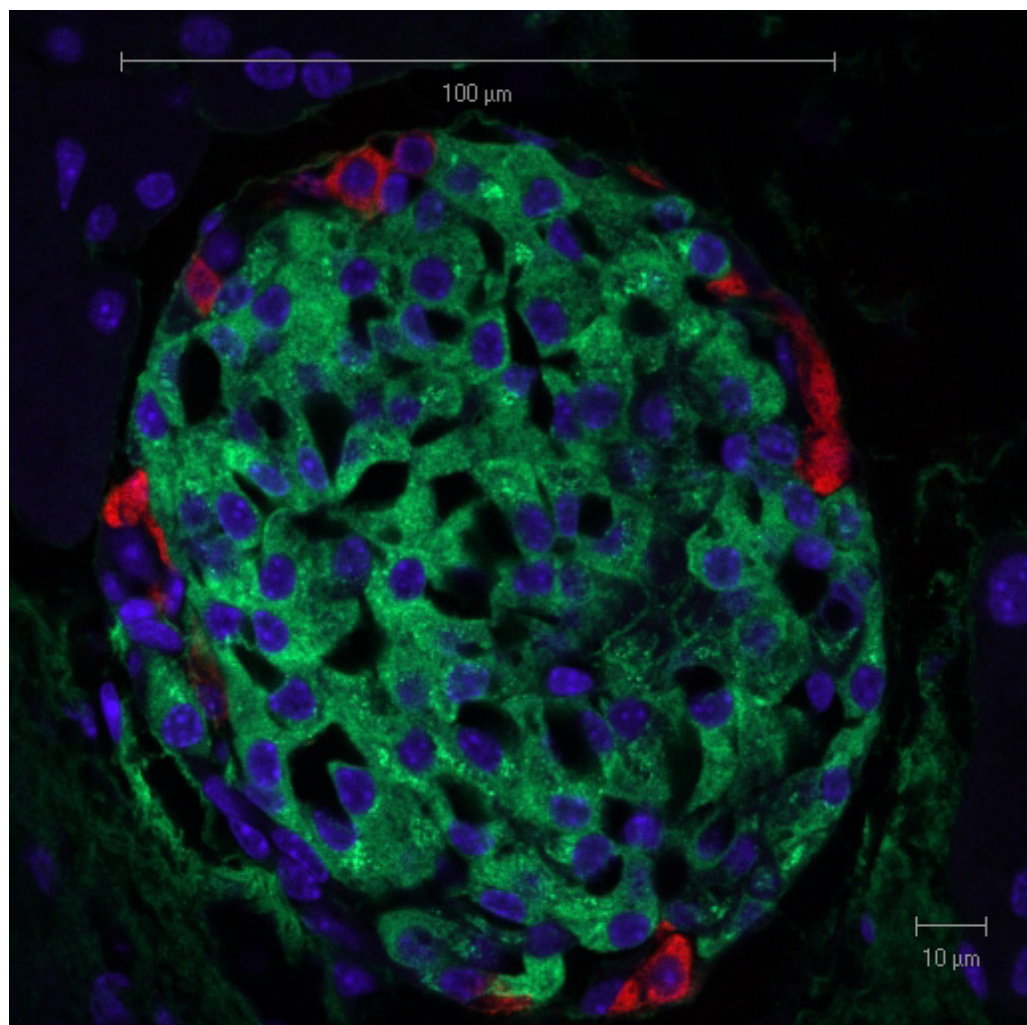


*Langerhanske Øer*  
*Projektdokumentation*

---



BACHELORPROJEKT  
PROJEKTNR: 15137  
INGENIØRHØJSKOLEN, AARHUS UNIVERSITET  
DEN 16. DECEMBER 2015



**Titel:**

Energirenovering

**Projekt:**

P1-projekt

**Projektperiode:**

September 2014 - December 2014

**Projektgruppe:**

B131

**Deltagere:**

Adam G. Hansen  
Berit Jørgensen  
Christoffer Haning  
Dorthe Møller  
Ejnar V. Jensen  
Freja Poulsen  
Gerhard Pedersen

**Vejledere:**

Carsten Henningsen  
Lotte Dalgaard

**Synopsis:**

Synopsis

**Oplagstal: 10**

**Sidetal: 80**

**Appendiks: 3**

**Afsluttet 18-12-2014**



# Forord

---

Denne rapport er udarbejdet af en gruppe studerende på 1. semester på Byggeri og Anlægsuddannelsen ved Aalborg Universitet. *Byggeboom i Aalborg* er det overordnede tema for projektet.

Fra projektkataloget er der valgt projektet *Energirenovering*, som lægger op til at belyse andre sider af et byggeboom. Projektet omfatter en kontekstuel vinkel og en teknisk vinkel. Den tekniske del belyser faglighederne energi og indeklima samt konstruktion. Den kontekstuelle del af rapporten behandler ...

Forudsætningerne for at læse rapporten er et vist kendskab til ...

Der rettes stor tak til vejlederne ... for inspirerende vejledning og konstruktiv kritik. Endvidere rettes en stor tak til ...

## Læsevejledning

Der vil igennem rapporten fremtræde kildehenvisninger, og disse vil være samlet i en kildeliste bagerst i rapporten. Der er i rapporten anvendt kildehenvisning efter Harvardmetoden, så i teksten refereres en kilde med [Efternavn, År]. Denne henvisning fører til kildelisten, hvor bøger er angivet med forfatter, titel, udgave og forlag, mens Internetsider er angivet med forfatter, titel og dato. Figurer og tabeller er nummereret i henhold til kapitel, dvs. den første figur i kapitel 7 har nummer 7.1, den anden, nummer 7.2 osv. Forklarende tekst til figurer og tabeller findes under de givne figurer og tabeller.

---

Adam G. Hansen

---

Berit Jørgensen

---

Christoffer Haning

---

Dorthe Møller

---

Ejnar V. Jensen

---

Freja Poulsen

---

Gerhard Pedersen



# Indholdsfortegnelse

---

<b>Kapitel 1</b>	<b>Kravspecifikation</b>	<b>1</b>
1.1	Indledning . . . . .	1
1.1.1	Formål . . . . .	1
1.1.2	Referencer . . . . .	1
1.1.3	Læsevejledning . . . . .	1
1.1.4	Versionshistorik . . . . .	1
1.2	Systembeskrivelse . . . . .	2
1.2.1	Aktør beskrivelse . . . . .	2
1.3	Funktionelle krav . . . . .	3
1.3.1	Use Case Diagram . . . . .	3
1.3.2	Use Case 1 - Start sorteringscyklus . . . . .	4
1.3.3	Use Case 2 - Sortering af Langerhanske Øer . . . . .	5
1.3.4	Use Case 3 - Stop sorteringscyklus . . . . .	6
1.3.5	Use Case 4 - Indstillinger . . . . .	7
1.3.6	Use Case 5 - Data logning . . . . .	8
1.4	Ikke funktionelle krav . . . . .	9
1.4.1	Kvalitetskrav . . . . .	9
1.4.2	Hardware . . . . .	10
1.4.3	Software . . . . .	10
1.4.4	GUI - Mockup . . . . .	11
1.5	Projektafgrænsning . . . . .	12
1.6	Samarbejdspartner . . . . .	12
<b>Kapitel 2</b>	<b>Accepttest</b>	<b>13</b>
2.1	Indledning . . . . .	13
2.1.1	Formål . . . . .	13
2.1.2	Referencer . . . . .	13
2.1.3	Læsevejledning . . . . .	13
2.1.4	Versionshistorik . . . . .	13
2.2	Accepttest af funktionelle krav . . . . .	14
2.2.1	Use Case 1: Påfyldning af celler . . . . .	14
2.2.2	Use Case 2: Sortering af langerhanske øer . . . . .	16
2.2.3	Use Case 3: Stop sorteringscyklus . . . . .	17
2.2.4	Use Case 4: Indstillinger . . . . .	19
2.2.5	Use Cases 5: Data logning . . . . .	20
2.3	Accepttest af ikke funktionelle krav . . . . .	22
2.3.1	Hardware . . . . .	28
<b>Kapitel 3</b>	<b>Design</b>	<b>31</b>
3.1	Indledning . . . . .	31

3.1.1	Formål . . . . .	31
3.1.2	Referencer . . . . .	31
3.1.3	Læsevejledning . . . . .	31
3.1.4	Versionshistorik . . . . .	31
3.2	Udviklingsværktøjer . . . . .	32
3.2.1	MATLAB . . . . .	32
3.2.2	GitHub . . . . .	32
3.2.3	Pivotal Tracker . . . . .	32
3.3	Hardware . . . . .	33
3.3.1	Læsevejledning til hardware . . . . .	33
3.3.2	Leverandør af produkter . . . . .	33
3.3.3	Block Definition Diagram . . . . .	34
3.3.4	Internal block Diagram . . . . .	35
3.3.5	Kamera . . . . .	36
3.3.6	Slanger . . . . .	36
3.3.7	Glasrør . . . . .	37
3.3.8	Microcontroller . . . . .	37
3.3.9	Motor shield . . . . .	38
3.3.10	Ventil . . . . .	38
3.3.11	Pumpe . . . . .	39
3.3.12	Beholdere . . . . .	39
3.3.13	Loadcell . . . . .	40
3.4	Software . . . . .	41
3.4.1	Arduino . . . . .	41
3.4.2	Kamera . . . . .	44
3.4.3	Funktioner . . . . .	45
3.4.4	User Interface . . . . .	46
3.5	Sekvensdiagrammer . . . . .	51
3.5.1	Sekvensdiagram for usecase 1 . . . . .	51
3.5.2	Sekvensdiagram for usecase 2 . . . . .	52
3.5.3	Sekvensdiagram for usecase 3 . . . . .	52
3.5.4	Sekvensdiagram for usecase 4 . . . . .	53
3.5.5	Sekvensdiagram for usecase 5 . . . . .	54



# Kravspecifikation

# 1

## 1.1 Indledning

Dette dokument indeholder kravspecifikationen for The Cell Collector (omtales herefter som systemet). Dokumentet er udarbejdet i samarbejde med kunden (Søren Gregersen) og specificerer kundens kvalitetskrav, samt funktionelle og ikke funktionelle krav. Der er sammen med kunden udarbejdet en accepttest, som har til formål at teste de specificerede krav i kravspecifikation.

### 1.1.1 Formål

### 1.1.2 Referencer

- Accepttest (s. 13)

### 1.1.3 Læsevejledning

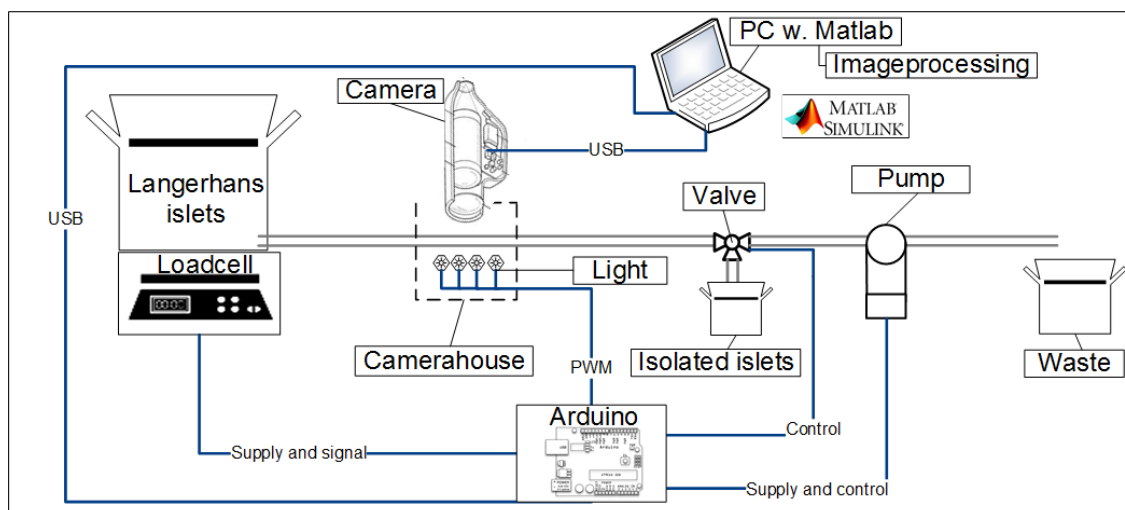
Her skal være læsevejledning

### 1.1.4 Versionshistorik

Version	Dato	Punktnr	Beskrivelse	Initialer
0.1	19/09 2015		Dokument sendt til review	AE og AT
1.0	19/09 2015		Rettelser fra reviewmøde og Latex layout	AE og AT
1.1	20/10 2015		Kamera krav tilføjet	AE og AT

## 1.2 Systembeskrivelse

Formålet med projektet er at udvikle et system til isolation af insulin producerende celler (Langerhanske Øer). Mange farmaceutiske virksomheder og forskningsafdelinger udfører forsøg på disse øer fra bl.a. rotter. Processen med isolering af Langerhanske øer startes ved operativt at fjerne pancreas, hvorefter vævet opløses vha. enzymet kollagenase. Når vævet er opløst fortyndes det yderligere inden det hældes i petriskåle. Øerne bliver herefter manuelt isoleret vha. mikroskop og diverse præcisions redskaber. Denne proces er både besværlig og tidskrævende. Formålet med projektet er derfor, at udvikle en ny metode til isolation af cellerne. Systemet skal indeholde en beholder til opløsningen med langerhanske øer. Denne opløsning skal føres ud gennem en tynd slange (<0,5mm) forbi et kamera, hvor der ved hjælp af Matlab skal udføres billedprocessering. Billedebehandlingen skal genkende, hvornår der er en langerhanske ø. Derefter skal systemet frasortere denne, ved et ventil system der åbner på det rigtige tidspunkt. Til at skabe flowet i slangerne anvendes en pumpe. Et krav til pumpen er at den skal være nænsom ved celleopløsningen, da de langerhanske øer er meget skrøbelige. En automatiseret løsning af sorteringsprocessen kan bidrage med reducere omkostningerne, give en mere ensartet sortering samt sikre dokumentation af de sorterede øer. Systemet kan fra et kommercielt synspunkt bidrage til basal forskning og til screening af nye medicinske præparater.



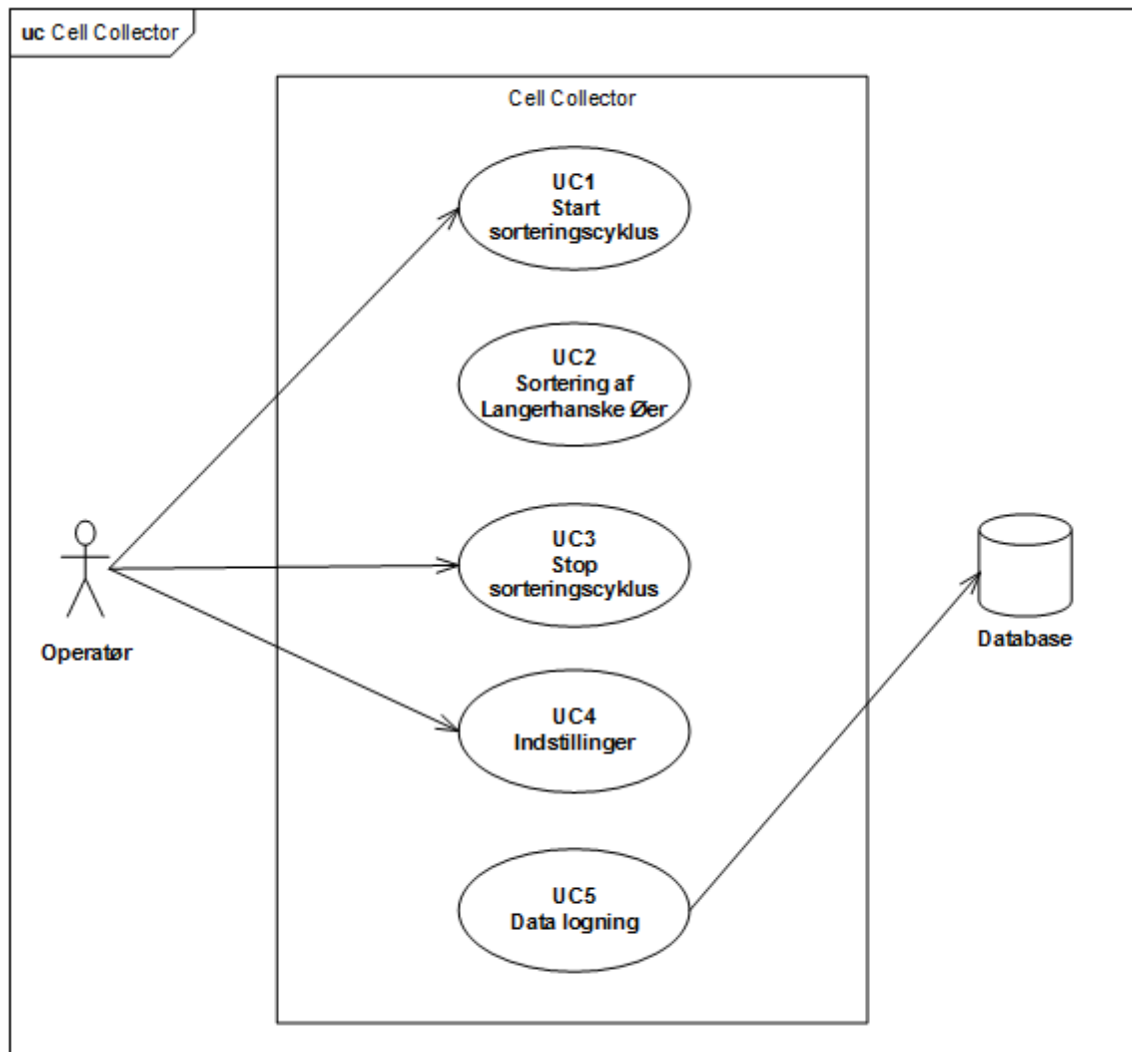
**Figur 1.1.** Figuren viser den overordnede opbygning af systemet, som beskrevet under systembeskrivelsen

### 1.2.1 Aktør beskrivelse

Systemets primære aktør er operatøren, som står for påfyldning af celler, start og stop af sorteringsprocessen. Operatøren har mulighed for at interagere med systemet via en grafisk brugergrænseflade. Systemets sekundære aktør er PC'ens filsystem, hvor der løbende gemmes en log over sorteringsprocessen.

## 1.3 Funktionelle krav

### 1.3.1 Use Case Diagram



*Figur 1.2.* Use Case diagram for The Cell Collector

### 1.3.2 Use Case 1 - Start sorteringscyklus

Mål	Start sorteringscyklus
Initiering	Use casen initieres af operatøren
Aktør	Operatør
Startbetingelser	The Cell Collector programmet er startet på computeren
Slutbetingelser ved succes	Systemet starter med sorteringen af Langerhanske øer
Slutbetingelser ved undtagelse	N/A
Normalforløb	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operatør fylder celleopløsningsbeholderen</li> <li>2. Celleopløsningsbeholderen er fyldt</li> <li>3. Operatør starter sorteringscyklus ved at klikke på [Start] [Undtagelse 1: Wastebeholder er fyldt]</li> <li>4. Systemet initialiserer Arduinoen [Undtagelse 2: Ingen forbindelse til Arduino]</li> <li>5. Systemet kontrollerer celleopløsningsbeholderen</li> <li>6. Systemet initialiserer kameraet [Undtagelse 3: Kameraet initialiserer ikke]</li> <li>7. Systemet tænder for kamera lyset</li> <li>8. Systemet tænder for pumpen</li> </ol>
Undtagelser	<p>[Undtagelse 1: Wastebeholder er fyldt]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systembesked: Tøm venligst Wastebeholder før start</li> <li>2. Operatøren trykker "OK"</li> <li>3. Systemet fortsætter opstartprocessen</li> </ol> <p>[Undtagelse 2: Ingen forbindelse til Arduino]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systembesked: Ingen forbindelse til Arduino, Tjek forbindelser.</li> </ol> <p>[Undtagelse 3: Kameraet initialiseres ikke]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. System fejlmeddelse: Kameraet er ikke initialiseret:</li> <li>2. Genstart initialisering af Kameraet</li> </ol>

**1.3.3 Use Case 2 - Sortering af Langerhanske Øer**

Mål	Sortere Langerhanske Øer
Initiering	Use casen initieres af [UC 1: Startsorteringscyklus]
Aktør	N/A
Startbetingelser	Systemet er startet og sorteringscyklussen er i gang
Slutbetingelser ved succes	Systemet har isoleret en Langerhansk ø og ventilen er lukket
Slutbetingelser ved undtagelse	
Normalforløb	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kameraet detekterer en Langerhansk ø</li><li>2. Arduino sender signal til ventilen om åbning</li><li>3. Ventilen åbner</li><li>4. Arduino sender signal til ventilen om lukning</li><li>5. Ventilen lukker</li></ol>
Undtagelser	

**1.3.4 Use Case 3 - Stop sorteringscyklus**

Mål	Stop sorteringscyklus
Initiering	Use casen initieres af operatøren
Aktør	Operatør
Startbetingelser	[UC 2: Sortering af Langerhanske Øer] er startet
Slutbetingelser ved succes	[UC 2: Sortering af Langerhanske Øer] er stoppet
Slutbetingelser ved undtagelse	N/A
Normalforløb	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Operatør stopper sorteringscyklussen ved at trykke på [Stop] [Undtagelse 1: Tom celleopløsningsbeholder]</li><li>2. Systemet slukker for pumpen</li><li>3. Systemet slukker for kameraet</li><li>4. Systemet slukker for kamera lyset</li><li>5. Systemet slukker for Arduino</li></ol>
Undtagelser	[Undtagelse 1: Tom celleopløsningsbeholder] <ol style="list-style-type: none"><li>1. Systemet slukker for pumpen</li><li>2. Systemet slukker for kameraet</li><li>3. Systemet slukker for kamera lyset</li><li>4. Systemet slukker for Arduino</li></ol>

**1.3.5 Use Case 4 - Indstillinger**

Mål	Ændre systemets indstillinger
Initiering	Use casen initieres af operatør
Aktør	Operatør
Startbetingelser	[UC 2: Sortering af Langerhanske Øer] er endnu ikke startet
Slutbetingelser ved succes	Systemets indstillinger er ændret
Slutbetingelser ved undtagelse	Systemets indstillinger er uændret
Normalforløb	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Operatøren klikker på [Indstillinger]</li><li>2. Et nyt vindue åbner med systemets indstillinger.</li><li>3. Operatøren vælger de ønskede indstillinger, og trykker [Gem indstillinger] [Undtagelse 1: Operatøren klikker [Annuller]]</li><li>4. Systemets indstillinger gemmes.</li></ol>
Undtagelser	[Undtagelse 1: Operatøren klikker "Annuller"] <ol style="list-style-type: none"><li>1. Systemet lukker Indstillingsvinduet og indstillingerne er uændret.</li></ol>

**1.3.6 Use Case 5 - Data logging**

Mål	Logning af ddata
Initiering	Use casen initieres af systemet ved [UC 3: Stop sorteringcyklus]
Aktør	Database
Startbetingelser	[UC 2: Sortering af Langerhanske Øer] er stoppet
Slutbetingelser ved succes	Systemet har gemt fil med data for sorteringen
Slutbetingelser ved undtagelse	
Normalforløb	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Systemet gemmer en fil i formatet .csv med følgende værdier: Tid og Dato</li><li>2. Systemet informerer brugeren om at filen er gemt</li></ol>
Undtagelser	



## 1.4 Ikke funktionelle krav

### 1.4.1 Kvalitetskrav

Systemet har følgende krav fra kunden

Nr	Krav	Beskrivelse	Kommentar
1	Hastighed	Hastigheden på systemet skal være højere end 30 øer sorteret pr. minut	
2	Renhed	<p>2.1 mere end 90 % af de isolerede øer skal være faktiske øer (Sandt pos: &gt; 90 %)</p> <p>2.2 der skal være mindre end 5 % af de isolerede øer, der ikke er øer (Falsk pos: &lt; 5 %)</p> <p>2.3 der skal være mindre end 5 % af øerne i opløsningen der ikke er blevet isoleret (Falsk neg: &lt; 5 %)</p>	<p>Dokumentation af renhed:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subjektiv vurdering af erfaren ø-plukker.</li> <li>2. Opmåling v.hj.a. digital billedbehandlingssoftware (ref 1 ).</li> <li>3. Funktionstests i laboratoriet (ref 1 og 2 ).</li> </ol>
3	Isoleringsgrad	Over 90 % af det oprindelige antal, skal være isoleret	$\frac{\text{Antal isolerede}}{\text{Total antal opløsning}} * 100$
4	Genkendelsesgrad	Over 90 % af det oprindelige antal, skal være isoleret	$\frac{\text{Visionsgenkendte}}{\text{Total antal opløsning}} * 100$
5	Ø/Cellestørrelse (µm)	Systemet skal kunne sortere øer, der har en størrelse mellem 100 µm og 300 µm	
6	Datalogning	Systemet skal kunne logge informationer omkring opløsningens øer, både størrelse og form	
7	Rensning	Systemet skal kunne lave en automatisk rensning af rør mm.	
8	Køling	Systemet skal kunne køle opløsningens væsken.	

### **1.4.2 Hardware**

#### **1.4.2.1 Microcontroller**

1. Atmega328p (Arduino)

#### **1.4.2.2 Pumpe**

1. Pumpe flow:  $< 50 \text{ ml} / \text{min}$
2. Størrelse på studserne skal kunne tilpasses slangerne

#### **1.4.2.3 Slang**

1. Slangene skal have en indre diameter  $> 300 \mu\text{m}$
2. Kameraet skal kunne detektere langerhanske øer igennem slangen, evt. vha. glasrør

#### **1.4.2.4 Beholdere**

1. Celleopløsningsbeholder skal have størrelse  $> 250 \text{ mL}$
2. Wastebeholder skal have en størrelse dobbelt så stor som celleopløsningsbeholderen:  
 $> 500 \text{ mL}$

#### **1.4.2.5 Ventil**

1. 3-vejs, dvs. 1 tilgang og kobling mellem 2 udgange
2. Studserne skal kunne tilpasses slangerne
3. Skal være til væske
4. Lukke og åbne tid skal være  $> 50 \text{ ms}$

#### **1.4.2.6 Kamera**

1. Kameraet til kunne detektere langerhandske øer mellem 100 og 300  $\mu\text{m}$
2. Kameraet skal have en zoom funktion, som et mikroskop
3. Kameraet skal have et USB interface

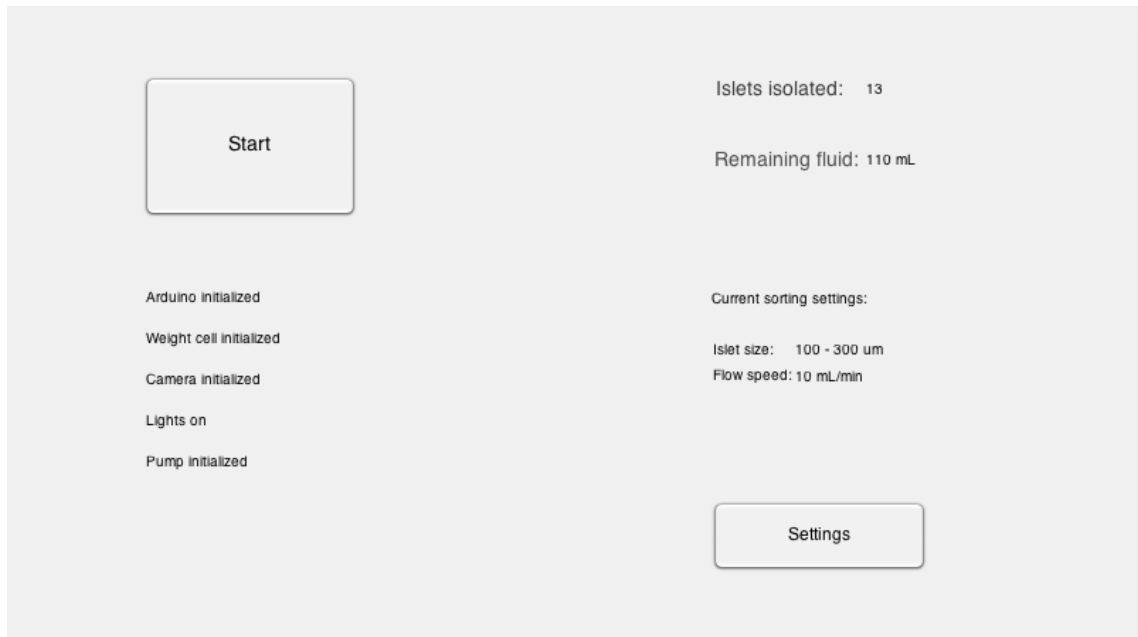
### **1.4.3 Software**

#### **1.4.3.1 Dataformat og struktur**

1. CSV format med kommasepareret delimiter.
2. Filnavn: Dato og starttidspunkt for sorteringscyklus.
3. Header indeholdende opsætningsindstillinger.
4. Filen er opbygget med følgende kolonner:
  - a) Tidsstempel i formatet DD-MM-YYYY-hh:mm:ss
  - b) Ø størrelse

### 1.4.4 GUI - Mockup

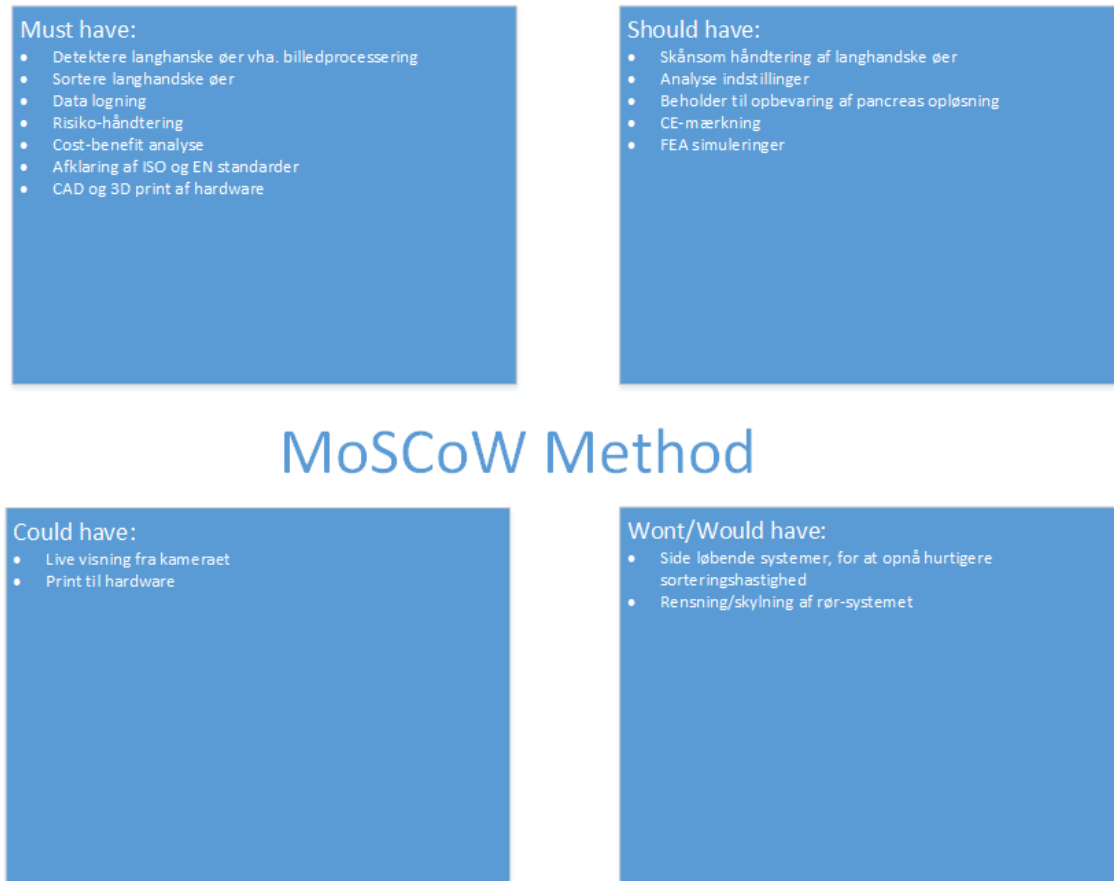
Mockup af GUI



*Figur 1.3.* Mockup af GUI

## 1.5 Projektafgrænsning

Til at afgrænse kravene i projektet er der anvendt MoSCoW metoden. Denne metode er brugt for at give en struktureret oversigt over hvilke krav der er vigtigst at få opfyldt inden for tidsrammen og hvilke der evt. kan implementeres senere hvis tiden er til det.



*Figur 1.4.* MoSCoW

## 1.6 Samarbejdspartner

Gruppens kunde er Søren Gregersen, overlæge på Medicinsk Endokrinologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital. Det er i samarbejde med ham at projektet er blevet specificeret, samt hvilke krav der er til den endelige prototype. Samuel Alberg Thrysøe er gruppens projektvejleder. Der afholdes ugentligt et vejledermøde, hvor gruppen giver status på projektet og hvor der diskuteres forskellige problemstillinger. Simon Vammen Grønbæk og Karl Johan Schmidt fungerer som projektets review gruppe. Der holdes møde hver anden uge omhandlende aftalt dagsorden. Formålet med review gruppen er at få konstruktiv feedback på evt. rettelser, opbygning af rapport og generel forståelse.

# Accepttest 2

---

## 2.1 Indledning

Dette dokument indeholder acceptttesten for the Cell Collector(omtales herefter som systemet). Formålet med dokumentet er at sikre at alle krav til produktet er opfyldt, i henhold til kravspecifikationen.

### 2.1.1 Formål

Indsæt formål

### 2.1.2 Referencer

- Kravspecifikation (s. 1)

### 2.1.3 Læsevejledning

Indsæt læsevejledning

### 2.1.4 Versionshistorik

Version	Dato	Punktnr	Beskrivelse	Initialer
0.1	19/09 2015		Dokument sendt til review	AE og AT
1.0	19/09 2015		Rettelser fra reviewmøde og Latex layout	AE og AT

## 2.2 Accepttest af funktionelle krav

### 2.2.1 Use Case 1: Påfyldning af celler

Krav nr.	Handling	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
1.1	Operatør fylder celle-opløsnings-beholderen		Celle-opløsnings-beholderen fyldes med væske			
1.2	Celle-opløsnings-beholderen er fyldt		??			
1.3	Operatør starter sorterings-cyklus ved at klikke på [Start]	Opstarts processen i gang sættes, observeres	Knappen [Start] trykkes.			
1.4	Systemet initialiserer Arduinoen	Arduino initialiseret signal modtages og gives til UI	Det observeres på GUI'en at Arduinoen er initialiseret.			
1.5	Systemet kontrollerer celle-opløsnings-beholderen	Kontrol vægten returnerer en høj spænding for fyldt celle-opløsnings-beholder.	Spændingen måles med multimeter.			
<sup>1</sup> 1.6	Systemet initialiserer kameraet	Kamera Initialiseret signal modtages og gives til UI	Det observeres på GUI'en at kameraet er initialiseret.			

<sup>1</sup>fixme Note: bør overskrifterne ikke starte sammen med den nye side?

Undtagelse 1	1. Waste-beholderen er fyldt	System-besked: Tøm waste-beholderen	Der startes 2 sorterings-cykluser. Resultatet observeres på GUI.			
Undtagelse 1	2 & 3 Operatør trykker [OK] <sup>2</sup>	Systemet fortsætter opstart-processen	Knappen [OK] trykkes			
Undtagelse 2	Forbindelsen til Arduino frakobles	System-besked: Ingen forbindelse til Arduino, kontroller forbindelser	USB kablet til Arduinoen frakobles. Resultatet observeres på GUI.			
Undtagelse 3	1. Kameraet initialiseres ikke	System-besked: Kameraet er ikke initialiseret.	Kameraets forbindelse frakobles. Resultatet observeres på GUI.			
Undtagelse 3	2. Genstart initialiseringen af Kameraet	Feedback fra kameraet om initialisering start.	Kameraet kobles til PC igen. Resultatet observeres på GUI.			

---

<sup>2</sup>fixme Note: er det ok denne måde med at teste to punkter på en gang?

**2.2.2 Use Case 2: Sortering af langerhanske øer**

Krav nr.	Handling	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
2.1	Kameraet detekterer en Langerhansk ø.	Tælleren for antal sorterede øer stiger	Sorteringscyklussen er startet. Den Langerhanske ø simuleres vha. simuleringsvæske. Resultatet observeres på GUI.			
2.2	Arduino sender signal til ventilen om åbning.	Udgang til ventilen er høj	Pin D7 måles vha. multimeter.			
2.3	Ventilen åbner	Ventilen er åben	Observeres ved at se på ventilen.			
2.4	Arduino sender signal til ventilen om lukning.	Udgang til ventilen er lav	Pin D7 måles vha. multimeter.			
2.5	Ventilen lukker.	Ventilen er lukket	Observeres ved at se på ventilen.			



**2.2.3 Use Case 3: Stop sorteringscyklus**

Krav nr.	Handling	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
3.1	Operatør stopper sorteringscyklussen ved at trykke på [Stop]	Sorteringscyklus stopper	En sorteringscyklus er i gang. Knap [Stop] trykkes. Resultatet observeres på GUI.			
3.2	Systemet slukker for pumpen	Flowet i slangen stopper	Observeres ved at se på flowet i slangen			
3.3	Systemet slukker for kameraet	Kameraets sluk signal modtages og gives til UI	Det observeres på GUI'en at kameraet er slukket.			
3.4	Systemet slukker for kamera lyset	Lyset slukker	Kamera lyset observeres			
3.5	Systemet slukker for arduinoen	Arduino sluk signal modtages og gives til UI	Det observeres på GUI'en at Arduinoen er slukket.			

Undtagelse 1	1. Celleopløsningsbeholderen løber tør for væske	Sorteringscyklussen stopper	En sorteringscyklus er i gang. Sorteringscyklussen forsættes indtil celleopløsningsbeholderen løber tør for væske. Resultatet observeres på GUI.			
Undtagelse 1	2. Systemet slukker for pumpen	Flowet i slangen stopper	Observeres ved at se på flowet i slangen			
Undtagelse 1	3. Systemet slukker for kameraet	Kameraets sluk signal modtages og gives til UI	Det observeres på GUI'en at kameraet er slukket.			
Undtagelse 1	4. Systemet slukker for kamera lyset	Lyset slukker	Kamera lyset observeres			
Undtagelse 1	5. Systemet slukker for arduinoen	Arduino sluk signal modtages og gives til UI	Det observeres på GUI'en at Arduinoen er slukket.			

## 2.2.4 Use Case 4: Indstillinger

Krav nr.	Handling	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
4.1	Operatøren klikker på [Indstillinger].	Et nyt vindue åbner med systemets indstillinger.	Knappen [Indstillinger] trykkes.			
4.2 & 4.3 <sup>3</sup>	Arduino sender signal til ventilen om åbning.	Udgang til ventilen er høj	Pin D7 måles vha. multimeter.			
Undtagelse 1	Operatøren klikker [Annuller].	Indstillingsvinduet lukkes og systemets indstillinger er uændret.	Knappen [Annuller] trykkes. Det verificeres at indstillingerne er uændret ved at åbne Indstillinger igen. <sup>4</sup>			

<sup>3</sup>fixme Note: er det ok?<sup>4</sup>fixme Note: bør denne uddybes?

## 2.2.5 Use Cases 5: Data logging

Krav nr.	Handling	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
5.1	Systemet gemmer en fil i formatet .csv med følgende værdier: 1.Tid og Dato 2.Indstillings-værdier 3.Antal sorterede celler 4.Størrelser for celler	Filen er gemt i databasen med de specificerede værdier.	En ny sorterings-cyklus startes (UC 1), hvorefter sorterings-cyklussen stoppes (UC 3), ved tryk på [Start/-Stop]. Den gemte fil inspiceres ved hjælp af texteditor (Notepad, textEdit eller lignende). 5			
5.2	Systemet informerer operatøren om at filen er gemt.	Der vises besked til operatøren.	En ny sorterings-cyklus startes (UC 1), hvorefter sorterings-cyklussen stoppes (UC 3), ved tryk på [Start/-Stop]. Observer GUI.			

---

<sup>5</sup>fixme Note: jeg synes vi skal have navne på usecaserne ind også?



## 2.3 Accepttest af ikke funktionelle krav

Krav nr.	Kvalitetskrav	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
1	Hastigheden på systemet skal være Højere end 30 øer sorteret pr. minut	Normalforløbet ved en sorteringscyklus følges <sup>6</sup> , hvor ved der måles med et stopur. Stopuret stoppes efter sorteringsprocessen er færdig, derefter regnes hastighed ud ved $\frac{\text{Antaler}}{\text{minutter}}$ <b>FiXme</b> <b>Note:</b> <b>hmm</b>	Når sorteringcyklussen er færdig er $\frac{\text{Antaler}}{\text{minutter}} > 30$			

<sup>6</sup>fixme Note: indsæt ref til UC

2	1 Mere end 90% af de isolerede øer skal være faktiske øer (Sandt pos: > 90%)	Normalforløbet ved en sorteringscyklus følges. Efter endt cyklus, skal en kyndig person tælle antallet af faktiske øer. Dette holdes op i mod antallet af isoleret øer.	Når sorteringcyklussen er færdig er $\frac{\text{antaltalkeer}}{\text{antalisoleret}} * 100 \Rightarrow 90$ .			
2	2 Der skal være mindre end 5% af de isolerede øer, der ikke er øer (Falsk pos: < 5%)	Normalforløbet ved en sorteringscyklus følges. Efter endt cyklus, skal en kyndig person tælle antallet af faktiske øer. Dette holdes op i mod antallet af isoleret øer.	Når sorteringcyklussen er færdig er $\frac{\text{antaltalkeer}}{\text{antalisoleret}} * 100 \Rightarrow 95$ .			

2	<p>3 Der skal være mindre end 5% af øerne i opløsningen der ikke er blevet isoleret (Falsk neg: &lt; 5%)</p>	<p>Normalforløbet ved en sorteringscyklus følges. Efter endt cyklus, skal en kyndig person tælle antallet af øer der er isoleret og antallet af øer i waste beholde-</p> <p>ren.</p>	<p>Når sortering-cyklussen er færdig er</p> $\frac{\text{antaltal} \text{teer} \text{waste}}{\text{antaltal} \text{te} \text{isoleret}} * 100 \Rightarrow 95$ <p>.</p>			
---	--	--	--	--	--	--



3	over 90% af det oprindelige antal, skal være isoleret.	<p>En opløsning med et kendt antal øer benyttes. Hvor efter normalforløbet ved en sorteringscyklus følges. Efter endt cyklus, skal en kyndig person tælle antallet af øer der er isoleret. Dette antal holdes op i mod antallet af øer i opløsningen fra start.</p>	<p>Når sorteringcyklussen er færdig er</p> $\frac{\text{antaltal i opløsningen fra start}}{\text{antaltal i isolerede}} * 100 \Rightarrow 90$ <p>.</p>			
---	--	---	--	--	--	--

4	over 90% af det oprindelige antal, skal være genkendt	En opløsning med et kendt antal øer benyttes. Hvor efter normalforløbet ved en sorteringscyklus følges. Efter færdig endt cyklus, holdes antal af detekteres op i mod det oprindelige antal af øer fra starten.	Når sorteringcyklussen er færdig er	$\frac{\text{antaldetektereter}}{\text{antaloprindeligeer}} * 100 \Rightarrow 90$		
---	---	---	-------------------------------------	---	--	--

5	Systemet skal kunne sortere øer, der har en størrelse mellem 100 $\mu\text{m}$ og 300 $\mu\text{m}$	En opløsning med en østørrelse på 100 $\mu\text{m}$ og 300 $\mu\text{m}$ benyttes. Hvor efter normalforløbet ved en sorteringscyklus følges. Efter færdig endt cyklus, skal en kyndig person tælle antallet af øer der er isoleret. Dette holdes op i mod antallet af øer i opløsningen fra start.	Begge ø størrelser er isoleret			
6	Systemet skal kunne give informationer omkring opløsningens øer, både størrelse og form.	Normalforløbet ved en sorteringscyklus følges.	Efter endt cyklus, skal data filen kontrolleres om den har de specificerede værdier.			

## 2.3.1 Hardware

Krav nr.	Handling	Forventet resultat	Test-metode	Resultat	✓\-	Initialer og dato
7.2.1	Micro-controller type: Atmega328p	Atmega328p	Visuel inspektion af microcontrolleren.			
7.2.2.1	Pumpe flow	< 50ml /min	Observeres ved at måle antal mL / min <sup>7</sup>			
7.2.2.2	Studse størrelse	Indre diameter > 300 µm	<sup>8</sup>			
7.2.3.1	Slange	Indre diameter > 300 µm	Dimensionerne på slangen kontrolleres via datablad <sup>9</sup>			
7.2.3.2	Kamera detektion igennem slange	Kameraet kan detekterer langerhansk ø gennem slangen	?? <sup>10</sup>			
7.2.4.1	Celleopløsnings-beholder har størrelse > 250 mL	Celleopløsnings-beholderen er > 250 mL	Testes ved at fylde 250 mL væske i celleopløsnings-beholderen			

<sup>7</sup>fixme Note: skal vel beskrives mere?<sup>8</sup>fixme Note: mangler<sup>9</sup>fixme Note: toft: jeg vil mene de skal måles med et skydelærred?<sup>10</sup>fixme Note: testes med vores simuleringsvæske?

7.2.4.2	Waste-beholder er dobbelt så stor som celleopløsnings-beholder: > 500 mL	Waste-beholder er > 500 mL	Testes ved at fylde 500 mL væske i waste-beholderen.			
7.2.5.1	3 vejs ventil	Ventilen har 1 tilgang og 2 udgange	Ventilen observeres			
7.2.5.2	Studse størrelse	Matcher slangens størrelse	<sup>11</sup>			
7.2.5.3	Ventilen er til væske	Ventilen er bygget til væske	Datablad <sup>12</sup>			
7.2.5.4	Åben/Lukke-tid	< 50 ms	Datablad <sup>13</sup>			

---

<sup>11</sup>fixme Note: kan vel måles igen med skydelærred (digitalt)

<sup>12</sup>fixme Note: der er vel næsten ikke andre muligheder?, men er det o.k?

<sup>13</sup>fixme Note: der er vel næsten ikke andre muligheder?, men er det o.k?



## 3.1 Indledning

Dette dokument beskriver systemets design og systemarkitektur. Dokumentet indeholder en generel præsentation og beskrivelse af systemet, herunder hvordan *The Cell Collector* er opbygget både hardware og software mæssigt.

### 3.1.1 Formål

Design dokumentets formål er beskrive og fastlægge overordnede komponenter for hardwaren og softwaren, samt grænsefladerne mellem dem. Herudover skal dokumentet identificere arbejdsopgaver for projektets implementeringsfase.

### 3.1.2 Referencer

- Kravspecifikation (s. 1)
- Accepttest (s. 13)

### 3.1.3 Læsevejledning

Dokumentet skal ses som en uddybbende beskrivelse af kravene til systemet, der blev fastlagt i kravspecifikationen. Dokumentet er overordnet opdelt i henholdsvis en hardware beskrivelse og en software beskrivelse. De enkelte del elementer er beskrives vha. SysML diagrammer. Alt SysML udvikles og skrives på engelsk.

### 3.1.4 Versionshistorik

Version	Dato	Beskrivelse	Initialer
1.0	23/10 2015	Første officielle dokument (efter review)	AE og AT

## 3.2 Udviklingsværktøjer

### 3.2.1 MATLAB

Selve softwaren til systemet udvikles i MATLAB. Versionen der er anvendt er R2015b. Af tilføjesespakker bruges følgende:

- Arduino Support Package (14.2.2)
- Webcam Support Package (15.2)

Disse pakker anvendes til, at interagere med Arduinoen og USB mikroskopet.

### 3.2.2 GitHub

Til versionsstyring af projektdokumentationen og source kode anvendes GitHub, som bygger på open source versions styrings systemet Git. Her opdateres der løbende ændringer, så det nyeste dokumentation og source kode altid er tilgængeligt. Som user interface til GitHub anvendes GitHub Desktop .

### 3.2.3 Pivotal Tracker

Til projektstyring anvendes Pivotaltracker, som er et online værktøj baseret på SCRUM. I Pivotaltracker defineres projektets arbejdsopgaver, hvorefter de tildeles point alt efter hvor stor arbejdsbyrden er. De enkelte opgaver prioriteres herefter i projektets backlog, hvor Pivotaltracker automatisk tilføjer opgaver til den igangværende sprint ud fra den nuværende “velocity”.

Det betyder, at der er fuldstændig styr på om projektet går for langsomt, eller om udviklingen af projektet er godt med. Dette kan sammenlignes med gatestate arbejdsmetoden, hvor der er flere deadlines end der måske vil være i for eksempel vandfaldsmetoden.



## 3.3 Hardware

Dette afsnit skal være med til at dokumentere hardwaren i systemet *the cell collector*, derfor indeholder afsnittet fysiske dele og deres funktionalitet. De fysiske deles specifikationer er uddybes og beskrevet i dette dokument. Der er begrundelser og argumenter for hvorfor de brugte komponenter er valgt.

### 3.3.1 Læsevejledning til hardware

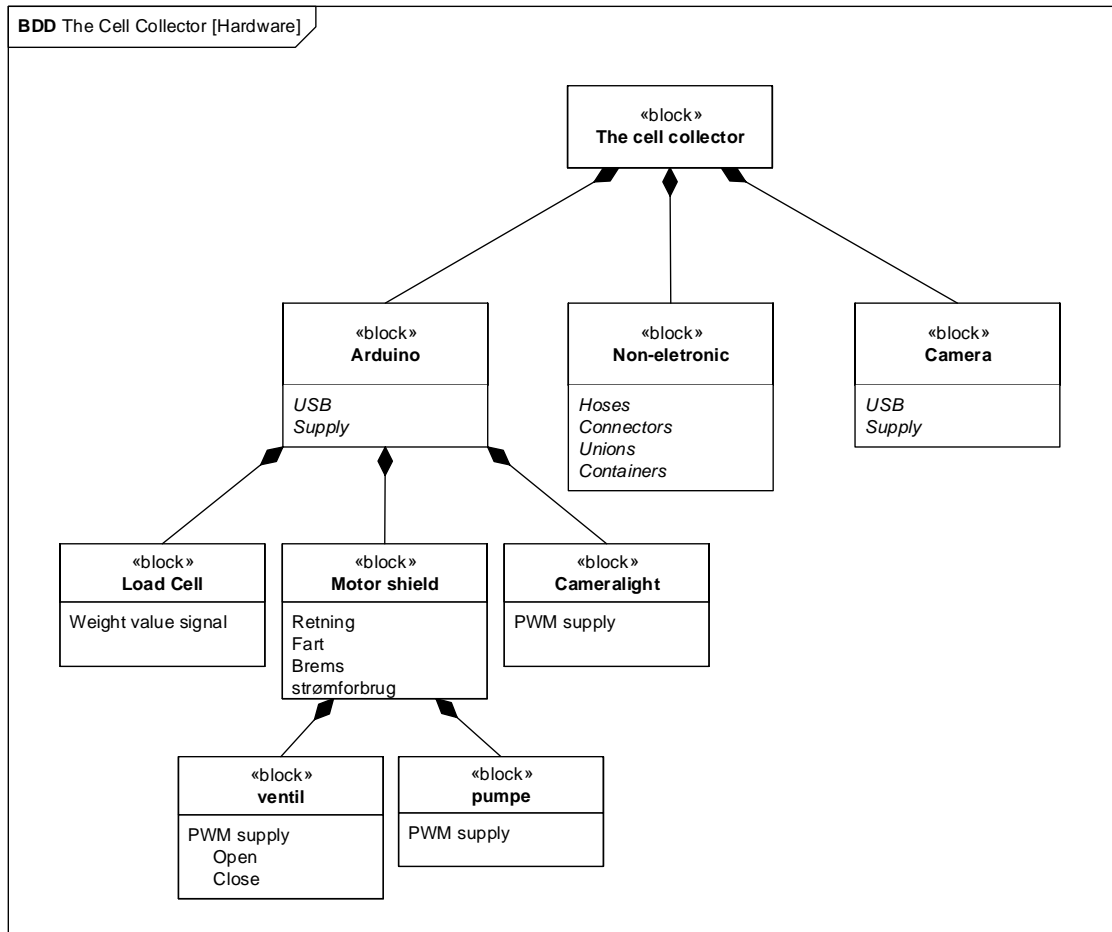
Da dette afsnit er en udspecificering af hvilke specifikationer hardware komponenterne består af, ligger det sig tæt op af kravspecifikationen. Da det er kravene i kravspecifikationen, der ligger til grunde for de valgte hardware dele. I afsnittet findes der forskellige diagrammer der er med til at beskrive opbygningen, og kommunikationen af delene. Til hvert diagram vil der være en kort beskrivelse af hvad det beskriver. Hvert afsnit indeholder funktionalitet, specifikationer omkring det enkelte komponent og begrundelser og argumentationer hvorfor det er valgt, i den skrevne rækkefølge. Afsnittene kan godt læses i dele, men for en komplet forståelse bør afsnittene læses i rækkefølge.

### 3.3.2 Leverandør af produkter

Når der skal vælges leverandør til et produkt er det vigtigt, at de er pålidelige. Da delene skal kunne leveres i hele produktets levetid. Specielt hvis produktet kræver en stor dokumentation og godkendelse, som for eksempel medicinsk udstyr. Når produktet skal sættes i produktion bør der være flere leverandører, som kan leverer det samme produkt. Det er vigtigt for, at dokumentationen ikke skal ændrings, fordi at en lille del af produktet er udgået af underleverandørens portefølje. Til Systemet *The cell collector*, har budgettet gjort stort præg af hvilke leverandører der er valgt. Primært er de fleste dele fundet på Ebay, for netop at holde budgettet og dermed priserne i bund. Dette medfører selvfølgelig at kvaliteten er nedprioriteret, som et kompromis er kameraet(reference) i projektet købt ved Farnell. Farnell er en mere pålidelig forhandler end Ebay. At produkterne er købt på Ebay, vil medføre at der vil komme ændringer af dokumentation for at hæve kvaliteten på produktet i fremtiden. Ydermere er generelle ikke elektroniske komponenter købt ved Mikrolab(reference), som slanger og beholdere.

### 3.3.3 Block Definition Diagram

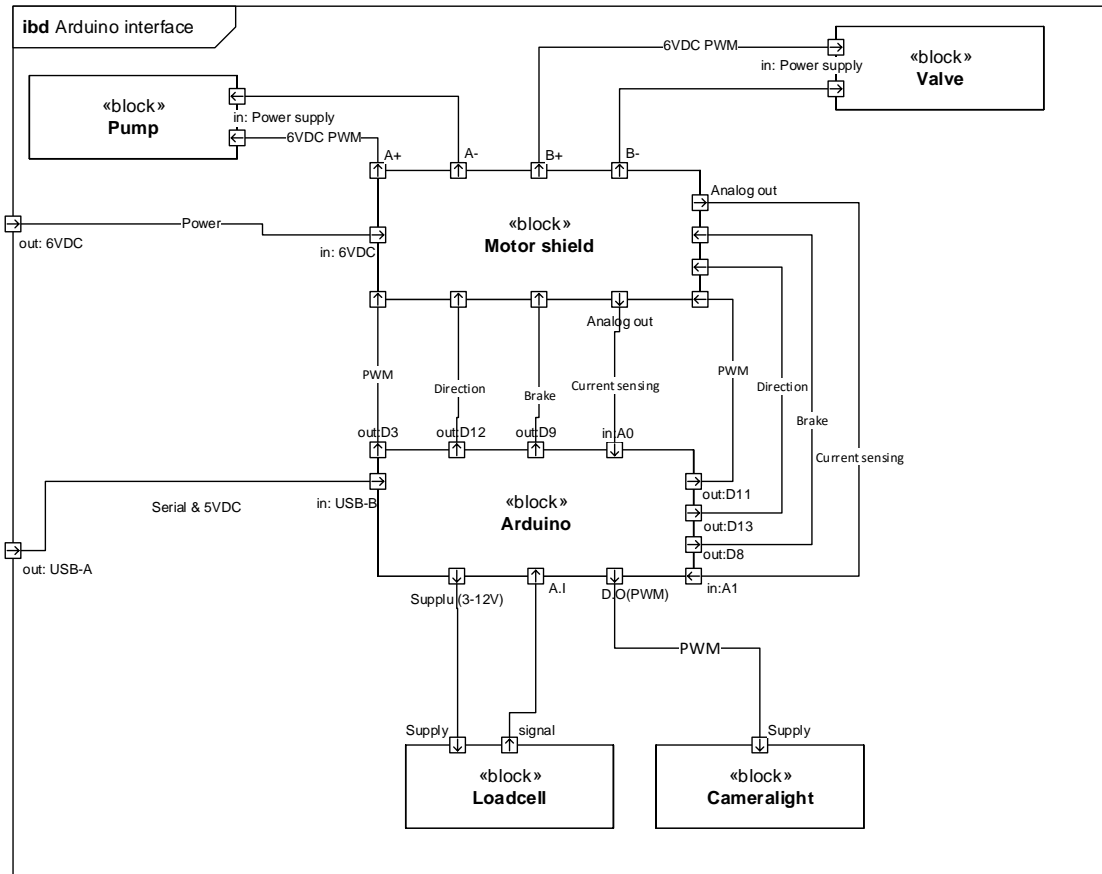
Et bdd diagram giver indblik i hardwarens overordnede struktur af systemet. Hver block er en del der indgår i systemet. Diagrammet er bygget hierarkisk system, hvor en blok kan indeholde flere blokke. blokkene består af en system blok *the cell collector*, der indeholder tre elementære blokke, *Arduino*, *non electronic* og *Camera*. Hvor *Arduino* er den eneste der indeholder flere blokke, det beskriver hvilken hardware de overstående blokke kommunikerer med.



*Figur 3.1.* BDD - Cell Collector [Hardware]

### 3.3.4 Internal block Diagram

Et IBD diagram beskriver mere præcist, hvordan de forskellige komponenter med hinanden på. Det betyder at der er specialiseret indgangs- og udgangsporte, med de forskellige typer. Diagrammet beskriver blandt andet, hvilken spænding delene arbejder under og hvilket signal der er brug for.



*Figur 3.2.* IBD - Cell Collector [Hardware]

### 3.3.5 Kamera

Kameraet skal detektere de langerhanske øer i systemet, hvilket gør at det er en elementær del af projektet.

**Specifikationer for kameraet:**

Specifikation	værdi
Billede opløsning:	2M Pixel
Fokus område:	0-40mm
forstørrelse:	25X-400X (Manuelt)
Frame rate:	30f/s
Interface:	USB 2.0
Forsyning:	DC 5V ( <i>fra USB port</i> )
Dimension:	L:112 mm x B:33 mm

Da langerhanske øer har en størrelse på 100 µm til 300 µm, samt at de er lyserer end resten af vævet. Opløsningen på kameraet er valg ud fra:

$$Opløsning = \frac{afstand}{objektstørrelse} = \frac{10 \text{ cm}}{100 \text{ µm}} \quad (3.1)$$

(reference til baslerwebs dokument) afstanden fra objektet er vurderet ud fra, hvor langt kameraet er i den absolutte maksimale afstand fra øerne. Dertil skal der kunne ses flere detaljer end ned til 100 µm, for at kunne detektere de langerhanske øer. Derfor er der valgt et kamera med en opløsning på 2M pixels. Da de langerhanske øer fra skiller ved at de har et højere fluorescens niveau, end resten af vævet i opløsningen. Ville et kamera uden farver også have været anvendeligt. Da systemet skal kunne sortere 30 langerhanske øer i minuttet, er det vurderet at en standard frame rate vil være passende. Ydermere har prisen på kameraet også været vigtig.

skal sættes ned i en kilde liste:

[http://www.baslerweb.com/media/documents/BAS1408\\_White\\_paper\\_Camera\\_Selection\\_EN.pdf](http://www.baslerweb.com/media/documents/BAS1408_White_paper_Camera_Selection_EN.pdf)

<http://dk.farnell.com/duratool/bw788/microscope-digital-usb-25x-200x/dp/2319420>

### 3.3.6 Slinger

Slangerne anvendes til at føre opløsningen med de langerhanske øer, i gennem systemet bl.a. forbi kameraet.

**Specifikationer for Slangerne:(flere)**

Specifikation	værdi
Materiale:	Teflon og Silikone

<b>Ydre diameter:</b>	?mm
<b>Indre diameter:</b>	500 $\mu$ m-700 $\mu$ m

Da de største langerhanske øer, som systemet skal håndtere er 300  $\mu$ m i diameter, derfor er det valgt at slangerne skal have en indre diameter på 500  $\mu$ m. Da det er optimalt at kameraet kan se direkte igennem slangen, er der valgt et gennemsigtigt materiale. Yderdiametere er valgt for at, pumpen ikke skal ødelægge celler og slange, hvilket også har været med til at bestemme materialet af slangerne.

### 3.3.7 Glasrør

For at sikre, at kameraet er i stand til at se de langerhanske øer, er der valgt et glasrør.

**Specifikationer for Glasrøret:**

Specifikation	værdi
<b>Materiale:</b>	glas
<b>Ydre diameter:</b>	?mm
<b>Indre diameter:</b>	500 $\mu$ m-700 $\mu$ m

Glasrøret er tiltænkt kun til at sidde, hvor kameraet skal detektere de langerhanske øer. For at være sikker på at kameraet kan se dem. Glasrøret er valgt rundt, som muligvis kan ændre indgangsvinklen på kameraet. Et rektangel glasrør har været overvejet, men risikoen for at de langerhanske øer kan overhale hinanden inden i er for stor. Derfor er et rundt glasrør valgt.

### 3.3.8 Microcontroller

Microcontrolleren skal være styreenheden i systemet, det betyder at den skal styre ventil, kameralyset, Pumpe og vægtcelle. **Specifikationer for Microcontroller:**

Specifikation	værdi
<b>Type:</b>	Arduino UNO (ATmega328P)
<b>Forsyning:</b>	5VDC (USB)
<b>Clock speed:</b>	16 MHz
<b>Digitale I/O pins</b>	14 stk (6 stk med PWM)
<b>Analoge inputs pins</b>	6 stk
<b>Interface</b>	USB
<b>I/O output strøm</b>	20 mA
<b>Flash hukommelse</b>	32 KB

Arduino er en open source platform til fremstilling af prototype print, med en ATmega328P microcontroller. Arduino platformen er valgt da Matlab understøtter interaktion via en Support package. Boardet er brugt i et stort omfang omkring i verden. Derfor er det en platform der er nemt tilgængelig og forholdsvis prisvenlig, samt at der findes en stor mængde dokumentation omkring emnet. Da det er en open source platform, kan der købes forskellige versioner som ikke er originaler. Arduino UNO er passende til dette system, da det er en forholdsvis simpel opgave microcontrolleren skal håndtere. Da systemet bruger computerens hukommelse og det meste er koden her på. Antallet af digitale og analoge porte er passende med den nuværende mængde af komponenter der skal styres.

### 3.3.9 Motor shield

Motor shieldet skal hjælpe microcontrolleren med, at styre pumpen til systemet. Det skal den fordi Arduinoen ikke kan trække pumpen alene, derfor skal der en ekstern forsyningskilde på, som forsyner i gennem motor shieldet. Motor shieldet skal også forsyne ventilen. **Specifikationer for Motor shield:**

Specifikation	værdi
Type:	Velleman L298P
Forsyning:	???)
Output spænding	50V (max)
Output strøm	2.5A
Kanaler	2 stk
Interface	Forsynes i gennem arduino

Motor shieldet kan levere 2.5A pr. kanal hvilket er nok til at forsyne pumpe og ventil. Derudover køres der PWM til den som gives videre til pumpe og ventil. Motor shieldet har desuden også den fordel, at den er galvanisk adskilt fra Arduinoen. og derved ikke kan nedlægge Arduinoen mm. Ydermere har den også mulighed for at overvåge strømforbruger på den kanaler. Det kan være med til at beskytte pumpens motor.

### 3.3.10 Ventil

Ventilens funktion er at sorterer de langerhanske øer, fra resten af opløsningen. Det gør den ved at Arduinoen giver den besked om, at åbne og lukke for ventilen. **Specifikationer for Ventil:**

Specifikation	værdi
Type:	Solenoid Electromagnet Valve
Forsyning:	6VDC, 0.3A
Porte	3 stk

<b>studser</b>	4mm
<b>Interface</b>	open/closed

Der er utrolig stor variation i kvalitet og pris på magnetventiler. Ventilen er en vigtig del af systemets hardware, da det er dens ansvar at sortere de detekterede øer fra resten af væsken. Det er svært at finde ventiler med 500µm studser. Det kan godt lade sig gøre at få adaptere så større ventiler kan bruges, men sporbarheden omkring hvor den enkelte ø befinder sig, forsvinder hvis kammeret pludseligt bliver stort. Dette er et stykke hardware, hvor der kan bruges meget tid og mange penge. Kravene til ventilen er, at den skal være 3 vejs 1 tilgang og 2 udgange, yderligere skal studserne kunne tilpasses slange størrelsen, være til væske og have en lukke/åbne tid under 50ms.

### 3.3.11 Pumpe

Pumpen skal skabe det nødvendige flow i væsken fra det ene punkt til det andet. Flowet skal være lavt nok til at kameraet kan nå at detektere en ø.

Specifikation	værdi
<b>Type:</b>	Peristaltisk pumpe
<b>Forsyning:</b>	6VDC, ?A
<b>Hastighed</b>	0.1-60 omdr./.(0-60ml./min.)
<b>studser</b>	varianble slange størrelse

Herfor er det et krav at pumpens flow hastighed er variabel, så flowet kan justeres. Der findes mange forskellige typer pumper til formålet, herunder stempel pumper, peristaltiske pumper og vakuum pumper. Der er bestilt en peristaltisk pumpe som virker ved at klemme på slangen og derved skabe et flow, det er dog uvist hvordan de langerhanske øer vil opføre sig ved sådan en pumpe. Der er også købt en vakuum pumpe, som muligvis kan sidde efter ventilen. Der skal dog stadig skabes et flow til de sorterede øers beholder, måske en kombination vil være det optimale. En modultest af de enkelte pumper skal afgøre hvilken løsning der er den mest optimale.

#### 3.3.11.1 Vakuumpumper

<http://www.ebay.com/itm/281571300037>

[http://www.ebay.com/itm/161665897119?\\_trksid=p2054502.m570.l14467&\\_trkparms=gh1g%3DI161665897119.N19.S2.M-4218.R1.TR2](http://www.ebay.com/itm/161665897119?_trksid=p2054502.m570.l14467&_trkparms=gh1g%3DI161665897119.N19.S2.M-4218.R1.TR2)

### 3.3.11.2 Peristaltiskepumper

<http://www.ebay.com/itm/6V-Peristaltic-Pump-Dosing-Water-Pump-DC-Motor-Tube-For-Aquarium-Lab-131367703927?hash=item1e96201577>

### 3.3.12 Beholdere

Systemet består af tre beholdere der hver i især har sin egen funktion. Den første kaldes celleopløsningsbeholderen, som skal indeholde den usorteret opløsning med de langerhanske øer. Beholder nummer to kaldes isolerede langerhanske øer beholderen, som er den beholder hvor de isolerede øer samles i. Den tredje beholder er waste beholderen, den skal have resten af opløsningen som ikke består af langerhanske øer. Størrelses kravene til beholderne er at opløsningsbeholderen skal mindst være 250ml, da det er den største mængde opløsning der vil blive brugt. Wastebeholderen skal således være dobbelt så stor, så der kan køres to sorterings cyklusser uden at skulle tømme beholderen i mellem. Den isolerede beholder, skal blot kunne rumme mængden af de isolerede øer. Da projektet som tidligere nævnt er et "proof of concept" er den eneste beholder der er hentet informationer om opløsningsbeholderen. Den bør være støvtæt, uden at være lufttæt da der ellers vil dannes et vakuum i beholderen. Derudover vil det være en fordel hvis den er forholdsvis robust, så den kan køles ned osv. på et senere tidspunkt.

### 3.3.13 Loadcell

Loadcellen eller vægtcellen som det kan kaldes på dansk, skal bruges til at kontrollere om der er væske i celleopløsningsbeholderen. Den indkøbte vægtcellen kan veje op til 1 kg, hvilket fint dækker vægten for celleopløsningsbeholderen.

<http://www.ebay.com/itm/281311660424>



## 3.4 Software

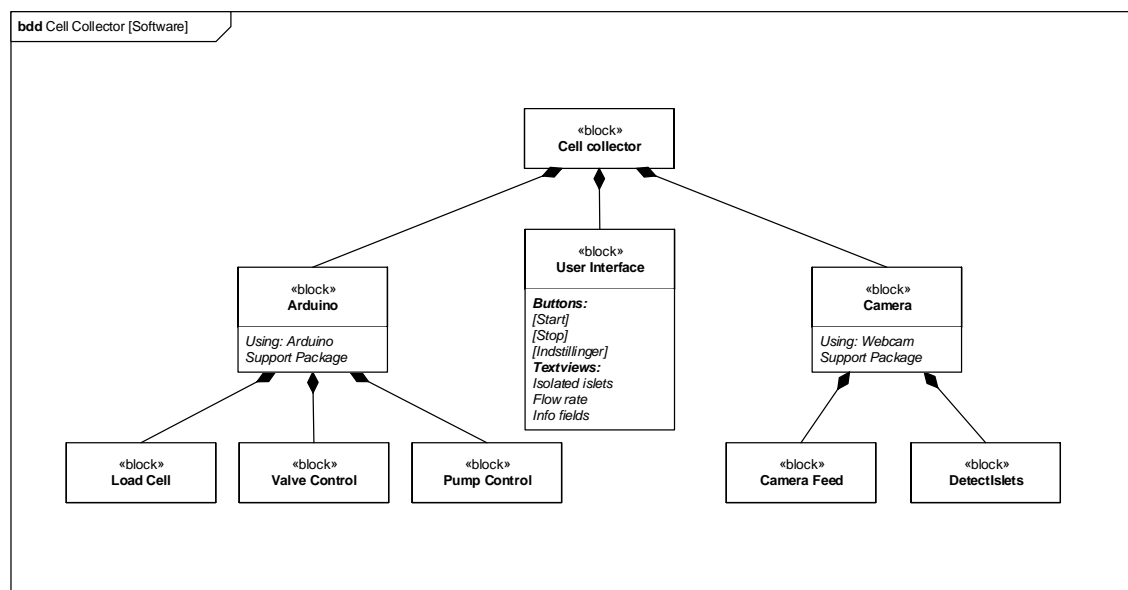
### Læsevejledning

Softwaren til *The Cell Collector* udvikles i Matlab. Programmet udvikles af modulær kode, der afgrænser de enkelte funktionaliteter. Ved objektorienteret programmering beskrives koden typisk vha. klassediagrammer og 3-lags modellen, hvor de enkelte klassers ansvar og grænseflader tydeligt er defineret. Da Matlab kode er opdelt i funktioner fremfor for klasser er modellen ikke velegnet. I stedet beskrives softwaren vha. blokdiagrammer, hvor funktionernes opbygning og relationer med hinanden er vist.

Blokdiagrammet (figur: 3.3) viser hvordan programmet er opdelt i blokke, som afgrænser de enkelte funktionaliteter. Blokkene i det nederste lag skal ses som ækvivalente til funktioner i Matlab. De overordnede blokke i programmet er:

- Arduino
- Kamera
- User Interface

Disse blokke er nærmere beskrevet under hver deres afsnit.



Figur 3.3. BDD - Cell Collector [Software]

### 3.4.1 Arduino

Denne bloks formål er, at håndtere al funktionalitet til styring af Arduinoen. Til styring af Arduinoen anvendes Arduino Support Package, som frit kan hentes hos Mathworks. Den indeholder basale funktioner til bl.a. opsamling af analoge signaler, understøttelse af digitalt og PWM output og styring af DC motorer. Support biblioteket indeholder de funktioner der skal til for at styre systemets hardware. For at initialisere Arduinoen og hardwaren implementeres en funktion, som opsætter Arduinoen med de inputs og outputs der er specificeret under hardware afsnittet.<sup>1</sup> Denne funktion er kaldt initArduino. Når

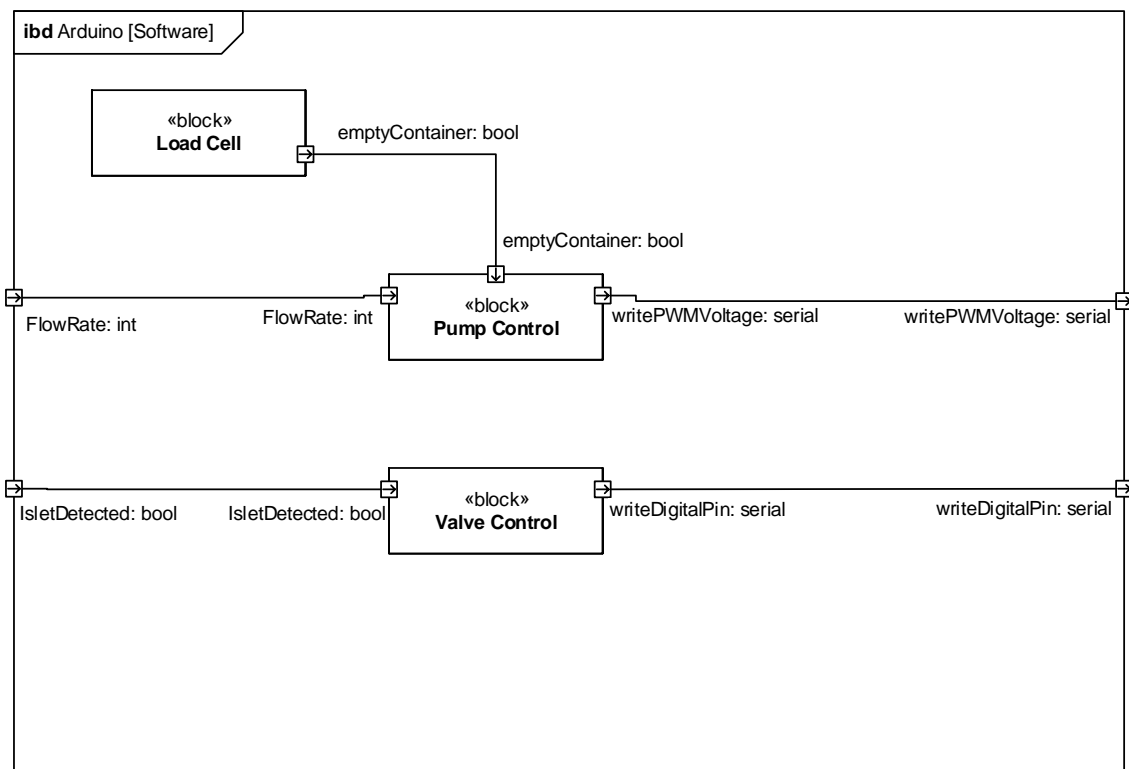
<sup>1</sup>FiXme Note: Indsæt reference til IBD for Hardware

brugeren klikker "Stop" skal systemet lukke ned som specificeret i Use Case 3.<sup>2</sup> Til dette implementeres en funktion kaldet stopArduino.

---

<sup>2</sup>Fixme Note: Reference til Use case 3

Arduino blokken er yderligere opdelt i 3 underkategorier, som vist i figur 3.3. I det interne blok diagram (figur: 3.4) ses underblokkenes relationer med hinanden. Disse blokke er nærmere beskrevet herunder.



*Figur 3.4.* IBD - Arduino [Software]

#### 3.4.1.1 LoadCell

Denne funktion anvendes til, at få feedback fra loadcellen. Den læser det analoge input fra Arduinoen og sammenligner den med grænseværdien for hvornår celleopløsningsbeholderen er tom. Funktionens output er en boolean, som enten er true eller false alt efter om celleopløsningsbeholderen er tom.

#### 3.4.1.2 Pump Control

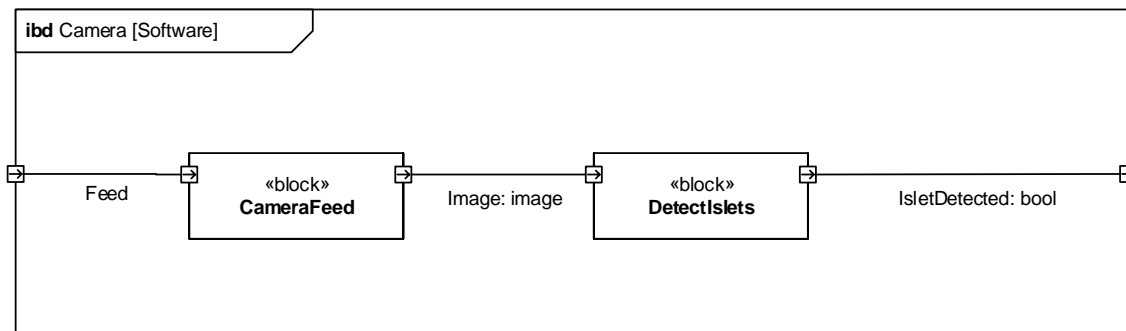
I denne funktion implementeres alt funktionalitet til styring af pumpen. Funktionen har en integer værdi som input, der specificerer flow hastigheden. Output af funktionen er et PWM moduleret signal til, at justere hastigheden på pumpen. Til dette anvendes funktionen writePWMVoltage fra Arduino Support pakken.

#### 3.4.1.3 Valve Control

Funktionen til styring af ventilen har en boolean som input. Denne værdi indikerer om en Langerhans Ø er detekteret af kameraet. Alt efter værdien af denne sættes forbindelsen til ventilen høj eller lav med funktionen writeDigitalPin.

### 3.4.2 Kamera

Denne bloks formål er, at modtage et feed fra kameraet samt at detektere om en Langerhansk Ø har passeret kameraet. Som det ses på det overordnede blok diagram for softwaren (figur: 3.3) består kamera blokken af 2 underblokke. Nedenstående interne blok diagram (figur: 3.5) viser, hvordan disse blokke er forbundet internt. De enkelte blokkes funktion er yderligere beskrevet herunder.



*Figur 3.5.* IBD - Camera [Software]

#### 3.4.2.1 CameraFeed

Denne bloks funktion er at modtage feedet fra kameraet og gemme billedet i handles. Til dette anvendes funktionen snapshot, der gemmer det nuværende billede som en variabel.

#### 3.4.2.2 DetectIslets

I denne funktion foregår alt billedbehandling på det omsamlende billede. Billedet segmenteres for at fjerne støj og andet væv. Alt efter om en Langerhansk Ø er detekteret eller ej returneres true eller false.

### 3.4.3 Funktioner

I nedenstående liste er systemets funktioner opsummeret.

- initArduino
- pumpControl
- valveControl
- loadCell
- cameraFeed
- detectIslets

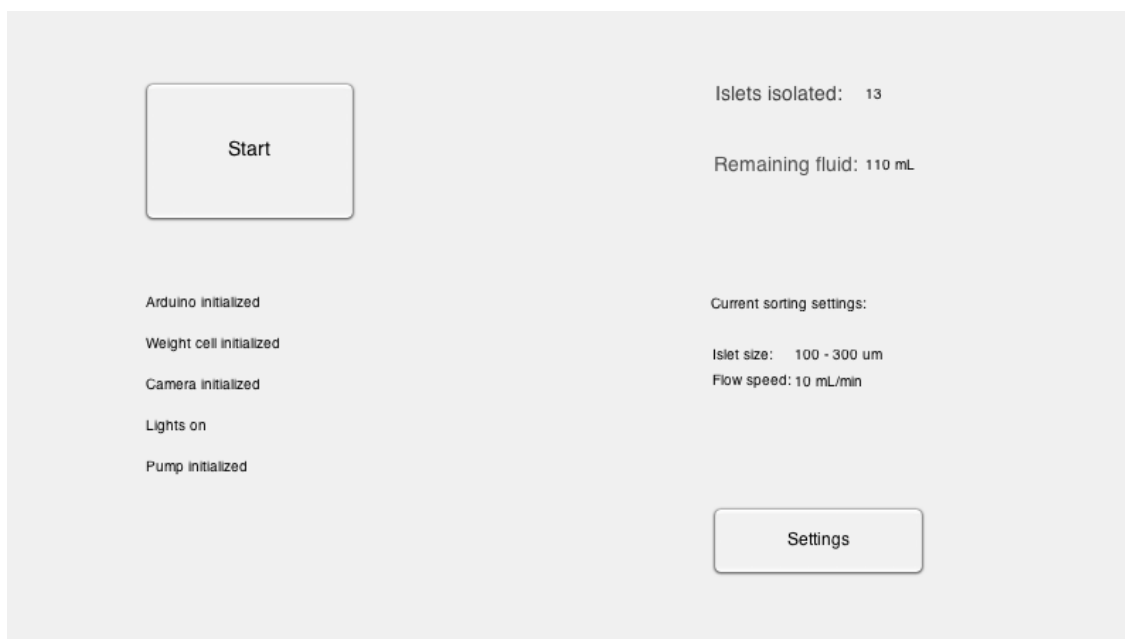
Herudover skal systemets indstillinger kunne ændres, samt data om sorteringscyklussen skal logges. Til dette implementeres funktionerne settings og exportData

- settings
- exportData

### 3.4.4 User Interface

#### 3.4.4.1 Hovedvindue

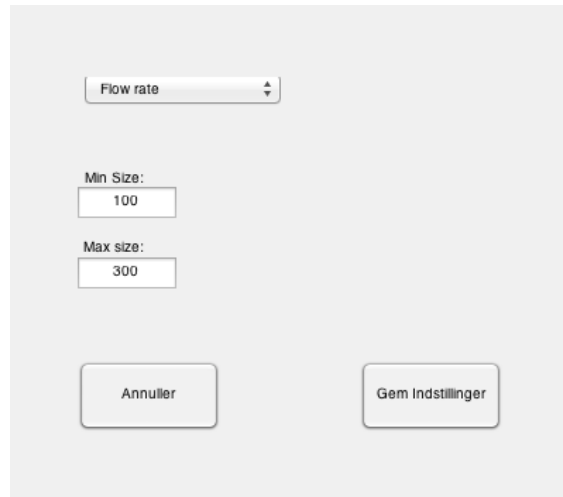
I figur 3.6 er et Mockup af GUI'en vist. I venstre side er der placeret en *Start knap*, som skifter stadie til en *Stop knap* når den er klikket. Under denne knap er en række indikatorer placeret til, at give operatøren feedback om status omkring initialiseringen af Hardwaren. I højre side af GUI'en er der placeret tekstfelter til, at give brugeren feedback omkring den nuværende sorteringscyklus, samt de anvendte indstillinger. Under disse felter er en knap til *Indstillinger*. Når denne klikkes åbnes et nyt vindue, hvor operatøren kan ændre i indstillingerne.



**Figur 3.6.** Mockup af GUI

#### 3.4.4.2 Indstillinger

I figur 3.7 er et Mockup af *Indstillingsvinduet* vist. Via 2 tekstfelter har operatøren mulighed for, at ændre størrelsen for de celler som systemet skal sorterer. Herudover har operatøren via en dropdown menu mulighed for at ændre flowhastigheden for pumpen. I Indstillingsvinduet er der yderligere placeret en "Annuller"knapp og en "Gem Indstillinger"knapp.



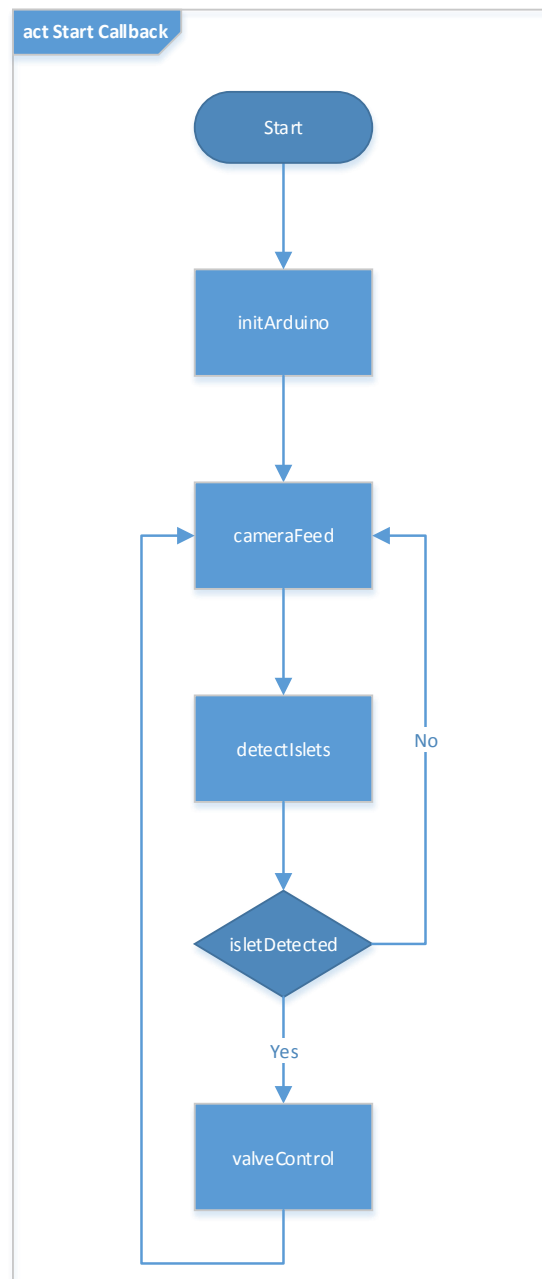
*Figur 3.7.* Mockup af Indstillinger

### 3.4.4.3 Callbacks

For de 3 knapper i GUI'en oprettes der 3 callback funktioner, hvor forskellig kode eksekveres når knapperne klikkes. Disse 3 callback funktioner er nærmere beskrevet herunder bl.a. vha. flow chart diagrammer.

#### 3.4.4.4 Start Callback

Denne callback funktion kaldes når operatøren klikker på Start knappen på GUI'en. Flowet i callbacket er vist i figur 3.8.

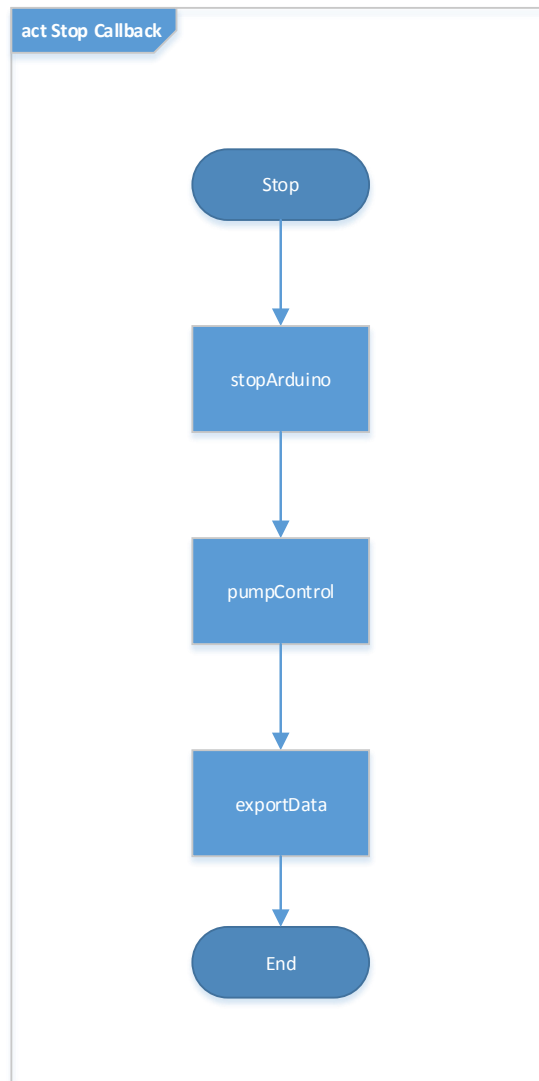


**Figur 3.8.** Aktivitetsdiagram for Start Callback



#### 3.4.4.5 Stop Callback

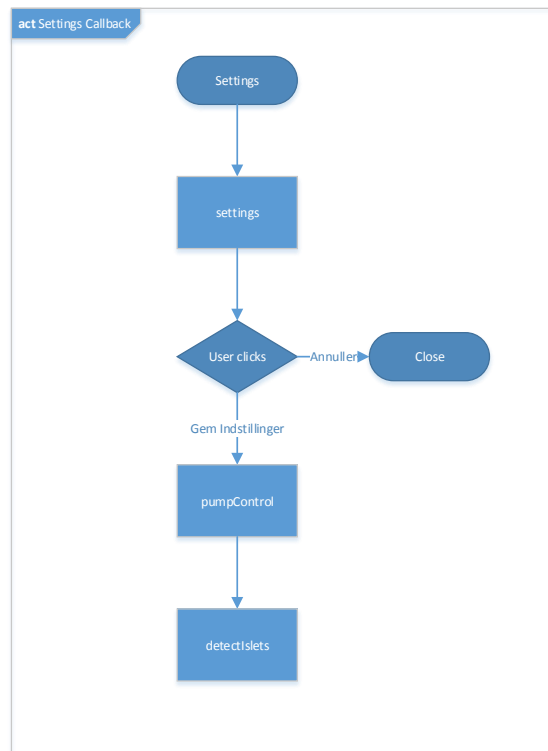
Denne callback funktion kaldes når operatøren klikker på Stop knappen på GUI'en. Flowet i callbacket er vist i figur 3.9.



**Figur 3.9.** Aktivitetsdiagram for Stop Callback

### 3.4.4.6 Indstillinger Callback

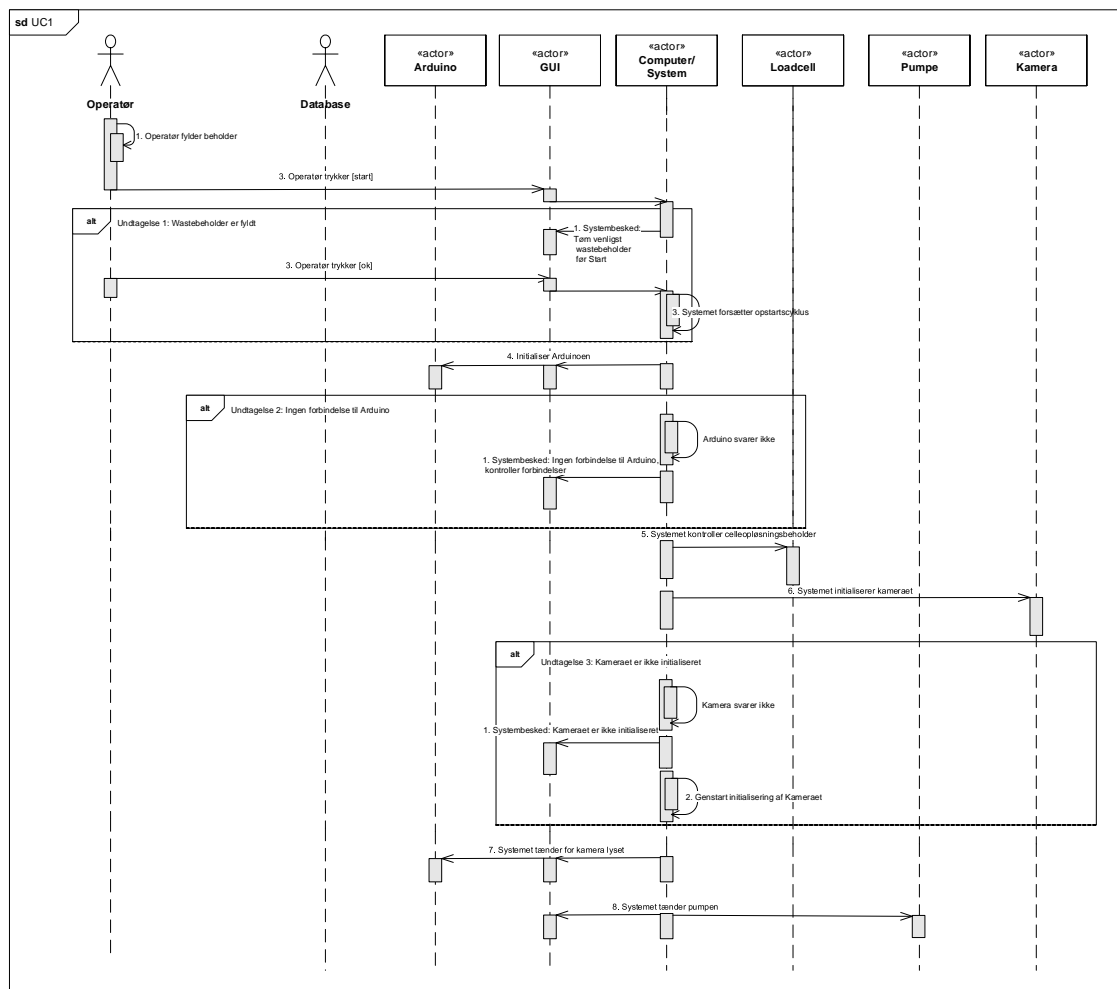
Denne callback funktion kaldes når operatøren klikker på Settings knappen på GUI'en. Flowet i callbacket er vist i figur 3.10. Når knappen klikkes åbnes et nyt vindue, hvor systemets indstillinger kan ændres. De ændrede indstillinger anvendes i funktionerne detectIslets og pumpControl.



**Figur 3.10.** Aktivitetsdiagram for Settings Callback

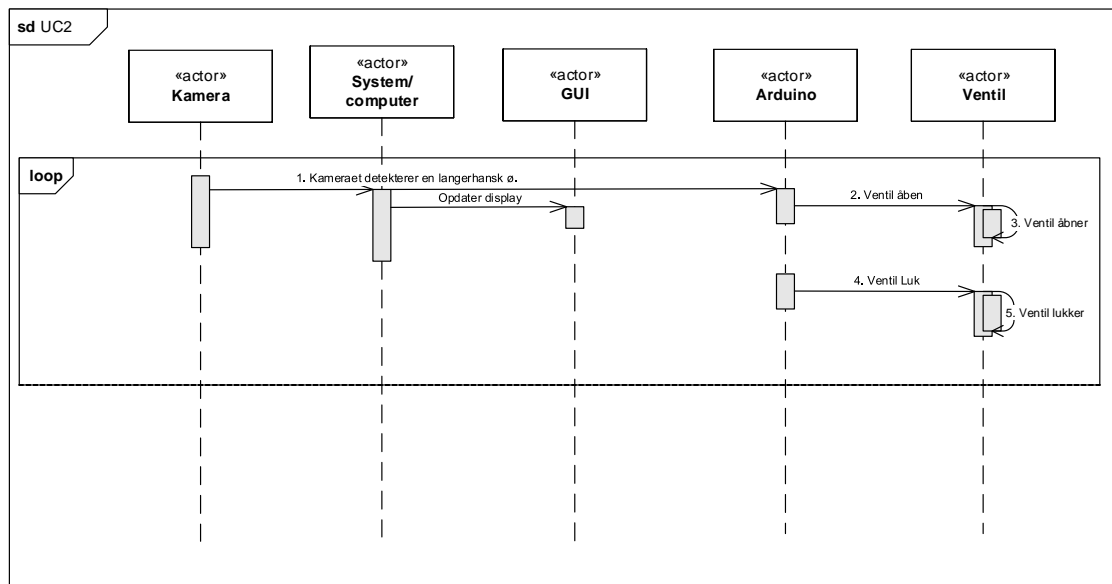
## 3.5 Sekvensdiagrammer

### 3.5.1 Sekvensdiagram for usecase 1



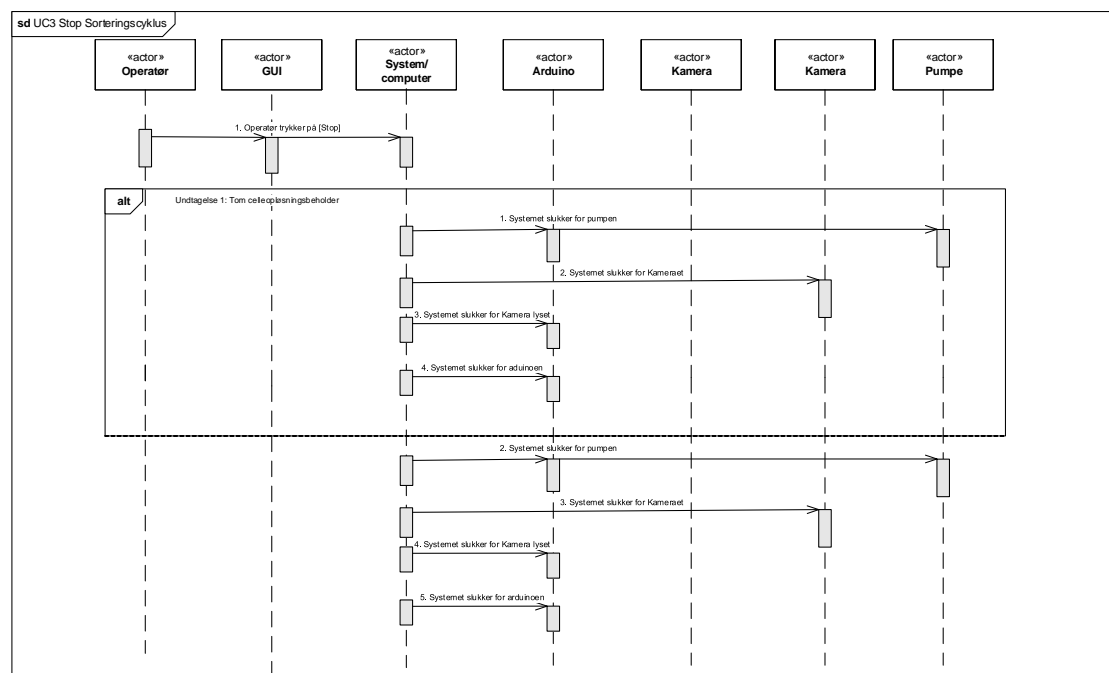
**Figur 3.11.** Sekvensdiagram for usecase 1

### 3.5.2 Sekvensdiagram for usecase 2



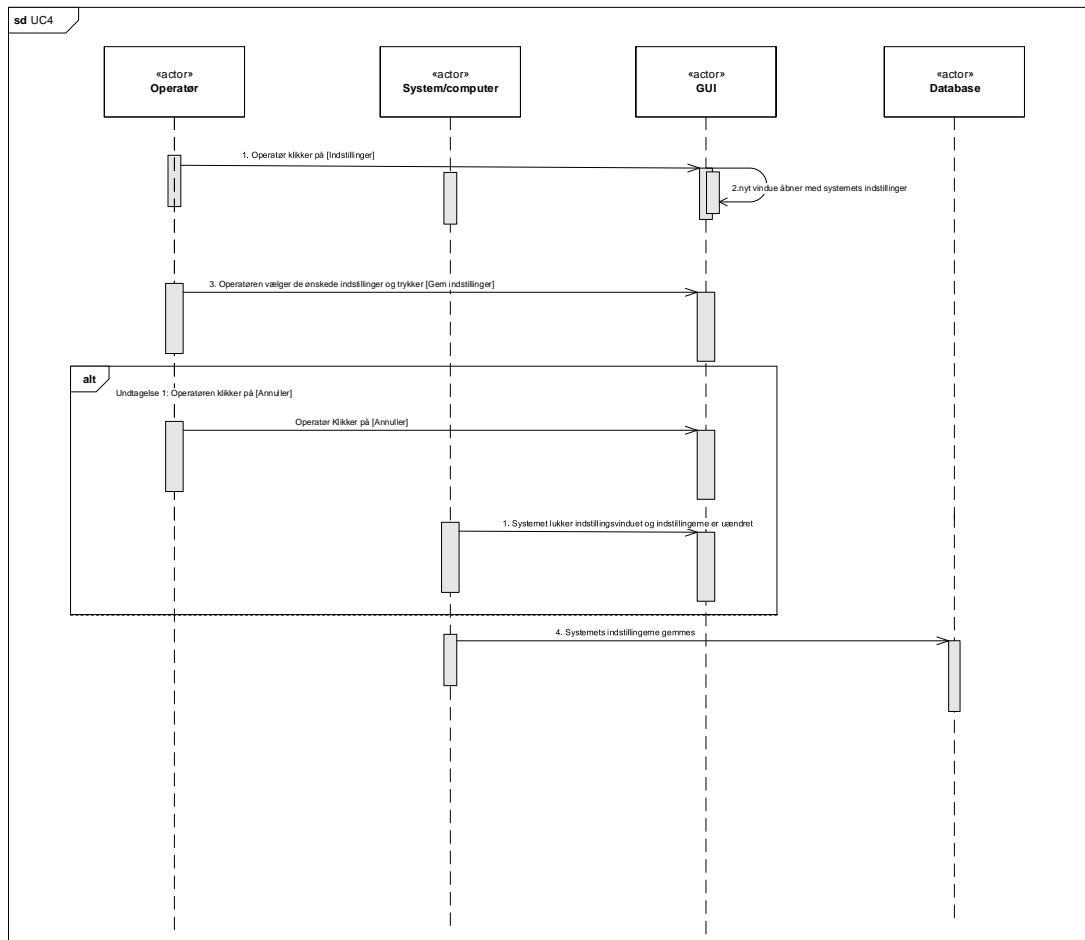
*Figur 3.12.* Sekvensdiagram for usecase 2

### 3.5.3 Sekvensdiagram for usecase 3

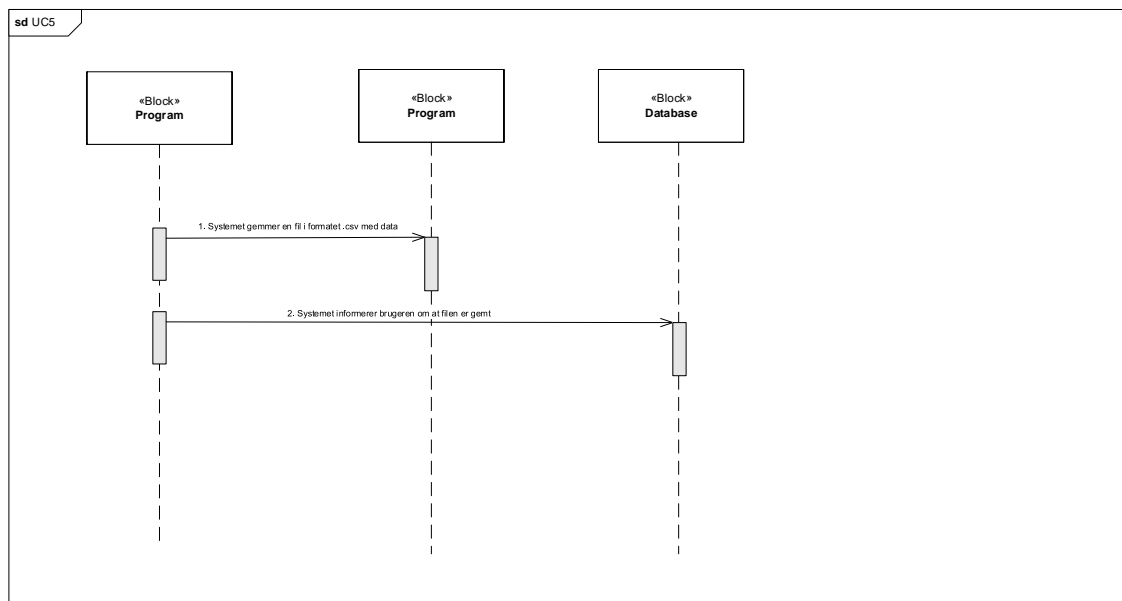


*Figur 3.13.* Sekvensdiagram for usecase 3

## 3.5.4 Sekvensdiagram for usecase 4

*Figur 3.14.* Sekvensdiagram for usecase 4

### 3.5.5 Sekvensdiagram for usecase 5



**Figur 3.15.** Sekvensdiagram for usecase 5

## Rettelser

Note: bør overskrifterne ikke starte sammen med den nye side? . . . . .	14
Note: er det ok denne måde med at teste to punkter på en gang? . . . . .	15
Note: er det ok? . . . . .	19
Note: bør denne uddybes? . . . . .	19
Note: jeg synes vi skal have navne på usecaserne ind også? . . . . .	20
Note: indsæt ref til UC . . . . .	22
Note: hmm . . . . .	22
Note: skal vel beskrives mere? . . . . .	28
Note: mangler . . . . .	28
Note: toft: jeg vil mene de skal måles med et skydelærred? . . . . .	28
Note: testes med vores simuleringsvæske? . . . . .	28
Note: kan vel måles igen med skydelærred (digitalt) . . . . .	29
Note: der er vel næsten ikke andre muligheder?, men er det o.k? . . . . .	29
Note: der er vel næsten ikke andre muligheder?, men er det o.k? . . . . .	29
Note: Indsæt reference til IBD for Hardware . . . . .	41
Note: Reference til Use case 3 . . . . .	42

