



CHALMERS



Konstruktion och test av klimatkontroll för dröndarhus

Examensarbete inom högskoleingenjörspogrammet Elektroteknik

Kevin Bielecki
Hugo Dimberg

EXAMENSARBETE VID INSTITUTIONEN FÖR ELEKTROTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022

www.chalmers.se

EXAMENSARBETE 2022

Konstruktion och test av klimatkontroll för drönarhus

Kevin Bielecki
Hugo Dimberg



CHALMERS

Institutionen För Elektroteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022

Konstruktion och test av klimatkontroll för drönarhus
Kevin Bielecki
Hugo Dimberg

© KEVIN BIELECKI, HUGO DIMBERG, 2022.

Handledare: Viktor Nilsson, Infotiv
Examinator: Bertil Thomas, Chalmers

Examensarbete 2022
Institutionen För Elektroteknik
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon +46 31 772 1000

Göteborg, Sverige 2022

Sammanfattning

Detta examensarbete är en del av projektet Eyes On Scene som drivs av Svenska Sjöräddningssällskapet. Projektet arbetar med framtagning av en räddningsdrönare som är tänkt att användas vid olycksfall till sjöss. Drönaren ska kunna observera olycksplatsen och skicka videobilder till räddningsgruppen. Den är tänkt vara placerad runt Sveriges kust och stora sjöar, och förvaras i ett drönarhus när den inte används. Utformningen för drönarhuset står redan färdigt och kommer förvara, förutom drönaren själv, en rad olika komponenter. Då det är tänkt att drönaren skall stå utomhus året om kommer den utsättas för många olika väderförhållanden. Det är hanteringen av dessa väderförhållandens påverkan på drönarhuset detta examensarbete handlar om. För att motverka att drönarhuset uppnår skadliga temperaturer för komponenterna så har många olika lösningar undersökts och utvärderats innan den slutgiltiga designen bestämdes. Den består av åtta stycken fläktar som styrs med hjälp av en Raspberry Pi samt ett relä. Temperaturen i drönarhuset mäts med en termometer och datan behandlas i Raspberry Pin. För att byta ut luften som värms upp i drönaren så finns det även lufthål för ett utbyte mellan varmluft och kalluft. Då möjligheten att göra tester på drönarhuset inte fanns så konstruerades en teststation. Mätningar på teststationen visade att med det implementerade klimatkontrollsystemet så sänktes max temperaturen med 16.4°C.

Abstract

This bachelor thesis is a part of the ongoing project Eyes On Scene and being developed by the Swedish Sea Rescue Society. The project works with the development of a drone that can be sent to an accident site and send live footage to the rescue team. When the drone is not in use it is being stored in an aluminum box, which also works as a launcher for the drone when deployed. The dronelauncher is intended to be placed around the coast of Sweden and the largest lakes. Since it is going to be placed outside year around, it will experience a wide range of temperatures. To insure not to put the longevity of the drone or the components in the dronelauncher in jeopardy, a climate controll system is needed. To fulfill this requirments a range of possible solutions were considered before they were implemented and finally tested. The final system is based on the use of fans that are controlled with a Raspberry Pin together with a relay. With this system in place, a 16.4°C decrease in temperature was achieved on the test station.

Förord

Till att börja med vill vi tacka Maria Alemyr och företaget Infotiv för möjligheten att arbeta med detta intressanta och givande projekt. Till Fredrik Falkman på Sjö-
äddningssällskapet för hans goda råd och idéer. Ett speciellt tack till Viktor Nilsson för att han alltid ställt upp och svarat på frågor eller givit råd, oavsett tid och rum.

Hugo Dimberg & Kevin Bielecki, Göteborg, Juni 2022

SYMBOLLISTA

Nedan finns nomenklaturen över de parametrar som har använts genom denna avhandling.

Parametrar

Q	Värmemängden som förflyttas genom lagret
A	Mantelarean av en yta
l	Tjocklek av en yta
k	Värmeledningsförmågan för ett specifikt material
T_1	Temperatur inne i drönarlaunchern vid solinstrålning
T_2	Temperatur runt om drönarhuset



Innehåll

SYMBOLLISTA	ix
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Uppdragsbeskrivning	2
1.3 Frågeställningar	3
1.4 Avgränsningar	3
1.5 Rapportens disposition	3
2 Design	5
2.1 Konceptgenerering	5
2.1.1 Kravspecifikation	5
2.1.2 Sammanställning över liknande system	6
2.1.2.1 Automatiskt klimatkontrollsystem för växthus	6
2.1.2.2 Förbättring av automatisk klimatkontroll för att minimera sjukdomseffekter för växthustomater	6
2.1.2.3 Sjömackar kring Göteborgs kust	7
2.1.2.4 RTS - Consat Telematics	7
2.1.3 Brainstorming	7
2.1.4 Temperaturer som kan uppstå i drönarhuset	8
2.1.5 Data från komponenter för att avgränsa måltemperatur	10
2.1.6 Avgränsning av måltemperaturer	11
2.2 Prototyp tillverkning	12
2.2.1 Beskrivning av koncept	12
2.2.2 Klimatkontrollsystem	12
2.2.3 Programmering	14
2.3 Teststation för klimatkontrollsystemet	16
3 Resultat	17
3.1 Detaljkonstruktion	17
3.1.1 Drönarhuset	17
3.1.2 Teststation	18
3.1.3 Konfiguration	19
3.1.3.1 Raspberry Pi Konfiguration	19
3.1.3.2 Relä och kopplingsschema	20
3.1.4 Mjukvara	21

3.1.4.1	Python	21
3.1.4.2	Skillnader från Design	21
3.2	Prototyp	23
3.2.1	Drönarhus	23
3.2.2	Teststation	24
3.3	Test	25
3.3.1	Test på teststation	25
3.3.1.1	Test av temperaturläsning med inaktiverat klimat- hanteringsystem	25
3.3.1.2	Test av temperaturläsning med aktiverat klimathan- teringsystem	26
4	Framtida utveckling	27
4.1	Koncept för framtida utveckling	27
4.1.1	Koncept 1, Vridning för uppvärmning	27
4.1.2	Koncept 2, Tung klimathantering	28
4.1.3	Koncept 3, Filter för att undvika vatten och salt	28
5	Diskussion	29
5.1	Prototyp och Koncept	29
6	Slutsatser	31
6.1	Verifiering av frågeställningar	31
6.2	Rekommendation till fortsatt arbete	31
	Litteratur	33
	Bilagor	I
	A Komponentlista	I
	B Graf med mätdata från genomfört test på teststation	II
	C Kod för fläktstyrning i klimatkontrollshanteringen	III

1

Inledning

Detta kapitel är en inledning till rapporten i form av en närmare beskrivning av bakgrunden, uppdragsbeskrivningen, frågeställningarna, avgränsningarna samt rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

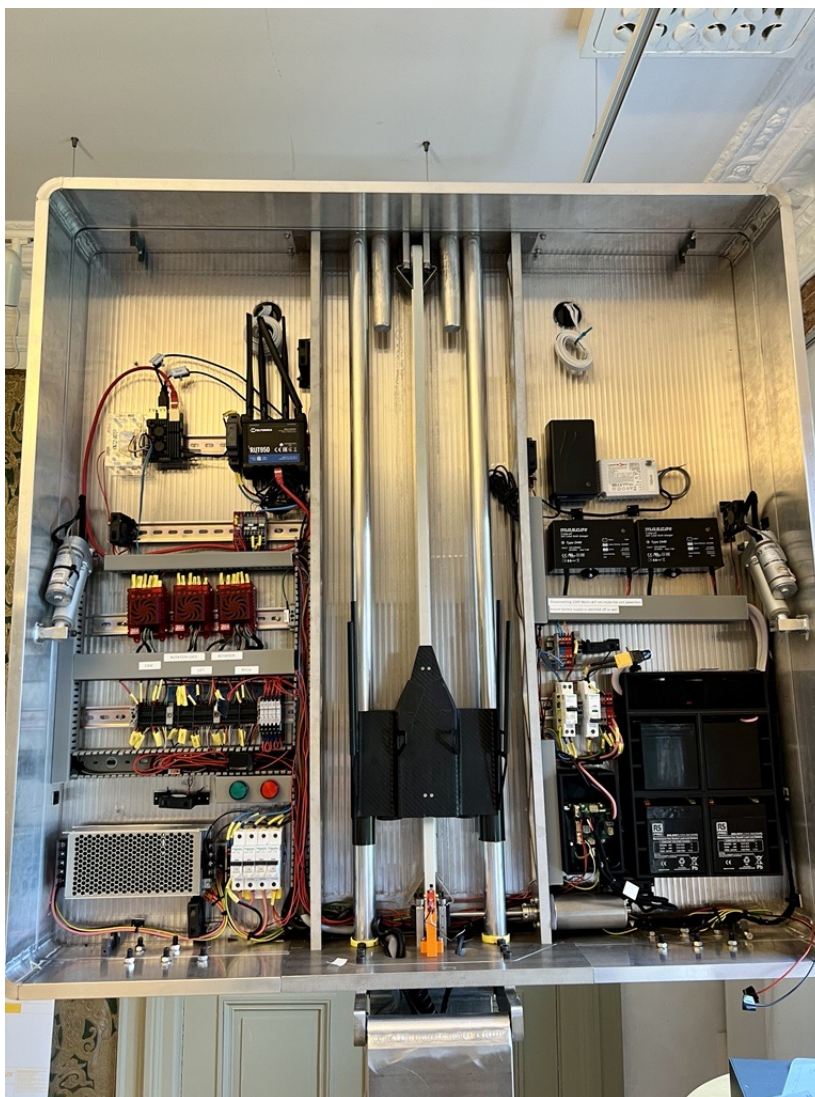
Olyckor sker överallt i vårt samhälle och till sjöss är inget undantag. Här är det dock svårare att hjälpa till och förebygga olyckor på grund av tuffa väderförhållanden samt svåråtkomligheten. Detta kände man av redan i början på 1900-talet och då beskrevs svensk sjöräddning som ett skräckexempel på hur sjöräddning ska se ut [1]. I brist på bistånd från regeringen bestämmer sig Albert Isaksson tillsammans med en grupp privata företrädare från svensk sjöfart att grunda Svenska Sällskapet för Räddning af Skeppsbrutne 1907.

Idag heter det Svenska Sjärräddningssällskapet (SSRS) men deras vision är densamma, med över 260 räddningsenheter till sitt förfogande är det medverkande i ca 90% av all sjöräddning i Sverige. Allt utan bidrag från staten. De är därför helt beroende av donationer, medlemskap samt ideella insatser.

Men kampen mot att underlätta arbetet till sjöss är svår och det är ofta besvärligt att få en överblick över hur en olycksplats ser ut och vad som behöver tas med i räddningsinsatsen. Därför har SSRS en rad olika utvecklingsprojekt för att kunna underlätta detta i framtiden. Ett av dessa projekt är Eyes on Scene, som utvecklar en räddningsdrönare.

Drönaren är tänkt ska befinna sig runt Sveriges kust och stora sjöar. Den ska skickas ut till olycksplatsen när ett larm mottages och sedan skicka videobilder till räddningsgruppen. På så sätt kan de veta vad som behöver tas med samt hur olycksplatsen ser ut, innan den har anlänt.

När drönaren inte är i drift förvaras den i ett drönarhus. Drönarhuset fungerar som förvaring samt utskickningsmodul för drönaren. Eftersom det är här drönaren kommer spendera majoriteten av dess tid är det viktigt att klimatet i drönarhuset är lämpligt för att bevara livslängden på komponenter samt drönaren.



Figur 1.1: Drönarhuset

Från tidigare arbeten, [2], framgår det att drönarhuset består av en tunn aluminium ram med två skikt och rundade hörn. Med en plexiglasskiva på ovansidan för allmänheten att kunna se in genom. På baksidan är det tänkt att sitta solpaneler viket skall kunna vändas mot solen. De komponenter som behöver tas i beaktande framgår i rapporterna [2] & [3].

1.2 Uppdragsbeskrivning

Uppgiften är att se till att temperaturen i drönarhuset aldrig blir så hög eller låg att det påverkar livslängden eller driftkvalitén på komponenter i drönarhuset. Detta inkluderar att skydda komponenter mot värme, kyla samt fukt. Det ska även tas till åtanke att SSRS drivs genom donationer och att drönarhuset måste vara estetiskt tilltalande samt att hålla nere klimatsystemets kostnad så gott det går.

1.3 Frågeställningar

- Hur kan temperaturförändringar hanteras i drönarhuset under sommaren?
- Hur kan det genomföras en energisnål klimathantering i drönarhuset?
- Hur kan komponenternas livslängd bevaras i drönarhuset under sommaren?

1.4 Avgränsningar

Med avseende på att kontoret i början av projektet fortfarande följde rådande restriktioner kring hur man vistas på arbetsplatsen, så rådde en begränsad framkomlighet på kontoret samt till drönarhuset som var placerad där. Detta ledde till begränsade möjligheter att utföra mätningar på drönarhuset under början av projektet. Eftersom att övriga delar i Eyes On Scene projektet inte var klara enligt utsatt deadline fanns inte möjligheten att göra tester på drönarhuset i dess tänkta miljöplacering. Detta medför att utvecklingen av en teststation var av hög relevans och det är denna mätdata som kommer utvärderas i rapporten. Detta medför också en del estimeringar kring drönarhuset, som behöver antas från teoretiska beräkningar istället för praktisk testning.

Med avseende och prioritet kring klimathantering under sommaren, så har en större del utav klimathanteringen riktats med prioritet mot nedkylning över uppvärmning. För att realisera ett värmesystem som är ekonomiskt, energisnålt samt ser estetiskt tilltalande ut, så har det beslutats att ett extern värmekomponent inte är lämpad. Det anses vara tillständigt att använda befintliga komponenter som bidrar till värmeökning, samt föreslå en vinkling av drönarhuset som koncept för framtida utveckling. Således kan det aktiva komponenterna bidra med värmeförsörjning från sin drifttemperatur under en tid där kylningssystemet inte är aktivt och solen bidrar med värmestrålning beskrivet i avsnitt 4.1.1. Med avseende kring klimathantering under sommaren så kommer inte avfuktning eller klimathantering under vintertid att presenteras i rapporten. Vid mätningar så uppmättes både temperaturer och fukthalter, men endast temperaturer behandlas i rapporten. Mätdata för fukthalter har alltså samlats men anses endast bidra till fortsatt arbete och återfinns i Appendix 6.2.

1.5 Rapportens disposition

Denna rapport är uppdelad i sex kapitel. Det första kapitlet, inledning, handlar om att skapa en förståelse för syftet samt bakgrunden för arbetet. Det efterföljande kapitlet, design, handlar om de förberedelser som gjordes innan konstruktionen påbörjades. Det tredje kapitlet handlar om resultaten av arbetet med designen. Fokuset i detta kapitlet ligger i att presentera den konstruktion som valdes att användas, utan att diskutera för- eller nackdelar med denna. I det fjärde kapitlet presenteras och föreslås olika koncept för framtida utveckling av projektet. För- och nackdelar redogörs i det femte kapitlet, diskussion. Rapporten avslutas i det sista kapitlet,

1. Inledning

slutsatser. Här utvärderas resultatet kontra frågeställningarna samt rekommendation till fortsatt arbete.

2

Design

Kapitlet redovisar för de design val som har gjorts. Med hänsyn till befintlig konstruktion och drönanhusets framtida miljö.

2.1 Konceptgenerering

Detta avsnitt handlar om de förberedelser som gjordes innan detaljkonstruktionen påbörjades. Detta för att kunna se över vilka möjliga lösningar som redan existerar och vilka temperaturer som kan uppstå i drönanhuset.

2.1.1 Kravspecifikation

Kunden SSRS har utvecklat en räddnings-drönare som skall användas runt Sveriges kuster och sjöar. För att försäkra att livslängden på elektriska komponenter samt batterier håller i Sveriges hårda klimat krävs det att drönaren förvaras i en klimat-reglerad station.

Viktigt att drönaren är synlig i sin stationerade position eftersom att framtida drönanhuset skall finansieras genom donationer. Prototypprojektet finansieras av trafikverket. Stationen skall stå utomhus och klara temperaturer året om samt en salt-haltig och fuktig miljö. Stationen får inte imma igen under sommarhalvåret eller bli frostig under vintern. För att återställa klimatet i drönanhuset skall uppvärmning, nedkylning och avfuktning finnas tillgängligt.

Huset ska ha tillgång till batteri samt solceller och skall kunna drivas med hjälp av dessa ifall en anslutning till nätspänning inte finns. Energikonsumtionen för lådan skall ha ett strömsparläge om nätspänning inte finns tillgängligt. Kunden vill minimera kostnader på projektet så länge kraven fortfarande uppfylls. Livslängden för systemet är viktigare än totalkostnaden. Livslängden är uppskattat till 10 år. Nedan presenteras en prioriteringslista av kravspecifikationen. Eftersom projektet Eyes On Scene skall testköras vid Långedrag sommaren 2022, så eftersträvas punkt ett med högprioritet och punkt två och tre som önskemål om fortsatt arbete när punkt ett är färdigställt i projektet.

1. Klimathantering under sommaren
 - Temperaturerna får inte bli så höga att det försämrar komponenternas livslängd eller dess prestanda

- Temperaturerna får inte bli så höga att det försämrar drönarens prestanda
2. Avfuktning
 - Skydda elektriska komponenter från fukt och bevara dess livslängd
 - Att drönaren skall synas för allmänheten
 3. Klimathantering under vinter
 - Skydda elektriska komponenter från frost och bevara dess livslängd
 - Temperaturerna får inte bli så låga att det försämrar drönarens prestanda eller livslängd

Störst fokus kommer att läggas på att drönarhuset ska upprätthålla en temperatur mellan 10°C - 30°C under sommaren. Detta då kunden vill göra de första testerna under nästkommande sommar samt att 90% av kundens uppdrag sker under sommarperioden. Denna kravställning har använts som en mall för att se till att uppgiften blir utförd på rätt sätt och uppfyller kundens krav och eventuella önskemål.

2.1.2 Sammanställning över liknande system

Syftet var att söka efter liknande system för att få fram data på temperaturer som kan uppstå i närliggande miljöer samt få idéer på olika systemlösningar som kan anpassas till Eyes on Scene projektet.

2.1.2.1 Automatiskt klimatkontrollsystem för växthus

Klimatkontrollsystemet insamlar data som solljusnivå, vattennivå (regn), koldioxidnivå, temperaturnivå, fuktighetsnivå och vindhastighet/riktning via sensorer på insidan eller utsidan av växthuset. Den insamlade datan analyseras och regleras sedan utifrån behov för att optimera miljön i växthuset för bäst tillväxt. Man kan beskriva elementen i detta system som input och outputs. Solljussensor, regnsensor, temperatursensor, fuktighetsensor och vindsensor som inputs och ventilation, fläkt, draperi, värmepump, fuktighetspump och koldioxid generator som output. Klimatkontrollsystemet kan beskrivas som ett enkelt reglersystem som reglerar olika outputs beroende på systemets inputs [4].

En liknande lösning skulle kunna tillämpas för klimathanteringen i lådan för drönaren. Med ett liknande reglersystem så regleras temperaturen i lådan utifrån givna värden från temperaturgivare och/eller fuktighetsgivare genom ventilation eller uppvärmning. Samma reglering går även att tillämpa med solljussensor för att vrida lådan från eller emot solen.

2.1.2.2 Förbättring av automatisk klimatkontroll för att minimera sjukdomseffekter för växthustomater

Studien presenterar en viss problematik samt förbättringar som kan göras vid automatisk klimatkontroll för växthustomater. Studien resonerar kring liknande klimatkontrollsystem som i avsnitt 2.1.2.1 och hur de kan förbättras för att minimera sjukdomseffekter [5].

Rapporten presenterar ett system som hanterar temperaturförändringar utifrån givna värden från sensorer liknande system nämnt ovan. Mätvärden från sensorer analyseras och lagras sedan i en databas. En direkt kommunikation mellan databasen och klimatkontrollsystemet finns vilket möjliggör lagring av data för vidare analys eller observation. Det tydliggörs möjliga regleringslösningar som kan tillämpas för klimatkontrollen i lådan för drönaren. Som användning utav temperatur- och fuktighetssensor eller fläktar.

2.1.2.3 Sjömackar kring Göteborgs kust

Närliggande till Långedrag, Göteborg finns sjömackar placerade i Fiskebäck och Hönö Klåva. Sjömackarna består av en tankstation placerad precis vid vattnet där man kan tanka sin båt. Tankstationen är en rektangulär liknande container innehållande av pumpar och annan tankstations-relaterad utrustning, samt elektronik [6].

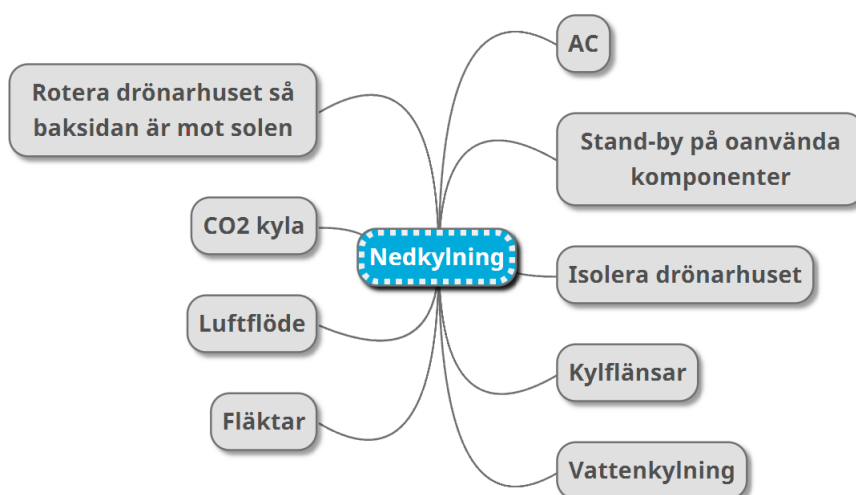
Sjömackarna kring Göteborgs kust är lokaliserade i mycket liknande miljö till var drönarhuset kan tänka sig vara placerad. Tankstationen har ett container-skall liknande aluminium-skalet som finns runt lådan till drönaren i SSRS projektet. Företaget Sten Olofsson Olje AB har kontaktats med ytterligare frågor kring data på temperaturer som kan uppstå samt för att få idéer på olika systemlösningar. Sten Olofsson Olje AB svarade att de inte samlar någon data i sina sjömackar och tyvärr inte hade någon mätdata kring temperatur att erbjuda oss. Andreas från Sten Olofsson Olje AB svarade även att de ibland använt värmefläkt med tempgivare för att hålla tankarna frostfria. Liknande frågor ställdes även till företaget Wahlborgs Marina som har en sjömack placerad Hinsholmen, Göteborg, dock utan svar [7].

2.1.2.4 RTS - Consat Telematics

På Hjalmar Brantingsplatsen i norra Göteborg står det pelarskyltar som visuellt visar tidtabeller för kollektivtrafiken. Vid kontakt av utvecklaren förklarade de hur dom hade löst problemet med klimatkontroll. Genom att ha hål i skylten kunde luftflödet behållas och agera som en passiv kylning. Detta samt användningen utav industriklassade komponenter som tål hårda omständigheter och hög temperatur. De rekommenderade även att utrusta enkortsdatorer med kylflänsar för att kyla processorer enklare.

2.1.3 Brainstorming

För att komma på olika lösningar på klimathanterings problemet hölls ett brainstormingmöte. De olika idéerna på lösningar presenteras i figur 2.1.



Figur 2.1: Nedkylning mind-map från brainstorm.

2.1.4 Temperaturer som kan uppstå i drönarhuset

Nedan presenteras data på temperaturer som kan uppstå vid den plats där lådan till drönaren tänks bli placerad. Angiven data på temperaturer är tagen från Vackert Väder, Statistik samlad från SMHI, Fiskebäck (ca 3 km från Långedrag) [8].

Tabell 2.1: Tabellen visar uppmätt medeltemperatur vid Fiskebäck's väderstation för varje månad de senaste 12 åren. Medeltemperaturen är beräknad med data från hela dygnet, dvs både dag och natt.

MEDELTEMPERATUR

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Snitt
2010		-3,9°*	1,3°	6,4°	10,4°	14,5°	18,6°	16,7°*	12,4°*	7,6°	1,6°	-5,9°	
2011	-1,7°	-1,9°	1,9°	8,9°*	11,4°	15,8°	18,1°	16,8°*	14,4°*	9,9°*	6,7°	4,4°*	8,7°
2012	0,8°	-1,7°*	4,2°	5,6°*						8,0°*	6,5°	-2,1°*	
2013	-1,8°	-1,8°	-1,3°*	4,7°						10,3°*	6,0°	5,1°	
2014	0,1°	3,4°	5,3°*	8,9°	12,4°*				14,3°*	11,2°*	7,0°*	3,1°	
2015	2,9°*	1,6°*	4,3°	7,3°*	10,0°					9,1°*	7,2°	5,6°	
2016	-1,9°	1,1°	3,3°	6,9°	13,2°*	17,0°*	17,3°	16,4°	16,1°	7,9°*	3,5°*	4,0°	8,7°
2017	0,9°*	0,7°	3,4°	5,9°*	11,9°	15,5°	16,5°	16,3°	13,6°*	9,8°*	5,1°	3,6°*	8,6°
2018	1,7°*	-1,8°	-0,8°	7,2°	16,0°	17,3°	20,2°	17,7°	14,5°*	9,9°	5,2°	2,7°	9,2°
2019	0,4°	3,1°	4,3°*	8,8°	10,6°	16,8°	17,8°	17,8°*	13,8°	8,6°	4,8°	4,2°	9,2°
2020	5,1°	3,9°	3,8°	7,3°	10,4°	18,0°	15,8°	18,1°	14,5°	10,3°*	7,9°	4,0°*	9,9°
2021	-0,6°	-2,2°	3,3°*	6,2°	10,3°*	16,8°	19,9°*	16,2°	13,8°	10,9°	6,0°*	-0,3°	8,4°
2022	3,1°												
Snitt	0,7°	0,0°	2,8°	7,0°	11,7°	16,4°	18,0°	17,0°	14,2°	9,5°	5,6°	2,4°	

Lägsta uppmätta temperatur vid Fiskebäcks väderstation var uppmätt till en temperatur på -18.9 °C Februari, 2010. Högsta uppmätta temperatur vid Fiskebäcks väderstation var uppmätt till en temperatur på 32.6 °C Juli, 2019 [8] [9].

För att kunna utföra en estimering kring temperaturer som kan uppstå i drönarhuset utförs en beräkning av värmeflödet (Q) från solen. Värmeflödet från solen kan beskrivas enligt formeln presenterad nedan:

$$Q = k * A * \frac{T_1 - T_2}{l} \quad (2.1)$$

Följande värden är mätta på drönarhusets utrustning eller erhållna från materialbeskrivningar online [10].

$$A = 1.44m^2, k = 0.21, l = 4 * 10^{-3}m$$

$$Q_{snitt} = \frac{P_{snitt}}{m^2} = 1000 \frac{W}{m^2} [11]$$

$$Q_{max} = \frac{P_{max}}{m^2} = 1361 \frac{W}{m^2} [12]$$

$$(2.1) \Rightarrow T_1 = \frac{Q * l}{k * A} + T_2$$

$$T_{1-snitt} = 13.228 + T_2 \quad (2.2)$$

Värmemängden som används i beräkningen ovan är ett snitt på värmemängden som kan uppstå i Sverige under "vanligt" solväder. För att estimeras temperaturen i drönarhuset under maximal värme används istället ett maxvärde för värmemängden vid beräkning nedan.

$$T_{1-max} = 18.003 + T_2 \quad (2.3)$$

Det tillkommer även värme till drönarhuset från drönarhusets uppvärmda aluminiumyta. Eftersom ytan är så pass liten så försummas denna värmeflödesledningen vid uträkningen.

Vid direkt solljus riktat mot drönarhusets aluminiumsida estimeras följande samband:

$$A_{sida} = 0.222m^2, k_{alu} = 238, l = 20 * 10^{-3}$$

$$T_{1-sida-max} = 0.52 + T_2 \quad (2.4)$$

$$T_{1-sida-snitt} = 0.379 + T_2 \quad (2.5)$$

Exempel beräkning:

Beräkning av temperaturen med hjälp av ekvation (2.3) som uppstår i drönarhuset ifall temperaturen utomhus är 38°C på en maximalt solig dag med direkt solljus riktat mot plexiglasen, $T_2 = 38^{\circ}\text{C}$

$$T_1 = 18.003 + 38 \approx 56^{\circ}\text{C}$$

Beräkning av temperaturen med hjälp av ekvation (2.2) som uppstår i drönarhuset ifall temperaturen utomhus är 18°C på en vanligt solig dag med direkt solljus riktat mot plexiglasen, $T_2 = 18^{\circ}\text{C}$

$$T_1 = 13.228 + 18 \approx 31^{\circ}\text{C}$$

Anmärkning: Beräkning av värmeflödet från solen är ungefärlig och används endast för att få en bättre bild av hur solens strålning påverkar uppvärmningen av drönarhuset vid direkt solinstrålning.

2.1.5 Data från komponenter för att avgränsa måltemperatur

För att studera kritiska temperaturer för komponenter i drönarhuset och på drönaren så sammanställs en tabell med de kritiska temperaturerna. Utifrån framtagna tabeller så kan en avgränsning av måltemperaturer utföras för tillåtna temperaturer. Tabellen presenterar tillåtna temperaturintervall som komponenterna klarar av utan att ta skada. Även fast komponenterna inte tar skada inom presenterade temperaturintervall så kan dess prestanda påverkas. Högre temperaturer kan leda till strypning av enkortsdatorns prestanda eller sämre batteri kapacitet. Nedan presenteras en komponentlista över kritiska temperaturintervall som bör förhållas till. Kompletta komponentlistor finns i bilaga A.

Tabell 2.2: Kritiska komponenter för avgränsning av måltemperaturer

Beskrivning	Komponentnamn	Tillåtet Temperaturintervall $^{\circ}\text{C}$
Batteri i drönare	INR18650 MJ1	0 - 45
Motorstyrning	Roboclaw 2x30A 34VDC	-40 - 100
Enkortsdator	Raspberry Pi 3 B+	0 - 85
Batteri drönarhus	RS PRO 12V Sealed Lead Acid Battery	-20 - 60
Batteriladdare	Model 2440 LA	-25 - 40
Sammanställning av alla komponenter:	-	0 - 40

2.1.6 Avgränsning av måltemperaturer

För att stukturera klimathanteringen utifrån kritiska temperaturer som kan uppstå i drönarhuset, så delas klimathanteringen in i tre olika temperaturintervall. Ett grönt-gult-rött intervall skapas för att behandla en klimathantering med avseende på komponenternas tillåtna temperaturintervall.

Grönt område: 10 °C - 30 °C

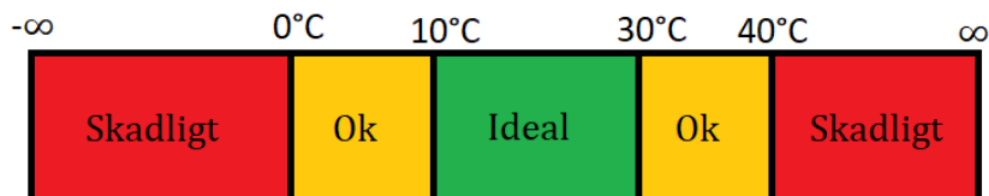
Det gröna området illustrerar det ideala temperaturen för komponenterna i drönarhuset. Inom det gröna området påverkas batteriets urladdningskapacitet minimalt [13]. Befinner sig temperaturen i ideal behövs ingen temperaturreglering.

Gult område: 0 °C - 10 °C eller 30 °C - 40 °C

Det gula området illustrerar ett temperaturintervall som är Ok för komponenterna, men inte är optimalt för dess prestanda. Inom detta temperaturintervall så tar inga komponenter skada, men batteriets urladdningskapacitet påverkas vilket medför en sämre batteritid [13]. Inom det gula temperaturintervallet bör klimathantering arbeta för att reglera temperaturen.

Rött område: $T < 0 \text{ °C}$ eller $T > 40 \text{ °C}$

Det röda området illustrerar ett temperaturintervall som är skadligt för komponenterna. Ifall komponenterna är i drift inom det röda temperaturintervallet kan det försämra komponenternas prestanda och livslängd. Inom det röda temperaturintervallet bör klimathanteringen arbeta till fullo för att reglera temperaturen och ett tyngre klimathanteringssystem föreslås användas inom detta område.



Figur 2.2: Temperaturintervall indelat i Grönt-Gult-Rött områden.

2.2 Prototyp tillverkning

Avsnittet avser att ge en närmare beskrivning på hur prototyp tillverkningen utfördes samt förklara det koncept som valts att tillämpa.

2.2.1 Beskrivning av koncept

Baserat på presenterad brainstorming och sammanställning över liknande system, så föreslås en konstruktion av följande koncept. För att möjliggöra en mer ekonomisk och energisnål klimathantering föreslås det att kylflänsar används på en del komponenter för att avleda värme. Kylflänsarna skall hjälpa till att avleda värme och bidra till ett underlättat klimathanteringssystem med hjälp av ett bra luftflöde genom drönarhuset. Luftflödet skall gå i bestämd riktning i drönarhuset med fläktar som transporterar luft samt ändrar luftriktningen. För att minimera energitillförsel av klimathanteringssystemet finns förslaget att reglera aktiva komponenter såsom fläktar. Reglering ska medföra att de aktiva klimathanterings-komponenterna endast är igång under givna temperaturintervall. Temperaturer föreslås behandlas hos Raspberry Pin och mätas via en extern temperatursensor.

Klimathanteringssystemet föreslås bestå av nedkylning av Raspberry Pin, luftflöde genom drönarhuset, reglerbart fläktsystem för luftstyrning, samt vridning av drönarhuset från direkt solljus.

2.2.2 Klimatkontrollsystem

Vridning: För att underlätta klimathanteringen bör drönarhuset vridas från eller till direkt solljus riktat mot plexiglas. Vid vridning bör solens ljus anträffa antingen drönarhuset kortsidiga aluminiumyta och på så vis minimera värmeförseln eller drönarhuset plexiglas och på så vis maximera värmeförseln. Nedan presenteras en estimation av hur vridning kan påverka solens instrålning och den inre temperaturen i drönarhuset:

Beräkning av temperaturen med hjälp av ekvation (2.3) som uppstår i drönarhuset ifall temperaturen utomhus är 38 °C på en maximalt solig dag med direkt solljus riktat mot plexiglas, $T_2 = 38\text{ °C}$
 $T_1 = 18.003 + 38 \approx 56\text{ °C}$

Beräkning av temperaturen med hjälp av ekvation (2.4) som uppstår i drönarhuset ifall temperaturen utomhus är 38 °C på en maximalt solig dag med direkt solljus riktat mot drönarhusets aluminiumsida,
 $T_2 = 38\text{ °C}$
 $T_1 = 0.52 + 38 \approx 38.5\text{ °C}$

På de presenterade räkneexemplen ovan kan det ses att det skulle vara fördelaktigt att vrida drönarhuset för att underlätta kylningsprocessen under maximalt soliga

dagar. Samtliga beräkningar är utförda och presenterade i avsnitt 2.1.4.

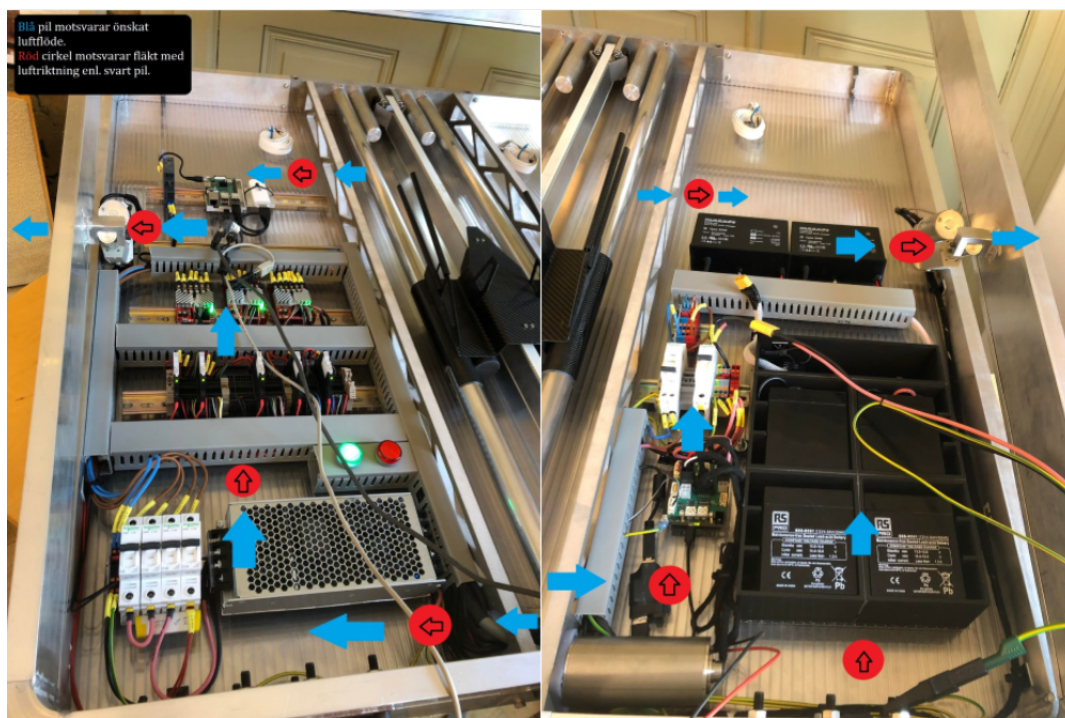
Raspberry Pi:

Raspberry Pi är en av de komponenter som konstant är vid användning och uppnår höga temperaturer. Raspberry Pi estimeras uppnå en processortemperatur på 57 °C vid användning [14]. Som kylningsförslag föreslås en heltäckande kylfläns med inbyggda fläktar. Detta för att ständigt försöka bibehålla Raspberry Pi vid en temperatur inom det föreslagna temperaturintervallet. Den föreslagna kylaren med fläktar estimeras reducera temperaturen från ca 57 °C till ca 45 °C utan att påverka enkortsdatorns prestanda [14]. Alternativt används endast en kylfläns utan fläktar till Raspberry Pi för att bidra till värme avledning, men i så fall inte med lika bra nedkylningsförmåga. Med endast kylfläns estimeras en temperaturskillnad på ca 10 °C [14]. Passiva kyllösningar såsom kylfläns för Raspberry Pi är tillräckligt för att undvika strypning, men det anses att Raspberry Pi behöver en starkare samt mer kontrollerad klimathantering. För att kontrollera Raspberrys temperaturer föreslås det att fläktarnas användning anpassas till det föreslagna temperaturintervallet.

Luftflöde:

Det anses möjliggöra en mer ekonomisk och energisnål klimathantering ifall det fanns ett luftflöde som möjliggör att luft kan passera genom drönarhuset. Det finns olika koncept för luftflöde genom drönarhuset. Det föreslås i denna rapporten att det ska finnas en ingång för luft att färdas in i drönarhuset samt en utgång för luft att färdas ut ur drönarhuset. Luftflödets riktning ska i så fall hanteras genom flertal fläktar placerade i drönarhuset. Rapportens lösning föreslår att det kommer in luft via botten sidan av drönarhuset via ett lufthål i dess pelare och att luft färdas genom drönarhuset och sedan ut ur sidan av drönarhuset. Luftens passage styrs genom placerade fläktar som endast är påslagna vid givna temperaturer. För att kyla ner drönaren i mitten av drönarhuset så placeras även fläktar i närheten av mit-tengången för bidragande luftflöde. Problematik förekommer eftersom det inte får komma in vatten eller salt genom luftingångar med orsak till att det är skadligt för komponenterna. För att undvika oönskat vatten eller salt så föreslås en 3D-printad friskluftsventil för tätning vid lufthål.

Nedan presenteras en illustrerad figur av det önskade luftflödet i drönarhuset.



Figur 2.3: Figur över fläktplacering och önskat luftflöde.

Fläktstyrning:

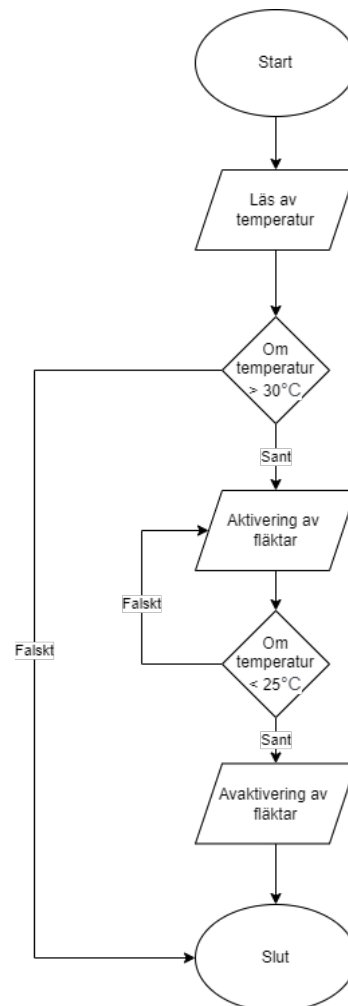
För att möjliggöra en mer passiv klimathantering föreslår rapporten att fläktstyrning används. Genom en fläktstyrning blir det möjligt att styra ifall ett aktivt eller passivt klimathanteringssystem skall användas. Detta möjliggör en mer energisnål lösning samt tillåter en mer precis klimathantering för att temperaturen i drönarhuset skall vara inom föreslaget temperaturintervall. Fläktstyrningen ska förslagsvis vara automatiskt styrd av Raspberry Pin som skickar en signal till ett relä för spänningsreglering vid givna temperaturer. Förslagsvis ska fläktarnas hastighet inte regleras, utan endast aktivering och inaktivering av fläktar. Detta för att möjliggöra en enklare klimathantering som tar ställning till både nerkyllning och uppvärmning.

2.2.3 Programmering

Med avsikt på fläktstyrning så föreslås det att en viss programmerad process körs via Raspberry Pin. För att begränsa strömförsörjningen av klimatkontrollsystemet så föreslås en styrning av kretsen med hjälp utav ett relä som bryter kretsen under avaktivering. Det föreslås att en styrningssignal skall skickas från Raspberry Pin till ett relä för aktivering och avaktivering. Processen blir möjlig ifall en programmerad funktion i Raspberry Pin utsänder en hög signal från en utav enkortsdatorns pinnar vid givet uppfyllt villkor. Det föreslås en villkorsstyrd process som endast aktiverar relät vid ok eller skadliga temperaturer inom det föreslagna godtyckliga temperaturintervallet över 30 °C. Motorstyrningen som sker via befintliga Roboclaws har

en förprogramerad fläktaktivering som startas vid 45 °C och sedan avaktiveras vid 35 °C. Detta anses påverka rapportens föreslagna klimatkontrollsystem positivt och bidrar till en bättre nedkylningsprocess.

Nedan presenteras ett flödesdiagram över en föreslagen fläktstyrningsprocess för klimathanteringsystemet.



Figur 2.4: Flödesschema över förenklad fläktstyrningsprocess.

2.3 Teststation för klimatkontrollsystemet

Teststationen är tänkt att representera drönerhuset på ett mindre och mer hanterbart format. Detta har flera fördelar. Möjlighet till att mäta prestandan och samla data utan tillgång till drönerhuset. Detta inkluderar också möjligheten att mäta temperaturen som Raspberry Pi uppnår, då denna är den känsligaste komponenten är detta av stor betydelse. Men det är också enklare att experimentera med potentiella mjukvaru-förändringar på teststationen, utan att riskera att påverka resterande system i drönerhuset. Teststationen skall förslagsvis vara konstruerat, likt drönerhuset, med en Raspberry Pi, ett relä, en temperaturgivare, men med enbart en fläkt.

3

Resultat

Detta kapitlet avser att i detalj redogöra för de design val som har gjorts och implementerats samt vad för komponenter som har valts. Kapitlet uppger även de kopplingsschema och monteringsalternativ som använts. Kapitlet avslutas med en redogörelse för de tester som har utförts.

3.1 Detaljkonstruktion

Avsnittet avser att ge en närmare beskrivning på de komponenter som används, hur de är kopplade, hur de är programmerade samt dess samspel med andra komponenter i drönarhuset.

3.1.1 Drönarhuset

För att kunna mäta temperaturen i drönarhuset användes en extern temperatur- och luftfuktighetsgivare, och inte de två inbyggda temperaturgivarna i Raspberryn då dessa var otillförlitliga. Matningsspänningen på 3.3 V kommer från Raspberryn och det är även den som skall behandla datan från givaren. På Raspberryn sitter en modul med kylflänsar och fläktar, dessa drivs med 5V DC och är alltid i drift. Eftersom Raspberryn alltid kommer att vara i drift och därför generera värme. När temperaturen i drönarhuset stiger över en förinställd temperatur ska fläktarna placerade i drönarhuset starta. Detta sker genom att en GPIO pin på Raspberryn skickar en hög signal till ett relä. Styrningen av relät sker med 3.3V DC signal och styr en krets på 24 V DC. Matningsspänningen på 24V är kopplad genom relät med ena anslutningen till Normaly Open (NO) och andra till COM vilket gör att kretsen sluts när signalen blir hög. Kretsen som styrs är en parallellkoppling mellan åtta stycken fläktar. Fläktarna som behöver 24V DC och 42 mA för att drivas har dimensionen 50x50x15 mm och en flödes hastighet på 28.8 m³/h. I drift låter fläktarna med en ljudnivå på 33 dBA.

Nedan presenteras en tabell av de komponenter som ingår i klimathanteringen för drönarhuset. Komponenterna som används i klimathanteringen är utvalda med avseende på funktionalitet, pris samt utifrån kunden SSRS begäran.

Tabell 3.1: Komponentlista över komponenter som används i klimathanteringen

Beskrivning	Komponentnamn	Kommentar
Heltäckande kylfläns med aktiva fläktar	Joy-it Armor Case BLOCK ACTIVE	<i>Kylfläns som sträcker sig över hela Raspberry Pin på ovan- och undersida med två aktiva fläktar</i>
Axialfläkt	MF50152V1-1000U-A99	<i>24V DC Fläkt med storlek 50x50x15mm, placerad på åtta olika positioner i drönarhuset</i>
Relä	Seeed Studio 103020132 Grove-2 Channel SPDT Relay	<i>Ett SPDT relä som används för fläktstyrning</i>
Temperatur- och luftfuktighetssensor	Adafruit DHT22 - 385, 5.5V	<i>Mätgivare som används vid mätning av temperatur och fukthalt</i>
Motorstyrning med aktiva fläktar	Roboclaw 2x30A 34VDC	<i>Motorstyrningsenhet med förprogramerade autonoma fläktar</i>

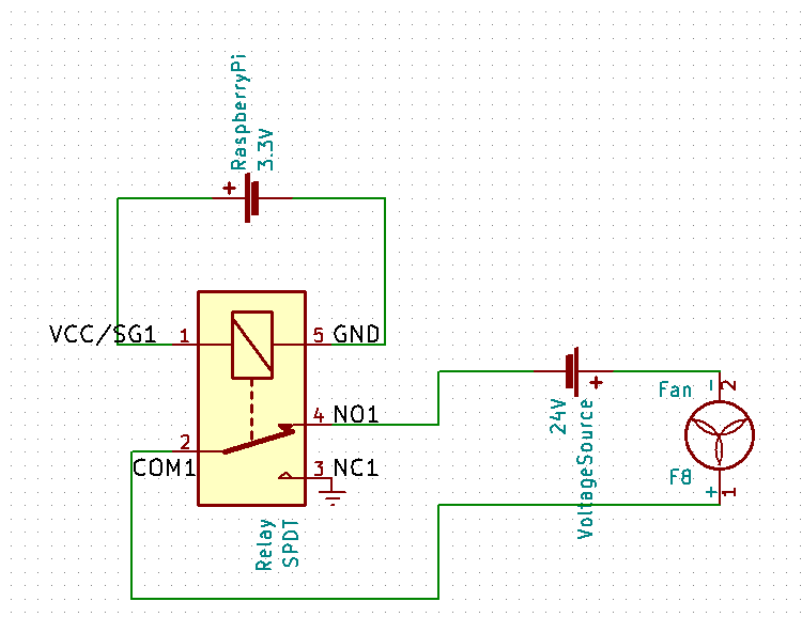
Heltäckande kylfläns med aktiva fläktar, axialfläktar, relä och temperatur- och luftfuktighetssensor beställdes inför prototyp tillverkning. Motorstyrning med aktiva fläktar är en befintlig komponent som var monterad vid start av klimathanteringsprojektet.

För att underlätta klimathanteringssystemet föreslogs en vridning av drönarhuset. Presenterade beräkningar i det tidigare avsnittet 2.1.4 visar att det hade varit fördelaktigt med en vridning, men det har inte implementerats. Drönarhusets övriga mjukvara stödjer för närvarande inte reglering av rotationsposition och kan således inte styras mot en specifik rotationsvinkel. Det presenteras i rapporten att vridning är en möjlig lösning samt att det är ett alternativ för framtida utveckling.

3.1.2 Teststation

För att försöka efterlikna drönarhuset till fullo följer teststationen samma kopplingschema som drönarhuset och använder samma komponenter. Dock enbart med en fläkt istället för åtta. Detta då behovet för fler inte fläktar inte fanns på den begrän-

sade ytan. Samma konfiguration genomfördes på teststationen som på prototypstationen. Figuren nedan presenterar ett förenklat kopplingschema för teststationens koppling mellan Raspberry Pi, relät, fläkt och spänningsmatningen.



Figur 3.1: Figur över ett förenklat kopplingschema för teststationens koppling av relä, raspberry pi, fläkt och spänningsmatning.

Figuren ovan beskriver den förenklade kopplingen som används för testning på teststationen. Kopplingen illustrerar en förenklad variant på klimatkontrollsystemets krettschema som är anpassad i en mindre variant, anpassad för testning.

3.1.3 Konfiguration

För anpassning av ett önskad beteende hos klimathanteringsystemet så behövs först en konfiguration genomföras.

3.1.3.1 Raspberry Pi Konfiguration

Den konstruerade processen i Raspberry Pi är optimerad så att den skall kunna implementeras i befintlig miljö utan att större ändringar behöver genomföras. För att möjliggöra en enkel användning av processen så är både konfigurationen och övrig programvara implementerad i funktioner som kan anropas i befintlig miljö. För användning av processen så behövs en implementering av biblioteken Adafruit_DHT och RPi.GPIO. Utöver dessa bibliotek så användes befintliga Raspberry Pi bibliotek. Förslagsvis används presenterade pins nedan för koppling av Raspberry Pi pins, men konfigurationsfunktionen är tillämpade på ett sätt där det går att ange vilka pins som önskas användas.

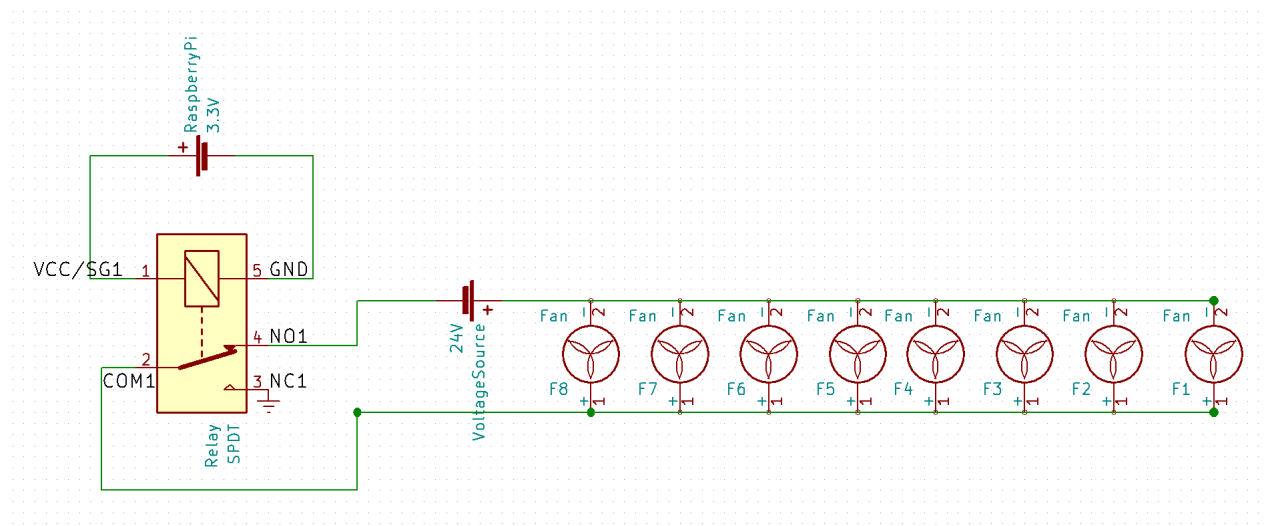
Tabell 3.2: Raspberry Pi pin konfiguration

Variabel	Pin-nummer	Kommentar
meas_pin	22	<i>Raspberry Pi pin kopplad till temperatur och fuktighets sensor</i>
relay_pin	17	<i>Raspberry Pi pin kopplad till relät</i>

3.1.3.2 Relä och kopplingsschema

Genom att använda ett relä kan monterade fläktar styras med 24 V DC spänning via en lågspännings signal som skickas från Raspberry Pin. Kretsens relä, *Grove-2 Channel SPDT Relay* av Seeed Studio klarar spänningar upp till 110V DC och kan styras av signaler mellan 3.3-5V. Detta medför en bra kompatibilitet tillsammans med Raspberry Pin samt medför en möjlighet för uppgraderingalternativ till fläktar med högre spänningsmatning än befintliga fläktar. Relät som har två stycken poler men endast en utav dem används för fläktstyrningen.

Figuren nedan presenterar en förenklad koppling mellan Raspberry Pi, relät, fläktar och spänningsmatningen. Som tidigare nämnts i avsnitt 3.1.3.1 så föreslås det att pin 17 skall kopplas till SG1 på relät. Den förenklade figuren visar endast en utav de två kanaler som finns på modulen



Figur 3.2: Figur över ett förenklad kopplingsschema för koppling av relä, raspberry pi, fläktar och spänningsmatning.

Figuren ovan beskriver ett scenario när en hög signal skickas från Raspberry Pi (3.3V) till pinne SG1 på relät. Vid dylikt scenario blir kretsen sluten mellan COM1 och NO1. Som presenterat i schemat ovan får kretsen en 24V matning som strömförsörjer fläktarna. Vid scenario där relät inte får en hög signal till pinne SG1, så sluts istället kretsen mellan COM1 och NC1, vilket inte strömförsörjer fläktar ty att kretsen är öppen.

3.1.4 Mjukvara

För att underlätta implementation av nya funktioner till den befintliga mjukvara som finns i Raspberry Pin, så konstruerades all kod i programspråket Python. All konstruerad kod är kommenterad för bättre förståelse samt för smidigare potentiell framtida expansion.

3.1.4.1 Python

All kod konstruerad för klimatkontrollhanteringen är uppdelad i funktioner. Detta utfördes för att de uppdelade funktionerna skall kunna användas och uppfylla fler funktioner än endast klimatkontrollhanteringen. För att undvika ändringar i befintliga program på Raspberry Pin som används för att styra drönarhuset, så är funktionerna konstruerade på ett sätt där de endast anses som tillägg på befintlig kod och inte modifikationer. För att koden skall vara så generell som möjligt så används färdiga moduler och bibliotek. Detta möjliggör en användning av funktionerna till klimatkontrollsystemet på fler projekt än endast SSRS-projektet såvidar samma bibliotek och moduler används. Konstruerade funktioner presenteras i Bilagor.

3.1.4.2 Skillnader från Design

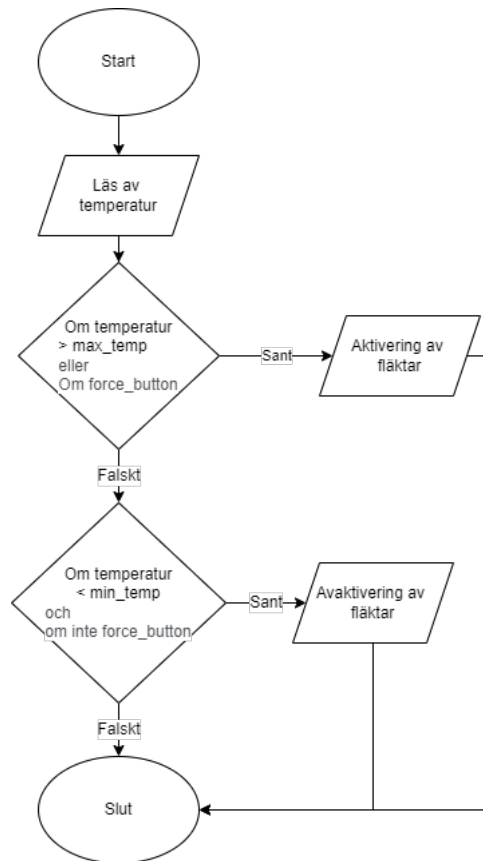
Vid konstruktion av funktioner så tillkom en del funktionalitet för att underlätta en mer önskad användning av klimatkontrollsystemet. Nedan presenteras en lista över tillägg och ändringar som utförts:

- Föreslagna temperaturer för villkors aktivering och avaktivering av fläktarhanteringen är inte längre fixerade. Det är nu möjligt att skriva valfria temperaturer som inparametrar vid funktionsanrop för önskat temperaturintervall vid aktivering och inaktivering av klimatkontrollsystemet.
- Tillval av påtvingad aktivering av klimatkontrollsystem vid körning. Det är nu möjligt att manuellt välja mellan aktivering eller inaktivering av klimatkontrollsystemet via inparameter vid funktionsanrop. Vid påtvingad aktivering av klimatkontrollsystemet så är processen oberoende av temperaturintervallen.

Nedan presenteras ett flowchart diagram över den ändrade fläktstyrningsprocessen för klimathanteringsystemet. Variablerna *max_temp* och *max_temp* är inparametrar med angivet värde för önskat temperaturintervall. Variabeln *max_temp* är det temperaturvärde som styr vid vilken temperatur som aktivering av fläktsystemet

3. Resultat

skall ske. Variabeln *min_temp* är det temperaturvärde som styr vid vilken temperatur som inaktivering av fläktsystemet skall ske. Variabeln *force_button* representerar en brytare för påtvingad aktivering av klimatkontrollsystemet. Brytaren kan ta värdena sant eller falskt, alltså av eller på.



Figur 3.3: Flödesschema över förenklad fläktstyrningsprocess med ändringar som tillkommit efter design.

Den presenterade figuren ovan representerar den struktur som används för den konstruerade fläktstyrningen till klimathanteringsystemet. Den presenterade förändrade modellen för strukturen i processen är den variant som kommer till att användas vid testning och slutgiltigt resultat.

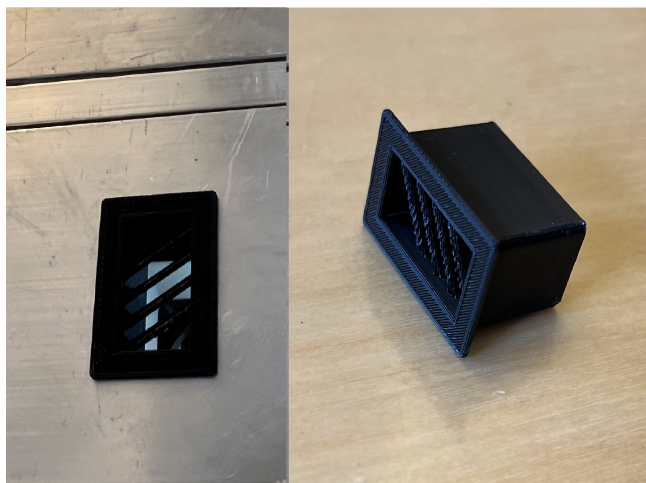
3.2 Prototyp

Detta avsnitt redogör hur prototypen har fabricerats.

3.2.1 Drönarhus

Som redovisats tidigare har drönarhuset en aluminiumram med en plexiglasskiva ovanpå. I botten på drönarhuset ligger även en plastskiva som gör montering i drönarhuset med hjälp av DIN-skena möjligt. Detta har använts i den utsträckning som varit möjlig då denna är robust men även enkel att avmontera, men inte täcker alla områden i drönarhuset. Raspberryn och reläet monterades nära internetroutern på en DIN-skena för att undvika onödigt lång kabeldragning mellan dessa. Reläet har två anslutningar, NO och COM, NO kommer från matningsspänningen och COM går till en kopplingsplint. Kopplingsplinten som är monterad på en DIN-skena behandlar alla fläktarnas högspänningssida. Fläktarnas jordning sker i en annan kopplingsplint, denna är även ansluten till matningsspänningens jord. Fläktarna är monterade med hjälp av buntband på de befintliga DIN-skenorna i den utsträckning som är möjlig. Men som nämnt ovan så finns inte denna tillgång i hela drönarhuset. Så montering är även gjord med buntbandsankare och buntband för att kunna placera fläktar på ett fördelaktigt sätt för styrning av luftflödet. Termo- och hygrometern monterades på en stopplint med hjälp av dubbelhäftande tejp. Detta för enkel förflyttning utav givaren ifall behovet skulle uppstå.

Vid prototyp tillverkning av klimathanteringssystemet så erbjöds hjälp från en medarbetare på företaget för att tillverka friskluftsventiler för luftutgången på drönarhuset. Friskluftsventilerna används för att motverka att vatten skall kunna ta sig in i drönarhuset. Figuren nedan presenterar hur friskluftsventilerna är monterade på lika sätt av vardera kortsida av drönarhuset.



Figur 3.4: Figur på den 3D-printade friskluftsventilen

3.2.2 Teststation

Teststationen är tillverkad i plast med dimensionerna 110x180x70 mm med en plexiglasskiva på ovansidan likt drönarhuset. Den har två öppningar i vardera kortsida för att skapa ett luftflöde. Monteringen av komponenterna i teststationen gjordes med hjälp av dubbelhäftande tejp. Detta då teststationen inte skulle utsättas för samma krävande miljöer som drönarhuset.



Figur 3.5: Figur på den byggda teststations-prototypen

3.3 Test

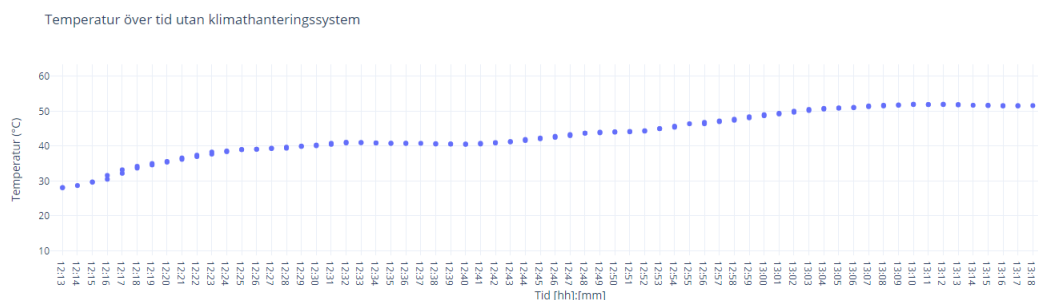
För att se hur de utvalda komponenter och designat klimathanteringssystem påverkar temperaturskillnader så utförs mätningar av temperaturer över tid. För att undersöka hur klimathanteringssystemet kan påverka stängda utrymmen så utfördes även test på en teststation med liknande sakförhållanden som drönarhuset.

3.3.1 Test på teststation

Nedan presenteras resultatet från två tester som utfördes på teststationen. Under testerna så mättes temperaturvärde, fukthalt och tid. Men under resultat så presenteras endast temperaturvärde och tid. Testet utfördes på ett sådant sätt att teststationen placerades utomhus med direkt solljus riktat mot plexiglasets på en vanligt solig dag. Temperaturen utomhus under testerna var ca 18 °C. Under testet fanns några störningsmoment så som moln som blockerade solen eller rörelse runt om teststationen. Alla mätningar utfördes med hjälp utav temperatur- och fuktsensorn som sedan tolkades och sparades i Raspberry Pin. Alla tester på teststationen utfördes under samma dag och på samma plats för att få så lika omständigheter som möjligt.

3.3.1.1 Test av temperaturläsning med inaktiverat klimathanteringssystem

Nedan presenteras en graf som presenterar de resultat som erhöles från test på teststationen med inaktiverat klimatkontrollsystem. Vid detta test så fanns det inte några lufthål för ventilation, inga aktiva fläktar för luftstyrning, en heltäckande kylfläns utan aktiva fläktar på Raspberry Pi samt utan befintlig spänningsmatning för fläktar och relä.



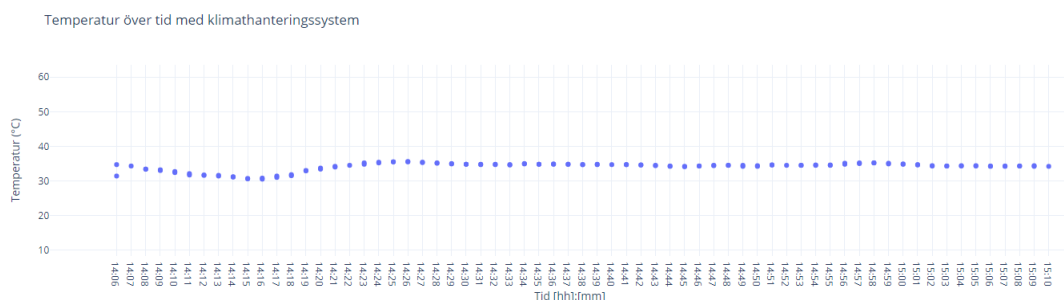
Figur 3.6: Graf över temperaturen mot tiden vid en normalt solig dag, med inaktiverat klimatkontrollsystem.

Som presenterat i grafen ovan så började testet vid en temperatur på 28.1 °C klockan 12:13 och avslutades när temperaturen mättes till 51.6 °C klockan 13:18. Testet pågick i 1 timme och 5 minuter, med mätdata uppmätt 2 gånger per minut. Under testet mättes den lägsta uppmätta temperaturen till 28.1 °C och den högsta uppmätta temperaturen till 52.0 °C. Temperaturskillnaden mellan högsta och lägsta

temperatur som uppstått under testet i teststationen beräknas vara 23.9 °C.

3.3.1.2 Test av temperaturläsning med aktiverat klimathanteringsystem

Nedan presenteras en graf som presenterar de resultat som erhöles från test på teststationen med aktiverat klimatkontrollsystem. Under testet aktiverar klimathanteringen fläktstyrningen vid 35 °C och inaktiverar fläktstyrningen vid 30 °C. Under detta test så fanns det ett hål på varje sida av teststationen för ventilation, en aktiv fläktar för luftstyrning, en heltäckande kylfläns med aktiva fläktar på Raspberry Pi samt befintlig spänningsmatning för fläktar och relä.



Figur 3.7: Graf över temperaturen mot tiden vid en normalt solig dag, med aktiverat klimatkontrollsystem.

Som presenterat i grafen ovan så började testet vid en temperatur på 31.4 °C klockan 14:06 och avslutades när temperaturen mättes till 34.2 °C klockan 15:10. Testet pågick i 1 timme och 4 minuter, med mätdata uppmätt 2 gånger per minut. Under testet mättes den lägsta uppmätta temperaturen till 30.5 °C och den högsta uppmätta temperaturen till 35.6 °C. Temperaturskillnaden mellan högsta och lägsta temperatur som uppstått under testet i teststationen beräknas vara 5.1 °C.

Presenterade mätningar ovan visar maximal temperatur som uppstått under testningar på teststationen. Differensen mellan maximal temperatur som uppmättes med och utan klimathanteringsystemet beräknas till: $52.0 - 35.6 = 16.4$ °C.

4

Framtida utveckling

Detta kapitlet avser att föreslå olika koncept för framtida utveckling av projektet.

4.1 Koncept för framtida utveckling

Det konstruerade klimatkontrollsystemet är utformat för att vara lämplig i den befintliga miljön i drönanhuset men även som komplement för tänkbar tillväxt eller förbättring av klimatkontrollsystemet funktioner. Ty en kompatibel design och okomplicerad implementation utav klimatkontrollsystem, så finns möjlighet till flertal tillskott för framtida utveckling. Nedan presenteras ett antal utvalda koncept för framtida utveckling som anses gynnsamt för projektet.

4.1.1 Koncept 1, Vridning för uppvärmning

Som presenterat i avsnitt 2.1.4 så har en estimering utförts kring temperaturer som kan uppstå i drönanhuset på grund av solens värmestillförsel. Som presenterat i det tidigare avsnittet så skulle det vara fördelaktigt att vrida drönanhuset från direkt solljus för att minimera värmestillförsel. Detta koncept konstaterar att det skulle vara fördelaktigt att göra en motsatt vridning för att bidra till uppvärmning i drönanhuset med hjälp utav värmestillförsel från solljuset. Detta koncept föreslår att drönanhuset skall vrida sig mot direkt solljus vid behov av uppvärmning i drönanhuset. Förslagsvis skulle det behärska en autonom process som har hand om vridningen vid ett givet temperaturvärde mätt från temperaturgivaren.

Exempelberäkning för hur vridning hjälper för uppvärmning av drönanhuset

Beräkning av temperaturen med hjälp av ekvation (2.2) som uppstår i drönanhuset ifall temperaturen utomhus är noll grader på en "vanligt" solig dag med direkt solljus riktat mot plexiglasen,

$$T_2 = 0^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 13.228 + 0 \approx 13^\circ\text{C}$$

Beräkning av temperaturen med hjälp av ekvation (2.5) som uppstår i drönanhuset ifall temperaturen utomhus är noll grader på en "vanligt" solig dag med direkt solljus riktat mot drönanhusets aluminiumsida,

$$T_2 = 0^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 0.379 + 0 \approx 0.5^\circ\text{C}$$

På de presenterade räkneexemplen ovan ser vi att det skulle vara fördelaktigt att vrida drönarhuset för att underlätta uppvärmningsprocessen i drönarhuset under vanligt soliga dagar.

4.1.2 Koncept 2, Tung klimathantering

För att hantera mer kritiska klimatförändringar än vad det nuvarande klimathanteringssystemet avklarar, kan även ett tungt klimathanteringssystem fabriceras. Det föreslås att ett tungt klimathanteringssystem skall komplettera det nuvarande systemet på ett sådant sätt att en omväxling mellan systemen sker vid föreslaget givet temperaturvärde. Det föreslås att det nuvarande systemet skall användas vid temperaturer inom temperaturområdet *Ok* på det föreslagna temperaturintervallet, och att det tunga klimathanteringssystemet skall användas innan temperaturen når temperaturområdet *Skadligt*.

Förslagsvis skall den tunga klimathanteringen ske via en extern pump eller via en extern luftkonditioneringsapparat, som autonomt aktiverar systemet liknande det nuvarande klimathanteringssystemet. Den externa klimatapparaten skulle förslagsvis kunna placeras utanför drönarhuset och hantera uppvärmning, nedkylning eller fukt via luftströmmar. Vid användning av ett tungt klimathanteringssystem så skulle det även vara möjligt att utföra en full-effekt nedkylning precis innan utskjutning av drönaren, då den genererar onormalt mycket värme vid denna stund.

4.1.3 Koncept 3, Filter för att undvika vatten och salt

Drönarhuset är planerad att vara placerad runt havskusten runtom i landet. Detta kan medföra att salthalten i luften kommer att vara högre än vid normalfall. En viss problematik kan då förekomma med det nuvarande klimathanteringssystemet. Vid aktiverat system så kan fläktar styra den salthaltiga luften i drönarhuset samt sprida salt kring komponenterna. Detta medför en negativeffekt på komponenternas livslängd. För att motverka detta föreslås en implementering av ett filter. Ett sådant filter skulle i sådana fall behöva hjälpa till att samla upp både damm och salt som finns i luften kring drönarhuset. Ett sådant filter hade isåfall även gjort det svårare för de vattnet som tagit sig igenom friskluftsventilerna att rinna in igenom de befintliga lufthålen till drönarhuset. Förslagsvis även på ett sådant sätt att de istället rinner ut genom dräneringshålen i drönarhuset istället för att de tar sig in bland komponenterna. Vid detta koncept bör det undersökas ifall det sådant filter finns och ifall det går att implementera till drönarhuset.

5

Diskussion

I kapitlet diskuteras, bedöms och ifrågasätts projektets resultat.

5.1 Prototyp och Koncept

Efter sammanställning av koncept, så utfördes mycket arbete kring sökandet av komponenter för klimathanteringsystemet. Vid komponentsökning så prioriterades sökning av heltäckande kylfläns och fläktar till Raspberry Pin. Det ansågs att enkorts datorn skulle bidra med mycket värme och därför behöver den en hållbar och effektiv nedkylning. Efter estimeringar kring Raspberry Pins kylflänsar så utvaldes en heltäckande kylfläns med aktiva fläktar samt bidragande luftflöde vid komponentens närhet. Det estimerades kunna sänka Raspberry Pins temperatur till ca 45 °C vilket presenterat resultat från testning på teststationen kan verifiera. Presenterat resultat för testning på teststationen visar att en temperaturskillnad med 16.4 °C åstakommit vid användning av klimathanteringsystemet. Vid testning på teststationen så estimeras det konstruerade klimathanteringsystemet kunna bibehålla en temperatur på ca 35 °C på en vanligt solig dag med direkt solljus riktat mot plexiglaset. Ty att teststationen var skapad som en prototyp för att efterlikna drönarhuset, så finner vi att det konstruerade klimathanteringsystemet kan utföra ett arbete som skulle kunna hantera temperaturförändringar i drönarhuset under sommaren på vanligt soliga dagar.

Vid fläkt- och reläval så eftersträvas det en bra kompatibilitet och generell passningsform. Detta för att möjliggöra uppgradering alternativ av klimathanteringsystemet. Relä som används i nuvarande klimathanteringsystem klarar av spänningar upp till 110V, och ger möjligheten till högre spänningsmatningar än 24V som förnuvarande används. Detta medför en möjlighet till att montera högre spänningsmatade fläktar som tillåter en högre flödes hastighet än vad som finns hos nuvarande fläktar.

Efter förändringar som tillkommit efter design och testning av klimathanteringsystemet på teststationen, så finner gruppen ett förtroende för att konceptet är hållbart. Det anses däremot finnas en del ofullständighet i drönarhuset som tillsammans med klimatkontrollsystemet kan medföra problematik. En av dessa är vid luftutgång så finns det förnuvarande 3D-printade friskluftventiler. Dessa är icke testade och dess funktionalitet är oklar ifall dom kan läcka in vatten eller inte. Vid vattenintag skulle i så fall klimathanteringsystemet assistera till transporter av vatten och fukt genom insidan av drönarhuset och dess komponenter. För att undankomma detta

5. Diskussion

problem skulle en omställning av friskluftsventilerna behöva utföras, som beskrivet i avsnittet 4.1.3.

6

Slutsatser

I detta kapitel verifieras de frågeställningar som ställts samt redogör för de rekommendationen gruppen har för fortsatt arbete.

6.1 Verifiering av frågeställningar

- Hur kan temperaturförändringar hanteras i drönarhuset under sommaren?
För att minska risken för att höga temperaturer uppstår i drönarhuset bör ett luftflöde skapas för att byta ut varmluft i drönarhuset mot kallare luft.
- Hur kan det genomföras en energisnål klimathantering i drönarhuset?
Den byggda prototypen skapar en energisnål klimathanteringen genom att skapa ett luftflöde genom drönarhuset med hjälp av lufthål, fläktar och passiva kylflänsar. Fläktarna är programmerade att enbart köras när det uppstår höga temperaturer i drönarhuset, och på så sätt inte köras i onödan.
- Hur kan komponenternas livslängd bevaras i drönarhuset under sommaren?
Genom att ha god förståelse för varje komponents tillåtna temperatur och inte överträda denna så inskränks inte livslängden hos komponenterna. Detta sker genom att ha ett lämpligt kylningssystem i drönarhuset.

6.2 Rekommendation till fortsatt arbete

Nedan följer ett antal punkter som gruppen anser skulle leda till en mer varaktig och effektiv klimathantering om de skulle fabriceras.

- Vid fortsatt arbete med drönarhuset skulle gruppen rekommendera att försöka påverka den fysiska strukturen av drönarhuset. Gruppen tror att förstora storleken på lufthålen hade gjort en betydelsefull förbättring på kylningsförmågan.
- För att förverkliga projektets mål om att kunna stå utomhus året om, utan att inskränka på livslängden av komponenterna behövs ett uppvärmningssystem samt ett avfuktningssystem som kan behandla de varierande temperaturerna som uppstår.
- Vidareutveckla och implementera koncept 3 för att på ett säkert sätt kunna ha lufthål i drönarhuset utan att äventyra funktionaliteten och livslängden på komponenter i drönarhuset.

Litteratur

- [1] Sjöräddnings Sällskapet, *Våran Historia*, Tillgänglig: <https://www.sjoraddning.se/om-oss/var-historia>, [Online]. Hämtad: 2022-04-05.
- [2] E. Bergen och M. Preuss, "Detaljkonstruktion och test av drönarhus," Gothenburg, Sweden, Maj 2018.
- [3] D.V. Beltra, "Design and mechatronic integration of a drone launcher," Gothenburg, Sweden, 2018.
- [4] *Climate Control System for Greenhouse*, Tillgänglig: <https://www.denso.com/global/en/products-and-services/Agriculture/climate-control-system-for-greenhouse/outline.html>, [Online]. Hämtad: 2022-02-15.
- [5] J. Cañadas, J. Sánchez-Molina, F. Rodríguez och I.Águila, "Improving automatic climate control with decision support techniques to minimize disease effects in greenhouse tomatoes - Information Processing in Agriculture," årg. 4, 2017, Hämtad: 2022-02-15. [Online]. Tillgänglig: DOI: 10.1016/j.inpa.2016.12.002.
- [6] *Tankstationer*, Tillgänglig: <http://www.stenolofssonoljeab.se/tankstationer>, [Online]. Hämtad: 2022-02-15.
- [7] *Bunkerstation*, Tillgänglig: <https://www.wahlborgsmarina.se/bunkerstation.html>, [Online]. Hämtad: 2022-02-15.
- [8] Vacker Väder, *Långedrag - Väderstatistik och Klimat månad för månad*, Tillgänglig: <https://www.vackertvader.se/1%C3%A5ngedrag/klimat-och-temperatur>, [Online]. Hämtad: 2022-02-15.
- [9] Vackert Väder, *Vackert Väder, Långedrag*, Tillgänglig: <https://www.vackertvader.se/1%C3%A5ngedrag/smhi>, [Online]. Hämtad: 2022-02-15.
- [10] Jernkontoret, *Jernkontorets Energihandbok*, Tillgänglig: <https://www.energihandbok.se/konstanter/varmeledningsformaga-och-u-varden-for-olika-material>, [Online]. Hämtad: 2022-03-26.
- [11] SMHI, *Klimatindikator - solinstrålning*, Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/stralning-1.17841>, [Online]. Hämtad: 2022-03-26.
- [12] —, *Solinstrålning*, Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/solstralning-1.4186>, [Online]. Hämtad: 2022-03-26.
- [13] RS, *RS PRO Lead Acid Battery - 12V, 4Ah*, Tillgänglig: <https://docs.rs-online.com/9011/A700000007926720.pdf>, [Online]. Hämtad: 2022-03-26.
- [14] Van Tech Corner, *Aluminium Case with Dual Fans for Raspberry Pi 4 - Unbox, Install and Temperature Test*, (15 November 2020). Hämtad: 2022-04-22. [Online Video]. Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=qEsSK9WIRM4>.

A

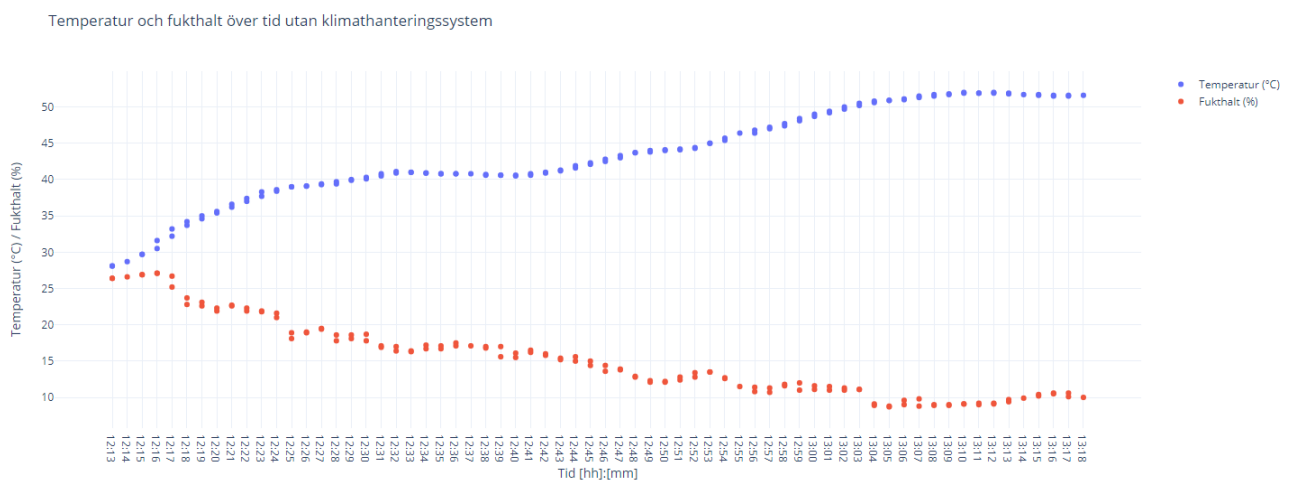
Komponentlista

Tabell A.1: Komponentlista med dess tillåtna temperaturintervall

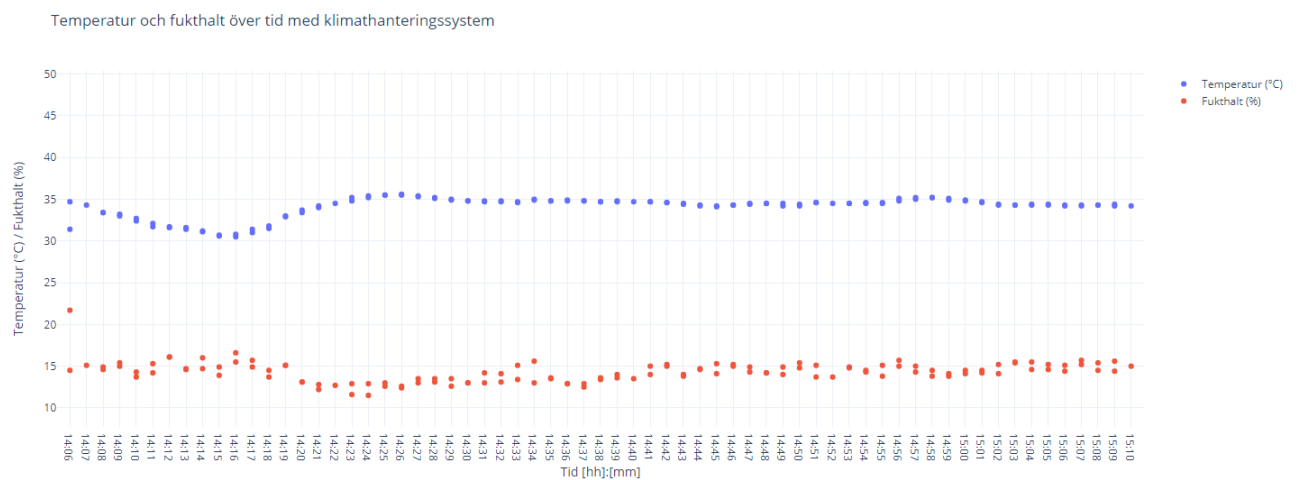
Beskrivning	Komponentnamn	Tillåtet Temperaturintervall °C
Batteri i drönare	INR18650 MJ1	0 - 45
Motorstyrning	Roboclaw 2x30A 34VDC	-40 - 100
Enkortsdator	Raspberry Pi 3 B+	0 - 85
Batteri drönarhus	RS PRO 12V Sealed Lead Acid Battery	-20 - 60
Batteriladdare	Model 2440 LA	-25 - 40
Mikroprocessorenhet	MPU-9250	-40 - 105
Kodare	HEDS5540	-40 - 100
Kodare	HEDL9140	-40 - 100
Kodare	ENC 16 EASY XT, 512 cpt	-55 - 125
Dvärgbrytare	Schneider Acti9 Dvärgbrytare IC60N C-typ 16A	-35 - 70
Skena	DIN Rail Type DC-DC Converter	-40 - 85
Plint	DIN Track Push-in Terminal Blocks XW5T	-40 - 55
Linjärt Ställdon	ST052-050-158E	-26 - 65
Controller för launch-motorn	EPOS4 Compact 520886	-30 - 77
Motor	EC-i 52	-40 - 100
DC/DC omvandlare	RDS-300c-24	-40 - 70
Sammanställning av komponenter:	-	0 - 40

B

Graf med mätdata från genomfört test på teststation



Figur B.1: Graf över samlad mätdata för temperatur och fukthalt över tid, utan klimathanteringsystem.



Figur B.2: Graf över samlad mätdata för temperatur och fukthalt över tid, med klimathanteringsystem.

C

Kod för fläktstyrning i klimatkontrollshanteringen

```
import Adafruit_DHT # Library for using DHT22 temperature/humidity
                    # -sensor
import RPi.GPIO as GPIO # Library for pin control on Raspberry Pi
import time

meas_pin = 22 # Raspberry Pi pin-number connected to the
              # temperature/humidity -sensor
relay_pin = 17 # Raspberry Pi pin-number connected to the relay

# The top 5 lines has to be added to the main program

def climate_pin_setup(): # Function used for setup and config of
                        # the relay connection
    GPIO.setmode(GPIO.BCM)
    GPIO.setup(relay_pin, GPIO.OUT)

def get_data(dht_pin): # Function used for gathering humidity and
                      # temperature -data
    dht_sensor = Adafruit_DHT.DHT22
    get_data_hum, get_data_temp = Adafruit_DHT.read_retry(
        dht_sensor, dht_pin)
    return get_data_hum, get_data_temp # Returns the hum-value
                                       # read from pin DHT_PIN

def climatecontrol(max_temp, min_temp, force_button): # Function
                                                      # for the automatic temperature
                                                      # controlled fan-system
    climatecontrol_hum, climatecontrol_temp = get_data(meas_pin)
    if climatecontrol_temp > max_temp or force_button is True:
        GPIO.output(relay_pin, GPIO.HIGH) # Send signal to relay,
        # (Activate fans)
    elif climatecontrol_temp < min_temp and force_button is False:
        GPIO.output(relay_pin, GPIO.LOW) # Send signal to relay, (
        # Inactivate fans)
    return climatecontrol_hum, climatecontrol_temp

# The following code below will setup the pins and then run the
# climatecontrol with a
```

C. Kod för fläktstyrning i klimatkontrollshanteringen

```
temperatureinterval between 30-35
degrees (C) every 30 seconds and
then print the current value of
the temperature and humidity.

climate_pin_setup()
while True:
    hum, temp = climatecontrol(35, 30, False)
    print("temp{0:0.1f}C Hum={1:0.1f}%".format(temp, hum))
    time.sleep(30)
```

DEPARTMENT OF SOME SUBJECT OR TECHNOLOGY
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Gothenburg, Sweden
www.chalmers.se



CHALMERS