

Projektdokumentation  
AutoGreen  
Gruppe 9

3. Semesterprojekt E3PRJ3-02  
Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet  
Vejleder: Tore Arne Skogberg

10. april 2015

Navn	Studienummer	Underskrift
Morten Hasseriis Gormsen	201370948	
Kristian Thomsen	201311478	
Philip Krogh-Pedersen	201311473	
Lasse Barner Sivertsen	201371048	
Henrik Bagger Jensen	201304157	
David Erik Jensen	11229	
Kasper Torp Samuelsen	201311498	
Kristian Søgaard Sørensen	20115255	

# Indhold

<b>Indhold</b>	<b>ii</b>
<b>1 Projektformulering (Alle)</b>	<b>1</b>
1.1 Version . . . . .	1
1.2 Beskrivelse . . . . .	1
1.3 MoSCoW prioritering . . . . .	2
1.4 Rigt Billede . . . . .	3
<b>2 Kravspecifikation (Alle)</b>	<b>4</b>
2.1 Version . . . . .	4
2.2 Systembeskrivelse . . . . .	4
2.3 Ordforklaring . . . . .	6
2.4 Brugerfladen . . . . .	7
2.5 Aktør Kontekst Diagram . . . . .	8
2.5.1 Aktørbeskrivelser . . . . .	8
2.6 Funktionelle Krav . . . . .	9
2.7 Ikke Funktionelle Krav . . . . .	9
2.8 Use Case Diagram . . . . .	10
2.8.1 Use Case beskrivelser - Initiering og Formål . . . . .	12
2.8.2 Use Case Beskrivelser - Fully Dressed . . . . .	14
<b>3 Accepttest (Alle)</b>	<b>23</b>
3.1 Version . . . . .	23
3.2 Funktionelle Krav . . . . .	23
3.3 Ikke-funktionelle krav . . . . .	31
<b>4 Systemarkitektur (Alle)</b>	<b>34</b>
4.1 Version . . . . .	34
4.2 Indledning . . . . .	34
4.3 Hardwarearkitektur . . . . .	34
4.3.1 BDD for System . . . . .	35
4.3.2 IBD'er for System . . . . .	36
4.3.3 IBD for Aktuator . . . . .	37
4.3.4 IBD for Jordfugt . . . . .	38
4.3.5 Signalbeskrivelser . . . . .	39
4.4 Softwarearkitektur . . . . .	41
4.4.1 Applikationsmodel . . . . .	41
4.4.2 Controller-Klasser . . . . .	41
4.4.3 Boundary-Klasser . . . . .	41
4.4.4 Domain-Klasser . . . . .	42
4.4.5 Menuoversigt . . . . .	43
4.4.6 Menubeskrivelse . . . . .	43
4.5 Protokol for UART . . . . .	45
4.5.1 UART indstillinger . . . . .	45
4.5.2 Datavalidering . . . . .	45
4.5.3 Kommandoer . . . . .	45

<b>5</b>	<b>Hardware Design</b>	<b>48</b>
	(Kristian T., Philip, Lasse, Henrik og Morten)	
5.1	Version . . . . .	48
5.2	I <sup>2</sup> C Protokol . . . . .	48
5.2.1	Temp-/Luftfugtighedssensor . . . . .	48
5.2.2	Slave Aktuator . . . . .	49
5.3	Master PSoC (Philip, Lasse og Kristian T . . . . .	51
5.3.1	Klassebeskrivelser . . . . .	52
5.3.2	Sekvensdiagrammer . . . . .	63
5.4	Aktuator Design (Henrik og Morten) . . . . .	65
5.4.1	Varmelegeme . . . . .	65
5.4.2	Blæsere . . . . .	67
5.4.3	Vinduesmotor . . . . .	69
5.4.4	PSoC4 . . . . .	71
5.4.5	Drivers til PSoC4 . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Hardware Implementering</b>	<b>73</b>
6.1	Version . . . . .	73
6.2	Aktuator (Henrik og Morten) . . . . .	73
6.2.1	HW PSoC4 . . . . .	73
6.2.2	SW PSoC4 . . . . .	74
6.2.3	HW Varmerlegeme . . . . .	81
6.2.4	HW Blæsere . . . . .	81
6.2.5	HW Vinduesmotor . . . . .	81
	<b>Litteraturliste</b>	<b>82</b>

# 1 Projektformulering (Alle)

## 1.1 Version

Dato	Version	Initialer	Ændring
26. februar	1	MHG	Første udkast.
4. marts	2	LBS	Mindre rettelser efter første review.
12. marts	3	MHG	Mindre rettelser efter fælles gennemlæsning.

## 1.2 Beskrivelse

Mange har prøvet at kaste sig ud i et nyt projekt, som for eksempel at dyrke frugt og grønt i drivhus, men pludselig glemmer man at vande, holde øje med temperaturen og lignende, og så er projektet gået i vasken.

AutoGreen hjælper den nye drivhusbruger med at holde styr på basale parametre som temperatur og fugtighed, men det er også for den mere erfarne drivhusbruger, som ønsker optimale forhold i drivhuset, eller som ønsker at vælge de mest egnede planter ud fra de forhold, der er i drivhuset.

Ved dyrkning af planter i et drivhus, er temperaturen en af de vanskeligste ting at kontrollere. Man er ikke altid hjemme, når drivhuset skal åbnes og lukkes, hvilket sjældent er samme tid på dagen; det afhænger af udendørstemperatur, skydække mm. Der findes mekaniske vinduesåbnere, som åbner og lukker et eller flere vinduer i drivhuset vha. en gasfyldt cylinder. Disse er dog forholdsvis upræcise, og reguleringen af temperaturen er langsom. Der er desuden ikke mulighed for at få ekstra varme tilført, hvilket kan være et stort problem, hvis vejret er ustabil, særligt i starten af sæsonen. AutoGreen styrer temperaturen i drivhuset vha. en vinduesåbner, tovejs luftcirkulation og et varmelegeme. Dette giver en hurtig og præcis regulering af temperaturen. Varmelegemet tilfører ekstra varme, hvis der er for koldt i drivhuset. Dette kan meget vel redde planterne, hvis det viser sig, at man har plantet ud for tidligt, og det giver mulighed for at forspire i drivhuset, selv om drivhussæsonen ikke er startet. Hvis der er for varmt i drivhuset, åbner vinduet, og hvis dette ikke er tilstrækkeligt, anvendes også luftcirkulationen til at regulere temperaturen. Brugeren har mulighed for at vælge mellem forskellige måder at styre temperaturen på. Ønskes optimale forhold hurtigst muligt døgnet rundt, anvendes både varmelegeme, vinduesåbner og luftcirkulation. Brugeren kan også vælge fx at udelade brugen af varmelegemet eller luftcirkulationen, hvis en mere økonomisk temperaturregulering ønskes.

En anden vigtig parameter for drivhusplanternes trivsel er selvfølgelig vanding, hvilket ligesom regulering af temperaturen kan være problematisk, hvis man ikke er hjemme, eller man ganske simpelt glemmer det. AutoGreen kan vha. en eller flere fugtmålere i drivhusjorden give brugeren besked om, at det er tid til at vande, ligesom et tilkøbt automatisk vandingssystem kan aktiveres. Et sådant vandingssystem er ikke en del af AutoGreen. Forskellige planter kræver forskellig mængde vand, og brugeren har derfor mulighed for at bruge op til seks fugtmålere, som kan placeres i jorden ved forskellige plantetyper.

AutoGreen måler desuden luftfugtighed og lysmængde i drivhuset; disse målinger logges sammen med målinger af fugtighed i jorden og temperaturmålinger. Brugeren kan vha. en database med de mest almindelige drivhusplanter vælge, hvad han vil dyrke i sit drivhus, eller han kan forsøge at optimere forholdene i drivhuset, hvis han ønsker bedre forhold for en bestemt type plante. Brugeren har mulighed for at tilføje ekstra planter i databasen.

AutoGreen systemet kontrolleres af brugeren vha. en grafisk brugerflade med touch display, der realiseres på et Embest DevKit8000 Evaluation Board. [1] Alle sensorer og aktuatorer samt systemets masterenhed realiseres vha. PSoC4 udviklingsboards (CY8CKIT-042). [2]

## 1.3 MoSCoW prioritering

Ambitionen for dette projekt er som absolut minimum at realisere nedenstående punkter under *"skal"*. Det forventes desuden at punkterne under *"bør"* realiseres, men de har lavere prioritet. Punkterne under *"kan"* forventes ikke realiseret, og punkterne under *"vil ikke..."* realiseres med sikkerhed ikke. Sidstnævnte punkter kan ses som udviklingsmuligheder i forhold til senere versioner af systemet.

- **Systemet skal:**

- Kunne monitorere temperaturen i drivhuset og regulere temperaturen i drivhuset vha. varmelegeme, åbning af vinduer og luftcirkulation.
- Give brugeren mulighed for at vælge varmelegeme og/eller luftcirkulation fra, hvis en mere økonomisk regulering af temperaturen ønskes.
- Have et grafisk user interface.

- **Systemet bør:**

- Måle jordfugtighed med op til seks sensorer i drivhuset og give brugeren besked på displayet om, at det er tid til at vande.
- Måle Lysintensitet og luftfugtighed i drivhuset.
- Indeholde en log over alle målte parametre; jordfugtighed, temperatur, luftfugtighed og lysmængde. Dataene præsenteres grafisk for brugeren.
- Indeholde en database over de mest almindelige drivhusplanter, så brugeren kan orientere sig om en plantes optimale forhold.
- Indeholde en systemlog, som noterer vigtige system hændelser.

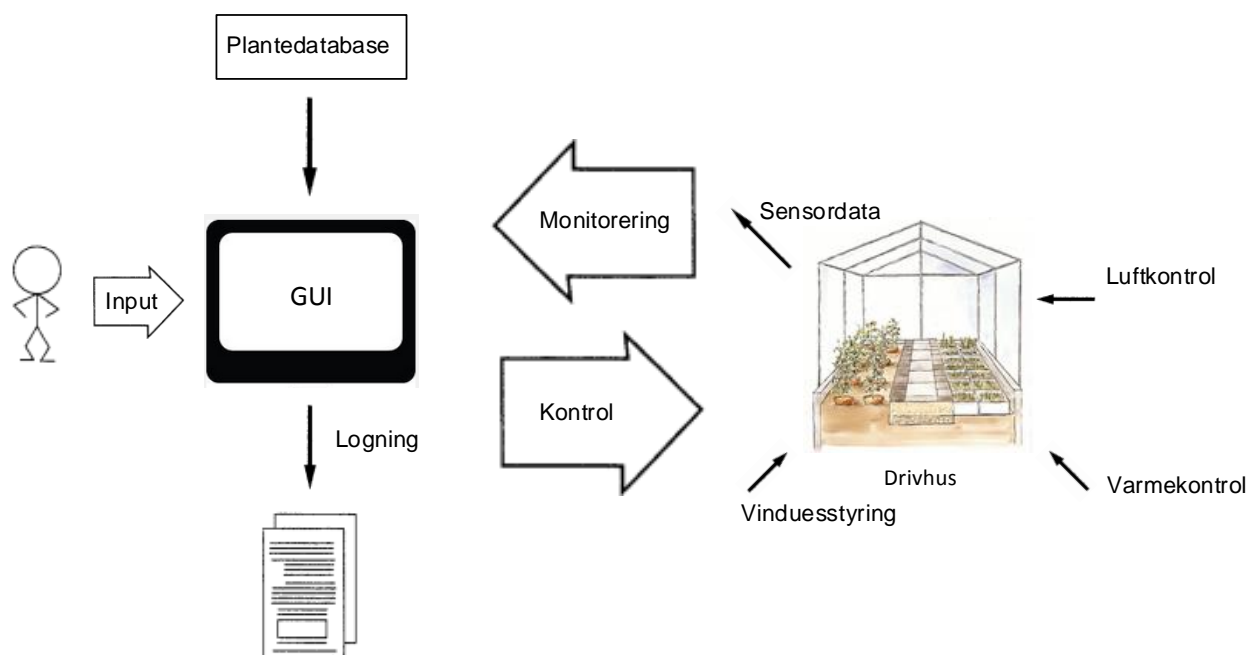
- **Systemet kan:**

- Sende besked til brugeren via email, om at det er tid til at vande. Tilkobles et automatisk vandingssystem, som aktiveres ved behov for vanding.
- Give brugeren mulighed for at tilføje planter i databasen.
- Give brugeren mulighed for at kommunikere trådløst med systemet fra brugerfladen, så denne kan placeres fx inde i brugerens bolig.

- **Systemet vil ikke i denne version:**

- Indeholde et kamera, og tilhørende billedarkiv, som giver brugeren mulighed for at følge planternes udvikling fra dag til dag.
- Give brugeren mulighed for at agere med systemet via en app på dennes mobiltelefon.

## 1.4 Rigt Billede



Figur 1: AutoGreen Automatiseret Drivhus

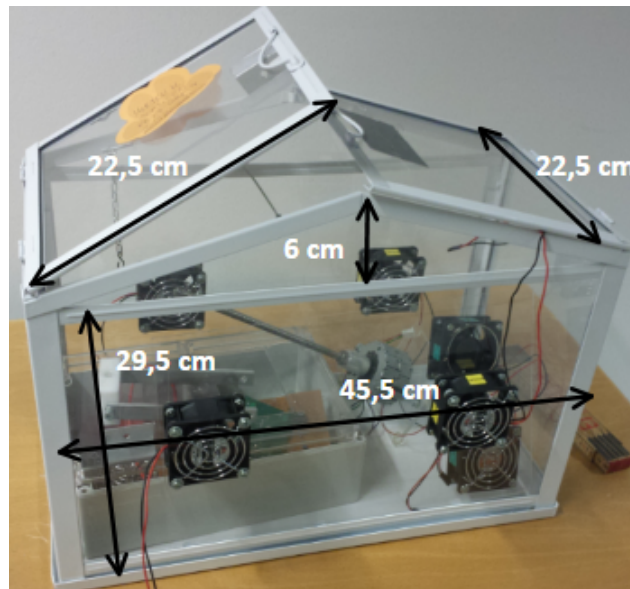
## 2 Kravspecifikation (Alle)

### 2.1 Version

Dato	Version	Initialer	Ændring
26. februar	1	MHG	Første udkast.
6. marts	2	MHG	Rettelser efter review.
12. marts	3	MHG	Mindre rettelser efter fælles gennemlæsning.

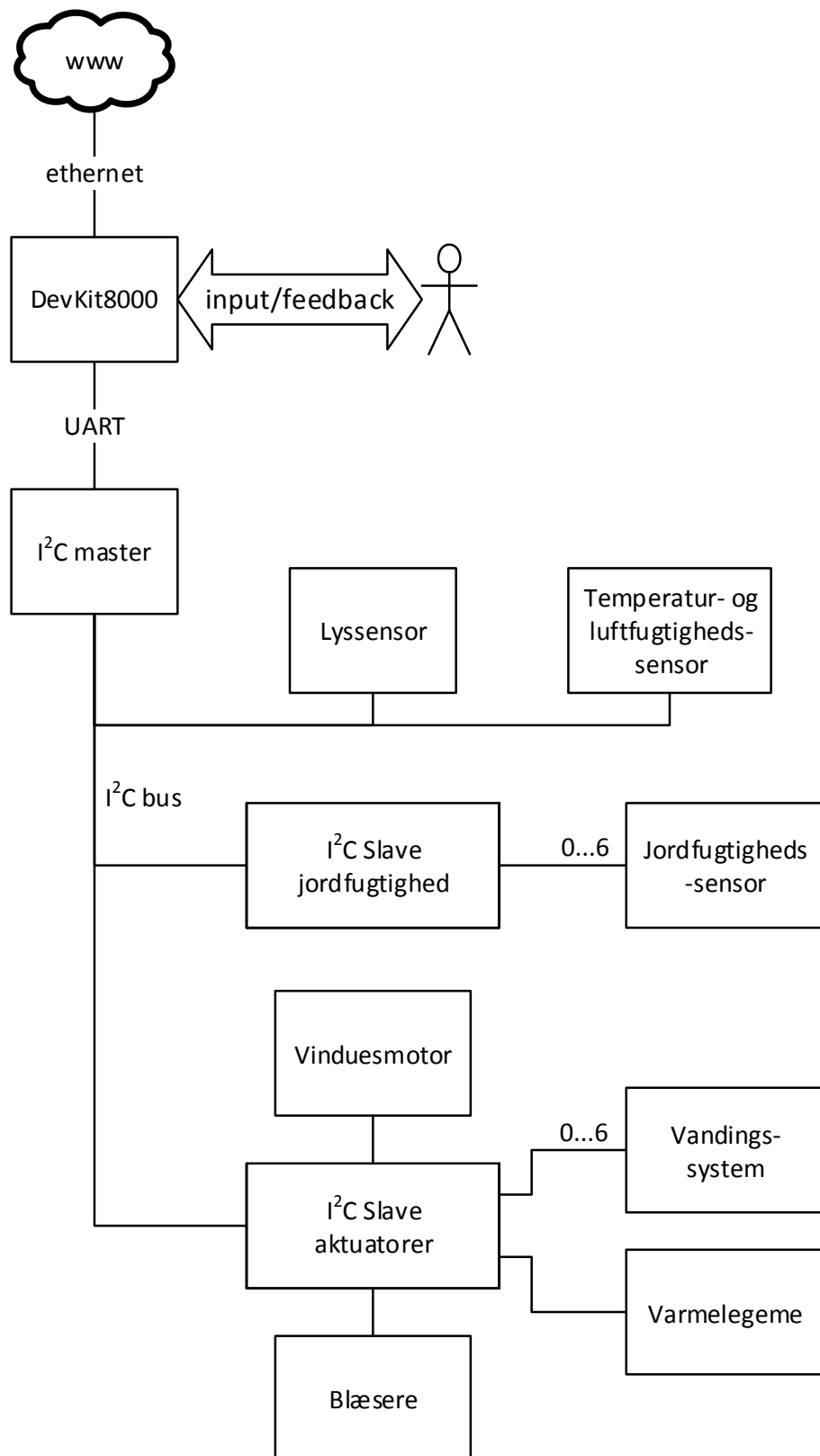
### 2.2 Systembeskrivelse

Under udviklingen af prototypen for AutoGreen, anvendes en drivhusmodel, der er vist på Figur 2.



Figur 2: Dimensioner for drivhus.

På billedet ses blæsere samt vinduesmotoren (ikke monteret). Disse indgår som en del af systemet, men selve drivhuset gør ikke. Der vil i systemet ydermere være et varmelegeme, som ikke er repræsenteret på billedet.



Figur 3: Oversigt over system



## **DevKit8000**

DevKit8000 er systemets kontrolenhed og brugergrænseflade. DevKit8000 modtager input fra brugeren på dens touch skærm, og den kan give output til brugeren på skærmen og via e-mail; den er koblet til internet via ethernet. DevKit8000 kommunikerer vha. UART med en I<sup>2</sup>C Master.

## **I<sup>2</sup>C Master**

I<sup>2</sup>C Master er realiseret på et PSoC4 udviklingsboard (CY8CKIT-042). I<sup>2</sup>C Master modtager input fra DevKit8000 og sender/modtager data til/fra I<sup>2</sup>C Slaver, hvorefter respons sendes retur til DevKit8000.

## **I<sup>2</sup>C Slave Jordfugtighed**

I<sup>2</sup>C Slave Jordfugtighed er ansvarlig for alle handlinger og målinger, der har at gøre med vanding i det fysiske drivhus. Der kan tilkobles 0 - 6 jordfugtighedssensorer med tilhørende aktuator til et evt. vandingssystem. Selve vandingssystemet er ikke en del af AutoGreen, en vandingsaktuator er en high/low bool. Enheden er realiseret på et PSoC4 udviklingsboard (CY8CKIT-042).

## **I<sup>2</sup>C Slave Aktuatorer**

I<sup>2</sup>C Slave Aktuatorer er ansvarlig for al kommunikation mellem I<sup>2</sup>C Master og alle aktuatorer i det fysiske drivhus. Enheden er realiseret på et PSoC4 udviklingsboard (CY8CKIT-042).

## **2.3 Ordforklaring**

### **Plantedatabase**

Plantedatabasen indeholder information om ideelle forhold for forskellige typer planter, som brugeren kunne tænkes at plante i sit fysiske drivhus. Informationen i plantedatabasen står til grund for udgangsparametre for nye planter i det virtuelle drivhus. Der findes en række systemplanter, som brugeren ikke kan redigere eller slette, men brugeren kan tilføje egne planter.

### **Data Log**

Systemet er udstyret med en log over de indsamlede data fra sensorer i systemet, der måles og indskrives i loggen hvert minut. Denne er opbygget som en database, hvor hver logning indeholder information fra de diskrete sensorer samt et tidspunkt.

### **System Log**

Systemet er udstyret med en log over hvad systemet foretager sig. Dette kunne f.eks. være et indlæg når systemet foretager en måling, sender en e-mail, regulerer miljøet i drivhuset.

### **Virtuelt Drivhus**

Det virtuelle drivhus er systemets repræsentation af det fysiske drivhus. Brugeren kan tilføje planter fra plantedatabasen i det virtuelle drivhus, og på den måde give systemet indirekte oplysninger om ønskede parametre. Disse informationer lagres i systemets konfigurationsfil.

## Fysisk Drivhus

Ved det fysiske drivhus forstås det drivhus hvori systemet er monteret.

## Konfigurationsfil

Dette er en automatisk genereret fil, der er placeret på DevKit8000, som indeholder brugerens konfigurationer om blandt andet notifikationer, e-mailadresser, antallet af fugtsensorer og deres unikke id mm.

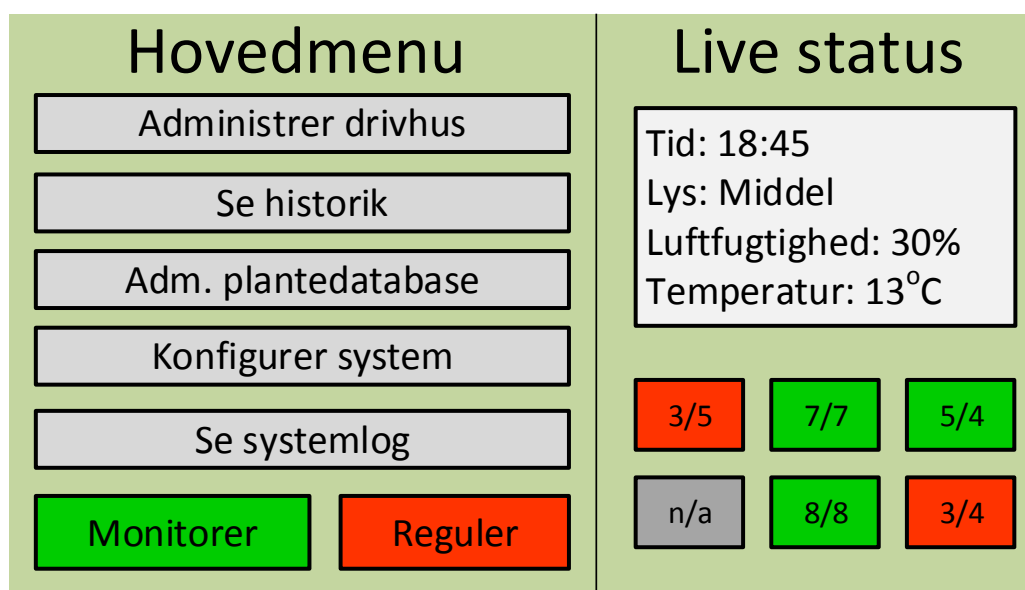
## Notifikations E-mail

Dette er en daglig E-mail, som brugeren kan vælge at få tilsendt. Den sendes klokken 12:00, og indeholder informationer om parametrene i det fysiske drivhus.

## Advarsels E-mail

Dette er en E-mail, som brugeren kan vælge at få tilsendt. Den sendes, hvis en parameter i det fysiske drivhus kommer uden for tolerancen af den ønskede værdi.

## 2.4 Brugerfladen



Figur 4: Skitse af hovedmenuen på brugerfladen.

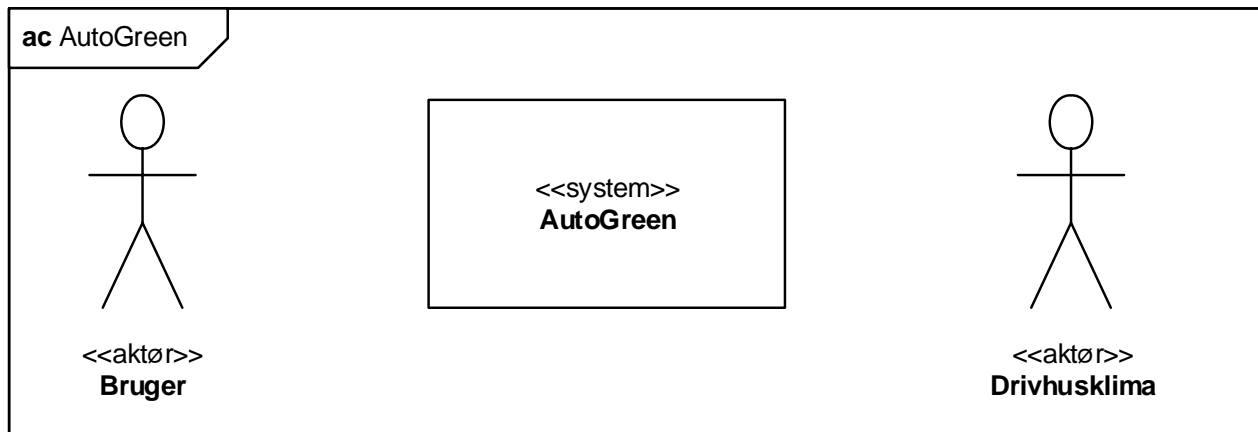
I Figur 4 er vist en skitse over hvordan brugerfladen forventes at se ud. De grå områder under Hovedmenu er knapper, brugeren kan trykke på for at tilgå yderligere menuer.

Nederst ses "Monitorér" og "Regulér" knapper, som kan aktivere eller deaktivere hhv. monitorerings- og reguleringsfunktionalitet.

Til højre ses live status for det fysiske drivhus. Nederst ses live status for jordfugtighed for hver plante. Dette er vist ved seks felter i forskellige farver. Disse symboliserer planter i det virtuelle drivhus, og viser status for den enkelte plante. Grøn betyder at plantens jordfugtighed er indenfor

tolerancerne, hvor rød betyder at den er uden for tolerancen. Grå (Not Available) betyder, at der ikke er placeret en plante i det virtuelle drivhus, for den pågældende fugtighedssensor.

## 2.5 Aktør Kontekst Diagram



Figur 5: Aktør Kontekst Diagram for AutoGreen

### 2.5.1 Aktørbeskrivelser

#### Bruger - Primær Aktør

Brugeren kan:

- Starte og stoppe systemet
- Overvåge det aktuelle klima i drivhuset.
- Administrere drivhuset, hvilket vil sige at han giver systemet input om hvilke planter der er i drivhuset.
- Se historik over klimaet i drivhuset
- Konfigurere systemindstillinger
- Se systemlog
- Modtage rapportering om klimaet i drivhuset
- Administrere planter i plantedatabasen

#### Drivhusklima - Sekundær Aktør

Drivhusklimaet består af en række parametre, som systemet måler og/eller regulerer:

- Lufttemperatur  
Måles, registreres og reguleres af systemet. Reguleringen sker vha. vinduesåbner, blæsere og varmelegeme.

- Jordfugtighed  
Måles, registreres og reguleres indirekte af systemet
- Luftfugtighed  
Måles og registreres af systemet
- Lysintensitet  
Måles og registreres af systemet

## 2.6 Funktionelle Krav

Systemet...

1. ... *Skal* give brugeren mulighed for at monitorere og konfigurere drivhusklimaet vha. en grafisk brugerflade på et touch display.
2. ... *Skal* have mulighed for at starte og stoppe systemet.
3. ... *Skal* måle lufttemperatur i det fysiske drivhus.
4. ... *Skal* kunne regulere temperatur i det fysiske drivhus.
5. ... *Skal* kunne indstilles til brugerdefineret tid og dato.
6. ... *Skal* kunne give brugeren mulighed for at vælge brug af varmelegeme og ventilatorer.
7. ... *Skal* give brugeren mulighed for at tilføje en plante i det virtuelle drivhus.
8. ... *Skal* give brugeren mulighed for at fjerne en plante i det virtuelle drivhus.
9. ... *Skal* give brugeren mulighed for at redigere en plante i det virtuelle drivhus.
10. ... *Skal* kunne regulere drivhusklima automatisk efter behov.
11. ... *Bør* kunne måle jordfugtighed i fysiske drivhus.
12. ... *Bør* kunne måle lysintensitet i det fysiske drivhus.
13. ... *Bør* kunne måle luftfugtighed i det fysiske drivhus.
14. ... *Bør* indeholde informationer om planter i en datastruktur.
15. ... *Bør* kunne fremvise grafisk historik over måledata fra drivhus.
16. ... *Bør* kunne vise planteinformationer fra plantedatabasen.
17. ... *Bør* give brugeren mulighed for at se en systemlog over hændelser i systemet.
18. ... *Bør* gemme alt monitorering i en data log.
19. ... *Kan* give brugeren mulighed for at redigere og slette planter i plantedatabasen, som brugeren selv har tilføjet.
20. ... *Kan* give brugeren mulighed for at tilføje/redigere/slette e-mail adresser.
21. ... *Kan* give brugeren mulighed for valg af varslings e-mail omhandlende dårligt klima og daglig e-mail.
22. ... *Kan* sende e-mail til brugeren, på baggrund af brugerindstillinger.

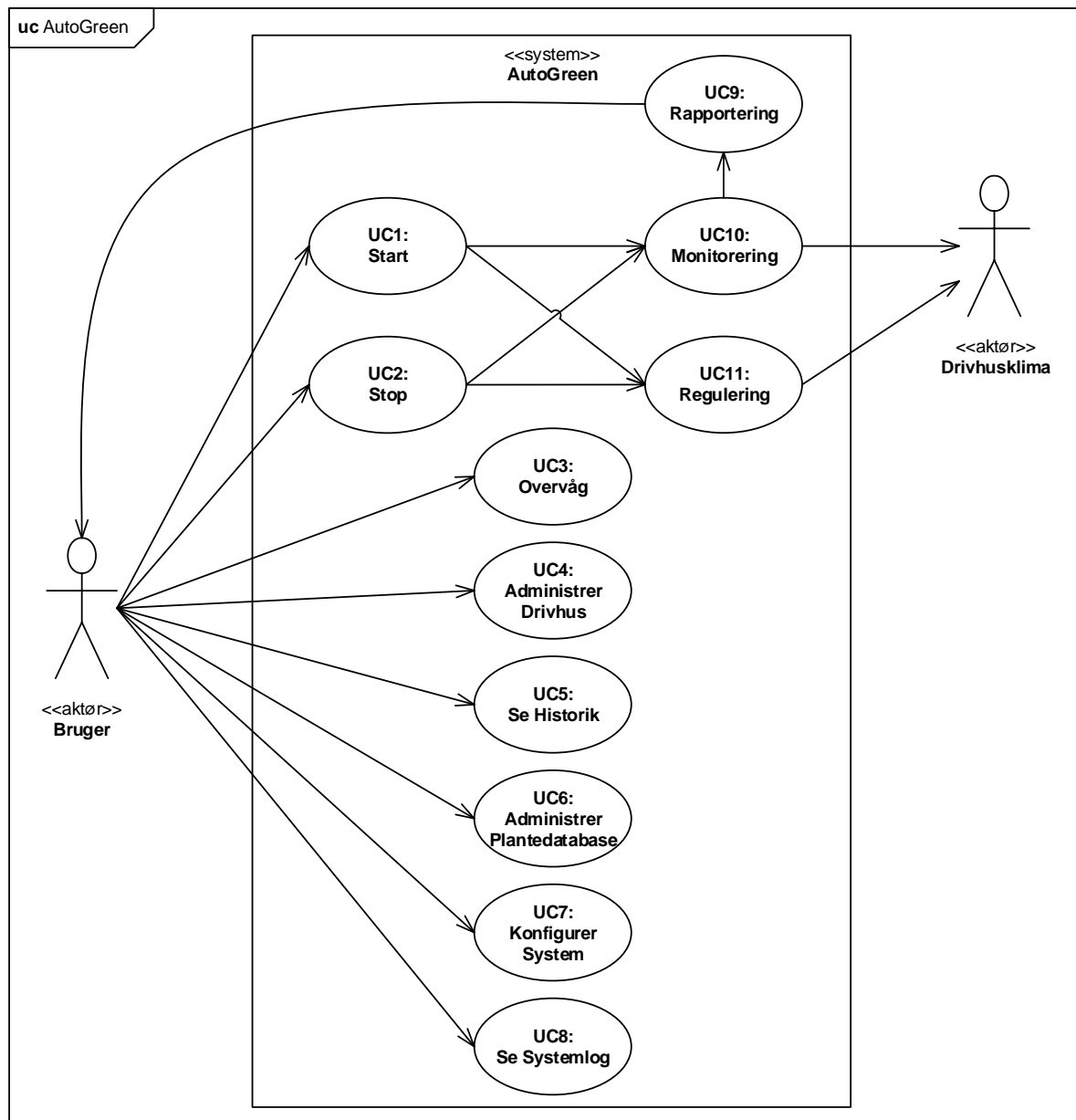
## 2.7 Ikke Funktionelle Krav

Systemet...

1. ... *Skal* minimum måle parametre i det fysiske drivhus med 1 minuts mellemrum +/- 5 sekunder.

2. ... *Skal* kunne justere temperaturen i det fysiske drivhus til det ønskede niveau på højst 30 minutter ved en starttemperatur der ligger højst 10 grader fra det ønskede niveau, når alle tre aktuatorer anvendes.
3. ... *Skal* kunne måle jordfugtighed i trin á 10, hvor 10 er mest fugtigt.
4. ... *Skal* kunne indeholde op til seks fugtmålere.
5. ... *Skal* kunne indeholde op til 100 planter i plantedatabasen.
6. ... *Skal* kunne indeholde måledata et år tilbage i tiden.
7. ... *Skal* kunne måle temperaturen med en præcision på +/- 1 grad celcius ved 20 grader.
8. ... *Skal* kunne indeholde op til tre e-mail adresser.
9. ... *Bør* kunne justere temperaturen til 25 grader celcius i det fysiske drivhus med en præcision på +/- 2 grad, når drivhuset er placeret i et rum ved stuetemperatur (ca. 20 grader).
10. ... *Kan* sende mail til brugeren højest 1 minut efter et for lavt jordfugtighedsniveau er målt, hvis den er indstillet til dette.

## 2.8 Use Case Diagram



Figur 6: Use Case Diagram for AutoGreen

## 2.8.1 Use Case beskrivelser - Initiering og Formål

### UC1: Start

Initieres af: Bruger

Denne UC giver brugeren mulighed for at starte systemet, dvs. monitorering og regulering af drivhusklimaet. Brugeren har mulighed for kun at starte monitorering. Use Case'en kan initiere UC10 Rapportering og UC11 Monitorering.

### UC2: Stop

Initieres af: Bruger

Denne UC giver brugeren mulighed for at stoppe systemet, dvs. monitorering og regulering af drivhusklimaet. Brugeren har mulighed for kun at stoppe regulering. Use Case'en kan stoppe UC10 Rapportering og UC11 Monitorering.

### UC3: Overvåg

Initieres af: Bruger

Når UC10 Monitorering er startet, vises der i user interfacets hovedmenu live opdaterede måleværdier. Såfremt UC11 Regulering er startet, kan værdierne for lufttemperatur og jordfugtighed være røde, hvis de ikke passer med de ønskede værdier.

### UC4: Administrer Drivhus

Initieres af: Bruger

Denne UC giver brugeren mulighed for at informere systemet om hvilke planter der er i drivhuset. Brugeren kan tilføje op til seks planter fra plantedatabasen i det virtuelle drivhus, og brugeren kan redigere parametre for disse, hvis brugeren ønsker andre parametre end dem, der fremgår i plantedatabasen. Hver af disse planter kan forbindes med en jordfugtighedsmåler.

### UC5: Se Historik

Initieres af: Bruger

Denne Use Case giver brugeren mulighed for at se grafisk historik over de fire målte parametre i drivhuset. Brugeren kan se data op til et år tilbage i tiden.

### UC6: Administrer Plantedatabase

Initieres af: Bruger

Denne UC giver brugeren mulighed for at se på planter i databasen. Brugeren kan desuden tilføje og fjerne egne planter i databasen, og brugeren kan redigere i de planter brugeren tidligere har tilføjet.

### UC7: Konfigurer System

Initieres af: Bruger

Denne UC giver brugeren mulighed for at rette i systemindstillinger, herunder:

- Indstille tid og dato
- Tilføje/fjerne/rette e-mail adresse
- Aktivering/deaktivering af advarsels E-mail
- Aktivering/deaktivering af notifikations E-mail
- Aktivering/deaktivering af varmelegeme

- Aktivering/deaktivering af luftcirkulation

### **UC8: Se System Log**

Initieres af: Bruger

Denne UC giver brugeren mulighed for at se en liste over systemhændelser, herunder:

- Start og stop af system
- Manglende kontakt til sensorer
- Afsendte e-mails
- Tilføjede/fjernede/redigerede planter i drivhuset
- Tilføjede/fjernede/redigerede planter i plantedatabasen
- Konfigurationsændringer
- Fejl i registrering i data log
- Fejl på vinduesåbner
- Fejl på luftcirkulation
- Fejl på varmelegeme
- Foretaget regulering

### **UC9: Rapportering**

Initieres af: UC10 Monitorering

Denne Use Case rapporterer til brugeren ud fra de indstillinger brugeren har valgt under UC7 Konfigurer System. Dette sker ved afsendelse af e-mail til den eller de adresser, som brugeren ligeledes har tilføjet under UC7 Konfigurer System.

### **UC10: Monitorering**

Initieres af: UC1 Start.

Denne Use Case lagrer målinger af lufttemperatur, jordfugtighed, luftfugtighed og lysintensitet i en data log fil. Lagringen sker minimum en gang i minuttet.

### **UC11: Regulering**

Initieres af: UC1 Start.

Denne Use Case regulerer temperaturen i drivhuset, vha. vinduesåbner, varmelegeme og luftcirkulation, med mindre brugeren har slået varmelegeme og/eller luftcirkulation fra. Det kan ske uden luftcirkulation og/eller varmelegeme, hvis brugeren har valgt dette under UC7 Konfigurer System. Det er ikke muligt at aktivere regulering uden at UC10 Monitorering er aktiveret.



### 2.8.2 Use Case Beskrivelser - Fully Dressed

For alle Use Cases hvor brugeren navigerer i undermenuer af hovedmenuen, gælder det, at brugeren har mulighed for at gå et skridt tilbage ved at trykke på en "tilbage knap". Fremover ved benævnningen "Systemet er operationelt" menes, at systemet er tilsluttet strømforsyning og at alt fungerer samt at systemet er tilsluttet ethernet.

<b>Navn:</b>	UC1: Start
<b>Mål:</b>	At starte systemet helt eller delvist.
<b>Initiering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	UC10: Monitorering, UC11: Regulering
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	En
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er stoppet helt, er operationelt og viser hovedmenuen.
<b>Resultat:</b>	UC10: Monitorering og evt. UC11: Regulering er startet, systemet viser Hovedmenuen.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bruger trykker på "Monitorering".</li><li>2. System aktiverer UC10: Monitorering.</li><li>3. Bruger trykker på "Regulering".<ul style="list-style-type: none"><li>• [Ext 3.a : Bruger trykker ikke "Regulering".]</li></ul></li><li>4. Systemet aktiverer UC11: Regulering.</li><li>5. UC1 afsluttes.</li></ol>
<b>Udvidelser:</b>	<b>[Ext 3.a : Bruger vælger kun monitorering.]</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Systemet fortsætter ved pkt. 5 i hovedscenariet.</li></ol>

Tabel 1: UC1: Start

<b>Navn:</b>	UC2: Stop
<b>Mål:</b>	At stoppe systemet helt eller delvist.
<b>Initiering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	UC10: Monitorering, UC11: Regulering
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	Både UC10: Monitorering og UC11: Regulering er startet, systemet er operationelt og viser hovedmenuen.
<b>Resultat:</b>	UC10: Monitorering og evt. UC11: Regulering er stoppet, systemet viser Hovedmenuen.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger trykker på monitorerings knap. <ul style="list-style-type: none"> <li>• [ Ext 1.a: Bruger trykker på regulerings knap.]</li> </ul> </li> <li>2. System stopper UC10: Monitorering og UC11: Regulering.</li> <li>3. UC2 afsluttes.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	<p><b>[Ext 1.a : Bruger trykker på regulerings knap.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet stopper UC11: Regulering.</li> <li>2. Systemet fortsætter ved pkt. 3 i hovedscenariet.</li> </ol>

Tabel 2: UC2: Stop

<b>Navn:</b>	UC3: Overvåg
<b>Mål:</b>	At se aktuel status i det fysiske drivhus i Hovedmenuen.
<b>Initiering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	Ingen
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	UC10: Monitorering er aktiv, systemet er operationelt og hovedmenuen vises.
<b>Resultat:</b>	Brugeren har set et live feed af parametre for det fysiske drivhus.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger aflæser måleværdier på brugerfladen.</li> <li>2. UC3 afsluttes.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	Ingen

Tabel 3: UC3: Overvåg

<b>Navn:</b>	UC4: Administrer Drivhus
<b>Mål:</b>	Bruger har informeret systemet om hvilke planter, der er i drivhuset.
<b>Initiering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	Ingen
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	En
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.
<b>Resultat:</b>	Konfigureringsfilen er opdateret med informationer fra brugeren.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger trykker på "Administrer drivhus" i hovedmenu.</li> <li>2. System viser "Virtuel Drivhus Menu".</li> <li>3. Bruger trykker på "Tilføj plante". <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Alt 3.a : Bruger trykker på en plante, der skal fjernes.]</li> <li>• [Alt 3.b : Bruger trykker på en plante, der skal redigeres.]</li> </ul> </li> <li>4. System præsenterer bruger for liste af planter i Plantedatabasen.</li> <li>5. Bruger trykker på den plante, der skal tilføjes.</li> <li>6. Systemet opretter planten i det virtuelle drivhus med parametrene fra plantedatabasen.</li> <li>7. System viser "Planteredigeringsmenu".</li> <li>8. Bruger redigerer ønskede parametre og trykker "OK".</li> <li>9. Systemet gemmer brugerens valg i konfigurationsfilen og præsenterer "Virtuel Drivhus Menu".</li> <li>10. Bruger trykker "Tilbage".</li> <li>11. UC4 afsluttes og systemet viser Hovedmenu.</li> </ol>
<b>Alternativ:</b>	<p><b>[Alt 3.a : Bruger trykker på en plante, der skal fjernes.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. System viser "Planteredigeringsmenu".</li> <li>5. Bruger trykker på "Fjern".</li> <li>6. Systemet fjerner planten fra det virtuelle drivhus og markerer planten som fjernet i data loggen.</li> <li>7. Systemet præsenterer "Virtuel Drivhus Menu".</li> <li>8. UC4 fortsætter fra pkt. 10 i hovedscenariet.</li> </ol> <p><b>[Alt 3.b : Bruger trykker på en plante, der skal redigeres.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. UC4 fortsætter fra pkt. 7 i hovedscenariet.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	Ingen

Tabel 4: UC4: Administrer Drivhus

<b>Navn:</b>	UC5: Se Historik
<b>Mål:</b>	At se historik fra data loggen op til et år tilbage.
<b>Initering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	Ingen
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.
<b>Resultat:</b>	Brugeren har set historik, systemet viser Hovedmenuen.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger trykker "Se Historik" i hovedmenu.</li> <li>2. System viser "Historikmenu".</li> <li>3. Bruger vælger den ønskede tidshorisont (uge/måned/år).</li> <li>4. Systemet viser en graf over den valgte periode.</li> <li>5. Bruger kan nu vælge at deaktivere nogle måleværdier. Lys, temperatur, luftfugtighed kan deaktiveres således at de kan vises hver for sig eller samtidigt. Desuden kan brugeren vælge mellem jordfugtighed for planter i drivhuset.</li> <li>6. Bruger trykker "Tilbage", UC5 afsluttes og Hovedmenuen vises.</li> </ol>

Tabel 5: UC5: Se Historik

<b>Navn:</b>	UC6: Administrer Plantedatabase
<b>Mål:</b>	At administrere planter i plantedatabasen.
<b>Initiering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	Ingen
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.
<b>Resultat:</b>	Brugeren har tilføjet, redigeret og/eller fjernet plante i plantedatabasen. Systemet viser Hovedmenuen.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger trykker "Administrer Plantedatabase" i hovedmenu.</li> <li>2. System viser "Plantedatabasemenu".</li> <li>3. Bruger trykker på "Tilføj Data". <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Alt 3.a : Bruger trykker på en plante, der skal fjernes. ]</li> <li>• [Alt 3.b : Bruger trykker på en plante, der skal redigeres. ]</li> </ul> </li> <li>4. Systemet opretter en plante med standardparametre og præsenterer "Databaseredigeringsmenu".</li> <li>5. Bruger redigerer ønskede parametre og trykker "OK".</li> <li>6. Systemet gemmer brugerens valg og viser "Plantedatabasemenu".</li> <li>7. Bruger trykker "Tilbage".</li> <li>8. UC6 afsluttes og systemet viser Hovedmenuen.</li> </ol>
<b>Alternativ:</b>	<p><b>[Alt 3.a : Bruger trykker på en plante, der skal fjernes.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. System viser "Databaseredigeringsmenu".</li> <li>5. Bruger vælger "Fjern Data" og trykker "OK".</li> <li>6. Systemet fjerner planten fra Plantedatabasen og viser "Plantedatabasemenu".</li> <li>7. UC6 fortsætter fra pkt. 7 i hovedscenariet.</li> </ol> <p><b>[Alt 3.b : Bruger trykker på en plante, der skal redigeres.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Systemet viser "Databaseredigeringsmenu".</li> <li>5. UC6 fortsætter fra pkt. 5 i hovedscenariet.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	Ingen

Tabel 6: UC6: Administrer Plantedatabase

<b>Navn:</b>	UC7: Konfigurer System
<b>Mål:</b>	At konfigurere indstillinger for systemet.
<b>Initiering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger (primær)
<b>Reference:</b>	Ingen
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	En
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er operationelt, regulering er aktiveret og hovedmenuen er vist.
<b>Resultat:</b>	Systemet er konfigureret efter brugerens ønske. Hovedmenuen vises.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger trykker "Konfigurer System".</li> <li>2. System viser "Konfigurationsmenu".</li> <li>3. Bruger vælger "E-mail Adresser". <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Alt 3.a : Bruger vælger "Notifikationer".]</li> <li>• [Alt 3.b : Bruger vælger "Indstil dato/tid".]</li> <li>• [Alt 3.c : Bruger vælger "Hardware indstillinger".]</li> </ul> </li> <li>4. Systemet viser "E-mail menu".</li> <li>5. Brugeren indtaster op til tre ønskede E-mail adresser og trykker "OK".</li> <li>6. Systemet gemmer E-mail adresserne i konfigurationsfilen. Systemet viser "Konfigurationsmenu".</li> <li>7. Brugeren trykker "tilbage".</li> <li>8. UC7 afsluttes og Hovedmenuen vises.</li> </ol>
<b>Alternativ:</b>	<p><b>[Alt 3.a : Bruger vælger "Notifikationer".]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. System viser "Notifikationsmenu".</li> <li>5. Brugeren indtaster ønskede indstillinger for notifikationer.</li> <li>6. Brugeren trykker "OK".</li> <li>7. Systemet gemmer indstillingerne i konfigurationsfilen og viser "Konfigurationsmenu".</li> <li>8. UC7 fortsætter fra punkt 7 i hovedscenariet.</li> </ol> <p><b>[Alt 3.b : Bruger vælger "Indstil dato/tid".]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Systemet viser "Tid- og datomenu".</li> <li>5. Bruger indtaster dato og tid.</li> <li>6. Brugeren trykker "OK".</li> <li>7. System gemmer de indtastede data i konfigurationsfilen og viser "Konfigurationsmenu".</li> <li>8. UC7 fortsætter fra punkt 7.</li> </ol> <p><b>[Alt 3.c : Bruger vælger "Hardware indstillinger".]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. System viser "Hardware Indstillingsmenu".</li> <li>5. Brugeren vælger blæser on/off og/eller varmelegeme on/off.</li> <li>6. Brugeren trykker "OK".</li> <li>7. System gemmer de indtastede indstillinger i konfigurationsfilen og viser "Konfigurationsmenu".</li> <li>8. UC7 fortsætter fra punkt 7 i hovedscenariet.</li> </ol>

Tabel 7: UC7: Konfigurer System

<b>Navn:</b>	UC8: Se Systemlog
<b>Mål:</b>	Brugeren aflæser data i system log.
<b>Itering:</b>	Bruger
<b>Aktører:</b>	Bruger
<b>Reference:</b>	Ingen
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er operationelt og hovedmenu vises.
<b>Resultat:</b>	Brugeren har set system log og Hovedmenuen er vist.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bruger vælger "Se Systemlog".</li> <li>2. Systemet viser en "Systemlogmenu", der indeholder en liste over hændelser i systemet.</li> <li>3. Bruger vælger "Tilbage".</li> <li>4. UC8 afsluttes og hovedmenuen vises.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	Ingen

Tabel 8: UC8: Se Systemlog

<b>Navn:</b>	UC9: Rapportering
<b>Mål:</b>	Bruger modtager notifikations- og advarsels E-mails.
<b>Itering:</b>	UC10: Monitorering
<b>Aktører:</b>	Bruger
<b>Reference:</b>	UC10: Monitorering
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	UC10 er aktiv, systemet er operationelt og notifikations- og advarselsemal er slået til.
<b>Resultat:</b>	Systemet har sendt notifikations- og advarsels E-mail.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet sender daglig notifikations E-mail klokken 12.</li> <li>2. Systemet sender advarsels E-mail, hvis en parameter i det fysiske drivhus er under den ønskede værdi.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	Ingen

Tabel 9: UC9: Rapportering

<b>Navn:</b>	UC10: Monitorering
<b>Mål:</b>	At opdatere live parametre i Hovedmenuen.
<b>Initering:</b>	UC1: Start
<b>Aktører:</b>	Drivhusklima
<b>Reference:</b>	UC1: Start, UC2: Stop, UC9: Rapportering
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	Én
<b>Forudsætning:</b>	UC1 er gennemført og systemet er operationelt.
<b>Resultat:</b>	Hovedmenuen er opdateret med nyeste data fra data loggen.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet indlæser konfigurationsfilen.</li> <li>2. Systemet aflæser måleværdier fra sensorer og gemmer dem i data loggen.</li> <li>3. Systemet opdaterer live-status i hovedmenuen med de målte værdier.</li> <li>4. Systemet sammenligner aflæste værdier fra sensorerne med ønskede værdier fra det virtuelle drivhus.</li> <li>5. Målte værdier ligger inden for tolerancerne i forhold til ønskede værdier. <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Ext 4.a : Værdierne ligger ikke inden for tolerancerne.]</li> </ul> </li> <li>6. Systemet farver alle datafelter for jordfugtighed grønne.</li> <li>7. Systemet venter et minut og fortsætter fra pkt. 1 i hovedscenariet.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	<p><b>[Ext 4.a : Værdierne ligger ikke inden for tolerancerne.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet aktiverer UC9: Rapportering.</li> <li>2. Systemet markerer datafelter, der ligger udenfor tolerancerne røde.</li> <li>3. Systemet fortsætter fra pkt. 7 i hovedscenariet.</li> </ol>

Tabel 10: UC10: Monitorering



<b>Navn:</b>	UC11: Regulering
<b>Mål:</b>	At regulere temperaturen i det fysiske drivhus til ønsket værdi, samt at jordfugtigheden for hver plante stemmer overens med den angivne jordfugtighed i det virtuelle drivhus.
<b>Initering:</b>	UC1: Start
<b>Aktører:</b>	Drivhusklima
<b>Reference:</b>	UC1: Start
<b>Antal samtidige forekomster:</b>	En
<b>Forudsætning:</b>	Systemet er operationelt og regulering er aktiveret.
<b>Resultat:</b>	Aktuatorer for vindue, blæsere, varmelegeme og vanding er evt. aktiveret.
<b>Hovedscenarie:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet indlæser konfigurationsfilen.</li> <li>2. Systemet sammenligner nyeste værdier for jordfugtighed fra data loggen med ønskede værdier fra det virtuelle drivhus.</li> <li>3. Jordfugt værdierne ligger inden for tolerancerne. <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Ext 3.a : En eller flere jordfugt værdier ligger under tolerancen.]</li> </ul> </li> <li>4. Systemet sammenligner nyeste værdi for temperatur fra data loggen med angiven værdi i det virtuelle drivhus.</li> <li>5. Værdien ligger inden for tolerancen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• [Ext 5.a : Værdien for temperatur ligger over tolerancen.]</li> <li>• [Ext 5.b : Værdien for temperatur ligger under tolerancen.]</li> </ul> </li> <li>6. Systemet venter 1 minut og fortsætter fra pkt. 1 i hovedscenariet.</li> </ol>
<b>Udvidelser:</b>	<p><b>[Ext 3.a : En eller flere jordfugt værdier ligger under tolerancen.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet aktiverer aktuator for vanding for den eller de planter der er under tolerancen.</li> <li>2. Systemet fortsætter fra pkt. 4 i hovedscenariet.</li> </ol> <p><b>[Ext 5.a : Værdien for temperatur ligger over tolerancen.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet regulerer temperaturen nedad jf. konfigurationsfilen.</li> <li>2. Systemet fortsætter fra pkt. 6 i hovedscenariet.</li> </ol> <p><b>[Ext 5.b : Værdien for temperatur ligger under tolerancen.]</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systemet regulerer temperaturen opad jf. konfigurationsfilen.</li> <li>2. Systemet fortsætter fra pkt. 6 i hovedscenariet.</li> </ol>

Tabel 11: UC11: Regulering

### 3 Accepttest (Alle)

#### 3.1 Version

Dato	Version	Initialer	Ændring
26. februar	1	KS	Første udkast.
6. marts	2	MHG	Rettelser efter review.
13. marts	3	MHG	Mindre rettelser efter fælles gennemlæsning.

#### 3.2 Funktionelle Krav

Use case under test		UC1: Start og UC2: Stop		
Scenarie		Hovedscenarie		
Forudsætning		Systemet er stoppet helt, er operationelt og viser hovedmenuen.		
Step	Handling	Forventet Resultat	Resultat	Godkendt / Kommentar
1.1	Bruger trykker på "Monitorering".	Visuel test: Bruger observerer at "Monitorering" skifter farve fra rød til grøn.		
1.2	Bruger trykker på "Monitorering".	Visuel test: Bruger observerer at "Monitorering" skifter farve fra grøn til rød.		
1.3	Bruger trykker på "Regulering".	Visuel test: Bruger observerer at "Monitorering" og "Regulering" skifter farve fra rød til grøn.		
1.4	Bruger trykker på "Regulering".	Visuel test: Bruger observerer at "Regulering" skifter farve fra grøn til rød.		
1.5	Bruger trykker på "Monitorering".	Visuel test: Bruger observerer at "Monitorering" skifter farve fra grøn til rød.		
1.6	Bruger trykker på "Regulering".	Visuel test: Bruger observerer at "Monitorering" og "Regulering" skifter farve fra rød til grøn.		

1.7	Bruger trykker på "Monitorering".	Visuel test: Bruger observerer at "Monitorering" og "Regulering" skifter farve fra grøn til rød.		
-----	-----------------------------------	--	--	--

Tabel 12: Accepttest for UC1: Start og UC2: Stop

<b>Use case under test</b>		UC3: Overvåg		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		UC 10 er aktiv, systemet er operationelt og hovedmenuen vises.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
3.1	Bruger ser på brugergrænsefladen.	Visuel test: Der observeres tilstedeværelse af oplysninger om temperatur.		
3.2	Bruger ser på brugergrænsefladen.	Visuel test: Der observeres tilstedeværelse af oplysninger om luftfugtighed.		
3.3	Bruger ser på brugergrænsefladen.	Visuel test: Der observeres tilstedeværelse af oplysninger om lysintensitet.		
3.4	Bruger ser på brugergrænsefladen.	Visuel test: Der observeres tilstedeværelse af oplysninger om jordfugtighed for jordfugtmåler 1-6.		

Tabel 13: Accepttest for UC3: Overvåg

<b>Use case under test</b>		UC4: Administrer drivhus		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
4.1	Bruger trykker "Administrer Drivhus".	Visuel test: Bruger observerer en undermenuen "Virtuelt Drivhus Menu" på brugerfladen.		
4.2	Bruger trykker "Tilføj plante".	Visuel test: Bruger observerer en liste over planterne i Plantedatabasen på brugerfladen.		
4.3	Bruger vælger den øverste plante på listen.	Visuel test: Systemet viser undermenuen "Planteredigerings-menu".		
4.4	Bruger indtaster parametre for planten, temperatur: 25 grader, fugtighed: 10, og trykker "OK".	Visuel test: Undermenuen "Virtuelt Drivhus Menu" vises. Den redigerede plante vises.		
4.5	Bruger trykker på den plante, der blev tilføjet under pkt. 4.4.	Visuel test: Systemet viser undermenuen "Planteredigerings-menu".		
4.6	Bruger trykker "Fjern" og trykker "OK".	Visuel test: "Virtuelt Drivhus Menu" vises. Den fjernede plante er ikke længere i det virtuelle drivhus.		
4.9	Bruger trykker "Tilbage".	Visuel test: Hovedmenuen vises.		

Tabel 14: Accepttest for UC4: Administrer drivhus

<b>Use case under test</b>		UC5: Se historik		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
5.1	Bruger trykker "Se Historik".	Visuel test: Systemet viser "Historikmenu".		
5.2	Bruger trykker "Uge".	Visuel test: Systemet viser en graf med historik for en uge.		
5.3	Bruger trykker "Måned".	Visuel test: Systemet viser en graf med historik for en måned.		
5.4	Bruger trykker "År".	Visuel test: Systemet viser en graf med historik for et år.		
5.5	Bruger trykker "Temperatur".	Visuel test: Historik for temperatur vises ikke på grafen.		
5.6	Bruger trykker "Luftfugtighed".	Visuel test: Historik for luftfugtighed vises ikke på grafen.		
5.7	Bruger trykker "Lys".	Visuel test: Historik for lys vises ikke på grafen.		
5.8	Bruger trykker "Temperatur".	Visuel test: Historik for temperatur vises på grafen.		
5.9	Bruger trykker "Luftfugtighed".	Visuel test: Historik for luftfugtighed vises på grafen.		
5.10	Bruger trykker "Lys".	Visuel test: Historik for lys vises på grafen.		
5.11	Bruger trykker "Jordfugtighed"for plante nr 1.	Visuel test: Jordfugtigheden for plante nr. 1 vises på grafen.		
5.12	Pkt. 5.11 gentages for plante 2-6.	Visuel test: Jordfugtigheden for planterne vises på grafen.		

5.13	Bruger trykker "Jordfugtighed" for plante nr 1.	Visuel test: Jordfugtigheden for plante nr. 1 vises ikke på grafen.		
5.14	Pkt. 5.12 gentages for plante 2-6.	Visuel test: Jordfugtigheden for planterne vises ikke på grafen.		
5.15	Bruger trykker på "Tilbage"	Visuel test: Hovedmenuen vises.		

Tabel 15: Accepttest for UC5: Se historik

Use case under test		UC6: Administrer Plantedatabase		
Scenarie		Hovedscenarie		
Forudsætning		Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.		
Step	Handling	Forventet Resultat	Resultat	Godkendt / Kommentar
6.1	Bruger trykker "Administrer Plantedatabase".	Visuel test: Systemet viser "Plantedatabasemenu".		
6.2	Bruger trykker på "Tilføj Data".	Visuel test: Systemet viser "Databaseredigeringsmenu".		
6.3	Bruger vælger ønskede parametre for planten, temperatur: 22 grader, fugtighed: 8, og trykker "OK".	Visuel test: Systemet viser "Plantedatabasemenu". Planten er tilføjet.		
6.4	Bruger trykker på den plante, der blev tilføjet under pkt. 6.3.	Visuel test: Systemet viser "Databaseredigeringsmenu".		
6.5	Bruger trykker "Fjern".	Visuel test: Systemet viser en dialogboks.		
6.6	Bruger trykker "OK".	Visuel test: Systemet viser "Plantedatabasemenu". Planten er fjernet.		
6.7	Bruger trykker "Tilbage".	Visuel test: Hovedmenuen vises.		

Tabel 16: Accepttest for UC6: Administrer plantedatabase

<b>Use case under test</b>		UC7: Konfigurer system		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		Systemet er operationelt og hovedmenuen vises. Blæsere og varmelegeme er slået fra.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
7.1	Bruger trykker "Konfigurer System".	Visuel test: System viser "Konfigurationsmenu".		
7.2	Bruger trykker "E-mail Adresser".	Visuel test: System viser "E-mail Menu".		
7.3	Bruger indtaster tre E-mail adresser og trykker "OK".	Visuel test: System viser "Konfigurationsmenu".		
7.4	Bruger trykker "E-mail Adresser".	Visuel test: System viser "E-mail Menu". De tre E-mail adresser fra pkt. 7.3 er synlige.		
7.5	Bruger trykker "Tilbage".	Visuel test: Systemet viser "Konfigurationsmenu".		
7.6	Bruger trykker "Notifikationer"	Visuel test: "Notifikationsmenu" vises.		
7.7	Bruger trykker på "Notifikations E-mail".	Visuel test: "Notifikations E-mail" skifter farve fra rød til grøn.		
7.8	Bruger trykker på "Notifikations E-mail".	Visuel test: "Notifikations E-mail" skifter farve fra grøn til rød.		
7.9	Bruger trykker på "Advarsels E-mail".	Visuel test: "Advarsels E-mail" skifter farve fra rød til grøn.		
7.10	Bruger trykker på "Advarsels E-mail".	Visuel test: "Advarsels E-mail" skifter farve fra grøn til rød.		
7.11	Bruger trykker "Tilbage".	Visuel test: Systemet viser "Konfigurationsmenu".		
7.12	Bruger trykker "Indstil dato/tid".	Visuel test: "Tid- og Datomenu" vises.		

7.13	Bruger indtaster 1. juli klokken 14:15 og trykker "OK".	Visuel test: Systemet går tilbage til "Konfigurationsmenu". Ny dato og tid (1. juli klokken 14:15) vises på brugerfladen.		
7.14	Bruger trykker "Hardware Indstillinger".	Visuel test: Systemet viser "Hardware indstillingsmenu".		
7.15	Bruger trykker på "Blæsere"	Visuel test: "Blæsere" skifter farve fra rød til grøn.		
7.16	Bruger trykker på "Blæsere"	Visuel test: "Blæsere" skifter farve fra grøn til rød.		
7.17	Bruger trykker på "Varmelegeme".	Visuel test: "Varmelegeme" skifter farve fra rød til grøn.		
7.18	Bruger trykker på "Varmelegeme".	Visuel test: "Varmelegeme" skifter farve fra grøn til rød.		
7.12	Bruger trykker på "Tilbage".	Visuel test: "Konfigurationsmenu" vises.		
7.13	Bruger trykker på "Tilbage".	Visuel test: "Hovedmenu" vises.		

Tabel 17: Accepttest for UC7: Konfigurerer system

<b>Use case under test</b>		UC8: Se systemlog		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		Systemet er operationelt og hovedmenuen vises.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
8.1	Bruger trykker "Systemlog".	Visuel test: Systemet viser "Systemlogmenu".		
8.2	Bruger trykker "Tilbage".	Visuel test: Systemet viser Hovedmenuen.		

Tabel 18: Accepttest for UC8: Se systemlog



<b>Use case under test</b>		UC9: Rapportering		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		UC10 Monitorering er aktiv, systemet er operationelt og E-mail-opsætning er udført af brugeren. Desuden skal brugeren have angivet ønske om at modtage notifikationer. Jordfugtighedssensor 1 er konfigureret til en plante, som har niveau 10 som ønsket jordfugtighedsparameter.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
9.1	Bruger tjekker sin email klokken 12:15.	Visuel test: Bruger har modtaget E-mail med daglig status fra systemet.		
9.2	Bruger tager jordfugtighedssensor 1 op af jorden.	Visuel test: Bruger modtager advarsels E-mail.		

Tabel 19: Accepttest for UC9: Rapportering

<b>Use case under test</b>		UC10: Monitorering		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		UC1 Start er gennemført og systemet er operationelt.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
10.1	Bruger noterer aktuel værdi for temperatur i Hovedmenuen. Brugeren sprayer kuldespray på temperatursensoren og venter mindst 1 minut.	Visuel test: Værdien i feltet "Temperatur" i Hovedmenuen falder.		
10.2	Bruger deaktiverer monitorering og tilgår systemloggen.	Visuel test: Systemloggen er blevet opdateret med nye data og korrekt tidsstempling.		

Tabel 20: Accepttest for UC10: Monitorering

<b>Use case under test</b>		UC11: Regulering		
<b>Scenarie</b>		Hovedscenarie		
<b>Forudsætning</b>		Både UC10 Monitorering og UC11 Regulering er startet. Jordfugtighedssensor 1 er konfigureret til en plante, som har niveau 10 som ønsket jordfugtighedsparameter. Varmelegeme og blæsere er aktiveret.		
<b>Step</b>	<b>Handling</b>	<b>Forventet Resultat</b>	<b>Resultat</b>	<b>Godkendt / Kommentar</b>
11.1	Bruger tager jordfugtighedssensor 1 op af jorden; spændingen på aktuator for vanding ved jordfugtighedssensor 1 måles med voltmeter.	Aktuator for vanding ved plante 1 går fra false til true.		
11.2	Bruger sprayer kuldespray på temperatursensoren.	Visuel test: Varmelegemet aktiveres.		
11.3	Det fysiske drivhus varmes op vha. en varmeblæser.	Visuel test: Blæsere aktiveres og vinduet åbnes.		

Tabel 21: Accepttest for UC11: Regulering

### 3.3 Ikke-funktionelle krav

Krav	Test	Forventet Resultat	Resultat	Godkendt/kommentar
1.	Start drivhuset med monitoring, noter hvornår værdier bliver tilføjet til systemloggen. Varighed 10 min.	Data loggen genererer 10 datapunkter med 1 min. mellemrum.		
2.	Det fysiske drivhus placeres i et rum ved 20 +/- 1 grader celcius, og opvarmes vha. en varmeblæser til minimum 30 grader celcius. I det virtuelle drivhus sættes en ønsket gennemsnitstemperatur på 25 grader celcius og ventilator er aktiveret.	Inden der er gået 30 min. aflæses temperaturen i drivhuset til 25 +/- 1 grader celcius.		

3.	En potte med tør muld indsættes i det fysiske drivhus. En fugtigheds-sensor places i mulden og vand hældes langsomt i.	Systemloggen skriver 11 dataværdier med stigende fugtighed og den 11. data værdi er ækvivalent med den 10. værdi.		
4.	6 fugtighedsmålere tilsluttes systemet, hvorefter systemet startes.	Systemloggen indeholder måleværdier for 6 forskellige sensorer efter 1 min.		
5.	100 planter indsættes i plantedatabasen.	Databasen kontrolleres for alle 100 planters eksistens.		
6.	Intervaller for datalogging sættes ned for at simulere et års data.	Historik kan ses med et års data.		
7.	Det fysiske drivhus placeres i et rum ved 20 +/- 1 grader celcius. Systemet sættes til at regulere temperaturen i det fysiske drivhus til 25 grader celcius. Et eksternt termometer med en usikkerhed på højst 0.1 grader celcius placeres ved siden af temperatursensoren.	Det eksterne termometer måler 25 +/- 2 grader celcius inden for 30 min.		
8.	Der indtastets tre gyldige E-mail adresser via brugerfladens "E-mailmenu". Daglig E-mail notifikation aktiveres. Testpersonen kontrollerer de tre indtastede E-mailkontos indbakker næste gang klokken har passeret 12.00	Testpersonen har modtaget en E-mail fra systemet på hver af de tre indtastede E-mailadresser.		
9.	Det fysiske drivhus placeres i et rum ved 20 +/- 1 grader celcius. I det virtuelle drivhus sættes en ønsket gennemsnitstemperatur på 25 grader celcius.	Inden der er gået 30 min. aflæses temperaturen i drivhuset vha. Hovedmenuen til 25 +/- 1 grad celcius.		

10.	En potte med tør muld indsættes i det fysiske drivhus. En fugtigheds-sensor placeres i mulden og rapporting og Advarsels E-mail er aktiveret. En sensor med ønsket værdi for fugtighed på 10 placeres i mulden.	Før 10 min er forløbet, har brugeren modtaget en Advarsels E-mail.		
-----	---	--	--	--

Tabel 22: Ikke funktionelle krav

## 4 Systemarkitektur (Alle)

### 4.1 Version

Dato	Version	Initialer	Ændring
11. marts	1	KS	Første udkast.
18. marts	2	MHG	Inden review.
23. marts	3	MHG	Rettelser efter review.

### 4.2 Indledning

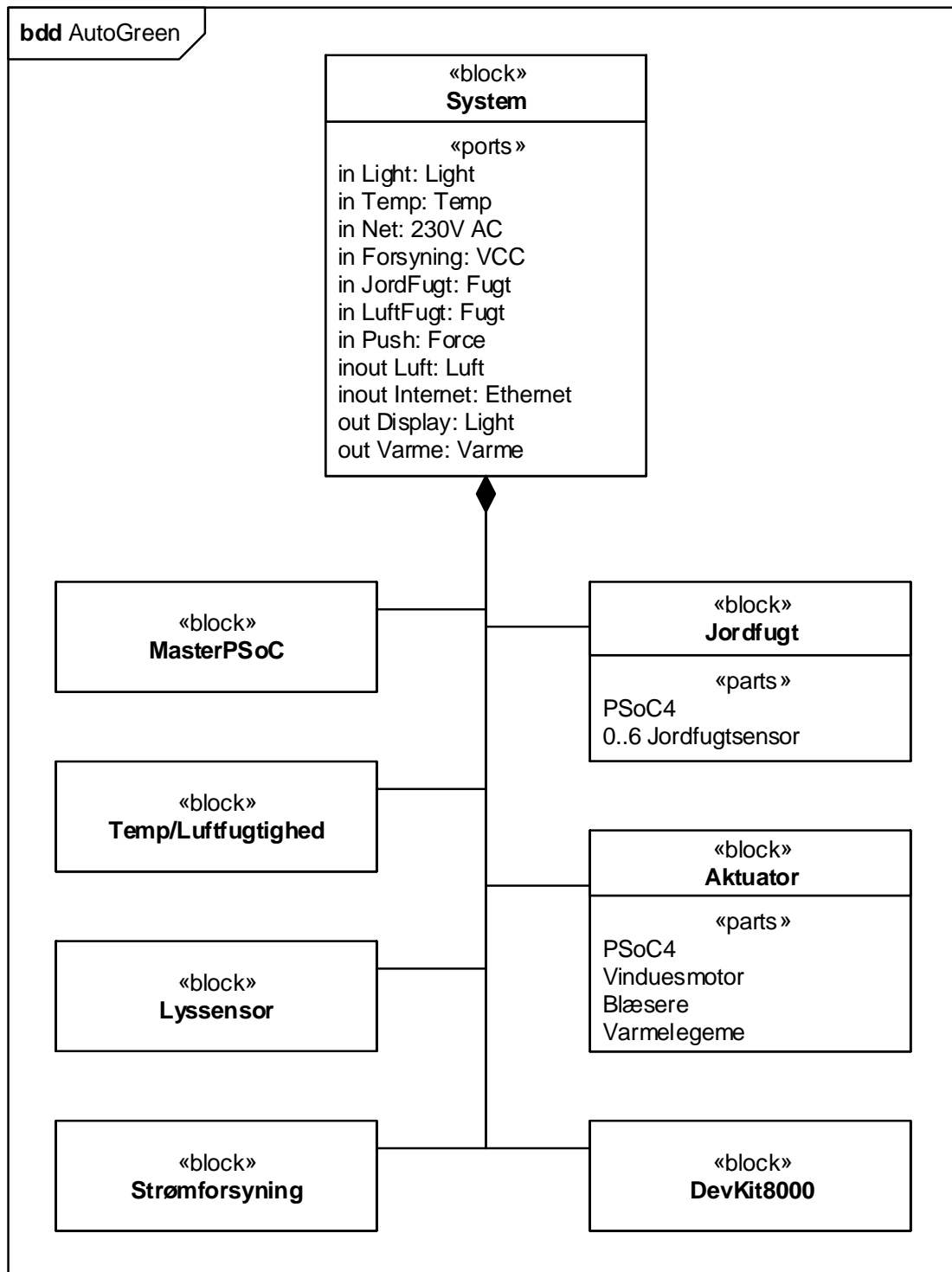
I dette kapitel vil systemarkitekturen for AutoGreen være opdelt i to underdele, hhv. for hardware og for software. Formålet med kapitlet er at gøre systemets grænseflader, både interne og eksterne, klare ift. signaltyper, niveauer og softwaregrænseflader.

### 4.3 Hardwarearkitektur

Dette afsnit beskriver arkitektur for hardware i AutoGreen.

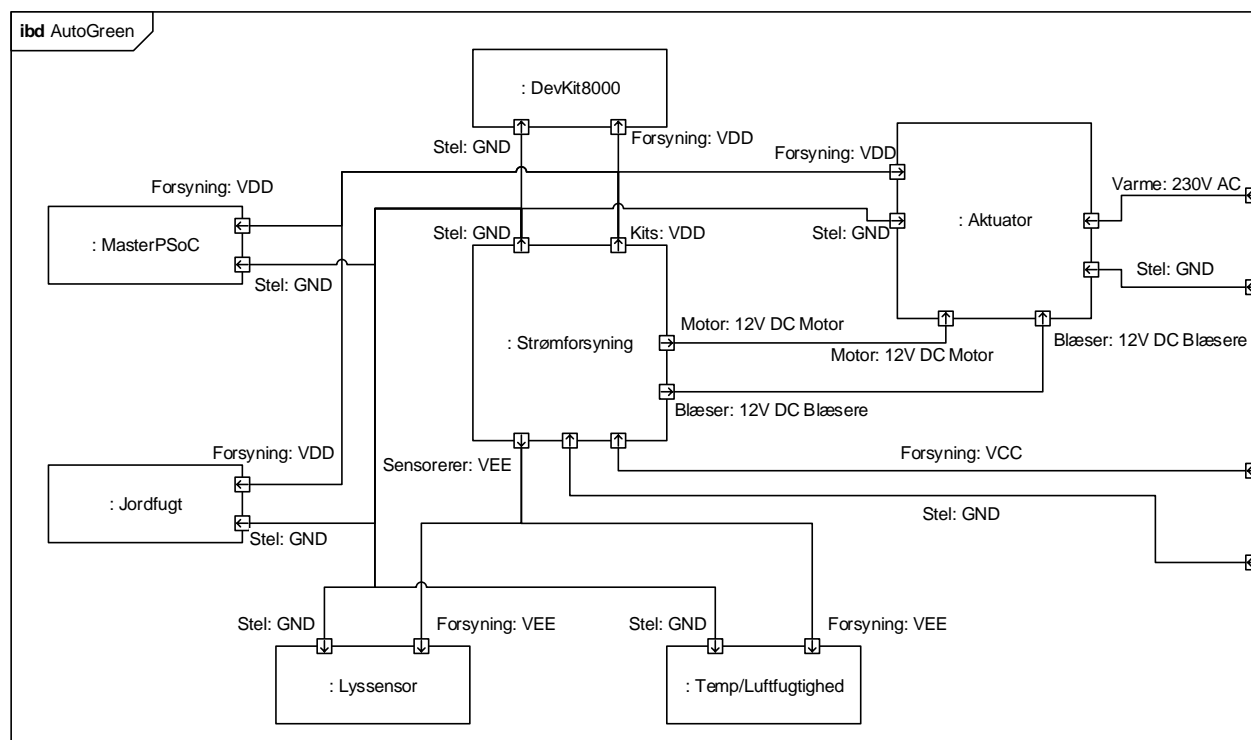
Forsyning til alle blokke er beskrevet på BDD for system, Figur 7. Forsyninger er ikke tegnet ind på øvrige diagrammer for overskuelighedens skyld. Det gælder desuden at alle blokke har fælles reference (GND).

### 4.3.1 BDD for System



Figur 7: BDD for System.

### 4.3.2 IBD'er for System



Figur 8: IBD for forsyninger i systemet.

#### Strømforsyning

Forsyner øvrig hardware i systemet, undtagen varmelegemet. Blokken forsynes fra en laboratorieforsyning.

#### DevKit8000

Systemets brugerflade, er samtidigt controller for systemet.

#### MasterPSoC

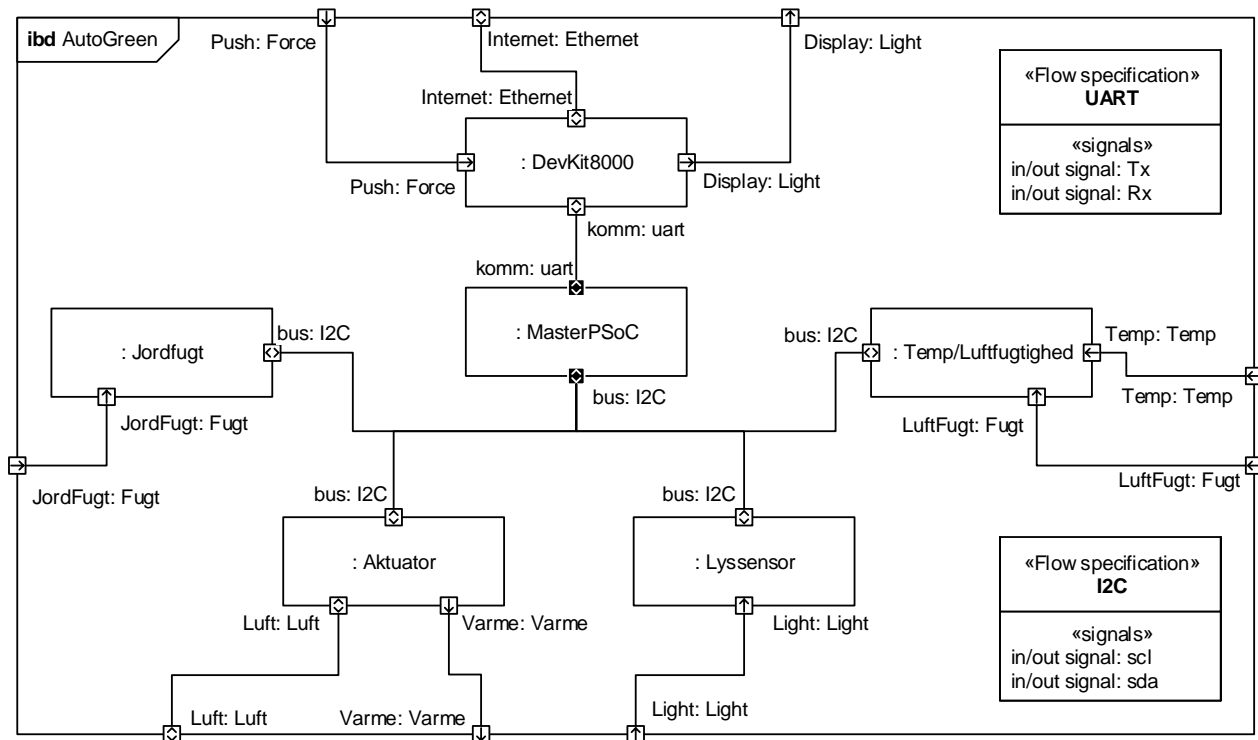
PSoC4 Pioneer Kit, der har til opgave at kommunikere via UART med DevKit8000 og via I<sup>2</sup>C med slaver.

#### Temp/Luftfugtighed

Denne blok indeholder en sensor med I<sup>2</sup>C interface og måler temperatur og luftfugtighed i det fysiske drivhus.

#### Lyssensor

Består af en sensor med I<sup>2</sup>C interface og måler lysintensitet i det fysiske drivhus.



Figur 9: IBD for signaler i systemet.

## Jordfugt

Denne blok indeholder op til seks analoge jordfugtsensorer, som vha. et PSoC4 Pioneer Kit er koblet på systemets I<sup>2</sup>C bus.

## Aktuator

Denne blok indeholder et PSoC4 Pioneer Kit, der fungerer som I<sup>2</sup>C slave og styrer systemets aktuatorer.

### 4.3.3 IBD for Aktuator

#### PSoC4

PSoC blokken består af et PSoC4 Pioneer Kit, der agerer slave på I<sup>2</sup>C bussen.

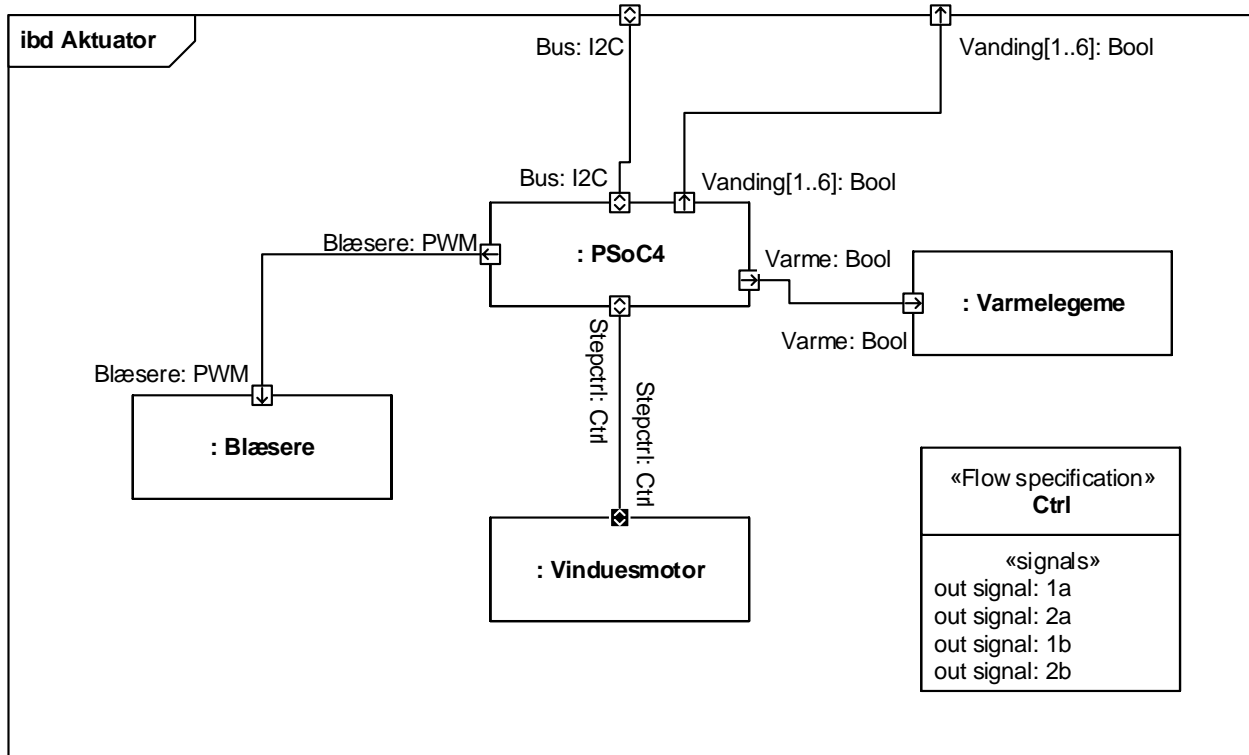
#### Vinduesmotor

Denne blok består af en steppermotor, der styrer vinduet i det fysiske drivhus.

#### Varmelegeme

Varmelegeme med formål at hæve temperaturen i det fysiske drivhus. Varmelegemet styres af PSoC4 blokken, og det forsynes direkte fra elnettet (230V AC).



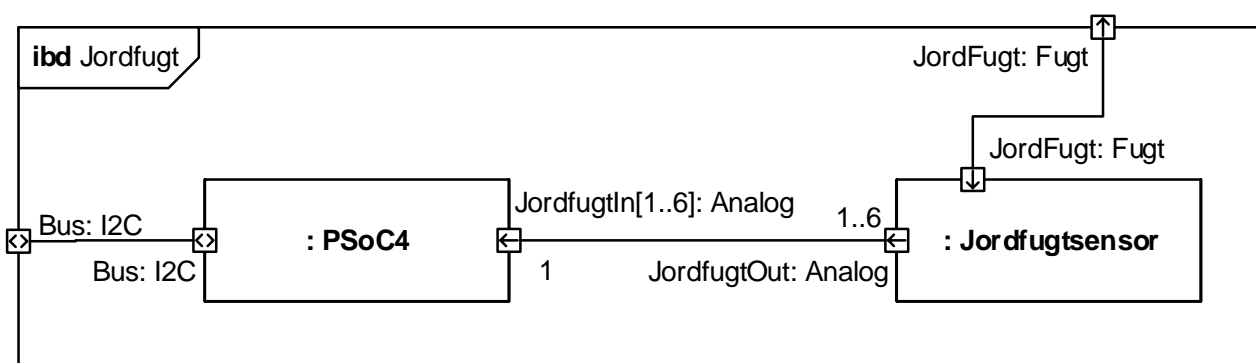


Figur 10: IBD for Aktuator

## Blæsere

Denne blok består af nogle blæsere, som kan ventilere luften i det fysiske drivhus. Blæserne styres af PSoC4, og de forsynes fra Strømforsyning.

### 4.3.4 IBD for Jordfugt



Figur 11: IBD for Jordfugt

## PSoC4

PSoC4 Pioneer Kit, der agerer slave på I<sup>2</sup>C -bussen.

## Jordfugtsensor

Denne blok indeholder en analog sensor, der måler jordfugt ved en plante i det fysiske drivhus. Der kan kobles op til seks af disse til PSoC4.

### 4.3.5 Signalbeskrivelser

Signaltype	Funktion	Tolerancer	Kommentar
VCC	Forsyning til strømforsyning	12V $\pm$ 0,25V 3A max.	Lab.forsyning
VDD	Forsyning til alle PSoC4 Pioneer Kits og DevKit8000.	5V DC $\pm$ 0.15V, 0.5A max	-
VEE	Forsyning til sensorer	3.3V DC $\pm$ 0.1V, 0.1A max	-
12V DC Blæsere	Forsyning til blæsere.	12V DC $\pm$ 0,25V, 140mA max.	-
12V DC Motor	Forsyning til vinduesmotor.	12V $\pm$ 0,25V, 500mA max.	-
230V AC	Forsyning til varmelegeme.	230V AC $\pm$ 10%, 50 Hz, 0.3A max	-
Analog	Analogt målesignal fra jordfugtmåler.	0-3.3V $\pm$ 0.1V	Niveauer: 1: (0.0-0.1)*VEE 2: (0.1-0.2)*VEE 3: (0.2-0.3)*VEE 4: (0.3-0.4)*VEE 5: (0.4-0.5)*VEE 6: (0.5-0.6)*VEE 7: (0.6-0.7)*VEE 8: (0.7-0.8)*VEE 9: (0.8-0.9)*VEE 10: (0.9-1.0)*VEE Hysteres: 50mV
Bool	Digitalt signal til styring af vanding og varmelegeme.	0-3.3V	1=True: 2.8-3.3V 0=False: 0-0.4V
Ctrl	Styring af stepper motor	0-3.3V	1=True: 2.8-3.3V 0=False: 0-0.4V Består af fire signaler: 1a, 2a, 1b, 2b
GND	Stel	0V	Reference
I2C	Kommunikation mellem I <sup>2</sup> C enheder.	0-3.3V	1=True: 2.8-3.3V 0=False: 0-0.4V Består af to signaler: sca og scl

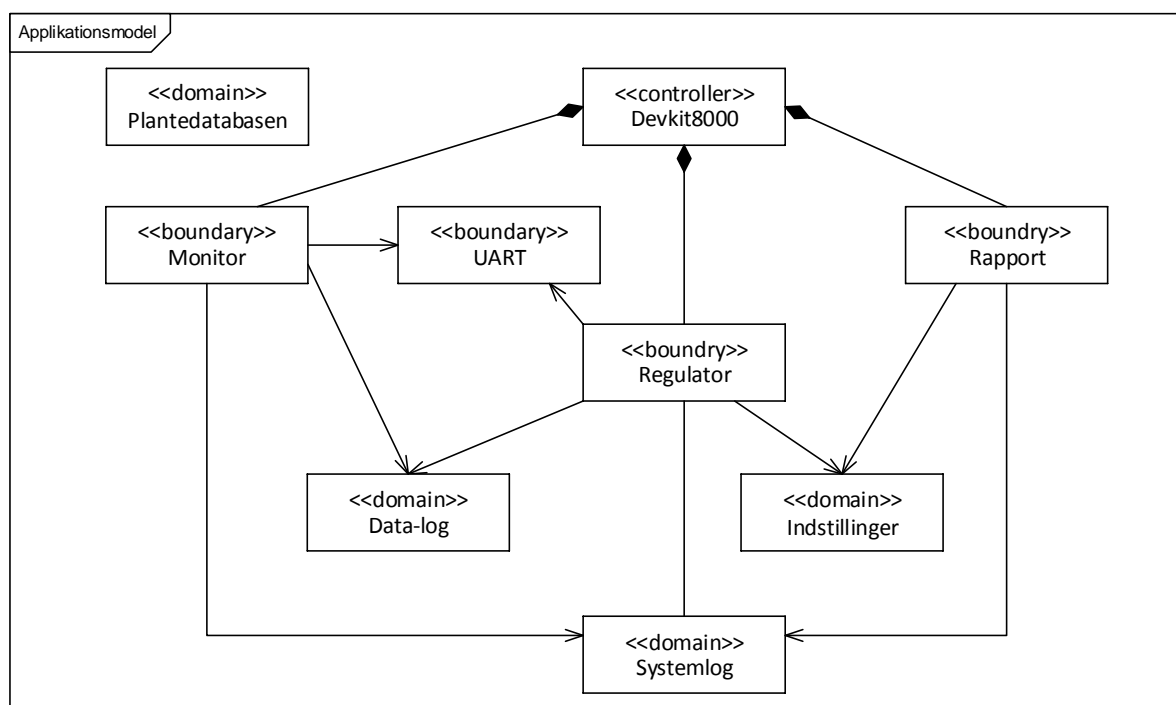
UART	Kommunikation mellem DevKit8000 og Master	0-5V	1=True: 4.5-5V 0=False: 0-0.4V Består af 2 signaler: Tx og Rx
PWM	Styring af blæsere vha. pulsbreddemodulation.	0-3.3V 1 kHz	Duty cycle styres fra 0-100% i trin fra 0-255. Hvor 0 svarer til 0% og 255 svarer til 100%

Tabel 23: Beskrivelse af signaler.

## 4.4 Softwarearkitektur

### 4.4.1 Applikationsmodel

Applikationsmodellen er valgt ud fra udviklernes synspunkt og bruges for at give overblik over hvilke klasser som skal laves, og hvilket ansvar de hver især har. Nedenstående UML skal ses som det overordnede system og menuklasserne er udeladt for at skabe overblik.



Figur 12: Application model for AutoGreen

### 4.4.2 Controller-Klasser

#### DevKit8000

DevKit8000 klassen skal initiere systemet og har derfter ansvaret for styring af processerne Regulering og Monitoring. DevKit8000 klassen indeholder alle menuer beskrevet i menuoversigt. Brugeren kan interagere med klassen igennem menuerne. Controller-klassen har igennem menuerne set i menuoversigten tilgang til de andre klasser i systemet.

### 4.4.3 Boundary-Klasser

#### Monitor

Monitorklassens primære opgave er at opsamle sensordata fra UART klassen og skrive dem til data-loggen. Derudover skal Monitor skrive til System-log, hvis UART klassen rapporterer fejl ved dataoverførelse.

## **Regulator**

Reguleringsklassen har ansvaret for at planterværdierne bliver overholdt. Den opnår dette ved at læse fra data-loggen og hvis uregelmæssigheder findes blandt disse data, vil klassen tænde de fornødende akuatorer gennem UART klassen. Der ud over skal Regulator skrive til System-log, hvis UART klassen rapporterer fejl ved data overførelse.

## **UART**

UARTklassen er grænsefladen mellem Devkittet og de sensorer/akuatorer, der måtte eksistere i AutoGreen systemet.

## **Rapport**

Rapportering indlæser E-mailkonfigurationer fra indstillinger, som bestemmer hvilke funktionaliteter, der skal benyttes. Rapporting skal sende E-mail til brugeren dagligt, når der er kritisk klima i drivhuset, eller både dagligt og ved kritisk klima.

### **4.4.4 Domain-Klasser**

#### **Data-log**

Data-loggen styrer en datastruktur. Det er dens opgave at modtage og indsætte målte data from drivhusklima i datastrukturen, samt hente informationer ud fra strukturen.

#### **System-log**

System-loggen har til ansvar at styre en datastruktur med henblik på at gemme de vigtigste systemhændelser og skal kunne tilgås af brugeren senere.

#### **Indstillinger**

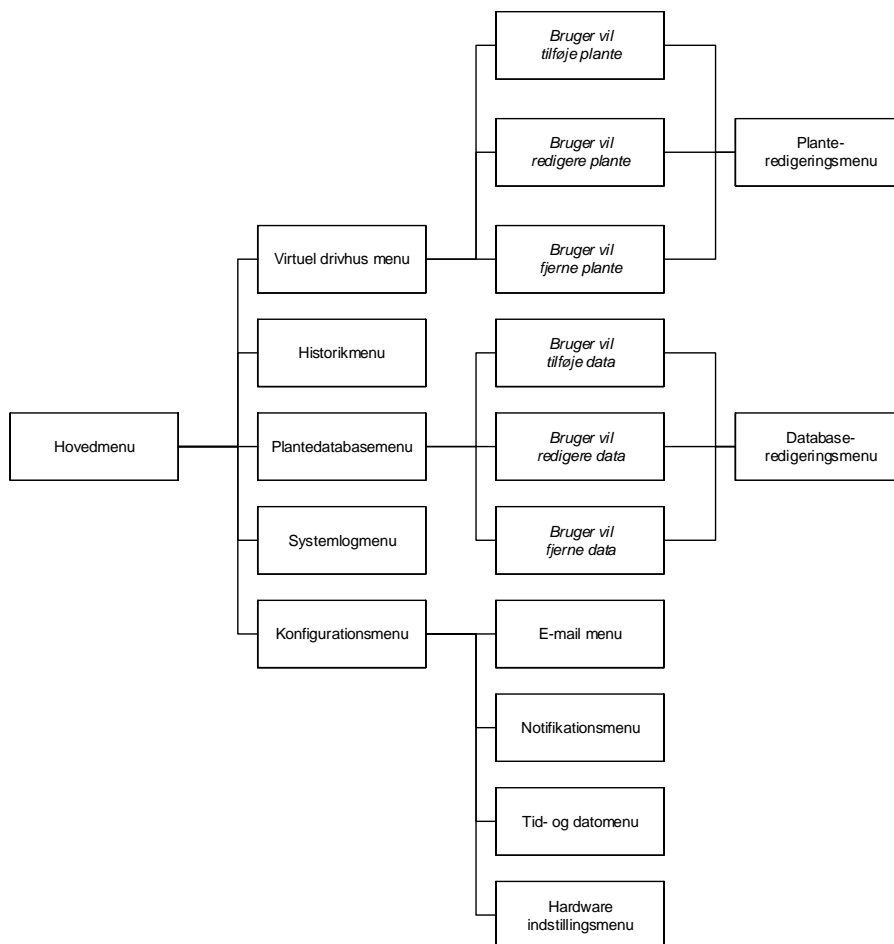
Indstillinger gemmer konfigurationer og indlæser dem i konfigurationsfilen, når regulering eller rapportering startes af brugeren.

#### **Plantedatabasen**

Plantedatabasen gemmer parametre for brugerdefinerede planter samt prækonfigurerede planter og tilgås via en klasse menu.

#### 4.4.5 Menuoversigt

Menuoversigten giver et overblik over de forskellige menuer og hvilke menuer, der giver tilgang til hinanden.



Figur 13: Oversigt over AutoGreen's menuer

#### 4.4.6 Menubeskrivelse

Menuoversigten er med til at give et overblik over hvordan de forskellige menuer tilgås igennem systemet, og fra hvilke menuer man kan tilgå andre menuer. Hovedmenuen er som standard stedet, hvor brugeren starter, da er her muligt at monitorere drivhusklimaet. I hovedmenuen har brugeren mulighed for at tilgå de 5 undermenuer: virtuel drivhus-, historik-, plantedatabase-, systemlog- og konfigurationsmenu.

##### Virtuelle drivhusmenu

I det virtuelle drivhus har brugeren mulighed for at tilføje nye planter til drivhuset, redigere allerede tilstedeværende planter, og herunder slette planter fra drivhuset. Uanset ønsket skal brugeren tilgå planteredigeringsmenuen.

## **Historikmenu**

I historikmenuen har brugeren mulighed for at se data over drivhuset op til et år tilbage.

## **Plantedatabasemenu**

I plantedatabasemenuen har brugeren mulighed for at tilføje nye planter til databasen. Ved tryk på 'tilføj plante' oprettes en ny tom virtuel plante i databasen. Denne virtuelle plante åbnes i databaseredigeringsmenuen, hvor dens parametre kan indstilles efter behov. Hvis brugeren ønsker at redigere allerede oprettede planter eller slette disse, kan brugeren trykke på den ønskede plante. Den valgte plante vil blive åbnet gennem databaseredigeringsmenuen, og det er her muligt at redigere eller slette planten.

## **Systemlogmenu**

I systemloggen har brugeren mulighed for at se systemhændelser, f.eks. hvis systemet vælger at åbne et vindue, starte en blæser, eller bruge varmelegemet.

## **Konfigurationsmenu**

I konfigurationsmenu har brugeren mulighed for at tilgå 4 undermenuer: E-mailmenu, Notifikationsmenu, Tid- og datomenu, samt Hardware Indstillingsmenu.

### **E-mailmenu**

I E-mailmenuen, vises 3 kolonner, hvor brugeren har mulighed for at indtaste E-mail adresse, som skal modtage notifikationer.

### **Notifikationsmenu**

I notifikationsmenuen har brugeren mulighed for at slå notifikationer til og fra for både advarselsnotifikationer og daglige notifikationer.

### **Tids- og datomenu**

I Tids- og datomenuen har brugeren mulighed for at ændre dato og tid.

### **Hardware Indstillingsmenu**

I Hardware Indstillingsmenu har brugeren mulighed for at vælge hvilke akuatorer drivhuset skal bruge. Hvis brugeren ønsker at spare strøm, kan blæser og varmelegeme fravælges til regulering temperaturen.

## 4.5 Protokol for UART

I projektforløbets senere faser deles arbejdet op mellem en HW- og en SW-gruppe. SW gruppen har ansvar for design og implementering af SW på DevKit8000, mens HW gruppen har ansvar for design og realisering af HW og SW på PSoC4 Pioneer Kits. UART kommunikationen mellem PSoC Master og DevKit8000 defineres derved som grænsefladen mellem HW og SW, omend en del af funktionaliteten på PSoC4 Pioneer Kits realiseres vha. SW.

### 4.5.1 UART indstillinger

- Baud rate: 9600
- Antal bits: 8
- Antal stop bits: 1
- Paritet: Even

### 4.5.2 Datavalidering

For at sikre validering af data sendt fra DevKit8000 til PSoC4 Master, sendes der altid svar tilbage fra PSoC4 Master til DevKit8000. Svaret består af en gentagelse af den modtagne kommando og evt. nogle dataværdier.

Såfremt der går noget galt i I2C kommunikationen i HW delen af systemet, sendes en fejlkode til DevKit8000. Derved er der mulighed for at SW på DevKit8000 kan logge fejlhændelser i systemloggen, og fx gensende kommandoer eller kassere data.

Da hver enkelt byte, der sendes via UART er vedlagt en paritetsbit sikrer vi os til dels at hver byte overføres korrekt.

Når DevKit8000 sender en kommando via UART skal PSoC Master svare indenfor 2 sekunder. Såfremt dette ikke sker, sendes kommandoen igen mindst to gange. Alle kommandoer udføres serielt, hvilket vil sige at næste kommando ikke sendes før der er modtaget svar på den foregående.

### 4.5.3 Kommandoer

Kommando (DevKit -> PSoC Master)	Svar (PSoC Master -> DevKit)	Beskrivelse	Bitmønster
RequestTemp		Forespørgsel om data fra temperatursensor.	'T'
	Temp	Temperaturværdi fra sensor.	'T' efterfulgt af char med decimalværdi 1-200. 1 svarer til -19,5 grader, 200 svarer til 80 grader. Der sendes "XT", hvis der ikke er kontakt til temperatursensoren.
RequestLight		Forespørgsel om data fra temperatursensor.	'L'



	Light	Lysværdi fra sensor.	'L' efterfulgt af char med decimalværdi 1-100. 1 svarer til XX Lumen, 100 svarer til XX Lumen. Der sendes "XL", hvis der ikke er kontakt til lyssensoren.
RequestAirHum		Forespørgsel om data fra sensor for luftfugtighed.	'A'
	AirHumidity	Luftfugt værdi fra sensor.	'A' efterfulgt af char med decimalværdi 1-100. 1 svarer til 1%, 100 svarer til 100%. Der sendes "XA", hvis der ikke er kontakt til luftfugtsensoren.
RequestSoilHum		Forespørgsel om data fra en bestemt jordfugtsensor.	'S' efterfulgt af char for sensornummer (1-6 i ASCII).
	SoilHum	Jordfugt værdi fra sensor.	'S' efterfulgt af char for sensornummer (1-6 i ASCII). Herefter char med decimalværdi 1-10. 1 svarer til trin 1, 10 svarer til trin 10. Der sendes "XS" efterfulgt af char for sensornummer, hvis der ikke er kontakt til jordfugtsensoren.
TurnHeatOn		Tænder for varmelegeme.	'H'
	HeatIsOn	Ack.	'H' "XH", hvis der ikke er kontakt med aktuator for varmelegeme.
TurnHeatOff		Slukker for varmelegeme.	'K'
	HeatIsOff	Ack.	'K' "XK", hvis der ikke er kontakt med aktuator for varmelegeme.
AdjustWindow		Indstiller vindue.	'W' efterfulgt af ASCII værdien for 0 eller 1. 0 svarer til at lukke vindue, 1 svarer til at åbne vindue.
	WindowStatus	Ack.	'W' "XW", hvis der ikke er kontakt til aktuator for vindue.
Ventilation		Starter eller stopper blæsere.	'V' efterfulgt af ASCII værdien for 0 eller 1. 0 svarer til at slukke blæsere, 1 svarer til at tænde blæsere.
	VentilationStatus	Ack.	'V' "XV", hvis der ikke er kontakt til aktuator for blæsere.

Watering		Aktivere eller de-aktivere vandings-signaler.	'F' efterfulgt af char for plantenummer (1-6 i ASCII). Herefter ASCII værdien for 0 eller 1. 0 svarer til ingen vanding, 1 svarer til vanding.
	WaterStatus	Ack.	'F' Der sendes "XF", hvis der ikke er kontakt til aktuator for vanding.

Tabel 24: Kommando liste for UART kommunikation

## 5 Hardware Design

(Kristian T., Philip, Lasse, Henrik og Morten)

### 5.1 Version

Dato	Version	Initialer	Ændring
30. marts	1	MHG	I2C Protokol og design af Aktuator.
8. april	2	MHG	Mindre rettelser i Aktuator design.
10. april	3	MHG	Skrevet det sidste (varmelegeme) design i aktuator blokken.

### 5.2 I<sup>2</sup>C Protokol

Dette afsnit omhandler kommunikationen mellem alle I<sup>2</sup>C kommunikerende komponenter i projektet.

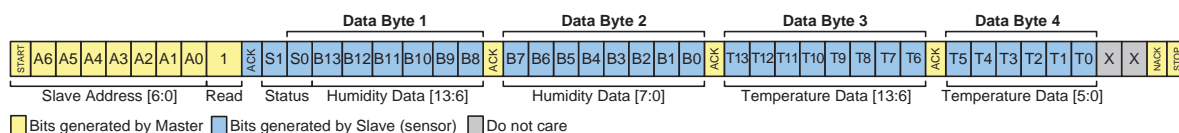
#### 5.2.1 Temp-/Luftfugtighedssensor

Information om Temperatur- og Luftfugtighedssensor er fundet under komponentens datasheet. Bilag 004 [5].

<b>Slave:</b>	Temp-/Luftfugtighed
<b>Adresse:</b>	0x27
<b>Bemærkninger:</b>	scl: 100-400 kHz

Tabel 25: I<sup>2</sup>C Oplysninger for Temp-/Luftfugtighedssensor

Når der skal læses data fra sensoren, sker det jf. Figur 14, fundet under Bilag 004 side 2 [5].



Figur 14: I<sup>2</sup>C protokol for Temp-/Luftfugtighedssensor

### 5.2.2 Slave Aktuator

Adresse: 0x42	
Kommando	Beskrivelse
WriteAdjustWindow	Åbning/Lukning af vindue
WriteAdjustHeat	Tænd/Sluk for varme
WriteAdjustVentilation	Juster ventilation
WriteAdjustIrrigation	Juster vanding
ReadStatus	Anmodning om status

Tabel 26: I<sup>2</sup>C Kommandoer for Slave Aktuator

W7	W6	W5	W4	W3	W2	W1	W0
0x0		Don't Cares		Position for vindue, 0x0 = lukket, 0xF = åben			

Tabel 27: I<sup>2</sup>C Kommando WriteAdjustWindow

H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1	H0
0x1		Don't Care			Tænd/Sluk varmelegeme, 0x0 = off, 0x7 = on		

Tabel 28: I<sup>2</sup>C Kommando WriteAdjustHeat

V7	V6	V5	V4	V3	V2	V1	V0
0x2		Don't Care			Tænd/Sluk ventilation, 0x0 = off, 0x7 = on		

Tabel 29: I<sup>2</sup>C Kommando WriteAdjustVentilation

I7	I6	I5	I4	I3	I2	I1	I0
0x3		Værdi for pins til vanding, I5: nr. 6 – I0: nr. 1, 1 = on, 0 = off					

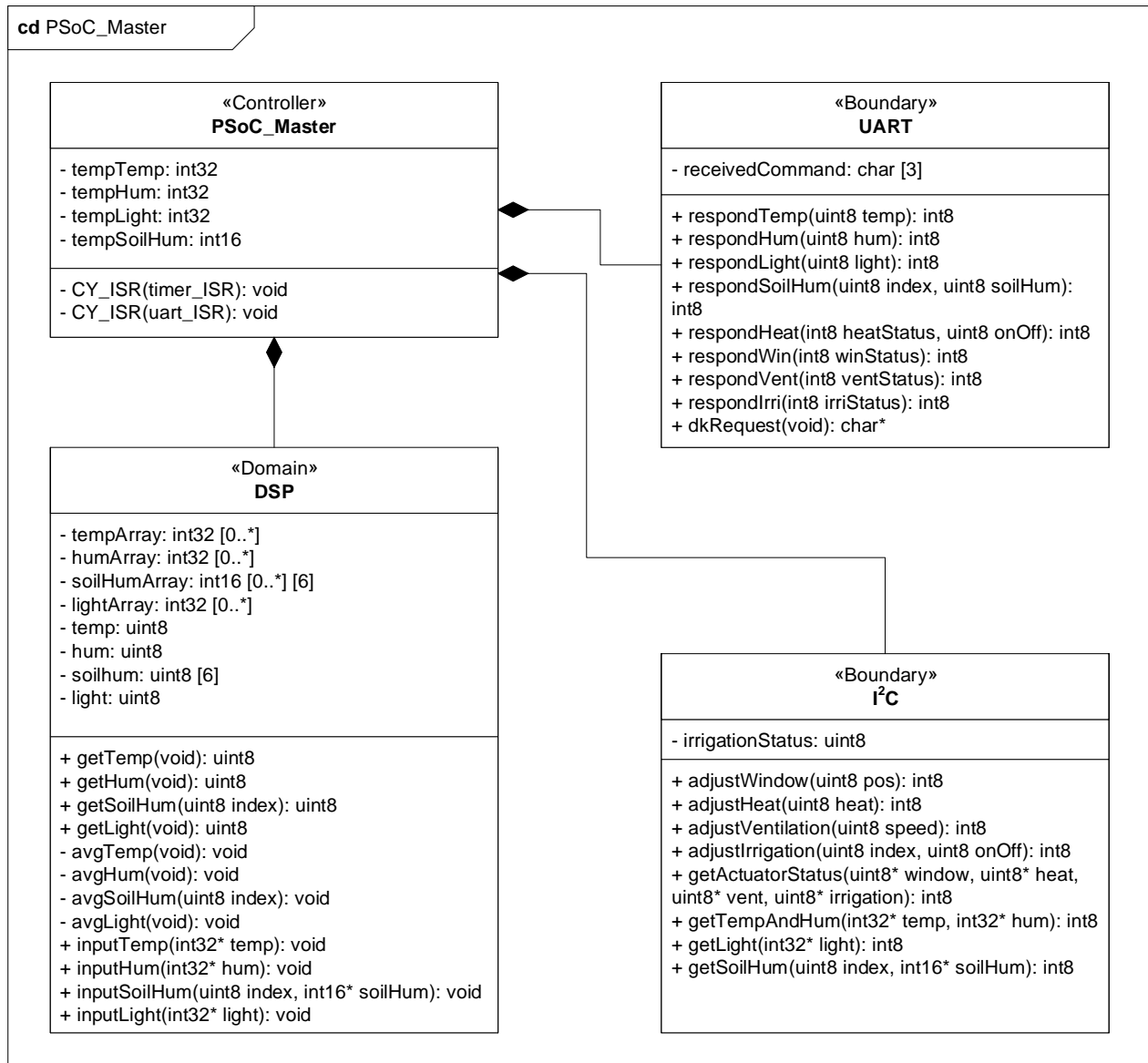
Tabel 30: I<sup>2</sup>C Kommando WriteAdjustIrrigation

W3	W2	W1	W0	H2	H1	H0	V2	V1	V0	I5	I4	I3	I2	I1	I0
Position for vindue, 0x0 = lukket, 0xF = åben				Status for Varmelegeme, 1 = on, 0 = off			Status for ventilation, 0x0 = off, 0x7 = on			Status for pins til vanding, I5: nr. 6 – I0: nr. 1, 1 = on, 0 = off					

Tabel 31: I<sup>2</sup>C Kommando ReadStatus

### 5.3 Master PSoC (Philip, Lasse og Kristian T

På Figur 15 ses klassediagrammet for Master PSoC. Der er blevet designet 4 klasser der håndterer hver sin del af arbejdet, som masteren skal udføre. Der er valgt to boundaryklasser, som håndterer kommunikation over hhv. UART og I<sup>2</sup>C . Udover dette er der en domæneklasse, som indeholder alle de målte dataværdier, der er modtaget af sensorerne.



Figur 15: Klassediagram for Master PSoC

### 5.3.1 Klassebeskrivelser

#### Controllerklasse PSoC\_Master

##### Attributter

tempTemp	int32	Midlertidig variabel til opbevaring af temperatur.
tempHum	int32	Midlertidig variabel til opbevaring af luftfugtighed.
tempLight	int32	Midlertidig variabel til opbevaring af lysintensitet.
tempSoilHum	int16	Midlertidig variabel til opbevaring af jordfugtighed.

Tabel 32: Attributter for klassen PSoC\_Master

##### Metoder

Prototype	void CY_ISR(timer_ISR)
Parametre	timer_ISR Vector for den givne interrupt servicrutine.
Returværdi	-
Beskrivelse	Denne interrupt service rutine bliver kaldt, når en ønsket tidsperiode er forløbet. Rutinen kalder metoder i boundaryklassen I <sup>2</sup> C , der varetager indhentning af data fra sensorer.

Tabel 33: CY\_ISR(timer\_ISR)

Prototype	void CY_ISR(uart_ISR)
Parametre	uart_ISR Vector for den givne interrupt servicrutine.
Returværdi	-
Beskrivelse	Denne interrupt service rutine bliver kaldt, når der modtages noget på UART fra DevKit8000. Rutinen kalder metoder i boundaryklasserne I <sup>2</sup> C og UART. Formålet med interrupten er at håndtere forskellige typer af forespørgsler.

Tabel 34: CY\_ISR(uart\_ISR)

## Boundaryklasse UART

### Metoder

Prototype	<code>int8 respondTemp(uint8 temp)</code>
Parametre	<code>uint8 temp</code> Den nyeste midlede temperatur hentet fra domæneklassen DSP.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul er der blevet returneret en gyldig værdi. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XT' over UART.
Beskrivelse	Hvis parameter værdien ligger inden for decimalværdien 1-200 (begge inklusive), skal metoden sende en char 'T', efterfulgt af temp parameteren, over UART. Er værdien er lig nul, skal metoden sende strengen "XT".

Tabel 35: respondTemp

Prototype	<code>int8 respondHum(uint8 hum)</code>
Parametre	<code>uint8 hum</code> Den nyeste midlede luftfugtighed hentet fra domæneklassen DSP.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul er der blevet returneret en gyldig værdi. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XA' over UART.
Beskrivelse	Hvis parameter værdien ligger inden for decimalværdien 1-100 (begge inklusive), skal metoden sende en char 'A', efterfulgt af hum parameteren, over UART. Hvis værdien er lig nul, skal metoden sende strengen "XA".

Tabel 36: respondHum

Prototype	<code>int8 respondLight(uint8 light)</code>
Parametre	<code>uint8 light</code> Den nyeste midlede lysintensitet hentet fra domæneklassen DSP.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul er der blevet returneret en gyldig værdi. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XL' over UART.
Beskrivelse	Hvis parameter værdien ligger inden for decimalværdien 1-100 (begge inklusive), skal metoden sende en char 'L' efterfulgt af light parameteren over UART. Hvis værdien er lig nul, skal metoden sende strengen "XL".

Tabel 37: respondLight



Prototype	<code>int8 respondSoilHum(uint8 index, uint8 soilHum)</code>
Parametre	<code>uint8 soilHum</code> Den nyeste midlede jordfugtighed hentet fra domæneklassen DSP. <code>uint8 index</code> Indexet fortæller hvilket sensornummer der svares fra.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul er der blevet returneret en gyldig værdi. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XS' over UART.
Beskrivelse	Hvis parameter værdien ligger inden for decimalværdien 1-10 (begge inklusive), skal metoden sende en char 'S', efterfulgt af index og soilHum parametrene over UART. Hvis værdien for soilHum er lig nul, skal metoden sende strengen "XS".

Tabel 38: respondSoilHum

Prototype	<code>int8 respondHeat(uint8 heatStatus, uint8 On)</code>
Parametre	<code>uint8 heatStatus</code> Returværdien fra funktionen adjustHeat i boundaryklassen I <sup>2</sup> C ; fortæller om kommunikationen over I <sup>2</sup> C er gået godt. <code>uint8 On</code> Returværdi til UART afhængig af hvilken kommando, der blev kaldt. 0 = off, 0 != on.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul er kommunikationen over I <sup>2</sup> C gennemført. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret en værdi tilsvarende requesten fra DevKit8000 over UART (se UART protokol side 45) og der er sket en fejl i kommunikationen over I <sup>2</sup> C .
Beskrivelse	Hvis parameter værdien er lig nul, sendes en char tilsvarende requesten over UART. Hvis værdien er lig -1, sendes sendes en tilsvarende fejlmeddelelse.

Tabel 39: respondHeat

Prototype	<code>int8 respondWin(int8 winStatus)</code>
Parametre	<code>int8 winStatus</code> Returværdien fra funktionen adjustWin i boundaryklassen I <sup>2</sup> C . Fortæller om kommunikationen via. I <sup>2</sup> C til vinduesaktuatoren er forløbet godt.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul er kommunikationen over I <sup>2</sup> C gennemført. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XK' over UART og der er sket en fejl i kommunikationen over I <sup>2</sup> C .
Beskrivelse	Hvis parameter værdien er lig nul, sendes en char 'K' over UART. Hvis værdien er lig -1, sendes strengen "XK".

Tabel 40: respondWin

Prototype	<code>int8 respondVent(int8 ventStatus)</code>
Parametre	<code>int8 ventStatus</code> Returværdien fra funktionen <code>adjustVent</code> i boundaryklassen <code>I<sup>2</sup>C</code> . Fortæller om kommunikationen via <code>I<sup>2</sup>C</code> til ventilatoraktuatoren er forløbet uden problemer.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi 0, er kommunikationen over <code>I<sup>2</sup>C</code> gennemført. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XV' over UART og der er sket en fejl i kommunikationen over <code>I<sup>2</sup>C</code> .
Beskrivelse	Hvis parameter værdien er lig nul, sendes en char 'V' over UART, hvilket indikerer at det er gået godt. Hvis værdien er lig -1, sendes strengen "XV".

Tabel 41: `respondVent`

Prototype	<code>int8 respondIrri(int8 irriStatus)</code>
Parametre	<code>int8 irriStatus</code> Returværdien fra funktionen <code>adjustIrrigation</code> i boundaryklassen <code>I<sup>2</sup>C</code> . Fortæller om kommunikationen via <code>I<sup>2</sup>C</code> til irrigationsaktuatoren er forløbet uden problemer.
Returværdi	<code>int8</code> Er denne værdi nul, er kommunikationen over <code>I<sup>2</sup>C</code> gennemført. Hvis værdien er -1 er der blevet returneret 'XF' over UART og der er sket en fejl i kommunikationen over <code>I<sup>2</sup>C</code> .
Beskrivelse	Hvis parameter værdien er lig nul, sendes en char 'F' over UART, hvilket indikerer at det er gået godt. Hvis værdien er lig -1, sendes strengen "XF".

Tabel 42: `respondIrri`

## Boundaryklasse I<sup>2</sup>C

### Attributter

Navn	Type	Beskrivelse
irrigationStatus	uint8	Indeholder den aktuelle status for vandingsaktuatorer (tændt eller slukkede). Bit 0 – 5 er hhv. aktuatorerne fra 1 – 6. Nul betyder slukket og et betyder tændt.

Tabel 43: Attributter for klassen I<sup>2</sup>C

### Metoder

Prototype	<code>int8 adjustWindow(uint8 pos)</code>
Parametre	<code>uint8 pos</code> Den ønskede status for vinduet. Kan være hhv. 0xFF for åben og 0x00 for lukket.
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl.
Beskrivelse	Metoden kan justere positionen for vinduet i drivhuset. Sender kommandoen "WriteAdjustWindow" via I <sup>2</sup> C bussen (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).

Tabel 44: adjustWindow

Prototype	<code>int8 adjustHeat(uint8 heat)</code>
Parametre	<code>uint8 heat</code> Bestemmer intensiteten af varmen, 0x00 er ingen varme, 0xFF er fuld varme.
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).
Beskrivelse	Slukker eller tænder for varmeaktuatoren. Sender kommandoen "WriteAdjustHeat" via I <sup>2</sup> C bussen (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).

Tabel 45: adjustHeat

Prototype	<code>int8 adjustVentilation(uint8 speed)</code>
Parametre	<code>uint8 speed</code> Beskriver ventilatoraktuators tilstand. 0x00 svarer til slukket og 0xFF svarer til fuld hastighed.
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).
Beskrivelse	Slukker eller tænder for ventilation. Sender kommandoen "WriteAdjustVentilation" via I <sup>2</sup> C bussen (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).

Tabel 46: adjustVentilation

Prototype	<code>int8 adjustIrrigation(uint8 index, uint8 on)</code>
Parametre	<code>uint8 index</code> Indeksoperator for hvilken vandingsaktuator der skal aktiveres. Første = 0, sidste = 5. <code>uint8 on</code> Beskriver tilstanden for vandingsaktuatoren. 0x00 svarer til slukket og 0xFF svarer til tændt.
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).
Beskrivelse	Slukker eller tænder for individuelle vandingsaktuatorer. Sender kommandoen "WriteAdjustIrrigation" via I <sup>2</sup> C bussen (se I <sup>2</sup> C protokol på side 48).

Tabel 47: adjustIrrigation

Prototype	<code>int8 getActuatorStatus(uint8* window, uint8* heat, uint8* vent, uint8* irrigation)</code>
Parametre	<code>uint8* window</code> Pointer til variable som status for vinduet skrives i. <code>uint8* heat</code> Pointer til variable som status for varmelegeme skrives i. <code>uint8* vent</code> Pointer til variable som status for ventilator skrives i. <code>uint8* irrigation</code> Pointer til variable som status for vandingsaktuatorer skrives i.
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl.
Beskrivelse	Giver overblik over aktuatorslavens tilstand. Der henvises til I <sup>2</sup> C protokollen på side 48 for yderligere information.

Tabel 48: getActuatorStatus

Prototype	<code>int8 getTempAndHum(int32* temp, int32* hum)</code>
Parametre	<code>int32* temp</code> Pointer til variabel, hvori ubehandlet temperaturdata i drivhuset skrives. <code>int32* hum</code> Pointer til variabel, hvori ubehandlet luftfugtighedsdata i drivhuset skrives.  Omregningsformel kan findes i databladet for sensoren. [5]
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl.
Beskrivelse	Metoden skriver ubehandlet data fra sensoren i to variable. Der henvises til I <sup>2</sup> C protokollen på side 48 og til sensorens datablad [5] for yderligere information.

Tabel 49: getTempAndHum

Prototype	<code>int8 getLight(int32* light)</code>
Parametre	<code>int32* light</code> Pointer til variabel, hvori ubehandlet lysintensitetsdata i drivhuset skrives.  Omregningsformel kan findes i databladet for sensoren. [6].
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl.
Beskrivelse	Metoden skriver ubehandlet data fra sensoren i en variabel. Der henvises til I <sup>2</sup> C protokollen på side 48 og til sensorens datablad [6] for yderligere information.

Tabel 50: getLight

Prototype	<code>uint8* getSoilHum(uint8 index, int16* soilHum)</code>
Parametre	<code>uint8* index</code> Indeks for hvilken jordfugtsensor der ønskes at læse fra, den første sensor hedder 0 og den sidste 5. <code>int16* soilHum</code> Pointer til variabel, hvori ubehandlet jordfugtighedsdata i drivhuset skrives.
Returværdi	<code>int8</code> Er værdien 0, er kommunikation via I <sup>2</sup> C gået godt. Hvis værdien er -1, er der sket en fejl.
Beskrivelse	Metoden skriver ubehandlet data fra sensoren i en variabel.

Tabel 51: getSoilHum

## Domainklasse DSP

### Attributter

Navn	Type	Beskrivelse
tempArray	int32[0..*]	Pointer til et array på en given størrelse, som indeholder ubearbejdede målinger af temperaturen, indhentet fra boundaryklassen I <sup>2</sup> C .
humArray	int32[0..*]	Pointer til et array på en given størrelse, som indeholder ubearbejdede målinger af luftfugtigheden, indhentet fra boundaryklassen I <sup>2</sup> C .
soilHumArray	int16[0..*][6]	Todimensionelt array på 6 pladser, som indeholder arrays med ubearbejdede målinger af jordfugtigheden, indhentet fra boundaryklassen I <sup>2</sup> C .
lightArray	int32[0..*]	Pointer til et array på en given størrelse, som indeholder ubearbejdede målinger af luftfugtigheden, indhentet fra boundaryklassen I <sup>2</sup> C .
temp	uint8	Indeholder den nyeste midlede temperaturværdi.
hum	uint8	Indeholder den nyeste midlede luftfugtighedsværdi.
soilHum	uint8[6]	Array der indeholder de nyeste midlede jordfugtighedsværdier.
light	uint8	Indeholder den nyeste midlede lysintensitetsværdi.

Tabel 52: Attributter for klassen I<sup>2</sup>C

### Metoder

Prototype	int8 getTemp(void)
Parametre	-
Returværdi	int8 Metoden returnerer variablen temp.
Beskrivelse	Kan bruges til at hente den midlede temperatur, der skal sendes via UART til DevKit8000.

Tabel 53: getTemp

Prototype	int8 getHum(void)
Parametre	-
Returværdi	int8 Metoden returnerer variablen hum.
Beskrivelse	Kan bruges til at hente den midlede luftfugtighed, der skal sendes via UART til DevKit8000.

Tabel 54: getHum

Prototype	<code>int8 getSoilHum(uint8 index)</code>
Parametre	<code>uint8 index</code> Fortæller hvilken jordfugtighedssensor der returneres værdier fra.
Returværdi	<code>int8</code> Returnerer variabelen <code>soilHum</code> der tilsvare parametret <code>index</code> .
Beskrivelse	Metoden bruges til at hente den midlede jordfugtighed, der skal sendes via UART til DevKit8000.

Tabel 55: `getSoilHum`

Prototype	<code>int8 getLight(void)</code>
Parametre	-
Returværdi	<code>int8</code> Metoden returnerer variabelen <code>light</code> .
Beskrivelse	Kan bruges til at hente den midlede lysintensitet, der skal sendes via UART til DevKit8000.

Tabel 56: `getLight`

Prototype	<code>void avgTemp(void)</code>
Parametre	-
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden beregner en middelværdi for temperaturene i <code>tempArray</code> og konverterer svaret til et passende format og gemmer det i <code>temp</code> . Se UART protokollen side 45 og databladet for temperatursensoren [5].

Tabel 57: `avgTemp`

Prototype	<code>void avgHum(void)</code>
Parametre	-
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden beregner en middelværdi for luftfugtigheden i <code>humArray</code> og konverterer svaret til et passende format og gemmer det i <code>hum</code> . Se UART protokollen side 45 og databladet for temperatursensoren [5].

Tabel 58: `avgHum`

Prototype	<code>void avgSoilHum(void)</code>
Parametre	-
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden beregner en middelværdi for hver sæt værdier for jordfugtighed i <code>soilHumArray</code> og konverterer svaret til et passende format og gemmer det i <code>soilHum</code> arrayet. Se UART protokollen side 45.

Tabel 59: avgSoilHum

Prototype	<code>void avgLight(void)</code>
Parametre	-
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden beregner en middelværdi for lysintensiteten i <code>lightArray</code> og konverterer svaret til et passende format og gemmer det i <code>light</code> . Se UART protokollen side 45 og databladet for temperatursensoren [6].

Tabel 60: avgLight

Prototype	<code>void inputTemp(int32* temp)</code>
Parametre	<code>int32* temp</code> En pointer til en variabel der ønskes indlæst i <code>tempArray</code> .
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden har til formål at indsætte værdien fra <code>tempTemp</code> i <code>tempArray</code> , og sørger for at flytte <code>tempArray</code> pointeren til næste plads der skal skrives i næste gang den bliver kaldt. Ydermere kalder den metoden <code>avgTemp</code> .

Tabel 61: inputTemp

Prototype	<code>void inputHum(int32* hum)</code>
Parametre	<code>int32* hum</code> En pointer til en variabel der ønskes indlæst i <code>humArray</code> .
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden har til formål at indsætte værdien fra <code>tempHum</code> i <code>humArray</code> , og sørger for at flytte <code>humArray</code> pointeren til næste plads der skal skrives i næste gang den bliver kaldt. Ydermere kalder den metoden <code>avgHum</code> .

Tabel 62: inputHum



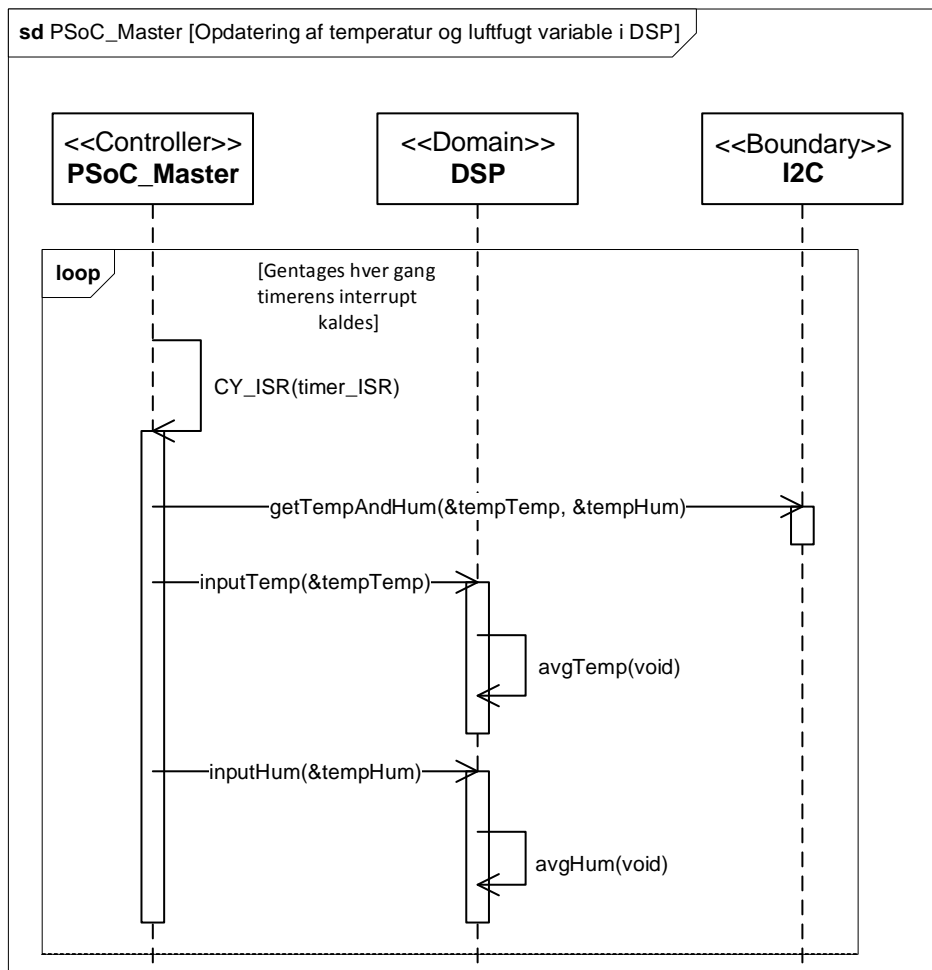
Prototype	<code>void inputSoilHum(uint8 index, int16* soilHum)</code>
Parametre	<p><code>uint8 index</code>  Indeksoperator der fortæller hvilket jordfugtarray der skal skrives i. 0 er den første sensor og 5 er den sidste.</p> <p><code>int16* soilHum</code>  En pointer til en variabel der ønskes indlæst i det givne soilHumArray. Peger på variablen tempSoilHum med tilsvarende indeks i PSoC_Master klassen.</p>
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden indsætter værdien soilHum i soilHumArray, og sørger for at flytte soilHumArray pointeren til næste plads der skal skrives i næste gang funktionen bliver kaldt. Ydermere kalder den funktionen avgSoilHum.

Tabel 63: inputSoilHum

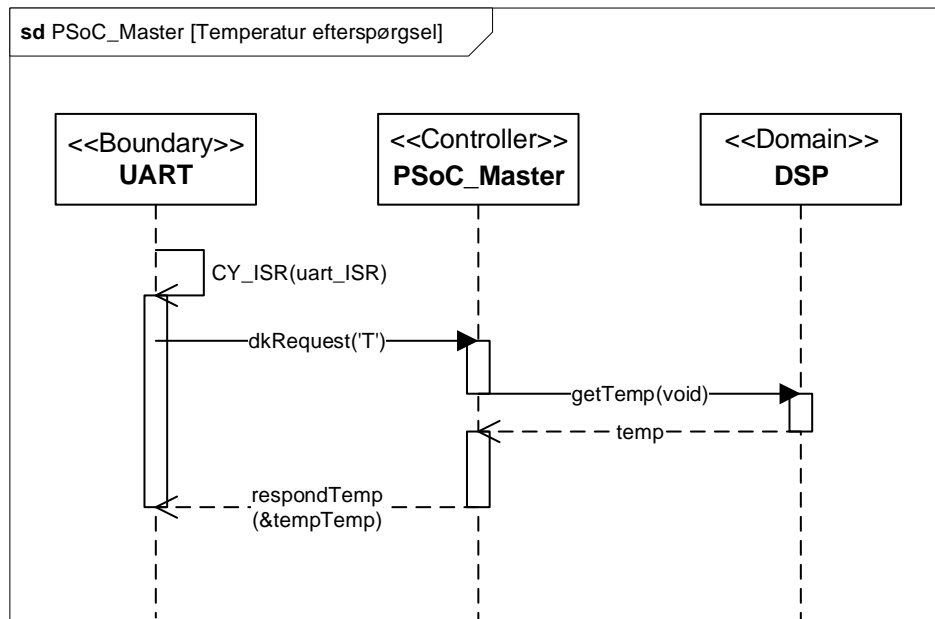
Prototype	<code>void inputLight(int32* light)</code>
Parametre	<p><code>int32* light</code>  En pointer til en variabel der ønskes indlæst i lightArray.</p>
Returværdi	-
Beskrivelse	Metoden har til formål at indsætte værdien fra tempLight i lightArray, og sørger for at flytte lightArray pointeren til næste plads der skal skrives i, næste gang funktionen bliver kaldt. Ydermere kalder den metoden avgLight.

Tabel 64: inputLight

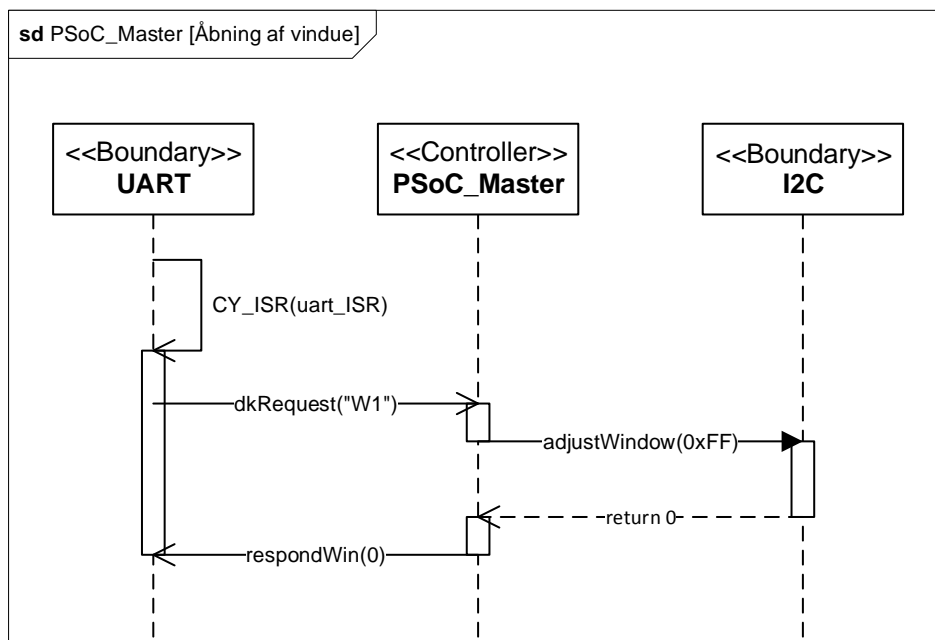
### 5.3.2 Sekvensdiagrammer



Figur 16: Sekvensdiagram over opdatering af sensorer.



Figur 17: Sekvensdiagram over forespørgsel af temperatur.

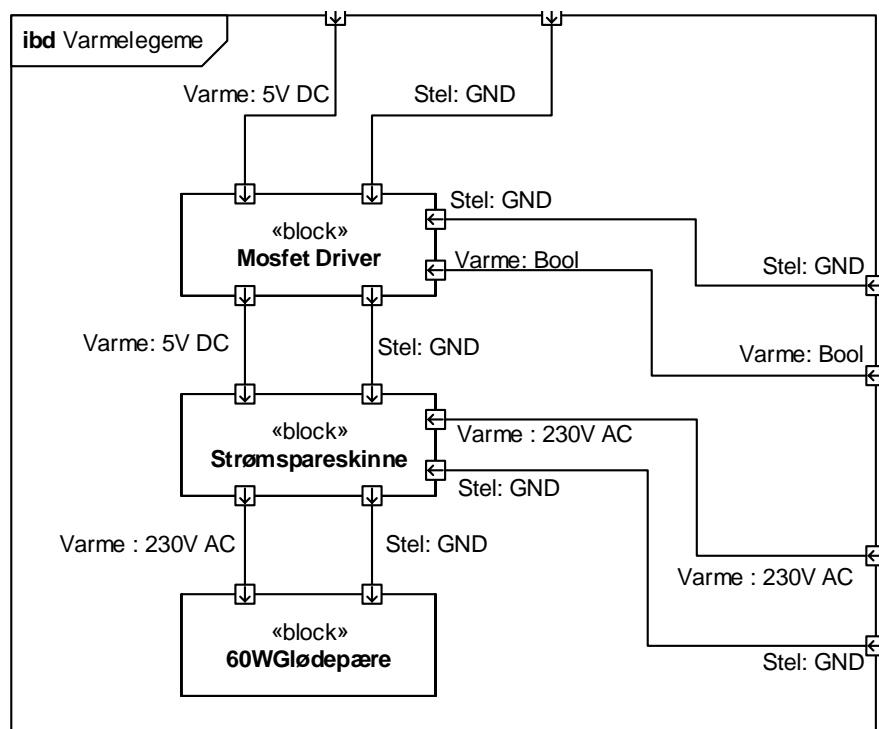


Figur 18: Sekvensdiagram over åbning af vindue.

## 5.4 Aktuator Design (Henrik og Morten)

Dette afsnit omhandler design af blokken Aktuator. Den opdeles i underblokkene Varmelegeme, Blæsere, Vinduesmotor og PSoC4.

### 5.4.1 Varmelegeme

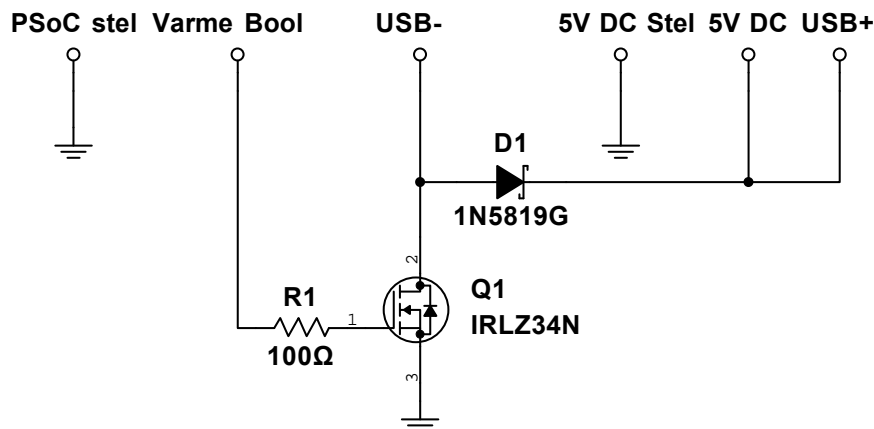


Figur 19: IBD for underblokken Varmelegeme i Aktuator

Ovenstående diagram (Figur 19) viser interne forbindelser i underblokken Varmelegeme i Aktuator. For at undgå håndtering af 230V AC, består underblokken af en USB strømspareskinne, så selve varmelegemet (1-3 stk. 100W Glødepære) kan tændes og slukkes med et 5V DC signal. Antallet af tilkoblede glødepærer bestemmes under senere tests.

Aktuatorens SW er designet således at der nemt kan opgraderes til PWM styring af varmelegemet. Dette viser sig desværre at være umuligt med denne opstilling, da USB strømspareskinnen indeholder et mekanisk relæ; det er ikke muligt at opnå en frekvens hvor lyset ikke blinker. Dette vil sandsynligvis resultere i en sprunget glødepære. En mulig løsning på problemet kunne være at tænde og slukke de 230V AC direkte med Mosfet transistoren, men vi må ikke håndtere så høje spændinger. En anden mulig løsning er at anvende for eksempel 12V glødepærer i stedet. Der skal dog nok temmelig mange til for at opnå samme effekt.

Såfremt det senere vælges at opgradere til PWM styring, skal man tage højde for - eller se bort fra - at effekten ikke er lineært sammenhængende med dytucylen. Dette skyldes dels at effekt har en sammenhæng med kvadratet af strømmen, dels at modstanden i glødetråden afhænger af temperaturen.



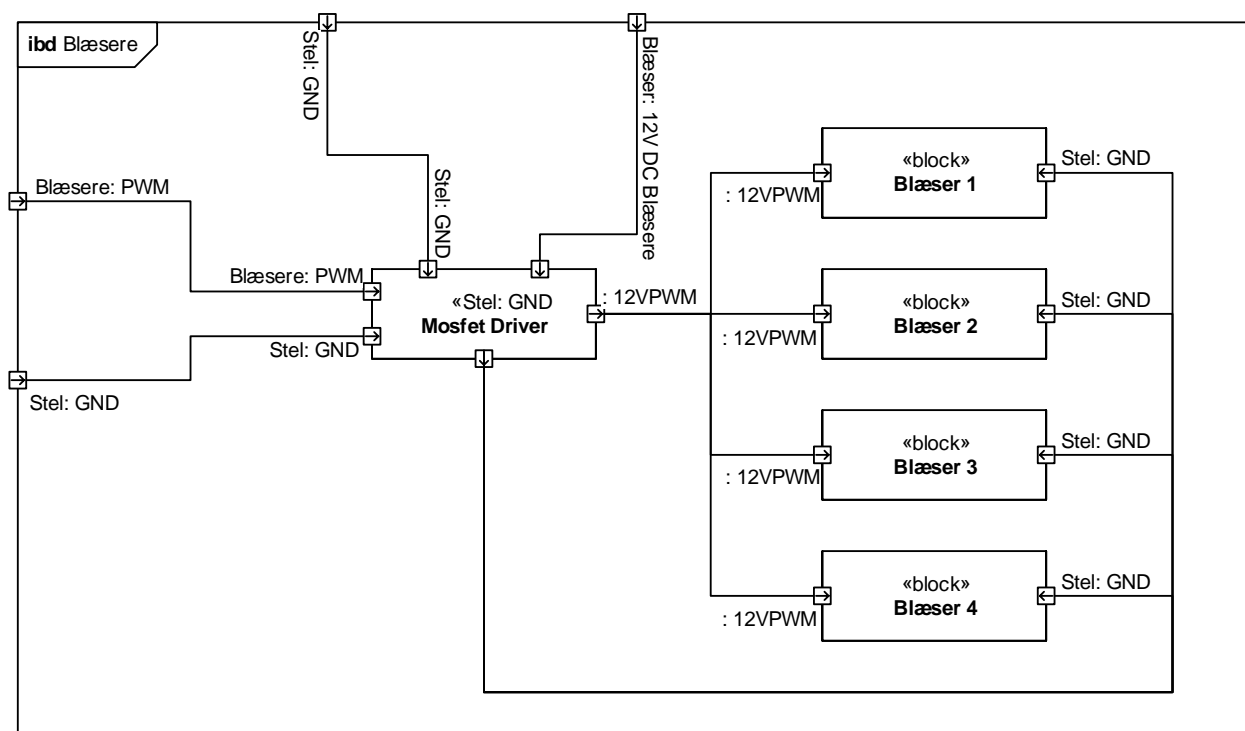
Figur 20: Kredsløb for Mosfet Driver i underblokken Varmelegeme

Når Varme Bool på Figur 19 går høj, lukker mosfet transistoren, og tilslutter derved stel til USB Strømspareskinen; varmelegemet forsynes med 230V AC. Når Varme Bool går lav, åbner mosfet transistoren, og derved afbrydes stel til Strømspareskinen; varmelegemet forsynes ikke.

D1 er er indsat for at sikre transistoren mod peakspændinger fra USB skinnen, når den slukkes. Dette er sandsynligvis ikke nødvendigt, men da vi ikke har indblik i hvordan USB strømspareskinen rent faktisk virker, er dioden indsat for en sikkerheds skyld.

Modstanden R1 er en beskyttelsesmodstand, som beskytter PSoC4, hvis Mosfet transistoren brændes af.

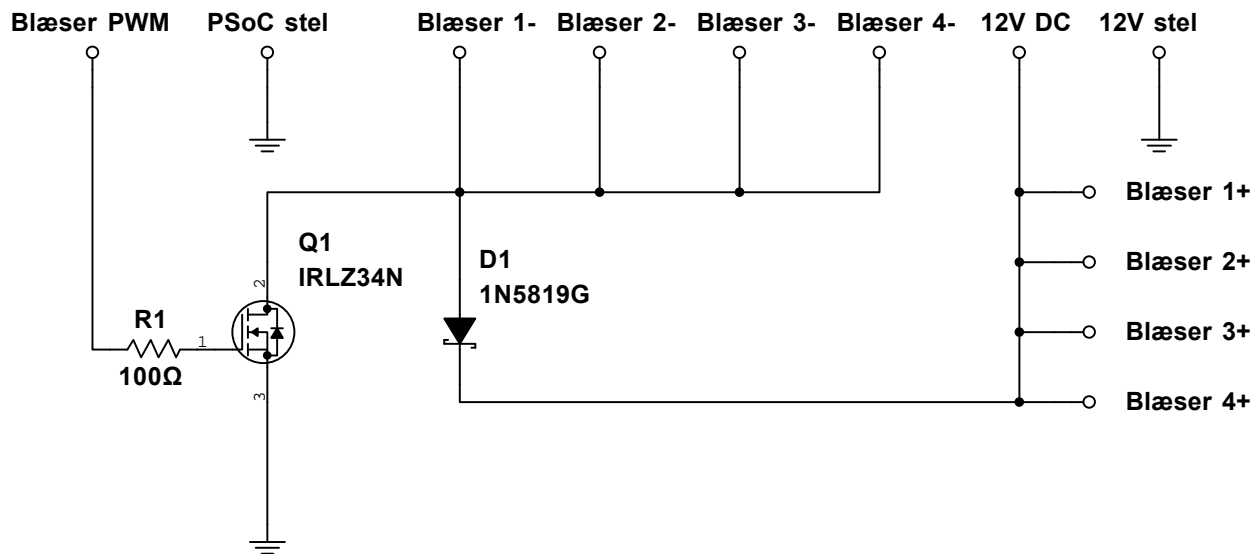
### 5.4.2 Blæsere



Figur 21: IBD for underblokken Blæsere i Aktuator

Figur 21 viser interne forbindelser i underblokken Blæsere, der består af en Mosfet Driver og fire 12V blæsere. To af blæserne er monteret således at luft blæses ind i drivhuset, mens de to øvrige blæsere blæser luft ud af drivhuset. Det forventes at en dutycycle på 100% udskifter al luft i drivhuset på meget kort tid; dutycyclen for 'tændte blæsere' bestemmes ved praktiske forsøg under realisering af underblokken.

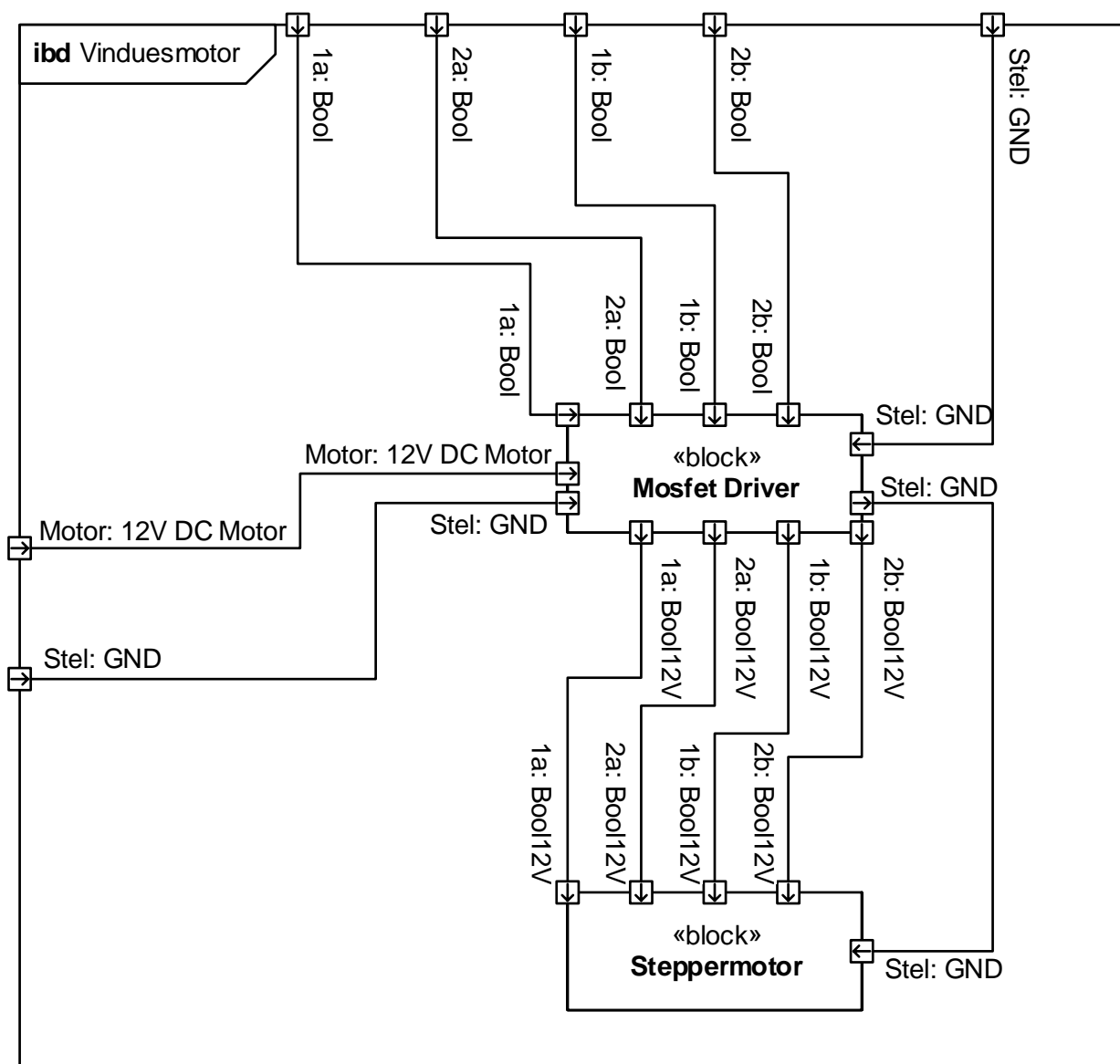
Ved praktiske forsøg, konstateredes det, at en dutycycle på 50% er et fornuftigt maximum. Det konstateredes desuden, at blæserne skal startes på maximum (duty cycle 50%) for at komme i gang. Hvis der startes med en mindre dutycycle, opnår motoren ikke inerti nok til at begynde dreje. Begge dele implementeres i SW.



Figur 22: Kredsløb for Mosfet Driver i underblokken Blæsere

Mosfet Driveren til Blæsere på Figur 22 fungerer i princippet på samme måde som Mosfet Driver for Varmelegeme (Figur 20). Der er blot tilsluttet fire blæsere, der alle styres vha. den samme transistor.

### 5.4.3 Vinduesmotor

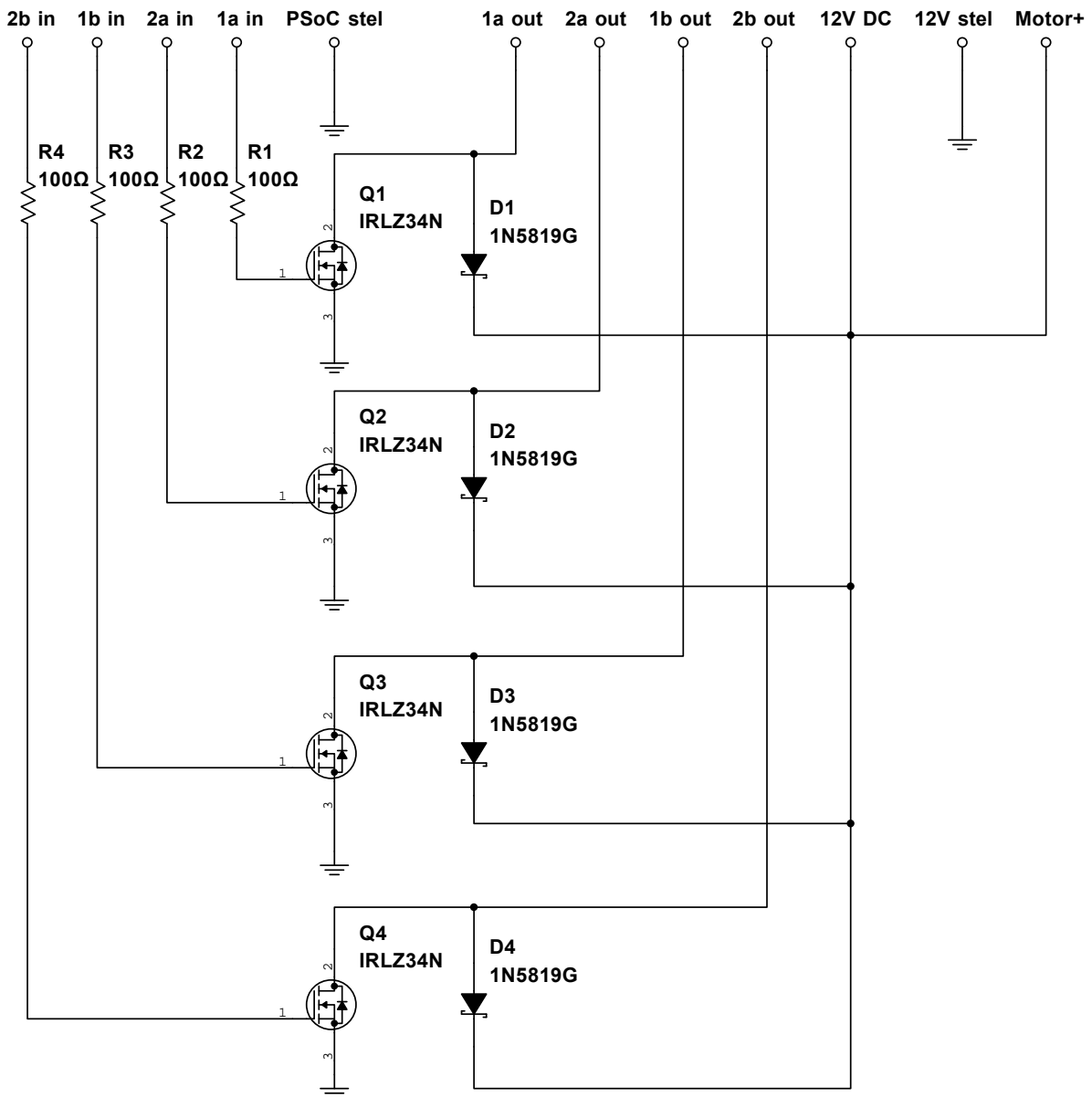


Figur 23: IBD for underblokken Vinduesmotor i Aktuator

Ovenstående diagram (Figur 23) viser interne forbindelser i underblokken Vinduesmotor, der består af en Steppermotor og en Mosfetdriver. Der åbnes og lukkes for mosfet transistorer i Mosfet Driveren vha. 3,3V signaler fra PSoC4, og derved forsynes Steppermotor med 12V DC.

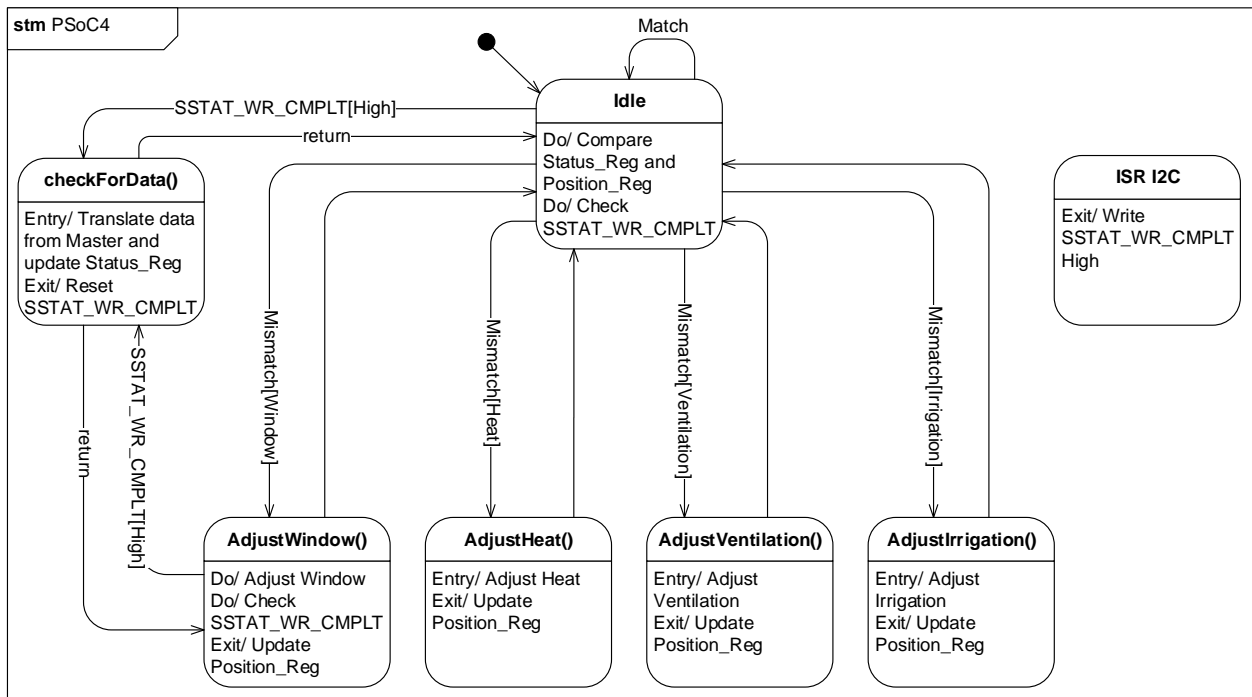
Mosfet Driveren til Vinduesmotor på Figur 24 side 70 fungerer i princippet på samme måde som Mosfet Driver for Blæsere (Figur 22). Der er dog den forskel, at de fire signaler styres af hver deres transistor, da de ikke alle skal åbne og lukke samtidigt.





Figur 24: Kredsløb for Mosfet Driver i underblokken Vinduesmotor

#### 5.4.4 PSoC4



Figur 25: State Machine for software på underblokken PSoC4 i Aktuator

Ovenstående diagram (Figur 25) viser en state machine for software i underblokken PSoC4 i blokken Aktuator.

Koden gentager tjek af om ønsket indstilling, af aktuatorer stemmer overens med aktuatorernes aktuelle indstilling og retter dette, såfremt det ikke er tilfældet. Denne rutine kan til enhver tid afbrydes af interrupt fra I2C bussen, der opdaterer slave write complete registeret (SSTAT\_WR\_CMPLT) fra lav til høj. Dette medfører at checkForData aktiveres som opdaterer ønskede indstillinger af aktuatorer. Herefter vil rutinen genoptages.

Ønskede indstillinger er gemt i registret Status\_Reg, mens aktuelle indstillinger er gemt i Position\_Reg.

Ved opdatering af aktuatorer er den prioriterede rækkefølge: Varme, blæsere, vanding og vindue. Vinduet er sidst i rækkefølgen, da det tager lang tid at åbne eller lukke. Koden for åbning eller lukning af vindue skrives således, at slave write complete registeret løbende tjekkes. Hvis dette register er højt vil indstillinger af aktuatorer opdateres, og derefter fortsætte fra vinduets position med de nye indstillinger. Derved undgås det, at vinduet fx skal lukke helt, inden det åbnes, hvis disse to kommandoer modtages med meget kort mellemrum.

#### 5.4.5 Drivers til PSoC4

Dette afsnit beskriver drivere for opdatering af aktuatorer. Disse drivere er opdelt i Varme, Blæsere, Vanding, Vinduesmotor og checkForData. Derved kan systemet nemt opdateres, hvis der ændres på styringen af en bestemt aktuator. Alle drivere består af en header fil med prototyper og en source fil med implementeringer.

### **Driver Varme**

Denne driver indeholder en funktionalitet, der har til formål at tænde eller slukke varmelegemet, samt opdatere aktuatorens bits i Position\_Reg. Dette sker ved at sætte en pin på PSoC4 hhv. høj eller lav; det gøres vha. PWM, da der så senere er nem mulighed for at opgradere styringen af varmelegemet til PWM styring.

### **Driver Blæsere**

Driveren for Blæsere har til formål at starte eller stoppe de fire blæsere i drivhuset, samt opdatere aktuatorens bits i Position\_Reg. Dette sker ved at sende et PWM signal ud på en pin på PSoC4.

### **Driver Vanding**

Denne driver har til formål at aktivere eller deaktivere aktuatorer for vanding, samt opdatere aktuatorens bits i Position\_Reg. Dette sker ved at sætte 6 forskellige pins på PSoC4 hhv. høj eller lav.

### **Driver Vinduesmotor**

Driveren for vinduesmotoren har til formål at åbne eller lukke vinduet, samt opdatere aktuatorens bits i Position\_Reg. Antallet af omdrejninger for at åbne vinduet bestemmes under realisering ved praktiske forsøg. Driveren skal sammenligne Position\_Reg med Status\_Reg for hver omgang stepper motoren kører. Derved undgås det fx, at vinduet er nødt til at åbne helt inden det lukkes, hvis disse to kommandoer modtages hurtigt efter hinanden. Koden skrives således at det er nemt senere at opdatere driveren, så vinduet kan indstilles i flere trin mellem åbent og lukket.

### **Driver checkForData**

Denne driver har til formål at opdatere Status\_Reg. Der er mulighed for at kalde denne fra Idle tilstand og under AdjustWindow. Driveren kaldes kun i det tilfælde, at I2C bussen har kaldt et interrupt, hvilket medfører opdatering af slave write complete registeret fra lav til høj.

## 6 Hardware Implementering

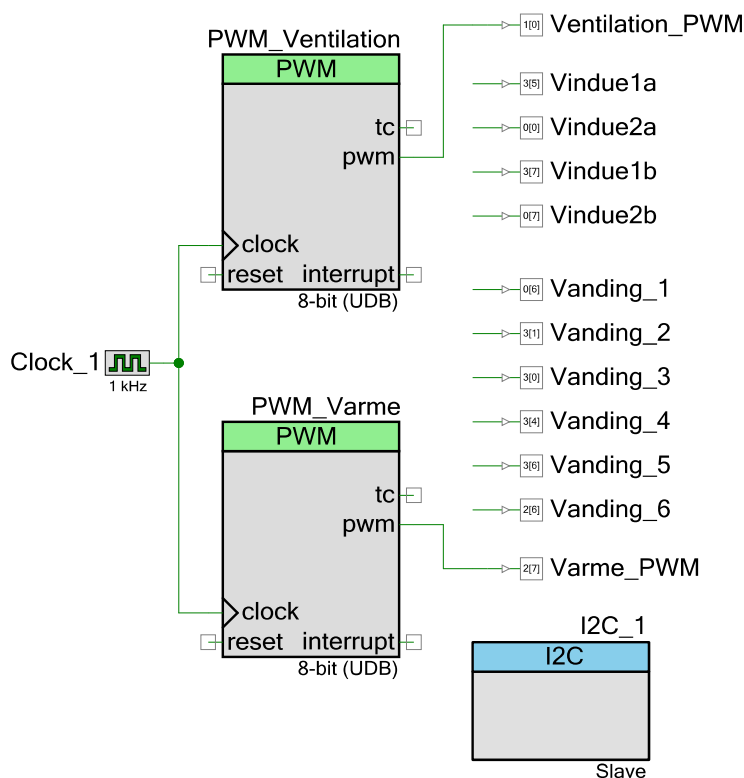
### 6.1 Version

Dato	Version	Initialer	Ændring
31. marts	1	MHG	Implementering af SW i Aktuator.
8. april	2	MHG	Færdiggjort beskrivelse af SW i Aktuator.

### 6.2 Aktuator (Henrik og Morten)

Dette afsnit beskriver implementering af SW og HW i blokken Aktuator. Afsnittet beskriver først hhv. HW og SW i underblokken PSoC4, herefter HW i underblokkene Varmelegeme, Blæsere og Vinduesmotor.

#### 6.2.1 HW PSoC4



Figur 26: TopDesign.cysch for PSoC4 i Aktuator

Den HW, der syntetiseres i PSoC4 Aktuator er vist på figur26.

Clock\_1 forsyner de to PWM komponenter med en grundfrekvens; der er valgt 1 kHz.

PWM\_Ventilation genererer et PWM signal til styring af drivhusets fire ventilatorer. Timeren er indstillet til 8 bit.

PWM\_Varmer genererer et PWM signal til styring af drivhusets varmelegeme. Timeren er indstillet til 8 bit.

I2C\_1 komponenten styrer kommunikation med MasterPSoC via I<sup>2</sup>C . Den konfigureret til at være slave med adressen 0x42, datarate er indstillet til 100 kbps.

Alle pins i topdeignet er konfigureret til strong drive. Det vil sige at de altd er defineret enten high eller low.

## 6.2.2 SW PSoC4

```
1 for (;;) //Evigt loop
2 {
3     checkForData(); //Opdater Status_Reg, hvis der er modtaget data
4
5     if(!(Status_Reg == Position_Reg))//Hvis der er et mismatch
6     {
7         //Tjek for mismatch for Varme
8         if(!((Status_Reg & 0b0000111000000000) == (Position_Reg & 0
9             b0000111000000000)))
10        {
11            AdjustHeat();
12        }
13
14        //Tjek for mismatch for Ventilation
15        if(!((Status_Reg & 0b0000000111000000) == (Position_Reg & 0
16            b0000000111000000)))
17        {
18            AdjustVentilation();
19        }
20
21        //Tjek for mismatch for Vanding
22        if(!((Status_Reg & 0b0000000000111111) == (Position_Reg & 0
23            b0000000000111111)))
24        {
25            AdjustIrrigation();
26        }
27
28        //Tjek for mismatch for Vindue
29        if(!((Status_Reg & 0b1111000000000000) == (Position_Reg & 0
30            b1111000000000000)))
31        {
32            AdjustWindow();
33        }
34    }
35 }
```

Listing 6.1: Udsnit af main.c for PSoC4 i Aktuator

Filen main.c, hvoraf den vigtigste del er vist på Listing 6.1, fungerer jf. State Machinen på Figur 25 side 71.

Programmet tjekker om der er modtaget data på I<sup>2</sup>C , og opdaterer evt. ønskede indstillinger for aktuatorer i Status\_Reg.

Herefter sammenlignes Status\_Reg med nuværende indstillinger af aktuatorer i Position\_Reg.

Såfremt der er uoverensstemmelse, opdateres den pågældende aktuator.

Sammenligningen af de to registre sker i en prioriteret rækkefølge.

Vinduet er sidste i denne proces, da det tager temmelig lang tid (flere sekunder) at åbne eller lukke vindet.

```

1 void checkForData()
2 {
3     uint16 temp = 0;
4     //Check for om der er modtaget data
5     if(I2C_1_I2CSlaveStatus() & I2C_1_I2C_SSTAT_WR_CMPLT)
6     {
7         //Put data i Status_Reg
8         if((writeBuffer[0] >> 6) == 0x0) //Check for Vindue
9         {
10             //Put data fra buffer i uint16 og skift til rigtig position
11             temp = (writeBuffer[0] & 0b00001111) << 12;
12             //Overskriv relevante pladser med 0'er
13             Status_Reg = Status_Reg & 0b0000111111111111;
14             //Put nye data ind i Status_Reg
15             Status_Reg = Status_Reg | temp;
16         }
17         if((writeBuffer[0] >> 6) == 0x1) //Check for Varme
18         {
19             //Put data fra buffer i uint16 og skift til rigtig position
20             temp = (writeBuffer[0] & 0b00000111) << 9;
21             //Overskriv relevante pladser med 0'er
22             Status_Reg = Status_Reg & 0b1111000111111111;
23             //Put nye data ind i Status_Reg
24             Status_Reg = Status_Reg | temp;
25         }
26         if((writeBuffer[0] >> 6) == 0x2) //Check for Ventilation
27         {
28             //Put data fra buffer i uint16 og skift til rigtig position
29             temp = (writeBuffer[0] & 0b00000111) << 6;
30             //Overskriv relevante pladser med 0'er
31             Status_Reg = Status_Reg & 0b1111110001111111;
32             //Put nye data ind i Status_Reg
33             Status_Reg = Status_Reg | temp;
34         }
35         if((writeBuffer[0] >> 6) == 0x3) //Check for Vanding
36         {
37             //Put data fra buffer i uint16 og skift til rigtig position
38             temp = (writeBuffer[0] & 0b00111111);
39             //Overskriv relevante pladser med 0'er
40             Status_Reg = Status_Reg & 0b1111111111000000;
41             //Put nye data ind i Status_Reg
42             Status_Reg = Status_Reg | temp;
43         }
44         I2C_1_I2CSlaveClearWriteBuf(); //Clear buffer pointer
45         I2C_1_I2CSlaveClearWriteStatus(); //Clear status
46         //Opdater Read buffer
47         readBuffer[0] = Status_Reg >> 8;
48         readBuffer[1] = Status_Reg;
49         I2C_1_I2CSlaveClearReadBuf();
50     }
51 }

```

Listing 6.2: Udsnit af checkForData.c for PSoC4 i Aktuator

Funktionen `checkForData()` på Listing 6.2 checker om slavens status er, at den har modtaget data. I så fald checker den for hvilken aktuator, der modtages data til. Herefter behandles data, og `Status_Reg` opdateres.

Efter dette klargøres systemet til at modtage nye data, ved at write buffer og status for slaven nulstilles.

Til slut opdateres read buffer, i tilfælde af at MasterPSoC beder om information om aktuel status.

```
1 void InitHeat()
2 {
3     PWM_Varme_Start(); //Start komponent
4     PWM_Varme_WriteCompare(0); //Sluk for varme
5     Position_Reg = Position_Reg & 0b1111000111111111; //Opdater nuvaerende
6     indstillinger
7 }
8 void AdjustHeat()
9 {
10    //Omregn bits fra Status_Reg og start PWM
11    PWM_Varme_WriteCompare((((Status_Reg & 0b00001111000000000) >> 9)*255)/7);
12    //Opdater nuvaerende indstillinger
13    Position_Reg = Position_Reg & 0b1111000111111111;
14    Position_Reg = Position_Reg | (Status_Reg & 0b00001111000000000);
15 }
```

Listing 6.3: Udsnit af `heat.c` for PSoC4 i Aktuator

Koden i `heat.c` i Listing 6.3 består af to funktioner.

`InitHeat()` starter PWM komponenten, slukker for varmelegemet (`dutycycle = 0%`) og initialiserer indstilling af `Position_Reg` for varme.

`AdjustHeat()` indstiller ønsket `dutycycle` i PWM komponenten. Der er som udgangspunkt kun mulighed for at tænde eller slukker for varmen, men ved at lave koden på denne måde, kan systemet meget nemt opgraderes, hvis PWM styring af varmelegemet ønskes. Efter start at PWM komponenten opdateres `Position_Reg` med de nuværende indstillinger for aktuatorer.

```

1 void InitVentilation()
2 {
3     //Start komponent
4     PWM_Ventilation_Start();
5     //Sluk ventilatorer
6     PWM_Ventilation_WriteCompare(0);
7     //Opdater nuvaerende indstillinger
8     Position_Reg = Position_Reg & 0b111111000111111;
9 }
10
11 void AdjustVentilation()
12 {
13     //Start med fuld styrke for at blaeserne kommer i gang.
14     PWM_Ventilation_WriteCompare((MAXIMUM_VENT*255)/100);
15     CyDelay(100);
16     //Omregn bits fra Status_Reg og start PWM med oensket dutycycle
17     PWM_Ventilation_WriteCompare((((Status_Reg & 0b0000000111000000) >> 6)*
18         MAXIMUM_VENT*255)/(7*100));
19
20     //Opdater nuvaerende indstillinger
21     Position_Reg = Position_Reg & 0b111111000111111;
22     Position_Reg = Position_Reg | (Status_Reg & 0b0000000111000000);
23 }

```

Listing 6.4: Udsnit af ventilation.c for PSoC4 i Aktuator

Koden i ventilation.c i Listing 6.4 består af to funktioner.

InitVentilation() starter PWM komponenten, slukker for blæsere (duty cycle = 0%) og initialiserer indstilling af Position\_Reg for ventilation.

AdjustVentilation() indstiller ønsket duty cycle i PWM komponenten.

MAXIMUM\_VENT er en global definition af den duty cycle, der maksimalt ønskes. Ved praktiske forsøg er det konstateret at 50% er passende.

For at sikre at blæsere rent faktisk kommer i gang, startes PWM komponenten først for fuld styrke i 100 ms, hvorefter den ønskede duty cycle indstilles.

Der er som udgangspunkt kun mulighed for at tænde eller slukker for ventilationen, men ved at lave koden på denne måde, kan systemet meget nemt opgraderes, hvis PWM styring af varmelegemet ønskes.

Efter start at PWM komponenten opdateres Position\_Reg med de nuværende indstillinger for aktuatorer.



```

1 void InitIrrigation()
2 {
3     //Sluk for al vanding
4     Vanding_1_Write(0);
5     Vanding_2_Write(0);
6     Vanding_3_Write(0);
7     Vanding_4_Write(0);
8     Vanding_5_Write(0);
9     Vanding_6_Write(0);
10
11     //Opdater nuvaerende indstillinger
12     Position_Reg = Position_Reg & 0b111111111000000;
13 }
14
15 void AdjustIrrigation()
16 {
17     //Opdater alle aktuatorer for vanding
18     Vanding_1_Write(Status_Reg & 0b0000000000000001);
19     Vanding_2_Write((Status_Reg & 0b0000000000000010) >> 1);
20     Vanding_3_Write((Status_Reg & 0b0000000000000100) >> 2);
21     Vanding_4_Write((Status_Reg & 0b0000000000001000) >> 3);
22     Vanding_5_Write((Status_Reg & 0b0000000000010000) >> 4);
23     Vanding_6_Write((Status_Reg & 0b0000000000100000) >> 5);
24
25     //Opdater nuvaerende indstillinger
26     Position_Reg = Position_Reg & 0b111111111000000;
27     Position_Reg = Position_Reg | (Status_Reg & 0b0000000000111111);
28 }

```

Listing 6.5: Udsnit af irrigation.c for PSoC4 i Aktuator

Koden i irrigation.c i Listing 6.5 består af to funktioner.

InitIrrigation() trækker alle pins for vanding lav og initialiserer Position\_Reg.

AdjustIrrigation() opdaterer alle pins for vanding og initialiserer Position\_Reg.

```

1 void InitWindow()
2 {
3     //Initialisering af pins til startposition
4     Vindue1a_Write(1);
5     Vindue2a_Write(1);
6     Vindue1b_Write(0);
7     Vindue2b_Write(0);
8     //Initialisering af nuvaerende position
9     currentTurn = 0;
10    //Opdatering af nuvaerende indstillinger
11    Position_Reg = Position_Reg & 0b0000111111111111;
12 }
13
14 void AdjustWindow()
15 {
16     //Variabel til oensket stilling paa vindue
17     uint8 desiredTurn;
18
19     //Konvertering af data fra Status_Reg og indsaettelse i desiredTurn.
20     desiredTurn = ((MAX_WINDOW)*(((Status_Reg >> 12)*100)/15))/100;
21
22     while(desiredTurn != currentTurn) //Saa laenge vinduet ikke er i oensket position
23     {
24         if (currentTurn > desiredTurn) //Luk 1 omgang hvis vinduet er for aabent
25         {
26             CloseOneTurn();
27         }
28
29         if (currentTurn < desiredTurn) //aaben 1 omgang hvis vinduet er for lukket
30         {
31             OpenOneTurn();
32         }
33
34         //Tjek for nye data
35         //Det sker for hver omgang, for at undgaa at vinduet skal aabne helt inden
36         //det kan lukke.
37         checkForData();
38         desiredTurn = ((MAX_WINDOW)*(((Status_Reg >> 12)*100)/15))/100;
39     }
40     //Opdatering af nuvaerende indstillinger
41     Position_Reg = Position_Reg & 0b0000111111111111;
42     Position_Reg = Position_Reg | (Status_Reg & 0b1111000000000000);
43 }

```

Listing 6.6: Udsnit A af window.c for PSoC4 i Aktuator

Kodeudsnittet fra window.c på Listing 6.6 viser de to funktioner InitWindow() og AdjustWindow(). MAX\_WINDOW er en global definition, som angiver antallet af omgange motoren skal køre, for at åbne vinduet helt. TIME\_BETWEEN\_STEPS er en global definition som angiver hvor mange milisekunder, der går mellem hvert af motorens steps. Ved praktiske forsøg er hhv. 35 omgange og 10 ms fundet hensigtsmæssige.

InitWindow() initialiserer de fire vindues pins til startposition og initialiserer Position\_Reg.

Den initialiserer desuden variabelen currentTurn til 0. Denne variabel holder styr på hvor vinduet befinder sig.

**BEMÆRK!** Vinduet skal være lukket, når systemet startes!

AdjustWindow() kontrollerer om currentTurn er større, mindre eller lig desiredTurn. Hvis de er forskellige kaldes enten OpenOneTurn() eller CloseOneTurn().

For hver omgang motoren kører, tjekkes der for nye data, og desiredTurn opdateres. Dette sker for at en ny kommando til vinduet eksekveres inden en igangværende kommando afsluttes.

Herefter opdateres Position\_Reg.

```
1 void CloseOneTurn ()
2 {
3     int i;
4     for(i = 0; i < 12; i++) //48 steps paa en omgang, 12*4=48
5     {
6         Vindue1a_Write(0);
7         Vindue2a_Write(1);
8         Vindue1b_Write(1);
9         Vindue2b_Write(0);
10        CyDelay(TIME_BETWEEN_STEPS);
11        Vindue1a_Write(0);
12        Vindue2a_Write(0);
13        Vindue1b_Write(1);
14        Vindue2b_Write(1);
15        CyDelay(TIME_BETWEEN_STEPS);
16        Vindue1a_Write(1);
17        Vindue2a_Write(0);
18        Vindue1b_Write(0);
19        Vindue2b_Write(1);
20        CyDelay(TIME_BETWEEN_STEPS);
21        Vindue1a_Write(1);
22        Vindue2a_Write(1);
23        Vindue1b_Write(0);
24        Vindue2b_Write(0);
25        CyDelay(TIME_BETWEEN_STEPS);
26    }
27    currentTurn--; //Opdatering af stilling paa vindue
28 }
29 void OpenOneTurn() //48 steps paa en omgang, 12*4=48
30 {
31     ...
```

Listing 6.7: Udsnit B af window.c for PSoC4 i Aktuator

Kodeudsnittet fra window.c på Listing 6.7 viser de to funktioner CloseOneTurn() (og OpenOneTurn()).

CloseOneTurn() gennemløber sekvensen for at motoren kører et step mod urets retning. Dette sker 48 gange, hvilket betyder at motoren kører en hel omgang.

Sekvensen i OpenOneTurn() er modsat, så motoren kører en omgang med urets retning.

Begge funktioner opdaterer afslutningvis currentTurn.

**6.2.3 HW Varmelegeme**

**6.2.4 HW Blæsere**

**6.2.5 HW Vinduesmotor**

## Litteraturliste

- [1] Timll Technic Inc: *DevKit8000 brugermanual*. "Bilag 001 - DevKit8000 user manual\_en". 2009.
- [2] Cypress Semiconductor: *PSoC 4 Pioneer Kit Guide*. "Bilag 002 - CY8CKIT-042 PSoC 4 Pioneer Kit Guide". 2013.
- [3] USB Implementers Forum, Inc.: *USB 2.0 Specification*. [http://www.usb.org/developers/docs/usb20\\_docs/#usb20spec](http://www.usb.org/developers/docs/usb20_docs/#usb20spec). 2015-03-17.
- [4] Honeywell International Inc.: *Datablad for Temperatur-/Luftfugtighedssensor*. "Bilag 003 - Datablad for temp\_luftfugtsensor". August 2013.
- [5] Honeywell International Inc.: *I<sup>2</sup>C Communication with the Honeywell HumidIcon*. "Bilag 004 - I2C Communication with the Honeywell HumidIcon". June 2012.
- [6] Intersil: *Datablad for lyssensor*. "Bilag 005 - Datablad for lyssensor". Februar 2008.