

# Professional Drone, Hybrid Power Pack - Timebox 1

Team 2

13. november 2018

## Deltagere:

Stud. nr: 201602094	Navn: Søren Holm Korsgaard
Stud.nr.: 201607563	Navn: Jacob Gustafsson
Stud.nr.: 201704859	Navn: Jonas Buus
Stud.nr.: 20084327	Navn: Simon Rasmussen
Stud.nr.: 201704483	Navn: Thomas Dueholm Jensen

## Indhold

<b>1 Strategy and planning (Simon)</b>	<b>1</b>
<b>2 Analysis (Thomas)</b>	<b>1</b>
2.1 Structural Analysis . . . . .	1
2.2 Interface Analysis . . . . .	2
2.3 Dimensioning . . . . .	2
<b>3 Design (Søren)</b>	<b>2</b>
3.1 Structural Design . . . . .	2
3.2 Behavioural Design . . . . .	3
3.3 Interface Design . . . . .	3
<b>4 Implementation (Jonas)</b>	<b>4</b>
4.1 Implementation Recommendations . . . . .	4
<b>5 Verification (Jacob)</b>	<b>5</b>
<b>6 Deployment (Alle)</b>	<b>5</b>

# 1 Strategy and planning (Simon)

Videre udvikling af Hybrid Power Pack (HPP) vil involvere præcise udregninger sådan at kravsspecificeringer kan imødekommes. Udgangspunktet for disse involverer at forbrug og effekt er kendt i hvert af komponenterne i HPP: Motor, generator, motorstyring og ensretter.

HPP's endelige effektmål bliver om der produceres nok strøm til at dronecopterens flyvetid forlænges. På nuværende tidspunkt er dronecopterens strømforbrug ikke kendt.

Det vælges at fokusere de to første uger på design af test af dronecoptorens strømforbrug.

Det planlægges at strategi og planlægning samt udarbejdelse af rapport laves af Simon, analyse af Thomas, forsøgsdesign af Søren, implementering af Jonas og verificering af Jacob.

Videre plan følger development planen som ses i figur 1. Der er gjort tilføjelse i form af, at der i næste timebox yderligere laves et overordnet tilstandsdiagram for HPP samt udfærdigelse af test af dronecopterens motorer.

Jonas = J												
Jacob = JA												
Thomas = T												
Søren = S												
Simon = SI												

	Tid: timer	Week 1-2	Week 3-4	Week 5-6	Week 7-8	Week 9-10	Week 11-12	Week 13-14	Week 15-16	Week 17-18	Week 1
Arbejde der skal udføres:	163										
Hardware:											
Design af testopstilling	8	SI JA S									
udfører komponent test	3		J S T								
Tilstandsdiagram	4		SI								
Interface Ensretter	10			J T			J	J T			
Bygge ensretter på PCB	15		J T								
Interface Batteri på drone	10				JA	JA	JA				
Interface Motor	10		S	S			ST	S			
Interface Motorstyring	20				ST J	ST J					
Interface Spændingsregulator	5		JA					SI JA			
Bygge Spændingsregulator	10			SI JA							
Interface CDI Tænding	2			S							
Opsætning til test af prototype	20								J T S		
Test af prototype	10									J JA SI S T	J JA SI S
Software:											
Motor - og ladestyring	40				S SI	S SI	S SI				

Figur 1: Development plan

## 2 Analysis (Thomas)

For hver timebox laves der en indledende analyse af de valgte emner, der skal arbejdes med. Analysen tager udgangspunkt i Launch fasen og skal resultere i en dybere forståelse af, hvad der skal implementeres, og hvordan dette skal gøres. Som det ses under ovenstående afsnit omkring Strategy and Planning, skal der i timebox 1 arbejdes med udvikling, design og konstruktion af en teststand, hvorved det er muligt at måle dronecoptorens forbrug af strøm ved forskellige belastninger. De resulterende målinger fra setuppet skal bruges til den videre udvikling og dimensionering af de særskilte blokke af System-To-Be, HPP.

### 2.1 Structural Analysis

I Launch Phase under afsnit 2.5.1 er der lavet en udregning af gennemsnitsforbruget for dronecoptoren. De estimerede beregninger viste, at gennemsnitsforbruget vil være på 3,501 kW for en flyvetid på 10 minutter med en batterikapacitet på 16 Ah.

Denne estimering af forbruget er ikke nødvendigvis retvisende, da dronecoptoren under en reel flyvning vil være påvirket af forskellige faktorer såsom vind, samlet vægt mm. Derfor har vi vurderet, at en decideret måling af forbruget i et kontrolleret miljø ved forskellige belastninger og motorkraft vil udvide forståelsen af det reelle behov, som HPP skal kunne levere for at dronecoptoren kan opnå en flyvetid på op til en time.

## 2.2 Interface Analysis

Da denne timebox ikke inkluderer en direkte realisering af blokke i System-To-Be, er der ikke relevant at beskrive eller analysere user- og system-interfacet yderligere. Det kan dog nævnes, at der ved udførelsen af målingen af dronecoptorens strømforbrug vil være et user-interface i og med, at strømmen måles med et amperemeter (ampere-tang). Der vil ligeledes være et interface mellem testudføreren og kraftmåleren.

## 2.3 Dimensioning

Der er ikke et højt krav til lang levetid for denne teststand, hvorfor den konstrueres i almindelig træ og metal, der er tilgængeligt i værkstedet på AU Herning.

Det er vigtigt, at dronecoptoren placeres som minimum 1 meter over gulv-/jordoverflade under testen, så der ikke tilføres indirekte opdrift fra motorernes vind-produktion under rotation.

I forhold til udførelsen af testen skal det overvejes, hvor den kan udføres bedst. Testen vil blive udført indendørs efter samråd med kunden, Jan Møller Nielsen, der vurderede, at vindturbulensen fra dronecoptorens motorer ikke bliver så kraftig, at testen skal udføres udendørs.

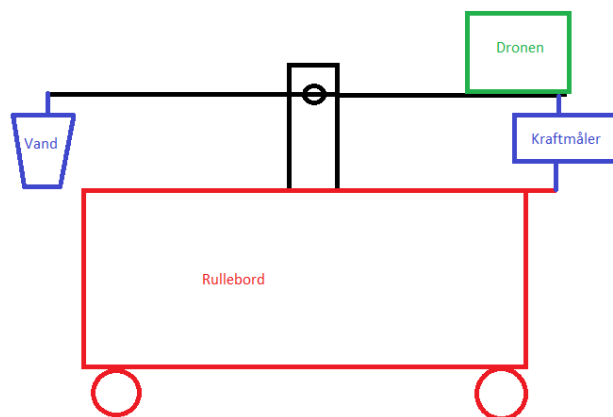
# 3 Design (Søren)

## 3.1 Structural Design

Meningen med at designe vores testopstilling, er at lave en vippe med vægt forholdet 1:1. Den skal placeres på et bord, hvilket vil gøre det nemmere at aflæse og arbejde på teststanden. Materialerne bliver så vidt muligt træ, og akslen til vippen bliver lavet i jern, for at minimere friktion, samt sikre at det kan holde til den kraft dronen vil generere. Dronen sættes fast med kraftige strips, så den forbliver på vippen. I figur 2, ses at der indgår følgende materialer:

- en spand på 10L
- en kraftmåler
- dronecoptoren
- en trævippe
- et rullebord hvor der kan lægges vægt på, så dronen ikke løfter bordet

Af sikkerhedshensyn aflæses vores måleinstrumenter fra en afstand på 2 m.



Figur 2: Forsøgsopstilling

### 3.2 Behavioural Design

Ideen med denne testopstilling er at måle, hvor meget strøm dronen trækker ved forskellige belastninger. Dette gøres ved at dronen bliver placeret i den ene ende af vippen og en spand med vand i den anden ende. Spanden bliver fyldt med vand så vippen bliver vandret. Kraftmåleren sættes fast i vippen lige under dronen og i rullebordet, hvorved der kan aflæses hvor meget dronen løfter, samt hvor meget strøm dronen trækker ved forskellige belastninger.

### 3.3 Interface Design

Strømtangen monteres monteres på anode-ledningen fra batteriet op til dronen, hvori vi kan aflæse strømforbruget.

Vores kraftmåler monteres på vores testopstilling som vist i figur 2, hvor vi kan aflæse, hvor meget kraft dronen trækker. Disse målinger vil blive plottet ind i vores måleskema, se figur 3

Kraft i kg	Målt strøm
1 kg	
2 kg	
3 kg	
4 kg	
5 kg	
6 kg	
7 kg	
8 kg	
9 kg	
10 kg	
11 kg	
12 kg	
13 kg	
14 kg	
15 kg	

Figur 3: Måleskema

Disse måleværdier vil blive brugt til at skalere vores HW til dronen, og setpunktet til vores PID-controller. Hvilket er nævnt som en manglende faktor i vores launch fase.

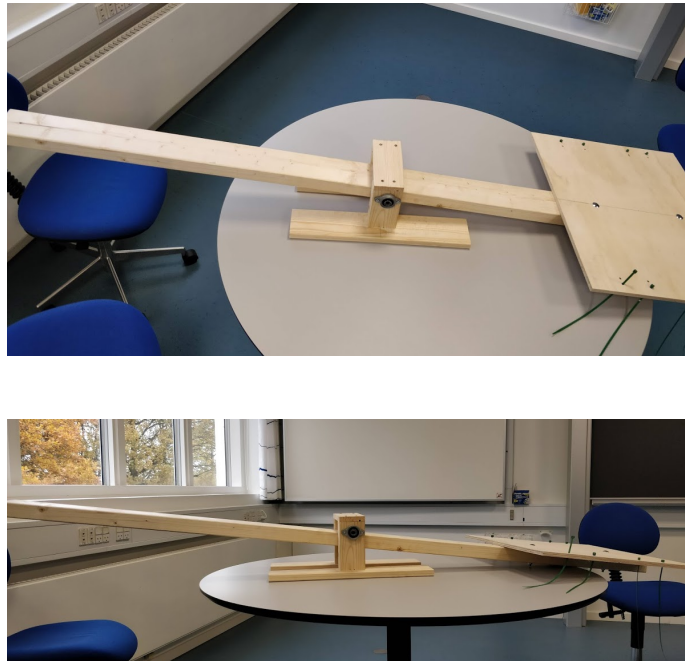
## 4 Implementation (Jonas)

### 4.1 Implementation Recommendations

For at optimere nøjagtigheden, af de målinger som forventes muliggjort med ovenfor beskrevne teststand, har vi identificeret nogle fokusområder i konstruktionen.

1. Centermassepunktet for dronecoptoren skal placeres et sted, på sin ende af vippen, som korrelerer så nøjagtigt som muligt med ballasten i den modsatte endes centermassepunkt. Dette er en nødvendighed for at opnå 1:1 forholdet.
2. Akslen som faciliterer vippefunktionen skal være så friktionsfri som muligt.
3. Der skal ingen friktion være imellem selve vippen og de træstykker, som udgør den konstruktion, der holder vippen.
4. Teststanden spændes fast til et bord med suringsstropper for at holde standen stabil, i det tilfælde at den kinetiske energi fra dronecoptorens motorer skaber vibration i teststanden.

Problematikken vedrørende friktion i vippeleddet, er løst ved at montere kuglelejer i vippestativet, hvori vippeakslen placeres. Stativet som holder vippen, og hvorpå kuglelejerne er monteret, består af to stykker træ, som er monteret på brædder for at stabilisere standen på bordet. Imellem disse to stykker træ monteres vippen. De to stykker træ som holder vippen, placeres  $B_v + 1$  cm fra hinanden, hvor  $B_v$  er bredden på vippen i centimeter. Derved elimineres friktion mellem vippe, og stativ. Se iøvrigt figur 4.1 for billeder af vippen.



Figur 4: Vippen

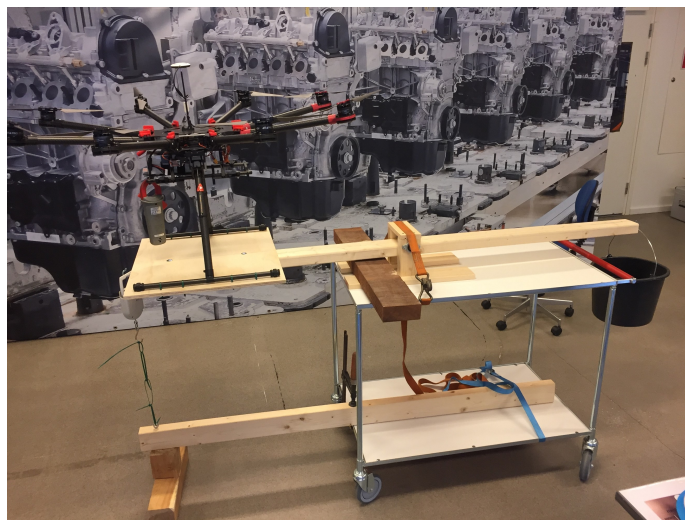
## 5 Verification (Jacob)

Teststanden er bygget op, så vi kan variere mængden af vand i den ene side ende af vippen. På denne måde laves en grov kalibrering af kraftmåleren. Denne skal stå på 0, inden testen startes, og dette sikres ved at fylde spanden så newtonmetret står præcis i 0. Vi ved på forhånd, at vores teststand er 344 gram tungere i den ene ende, end i den anden, og det er blandt andet det, som dronen skal gøre op for. Herefter testes strømforbruget ved, at dronen startes og der accelereres til kraftmåleren viser, at dronen trækker med 1 kilogram. Strømforbruget aflæses, og der accelereres videre, så dronen trækker med 2 kilogram, og igen aflæses strømforbruget. Sådan fortsættes testen, indtil dronen trækker med fuld kraft. På denne måde sikre vi, at vi kender til strømforbruget under værst tænkelige omstændigheder for dronen. Qua at dronen er spændt fast, og derfor vil yde maksimalt, når speederen er trykket i bund, ved vi at vi opfylder principperne omkring Worst-Case Analysis. For fuldt ud at verificere vores målinger, burde kraftmåleren have været testet. Dette kunne gøres ved at lade det hænge frit med et målelod på præcis 1 kilogram og aflæse på kraftmåleren. Såfremt variationen er inden for de fastsatte grænseværdier, vil testen kunne fortsætte.

## 6 Deployment (Alle)

Hermed godkender kunderne, Morten Opprud Jakobsen og Jan Møller Nielsen, test-standen til måling af dronecoptorens strømforbrug under forskellige belastninger.

Test-standen er opstillet med dronecoptoren påmonteret i lokale 3046, Århus Universitet i Herning.



Figur 5: Test-stand

Onsdag den 14/11-2018

---

Morten Opprud Jakobsen

---

Jan Møller Nielsen