



AARHUS SCHOOL OF ENGINEERING

SUNDHEDSTEKNOLOGI  
3. SEMESTERPROJEKT

---

# Dokumentation

---

*Gruppe 1*

Lise Skytte Brodersen (201407432)

Nina Brkovic(201406458)

Jakob Degn Christensen(201408532)

Toke Tobias Aaris(201407321)

Annsophie Randrup Wagner (201406360)

Anders Wiggers Birkelund(201404118)

*Vejleder*

Studertervejleder

Peter Johansen

Aarhus Universitet

4. november 2015



# Indholdsfortegnelse

---

|                  |                                        |           |
|------------------|----------------------------------------|-----------|
| <b>Kapitel 1</b> | <b>Kravspecifikation</b>               | <b>1</b>  |
| 1.1              | Indledning . . . . .                   | 1         |
| 1.2              | Systembeskrivelse . . . . .            | 1         |
| 1.3              | Funktionelle krav . . . . .            | 1         |
| 1.3.1            | Aktør-kontekstdiagram . . . . .        | 2         |
| 1.3.2            | Aktørbeskrivelse . . . . .             | 3         |
| 1.3.3            | Use case-diagram . . . . .             | 4         |
| 1.3.4            | Use Cases . . . . .                    | 4         |
| 1.4              | Ikke-funktionelle krav . . . . .       | 8         |
| 1.4.1            | Functionality . . . . .                | 8         |
| 1.4.2            | Usability . . . . .                    | 8         |
| 1.4.3            | Reliability . . . . .                  | 9         |
| 1.4.4            | Performance . . . . .                  | 9         |
| 1.4.5            | Supportability . . . . .               | 9         |
| 1.4.6            | Andre(+) . . . . .                     | 9         |
| <b>Kapitel 2</b> | <b>Design</b>                          | <b>11</b> |
| 2.1              | Systemarkitektur . . . . .             | 11        |
| 2.1.1            | BBD-diagram . . . . .                  | 11        |
| 2.1.2            | IBD-diagram . . . . .                  | 12        |
| 2.2              | Grænseflader . . . . .                 | 13        |
| 2.3              | Hardware arkitektur . . . . .          | 13        |
| 2.3.1            | Tryktransducer . . . . .               | 13        |
| 2.3.2            | Instrumentationsforstærker . . . . .   | 13        |
| 2.3.3            | BDD Diagram . . . . .                  | 14        |
| 2.4              | Software arkitektur . . . . .          | 14        |
| 2.4.1            | Domænemodel . . . . .                  | 14        |
| 2.4.2            | Applikationsmodel . . . . .            | 15        |
| <b>Kapitel 3</b> | <b>Hardware implementering og test</b> | <b>25</b> |
| 3.1              | Tryktransducer . . . . .               | 25        |
| 3.2              | Operationsforstærker . . . . .         | 25        |
| 3.2.1            | . . . . .                              | 25        |
| 3.3              | Filterblok . . . . .                   | 25        |
| <b>Kapitel 4</b> | <b>Accepttest</b>                      | <b>27</b> |
| 4.1              | Accepttest af Use Cases . . . . .      | 27        |
| 4.1.1            | Use Case 1 . . . . .                   | 27        |
| 4.1.2            | Use Case 2 . . . . .                   | 28        |
| 4.1.3            | Use Case 3 . . . . .                   | 28        |
| 4.1.4            | Use Case 4 . . . . .                   | 28        |

|       |                                                |    |
|-------|------------------------------------------------|----|
| 4.1.5 | Use Case 5 . . . . .                           | 29 |
| 4.1.6 | Use Case 6 . . . . .                           | 29 |
| 4.2   | Accepttest af ikke-funktionelle krav . . . . . | 30 |

# Kravspekifikation

# 1

## Versionshistorik

| Version | Dato       | Ansvarlig | Beskrivelse                                                                                                                                   |
|---------|------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.0     | 23-09-2015 | Alle      | Første udkast til Use Cases. I alt 4, hvor en af funktionaliteterne var, at man kunne optage en lydsekvens                                    |
| 1.1     | 29-09-2015 | Alle      | Ændring af Use Cases efter møde med Peter. I alt 5, hvor funktionaliteterne kun dækker over de opstillede krav til projektet.                 |
| 1.2     | 30-09-2015 | Alle      | Små ændring af formuleringerne samt byttet om på UC1 og UC2 og tilføjet en UC6. De ikke-funktionelle krav er blevet tilføjet. Klar til Review |
| 2.0     | 08-10-2015 | Alle      | Rettelser efter review møde                                                                                                                   |

## 1.1 Indledning

Kravspekifikationen vil gennem seks Use Cases beskrive blodtryksmålerens funktionelle krav. Systemets ikke-funktionelle krav er udarbejdet på baggrund af (F)URPS+. Dertil vil der være aktør-kontekst- og Use Casesdiagram samt beskrivelse af de forskellige aktører, der interagerer med systemet.

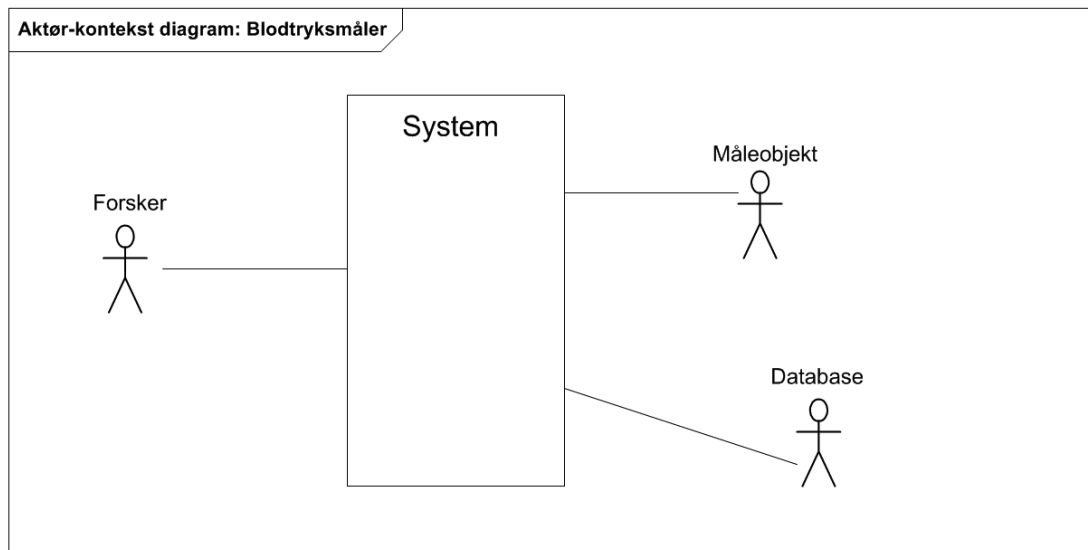
## 1.2 Systembeskrivelse

Systemet skal kunne vise et blodtryksignal kontinuert i en graf. Derudover skal systemet kunne kalibrere, nulpunktsjustere samt gemme data for målingen i en lokal database. Systemet er udviklet som en prototype, der er mulig at teste udfra de givne rammer.

## 1.3 Funktionelle krav

De funktionelle krav vil nedenstående beskrives ud fra Aktør-kontekstdiagram, aktørbeskrivelse, Use Cases samt Use Case diagram.

### 1.3.1 Aktør-kontekstdiagram



Figur 1.1: Aktør-kontekstdiagram

Systemet består af en software- og en hardware-del. Softwaredelen er udarbejdet i Visual Studio C#. Hardwaredelen består af flere komponenter sat sammen. Tryktransducer, Instrumentationforstærker, et aktivt 2. ordens lavpasfilter af typen Sallen-Key med unity gain og en DAQ. Det er selve systemet.

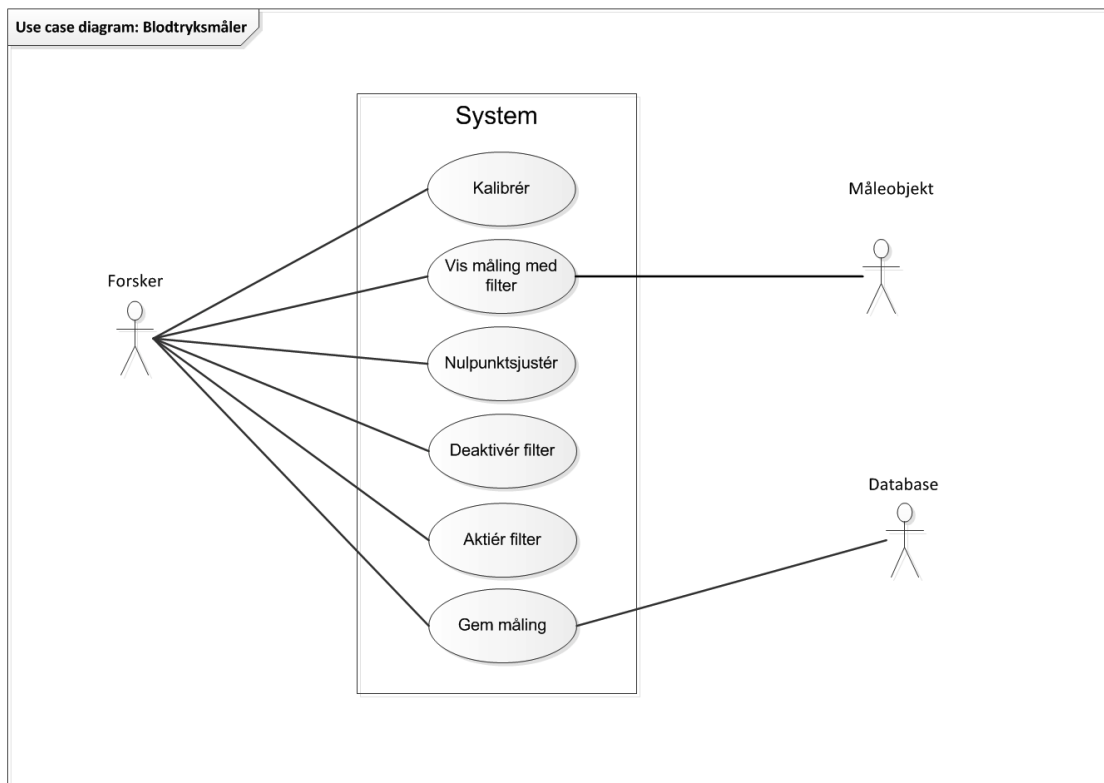
Primær aktøren i dette projekt er en Forsker. Sekundære aktører er Database, Tryktransducer og Måleobjekt. Måleobjekt er en package af Physionet og Analog Discovery, som er eksterne aktører.

**1.3.2 Aktørbeskrivelse**

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aktørnavn   | Forsker                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Type        | Primær                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Beskrivelse | Person med relevant baggrundsviden inden for blodtryksanalyse                                                                                                                                                                                                                       |
| Aktørnavn   | Tryktransducer                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Type        | Sekundær                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Beskrivelse | Tryktransducer måler og omformer trykket fra Måleobjekt til et analogt signal                                                                                                                                                                                                       |
| Aktørnavn   | Måleobjekt                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Type        | Sekundær                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Beskrivelse | Måleobjekt i det færdigudviklede produkt er et signal genereret enten in vitro eller in vivo. I prototypen er Måleobjekt en kombination af Physionet og Analog Discovery. Måleobjekt repræsenterer data fra Physionet leveret til blodtryksmålingssystemet igennem Analog Discovery |
| Aktørnavn   | Database                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Type        | Sekundær                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Beskrivelse | Database bruges i blodtryksmålingssystemet til at gemme data                                                                                                                                                                                                                        |
| Atørnavn    | Physionet                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Type        | Ekstern                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Beskrivelse | Physionet er en ekstern database, som indeholder blodtrykssignalet fra forskellige patienter                                                                                                                                                                                        |
| Aktørnavn   | Analog Discovery                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Type        | Ekstern                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Beskrivelse | Analog Discovery omdanner data fra Physionet til et analogt signal                                                                                                                                                                                                                  |

*Tabel 1.2: Aktørbeskrivelse*

### 1.3.3 Use case-diagram



Figur 1.2: Use case-diagram

Forskeren af systemet er den primære aktør i alle seks Use Cases. Det er Forskeren, der sætter alle Use Cases igang og styrer, hvad der skal ske og hvornår. Tryktransducer, som er en af de sekundære aktører, interagerer i UC2. Tryktransduceren behandler tryk fra den anden sekundære aktør Måleobjekt, og omformer det til et analog signal. Blodtryksmålingen skal vises i UC2. For at få gemt data interagerer den sekundære aktør Database med UC6.

### 1.3.4 Use Cases

#### Use Case 1

|                  |                                             |
|------------------|---------------------------------------------|
| Navn             | Kalibrér                                    |
| Use case ID      | 1                                           |
| Samtidige forløb | 1                                           |
| Primær aktør     | Forsker                                     |
| Sekundære aktør  |                                             |
| Mål              | Forsker ønsker at kalibrere blodtrykssignal |
| Initiering       | Startes af Forsker                          |



|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forudsætninger | System er aktivt og tilgængeligt                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Resultat       | Blodtrykssignalet er kalibreret                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Hovedforløb    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kalibrering-vinduet vises</li> <li>2. Tidligere kalibreringsdato vises og System spørg om der ønskes en kalibrering</li> <li>3. Forsker trykker på "Ja"-knappen<br/>[3.a Forsker trykker på "Nej"-knappen]</li> <li>4. System kalibrerer og Kalibrering-vinduet lukkes ned</li> </ol> |
| Undtagelser    | 3.a Forsker ønsker ingen kalibrering. UC1 afsluttes og Kalibrering-vinduet lukkes                                                                                                                                                                                                                                               |

Tabel 1.3: Fully dressed Use Case 1.

**Use Case 2**

|                  |                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Navn             | Vis Måling med filter                                                                                                                                                                                           |
| Use case ID      | 2                                                                                                                                                                                                               |
| Samtidige forløb | 1                                                                                                                                                                                                               |
| Primær aktør     | Forsker                                                                                                                                                                                                         |
| Sekundære aktør  | Måleobjekt og Tryktransducer                                                                                                                                                                                    |
| Mål              | Forsker ønsker at vise blodtrykssignal med digitalt filter                                                                                                                                                      |
| Initiering       | Startes af UC1                                                                                                                                                                                                  |
| Forudsætninger   | System er aktivt og tilgængeligt. Digitalt filter er aktivt. Måleobjekt og Tryktransducer er tilsluttet system                                                                                                  |
| Resultat         | Blodtrykssignalet udskrives                                                                                                                                                                                     |
| Hovedforløb      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitor-vinduet vises</li> <li>2. Blodtryksignal vises i en graf i Monitor-vinduet</li> <li>3. Systole-, Diastole- og puls værdier vises i Monitor-vinduet</li> </ol> |
| Undtagelser      |                                                                                                                                                                                                                 |

Tabel 1.4: Fully dressed Use Case 2.

**Use Case 3**

|                  |                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Navn             | Nulpunktsjustér                                                                                                                                                                                                                   |
| Use case ID      | 3                                                                                                                                                                                                                                 |
| Samtidige forløb | 1                                                                                                                                                                                                                                 |
| Primær aktør     | Forsker                                                                                                                                                                                                                           |
| Sekundære aktør  |                                                                                                                                                                                                                                   |
| Mål              | Forsker ønsker at nulpunktsjustere blodtrykssignal                                                                                                                                                                                |
| Initiering       | Startes af Forsker                                                                                                                                                                                                                |
| Forudsætninger   | System er aktivt og tilgængeligt. UC2 kører                                                                                                                                                                                       |
| Resultat         | Blodtrykssignalet er nulpunktsjusteret                                                                                                                                                                                            |
| Hovedforløb      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker trykker på "Nulpunktjustering"-knappen</li> <li>2. System udfører nulpunktsjusteringen</li> <li>3. Det fremgår i Monitor-vinduet, at nulpunktsjustering er foretaget</li> </ol> |
| Undtagelser      |                                                                                                                                                                                                                                   |

*Tabel 1.5: Fully dressed Use Case 3.***Use Case 4**

|                  |                                                                                                                                                                                          |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Navn             | Deaktiver filter                                                                                                                                                                         |
| Use case ID      | 4                                                                                                                                                                                        |
| Samtidige forløb | 1                                                                                                                                                                                        |
| Primær aktør     | Forsker                                                                                                                                                                                  |
| Sekundære aktør  |                                                                                                                                                                                          |
| Mål              | Forsker ønsker at deaktivere det digitale filter                                                                                                                                         |
| Initiering       | Startes af Forsker                                                                                                                                                                       |
| Forudsætninger   | System er aktivt og tilgængeligt. UC2 kører                                                                                                                                              |
| Resultat         | Ufiltreret blodtrykssignal vises i Monitor-vinduet                                                                                                                                       |
| Hovedforløb      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker deaktiverer filter ved at markere i "Deaktiver digitalt filtre"</li> <li>2. System udskriver det ufiltreret blodtrykssignal</li> </ol> |

---

Undtagelser

---

*Tabel 1.6: Fully dressed Use Case 4.*

---

**Use Case 5**


---

|                  |                                                                                                                                                                                           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Navn             | Aktivér filter                                                                                                                                                                            |
| Use case ID      | 5                                                                                                                                                                                         |
| Samtidige forløb | 1                                                                                                                                                                                         |
| Primær aktør     | Forsker                                                                                                                                                                                   |
| Sekundære aktør  |                                                                                                                                                                                           |
| Mål              | Forsker ønsker at aktivere det digitale filter                                                                                                                                            |
| Initiering       | Startes af Forsker                                                                                                                                                                        |
| Forudsætninger   | System er aktivt og tilgængeligt. Det digitale filter er deaktiveret                                                                                                                      |
| Resultat         | Filtreret blodtrykssignal vises i Monitor-vindet                                                                                                                                          |
| Hovedforløb      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker aktiverer filter ved at markere i "<i>Aktivér digitalt filtre</i>"</li> <li>2. System udskriver det filtreret blodtryksignal</li> </ol> |

---

Undtagelser

---

*Tabel 1.7: Fully dressed Use Case 5.*

---

**Use Case 6**


---

|                  |                                             |
|------------------|---------------------------------------------|
| Navn             | Gem måling                                  |
| Use case ID      | 6                                           |
| Samtidige forløb | 1.2...*                                     |
| Primær aktør     | Forsker                                     |
| Sekundære aktør  | Database                                    |
| Mål              | Forsker ønsker at gemme data i Database     |
| Initiering       | Startes af Forsker                          |
| Forudsætninger   | System er aktivt og tilgængeligt. UC2 kører |

| Resultat    | Data er gemt i Database                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hovedforløb | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forsker trykker på "Gem"-knappen<br/>[1.a Måleobjektets data er gemt fra forrige målinger]</li> <li>2. System åbner Gem-vinduet</li> <li>3. Forsker indtaster data for blodtryksmålingen</li> <li>4. Forsker trykker på "OK"-knappen</li> <li>5. System lukker Gem-vinduet og åbner Monitor-vinduet igen</li> <li>6. System viser, at data er gemt i Monitor-vinduet</li> </ol> |
| Undtagelser | 1.a UC6 forsættes ved punkt 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

*Tabel 1.8: Fully dressed Use Case 6.*

## 1.4 Ikke-funktionelle krav

De ikke-funktionelle krav er specificeret ved brug af redskabet (F)URPS+, der står for hhv. Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability og andre krav til fx brugssituationer og interface.

### 1.4.1 Functionality

- System skal kunne vise en kontinuerlig blodtryksignal i Monitor-vinduet.
- System skal kunne vise Systole-, Diastole- og Pulsverdier med op til tre cifre.
- System skal kunne vise et blodtrykssignal med og uden et digitalt filter.
- System skal kunne nulpunktsjustere blodtrykssignalet.
- System skal kunne gemme en blodtryksmåling i en database.
- System skal kunne kalibreres.

### 1.4.2 Usability

- Monitor-vinduet skal indeholde en "Gem"-knap.
- Monitor-vinduet skal indeholde en "Nulpunktsjustér"-knap.
- Monitor-vinduet skal indeholde et tidsstempel for seneste nulpunktsjustering.
- Monitor-vinduet skal indeholde to radiobuttons til aktivering og deaktivering af digitalt filter.

- Kalibrering-vinduet skal indeholde en "Ja"-knap og en "Nej"-knap.
- Kalibrering-vinduet skal indeholde et datostempel for seneste kalibrering.
- Gem-vinduet skal indeholde tekstbokse til data indtastning for målingen.
- Gem-vinduet skal indeholde en "OK"-knap.
- Det skal være muligt at aflæse værdier på Monitor-vinduet fra 2 meters afstand med normalt syn.

### 1.4.3 Reliability

- Systemet skal have en effektiv MTBF (Mean Time Between Failure) på 99 timer og en MTTR (Mean Time To Restore) på 20 minutter (1/3 time).

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{99}{99 + 1/3} = 0,997 = 99,7\% \quad (1.1)$$

### 1.4.4 Performance

- Blodtrykssignalet skal vises maksimalt 5 sekunder efter UC1 er afsluttet.
- Systemet skal vise en graf for blodtryksmålingen, hvor y-aksen er mmHg og x-aksen er tid i sekunder.
- Systemet skal kunne måle blodtryksværdier fra 0 til 300 mmHg.

### 1.4.5 Supportability

- Softwaren skal opbygges efter trelagsmodellen.

### 1.4.6 Andre(+)

#### Brugssituationer

- Der skal være adgang til en computer med Windows 7 eller nyere – computeren skal have minimum 4 GB RAM.
- Der skal være adgang til en computer, hvor National Instruments er installeret.

#### Interface

- Blodtryksdiagrammet skal fylde minimum 1/3 af Monitor-vinduet.
- Baggrunden i Monitor-vinduet skal være mørk.
- Blodtrykssignal og -værdier(systole og diastole) skal være røde, og puls skal være grøn.
- Systolisk og diastolisk blodtryk skal fremhæves øverst i højre hjørne ved større skriftstørrelse end andre værdier i Monitor-vinduet (fx værdier på akserne).



## Versionshistorik

| Version | Dato | Ansvarlig | Beskrivelse |
|---------|------|-----------|-------------|
|---------|------|-----------|-------------|

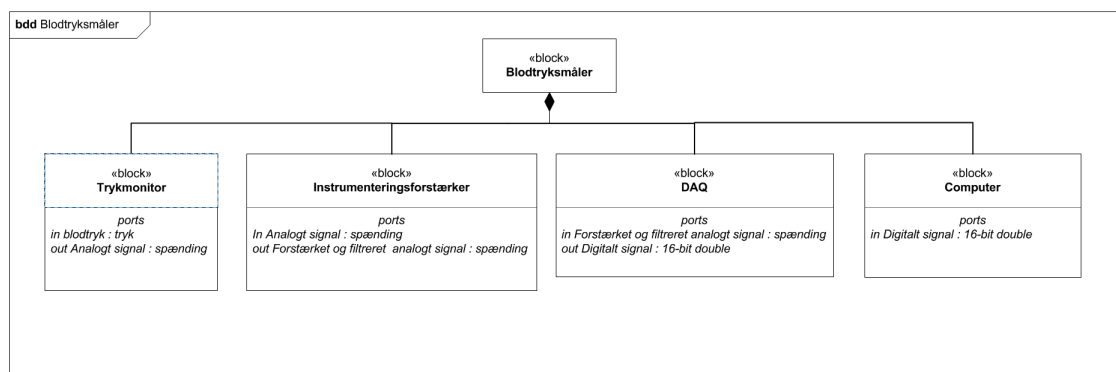
|     |  |  |  |
|-----|--|--|--|
| 1.0 |  |  |  |
|-----|--|--|--|

## 2.1 Systemarkitektur

Igennem BDD og IBD vil det overordnede blodtryksmålersystem beskrives i forhold til hvilke blokke systemet består af, og hvordan de interagerer med hinanden.

### 2.1.1 BDD-diagram

På figur 2.1 ses BDD-diagrammet for systemet. BDD viser de forskellige blokke for systemet og hvilke porte de består af. I tabel 2.2 ses en beskrivelse af blokkene.



Figur 2.1: BDD-diagram

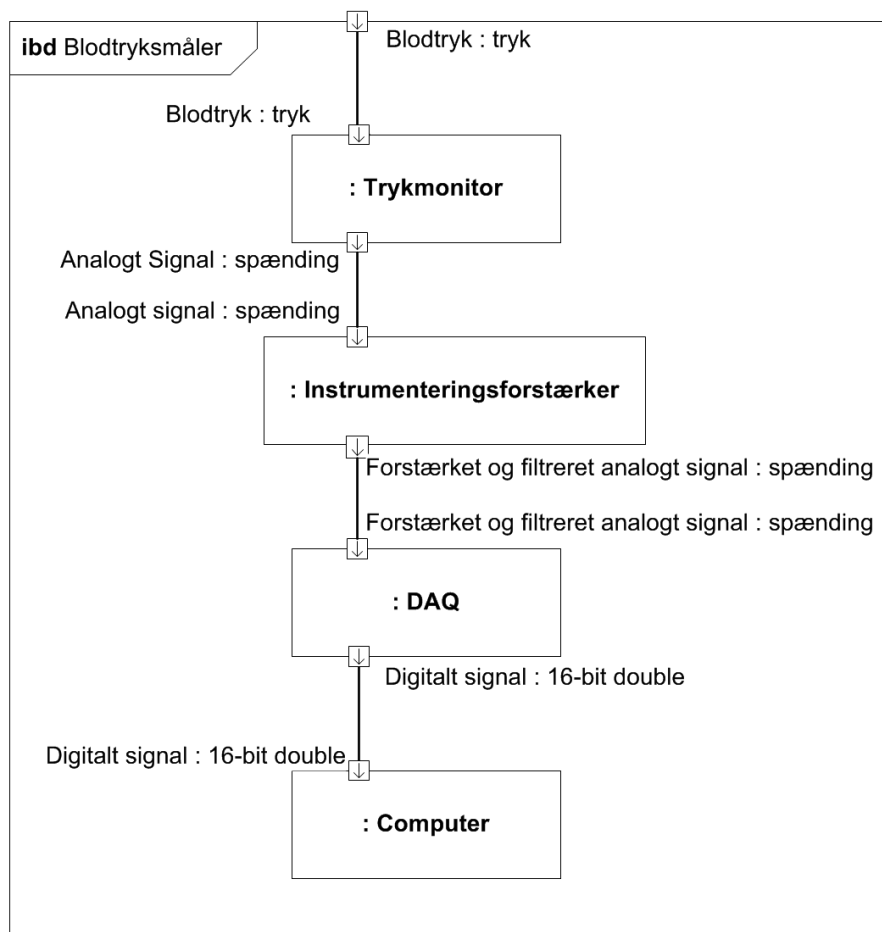
| Blok           | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Blodtryksmåler | Det overordnede system, som indeholder Trykmonitor, Instrumenteringsforstærker, DAQ og Computer                                                                                                                                                       |
| Trykmonitor    | Registrerer en fysisk størrelse i form af en trykændring. I dette system anvendes en transducer. Transducere har til opgave at transformere den fysiske størrelse til en elektrisk spænding, som viderebehandles gennem de resterende hardware blokke |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instrumenteringsforstærker | Består af to dele. En forstærker-del og en filterings-del. Det analoge signal fra Trykmonitoren bliver via denne blok forstærket og filteret                                                                                             |
| DAQ                        | Konverterer det analoge signal fra Trykmonitoren til et digitalt signal                                                                                                                                                                  |
| Computer                   | Indeholder software til systemet, som er kodet i Visual Studio C#. Softwaren kan blandt andet vise det digitale signal grafisk. Softwaren kan ligeledes kalibrere, nulpunktsjustere og gemme målinger samt aktivere og deaktivere filter |

Tabel 2.2: Beskrivelse af blokkene for systemet

### 2.1.2 IBD-diagram

På figur 2.2 ses IBD-diagrammet for systemet. IBD viser, hvordan de forskellige blokke interagerer med hinanden. IBD fortæller signalets behandling gennem systemet - altså hvordan signalet transformeres fra et målt fysisk tryk til et digitalt signal, som softwaren kan videre behandle og vise grafisk.



Figur 2.2: IBD-diagram



## 2.2 Grænseflader

Kommunikationsprotokol for hardware blokkene ses i tabel 2.3. Det er en beskrivelse og specifikation af hvilken indgang- og udgangssignal de forskellige blokke har.

| Grænseflade | Signal             | Type | Format        | Værdi        |
|-------------|--------------------|------|---------------|--------------|
| Trykmoniter | Blodtryk           | in   | Tryk          | 0 - 300 mmHg |
|             | Analogt            | out  | Spænding      | +/- 13,5mV   |
| Forstærker  | Analogt            | in   | Spænding      | +/- 13,5mV   |
|             | Forstærket analogt | out  | Spænding      | +/- 5V       |
| Filter      | Forstærket analogt | in   | Spænding      | +/- 5V       |
|             | Filteret analogt   | out  | Spænding      | +/- 5V       |
| DAQ         | Filteret analogt   | in   | Spænding      | +/- 5V       |
|             | Digitalt           | out  | 16-bit double | +/- 5        |
| Computer    | Digitalt           | in   | 16-bit double | +/- 5        |

Tabel 2.3: Kommunikationsprotokol

## 2.3 Hardware arkitektur

### 2.3.1 Tryktransducer

#### Specifikationer

- Måleprobe kan indsættes intravenøst
- Operationel trykinterval 0-300 mmHg
- Udgangssignal: 2 udgange; +/- udgang
- Sensitivitet:  $5\mu\text{V/V/mmHg}$
- Operationstemperatur: 15-40 grader Celcius

### 2.3.2 Instrumentationsforstærker

#### Filterblok

#### Specifikationer

- 2. Ordens lavpasfilter
- Cutofffrekvens: 50 Hz
- Unity gain (ingen forstærkning)
- -20 dB ved 500 Hz

- Infinite indgangsimpedans
- Indgangsspænding  $\pm 5$  V
- Eksitationsspænding  $\pm 9$  V

### 2.3.3 BDD Diagram

#### Forstærkerblok

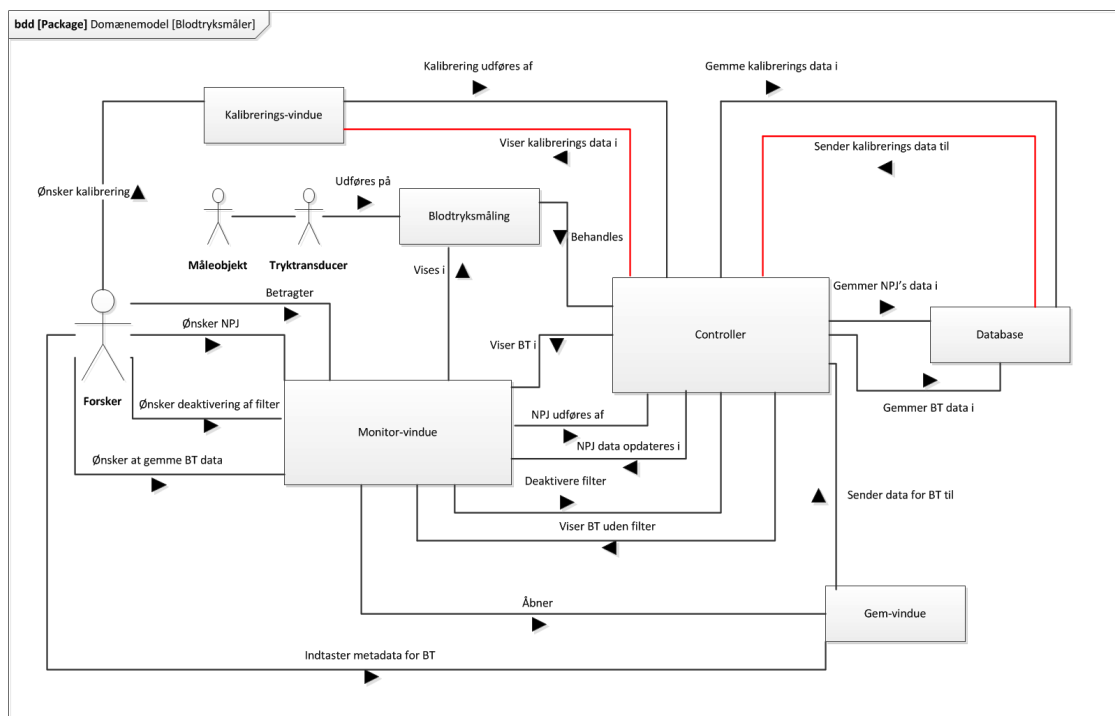
#### Specifikationer

- Gain: 370
- Indgangsspænding:  $\pm 0-14$  mV
- Eksitationsspænding:  $\pm 9$  V
- Outputspænding:  $\pm 5$  V
- Båndbredde: 100 Hz

## 2.4 Software arkitektur

### 2.4.1 Domænemodel

Domænemodellen er skabt på baggrund af de seks Use Cases og fungerer som et middel til at skabe et samlet overblik over systemet. Gennem navneordsanalyse er de konceptuelle klasser fundet. I modellen beskrives, hvordan de konceptuelle klasser og aktører interagerer med hinanden. Controlleren er ikke en konceptuel klasse, men det er den, der sørger for at systemet fungerer optimalt, og udfører kommandoer.



Figur 2.3: Domænemodel for blodtryksmålersystemet

NPJ = nulpunktsjustering

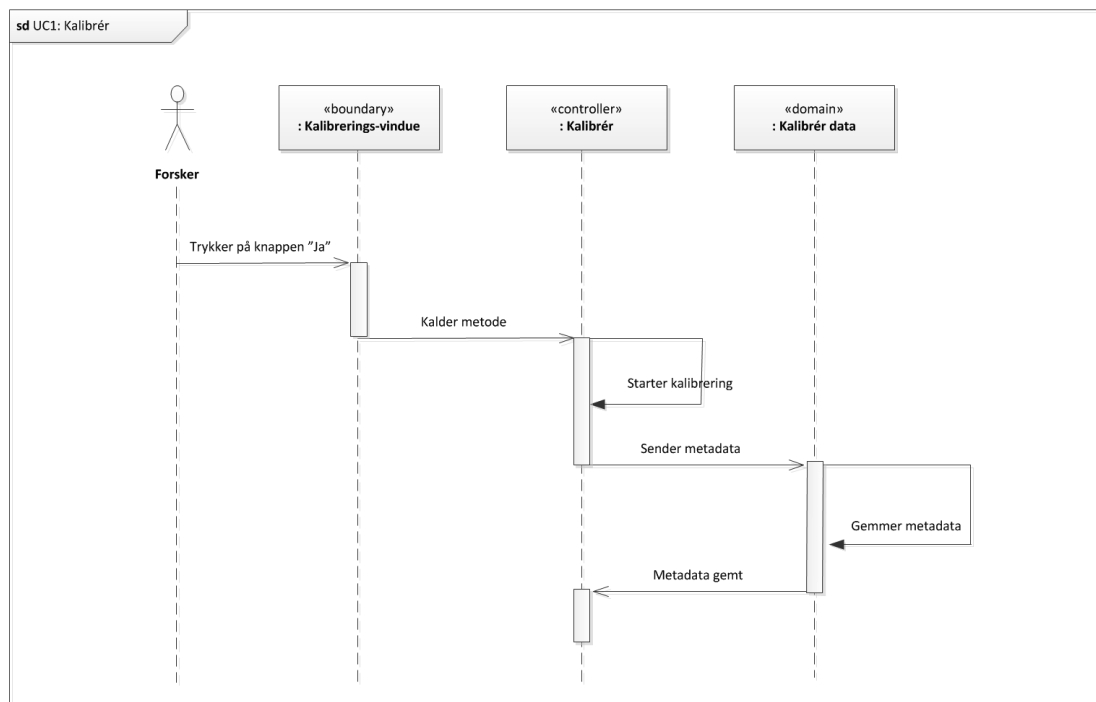
BT = blodtryksmåling

I domænemodellen ses to røde streger, som har hver deres kommando – ”kalibrerings data bliver sendt fra database” og ”vises i kalibrerings-vinduet”. Årsagen til at stregerne er røde, er, at hver af de to handlinger udelukkende forekommer ved start/genstart af programmet.

## 2.4.2 Applikationsmodel

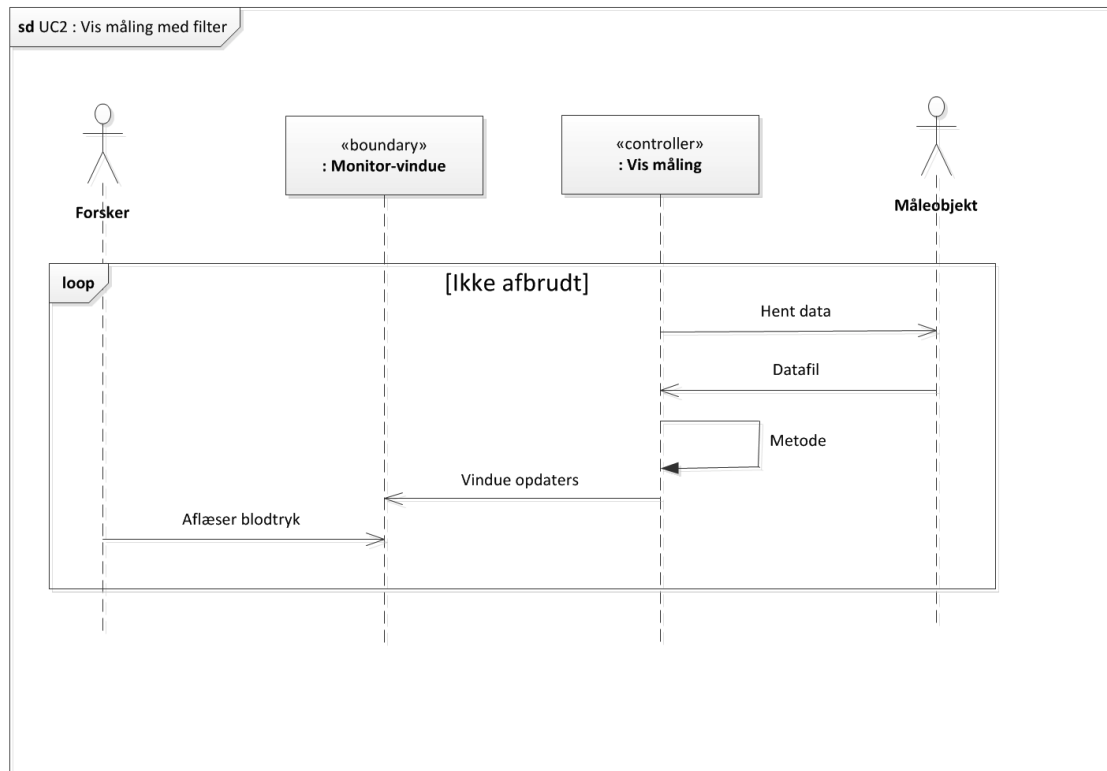
### Sekvensdiagram

Sekvensdiagrammerne beskriver step-by-step, via metoder, forløbet i de forskellige Use Cases. Der er lavet et sekvensdiagram for hver Use Case, for at gøre systemet mere overskueligt. Et sekvensdiagram består af boundary-klasserne og domain-klasserne fra domænemodellen, samt en controller-klasse, med navn efter den specifikke Use Case.



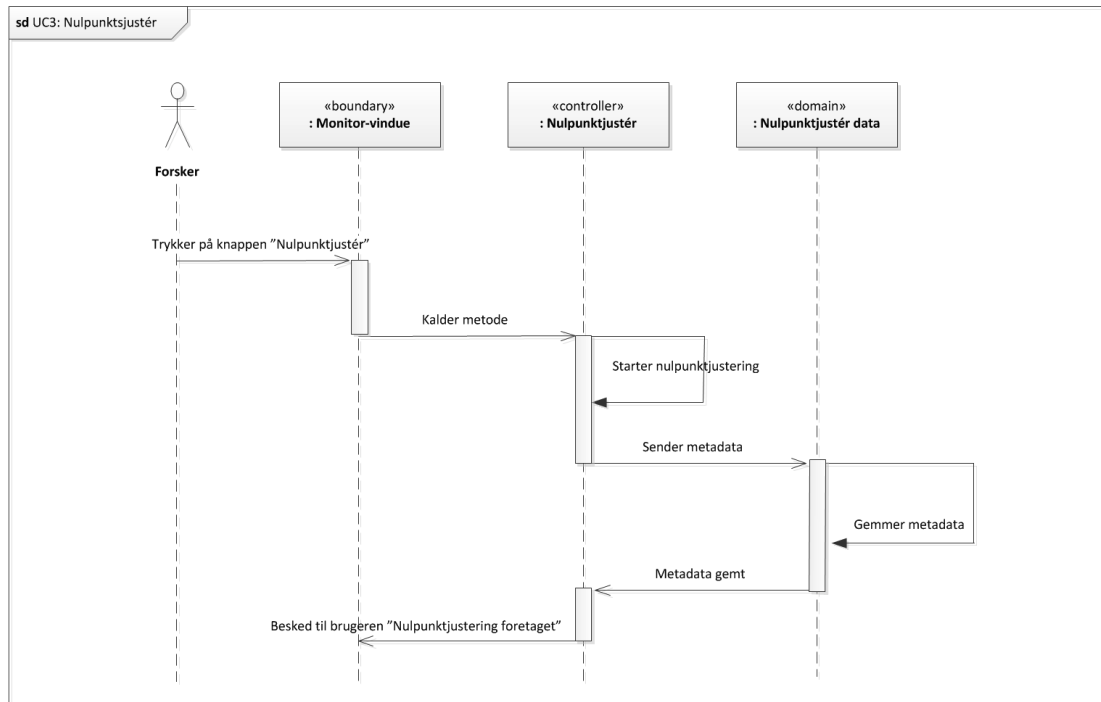
Figur 2.4: Sekvensdiagram for UC1

Forsker interagerer med Monitorvindue. Kalibreringsmetoden bliver kaldt, når Forsker trykker på knappen "Ja". Derefter igangsættes kalibreringen og metadata sendes og gemmes.



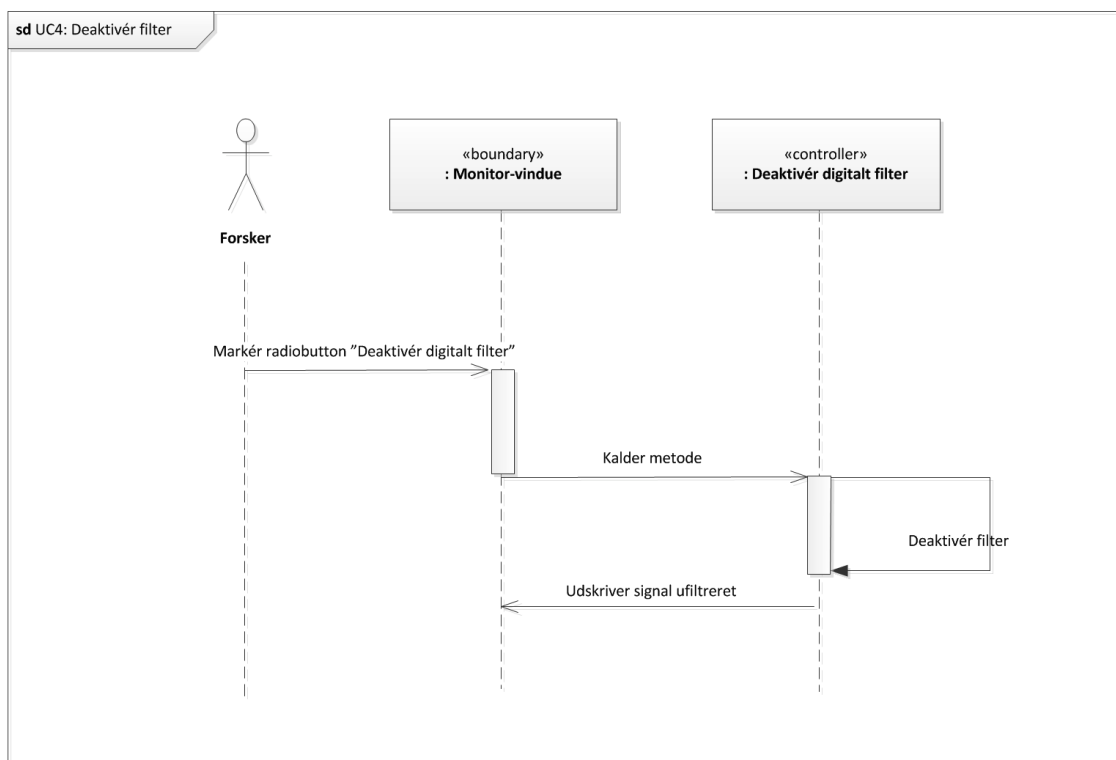
Figur 2.5: Sekvensdiagram for UC2

Controller henter data fra Tryktransducer, som henter data i form af tryk fra måleobjekt. Datafilerne sendes fra Måleobjekt via Tryktransducer tilbage til Controller, der kalder metoden. Monitorvindue opdateres, og herefter kan Forsker aflæse blodtryk.



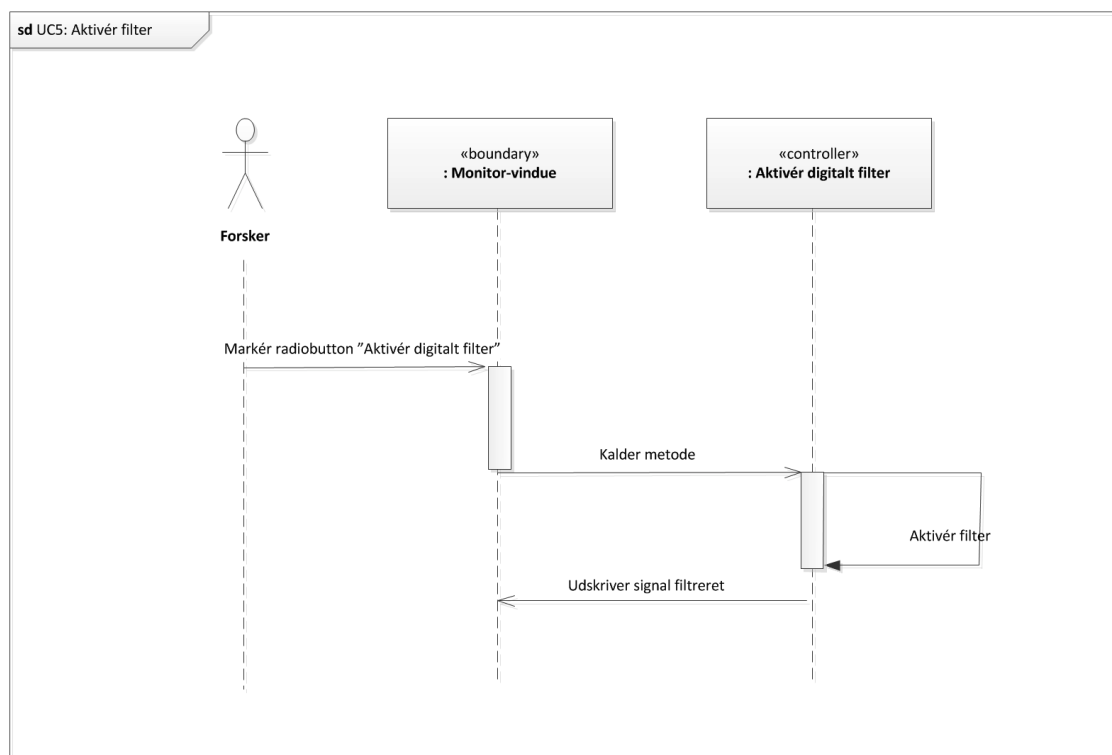
Figur 2.6: Sekvensdiagram for UC3

Forsker interagerer med Monitorvindue ved at trykke på knappen "Nulpunktsjustér". Derefter kaldes metoden, og nulpunktsjusteringen startes. Metadata sendes og gemmes, hvorefter Forsker får besked om, at nulpunktsjusteringen er foretaget.



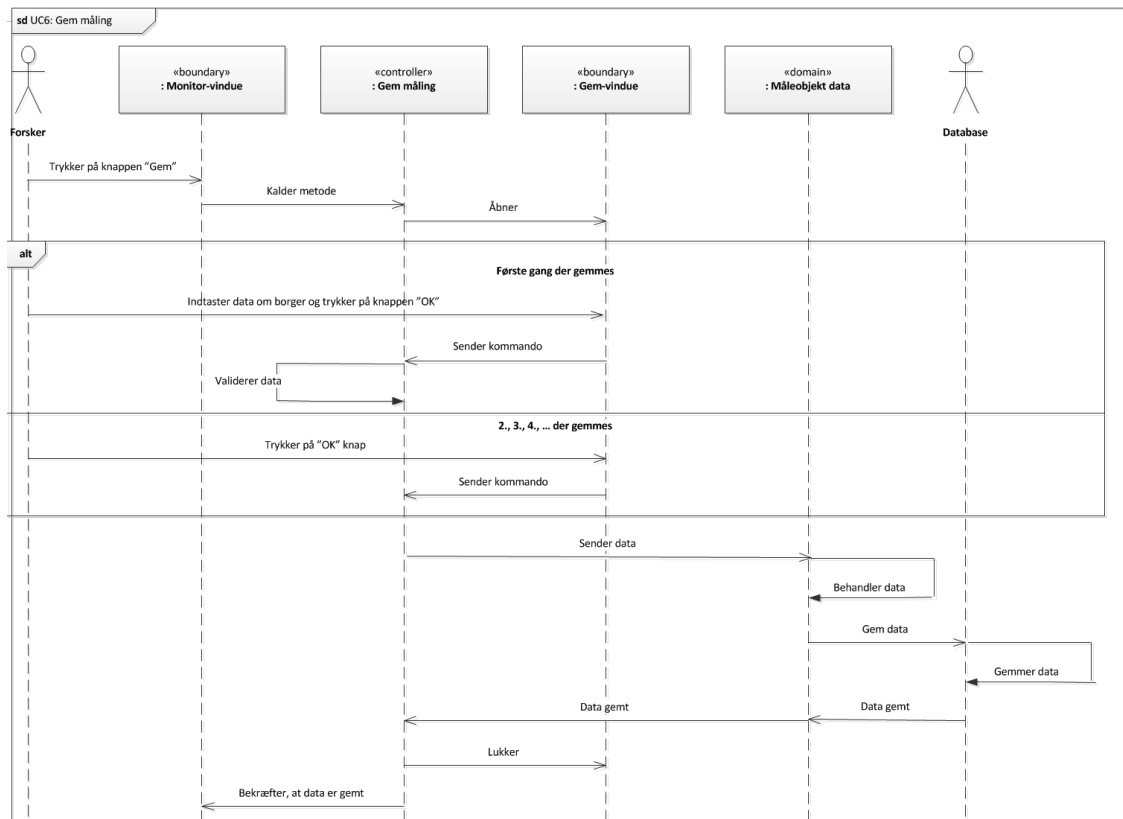
Figur 2.7: Sekvensdiagram for UC4

Forsker interagerer med Monitorvindue ved at markere radiobutton "Deaktivér digitalt filter". Derefter kaldes metoden, og filteret deaktiveres, hvorefter signalet bliver udskrevet ufiltreret.



Figur 2.8: Sekvensdiagram for UC5

Forsker interagerer med Monitorvindue ved at markere radiobutton "Aktivér digitalt filter". Derefter kaldes metoden, og filteret aktiveres, hvorefter signalet bliver udskrevet filtreret.



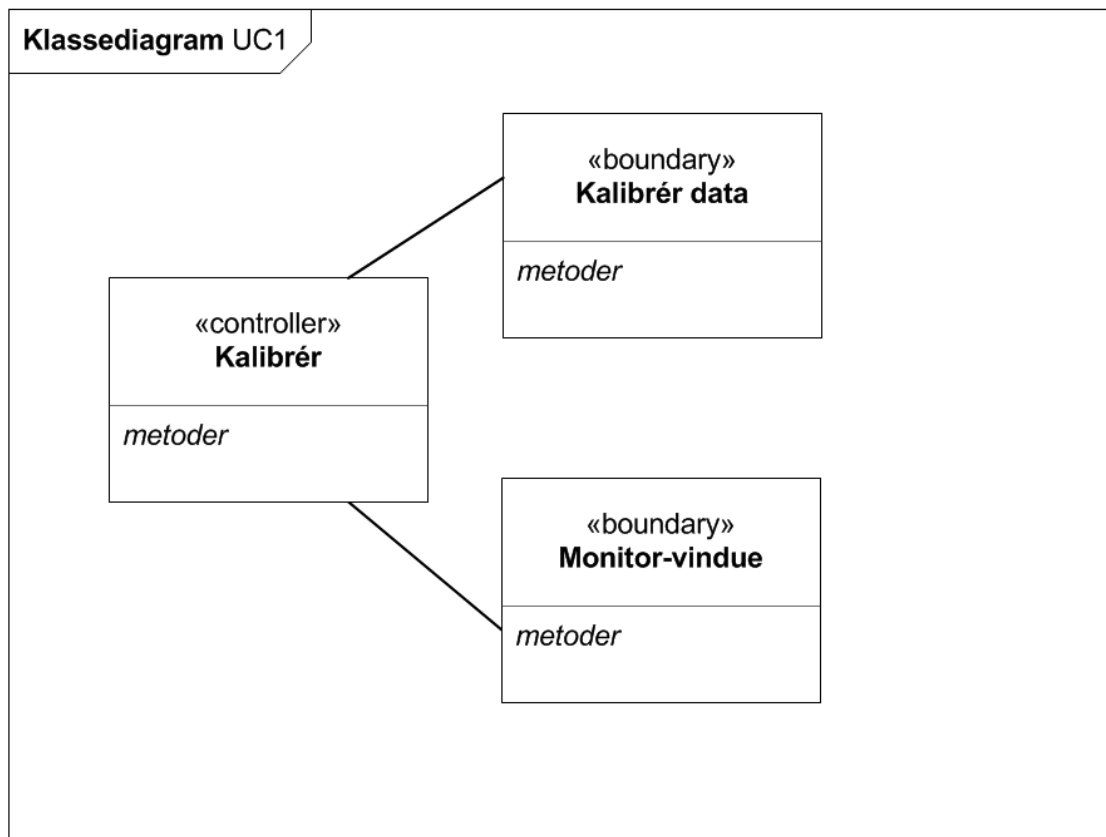
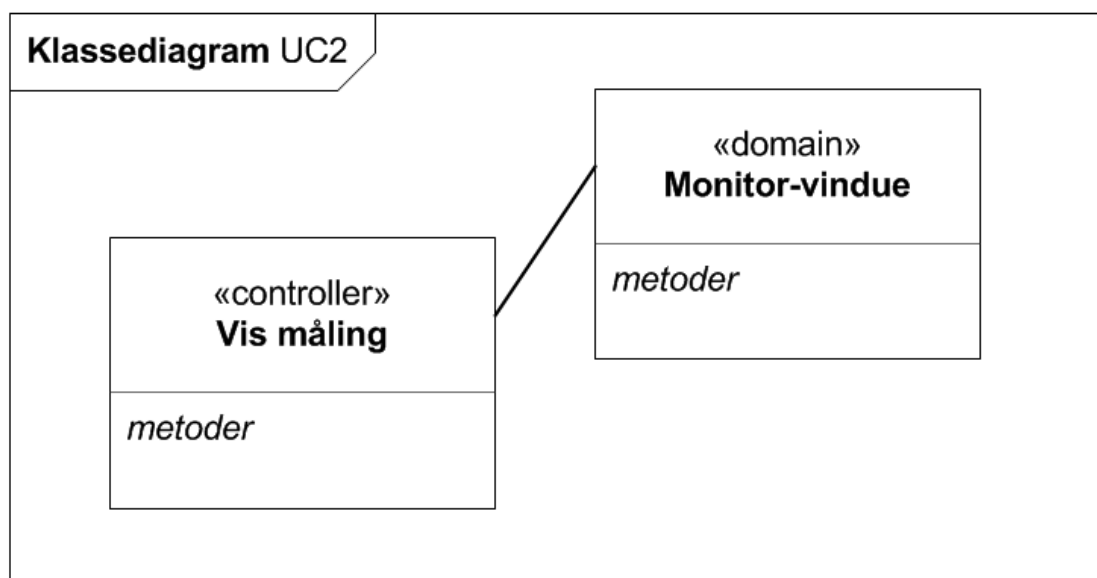
Figur 2.9: Sekvensdiagram for UC6

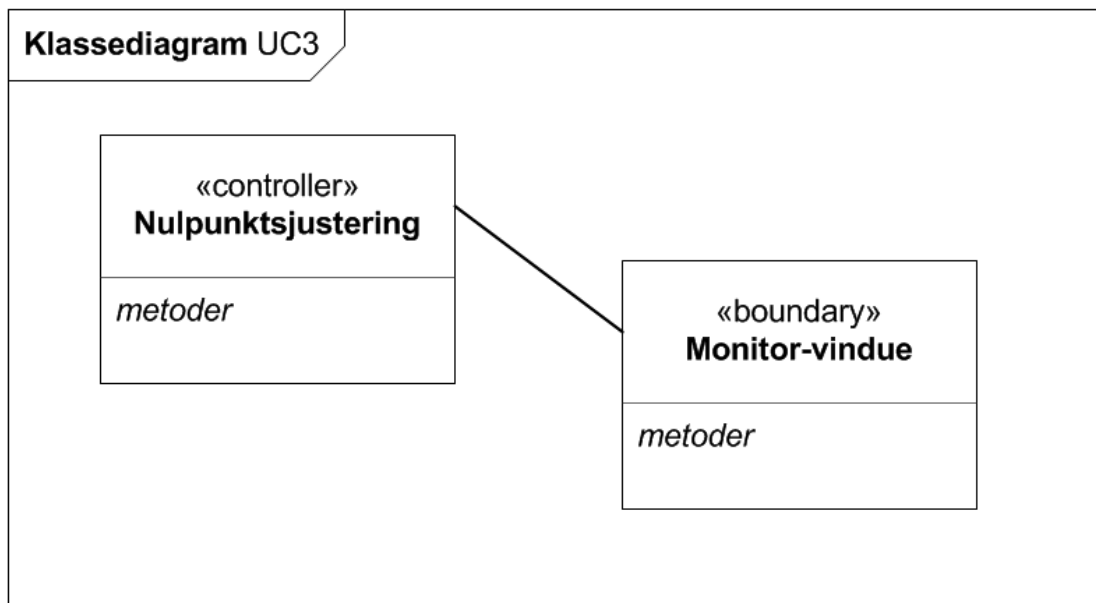
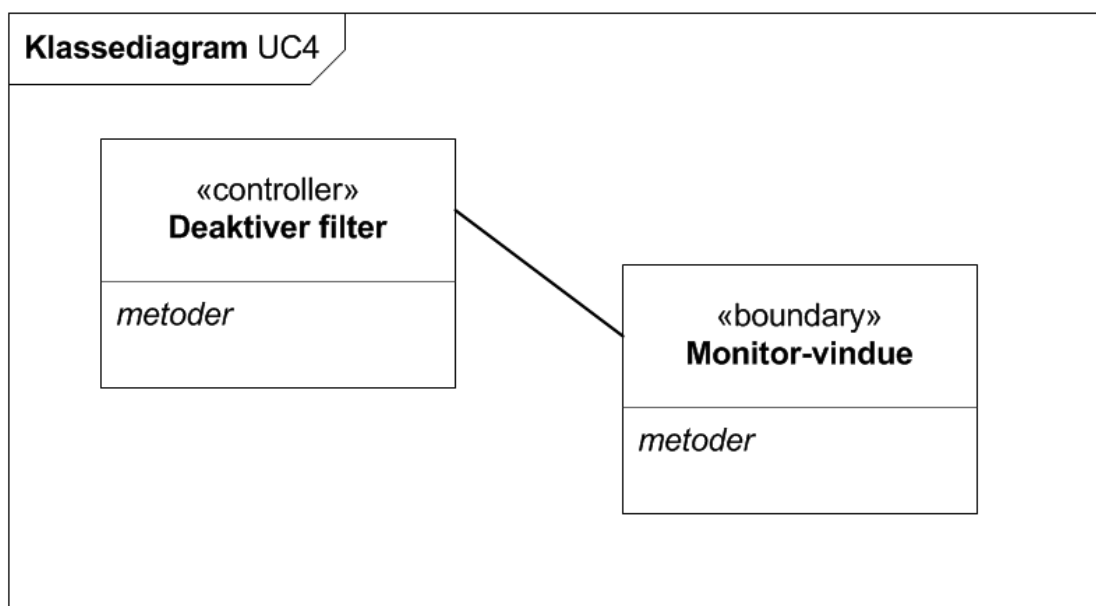
Forsker interagerer med Monitorvindue ved at trykke på knappen "Gem". Derefter kaldes metoden og Gem vinduet åbnes. Første gang Forsker ønsker at gemme, indtastes data og der trykkes på knappen "OK". Kommando sendes og data valideres. De efterfølgende gange, der ønskes at gemme, er data udfyldt fra første gang, og der trykkes blot på "OK", hvorefter kommandoen sendes. Data sendes til datalag, hvor det bliver behandlet, og derefter bliver sendt til database. Data gemmes og Gem vinduet lukkes. Controller bekræfter til Monitorvindue, at data er gemt.

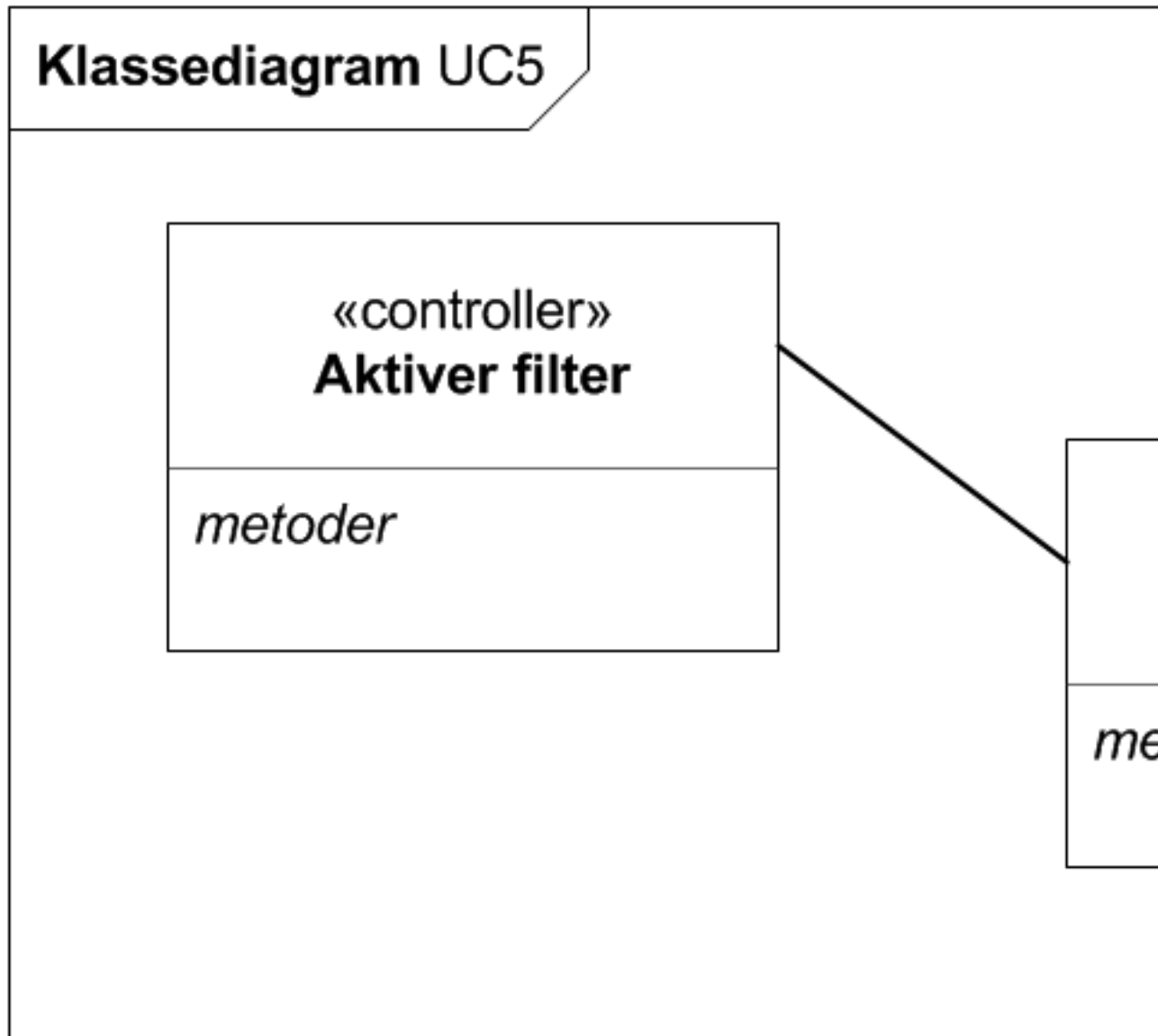
### Opdateret klassediagram

De opdateret klassediagrammer indeholder metoderne fra de dertilhørende sekvensdiagrammer - dette giver et overblik over, hvilke metoder de forskellige klasser består af.

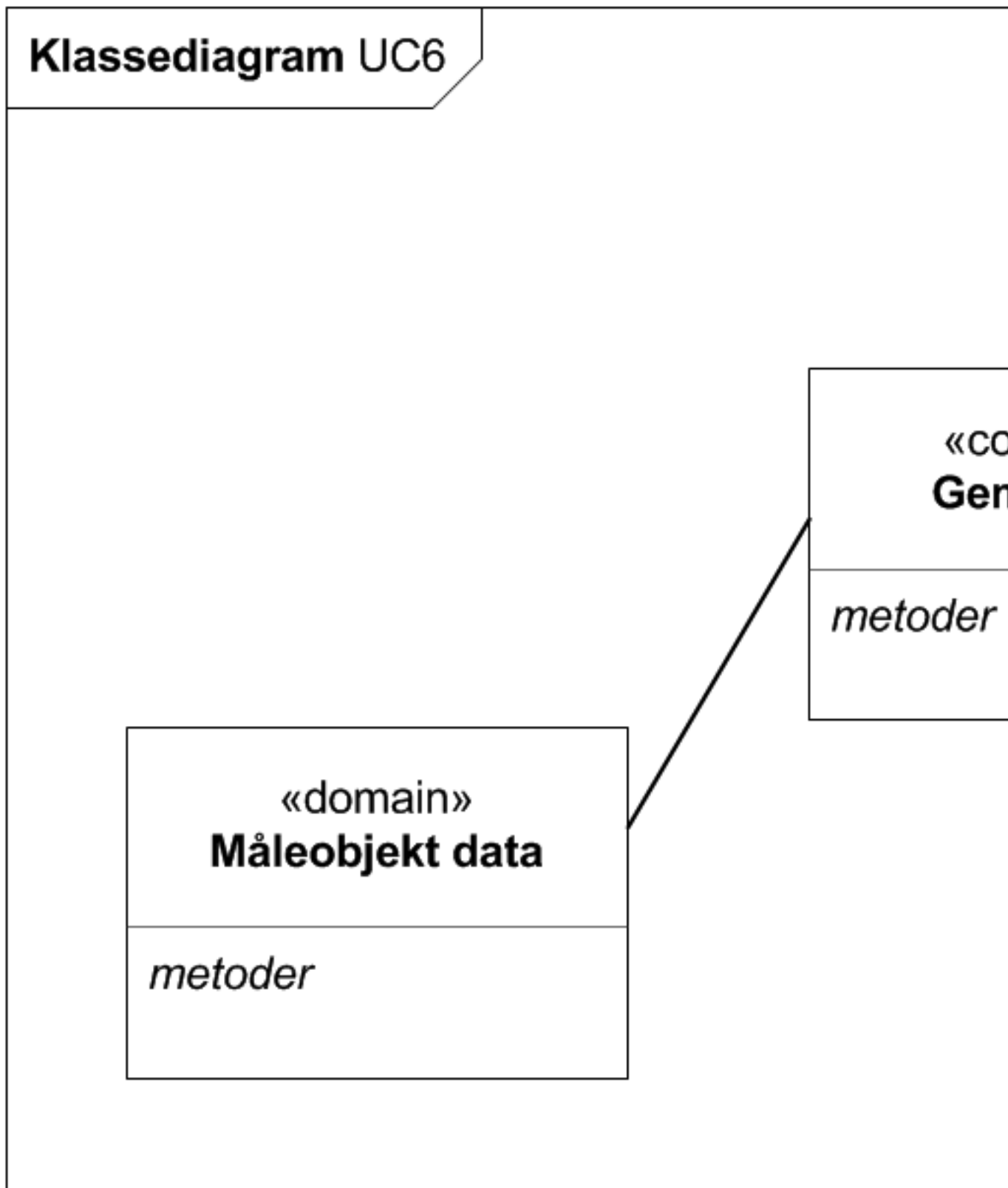


*Figur 2.10: Klassediagram for UC1**Figur 2.11: Klassediagram for UC2*

*Figur 2.12: Klassediagram for UC3**Figur 2.13: Klassediagram for UC4*



Figur 2.14: Klassediagram for UC5



Figur 2.15: Klassediagram for UC6

# Hardware implementering og test 3

---

## 3.1 Tryktransducer

Som tryktransducer anvendes TruWave (se datablad bilag). Herunder udregnes maksimalt udgangsspænding for tryktransducer ved maksimal trykbelastning (300 mmHg).

*se (8.1)*

## 3.2 Operationsforstærker

Som forstærkerblok anvendes INA 114. Denne har den fordel at gain kan kontrolleres af en variabel modstand (potentiometer).

### 3.2.1

## 3.3 Filterblok



# Accepttest 4

## Versionshistorik

| Version | Dato       | Ansvarlig | Beskrivelse                    |
|---------|------------|-----------|--------------------------------|
| 1.0     | 30-09-2015 | Alle      | Første udkast. Klar til Review |
| 2.0     | 08-10-2015 | Alle      | Rettelser efter review møde    |

## 4.1 Accepttest af Use Cases

### 4.1.1 Use Case 1

#### Kalibrér

| Test               | Forventet resultat    | Faktiske observationer                                                                                                    | Godkendt |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <i>Hovedforløb</i> |                       |                                                                                                                           |          |
| 1.                 | Start system          | Kalibrering-vinduet vises, hvor system spørger om der skal foretages en kalibrering. Seneste kalibreringstidspunkt vises. |          |
| 2.                 | Tryk på "Ja"-knappen  | System kalibrerer og Kalibrering-vinduet lukkes ned                                                                       |          |
| <i>Undtagelse</i>  |                       |                                                                                                                           |          |
| 2a.                | Tryk på "Nej"-knappen | Kalibrering-vinduet lukkes ned                                                                                            |          |

Tabel 4.2: Accepttest af Use Case 1.

### 4.1.2 Use Case 2

#### Vis måling med filter

| Test                            | Forventet resultat                                                                 | Faktiske observationer | Godkendt |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| <i>Hovedforløb</i>              |                                                                                    |                        |          |
| 1. System viser Monitor-vinduet | Blodtryksignal samt Systole-, Diastole- og pulsværdier udskrives i Monitor-vinduet |                        |          |
| <i>Undtagelse</i>               |                                                                                    |                        |          |

Tabel 4.3: Accepttest af Use Case 2.

### 4.1.3 Use Case 3

#### Nulpunktsjustér

| Test                                    | Forventet resultat                                                                           | Faktiske observationer | Godkendt |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| <i>Hovedforløb</i>                      |                                                                                              |                        |          |
| 1. Tryk på "Nulpunktsjustering"-knappen | Blodtrykssignalet udskrives i Monitor-vinduet med en baseline ved 0. Tidsstemplet opdateres. |                        |          |
| <i>Undtagelser</i>                      |                                                                                              |                        |          |

Tabel 4.4: Accepttest af Use Case 3.

### 4.1.4 Use Case 4

#### Deaktivér filter

| Test               | Forventet resultat | Faktiske observationer | Godkendt |
|--------------------|--------------------|------------------------|----------|
| <i>Hovedforløb</i> |                    |                        |          |



- |                                                |                                                                                   |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Markér " <i>Deaktivér digitalt filtre</i> " | Filteret deaktiveres og det ufiltreret blodtryksignal udskrives i Monitor-vinduet |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|

---

*Undtagelser*

---

*Tabel 4.5: Accepttest af Use Case 4.*

#### 4.1.5 Use Case 5

##### Aktivér filter

| Test                                         | Forventet resultat                                                             | Faktiske observationer | Godkendt |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| <i>Hovedforløb</i>                           |                                                                                |                        |          |
| 1. Markér " <i>Aktivér digitalt filtre</i> " | Filteret aktiveres og det filtreret blodtryksignal udskrives i Monitor-vinduet |                        |          |

---

*Undtagelser*

---

*Tabel 4.6: Accepttest af Use Case 5.*

#### 4.1.6 Use Case 6

##### Gem måling

| Test                     | Forventet resultat      | Faktiske observationer | Godkendt |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------|
| <i>Hovedforløb</i>       |                         |                        |          |
| 1. Tryk på "Gem"-knappen | Gem-vinduet åbnes       |                        |          |
| 2. Indtast data          | Datafelterne er udfyldt |                        |          |

- |    |                 |       |                                                                                            |
|----|-----------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Tryk på knappen | "OK"- | Gem-vinduet lukkes ned og Monitor-vinduet åbnes. Gemme tidspunktet vises i Monitor-vinduet |
|----|-----------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

---

*Undtagelser*

---

- |     |                 |        |                                           |
|-----|-----------------|--------|-------------------------------------------|
| 1a. | Tryk på knappen | "Gem"- | Gemme tidspunktet vises i Monitor-vinduet |
|-----|-----------------|--------|-------------------------------------------|
- 

*Tabel 4.7: Accepttest af Use Case 6.*

## 4.2 Accepttest af ikke-funktionelle krav

| Ikke-funktionelt krav                                                          | Test/handling                                                                        | Forventet resultat                                                        | Faktiske observationer | Godkendt |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| <i>Functionality</i>                                                           |                                                                                      |                                                                           |                        |          |
| System skal kunne vise et kontinuerligt blodtrykssignal i Monitor-vinduet      | Der ses om GUI'en viser et kontinuerligt blodtrykssignal                             | System viser et kontinuerligt blodtrykssignal                             |                        |          |
| System skal kunne vise Systole-, Diastole- og Pulsværdier med op til tre cifre | Der ses om GUI'en indeholder Systole-, Diastole- og Pulsværdier med op til tre cifre | GUI'en indeholder Systole-, Diastole- og Pulsværdier med op til tre cifre |                        |          |
| System skal kunne vise et blodtrykssignal med og uden et digitalt filter       | Der ses om GUI'en kan vise et blodtrykssignal med og uden digitalt filter            | GUI'en kan vise et blodtrykssignal med og uden digitalt filter            |                        |          |
| System skal kunne nulpunktsjustere blodtrykssignalet                           | Der ses i GUI'en om blodtrykssignalet kan nulpunktsjusteres                          | Blodtrykssignalet kan nulpunktsjusteres                                   |                        |          |

|                                                                                                  |                                                                                                                          |                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| System skal kunne gemme en blodtryksmåling i en database                                         | Der trykkes på "Gem"-knappen i Monitor-vinduet og der indtastes gyldige værdier i Gem-vinduet og trykkes på "OK"-knappen | System gemmer data i en database og udskriver tidsstempel for gemt data i Monitor-vinduet  |
| System skal kunne kalibreres                                                                     | Der trykkes på "Ja"-knappen i kalibrering-vinduet                                                                        | System er kalibreret                                                                       |
| <i>Usability</i>                                                                                 |                                                                                                                          |                                                                                            |
| Monitor-vinduet skal indeholde en "Gem"-knap                                                     | Der ses i Monitor-vinduet om der er en "Gem"-knap                                                                        | Der er en "Gem"-knap i Monitor-vinduet                                                     |
| Monitor-vinduet skal indeholde en "Nulpunktsjustér"-knap                                         | Der ses i Monitor-vinduet om der er en "Nulpunktsjustér"-knap                                                            | Der er en "Nulpunktsjustér"-knap i Monitor-vinduet                                         |
| Monitor-vinduet skal indeholde et tidsstempel for seneste nulpunktsjustering                     | Der ses i Monitor-vinduet, om der er et tidsstempel for seneste nulpunktsjustering                                       | Der er et tidsstempel for seneste nulpunktsjustering i Monitor-vinduet                     |
| Monitor-vinduet skal indeholde to radiobuttons til aktivering og deaktivering af digitalt filter | Der ses i Monitor-vinduet om der er to radiobuttons til aktivering og deaktivering af digitalt filter                    | Der er to radiobuttons til aktivering og deaktivering af digitalt filter i Monitor-vinduet |

|                                                                                                |                                                                                                                        |                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Kalibrering-vinduet skal indeholde en "Ja"-knap og en "Nej"-knap                               | Der ses i kalibrering-vinduet om der er en "Ja"-knap og en "Nej"-knap                                                  | Der er en "Ja"-knap og en "Nej"-knap i kalibrering-vinduet          |
| Kalibrering-vinduet skal indeholde et datostempel for seneste kalibrering                      | Der ses i kalibrering-vinduet om der er et tidsstempel for seneste kalibrering                                         | Der er et tidsstempel for seneste kalibrering i kalibrering-vinduet |
| Gem-vinduet skal indeholde tekstbokse til data indtastning for målingen                        | Der ses i Gem-vinduet, om der er tekstbokse til indtastning af data                                                    | Der er tekstbokse til indtastning af data i Gem-vinduet             |
| Gem-vinduet skal indeholde en "OK"-knap                                                        | Der ses i Gem-vinduet om der er en "OK"-knap                                                                           | Der er en "OK"-knap i Gem-vinduet                                   |
| Det skal være muligt at aflæse værdier på Monitor-vinduet fra 2 meters afstand med normalt syn | Der testes af 5 personer med forskellige aldre med en synsstyrke på +/- 0,25, som placeres 2 meter fra Monitor-vinduet | Det er muligt for de 5 at aflæse værdierne på 2 meters afstand      |
| <i>Reliability</i>                                                                             |                                                                                                                        |                                                                     |
| Systemet skal have en effektiv MTBF på 20 minutter og MTTR på 1 minut                          | Køre programmet i 20 minutter. Genstart derefter programmet, hvor der tages tid med et stopur                          | Programmet har kørt i 20 minutter og genstartes indenfor 1 minut    |
| <i>Performance</i>                                                                             |                                                                                                                        |                                                                     |

|                                                                                                        |                                                                                                         |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Blodtrykssignalet skal vises maksimalt 5 sekunder efter UC1 er afsluttet                               | UC1 afsluttes samtidig med startes et stopur på en iPhone 5s. Når blodtryks-signalet vises stoppes uret | Blodtrykssignalet vises indenfor de 5 sekunder                                    |
| Systemet skal vise en graf for blodtryksmålingen, hvor y-aksen er mmHg og x-aksen er tid i sekunder    | Der ses på grafen for blodtryks-signalet, om y-aksen er mmHg og x-aksen er tid i sekunder               | Blodtrykssignalets y-akse er mmHg og x-aksen er tid i sekunder                    |
| Systemet skal kunne måle blodtryksværdier fra 0 til 300 mmHg                                           | Der foretages målinger hvor trykket er henholdsvis 280-295 og +300 (?)                                  | (?)                                                                               |
| <i>Supportability</i>                                                                                  |                                                                                                         |                                                                                   |
| Softwaren skal opbygges efter trelagsmodellen                                                          | Der kigges i koden efter data-lag, logik-lag og GUI-lag                                                 | Data-lag, logik-lag og GUI-lag er at find i koden                                 |
| <i>Andet(+)</i>                                                                                        |                                                                                                         |                                                                                   |
| Der skal være adgang til en computer med Windows 7 eller nyere – computeren skal have minimum 4 GB RAM | Der ses om der er installeret Windows 7 eller nyere og om der er minimum 4 GB RAM                       | Det ses at der er installeret Windows 7 eller nyere og om der er minimum 4 GB RAM |
| Blodtryksdiagrammet skal fylde minimum 1/3 af Monitor-vinduet                                          | Der ses om blodtryksdiagrammet fylder minimum 1/3 af Monitor-vinduet                                    | Blodtryksdiagrammet fylder minimum 1/3 af Monitor-vinduet                         |

|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baggrunden i Monitor-vinduet skal være mørk                                                                                            | Der ses i Monitor-vinduet om baggrunden er mørk                                                                                                     | Baggrunden i Monitor-vinduet er mørk                                                                                                                |
| Blodtrykssignal og -værdier(systole og diastole) skal være røde og puls skal være grøn                                                 | Der ses på blodtryksdiagrammet om blodtrykssignal og -værdier er røde og puls er grøn                                                               | Blodtrykssignal og -værdier(systole og diastole) er røde og puls er grøn                                                                            |
| Systolisk og diastolisk blodtryk skal fremhæves ved større skriftstørrelse end andre værdier i Monitor-vinduet (fx værdier på akserne) | Der ses i Monitor-vinduet om det systoliske og det diastoliske blodtryk er fremhævet ved større skriftstørrelse end andre værdier i Monitor-vinduet | Det ses i Monitor-vinduet at det systoliske og det diastoliske blodtryk er fremhævet ved større skriftstørrelse end andre værdier i Monitor-vinduet |

*Tabel 4.8: Accepttest af Ikke-funktionelle krav*