



AARHUS SCHOOL OF ENGINEERING

SUNDHEDSTEKNOLOGI  
3. SEMESTERPROJEKT

---

# Rapport

---

*Gruppe 2*

Anne Bundgaard Hoelgaard (201404492)  
Mette Hammer Nielsen-Kudsk (201408391)  
Ditte Heebøll Callesen (201408392)  
Martin Banasik (201408398)  
Albert Jakob Fredshavn (201408425)  
Johan Mathias Munk (201408450)

*Vejleder*

Studertervejleder  
Peter Johansen  
Aarhus Universitet

2. december 2015

# Resumé

---

Dette projekt har beskæftiget sig med blodtryksmåling, hvor der ud fra et blodtrykssignal kan bestemmes den systoliske- og diastoliske- og puls værdi. Formålet var, at bygge en hardwaredel, der kunne trykændre et analogt signal. Via et filter skulle signalet forstærkes og sende det videre igennem en Data acquisition (DAQ), der kunne lave det analoge signal om til et digitalt signal. Herefter skulle signalet løbe ind i softwaren. Her var formålet, at få programmeret en algoritme, der kunne detektere en puls, systolisk- og diastolisk værdi. Værdierne systolisk og diastolisk kunne findes ved, at kigge på værdien for tiden 0 sek. og frem, indtil den højeste værdi var nået og værdien igen ville falde. Den højeste værdi ville være den systoliske værdi. Når værdien så nåede den laveste, indtil den igen ville begynde at stige, vil denne laveste værdi være den diastoliske værdi. Ud fra den systoliske- og diastoliske værdi kunne pulsen findes.

Herudover skulle programmet kunne kalibreres og nulpunktsjusteres, når forsker synes nødvendigt. Projektet er lavet til forskningsbrug og derfor blev det vurderet, at det er nødvendigt for en forsker, at kunne gemme sine målinger. Programmeringen skulle derfor også gøre det muligt, for forskeren, at kunne gemme sine målinger i en database.

Resultatet for dette projekt, viser at det er muligt vha. hardware- og softwaredelen, at måle et blodtryk. Gennem videreudvikling kunne det blive muligt at detektere hypotension og hypertension i samme program. Dette ville være nyttigt, hvis projektet i fremtiden skulle bruges til patienter. I projektet er der dog udelukkende blevet arbejdet med måling af blodtryk.

# Abstract

---

# Underskrifter

---

## *Gruppemedlemmer*

---

Anne Bundgaard Hoelgaard (201404492)

---

Dato

---

Mette Hammer Nielsen-Kudsk (201408391)

---

Dato

---

Ditte Heebøll Callesen (201408392)

---

Dato

---

Martin Banasik (201408398)

---

Dato

---

Albert Jakob Fredshavn (201408425)

---

Dato

---

Johan Mathias Munk (201408450)

---

Dato

## *Vejleder*

---

Peter Johansen

---

Dato

# Godkendelsesformular

---

## *Godkendelsesformular*

Forfattere:

---

Anne Bundgaard Hoelgaard

---

Mette Hammer Nielsen-Kudsk

---

Ditte Heebøll Callesen

---

Martin Banasik

---

Albert Jakob Fredshavn

---

Johan Mathias Munk

**Godkendes af**      Peter Johansen

**Antal sider**                      20

**Kunde**                      Aarhus Universitet

Ved underskrivelse af dette dokument accepteres det af begge parter som værende kravene til udviklingen af det ønskede system.

**Dato:** 16/12-2015

---

Kundens underskrift

---

Leverandørens underskrift

# Ordliste

---

| Ord      | Forklaring                                                                       |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|
| (F)URPS+ | Et akronym, der repræsenterer en model til klassificering af softwarens kvalitet |
| GUI      | Graphical User Interface (Grafisk brugergrænseflade)                             |
| VPN      | Virtual Private Network                                                          |
| DAQ      | Data acquisition                                                                 |

# Indholdsfortegnelse

---

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| <b>Resumé</b>                                      | <b>i</b>   |
| <b>Abstract</b>                                    | <b>ii</b>  |
| <b>Underskrifter</b>                               | <b>iii</b> |
| <b>Godkendelsesformular</b>                        | <b>iv</b>  |
| <b>Ordliste</b>                                    | <b>v</b>   |
| <b>Kapitel 1 Indledning</b>                        | <b>1</b>   |
| <b>Kapitel 2 Projektformulering og afgrænsning</b> | <b>2</b>   |
| <b>Kapitel 3 Blodtryk</b>                          | <b>4</b>   |
| 3.1 Hvad betyder blodtryk? . . . . .               | 4          |
| 3.2 Hypertension . . . . .                         | 5          |
| 3.3 Hypotension . . . . .                          | 6          |
| <b>Kapitel 4 Systembeskrivelse</b>                 | <b>7</b>   |
| <b>Kapitel 5 Krav</b>                              | <b>9</b>   |
| <b>Kapitel 6 Projektbeskrivelse</b>                | <b>12</b>  |
| 6.1 Projektgennemførelse . . . . .                 | 12         |
| 6.2 Projektstyring . . . . .                       | 14         |
| 6.3 Metoder . . . . .                              | 14         |
| 6.4 Systemarkitektur . . . . .                     | 15         |
| 6.4.1 Hardware . . . . .                           | 15         |
| 6.4.2 Software . . . . .                           | 15         |
| 6.5 Problemidentifikation (design) . . . . .       | 15         |
| 6.5.1 Hardware . . . . .                           | 15         |
| 6.5.2 Software . . . . .                           | 15         |
| 6.6 Implementering . . . . .                       | 15         |
| 6.7 GUI-beskrivelse . . . . .                      | 15         |
| 6.7.1 Algoritmer (grænseværdier) . . . . .         | 15         |
| 6.7.2 Filteret/Ufiltreret . . . . .                | 15         |
| 6.7.3 Lagring af data i Database . . . . .         | 15         |
| 6.8 Test . . . . .                                 | 15         |
| 6.9 Resultater og diskussion . . . . .             | 15         |
| 6.10 Udviklingsværktøjer . . . . .                 | 15         |
| 6.11 Opnåede resultater . . . . .                  | 16         |

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| Indholdsfortegnelse                                 | ASE       |
| 6.12 Perspektivering - Fremtidigt arbejde . . . . . | 16        |
| <b>Kapitel 7 Konklusion</b>                         | <b>17</b> |
| <b>Kapitel 8 Figurliste</b>                         | <b>18</b> |
| <b>Kapitel 9 Bilag</b>                              | <b>19</b> |
| <b>Figurer</b>                                      | <b>20</b> |



# Indledning

# 1

I ST3PRJ arbejdes med blodtryksmålere. Vi har valgt at udarbejde en blodtryksmåler til forsknings brug. Blodtryksmåleren skal kunne modtage en spænding fra en transducer og nulpunktsjustere og kalibere efter ønske. Signalet skal vises i en graf på et display, hvor værdier for puls, systoliske- og diastolisk tryk vises. Det er her fra at forskeren starter og gemmer målinger.

I Kravspecifikationen finde de krav som er blevet sat for systemet. Her under dem som blev stillet fra start, samt dem som vi har sat.

Under Systemarkitektur findes informationer om, hvordan software og hardware er opbygget. I afsnittet integrationstest kan der læses om, hvordan vi har testet vores system.

## Versionshistorik

| Version | Dato       | Ansvarlig | Beskrivelse                    |
|---------|------------|-----------|--------------------------------|
| 0.1     | 04-11-2015 | MH NK     | Oprettelse af LaTeX dokumenter |
| 1.0     | 01-12-2015 | MB, MH NK | Referencelister i LaTeX        |
| 1.1     | 02-12-2015 | MB, MH NK | Figurlister i LaTeX            |

# Projektformulering og afgrænsning 2

---

I daglig klinisk praksis er der ofte behov for kontinuert at monitorere patienters blodtryk, i særdeleshed på intensive afdelinger samt operationsstuer, hvor blodtrykket er en vigtig parameter i monitorering af patienters kardiovaskulære status.

Denne kontinuerte monitorering er også nødvendig i forskningsverdenen. Det er i forskerens interesse at kunne måle blodtrykket når der laves hæmodynamiske undersøgesler. Her skal det være muligt for forskeren at kunne aflæse det diastoliske og systoliske tryk, pulsen samt få vist en pæn kurve over blodtrykket. Det er vores mål at opbygge et produkt, der kan registrere de spændinger i milivolt der kommer fra tryktransduceren og analogt forstærke samt filtrere signalet. Dette signal skal derefter konverteres til det digitale domæne.

Herfra skal vi programmere en brugergrænseflade, der fremfører disse målinger samt gør det muligt for forskeren at gemme målingen i en database, til senere brug. Resultatet bliver derfor et elektronisk kredsløb med forbindelse til et software program. For at de gemte data kan sammenlignes, kræver det at de alle er blevet gemt med samme forudsætning, dvs. at målingerne er blevet kalibreret og nulpunktsjusteret. Dette bliver håndteret i softwaret hvor beregninger implementeres. Når forskeren kigger på blodtryksgrafene, vil han normalt se på et filtreret signal. I tilfælde af at det er i hans interesse at se på et ufilteret signal, vil dette være muligt, ved et tryk på en knap.

## MoSCoW

### *Must*

- Et elektronisk kredsløb, som forstærker signalet fra tryktransduceren og filtrerer det med ét indbygget analogt filter
- Et program til at vise blodtrykket som funktion af tiden. Programmet skal opfylde en række obligatoriske krav. Det skal kunne:
  - Programmeres i C#
  - Kunne kalibrere blodtrykssignalet og foretage en nulpunktsjustering
  - Vise blodtrykssignalet kontinuert
  - Kunne gemme de målte data i en database
  - Kunne filtrere blodtrykket i selve programmet via et digitalt filter, som skal kunne slås til og fra (monitor mode = filtreret og afrundet; signaldiagnose mode = rå signal med alle udsving)

- Afbildning af systolisk/diastolisk blodtryk med tal

#### *Should*

- Alarmering hvis blodtrykket overstiger indbyggede grænseværdier

#### *Could*

- Hardware skal bestå af ét print med indbyggede komponenter
- Forskeren skal kunne hente de gemte data ned igen

### **Ansvarsområder**

Idet gruppens størrelse ikke lægger op til samlet, at arbejde på alle dele samtidig, er projektets ansvarsområder blevet fordelt som følgende:

| Navn                       | Ansvarsområder                                    |
|----------------------------|---------------------------------------------------|
| Ditte Heebøll Callesen     | Hardwaredesign, dokumentation                     |
| Albert Jakob Fredshavn     | Hardwaredesign, dokumentation                     |
| Martin Banasik             | Hardwaredesign, dokumentation                     |
| Johan Mathias Munk         | Softwaredesign, algoritmeopbygning, dokumentation |
| Mette Hammer Nielsen-Kudsk | Softwaredesign, algoritmeopbygning, dokumentation |
| Anne Hoelgaard             | Softwaredesign, algoritmeopbygning, dokumentation |

# Blodtryk 3

---

## 3.1 Hvad betyder blodtryk?

Alle har på et tidspunkt i deres liv fået målt blodtryk, men hvad betyder det egentlig? Blodtryksmåling er en meget enkelt undersøgelse, der giver vigtige informationer om blodkarkrings og hjertets tilstand. Blodtryk kan måles både ikke-invasivt og invasivt. Dette projekt omhandler invasivt blodtryksmåling, som er måling af trykket direkte i en blodåre. Blodtrykket måles i enheden millimeter kviksølv (mmHg). Et normalt blodtryk ligger omkring 120/80 mmHg.

Hjertet pumper iltet blod ud i hele kroppen via arterie systemet og sørger dermed for tilførsel af ilt og næringssubstanser til alle muskler og organer. De røde blodlegemer (erythrocytterne) er en vigtig bestanddel af blodet. Det er hæmoglobinet i de røde blodlegemer, som binder ilten og sørger for ilt transporteres frem til vævene i kroppen. Når ilten er afgivet fra blodet til musklerne og andre væv, transporteres blodet tilbage til højre side af hjertet via venesystemet. Det af-iltede blod pumpes af højre hjertepumpekammer ud i lungerne, hvor blodet iltes på ny og derfra strømmer til venstre hjertehalvdel for igen at blive pumpet ud i kroppen af venstre hjertepumpekammer.

Det høje tryk er det systoliske tryk, som kan måles når venstre ventrikel trækker sig sammen. Det diastoliske blodtryk er blodtrykket i hjertets afslapningsfase (diastolen). Når hjertet trækker sig sammen (systolen) skaber det en trykbølge som forplanter sig ud igennem arteriesystemet. Trykbølgen kan erkendes som pulsen, der let kan mærkes f.eks. ved palpation af a. radialis ved håndleddet. Trykket i venesystemet er meget lavere end i arteriesystemet. Det skal blot strømme passivt tilbage til højre forkammer, hvor trykket er lavt.

Venstre ventrikel pumper iltet blod, under højt tryk, ud i aorta og arterierne. Disse blodårer er derfor tykvæggede og elastiske i modsætning til venerne, der er ganske tyndvæggede, fordi de kun udsættes for et lavt tryk.. Hjertet overfører, gennem systolen, energi til arterievæggen, som bruges i den resterende del af hjertets cyklus, til at presse blod gennem karsystemet.

For at forstå det følgende afsnit er der nogle begreber, der skal på plads:

- Væskevolumen, der løber igennem et rør pr. tidsenhed, kaldes for væskestrømmen.
- Distancen, som en væske flytter sig pr. tidsenhed er strømningshastigheden.
- Blodvolumen, der løber gennem et væv pr. tids- og vægtenhed er gennemblødning.

Der er en trykforskel imellem begyndelsen og slutningen af et rør. Væskestrømmen i røret

afhænger af trykforskellen hen over røret og modstanden i røret. Dette kan udtrykkes i følgende ligning som minder om Ohms lov for elektriske kredsløb:

$$V\text{skestrm}(Q) = \frac{\text{Tryk forskel}(\Delta P)}{\text{Modstand}(R)}$$

Drivkraften for væskestrømningen er trykforskellen ( $\Delta P$ ) gennem røret. Hjertets kontraktioner gør, at strømmen i røret går fra et højere, til et lavere tryk. Modstanden i en arterie er bestemt af bl.a. gnidningsmodstanden mellem arterievæggen og blodet, blodets viskositet og diameteren af arterien. Når blodet løber igennem arterierne, falder trykket efterhånden i blodet. Ved stigende modstand mod væskestrømmen forøges trykfaldet. Når modstanden i rørvæggen stiger, formindskes væskestrømningen, hvis trykforskellen ikke stiger.

Et rørs modstand bestemmes ud fra tre parametre:

- Længden af røret.
- Den indre diameter på røret.
- Viskositeten af væsken.

Jo kraftigere hjertet pumper, desto større bliver trykforskellen og dermed blodstrømningen. Blodkarrets diameter, er det, der har størst betydning for modstanden mod blodstrømmen. Hvis blodet presses igennem et snævert kar, så er der en større del af blodet, der er tæt på karvæggen og bremses derved af friktionskraft. Hvorimod, hvis diameteren på karret havde været større, så ville en mindre del af blodet være i kontakt med væggen og derved ville der ikke blive bremsed ligeså meget. Modstanden er derfor mindre og blodstrømningen større, i et stort kar.

Blodets viskositet stiger jo flere røde blodlegemer, der findes i blodet. Jo flere røde blodlegemer, desto højere viskositet. Hvis blodet har en høj viskositet og derved er tyktflydende, så skal der et større tryk til at holde en vis væskestrøm [? ].

## 3.2 Hypertension

Hypertension er en meget almindelig lidelse, ca. 30% af den danske befolkning har forhøjet arterielt blodtryk. Derfor er det vigtigt, ofte at få målt sit blodtryk, da forhøjet blodtryk ikke kan mærkes og er den vigtigste årsag til hjerte-kar-sygdomme. Der er tale om hypertension når blodtrykket er 140/90 mmHg eller højere. Ved hypertension bliver arbejdsbelastningen af hjertet, forøget, da der skal pumpes blod ud af hjertet mod en større modstand i arteriesystemet.

Forhøjet blodtryk gør at arbejdsbelastningen bliver større. Derved sker der ligeså stille en fortykkelse af muskulaturen i venstre ventrikel, der skal bruge flere kræfter på at pumpe blodet ud i aorta. De fysiske påvirkninger af blodkarrene bliver også forøget og de små blodkar brister derfor lettere. Hvis der er tale om blodkar i hjernen kan dette føre til en hjerneblødning. Hypertension er den hyppigste og vigtigste årsag til hjerneblødning. Hypertension kan føre til en række andre komplikationer i form af

åreforkalkning, hjerteinsufficiens [? ], akut myokardieinfarkt, hjertekrampe, nyreskader og apopleksi. Forhøjet blodtryk behandles med lægemidler - blodtryksnedsættende medicin (antihypertensiva). Samtidig er non-farmakologiske metoder, som rygestop, motion, reduktion af saltindtagelse, vægttab og reduktion af alkoholforbrug vigtige i behandlingen af hypertension [? ].

### 3.3 Hypotension

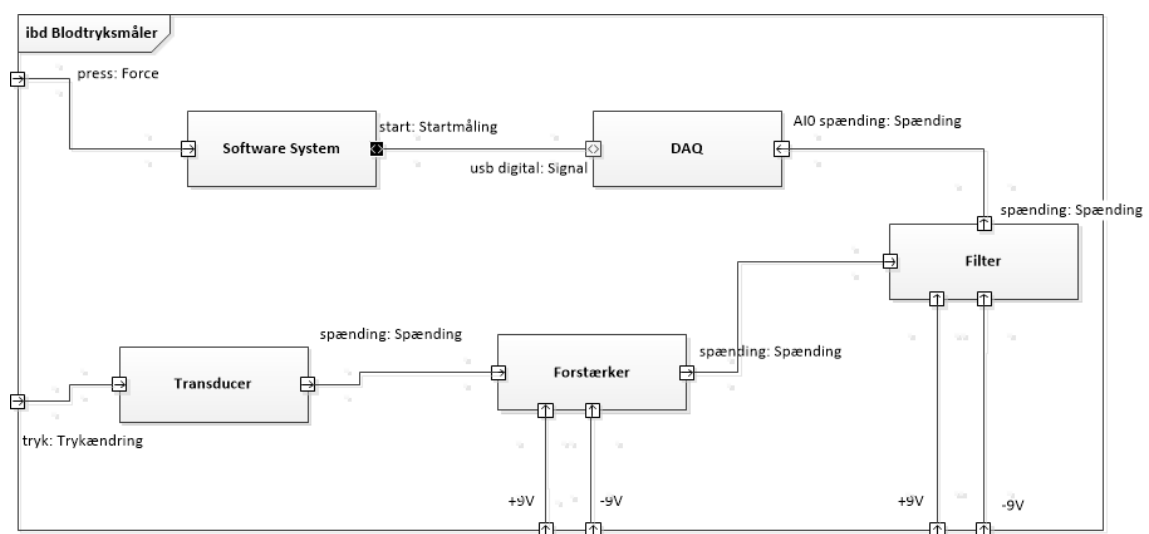
Hypotension er ikke nær så almindeligt som hypertension. Der er tale om hypotension når blodtrykket er 90/60 mmHg. Hypotension (lavt blodtryk) ses især ved en række alvorlige akutte tilstande som akut myokardieinfarkt, lungeemboli, sepsis eller alvorlige blødninger. Patienten kan i disse situationer være i en livstruende shock tilstand. Lavt blodtryk kan også i sjældne tilfælde forekomme kronisk, især ved sjældne stofskiftesygdomme med nedsat produktion af binyrebark hormoner [? ].

# Systembeskrivelse 4

Med udgangspunkt i projektformuleringen kommer dette projekts endelige system til at bestå af et software og hardware system, der kan tilsluttes et måleobjekt, hvorpå et blodtryk kan måles. Systemet skal kunne implementeres i forskningsmiljøer, hvor en eller flere forskere ønsker at analysere indhentede blodtrykssignaler. Visionen er, at systemet skal være let tilgængeligt og effektivt, hvilket vil komme til udtryk ved, at systemet fungerer stabilt.

I dette projekt realiseres en prototype af systemet. Det vil sige at flere dele af systemet udvikles ud fra forsimplede metoder i forhold til hvordan det vil være optimalt at implementere dem i virkeligheden. Her tænkes på hardware-, såvel som software-elementer. Hardwaren i prototypen realiseres på en printplade, således det er muligt at tage den med sig, samt er mere holdbar over tid. Softwaren i prototypen består af flere moduler. Disse er opbygget efter principperne i en trelagsmodel, hvilket vil sige, at koden indeholder et database-lag, logik-lag samt præsentation-lag. Dette er valgt for at skabe et overblik over hvilke dele af software-koden der har ansvaret for de enkelte funktionaliteter i systemet.

Hardwaren består af en forstærker og et filter. Forstærkeren opgave består i at forstærke det analoge signal fra max 11 millivolt til 5 volt. Filtret sørger for at filtrere unødigt støj fra det analog signal. Signalændringen fra måleobjektet helt til visning af signal på graf er skitseret herunder. Det skal pointeres at dette kun er en skitse for at skabe overblik, derfor er flere processer i softwaren udeladt af diagrammet.



Figur 4.1: Skitse af signalændring

Database-laget består af en lukket database samt indhentningen af blodtrykssignalet fra

måleobjektet til transduceren gennem hardware inden det rammer software-delen. I den lukkede database gemmes det indhentede blodtrykssignal i en tabel. Signalet gemmes med et tidsstempel samt under et autogenereret nummer sammensat med det forsøgsnavn aktøren indtaster på brugergrænsefladen ved begyndelsen af en måling.

Logik-laget er handlingslaget, og alt kommunikation til de resterende lag går gennem dette lag. Laget indeholder flere klasser der indeholder metoder til indhentning af systoliske-, diastoliske og puls-værdier ud fra det indhentede blodtrykssignal. Derudover indeholder laget også klasser der har ansvaret for at foretage en filtrering af signalet når dette er valgt.

Præsentationslaget er aktørens vej ind i systemet, dette lag har til ansvar at udskrive valgte data på brugergrænsefladen.

Systemet skal udadtil have en brugergrænseflade i form af en touch skærm eller almindelig computerskærm med tilhørende tastatur. Det er denne skærm som den primære aktører til systemet, altså forskeren, interagerer med. Det tilstræbes at opbygge brugergrænsefladen simpelt og efter forskerens logik, så opbygningen giver mening for systemets bruger. Efter indhentning af blodtrykssignal er systemet i stand til grafisk at vise signalet kontinuerligt, samt udskrive blodtrykssignalets systoliske-, diastoliske- og puls-værdier. Efter ønske kan systemets også alarmere, hvis signalet systoliske-værdier overskrider den definerede grænseværdien. Denne alarm vil være en indikation på at patienten, hvis blodtryk der vises kan lide af forhøjet blodtryk.



# Krav 5

---

Til projektet er der opstillet to krav, som er formuleret i projektoplægget. Det er et krav at disse funktioner implementeres i produktet. Kravene lyder på at der skal udvikles et system, som kan tilsluttes et væskefyldt kateter samt vise en blodtryksskive på en computerskærm. Mere detaljeret vil det sige at systemet skal indeholde to elementer. Først et elektronisk kredsløb, som forstærker signalet fra tryktransducere og filtrerer det med et indbygget analogt filter. Derefter et program til at vise blodtrykket, som funktion af tiden.

Yderligere skal dette program opfylde kravene:

1. Programmeres i C#
2. Kunne kalibrere blodtrykssignalet og foretage en nulpunktsjustering
3. Vise blodtrykket kontinuert
4. Kunne lagre de målte data i en tekstfil eller en database
5. Kunne filtrere blodtrykket via et digitalt filter, denne funktion skal kunne slås til og fra

På baggrund af disse krav er der opstillet fem Use Cases, der tager højde for disse krav samt beskriver aktørens interaktion med systemet. Disse Use Cases benyttes som kravspecifikation, der har til formål at specificere, hvilke krav der stilles til projektet. Udover ovennævnte krav vil vi også arbejde hen imod at systemet skal afbilde puls, det systoliske blodtryk og det diastoliske blodtryk med tal. Derudover også at systemet alarmerer hvis blodtrykket overstiger indbyggede grænseværdier. Kravene opstilles ud fra kundens ønsker samt leverandørens mulighed for realisering. Systemet består af en computer med programkode, en NI-DAQmx, en transducer og hardware printplade med et filter og en forstærker. Den fulde beskrivelse af hver enkelt Use Case (fully dressed Use Cases) findes i dokumentationen.

## Aktørbeskrivelse

Use Case diagrammet viser de tre aktører: Forsker, Database og Transducer. Herunder er der en detaljeret beskrivelse af hver aktør.

**Forsker** er en primær aktør. Det er denne aktør, som foretager blodtryksmålingen. Målingerne for blodtrykssignalet vises på displayet, som forskeren har tilgang til.



Figur 5.1: Use Case diagram

**Transducer** er en sekundær aktør. Transduceren har til formål at modtage blodtrykssignalet fra måleobjektet, som kan bestå af In Vitro, patient eller anden, som kan skabe en blodtrykssignal.

**Database** er en sekundær aktør. Denne aktør er en database, hvori det ufiltrerede blodtrykssignal gemmes. Ligeledes gemmes det indtastede forsøgsnavn og det autogenerede nummer.

### Use Case beskrivelse

Use Case diagrammet viser ligeledes de fem Use Cases, der er for systemet: Foretag nulpunktjustering, Foretag kalibrering, Start Måling, Gem data, Afslut måling. Disse Use Cases beskriver interaktionen mellem aktørerne og systemet. Herunder er der en kort beskrivelse formålet med hver Use Case.

**UC1: Foretag nulpunktjustering** Forskeren tager stilling til om en nulpunktjustering ønskes foretaget. Hvis nej, går systemet videre til næste Use Case. Hvis ja, påbegynder systemet en nulpunktjustering, hvor en offset-værdi ud fra et kendt signal bestemmes. Denne offset-værdi justeres så ind, så en offset-værdi på nul indstillet. Således er en nulpunktjustering foretaget.

**UC2: Foretag kalibrering** Forskeren tager stilling til om en kalibrering ønskes foretaget. Hvis nej, går systemet videre til næste Use Case. Hvis ja, foretages en kalibrering. Det kræver at forskeren åbner for ventilen på transduceren, der er placeret på måleobjektet. Herefter modtager systemet så en værdi for det atmosfæriske tryk. Denne værdi korrigeres af en algoritme i systemet. Dermed er en kalibrering foretaget.

**UC3: Start måling** Det kræves at måleobjekt, hvor på blodtrykssignal ønskes fra, er tilsluttet. Derfor tilslutter forskeren transduceren til måleobjektet. Derpå kan målingen startes ved at forskeren trykker på knappen START MÅLING. Herefter indhenter systemet blodtrykssignalet, som bliver udskrevet på display. Værdier for puls, systolisk- og diastolisk blodtryk udskrives ligeledes på display.

**UC4: Gem data** Det er muligt for forskeren at gemme det indhentet ufiltrerede blodtrykssignal, inden for en periode valgt af forskeren. Dette gøres ved, at forskeren trykker på knappen GEM. Systemet vil herefter begynde at sende signaldata ind i databasen, hvor dataene gemmes. Dette vil systemet blive ved med at udføre indtil forskeren trykker på knappen GEM igen eller knappen AFSLUT.

**UC5: Afslut måling** Det er muligt for forskeren at lukke systemet ned. Dette gøres ved, at forskeren trykker på knappen AFSLUT. Systemet vil herefter afslutte igangværende processer og lukke ned.

### **Ikke-funktionelle krav beskrivelse**

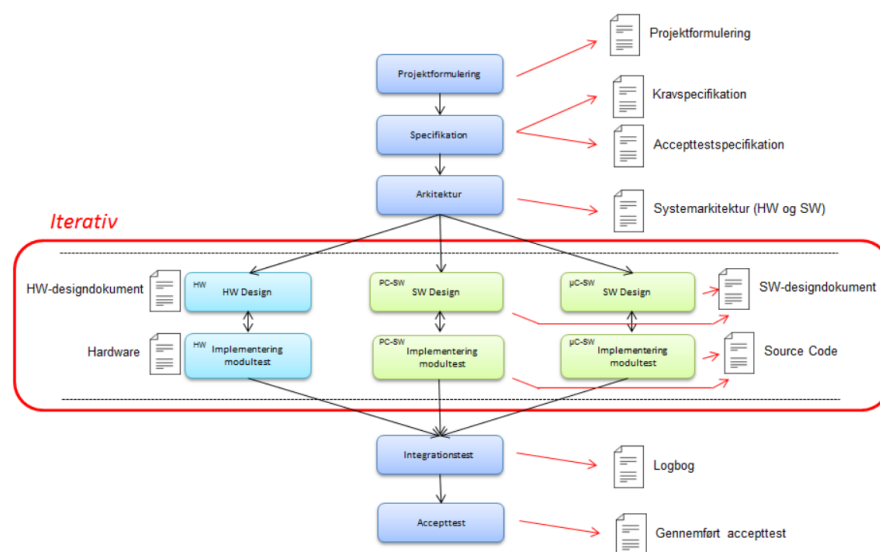
Ikke-funktionelle krav er struktureret efter (F)URPS+, hvor krav til systemets funktionalitet, brugervenlighed, pålidelighed, præsentation samt vedligehold er beskrevet. Disse krav er primært software-krav. Der opstilles bl.a. et krav om en maksimal tid, der må gå fra, at der er trykket på en knap, til at systemet reagerer. Når der er trykket på en knap, skal systemet foretage den ønskede proces, hvilket eksempelvis er, at ved tryk på GEM-knappen at sende det ufiltrerede blodtrykssignal til databasen, hvor signaldata bliver gemt. Ligeledes er opbygning af display også en del af de ikke-funktionelle krav.

# Projektbeskrivelse 6

## 6.1 Projektgennemførelse

Projektet startede med, at der blev lavet en tidsplan, som var mulig at ændre undervejs, dog med faste deadlines, som skulle overholdes. Projektgruppen har været på 6 medlemmer, som er blevet delt ind i 2 mindre grupper. Den ene gruppe havde ansvaret for softwareudviklingen, mens den anden gruppe havde ansvaret for udarbejdelsen af hardware. Der har været projektmøde hver uge, hvor gruppen har opdateret hinanden og rettet tidsplanen, som ses i bilag XX, hvis det var nødvendigt.

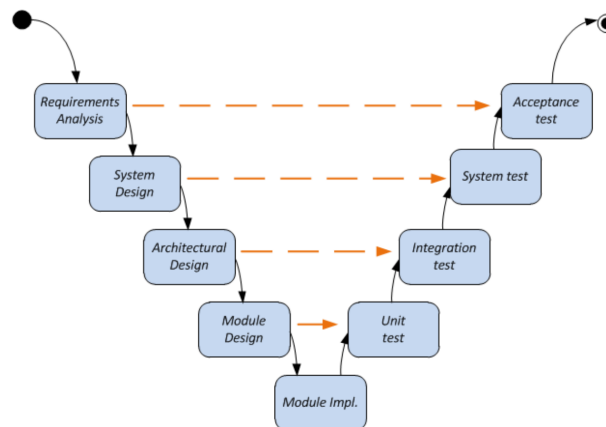
Dette projekt er gennemført vha. forskellige udviklingsprocessor, hvilket er med til at sikre kvalitet, og at deadlines overholdes. En af disse modeller er ASE-modellen. Denne model er en udviklingsmodel, der er udarbejdet af Aarhus Ingeniørhøjskole. Modellen er en semi-iterativ udviklingsproces drevet ud fra projektets Use Cases. Modellen er benyttet på den måde, at gruppemedlemmerne fastlægger en problemformulering, kravspecifikation og systemarkitektur, for derefter at designe og implementere de enkelte hardware og software dele hver for sig i sin iteration. Gennem en integrations test ses det om hardware og software delene fungerer samlet. Dette ender til slut med en gennemført accepttest, således at det testes om systemet lever op til kravene og der opnås en enighed mellem projektmedlemmer og forsker.



Figur 6.1: ASE-modellen

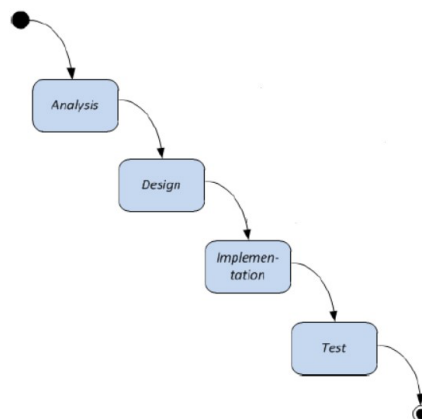
For at forstå ASE-modellen er det vigtigt at gennemgå Use Cases; et værktøj som skal beskrive interaktioner mellem diverse aktører og selve systemet. Sammen med de ikke-funktionelle krav opnås et overblik over hvilke funktionalitetskrav, der stilles til systemet. På baggrund af kravspecifikationen kan accepttesten efterfølgende udarbejdes. I dette projekt er hardware- og software design implementering på lige fod, da projektet består af begge ting ligeligt.

V-modellen er en faseopdelt udviklingsmodel, der også er værd at nævne i dette projekt. Den beskriver udviklingsfaserne og testfaserne sideløbende i forhold til projektet, og den er derfor benyttet til dette projekt sideløbende med ASE-modellen. Modellen fungerer således, at specifikationen af test foregår parallelt med udviklingen af selve systemet.



Figur 6.2: V-model

Den er blevet benyttet til hardware og software udviklingen. Hardware og software skulle begge teste deres funktioner inden nye faser blev igangsat, for at verificere om disse funktioner virkede korrekt gennem forløbet. Fordelen ved at teste på forskellige niveauer er, at det skal sikre de udviklede delsystemer, således at de virker som planlagt. Det er vigtigt, at hver fase er udført, før den næste fase påbegyndes.



Figur 6.3: Vandfalds modellen

Vandfaldsmodellen er også blevet benyttet under dette projekt. Softwareudviklingen bærer

præg af vandfaldsmodellen, da udviklingen er opdelt i faser, hvor hver fase er blevet gennemført, før den næste er påbegyndt. Dette er i relation til V-modellen, som blev beskrevet før og den er, som vist på figur XX, konstant strømmende nedad.

## 6.2 Projektstyring

## 6.3 Metoder

Til at kunne overskue arkitektur og designet af projektet, er flere forskellige arbejdsmetoder benyttet for at skabe det bedst mulige resultat. For at finde, hvad blodtryksmåleren skal gøre, er der blevet udarbejdet Use Cases. Disse beskriver systemet funktionalitet. Use Cases viser, hvad brugeren skal opleve fra systemet, men ikke, hvordan det sker. I Use Case diagrammet bliver det også vist, hvilke aktører der findes og hvordan de interagerer med systemet.

I projektet bruges accepttest til at teste blodtryksmåleren. Dette gøres ud fra kravspecifikationerne, hvor det er angivet, hvilke krav der er til systemet.

Accepttesten er en test, hvor der beskrives, hvad der skal ske og, hvad brugeren skal gøre. Testen er for at undersøge om produktet opfylder de krav, som der er blevet sat for det. Accepttesten giver et godt overblik for udvikleren og for kunden, der nemt og hurtigt kan se om produktet virker som det skal.

Til beskrivelse af design af software og hardware er diagrammer og skemaer blevet udarbejdet i SysML og UML. SysML er et grafisk modelleringssprog, som kan bruges til at overskueliggøre systemer.

Til software er der blandt andet lavet en applikationsmodel i SysML, som består af et domæne-, klasse- og sekvensdiagram.

Domænemodellen viser sammenhængen mellem blokkene i systemet. Blokkene findes i Use Casene og derved bliver disse to ting koblet sammen.

Klassediagrammet viser, hvilke metoder blokkene har og hvordan de kommunikerer med hinanden. Her findes domæne-, kontrol- og grænsefladeklasser. Kontrolklasserne beskriver, hvordan data behandles mellem domæne- og grænsefladeklasser. Domæneklasser indeholder funktionalitet fra den pågældende softwareblok. Grænsefladeklasserne viser, hvordan systemet interagerer med omverdenen. Diagrammet gør det nemmere at fremme en lav kobling og høj samhørighed i softwaren.

Sekvensdiagrammet fortæller, hvad der sker i selve koden. Igen går det ud fra Use Casene, hvor vægten nu er på softwaredelen. Derved beskrives det, hvordan metoder bliver kaldt og hvordan de forskellige klasser interagerer. Hver Use Case skal her gennemgås i software, så der skabes et overblik over vejen gennem koden.

For at skabe et overblik og indsigt i koden, er der i UML udarbejdet et aktivitetsdiagram og et klassediagram. Aktivitetsdiagrammet går i dybden med en specifik metode. Det er kun blevet gjort for relevante metoder. Her tydeliggøres det, hvordan hver metode fungerer og, hvad den indeholder. Klassediagrammet fortæller hvilke metoder, en klasse indeholder og hvordan klasserne hænger sammen.

Til hardwaren er der blevet brugt Block Definition Diagram(BDD), som viser hvilke blok-

ke et system indeholder og hvilke porte de har. BDD er lavet til at give et overblik over systemet. Ud fra BDD'et er et Internal Block Diagram (IBD) blevet lavet. Her vises, hvilke signaler som findes i systemet og hvordan de sendes rundt. Her vises portene igen og der skal være overensstemmelse mellem BDD og IBD.

## **6.4 Systemarkitektur**

### **6.4.1 Hardware**

### **6.4.2 Software**

## **6.5 Problemidentifikation (design)**

### **6.5.1 Hardware**

### **6.5.2 Software**

## **6.6 Implementering**

## **6.7 GUI-beskrivelse**

### **6.7.1 Algoritmer (grænseværdier)**

### **6.7.2 Filteret/Ufiltreret**

### **6.7.3 Lagring af data i Database**

## **6.8 Test**

## **6.9 Resultater og diskussion**

## **6.10 Udviklingsværktøjer**

Gennem projektarbejdet har vi anvendt en række forskellige værktøjer til udvikling af blodtryksmåler-systemet. Disse er yderligere uddybet herunder.

### **Visual Studio 2013**

Software delen af projektets programmering er skrevet i sproget C-sharp. Her er Visual Studio 2013 anvendt som kompiler, da programmet gør det nemt at omskrive tekst til kode. Visual Studio 2013 indeholder også funktionen Windows Form Application, der visuelt kan fremstille de ønskede resultater i form af knapper, grafer og labels mv. i en samlet brugergrænseflade, som aktøren interagerer med.

### **Microsoft Visio 2016**

Microsoft Visio er et tegne værktøj, der i dette projekt er anvendt til at designe både SysML og UML diagrammer, som benyttes ved organisering af hardware og software design. Microsoft Visio er det oplagte valg, da diagrammer lavet i programmet får et enkelt og overskueligt udseende, og dermed fremstår det tydeligt for læseren hvad diagrammet vil vise.

## **Analog Discovery og Waveform fra Digilent**

Analog Discovery og Waveform er i projektet benyttet som omformer og signal generator under testfasen. Her fungerer Analog Discovery som en Waveform generator, så et analog signal kan sendes videre ind i lavpasfiltret, forstærkeren og derefter ind i DAQ'en. I den endelig implementering erstattes Analog Discovery og Waveform med transduceren.

## **NI-DAQmx**

NI-DAQmx er et værktøj udarbejdet af National Instruments, som anvendes til at omforme det indkomne analoge signal fra transduceren (Analog Discovery) til et digital signal. Værdier fra NI-DAQmx er af en type som kan anvendes i selve softwarekoden.

## **LaTeX**

LaTeX er anvendt i projektet til design og opsætning af projektrapport og projektdokumentation. LaTeX er god til tekstformatering, hvor opsætning og strukturer defineres samlet for hele rapport, samt god til versionsstyring. Til at skrive selve koden benyttes programmet TeX-maker som kombiler.

## **6.11 Opnåede resultater**

## **6.12 Perspektivering - Fremtidigt arbejde**

I fremtiden vil blodtryksmåleren kunne udvides gennem flere muligheder. Da blodtryksmåleren er lavet til forskningsbrug, er der ingen idé i at udvide mod patienter. En forlængelse af systemet kunne derimod være en metode, som skal kunne vise gemte målinger.

Et log-in vindue er en anden ting, som kunne forbedre systemet, for på den måde at skabe større sikkerhed for forskeren og dataen. Et log-in vindue vil gøre at, en forsker kan være sikker på at hans målinger og forskning ikke kan tilgås af andre. Det kræver en større udvidelse, hvor der skal laves et log-in vindue og en database, hvor password og brugernavn gemmes. Der skal også laves en metode, som kan tjekke om det indtastede password og brugernavn passer over ens med det i databasen.

Generelt skal de standarder, som findes for blodtryksmålere undersøges grundigere. Specielt brugergrænsefladen, men også resten af systemet som enheder og visning af graf, skal rettes til efter de passende standarder.

Hvis systemet ydeligere skulle tilpasses forskning, kunne det gøres gennem en bedre navngivning af data i tabellen eller et bedre overblik over, hvordan data bliver gemt f.eks. gennem en liste for de gemte målinger. På den måde vil det blive nemmere for forskeren at finde frem til gamle målinger.

I forhold til hardware er målet, at det hele skal samles i en kasse. Så det på den måde ikke er muligt at ændre eller stille ved det. Derved skal filteret og forstærkningen laves på en printplade. Samtidigt skal det ved kassen være en plads til batterierne, hvor det er muligt at kunne skifte dem, når nødvendigt. Derved fås en kasse, som nemt kan flyttes rundt på og som ikke er i fare for at gå i stykker.



# Konklusion 7

---

# Figurliste 8

---

# Bilag 9

---

# Figurer

---

|     |                                   |    |
|-----|-----------------------------------|----|
| 4.1 | Skitse af signalændring . . . . . | 7  |
| 5.1 | Use Case diagram . . . . .        | 10 |
| 6.1 | ASE-modellen . . . . .            | 12 |
| 6.2 | V-model . . . . .                 | 13 |
| 6.3 | Vandfalds modellen . . . . .      | 13 |