som base, blir de indre motorkomponentene plassert i en tett konfigurasjon. Det ferdige produktet er planlagt støpt i EPP, og vil fungere som forankring til komponentene. Produktet skal være så komplett som mulig, og batteriene er de eneste komponentene brukerne trenger tilgang til. Samtidig burde de dyreste komponentene som pixhawk, ESC, EDF, batterier og Gimballsystemet kunne demonteres hvis flykroppen må erstattes med en ny etter skade. Bruker bør kunne montere de eksisterende delene inn i en ny flykropp uten å måtte gå til innkjøp av et komplett nytt fly.



TILGJENGELIGHET

BATTERIBRØNN

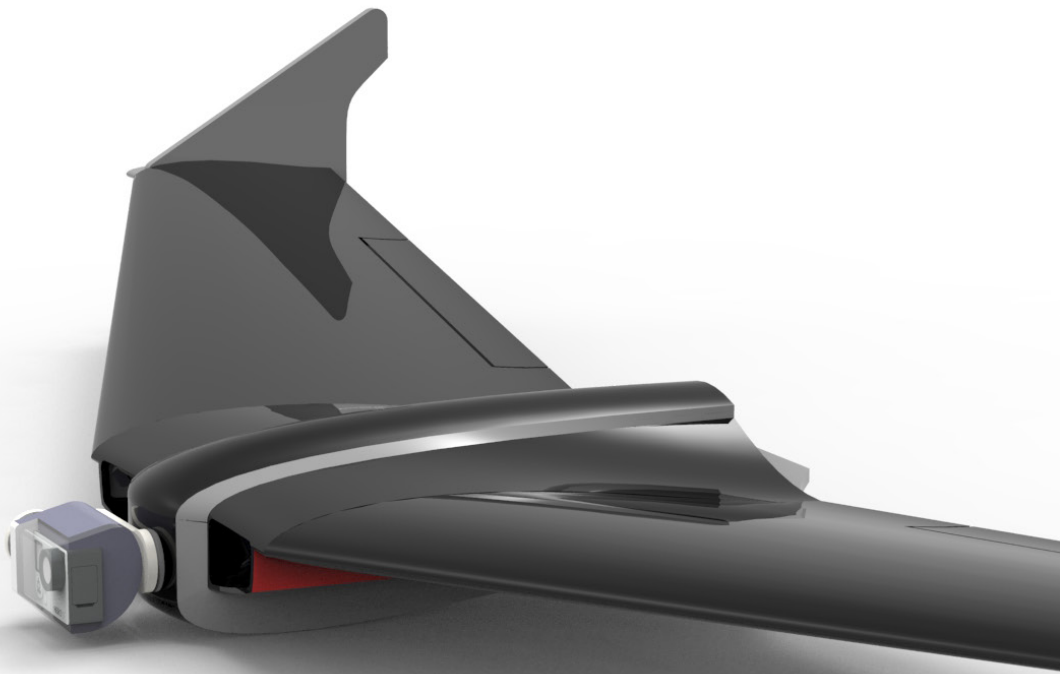
Batteribrønnene fikk et bur rundt seg for å kunne gjøre det enkelt å dra ut batteriene når de skulle byttes. Konstruksjonen måtte gi plass til ledningene slik at batteriene kunne tas ut uten hinder.

BATTERILOKK

De bakre finnene blir bestet i batterilokket på bakplaten, dermed fungerer disse som lokk og håndtak.

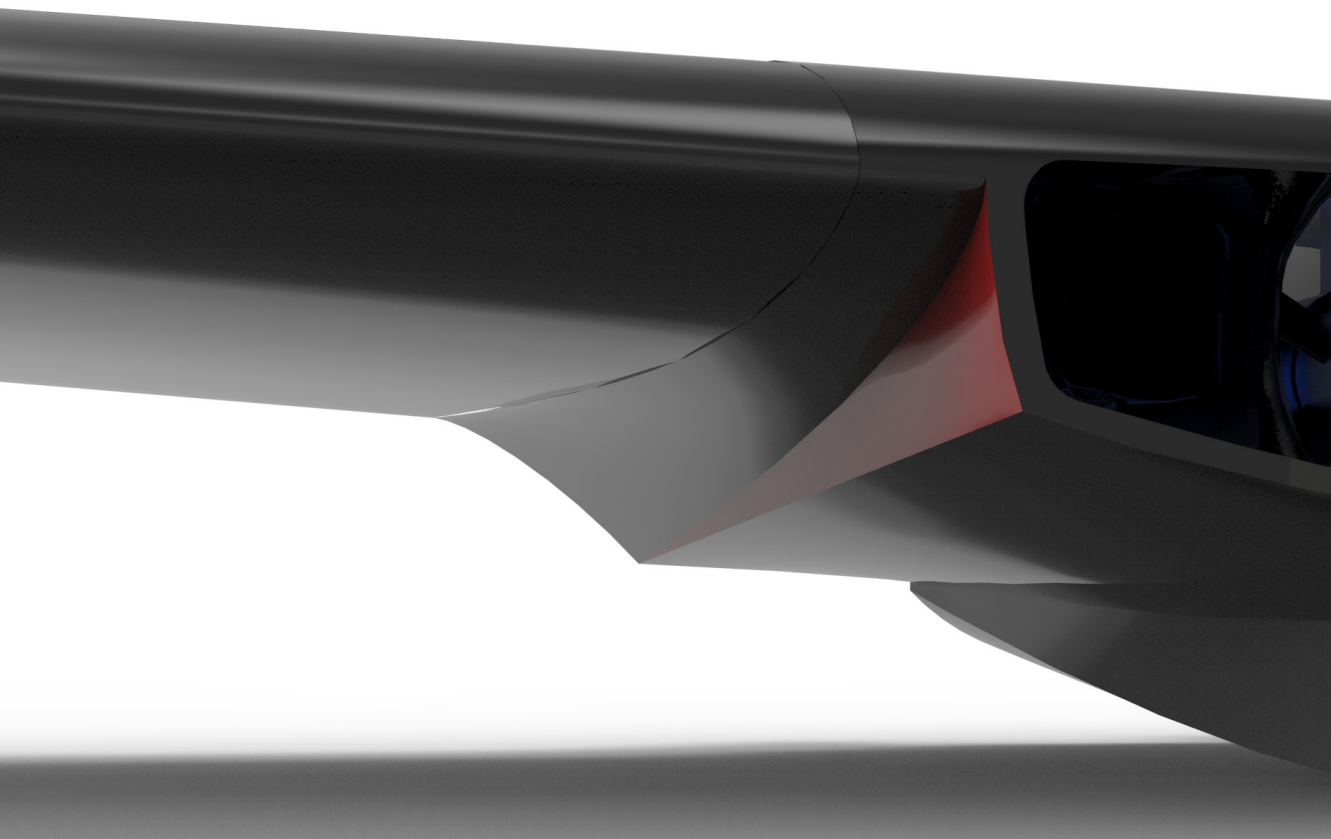
BAKPLATE

Bakplaten fungerer som forankring til batteribrønnene og loddene. Samtidig vil røret fra EDFen sørge for fri luftstrøm, og dermed kan innsiden konstrueres med hulrom uten å forstyrre luftstrømmen fra motoren.



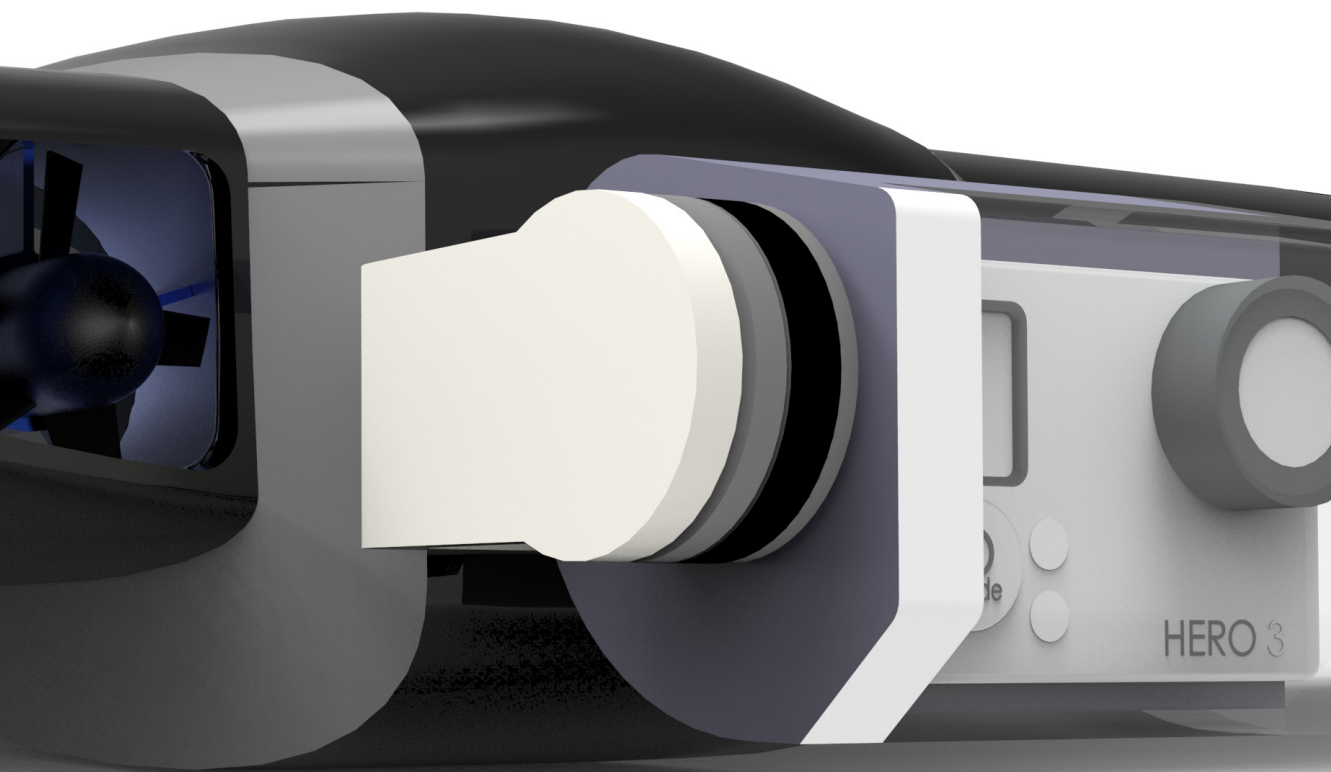
PRESENTASJON CPTR:HWK

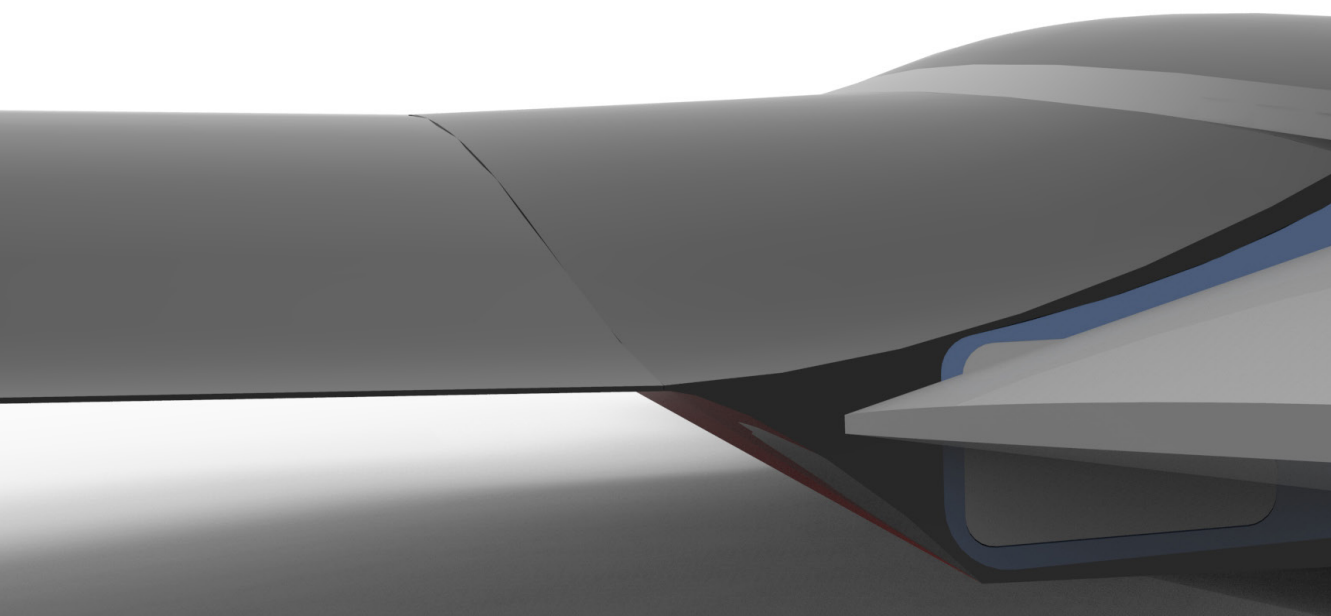




ELECTRIC DUCTED FAN

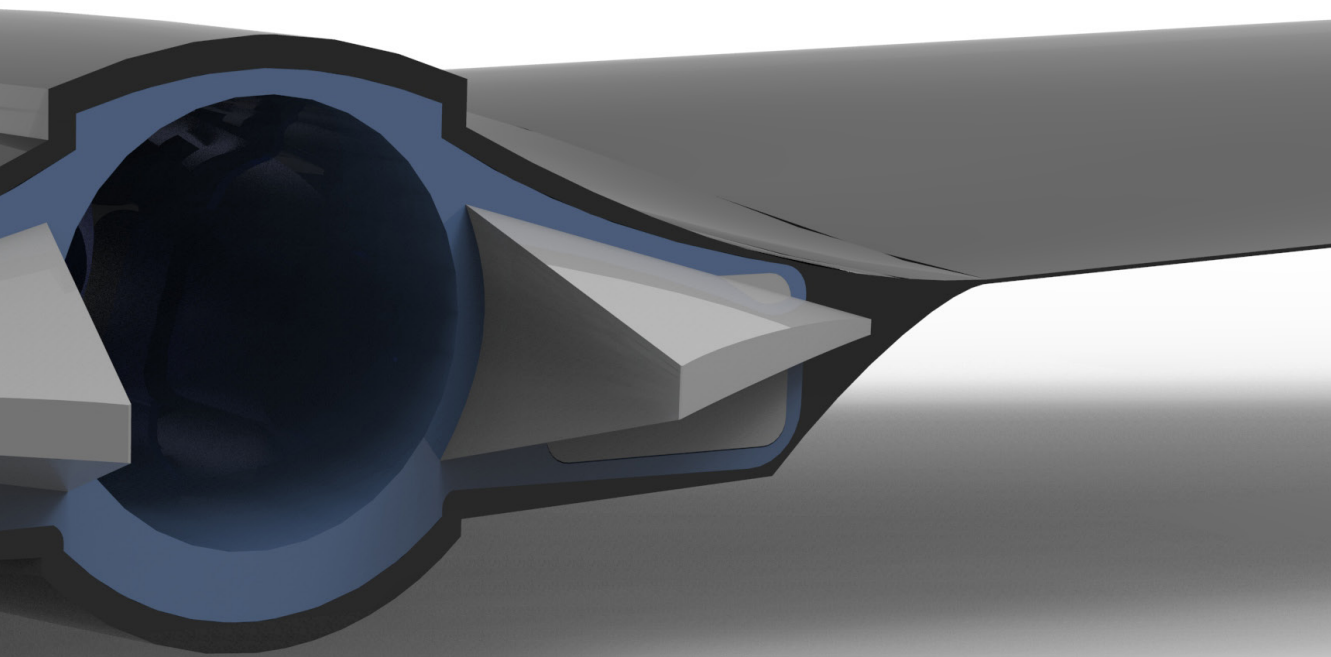
En EDF om bord sørger for nok skyvekraft til å oppnå høye hastigheter. Ved å bygge inn motoren i skroget, sikrer man trygghet for bruker, sammenlignet med en utenbordsmoter med propell.





FULL UTBLÅSNING

Skyvekraften fra EDF blir ledet uhindret ut gjennom den integrerte bakplaten. Her får man i tillegg tilgang til de oppladbare LiPo-batteriene.



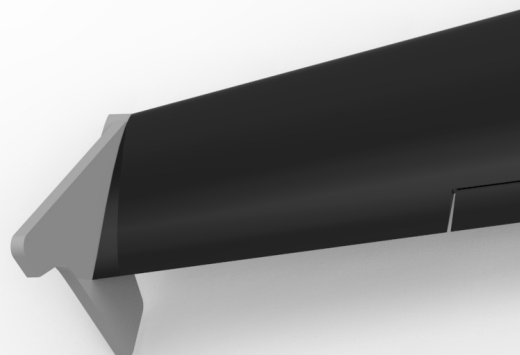
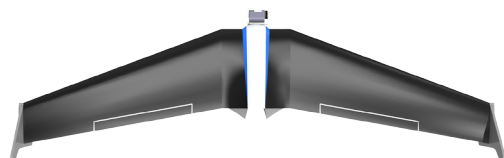
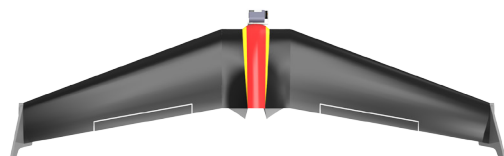
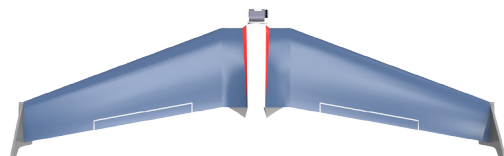
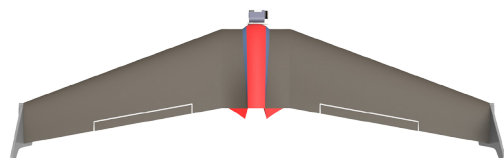
CPTR:HWK

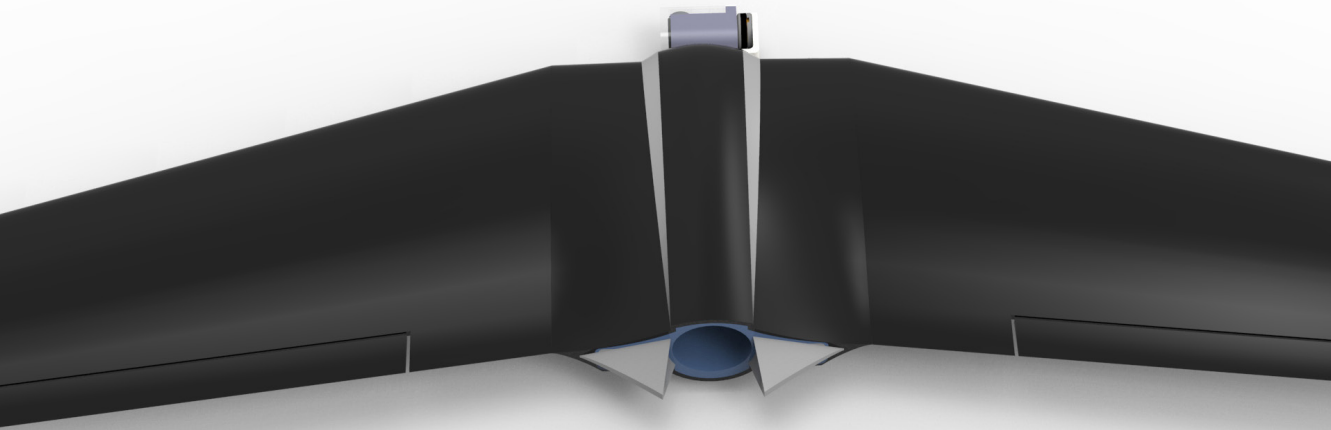
CPTR:HWK er en autonom vinge bygget for å kunne filme brukeren i situasjoner som innebærer høy fart. CPTR:HWK er perfekt for filming av ekstremsport. Deriblant wingsuit, basehoppere eller downhill snowboardkjøring.

Vingespennet måler 1.9m og konstruksjonen veier 1,4kg. Konstruksjonen kommer ferdig montert og klar til bruk.

Med lett tilgang til reservedeler er hjelpen aldri langt unna. Skulle en komponent bli ødelagt, kan en ny lett bestilles og skiftes ut. Flyet vil være klar til neste tur.

Egendefiner din HWK med ulike fargepaletter. Match resten av utstyret ditt, eller lag din signatur-look.







AIMING HIGH

Med CPTR:HWK er kameramannen aldri langt unna. Selv i høytsvevende situasjoner





MOUNTAIN HIGH... Valley low

Med et lavere energikonsum sammenliknet med et multikopter følger CPTR:HWK med deg hele turen ned.





SOMMER SOM VINTER

CPTR:HWK er med deg uansett årstid.
Bruk din sport til å se hva HWK kan få til.





IN ACTION

When you REALLY can soar with eagles while you are stuck with turkeys..



KONKLUSJON

Masteroppgaven resulterte i CPTR:HWK. En autonom flygende farkost som benytter seg av teknologien til oppstasjonsbedriften CPTR. Gjennom en iterativ prosess med fokus på tekniske forutsetninger ble konstruksjonen utviklet gjennom en designprosess. Modellen ble utviklet til tidlig fase produksjonstilpasning. Videre arbeid med oppgaven innebærer prototypebygging og testflygning av konstruksjonen for videre forbedring av designet. Neste steg derifra vil være å produsere flere vingeprofiler for ulik bruk og annet egnet ekstrautstyr.

REFLEKSJON

Gjennom denne masteroppgaven har jeg tilegnet meg nye ferdigheter i produktutvikling. Ikke bare det rent praktiske gjennom trening i Solidworks, men også kunne utforske “design thinking” knyttet til produktet hvor det har vært viktige og vanskelige problemstillinger å forholde seg til.

I dette prosjektet har jeg valgt å forholde meg til skissering og direkte CAD i formprosessen og designet av produktet. Det har vært få iterasjoner som har blitt utforsket fysisk i modell, heller mer direkte i CAD. I ettertid har dette vist seg å være litt problematisk i utformingen av dronen. Det er ofte lettere å forme en kloss, enn å detaljtegne en overflate i Solidworks i en kreativ prosess.

Samtidig har dette vært en ytterst teknisk rettet oppgave. Og CAD har allikevel vist seg nyttig i prosessen. Fra å jobbe ut ifra et estetisk utgangspunkt, viste det seg å rette fokus over til en teknisk vinkel var en viktig avgjørelse. Siden komponentene la føringer på plassering

ble disse avgjørende for det ytre uttrykket. Å jobbe opp mot oppstartsbedriften og søke råd fra dem har vært en interessant og nyttig prosess. Det var spennende å få et lite innblikk i deres hverdag med programmering og bedriftsstyring. En type produkt som en autonom drone skaper mange spørsmål og krav til løsning. Men det jeg sitter igjen med er at en symbiose mellom software og den fysiske konstruksjonen fungerer som en problemløser. Det ene løser begrensningene til det andre.

Av erfaringer gjennom prosjektet har det vist seg å angripe en oppgave isteden for å utsette den alltid lønner seg. Det er vanskelig å jobbe ut ifra et tomt ark.

Resultatet endte opp langt fra de første idéene, noe som i ettertid kan vitne om en lang prosess.

Prosjektet har vært en opptur, og jeg har opplevd prosessen som veldig spennende. I dette prosjektet har veien absolutt vært målet.

LITTERATURLISTE

jones, Robert T.
Wing theory 1910
Princeton University Press

Thomas C. Corke
Design of aircraft 2003
University of Notre Dame
Pearson Education

Basic Design of Flying Wing Model
<http://www.mh-aerotools.de/airfoils/flywing1.htm>

VEDLEGG

Motoroversikt									
Navn	vekt (g)	Thrust (g)	Max power (w)	cont. Power (w)	voltage	kv	amps A	mA	mA
Alloy DPS Series 68mm EDF unit with 3580kv Motor - 1000watt					268	1700	1000	880	14,8
Alloy DPS Series 72mm EDF unit with 2550kv Motor - 1200watt					276	1900	1200	1115	22,2
Alloy DPS Series 78mm EDF unit with 2120kv Motor - 2000watt					368	2800	2000	1700	22,2
Alloy DPS Series 90mm EDF unit with 1900kv Motor - 1750watt					424	3000	1750	1500	22,2
Alloy DPS Series 68mm EDF unit with 2600kv Motor - 1280watt					268	2100	1280	1150	22,2

536 3400 6,343
552 3800 6,884

	Vekt	Antall	Totalt	A	B	C	D	E		
Ducted fan	268	1	268		268	276	368	424	268	
Battery	337	2	674	674						
Servo	9	1	9	9	9	9	9	9		
Gopro	76	1	76	76	76	76	76	76		
Pixhawk38	1	38	38	38	38	38	38	38		
Electric speed controller	15	1	15	15	15	15	15	15	15	15
pixcucoo	8	1	8	8	8	8	8	8	8	
GPS+ compass	17	1	17	17	17	17	17	17	17	
Gimball	150	1	150	150	150	150	150	150		
Gimballcontroller	8	1	8	8	8	8	8	8	8	
Armin button	5	1	5	5	5	5	5	5	5	
Flykropp	200	1	200	200	200	200	200	200	200	
Totalt			1468	1200	526					
Thrust to weight ratio										
battery										

					Batteri	Wh				
A	Alloy DPS Series 68mm EDF unit with 3580kv Motor - 1000watt	268	1700	1000	880	14,8				
B	Alloy DPS Series 72mm EDF unit with 2550kv Motor - 1200watt	276	1900	1200	1115	22,2				
C	Alloy DPS Series 78mm EDF unit with 2120kv Motor - 2000watt	368	2800	2000	1700	22,2				
D	Alloy DPS Series 90mm EDF unit with 1900kv Motor - 1750watt	424	3000	1750	1500	22,2				
E	Alloy DPS Series 68mm EDF unit with 2600kv Motor - 1280watt	268	2100	1280	1150	22,2				

	Navn	vekt (g)	Thrust (g)	Max power (w)	cont. Power (w)	voltage	kv	amps A	mA	mA
A	Alloy DPS Series 68mm EDF unit with 3580kv Motor - 1000watt					268	1700	1000	880	14,8
B	Alloy DPS Series 72mm EDF unit with 2550kv Motor - 1200watt					276	1900	1200	1115	22,2
C	Alloy DPS Series 78mm EDF unit with 2120kv Motor - 2000watt					368	2800	2000	1700	22,2
D	Alloy DPS Series 90mm EDF unit with 1900kv Motor - 1750watt					424	3000	1750	1500	22,2
E	Alloy DPS Series 68mm EDF unit with 2600kv Motor - 1280watt					268	2100	1280	1150	22,2
		cont. Power (w)	voltage	kv	amps A	mA	mAh time	min	min 2xbatt	
		880	14,8	3580	59,459	59459,459	0,056	3,33	6,66	
		1115	22,2	2550	50,225	50225,225	0,066	3,942	7,884	5,4
		1700	22,2	2120	76,577	76576,577	0,043	2,586	5,171	6,4
		1500	22,2	1900	67,568	67567,568	0,049	2,930	5,861	4,2
		1150	22,2	2600	51,802	51801,802	0,064	3,822	7,645	4,8
									6,188	12,3

h time	min				
3	3580	64	64000	0,052	3,094
2	2550	54	54000	0,061	3,667
2	2120	82	82000	0,040	2,415
2	1900	71	71000	0,046	2,789
2	2600	56	56000	0,059	3,536

3	3580	64	3300	48,84
2 (6s)	2550	54		
2(6s) 2120	82			
2 (6S)	1900	71		
2 (6S)	2600	56		

		2x5000mah battery											
h time	min	min 2Xbatt	Trust/weight ratio		Double engine		min 2Xbatt d.e		T/W	2x batt d.e			
3	3580	64	64000	0,052	3,094	6,188	1,158	1,959	0,919	1,605			
2	2550	54	54000	0,061	3,667	7,333	1,294	2,169	1,023	1,781			
2	2120	82	82000	0,040	2,415	4,829	1,907	2,893	1,436	2,416			
2	1900	71	71000	0,046	2,789	5,577	2,044	2,930	1,496	2,469			
2	2600	56	56000	0,059	3,536	7,071	1,431	2,419	1,135	1,983			

14	10,828
17	12,833
26	8,451
80	9,761
375	

NEUTRAL POINT AND STABILITY

MEAN AERODYNAMICAL CHORD LENGTH L_M

$$L_M = \frac{2}{3} \frac{1 + \lambda + \lambda^2}{1 + \lambda} \cdot L_r$$

$$L_r = \text{root chord} = 328 \text{ mm}$$

$$L_t = \text{tip chord} = 166 \text{ mm}$$

$$\lambda = \text{taper ratio} = \frac{L_t}{L_r} = \frac{166}{328} = \underline{0,506} > 0,375$$

$$L_M = \frac{2}{3} \frac{1 + 0,506 + (0,506)^2}{1 + 0,506} \cdot 328 = \underline{\underline{255,84}}$$

$$Y = \frac{b}{2} \frac{L_r - L_M}{L_r - L_t} = \frac{800}{2} \frac{328 - 255}{328 - 166} = \underline{190,24}$$

$$\begin{aligned} X_N &= \frac{L_r}{4} + \frac{2b}{3\pi} \cdot \tan \varphi_{0,25} = \frac{328}{4} + \frac{2 \cdot \overset{800}{\cancel{1600}}}{3\pi} \cdot \tan 20,2 \\ &= \underline{\underline{319 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Kontaktlogg Masteroppgave CPTR

17.01.14 kl 0915-1130 Oppstartsmøte Ole Jørgen Seeland og Sigurd

06.02.2014 mailkorrespondanse OJ

10.02.2014 Mailkorrespondanse OJ

04.03.2014 Mailkorrespondanse OJ

06.03 Mailkorrespondanse OJ

20.03 Mailkorrespondanse OJ

24.03 møte Ole Jørgen

27.03 Mailkorrespondanse OJ

02.04. Mailkorrespondanse OJ

03.04 Mailkorrespondanse OJ

10.04 møte Ole Jørgen

23.04 møte Ole Jørgen

25.04 Mailkorrespondanse OJ

28.04 Mailkorrespondanse OJ

30.04 Mailkorrespondanse OJ

06.05 Mailkorrespondanse OJ

12.05 Mailkorrespondanse OJ

14.05møte Ole Jørgen

16.05 Mailkorrespondanse OJ

21.05møte Ole Jørgen

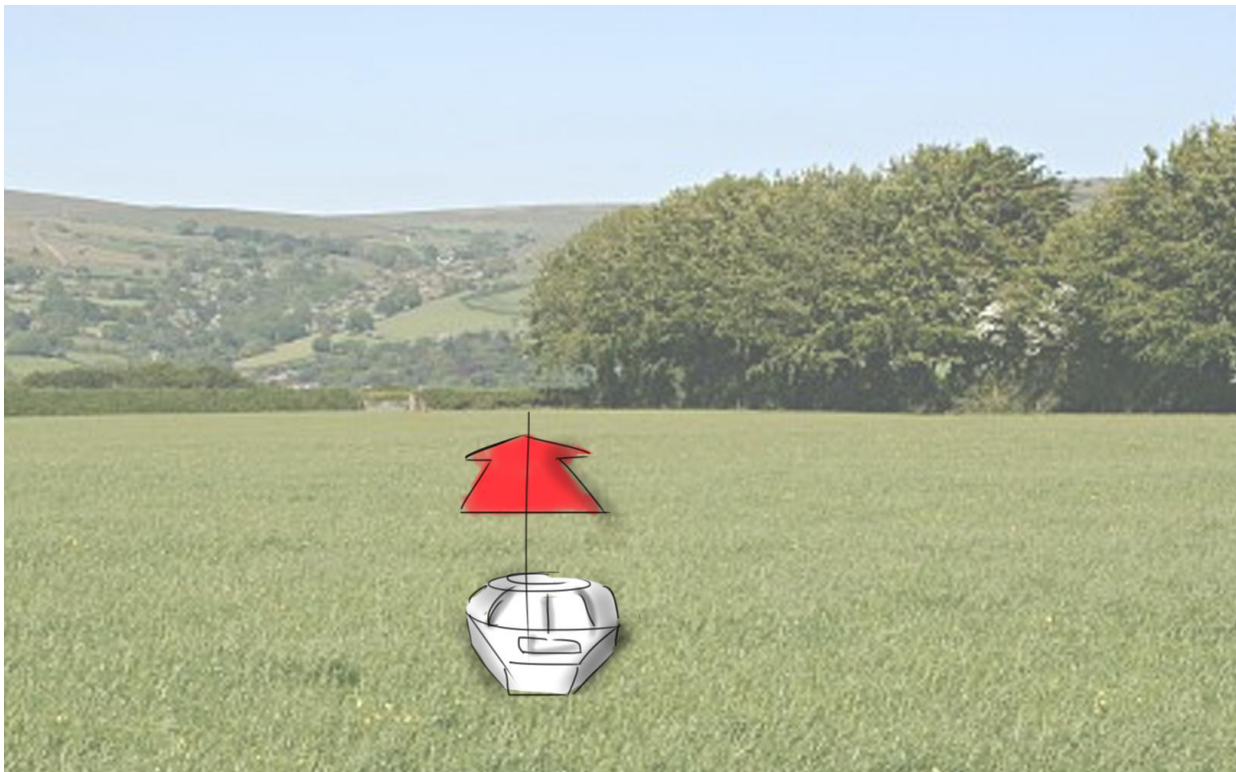
29.05 Mailkorrespondanse OJ

31.05 møte Ole Jørgen

03.06 møte testflyging Ole Jørgen

07.06 Mailkorrespondanse OJ

09.06 Mailkorrespondanse OJ



LANDESYSTEM MED KONTROLLER

En av de store utfordringene til bruken av produktet er knyttet til landingen av flyet. Hvordan kan dette gjøres på best mulig kontrollerte måte når flyet skal være autonomt. På multikopteret vil et landingssted bli bestemt på stedet av brukeren. Et fly har større krav til egnet plass og retning. Dermed burde det være en mulighet for brukeren å definere landingen til dronen på forhånd.

En mulighet er å integrere en funksjon i kontrollen som bestemmer landingssted og innflyvningskurs til flyet. Ved å stille seg ved det egnede landingsstedet og peke kontrollen i ønsket innflyvningsretning kunne brukeren sikre en trygg og hindringsfri landing for flyet.

