



## 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)  
Annsofie Randrup Wagner (201406360)  
Anders Wiggers Birkelund(201404118)

### *Vejleder*

Studentervejleder  
Peter Johansen  
Aarhus Universitet



# Indholdsfortegnelse

---

<b>Kapitel 1 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 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 . . . . .	14
2.3.1 bdd . . . . .	14
2.3.2 ibd . . . . .	15
2.3.3 Grænseflader . . . . .	15
2.3.4 Tryktransducer . . . . .	15
2.3.5 Instrumentationsforstærker . . . . .	16
2.4 Software arkitektur . . . . .	16
2.4.1 Domænemodel . . . . .	16
2.4.2 Applikationsmodel . . . . .	17
<b>Kapitel 3 HW implementering og test</b>	<b>27</b>
3.1 Tryktransducer . . . . .	27
3.2 Operationsforstærker . . . . .	27
3.3 Filterblok . . . . .	28
<b>Kapitel 4 Accepttest</b>	<b>33</b>
4.1 Accepttest af Use Cases . . . . .	33
4.1.1 Use Case 1 . . . . .	33
4.1.2 Use Case 2 . . . . .	34
4.1.3 Use Case 3 . . . . .	34

4.1.4	Use Case 4	34
4.1.5	Use Case 5	35
4.1.6	Use Case 6	35
4.2	Accepttest af ikke-funktionelle krav	36

# Kravspecifikation

1

## Versionshistorik

Version	Dato	Ansvarlig	Beskrivelse
1.0	23-09-2015	Alle	Første udkast til Use Cases. I alt 4, hvor en af funktionerne 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 funktionerne 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
2.1	04-11-2015	Alle	Tilføjet tryktransduceren som en sekundæraktør

## 1.1 Indledning

Kravspecifikationen 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 intergerer 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.

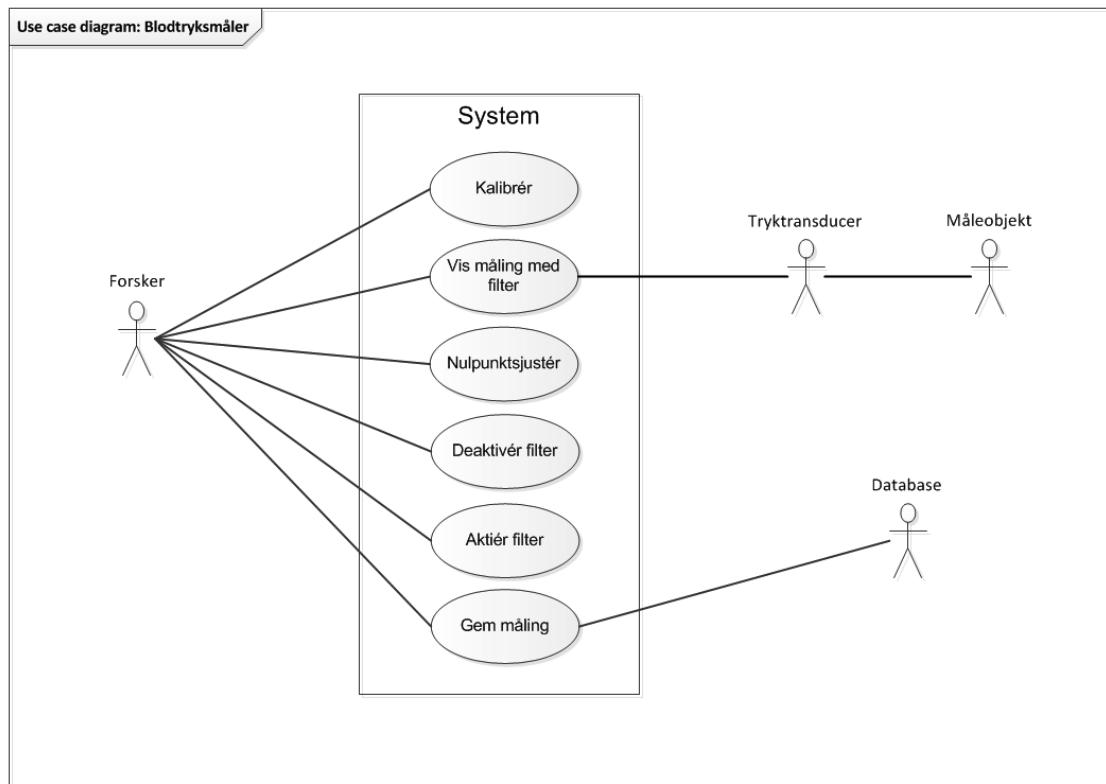
Primær aktøren i dette projekt er en Forsker. Sekundære aktører er Database, Tryktransducer og Måleobjekt. Måleobjekt er en package af Physionet og Analog Discovery, som er eksterne aktører.

### 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 [3.a <i>Forsker trykker på "Nej"-knappen</i>]</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	Deaktivér 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 "Deaktivér digitalt filtre"</li> <li>2. System udskriver det ufiltreret blodtryksignal</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 "Aktivér digitalt filtre"</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 [1.a <i>Måleobjektets data er gemt fra forrige målinger</i>]</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 Pulsværdier 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).

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

#### 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).



# Design 2

---

## Versionshistorik

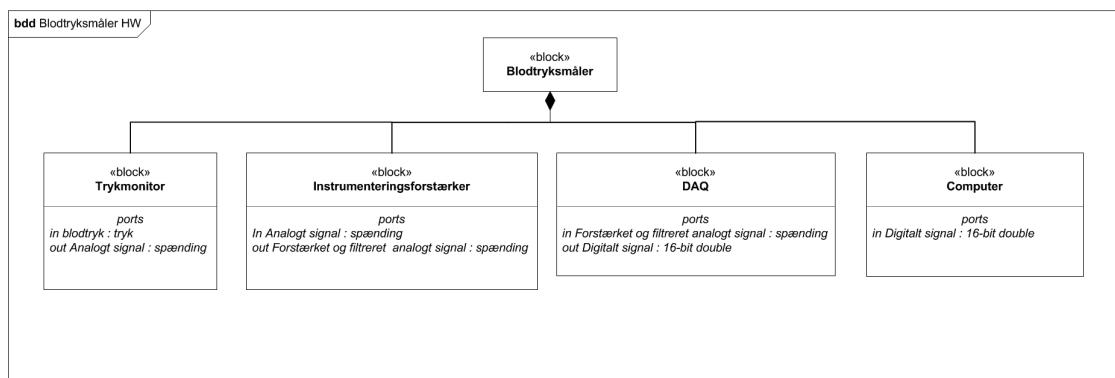
Version	Dato	Ansvarlig	Beskrivelse
1.0	20-10-2015	Alle	Første udkast til domænemodel, bdd, ibd og sekvensdiagrammer
1.1	21-10-2015	Alle	Små ændringer i bdd og ibd efter møde med vejleder
1.2	27-10-2015	Alle	Ændring af bdd og ibd efter møde med Kim; blokkene filter og forstærker er blevet lagt sammen under blokken instrumenteringsforstærker
1.3	02-11-2015	Alle	Begyndte at oprette Design-dokumentet. Udkast til klassediagrammer for UC
1.4	04-11-2015	Alle	Skrevet hardware design afsnittet. Små rettelser i de andre afsnit i design, så det er klar til review

## 2.1 Systemarkitektur

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

### 2.1.1 BBD-diagram

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



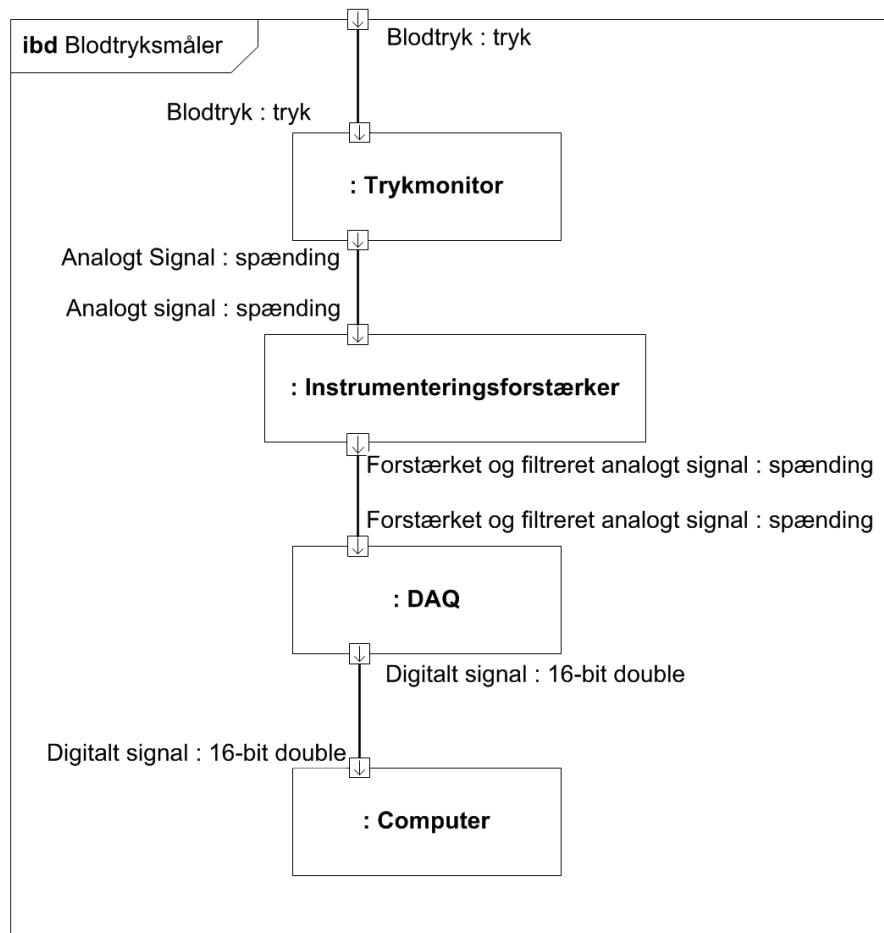
Figur 2.1: BBD-diagram

Blok	Beskrivelse
Blodtryksmåler	Det overordnede system, som indeholder Trykmonitor, Instrumenteringsforstærker, DAQ og Computer
Trykmonitor	Registrarer en fysisk størrelse i form af en trykændring. I dette system anvendes en transducer. Transduceren har til opgave at transformere den fysiske størrelse til en elektrisk spænding, som viderebehandles gennem de resterne 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 intergerer 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

Herunder er de krævede specifikationer for hardwaren beskrevet. Instrumentationsforstærkeren består af to dele.

### Tryktransducer

Tryktransduceren skal omsætte det fysiske tryk i blodkarret til en elektrisk spænding. Da de målte størrelser (trykændring) er meget små, skal transduceren have en meget høj common mode rejection, samt en høj sensitivitet. Tryktransduceren er medtaget i designet, fordi dennes specifikationer har indflydelse for forstærkerblokkens specifikationer. Der er imidlertid kun mulighed for at anvende én tryktransducer i projektet, og der er derfor ikke lavet diagrammer over denne.

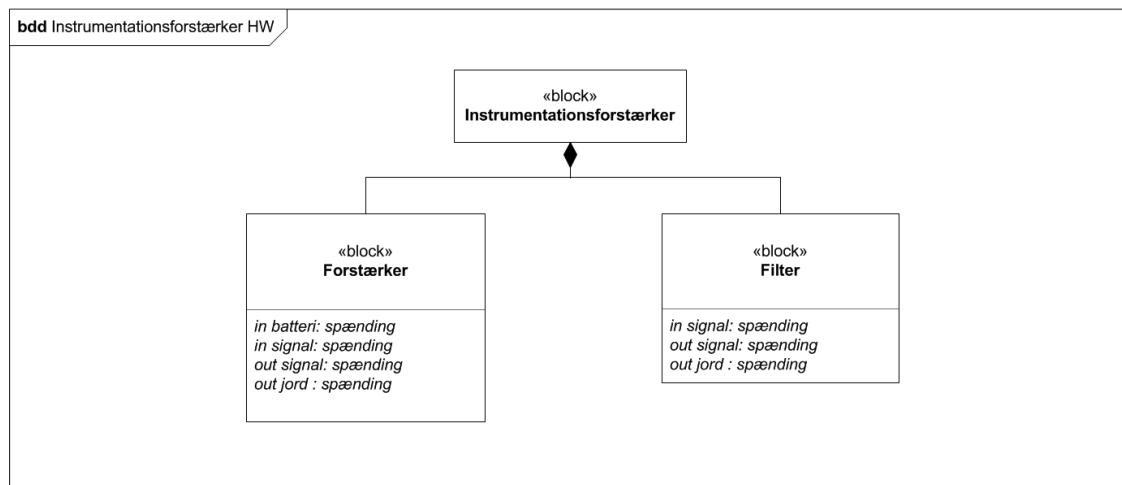
### Forstærkerblok

Forstærkerblokken sørger for at det meget svage spændingssignal fra tryktransduceren bliver forstærket op til en spænding der ligger i et fornuftigt måleinterval der tilsvarer DAQ'en.

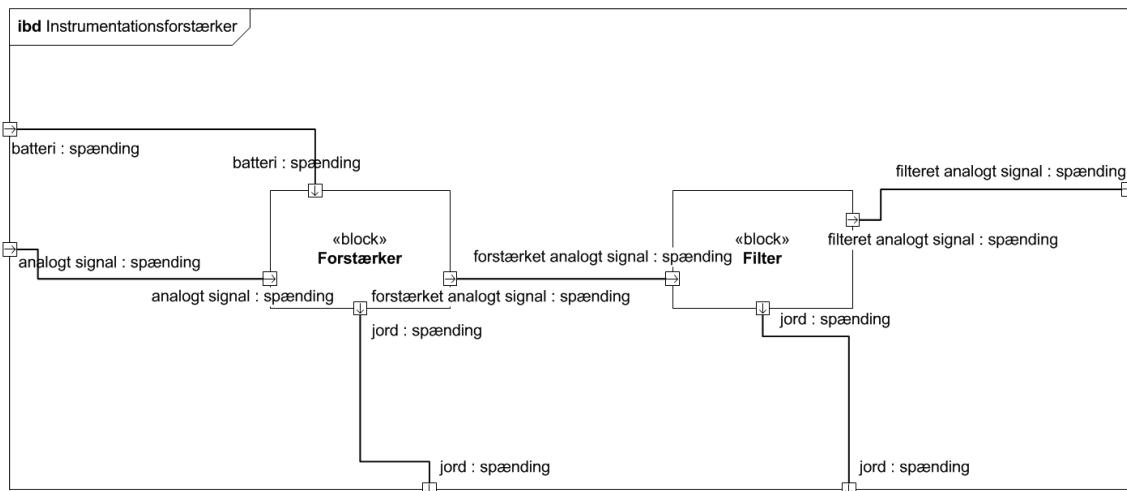
### Filterblok

Filterets formål er at frasorterer signalets frekvenser der er højere end 50 Hz. Dette skal realiseres ved et lavpasfilter.

#### 2.3.1 bdd

*Figur 2.3: bdd-diagram for Instrumenteringsforstærker HW*

### 2.3.2 ibd



Figur 2.4: ibd-diagram for Instrumenteringsforstærker HW

### 2.3.3 Grænseflader

Grænseflade	Signal	Type	Format	Værdi
Forstærker	Batteri	in	Spænding	+/- 9V
	Analogt	in	Spænding	+/- 13,5mV
	Jord	out	Spænding	0V
	Forstærket analogt	out	Spænding	+/- 5V
Filter	Forstærket analogt	in	Spænding	+/- 5V
	Jord	out	Spænding	+/- 5V
	Filteret analogt	out	Spænding	+/- 5V

Tabel 2.4: Kommunikationsprotokol for Instrumenteringsforstærke

### 2.3.4 Tryktransducer

#### Specifikationer

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

### 2.3.5 Instrumentationsforstærker

#### Filterblok

##### Specifikationer

- 2. Ordens lavpasfilter
- Cutofffrekvens: 50 Hz
- Unity gain (ingen forstærkning)
- -20 dB ved 500 Hz
- Uendelig indgangsimpedans
- Indgangsspænding +/- 5 V
- Eksitationsspænding +/- 9 V

#### Forstærkerblok

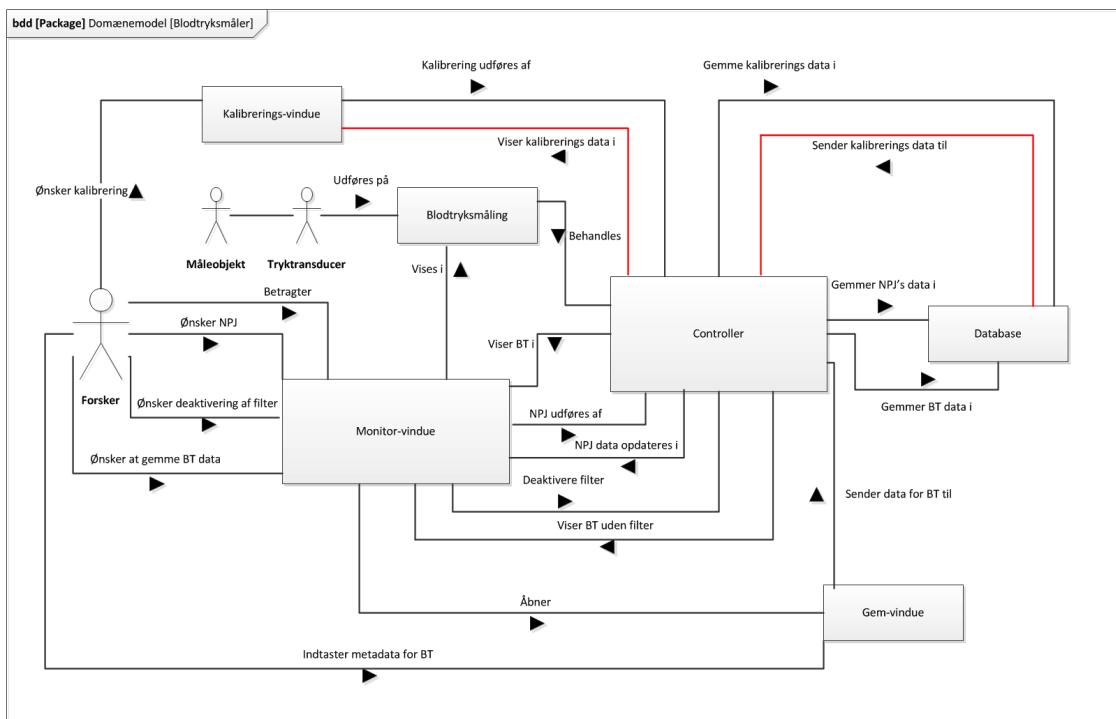
##### Specifikationer

- Gain: 370
- Indgangspænding: +/- 0-14 mV
- Eksitationsspænding: +/- 9V
- Outputspænding: +/- 5 V
- Båndbredde: 100 Hz
- Uendelig indgangsimpedans

## 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 2.5: Domænemodel for blodtryksmålersystemet

NPJ = nulpunktsjustering

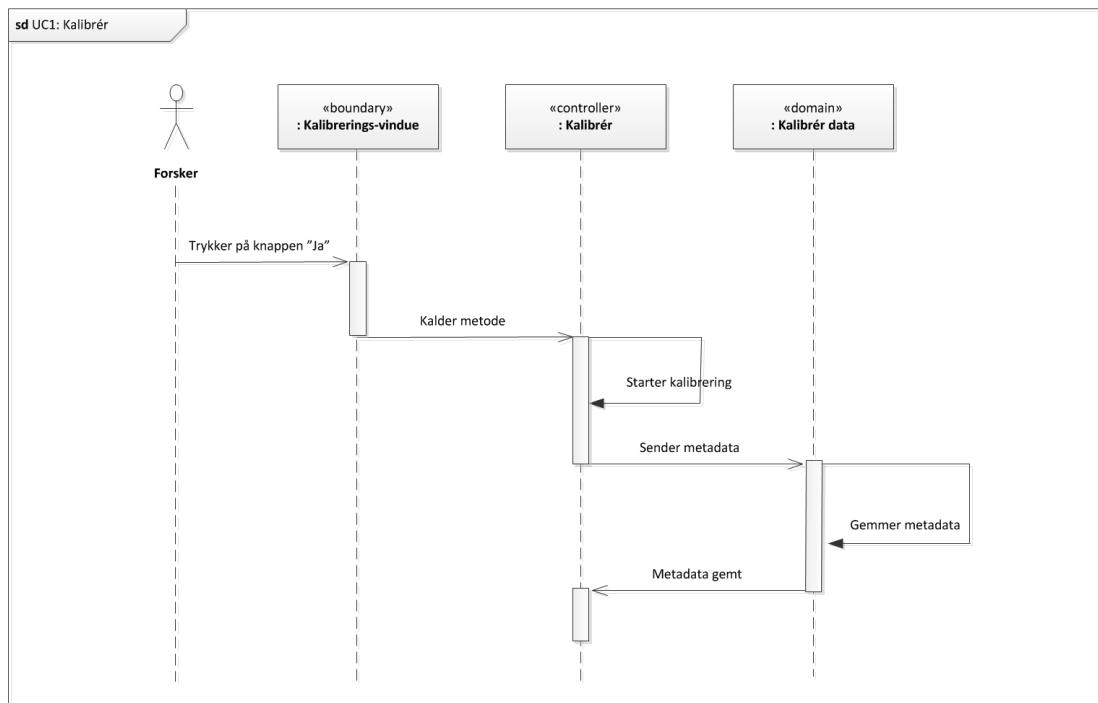
BT = blodtryksmåling

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.



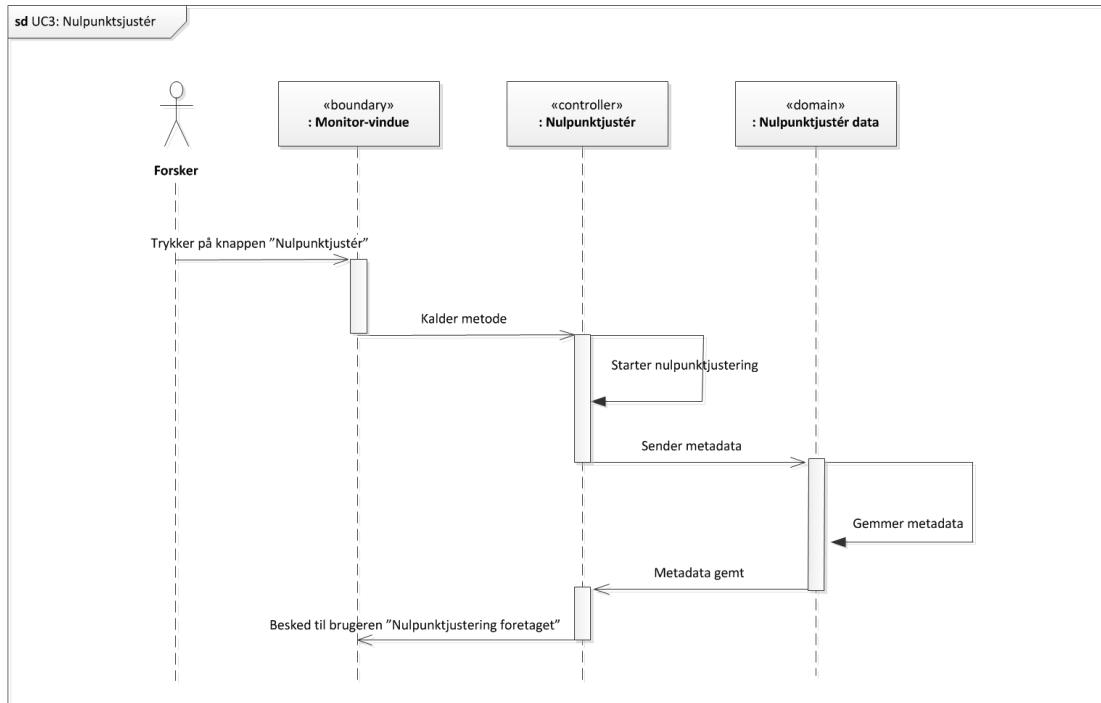
Figur 2.6: Sekvensdiagram for UC1

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



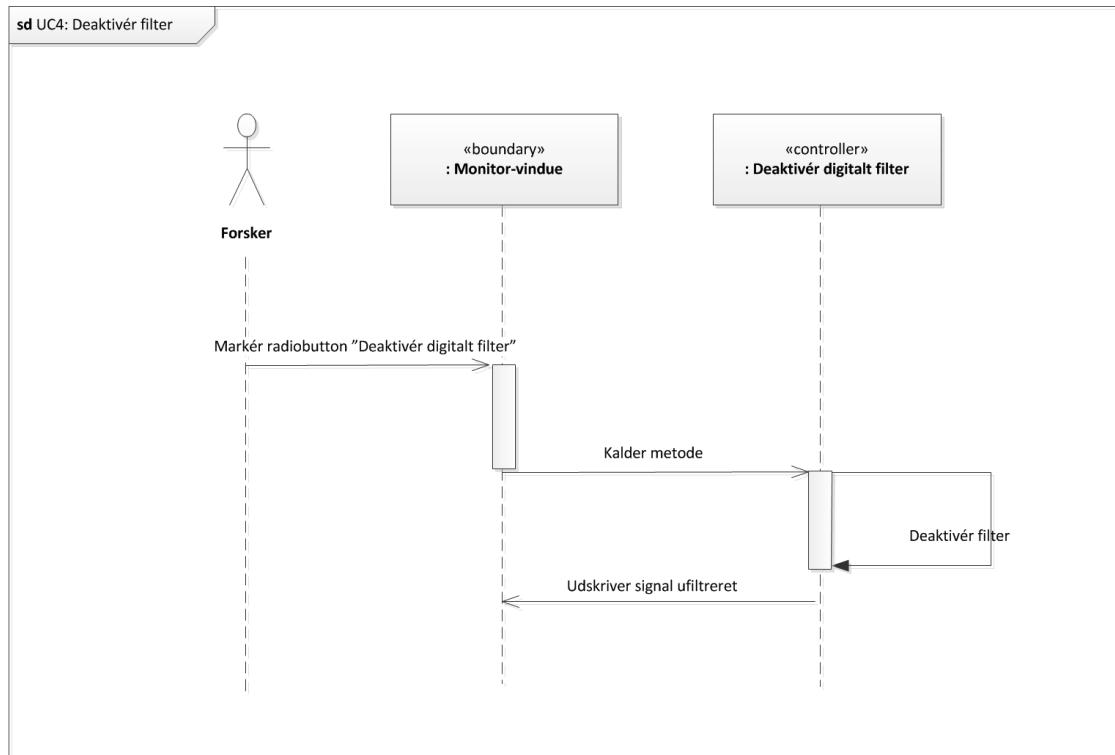
Figur 2.7: Sekvensdiagram for UC2

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.



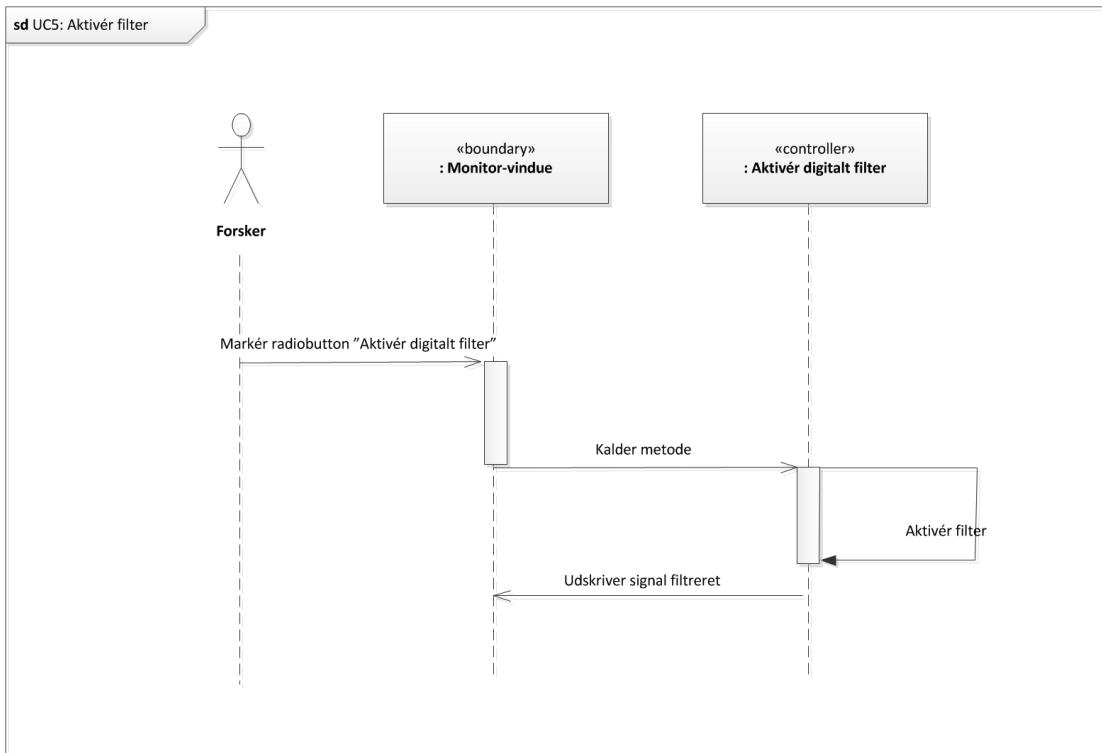
Figur 2.8: Sekvensdiagram for UC3

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.



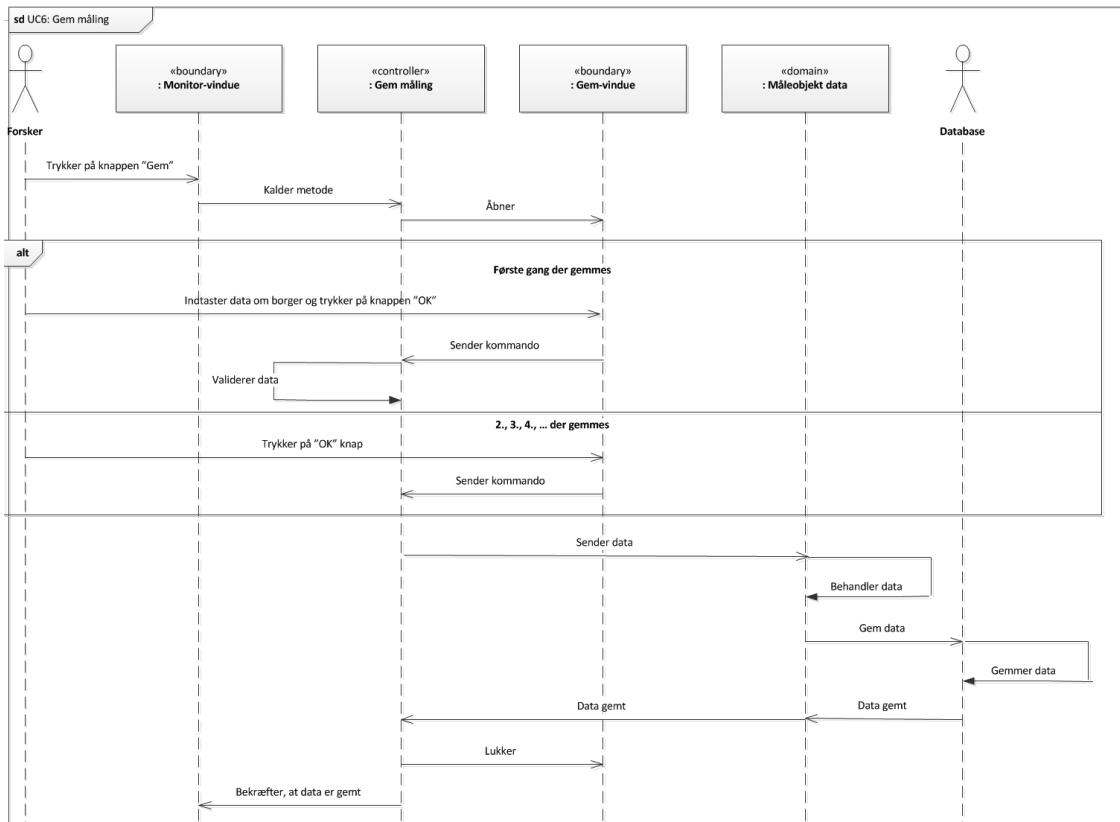
Figur 2.9: Sekvensdiagram for UC4

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



Figur 2.10: 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.

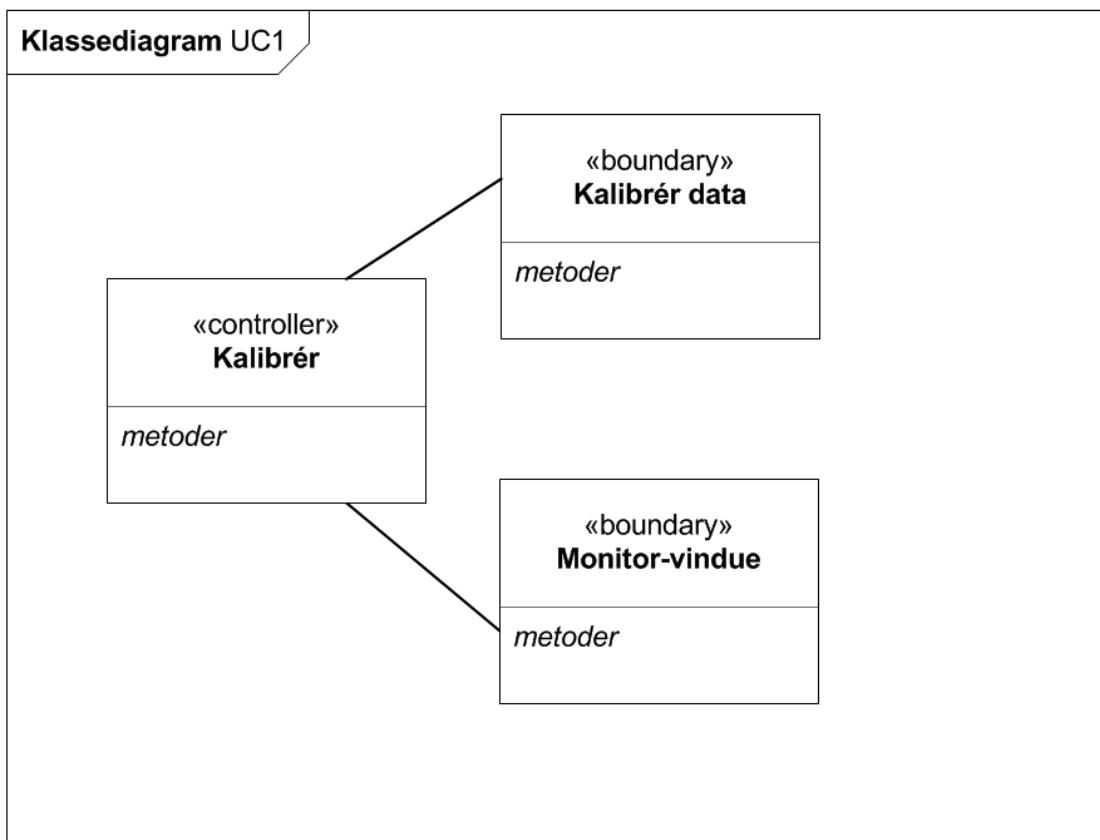


Figur 2.11: Sekvensdiagram for UC6

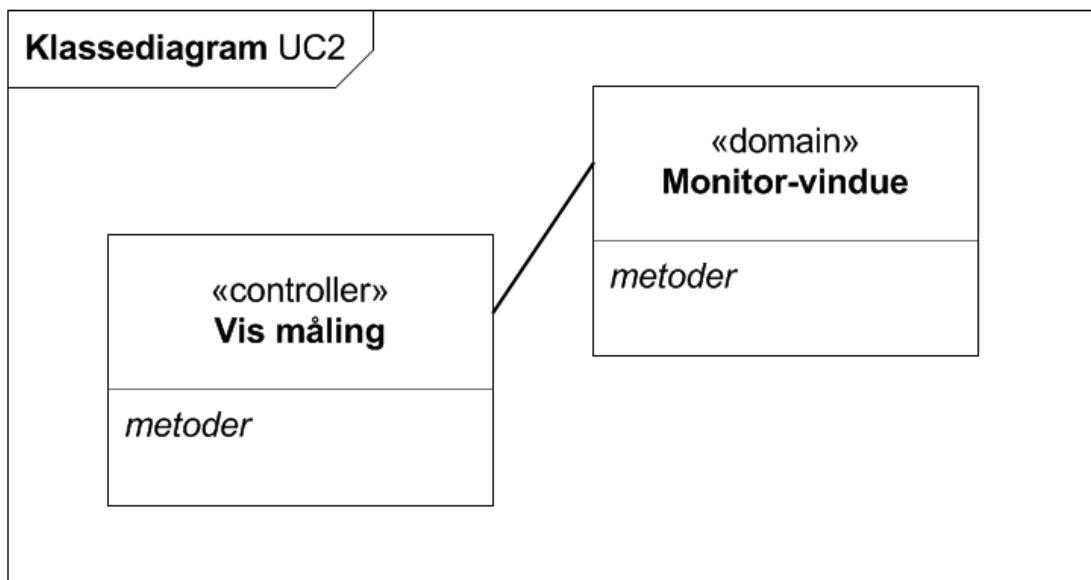
Forsker interagerer med Monitorvindue ved at trykke på knappen "Gem". Derefter kaldes metoden og Gem vinduet åbnes. Første gang Forsker ønsker at gemme, indtastes data og der trykkes på knappen "OK". Kommando sendes og data valideres. De efterfølgende gange, der ønskes at gemme, er data udfyldt fra første 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

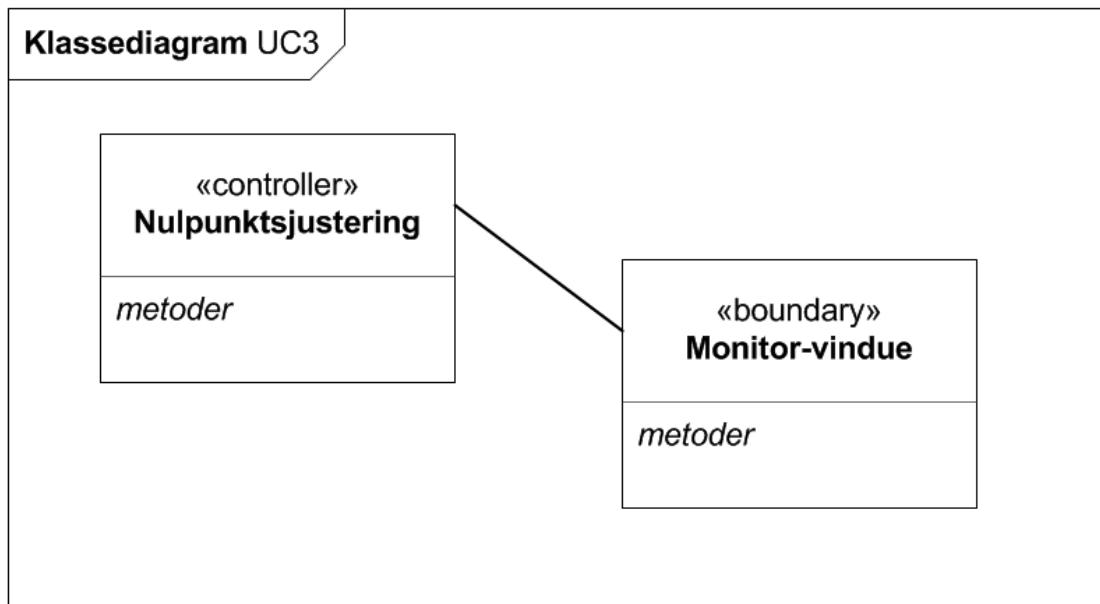
De opdateret klassediagrammer indeholder metoderne fra de dertilhørende sekvensdiagrammer - dette giver et overblik over, hvilke metoder de forskellige klasser består af.



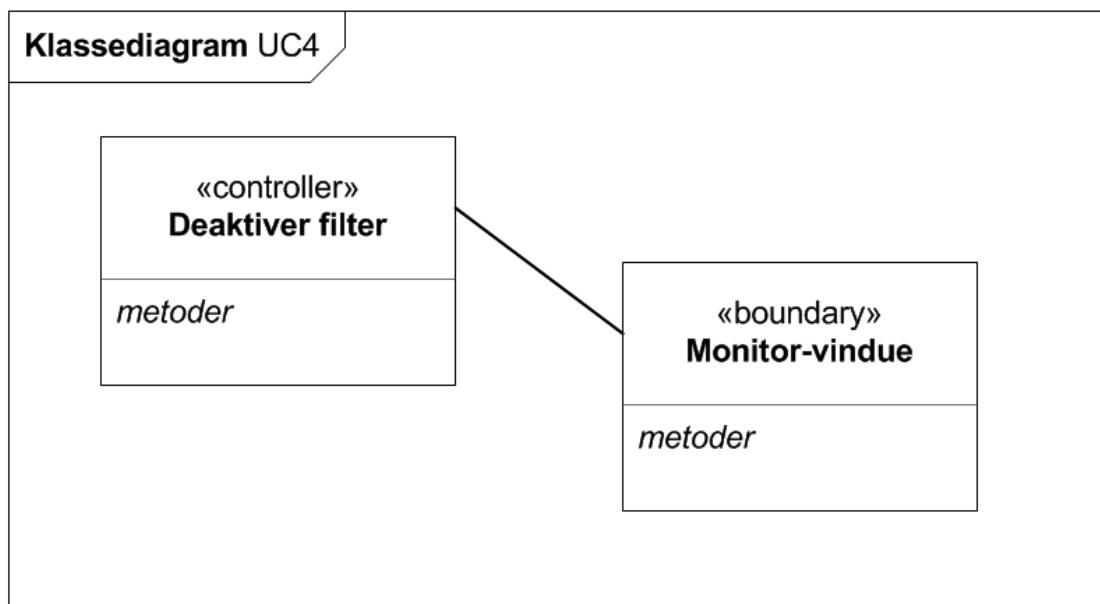
Figur 2.12: Klassediagram for UC1



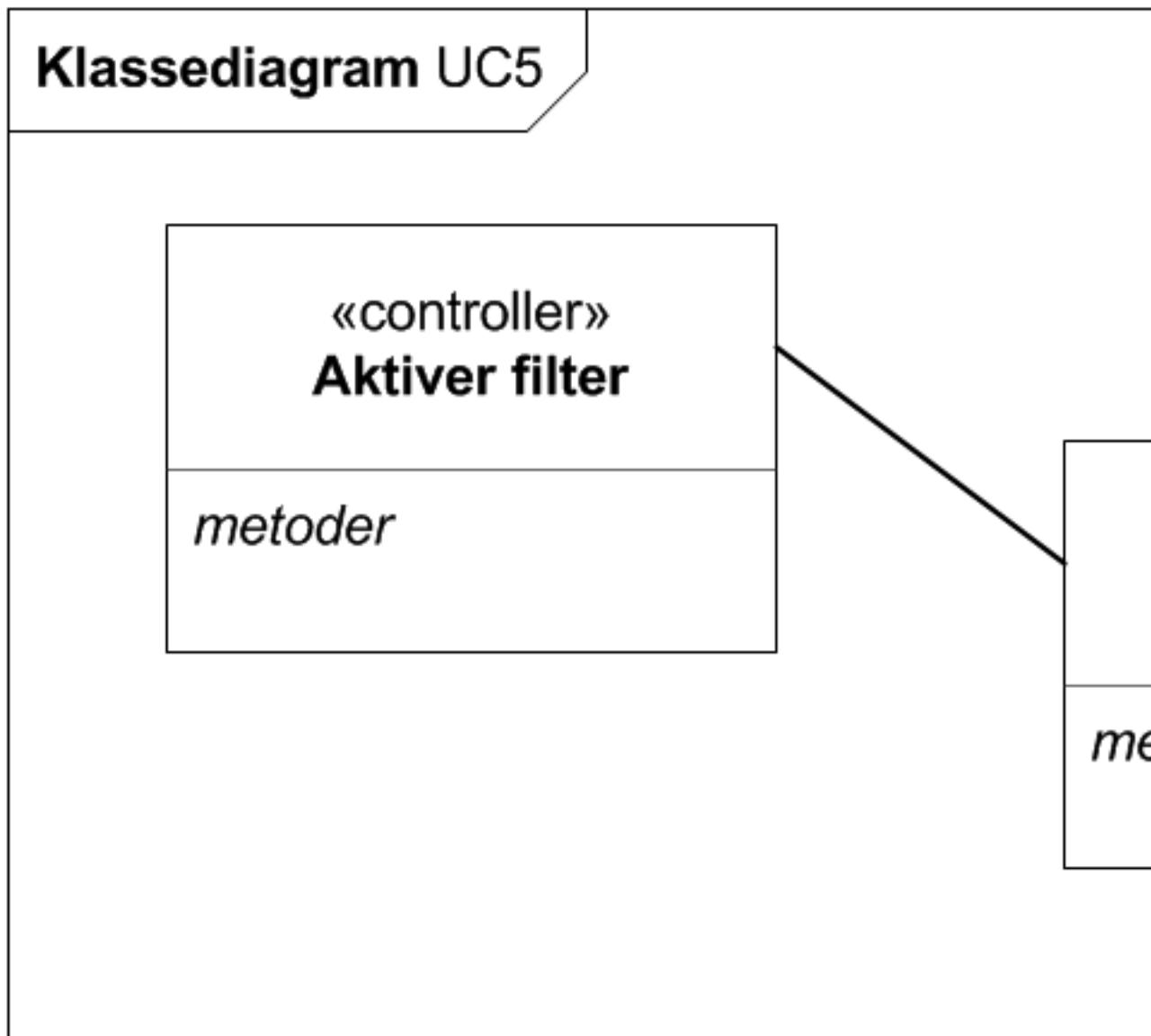
Figur 2.13: Klassediagram for UC2



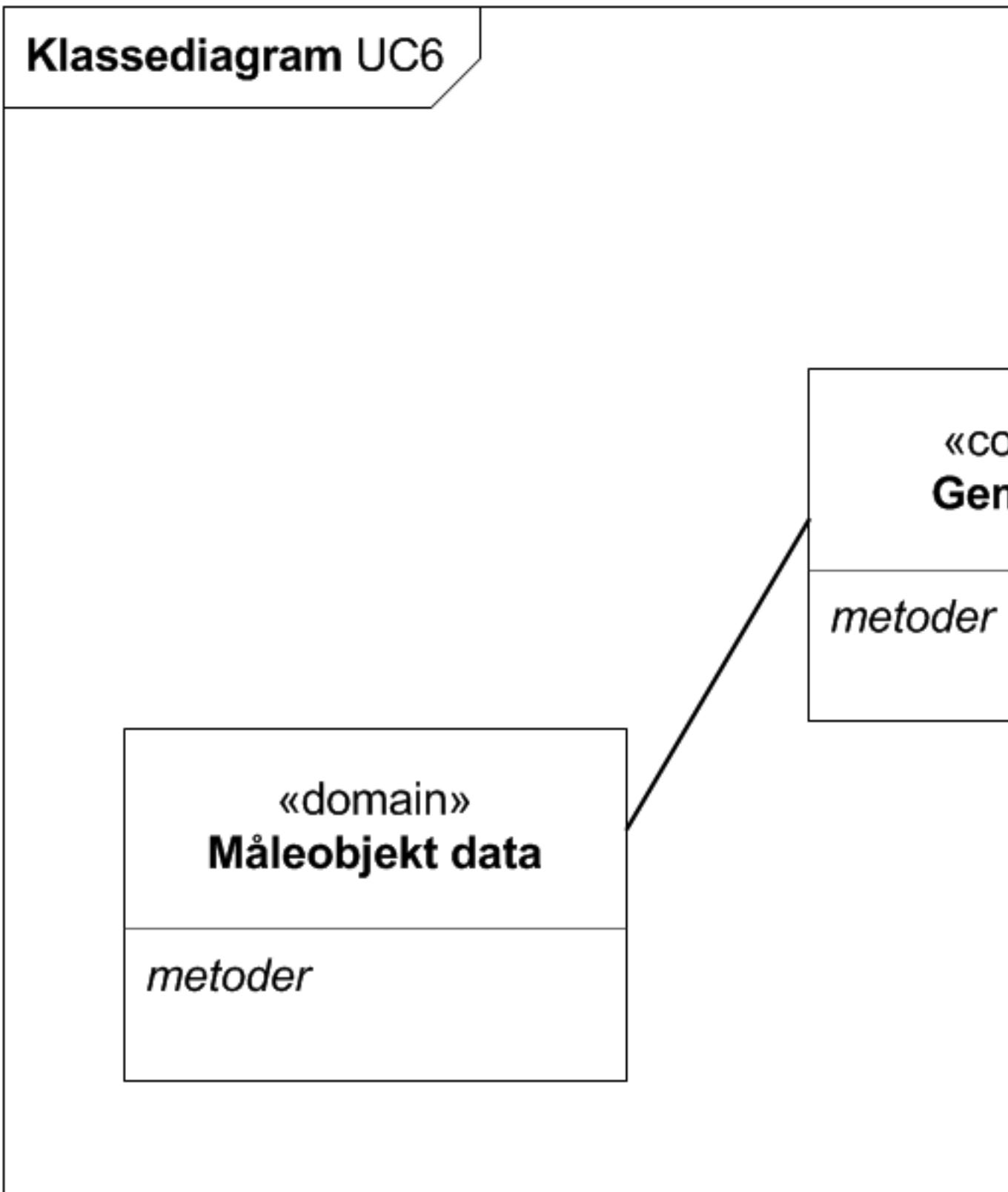
Figur 2.14: Klassediagram for UC3



Figur 2.15: Klassediagram for UC4



Figur 2.16: Klassediagram for UC5



Figur 2.17: Klassediagram for UC6

# HW implementering og test

3

## 3.1 Tryktransducer

### Outputspænding

$$V_{out} = P * K * V_+$$

P = Tryk

K = sensitivitet

V<sub>+</sub> = indgangsspænding

$$V_{max} = 300 \text{ mmHg} * 5\mu * 9 \text{ V}$$

$$V_{max} = 13,5 \text{ mV}$$

## 3.2 Operationsforstærker

Som forstærkerblok anvendes INA 114. Denne har den fordel at gain kan kontrolleres af en variabel modstand (potentiometer). Forstærkningen skal være således at det maksimale input bliver forstærket til 5 V.

### Forstærkning

$$G_{fblok} * 135mV = 5V \quad (3.1)$$

$$G_{fblok} = 370 \quad (3.2)$$

### Båndbredde

På forstærkere generelt, og på INA 114, er produktet af båndbredden og forstærkningen en konstant. I vores tilfælde er dette 1.000.000.

Båndbredde ved gain på 370

$$1.000.000 = 370 * BW$$

$$BW = 2702 \text{ Hz} > 50 \text{ Hz}$$

Båndbredden er dermed bred nok til vores system.

## Gainmodstand

Gainmodstanden er en modstand der bestemmer forstærkningen i INA 114.

$$G = 1 + \frac{50k\Omega}{R_g} \quad (3.3)$$

$$R_g = 135,4\Omega \quad (3.4)$$

## 3.3 Filterblok

Som filter anvendes et Sallen Key lavpasfilter med unity gain.

Overføringsfunktion for filter

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}{s^2 + \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C_2} + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (3.5)$$

### Standardform

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{w_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + w_n^2} \quad (3.6)$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (3.7)$$

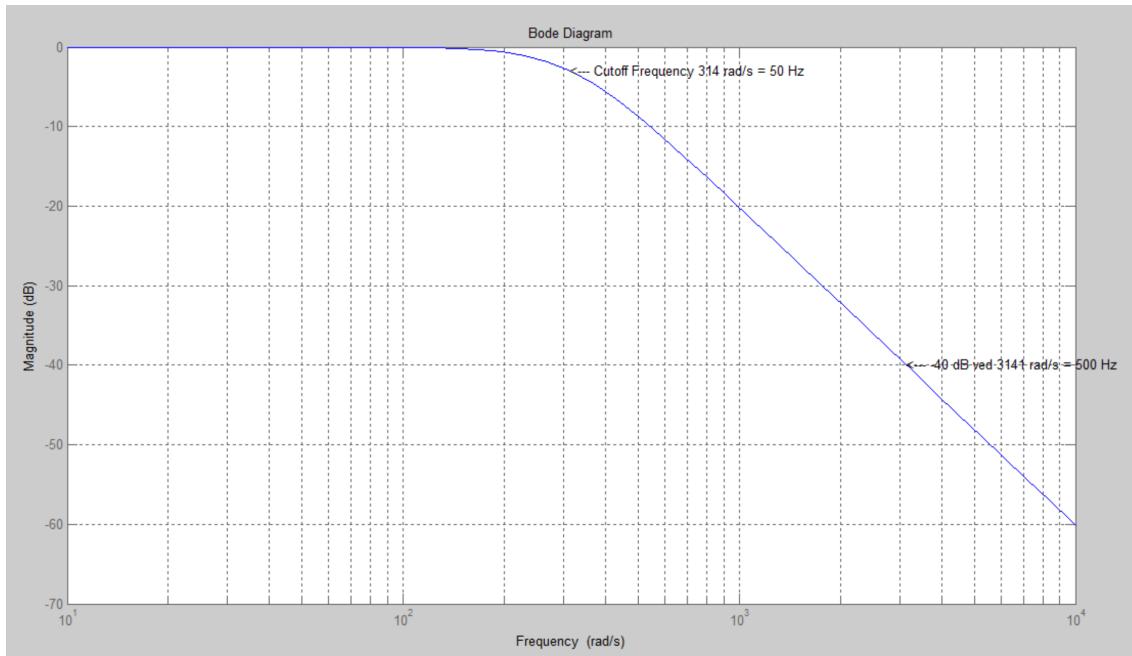
Den ene kondensator, C2, sættes til 680nF (opgivet i opgaveformulering) mens den anden kondensator, C1, sættes til 340nF da denne er på lager. De to modstande sættes til samme værdi så:  $R = R_1 = R_2$

$$50 * 2\pi = \sqrt{\frac{1}{R^2 * 340 * 10^{-9} * 680 * 10^{-9}}} \quad (3.8)$$

R isoleres og værdien findes

$$R = 6.620 \text{ k}\Omega$$

### Magnitude Bodeplot



Figur 3.1: Magnitude Bodeplot Lavpasfilter

### Magnitude Bodeplot Beregning

```

35 %> Bode plot
36 -
37 clear
38 C2 = 680*10^-9;
39 C1 = 340*10^-9;
40 R1 = 6620;
41 R2 = 6620;
42 num = 1/(R1*R2*C1*C2);
43 a = 1 ;
44 b = (R1+R2)/(R1*R2*C2);
45 c = 1/(R1*R2*C1*C2);
46
47 T = tf(num,[a b c]);
48
49 bodemag(T),grid; hold on
50 text(314.15,-3,'<-- Cutoff Frequency 314 rad/s = 50 Hz')
51 text(3141.5,-40,'<-- -40 dB ved 3141 rad/s = 500 Hz')

```

Command Window

New to MATLAB? Watch this [Video](#), see [Examples](#), or read [Getting Started](#).

```

T =

```

$$\frac{9.87e04}{s^2 + 444.3 s + 9.87e04}$$

Continuous-time transfer function.

Figur 3.2: Matlab Beregninger Bodeplot Lavpasfilter

Følgende målinger er udført med komponentværdier, som i praksis gav bedre resultater end komponentværdierne udregnet i teori-afsnittet. Følgende komponenter er benyttet: R1 og R2: 2,3, C1: 340nF og C2: 680nF.

Målingerne er foretaget ved at påsætte filteret en AC spænding på 5V med varierende frekvens i et spekter fra 1 Hz til 500 Hz. Dette gøres for at teste frekvensresponset på filteret.

Channel 1 er indgangsspændingen og viser den varierende frekvens. Ændringen ses i venstre side af efterfølgende skærbilleder. Oscilloskopet mäter udgangsspændingen på filteret og resultatet vises i højre side af efterfølgende skærbilleder.

Følgende målinger er udført med komponentværdier, som i praksis gav bedre resultater end komponentværdierne udregnet i teori-afsnittet. Følgende komponenter er benyttet: R1 og R2: 2,3, C1: 340nF og C2: 680nF.

Målingerne er foretaget ved at påsætte filteret en AC spænding på 5V med varierende frekvens i et spekter fra 1 Hz til 500 Hz. Dette gøres for at teste frekvensresponset på filteret.

Channel 1 er indgangsspændingen og viser den varierende frekvens. Ændringen ses i venstre side af efterfølgende skærbilleder. Oscilloskopet mäter udgangsspændingen på filteret og resultatet vises i højre side af efterfølgende skærbilleder.

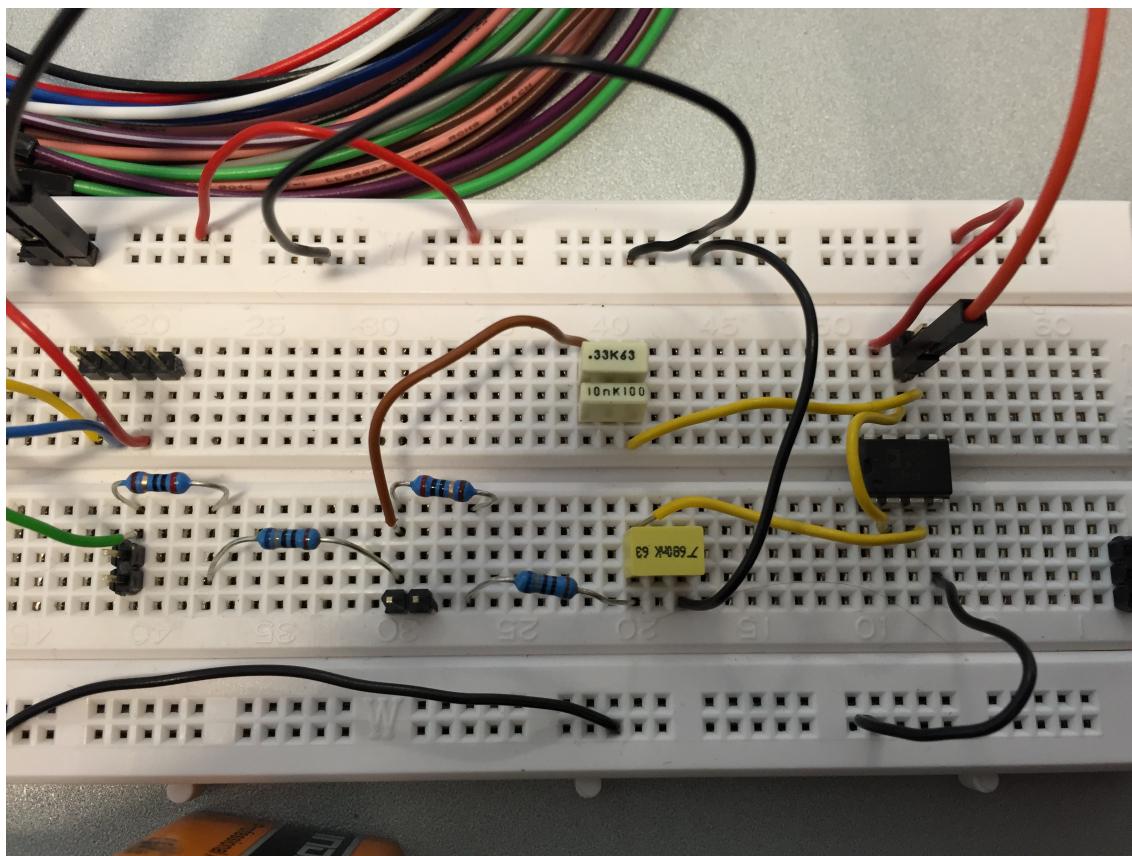
Værdierne der gerne vil opnår er henholdsvis:

<b>Input</b>	<b>Output</b>
5V 1Hz	5V
5V 50Hz	3.53V
5V 500Hz	0.5 V

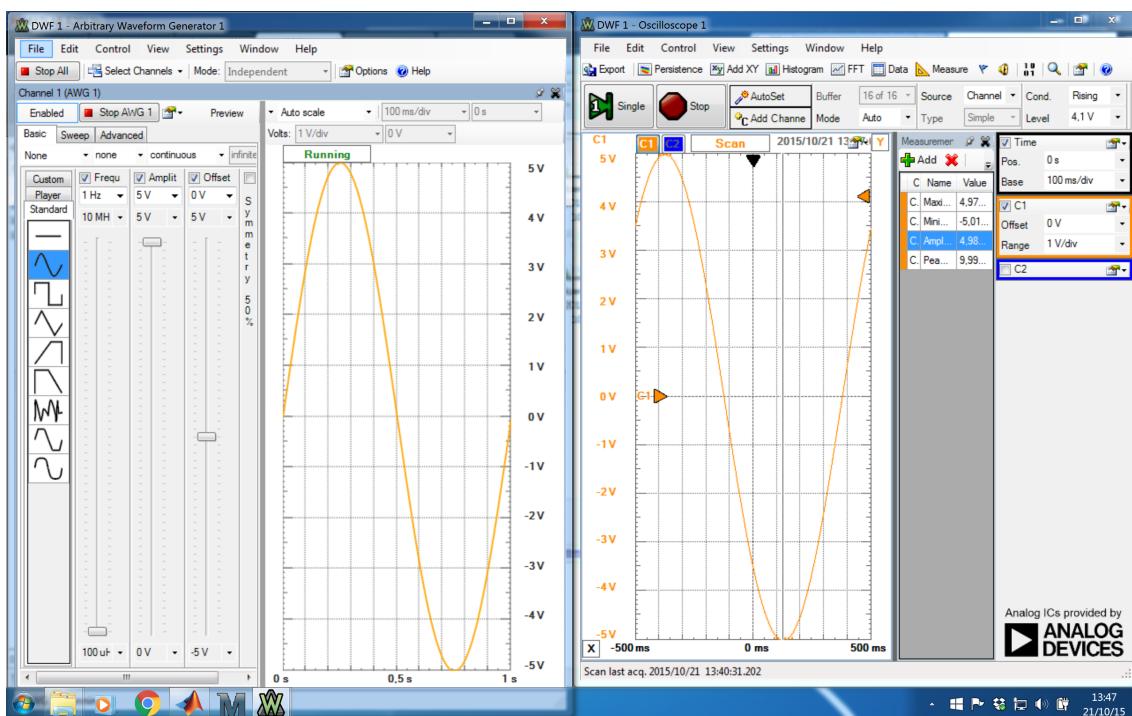
*Tabel 3.1*

### 3.3. Filterblok

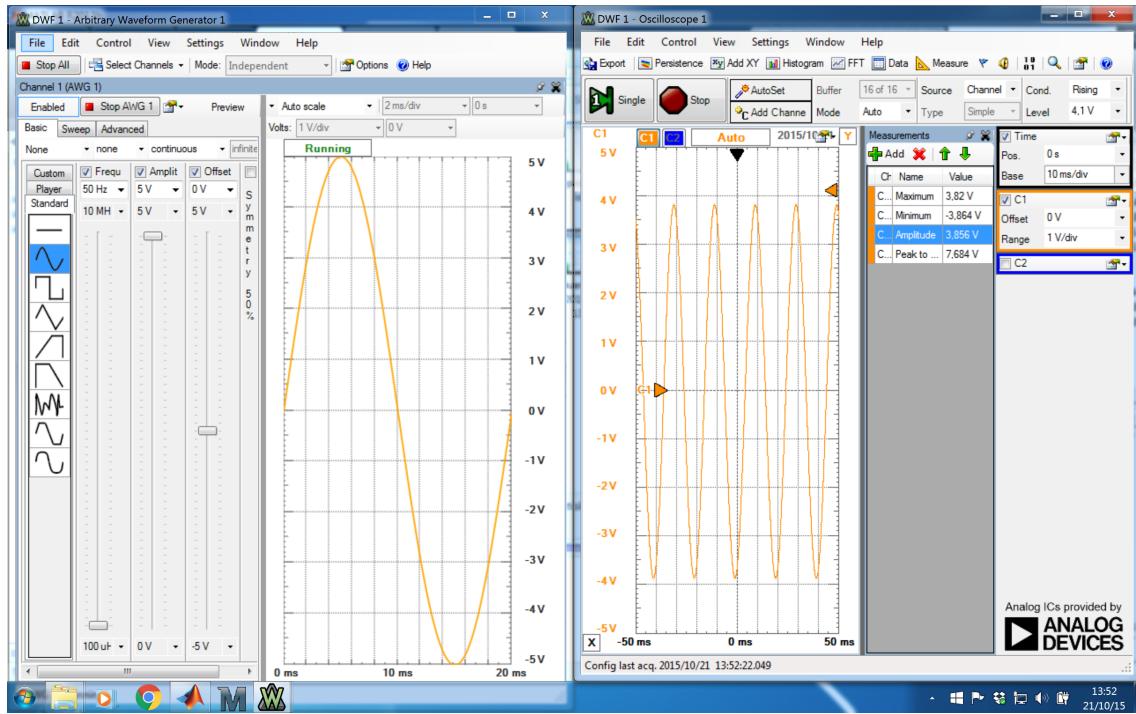
ASE



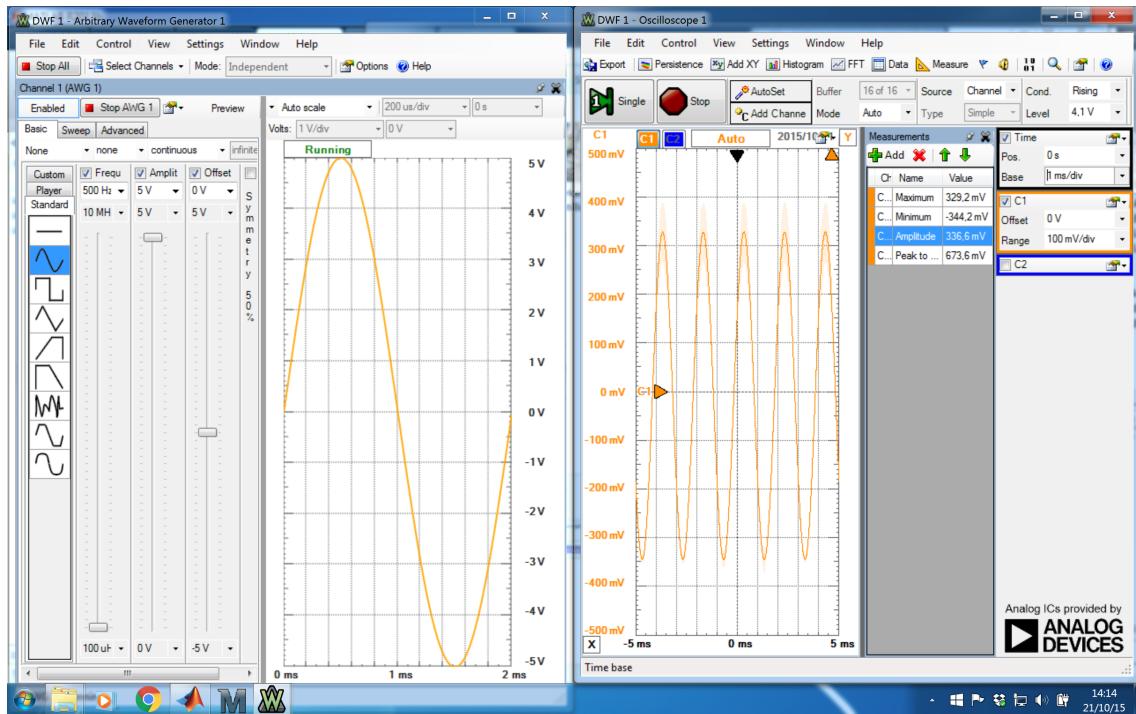
Figur 3.3: Praktisk opstilling af Filter



Figur 3.4: Lavpasfilter respons 1 Hz



Figur 3.5: Lavpasfilter respons 50 Hz



Figur 3.6: Lavpasfilter respons 500 Hz

# 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 baselinne ved 0. Tidsstempel 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 "*Deaktivér digitalt filter*" 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 filter</i> "	Filteret aktiveres og det filtreret blodtryksignal udskrives i Monitor-vinduet		
<i>Undtagelser</i>			

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

*Undtagelser*

- 1a. Tryk på "Gem"-knappen 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 blodtryksignal 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 et digitalt filter	Der ses om GUI'en kan vise et blodtrykssignal med et digitalt filter	GUI'en kan vise et blodtrykssignal med et digitalt filter		
System skal kunne nulpunktsjustere blodtryksignalet	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.

### *Usability*

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 i Monitor-vinduet.

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 radio-buttons 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
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

*Reliability*

Systemet skal have en effektiv MTBF på 20 minutter og MTTR på 1 minut

Køre programmet i 20 minutter. Derefter programmet, hvor der tages tid med et stopur

Programmet har kørt i 20 minutter og genstartes indenfor 1 minut

*Performance*

Blodtrykssignalet skal vises maksimalt 5 sekunder efter UC1 er afsluttet	UC1 afsluttes samtidig med startes et stopur på en iPhone 5s.	Når blodtryksignalet 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 blodtryksignalet, om y-aksen er mmHg og x-aksen er tid i sekunder	Der ses på grafen for blodtryksignalets y-akse 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 blodtrykket er henholdsvis 280-295 og +300 (?)	(?)	(?)
<i>Supportability</i>			
Softwareen skal opbygges efter trelagsmodellen	Der kigges i koden efter datalag, logik-lag og GUI-lag	Data-lag, logik-lag og GUI-lag er at find i koden	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	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	Blodtryksdiagrammet fylder minimum 1/3 af Monitor-vinduet

Baggrunden i Der ses i Baggrunden i  
 Monitor-vinduet Monitor-vinduet Monitor-vinduet  
 skal være mørk om baggrunden er mørk  
 er mørk

---

Blodtrykssignal Der ses på Blodtrykssignal  
 og - værdier(systole og blodtryksdia- og -  
 og diastole) skal grammet om værdier(systole  
 være røde og blodtrykssignal og diastole) er  
 puls skal være og -værdier er røde og puls er  
 grøn røde og puls er grøn

---

Systolisk og dia- Der ses i Det ses i  
 stolisk blodtryk Monitor-vinduet Monitor-vinduet  
 skal fremhæves om det systoliske at det systoliske  
 ved større skrift- og det diasto- og det diasto-  
 størrelse end liske blodtryk liske blodtryk  
 andre værdier i er fremhævet er fremhævet  
 Monitor-vinduet ved større skrift- ved større skrift-  
 (fx værdier på størrelse end størrelse end  
 akserne) andre værdier i andre værdier i  
 Monitor-vinduet Monitor-vinduet

---

Tabel 4.8: Accepttest af Ikke-funktionelle krav