

INGENIØRHØJSKOLEN ÅRHUS

ELEKTRO-INGENIØR LINIEN

SEMESTERPROJEKT E4PRJ4

Bias Reducing Operating System

Skrevet af:

Nicolai GLUD

Studienummer: 11102

Johnny KRISTENSEN

Studienummer: 10734

Rasmus LUND-JENSEN

Studienummer: 11111

Mick HOLMARK

Studienummer: 11065

Jacob ROESEN

Studienummer: 10095

Vejleder:

Carl Jakobsen



AARHUS
UNIVERSITET
INGENIØRHØJSKOLEN

19. december 2012

Resume 1

Denne rapport for projekt på 4. semester Elektro på Ingeniørhøjskolen Aarhus, Aarhus Universitet præsenterer en gennemgang af gruppens projekt: "Bias Reducing Operating System". Formålet er selvstændigt at definere et projekt, der inddrager discipliner fra semesters fag. Der er i projektet lagt stor vægt på processen, men også i at opnå erfaring med dokumentation og test. Der er blevet udfærdiget grundig dokumentation gennem hele forløbet der dækker over kravspecifikation, systemarkitektur samt design og implementering. Der er under alle faser også defineret tests, der sikrer at implementeringen er sket rigtigt, og at alle blokke kan arbejde sammen som foreskrevet i dokumentationen. Gennem projektet er der brugt Scrum som værktøj til strukturering af arbejdet.

Projektformuleringen, der er udformet af gruppen, indebærer implementering af slagssidereregulering af bulkskibe. Dette kan med fordel anvendes på bulkskibe under lastning og løsning for at hjælpe hele processen herunder. Der er fokuseret på at udvikle et system af så høj kvalitet som muligt og for at hæve kvaliteten af projektet har gruppen benyttet hinandens individuelle faglige og projektrelaterede styrke.

Projektet er endt ud med et stort set implementeret system som beskrevet i grundsystemet. Der er gennemført flere iterationer, der gradvist har øget systemet og dokumentationens præcision. Gruppen har opnået bedre erfaring med teamwork, udviklingsforståelse, arbejdsstrukturering samt faglig perspektivering.

Abstract 2

This report for 4th semesters electronic engineering project at Aarhus School of Engineering, Aarhus University presents an explanation of the groups project: "Bias Reducing Operating System". The purpose of this project is to define a process including disciplines from this semesters courses. There has been put a tremendous amount of work in the processes of making this project and acquire experience in documentation and testing. A thorough documentation of the whole processes, covering requirements specification, system architecture, design and implementation, has been made. Tests have been defined for every phase which guaranties proper implementation and integration as defined by documentation. The tool 'Scrum' has been used to structure the progress.

The group has written a project development document entitling the implementation of bias regulating a bulk carrier. The system is for use while loading and unloading bulk carriers to assist the crew. Focus has been put on developing a system of high quality. To ensure high quality the group has used each other's individual professional and project-related forces.

The project has resulted in a nearly fully implemented system as described in the documentation. Multiple iterations has increased the precision of the system and following documentation. The group has reached a higher level of experience in fields such as teamwork, understanding development, work planning and professional perspectivation.

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	Resume	3
Kapitel 2	Abstract	5
Kapitel 3	Forord	9
Kapitel 4	Indledning	11
4.1	Læsevejledning	11
Kapitel 5	Projektformulering	13
5.1	Opgaveformulering	13
5.2	Projektformulering	13
Kapitel 6	Systembeskrivelse	15
Kapitel 7	Kravspecifikation	17
7.0.1	Overordnede krav til systemet	17
7.0.2	Funktionelle krav	17
7.0.3	Ikke-funktionelle krav	18
7.0.4	Krav til udviklingsprocess og teknologi	18
7.0.5	Krav til grænseflader	18
7.0.6	Kvalitetsfaktorer	19
Kapitel 8	Afgrænsning	21
Kapitel 9	Projektbeskrivelse	23
9.1	Projektgennemførelse	23
9.1.1	Rollefordelinger	23
9.2	Metoder	24
9.2.1	Scrum	24
9.2.2	V-model	25
9.3	Analyse	25
9.3.1	Hvordan mäter vi hældning?	25
9.3.2	Hvordan skal de forskellige modulerne forsynes?	26
9.3.3	Raspberry Pi som host for Kontrolinterfacet	27
9.3.4	Server	28
9.3.5	Valg af database	28
9.3.6	Webinterface	28
9.3.7	Jura	29
9.4	Systemarkitektur	29
9.4.1	Stadier for konceptuelle klasser	31
9.5	Design og Implementering	33

9.5.1	Kontrolinterface	33
9.5.2	VBTE	36
9.5.3	SM	40
9.5.4	Strømforsyning	43
9.5.5	Database	45
9.5.6	Serveren	45
9.5.7	Webinterface	47
9.5.8	MySQL	49
9.6	Resultater	50
9.6.1	KI	50
9.6.2	Database og webinterface	50
9.6.3	SM	50
9.6.4	VBTE	51
9.6.5	Strømforsyning	51
9.6.6	Samlede resultat og vurdering af resultater	51
9.7	Opnåede erfaringer	52
9.7.1	Gruppen	52
9.7.2	Agile udviklingsmetoder	53
9.7.3	Udvikling af nye Komponenter	53
9.7.4	Test	53
9.7.5	Værktøjer	53
9.8	Udviklingsværktøjer	53
Kapitel 10	Konklusion	55
10.0.1	Bulletpoints til Konklusion	55
Kapitel 11	Forbedringer til systemet	57
Kapitel 12	Referencer	59
12.1	Artefakter	59
12.1.1	Kravspecifikation	59
12.1.2	Accepttestspezifikation	59
12.1.3	Systemarkitektur	59
12.1.4	Integrationstestspezifikation	59
12.1.5	Detaljeret design	59
12.1.6	Enhedstestspezifikation	59
12.2	Hjemmesider	60
12.3	Liste over bilag på CD	60
12.3.1	Logbøger	60
12.3.2	Kode	60
12.3.3	Dokumentation	62
12.3.4	Datablade	62
12.3.5	Billeder	62
12.3.6	Jura	62

Forord 3

Denne rapport er udarbejdet af fem ingeniørstuderende ved Aarhus Universitet, Ingeniørhøjskolen. Rapporten er hovedproduktet i et obligatorisk projektforløb på 4. semester og gennemgår overordnet gruppens besvarelse og gennemførelse af projektet. Ud over rapporten er der blevet udarbejdet en række projektdokumentationsdokumenter og et fysisk produkt. For yderligere detaljer henvises der til projektdokumentationen.

Det har været gruppens formål med projektet at lære udviklingsværktøjene bedre at kende. Systemet er derfor anset som det emne, redskaberne anvendes på, mere end det egentlig mål med projektet.

Rapporten er skrevet med henblik på at læseren er af samme faglige niveau som gruppen, hvilket vil afspejle sig i det faglige sprog.

Indledning 4

Projektets emne er "slagsideregulering af bulkskib", som er et selvvalgt emne. Rapporten beskriver udviklingsprocessen herunder projektforløbet, hvilke metoder der er anvendt og hvilke overvejelser der ligger til grund for de valgte løsninger. I forbindelse med, at de valgte løsninger bliver beskrevet vil der også blive fremlagt alternativer og begrundelser for at de ikke blev valgt.

Der har fra ekstern side været stillet nogle krav til projektet og det system der skulle udvikles. Arbejdsprocessen og nogle af komponenterne er således påvirket af disse krav. Kravene kan ses i ??.

Formålet med projektet er at anvende de teorier og metoder, som er blevet tilegnet gennem studiet, og ikke mindst tilegne sig ny viden på egen hånd, for at fuldføre gennemførelsen af et komplet projektforløb.

Projektet har været inddelt i fem udviklingsfaser. Udviklingsfaserne er som følger:

- Kravspecifikation
- Analyse og arkitektur
- Detaljeret design
- Implementering
- Test

4.1 Læsevejledning

Rapportens opbygning er struktureret således at den giver den bedste gennemgang af hele projektforløbet. Rapporten er i hovedtræk delt op i to dele. De første afsnit beskriver det overordnede system og projekt. Tilblivelsen af systemet og projektet med tilhørende overvejelser beskrives i de efterfølgende afsnit. Denne adskillelse sker mellem afsnit 8 og 9. Alle afsnit er skrevet så de som udgangspunkt godt kan stå alene, hvorfor der igennem rapporten vil komme gentagelser hvis man læser denne fortløbende. Rapportens egentlige indhold begynder fra afsnit 5.1 – opgaveformulering. Her gennemgås opgaveformuleringen. Opgaveformuleringen indeholder minimumskrav til projektet og er givet til gruppen af vejlederen. I projektformuleringen bliver der defineret præcist hvad dette projekt kommer til at dreje sig om, og hvordan gruppen har formuleret dette. Herefter følger en beskrivelse af det samlede, tænkte system. I afsnit 7 – Kravspecifikation, fremlægges kravene der fra gruppen er stillet til projektet. Herefter beskrives projektafgrænsningen samt arbejdsmetoder og fremgangsmåde i afsnit 8 til 9.2.

Afsnit 9.3 beskriver det analyse arbejde projektet har gennemgået. I afsnittene fra 9.4 og 9.5 nedbrydes hele projektet fra øverste abstraktionsniveau og ned til implementering. Der

er her gået i dybden med de vigtige aspekter i forhold til dette projekt. Disse afsnit har samtidig også en naturlig overgang til hinanden ud fra systemarkitekturen.

Hernæst samles der op på de opnåede resultater i afsnit *9.6*. Efter resultaterne er præsenteret, fremlægges de erfaringer gruppen har opnået igennem hele projektforløbet, samt hvilke ting der har fungeret godt. Afslutningsvist konkluderes der på hele projektet på godt og ondt i afsnit *10* for til sidst at sætte nogle ord på forbedringer til systemet i afsnit *11*. Det anbefales dog at læse rapporten fortløbende for at få den bedste samlede forståelse for projektet og produktet.

Projektformulering

5

5.1 Opgaveformulering

Opgaveformuleringen er givet til gruppen for projektet som retningslinier. Følgende er givet som krav i disse retningslinier.

- Systemet skal interagere med omverdenen vha. sensorer og aktuatorer.
- Der skal anvendes relevante faglige elementer fra semestrets kurser.
- Systemet skal omfatte pålidelig transmission af data mellem udvalgte enheder.
- Systemet skal kunne interagere med en bruger

5.2 Projektformulering

Baggrund

Når man laster eller losser et bulkskib bruges der mange resourcer på at kontrollere at skibet ikke får slagseite. Der bruges lang tid på at planlægge hvor, hvornår og hvad der skal lastes. Hertil står skibsføreren på broen under hele lastningen/losningen og overvåger at det bliver gjort korrekt. Inde på terminalen bliver skibet også overvåget for at sikre, at der ikke sker fejl. Derudover er det ifølge lovgivningen¹ også muligt at imødekomme en slagsside, forsaget af en forestående last, ved at flytte rundt på ballast i ballasttanke. Gruppen vil derfor gerne arbejde med et system der automatisk kan afhjælpe problemer med slagsside og minimere tiden, der skal bruges på planlægning af en lastning/losning.

Projektdefinition

Det er gruppens ønske at lave et system der korrigerer skibe fra at få slagseite i forbindelse med lastning og losning af gods. Overordnede systemkrav udarbejdet i projektformuleringen:

- Systemet skal logge data omkring skibsnavn og status til en database.
- Systemet skal monitorere om skibet er i vatter.
- Systemet skal modkompensere hvis skibet måles til at være ude af vatter.

¹Se bilaget *Jura* for relevant lovgivning og henvisning til lovskrifter

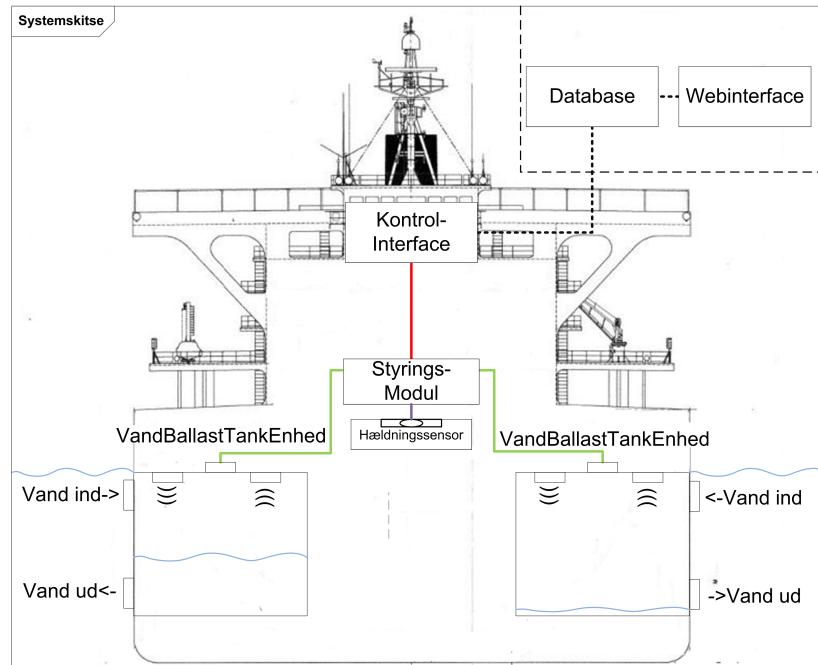
Systembeskrivelse 6

BROS er et sikkerhedssystem til skibe. Systemet aktiveres ved lastning eller losning. Her er det systemets opgave at sørge for at skibet ikke får slagsside - heraf navnet: Bias Reducing Operating System (Slagsidereducerende Operativt System). I systemet er der indbygget en hældningssensor og to vandballasttanke - en i hver side af skibet. På baggrund af målinger fra hældningssensoren vil Styringsmodulet vurdere hvorledes indholdet af tankene skal justeres af Vandballasttankeenhederne således at der korrigeres for en slagseite af skibet.

Hele systemet styres fra Skibsførens kontor hvor Kontrolinterfacet - en grafisk brugergrænseflade - er installeret. Her kan skibets hældning, vandindholdet af tankene og statusmeldinger for systemet aflæses. Det er også her systemet aktiveres og deaktiveres.

Som udgangspunkt vil systemet automatisk opretholde en hældning på nul grader, men hvis der opstår et behov kan man her manuelt indstille skibet til en mindre slagseite. Dette kan gøres for at imødekomme en større, modsatrettet, slagseite påført af forestående ændringer i skibets last.

For at indsætte et ekstra sikkerhedselement vil systemet under hele processen løbende sende værdier for systemet til en ekstern database. Dermed kan også terminalrepræsentanten følge skibets status.



Figur 6.1. Systemskitse af BROS

Kravspecifikation 7

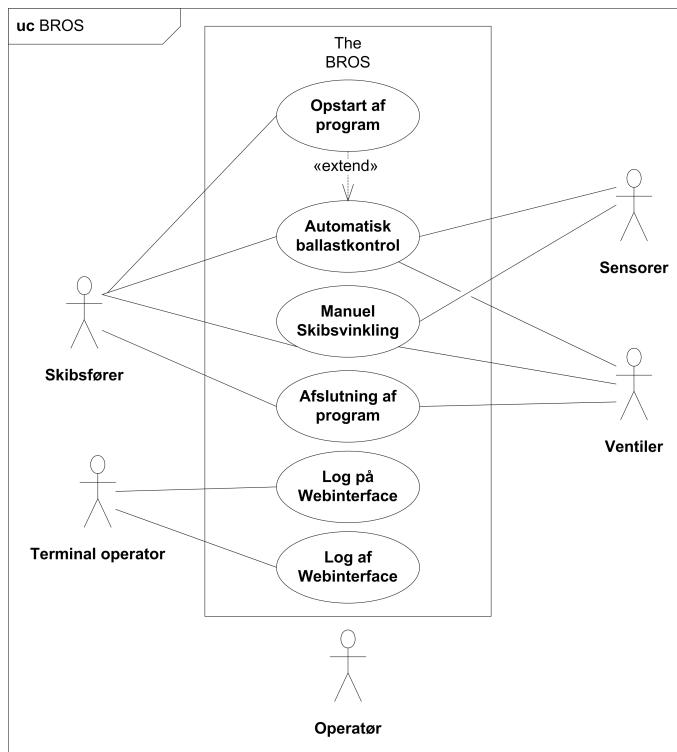
Kravspecifikationen er udarbejdet i begyndelsen af projektforløbet og omfatter use cases, ikke-funktionelle krav samt kvalitetsfaktorer. For den fulde kravspecifikation henvises der til dokumentationsdokumentet *Kravspecifikation*.

7.0.1 Overordnede krav til systemet

Systemet skal indeholde en til flere sensorer til måling af vandstand i tanke, en sensor eller flere sensorer til måling af skibshældning, en grafisk brugergrænseflade til skibsføreren samt et webinterface til terminalrepræsentanten.

7.0.2 Funktionelle krav

Systemets funktioner er beskrevet ved hjælp af use cases. Før use cases udfærdiges nedskrives systemets aktører. Der udarbejdes en beskrivelse af deres funktion samt ansvar i systemet. Hver use case repræsenterer en enkelt funktionalitet i systemet.



Figur 7.1. Use case diagram for BROS

Der er også beskrevet alternative hændelser, såfremt hændelsesforløbet ikke forløber som planlagt. Alle use cases har fulgt samme fremgangsprocedure. Se kravspecifikationsdokumentet for alle systemets use cases. På figur 7.1 ses alle use cases for systemet.

Når systemet startes op første gang anvendes *Opstart af program* (use case 1). Når systemet er startet op kan brugeren vælge mellem *Automatisk hældningsregulering* (use case 2) eller *Manuel hældningsregulering* (use case 3). Hvis brugeren vil deaktivere systemet kan han afslutte programmet (use case 4). En terminalrepræsentant kan tilgå databaseinformationen via et Webinterface (use case 5 og 6).

7.0.3 Ikke-funktionelle krav

I dette afsnit beskrives krav til tolerancer og andre krav der ikke er use case specifikke. Nedenfor er noteret eksempler på ikke-funktionelle krav:

- Sensorer:
 - ◊ Hældningssensor:
Hældningssensor måler skibets hældning i forhold til vandret i området -7.5 til 7.5 grader, med en nøjagtighed på 0.5 grader.
 - ◊ Afstandssensor i ballasttank
Vandniveauet i ballasttanken skal måles fra 0-100% med en nøjagtighed på $\pm 2.5\%$ -point.
- Alarmer udløses når:
 - ◊ Vandniveauet i ballasttanke bliver mere end 70%.
 - ◊ Hældning på skibet bliver større end ± 5 grader.
 - ◊ Mistet eller ingen forbindelse internt i systemet.
 - ◊ Mistet eller ingen forbindelse til ekstern database.

7.0.4 Krav til udviklingsprocess og teknologi

Projektforløbet skal følge V-modellen. Scrum skal bruges i projektstyringsprocessen til at give overblik over projektets arbejdsopgaver. Blandt gruppens medlemmer uddelegeres posterne Scrum-master og projektleder.

SysML anvendes til at beskrive systemet overordnet og i detaljer.

Til programmeringen af systemets indlejrede enheder anvendes C. Til Kontrolinterfacet og Serveren anvendes C++. Til databaselagring anvendes MySQL. Webinterfacet skal skrives i php og HTML 4.01.

7.0.5 Krav til grænseflader

Kommunikationen mellem Kontrolinterfacet og Styringsmodulet skal følge UART protokollen. Det kan kun tilkobles ét Kontrolinterface og ét Styringsmodul.

Til Styringsmodulet tilkobles én sensor samt to Vandballasttankenheder ved hjælp af I2C-protokollen.

På kontrolinterfacet skal alt funktionaliteten være indbygget i brugergrænsefladen. Det skal være muligt at skifte mellem automatisk hældningsregulering og manuel hældningsregulering.

7.0.6 Kvalitetsfaktorer

For at sikre kvaliteten af produktet er der opstillet en række kvalitetsfaktorer. Det er meget vigtigt at systemet er pålideligt, sikkert og effektivt. Pålideligheden er vigtig da systemet kan risikere at være fatalt for et skib, hvis der sker en fejl. Systemet skal være sikkert da det er et kritisk komponent. Endvidere skal systemet være effektivt da det ikke må sløve lastning- og losningsprocessen.

Krav til bruger- og vedligeholdsesvenlighed er middelvægtet, da brugerens anvendelse af systemet skal hjælpe til processen og ikke gøre den yderligere kompliceret. Systemet skal kunne vedligeholdes af en tilkaldt operatør.

Afgrænsning 8

En oversigt over de afgrænsninger dette projekt er udarbejdet med.

Afgrænsning givet:

Gruppen skal fremstille et system der overholder nogle krav. Kravene er at systemet skal kunne interagere med omverdenen vha. af sensorer og aktuatorer. Endvidere skal der også anvendes faglige elementer fra fjerde semesterets kurser. Transmission af data mellem enheder i projektet skal være pålidelig. Til slut skal systemet indeholde brugerinteraktion.

Afgrænsninger sat af gruppen selv

Gruppen udarbejdede i starten af projektet ideer til en række funktionaliteter. Disse funktionaliteter blev inddelt i henholdsvis grundsystem og udvidelser, som vist i nedenfor.

- **Grundsystem:**

- ◊ Elektronisk måling af hældning
- ◊ Automatisk regulering af niveau i ballasttanke
- ◊ Niveaumåling i ballasttanke
- ◊ Advarselssignaler

- **Udvidelser:**

- ◊ Måling af afstand til terminal-kaj
- ◊ Måling af dybdegang
- ◊ Manuel styring af ballastniveau
- ◊ Pålidelig kommunikation med ekstern enhed

Grundsystemet er det system gruppen har fastlagt sig på at implementere i projektforløbet. Funktionaliteterne her er valgt for at opfylde basiskrav fra opgaveformuleringen se 5.1. Udvidelser er nedprioriterede funktionaliteter da de enten har lille relevans eller ikke er kritiske for at systemets grundformål kan opfyldes egen projektformulering, se 5.2. De vil derfor kun blive prioriteret såfremt tiden er dertil. Man vil senere hen ligeledes kunne udvide systemet med funktionaliteter på baggrund af feedback fra kunden og markedsundersøgelser.

Projektbeskrivelse

9

9.1 Projektgennemførelse

Projektet er udført af en gruppe på fem personer. Gruppen er ny og sammensat af personer fra fire forskellige projektgrupper. Grundet gode erfaringer fra de forskellige grupper har gruppen valgt at arbejde med projektet ud fra Scrum-modellen. Gruppen har fastlagt rollerne i tabel 9.2.

Projektet er blevet brudt ned i mindre dele og det enkelte gruppemedlem har fået ansvaret for hver sin del. Der har så internt været sparring mellem de dele, der har kommunikation med hinanden. Nedenfor ses fordelingen af arbejdet:

KI:	Rasmus Lund-Jensen
Webserver og database:	Mick Holmark
Strømforsyning og RS232:	Jacob Roesen
VBTE:	Johnny Kristensen
SM:	Nicolai Glud

Tabel 9.1. Tabel over ansvarsfordeling

Der er blevet udarbejdet en tidsplan, der løbende er blevet revirderet. Projektets overordnede tidsplan for faserne og de eksterne milestones ligger som bilag.

9.1.1 Rollefordelinger

Projektleder:	Jacob Roesen
Projektkoordinatore:	Nicolai Glud
	Jacob Roesen
Scrummaster:	Johnny Kristensen

Tabel 9.2. Tabel over rollefordelinger

Vi har valgt at lave roller ud fra vores udviklingsmetode, Scrum, der er beskrevet senere. Projektlederen har haft til ansvar at strukture arbejds- og Scrummøder. Projektkoordinatørs ansvar har været at planlægge møder og bestille lokaler. Scrummasteren er anvarlig for udviklingsplatformen, Scrum, og sørge for at metoden anvendes som tiltænkt.

9.2 Metoder

En kort præsentation af de to mest dominerende arbejdsmetoder der er anvendt.

I dette projekt er der anvendt metoder indlært gennem et tidligere projekt. Værktøjerne er de værktøjer som gruppen føler sig trygge ved og som gruppen føler bidrager mest til processen.

9.2.1 Scrum

I gruppens implementering af Scrum startes der med at lave en produktbacklog, som er den kunden ser. Derefter planlægges det første sprint. Et sprint spænder over to uger. Når et sprint starter bliver opgaver overført fra backloggen til sprintet. Her bliver omfanget af opgaven vurderet og anført som en arbejdsvægtning. Herefter fordeles opgaverne mellem gruppens medlemmer. En gang om ugen holdes et Scrummøde. Mødets dagsorden har tre punkter: Status på opgaver, eventuelle problemer og til slut hvad der arbejdes videre med. Nye sprint startes hver anden uge. Hvis en opgave ikke er færdiggjort, vurderes det om opgaven skal videreføres i det efterfølgende sprint.

I projektet har der i alt været syv sprint. På figur 9.1 bruges sprint nummer to som eksempel.

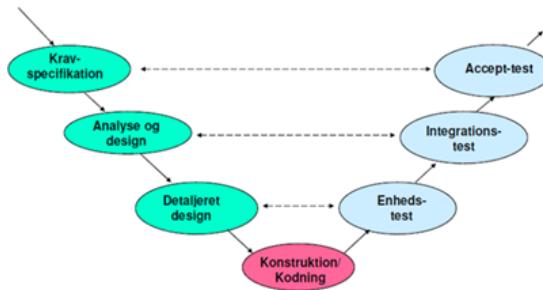
Sprint nr:	Scrummaster:	JK	Koordinator:	NG		
	Projektleder:	JR				
Overordnet opgave:	Opgaver:	Arbejdsvægtning:	Resource #1	Resource #2	Process (% done):	Kommentar:
Videreført Accepttest	Videreført: Jura Videreført: Snak m. Arne vedr. sensor	3 1 2	MH NG RLJ	RLJ JK NG	100% 100% 100%	NG, JK NG, JR, JK, MH
Systemarkitektur	Systemkomponenter - Enheder	2	JR	RLJ	80%	JR, JK
	Komponentvalg	3	ALLE		100%	RLJ: er afsnittet skrevet og læst af alle?
	Strukturel systemarkitektur Behavior systemarkitektur	4 5	MH JK	JK MH	60% 60%	MH: Tilrettelse af tegning, tror vi skal sætte os ned os diskutere, flere ting JK, NG
Teknologiundersøgelse	HW Systemarkitektur Grænseflader / interface Forside	0 3 1 5	JR NG JR RLJ	JK 80% JR ALLE	20% 80% 20% 100%	NG, JK
Integrationstest		3	NG		80%	NG, JK
	Total:	32		Procentvis færdig:	81.25 %	

Figur 9.1. Sprint 2

Sprintet er afsluttet. De opgaver der ikke er færdige blev i det her eksempel videreført til sprint nummer tre. Billedet illustrerer også hvordan planlægningen er opbygget. Forklaring af statusfarver er vist på figur 9.2.

**Figur 9.2.** Forklaring af sprint points

9.2.2 V-model

**Figur 9.3.** V modellen

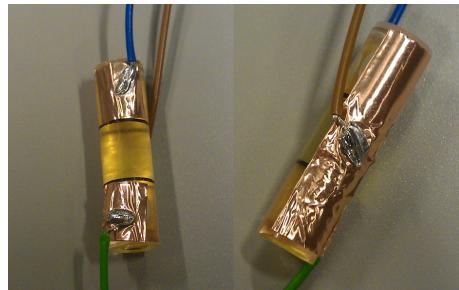
Vi har valgt at anvende V-modellen som udviklingsmodel. Dette muliggør iterative processer hvilket er optimalt for gruppens udviklingstil.

9.3 Analyse

9.3.1 Hvordan måler vi hældning?

Før vi kunne begynde på at lave en hældningssensor, blev vi nødt til at finde ud af hvilke muligheder, der eksisterer for hældningsmåling.

En af mulighederne var at anvende et pendul eller en libelle. Vi startede med at udvikle på en prototype af en libellesensor vist på figur 9.4. Den første hældningssensorprototype

**Figur 9.4.** Hældningssensor baseret på libelle

indeholder to højpasfiltrer, en frekvensgenerator og en differensforstærker. Vi kom frem til at libellesensoren har en kapacitet på omkring $1 \times 10^{-15} [F]$. Det gør det praktisk talt umuligt at anvende, da vores filter skulle designes til en cutoff frekvens $> 3.0 [MHz]$. Den høje

frekvens giver en stor selvinduktion i vores ledning. Et lavt signal fra hældningssensoren kombineret med stor selvinduktion, gjorde at vi måtte finde en anden løsning.

Næste prototype bestod af et potmeter og et pendul. Dog havde potmeteret en for stor friktionsmodstand, der gjorde det for upræcist i forhold til vores krav.

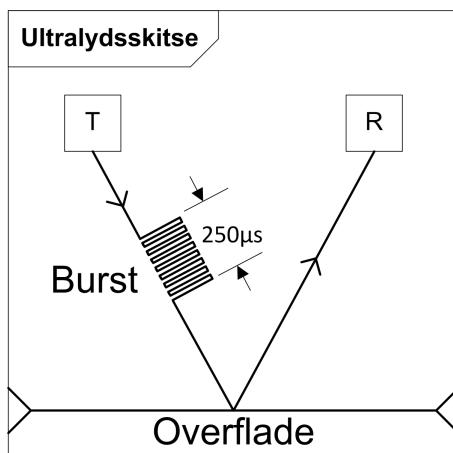
Vi har gennem et tredje semestersfag fundet ud af at PSoC'en indeholder et accelerometer¹.

Efter en prototypeopbygning fandt vi ud af at accelerometeret opfyldte de krav, der er stillet i kravspecifikation.

Softwareen er implementeret således, at der kan kalibreres for det offset, der er individuelt for hver PSoC.

Hvordan mäter vi niveauet i vandballasttankene?

Da ingen i projektgruppen havde arbejdet med ultralyd før valgte vi for udfordringens skyld at forsøge med det. Man kunne have valgt at købe en færdiglavet enhed, men det blev vurderet at dette ikke gav ret meget faglig erfaring. Elektroniklaboratoriet lå inde med nogle rå tranducere og receivere, og der blev derfor valgt at forsøge med at udvikle en ultralydsafstandsmåler. Der blev i starten lavet en del teknologiundersøgelse inden for ultralyden og tranducere og receivere blev testede for at se hvordan de aggerede. Vi fandt at der var en del destruktive reflektioner. En løsning der blev afprøvet var at fylde akustisk skum i toppen af tankene, men da det skum der blev anskaffet var elektrisk ledende kunne det ikke anvendes. Herudover blev der lavet forsøg med forskellige ultralydskredse fundet på nettet, hvilket gav anledning til erfaring og viden. Metoden der blev valgt til at mæle afstanden kan ses på figuren nedenfor og gøres ved hjælp af bursts. Der er valgt et burst på $250\mu s$.



Figur 9.5. illustration af et burst til afstandsmåling

9.3.2 Hvordan skal de forskellige modulerne forsynes?

Da modulerne for eksempelvis kan være placert ved styrbord, bagbord og midten af skibet, skal der overvejes hvordan de kan forsynes, der gennem overvejes derfor hvilke muligheder der er for forsyningen. En tanke var om man kunne bruge et batteri eller om der skulle bruges en kabelt forsyning.

¹KXSC7-2050, se bilag

- Batteri:
 - Smart da man unngår at trække en ledning med forsyning.
 - Dette kan være meget problematisk med et batteri, da der ikke vides hvor meget strøm der skal trækkes dvs. hvor stort det skal være både i kapacitet og fysisk størrelse.
- Kablet forsyning
 - Da der i forvejen er en kablet kommunikation, skal der alligevel kabel ud til modulet, derfor kan det være lige så smart at have en kablet forsyning.

Ud fra de overstående overvejelser og tanker vil der arbejdes videre med kablet forsyning. Her til vil der dukke andre spørgsmål op. For eksempel hvilken forsyningsspænding skal der være.? Da forsyning spænding på et skib ligger langt over det der bruges i vores system, skal der bruges en transformator der kan regulere spænding ned på 24V AC. De 24V AC kan føres ud til modulerne samme med kommunikationen. Ved modulerne kan der bygges en strømforsyning der regulere de 24V AC om til DC.

Her kommer der to mulige strømforsyninger op:

- En SwitchModePowerSupply: *Effektiv, høj virkningsgrad.*
- En lineær strømforsyning: *Stabil, mellem virkningsgrad*

Da virkningsgraden ikke har stor bestydning for produktet, samt erfaringen med SMPS ikke er stor, vil der tages udgangspunkt i en lineær strømforsyning.

Ved udviklingen af prototypen, kan der overvejes om der skal designes en eller flere strømforsyninger.

9.3.3 Raspberry Pi som host for Kontrolinterfacet

I den indledende fase var det gruppens ønske at kunne implementere Kontrolinterfacet på et Raspberry Pi-modul. Denne mulighed blev undersøgt, og det viste sig at det godt kunne lade sig gøre at skrive Qt-programmer til Raspberry Pi'en hvis man anvendte den nyeste beta-version af Qt.

Versionerne imellem var der dog store forskelle på fundamentale områder af frameworkt; nogle af teknologiundersøgelserne måtte derfor undersøges igen.

Det var også oprindeligt gruppens ønske at anvende I2C-protokollen mellem Kontrolinterfacet og Styringsmodulet. Denne protokol er også understøttet af Raspberry Pi, men kan kun implementeres med Python medmindre der selv udvikles kernemoduler.

Dette var en større opgave end gruppen ønskede at prioritere den. Vi begyndte derfor at kigge efter andre protokoller.

Næste emne var rs232-protokollen, da den er kendt for gruppen. Protokollen viste sig at være god med Raspberry Pi. Efter nogle teknologiundersøgelser fandt gruppen også ud af hvordan rs232-kommunikationen kunne implementeres med den nye Qt-version. Desværre løb gruppen igen i problemer da der skulle kompiles til modulet. Her valgte gruppen at nedprioritere ønsket om at implementere Kontrolinterfacet på Raspberry Pi-modulet og dermed stoppede undersøgelserne.

9.3.4 Server

Opbygningen af serveren er gjort på baggrund af behovet for at kunne overføre data via et netværk. Til denne overførelse er TCP blevet valgt grundet erfaring med denne. Ved at benytte TCP, kan der være flere end en der koble til samtidig. TCP giver stabilitet og ordnet levering noget der blev prioriteret højt i prototypen da det er en sikkerhed under lastning og løsning. Dette vil sige at hvis en pakke går tabt under overførelsen vil denne automatisk blive forsøgt sendt igen og så er vi sikre på at data kommer frem i samme orden som de blev afsendt. Ved TCP kom den udfordring at ved afsendelse fra KI kom alle data over i en streng selv om vi forsøgte at sende dem over i 5 forskellige strenge og satte delays. Dette skyldes at TCP ser det som en streng der skal overføres og ikke som 5. For at løse dette satte vi nul terminering på ved afsendelse. Ved modtagelse blev dataet lagt ind i en variable som blev splittet ved nul termineringen og efterfølgende gemt. Fra starten var dette meningen at Serveren skulle gemme data direkte til MySQL databasen men grundet problemer med at kompile MySQL header og driver med blev dette efter noget tid droppet og i stedet blev backup muligheden der også er indskravet i kravspecifikationen opnøjet til eneste mulighed.

9.3.5 Valg af database

For at vælge database til systemet blev der kigge på MySQL, Microsoft Acces og en lagring til en tekstfil.

Microsoft Acces er et database system der medfølgende i Microsoft Office pakken. Microsoft Access benytter sit eget format baseret på Access Jet Database Engine. En ulempe ved Microsoft Acces er at den kun fungere under Windows og da systemet skulle være alsidigt var dette ikke den bedste løsning. At lagre direkte i en tekst fil blev overvejet da det er meget simpelt at lagre til tekstdokumenter fra c++ og php kan håndtere at hente fra den. Det kan gå galt ved loading og lagring til filen samtidig med at formater kan blive et problem.

Der var i forvejen kendskab til MySQL og dette er et færdig udviklet system til at fungere med webinterfaces og for programmerings sprog som C++ er der udviklet header. Systemet er et system der fungere på mange platforme og løbende bliver udviklet på. På baggrund af dette blev dette system valgt.

9.3.6 Webinterface

Til den grafiske brugere grænseflade for Databasen blev et Webinterface valgt på baggrund af muligheden for at flere på havneterminalen kunne tilgå dataerne på samme tid. På baggrund af et på forhånd middel kendskab til php som er et interpreteret sprog og dens integrationen med MySQL database blev php valgt som sprog til kodning af Webinterface. Php giver desuden mulighed for at benytte ajax principippet og at bygge en hoved side der inkludere de andre sider. Dette giver mulighed for at let velgehoides samt minimal dataoverførelse fra webserveren som mindsker loadding time.

Websitet er implementeret på en Apache server. Apache serveren er en webserver som kan hentes som et færdigt produkt. Denne giver mulighed for håndterering af websider. På Apache serveren er der mulighed for at ligge en lås som gør sikre yderligere for udefra kommende ved at ligge en lås på mapperne som serveren benytter. Dette er ikke blevet benyttet i denne prototype da denne sikkerhed ikke blev ment nødvendig for fremvisning

af en prototype men ved et slut produkt skulle dette naturligvis gøres.

9.3.7 Jura

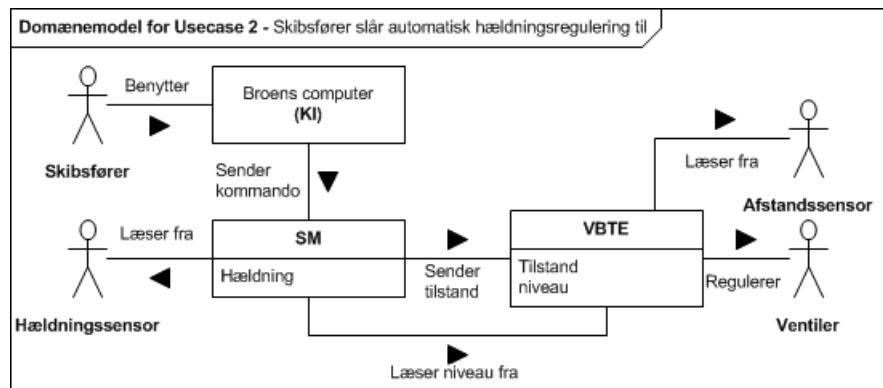
I dette afsnit vil vi beskrive de vigtigste juridiske problem stillinger som vi har arbejdet ud fra.

I startfasen blev de forskellige juridiske problemstillinger undersøgt. Dette gav grund til en del overvejelser omkring opbygningen systemet BROS. Ansvars havene personer samt krav til ballastvand er blevet overvejet. Et udplik af de vigtigste begræber findes i *bilag for Jura*. Til uddybelse af disse problemstillinger er Maersk blevet kontaktet, desværre har vi ikke fået noget svar. De uridske problemstillinger har bl.a. gjort at projektet blev indskrænket til kun at omhandle bulk skibe samt skibe i nationalt farvand.

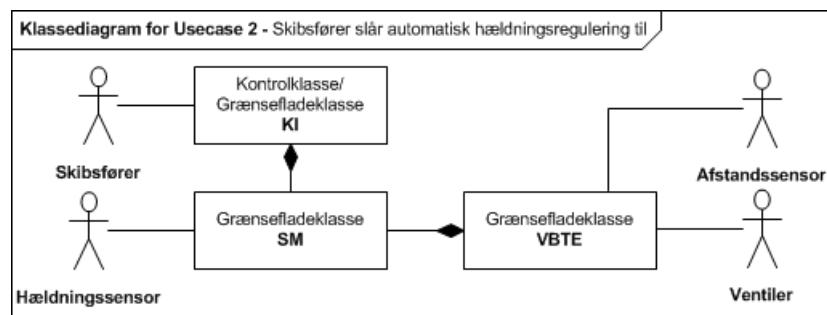
9.4 Systemarkitektur

I dette afsnit vil systemarkitekturen for projektet blive beskrevet. Systemarkitekturen tager udgangspunkt i dokumentationsdokumentet "Systemarkitektur", og for nærmere uddybning henvises der til det dokument. Systemarkitekturen er udarbejdet på grundlag af kravspecifikationen og systemet som beskrevet i projektbeskrivelsen.

Systemarkitekturen starter med funktionaliteten beskrevet i Use Casene, og udvider så beskrivelsen til, at omfatte de elementer af systemet som brugeren ikke interagerer med. Dette afsnit vil give et eksempel på, hvordan en Use Case er blevet behandlet i systemarkitekturen. Use Casen der vil blive brugt som eksempel vil være Use Case 2: Skibsører slår automatisk hældningsregulering til (for yderligere se *Dokumentation arkitektur*).



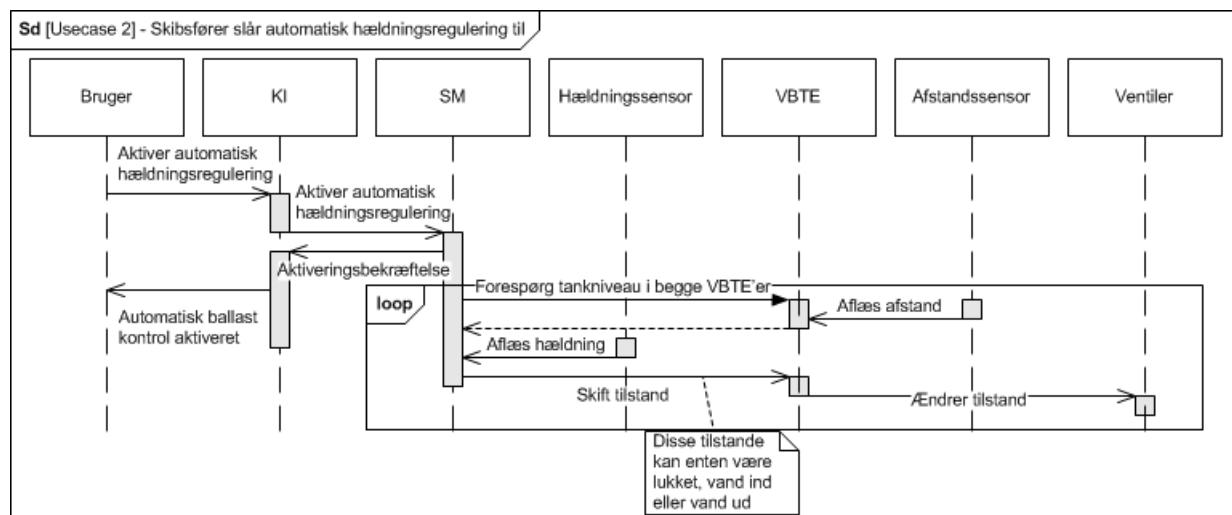
Figur 9.6. Domænemodel for Use Case 2



Figur 9.7. Klassediagram for Use Case 2

Relationen mellem elementer og aktører

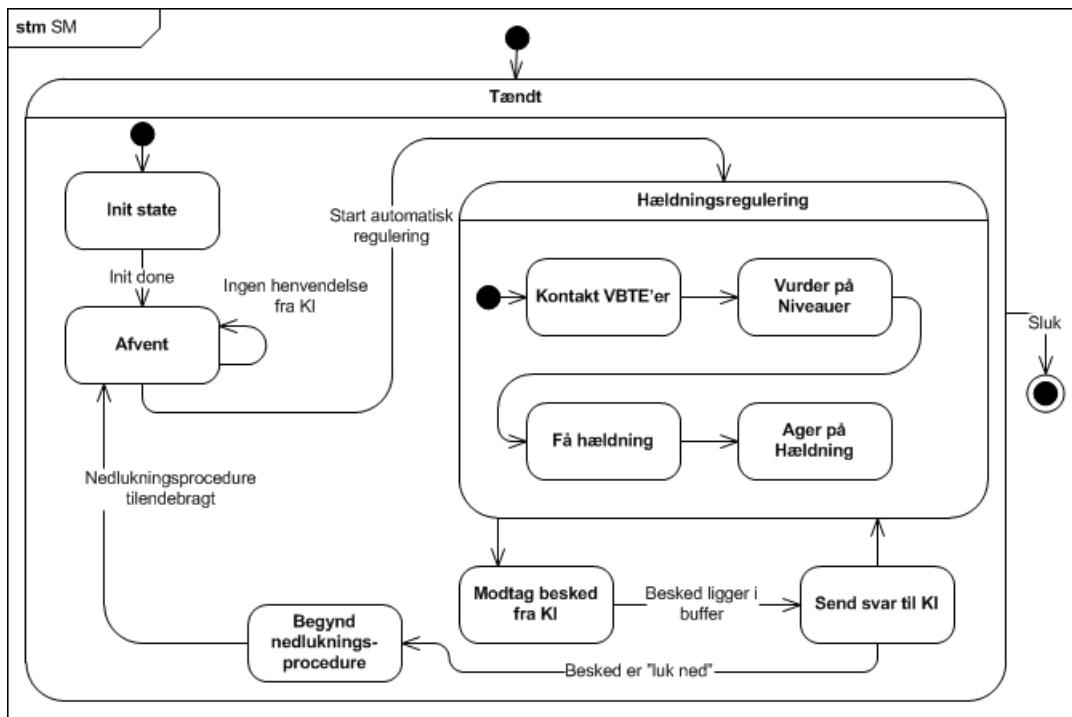
I domænemodelen (figur 9.6) beskrives relationen mellem systemets elementer og aktørerne. Disse enheder omdannes i klassediagrammet (figur 9.7) til konceptuelle klasser, af en given type. Det ses at i Use Case 2 agerer KI som både en kontrolklasse og en grænsefladeklasse. Den agerer som en kontrolklasse fordi den er initiativtager, og beslutningstager til den efterfølgende udvikling i systemet. Både KI, SM og VBTE agerer som en grænsefladeklasse, fordi alle tre klasser er i berøring med en aktør.



Figur 9.8. Sekvensdiagram for Use Case 2

Kommunikation og timing

I sekvensdiagrammet (figur 9.8) beskrives kommunikationen og timingen imellem klasserne. Det ses at brugeren igangsætter processen, KI videresender kommandoen, SM bekræftiger modtagelsen af kommandoen, hvorefter den begynder at regulere på vandniveauet i tankene ved hjælp af VBTE'erne. Reguleringen sker på grundlag af de målinger den modtager fra hældningssensorerne. Vandniveauet vil blive ved med at blive reguleret, med et formål at opnå og derpå opretholde en hældning på nul grader.



Figur 9.9. State machine for Styringsmodulet

9.4.1 Stadier for konceptuelle klasser

Når alle Use Cases er blevet bearbejdet som Use Case 2 er blevet i *figur 9.6, 9.7 og 9.8* har gruppen dannet state machines for de konceptuelle klasser i systemet. Her visualiseres hvilke stadier, klasserne har brug for at gennemgå i løbet af klassens levetid, for at opfylde kravene sat i kravspecifikationen. Som et eksempel på en sådan state machine, vises state machinen for Styringsmodulet på figur 9.9.

Flowet i state machinen bygger oven på det beskrevne i sekvensdiagrammerne. Starten på Use Case 2, er et brugerinput på KI'en. Dette medfører en besked fra KI til SM. Programmet kan være i to forskellige stadier når den modtager beskeden:

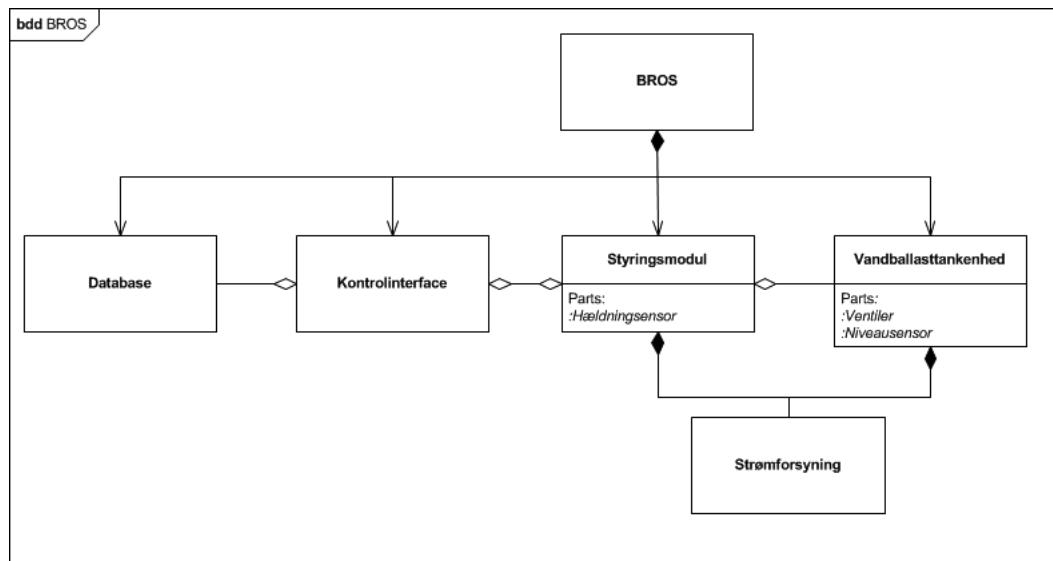
Hvis programmet er nyopstartet, vil beskeden få styringsmodulet ud af "Afvent-stadiet" og til at aktivere automatisk hældningsregulering. Hvis programmet befinner sig i "Hældningsregulerings-stadiet" med reguleringstypen *manuel*, vil beskeden fra KI få styringsmodulet over i stadiet "Modtaget besked fra KI". SM besvarer beskeden med en aktiveringsbekræftigelse, og programmet returnerer derpå til "Hældningsregulering-stadiet - nu med reguleringstypen *automatisk*".

Dette var for Use Case 2. Der i state machinen beskrevet styringsmodulets opførelse i alle Use Case tilfælde.

Fra konceptuelle klasser til system

Næste trin er, at omdanne de konceptuelle klasser til et regulært system. Nogle konceptuelle klasser, kan grupperes, andre står for sig selv. Den fysiske opbygning af systemet, bliver så vist i et blokdefinitionsdiagram. Blokdefinitionsdiagrammet for systemet, kan ses i *figur 9.10*. Her ses det, at systemet ender ud med fire hovedblokke: Kontrolinterfacet,

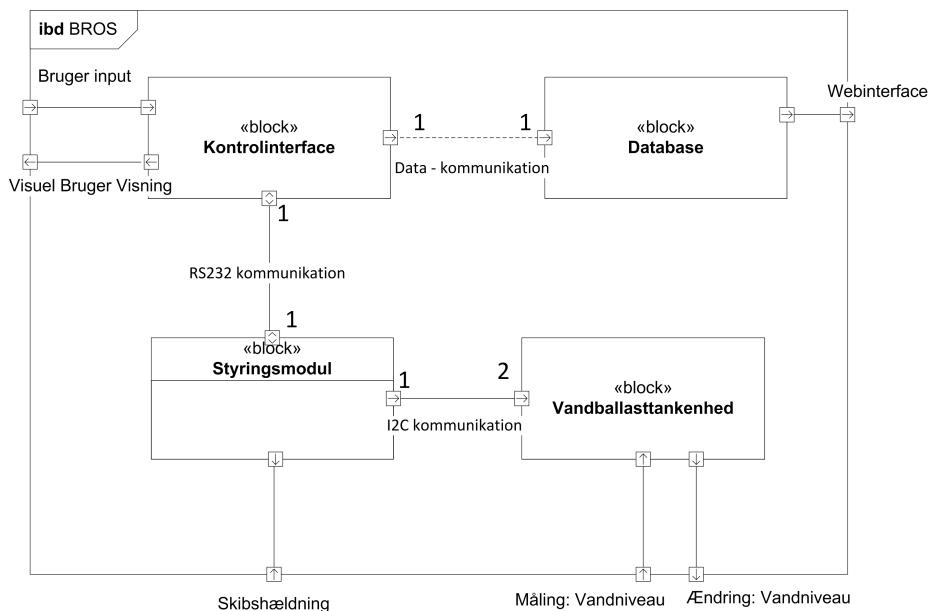
Styringsmodul, Vandballasttankenhed og Database. De konceptuelle klasser der ikke er endt som hovedblokke, er i stedet for blevet til underblokke af enten styringsmodulblokken eller vandballasttankenhedblokken.



Figur 9.10. Blokdefinitionsdiagram for systemet

Kommunikationsveje i systemet

Herefter er opgaven to-delt. Kommunikationsvejene skal kortlægges både internt mellem blokkene og for inputs og outputs af systemet. Begge dele gøres i et internt blokdiagram. Det interne blokdiagram for systemet kan ses i figur 9.11. Her angives det også hvor mange gange de enkelte blokke skal optræde i systemet.



Figur 9.11. Internt blokdiagram for systemet

Som det kan ses i figur anvendes der en række protokoller til kommunikation mellem systemets interne blokke. Disse protokoller skal defineres inden design og implementering af systemets blokke kan begynde.

Som eksempel vil der blive givet kommunikationsprotokollen mellem VBTE og Styringsmodulet som opskrevet i tabel 9.4 med de indstillinger angivet 9.3.

Forbindelsesindstillinger

Data Rate (kbps)	100
VBTE1-Adressse	2
VBTE2-Adresse	3
Bytes sendt	1

Tabel 9.3. Forbindelsesinstillinger I2C

Protokoloversigt

Navn	Værdi	Beskrivelse
VBTNIVEAU	5	Sendes når SM ønsker at aflæse vandstandsniveauet
TOPVENTIL	6	Sendes når VBTE skal åbne for topventilen (og dermed lukke for bundventilen)
BUNDVENTIL	7	Sendes når VBTE skal åbne for bundventilen (og dermed lukke for topventilen).
LUKVENTIL	8	Sendes når VBTE skal lukke for begge ventiler.

Tabel 9.4. Protokoloversigt for I2C

Systemet er nu opdelt i fysiske blokke. For hver blok er der angivet et state machine. Kommunikationsprotokollen imellem blokkene er beskrevet. Designfasen kan påbegynde.

9.5 Design og Implementering

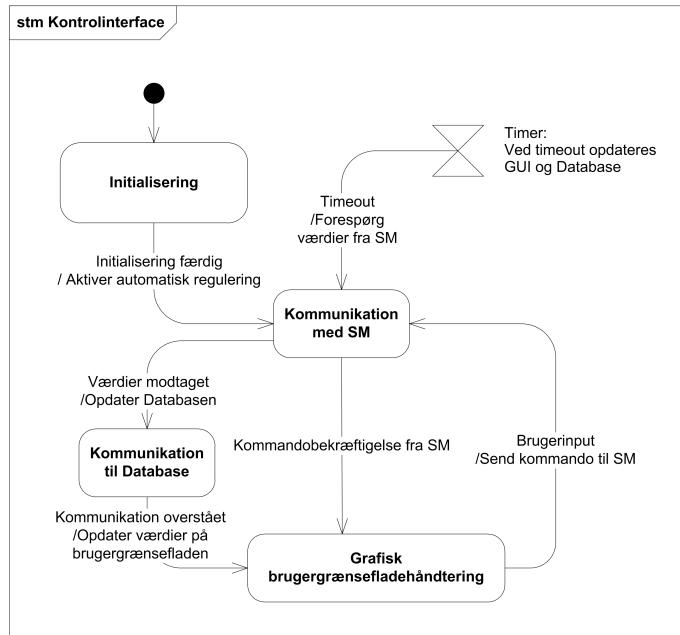
9.5.1 Kontrolinterfacet

I dette afsnit beskrives design og implementering af Kontrolinterfacet som lavet på baggrund af kravspecifikationen og systemarkitekturen.

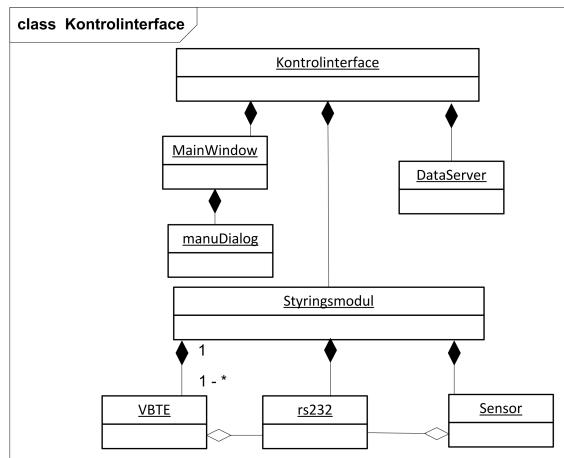
Opbygningen af Kontrolinterfacets design tager udgangspunkt i den state machine der er udarbejdet i systemarkitekturen, se figur 9.12

State machinen er god til at få en forståelse for programmet, men for at komme videre må den uddybes væsentligt. Det første trin i designfasen har derfor været at udarbejde en mere detaljeret state machine. Resultatet kan ses i Kontrolinterface-afsnittet i dokumentationsdokumentet for Detaljeret Software Design.

Det videre skridt er at udarbejde et klassediagram for programmet. Klassediagrammet er ligesom state machines først lavet i en simplificeret version og dernæst i en detaljeret. Det første kan ses på figur 9.13 med en beskrivelse af hver klasse i tabel 9.5.



Figur 9.12. Den simplificerede state machine for Kontrolinterfacet fra Systemarkitekturen



Figur 9.13. Det simple klassediagram for Kontrolinterfacet. Beskrivelse af hver klasse i tabel 9.5

Klassediagrammet på *figur 9.13* afspejler et program designet med forbillede i det samlede system. Dette er gjort for at trække på de løsninger der er fundet i forbindelse med det fulde system.

Det ses hvordan hovedklassen er Kontrolinterfacet. Alt andet oprettes enten direkte af Kontrolinterface-klassen eller af en klasse oprettet af samme. Kontrolinterfacet har kun kontakt til brugergrænsefladen (MainWindow), Styringsmodulet og DataServer. Kommunikationen mellem Kontrolinterface-klassen og Styringsmodul spejler den kommunikation der er imellem de fysiske blokke Kontrolinterface og Styringsmodul i det samlede system.

Det gælder for VBTE-, SM- og Sensor-klasserne at når der efterspørges en af de værdier, klassen har svaret for, så benyttes RS232-objektet til at fremskaffe disse værdier ved hjælp af den serielle kommunikationsprotokol.

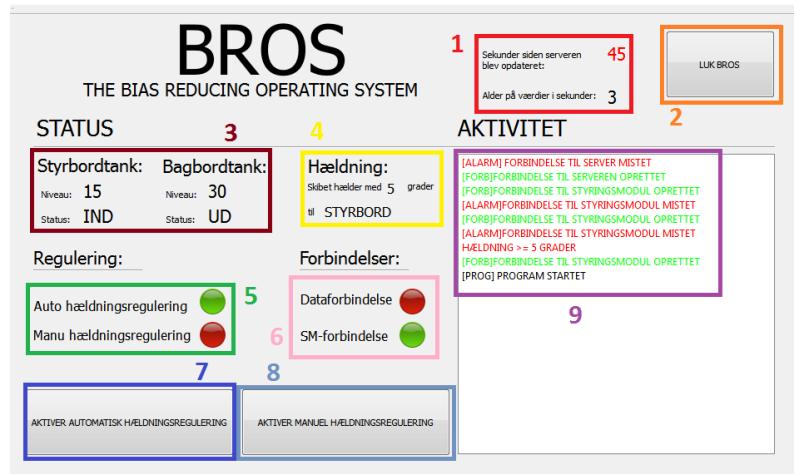
Kontrolinterfacets klasser

Kontrolinterface:	Programmets hovedklasse. Eksisterer for at rydde op i main-funktionen.
DataServer:	Står for alt TCP-kommunikationen med databasen. Oprettes af KI-klassen
Styringsmodul:	Oprettes af KI og opretter VBTE-, Sensor- og RS232klasserne.
Sensor:	Oprettes af SM og er ansvarlig for hældningsværdien.
VBTE:	Der eksisterer et VBTE-objekt for hvert fysisk VBTE-modul. Det er objektets ansvar at holde styr på værdierne for sit VBTE-modul.
RS232:	Objektet oprettes af SM-klassen og VBTE- og Sensorobjekterne har en delt association til den. Objektet har ansvaret for kommunikationen med det fysiske SM-modul. Objektet formidler sig på en protokol forstået den kommunikationsansvarlige kode på SM-modulet. Protokollen kan ses i dokumentet for det detaljerede softwaredesign.
MainWindow:	Oprettes af KI-klassen. Kontrollerer og overvåger den grafiske brugergrænseflade.
manudialog:	Oprettes af MainWindow og styrer den dialog, der fremkommer når man ønsker en manuel hældningsregulering.

Tabel 9.5. Kontrolinterfacets klasser

Grafisk brugergrænseflade

I denne sektion vil der kort blive gennemgået det vigtigste vindue i den grafiske brugergrænseflade; hovedvinduet. En gennemgang af de resterende vinduer vil kunne findes i Softwaredesign Appendix A: Kontrolinterface. På *figur 9.14* er hovedvinduet vist. Her er vinduets elementer indrammet. Herefter vil hovedvinduets elementer blive beskrevet.



Figur 9.14. På figuren ses hovedvinduet for Kontrolinterface-programmet

1: Forsinkelser i sekunder

Det øverste tal fortæller tiden i sekunder siden serveren sidst er blevet opdateret succesfuldt. Nedenunder udskrives tiden i sekunder siden værdierne i boks tre og fire er blevet opdateret.

2: Nedlukningsknap

Anvendes til at lukke programmet. Programmet åbner dialogen som kan ses i Designdokumentet, Appendix A.

3: Vandballasttankene

Her kan status for vandballasttankene aflæses. Niveauet er hvor fyldt tanken er angivet i procent. Hvis niveauet er over 70% skrives tallet med rødt. Status angiver vandets flow i tanken: IND/UD/LUKKET.

4: Hældningssensor

Værdien for hældningen af skibet angives i antal grader og i hvilken side skibet hælder.

5: Reguleringsstatus

Her angives hvorvidt automatisk eller manuel hældningsregulering er aktiveret. Der vil altid kun være en og kun en af disse aktiveret. Derfor vil der altid være en rød og en grøn indikator tændt. I dette eksempel er den automatisk hældningsregulering aktiveret.

6: Forbindelser

Indikerer hvorvidt der er forbindelse til Styringsmodulet og serveren. Dataforbindelse er rød hvis det ikke lykkedes at oprette forbindelse til serveren ved sidste forsøg. SM-forbindelse er rød hvis det ikke lykkedes at få de ventede svar fra Styringsmodulet. I denne situation er der forbindelse til styringsmodulet, men ikke serveren.

7: Automatisk reguleringsknap

Ved tryk på denne knap vil man komme til en dialog hvor man beder bekræfte at man ønsker at gå væk fra manuel hældningsregulering. Hvis automatisk regulering allerede er aktiveret vil man få dette af vide i en dialog. Dialogerne kan ses i Designdokumentet, Appendix A.

8: Manuel reguleringsknap

Bringer dig til en dialog hvori hældningen vælges fra 0.5 grader til 2.5 grader. Herefter vælges siden skibet skal hælde til. Dialogen kan ses i Designdokumentet, Appendix A.

9: Aktivitetslog

Her udskrives vigtige hændelser i programmet med farkekoder. I dette eksempel kan det ses hvordan alarmer skrives med rødt og oprettede forbindelser skrives med grønt.

9.5.2 VBTE

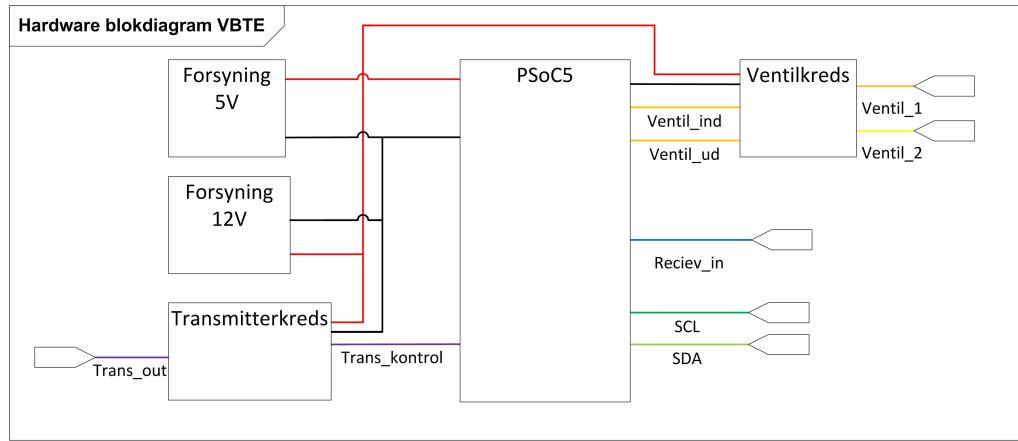
I dette afsnit beskrives design og implementering af VBTE for både software og hardware.

Hardware

Til VBTE'en er der blevet designet hardware til at styre de to ventiler samt den keramiske ultralydstrmitter og receiver. Hardware er blevet udfærdiget i to dele. Den ene er programmeret hardware på PSoC'en, den anden er hardware uden for PSoC'en. Hardware designprocessen til VBTE'en gik igennem 3 faser:

1. Overordnet design
2. Nedbrydning af blokke
3. Opbygning af design

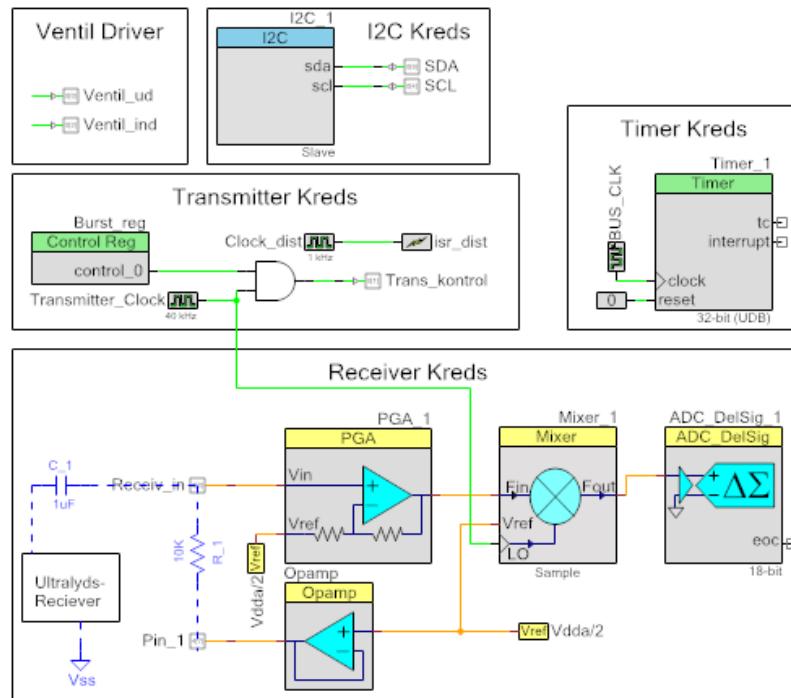
Gennem disse faser er designet blevet udfærdiget. Fremgangsmåden er anvendt for at overskueligtgøre systemet og lette arbejdet ved at dele systemet op i små dele. På *figur 9.15* ses det overordnede design af VBTE'en. Der vil i rapporten tages udgangspunkt i ventilkredsen samt receiverdriveren på PSoC'en.



Figur 9.15. Illustrering af overordnet design af hardware på VBTE.

Hardware på PSoC'en

Hardware opbygget på PSoC'en kunne uden problemer være blevet designet uden for PSoC'en, men PSoC miljøet gør det meget nemt at arbejde med mange forskellige elementer. Der vil i rapporten ligges vægt på transmitterkredsen samt receiverkredsen. På figur 9.16 ses hardware designet på PSoC'en.



Figur 9.16. Hardware på PSoC'en.

Transmitterkreds

Transmitterkredsen står for at sende burst samtidigt at time hvert burst. Dette opnåes med to clocks, en AND gate, en output pin samt et kontrol register. Transmitterclocken er indstillet til 40kHz da ultralydstransmitteren, ifølge databladet, opererer ved $40\text{ kHz} \pm 1\text{ kHz}$. Clocken er blevet målt på oscilloskop til 40,3 kHz. Burst kontrolregisteret er anvendt til at AND'e clocken ud på trans_kontrol pinden.

Clock_dist interruptrutinen sørger for at tælle en variabel op der anvendes i main til at kalde burst funktionen. Dette gøres for at lave et nonblocking delay så andet kan køres på PSoC'en mens et burst er sendt afsted og der afventes detektion.

Receiverkreds

Receiverkredsen modtager signalet fra ultralydsreceiveren og omsætter det til en detektion. Dette sker efter følgende opskrift:

Løfte signalet → Forstærkning → Mixning.

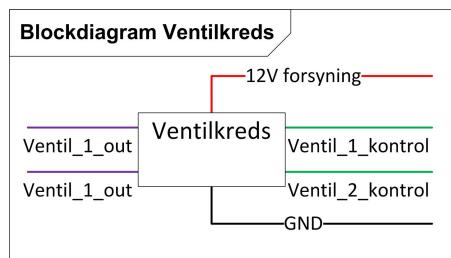
Signalet bliver løftet på til $\frac{V_{dda}}{2}$ fordi PSoC'en ikke kan arbejde med værdier under Vssa (GND). Dette gøres ved hjælp af en kondensator, en modstand og en spændingsfølger med $\frac{V_{dda}}{2}$ på det positive ben.

Efter signalet er løftet, bliver det forstærket op af en PGA. Den første forstærkning, fundet i teknologiundersøgelsen, viste sig at være for lav og forstærkningen blev justeret til 32. Problemet heri ligger at et meget klart signal vil kunne få systemet til at gå i mætning. Men dette ser ikke ud til at ske.

Herefter bliver signalet mixet med 40 kHz og filtreret. Efter mixeren giver det, stort set, en DC og summen af de to signaler. Filteret er indbygget i Delta-Sigma ADC'en og har en knækfrekvens ved $\frac{\text{Samplefrekvens}}{3}$. For at være sikker på at det meste af signalet er kommet over regnes der en opladningstid på filteret til 1/4 ms. Efter undersøgelser af signalet ind på ADC'en blev en spænding på 0,3 V valgt til at representere en detektion.

Hardware uden for PSoC'en

Uden for PSoC'en er der lavet 2 hardwareblokke (Ventilkreds og transmitterkreds). Disse har til ansvar at omsætte et kontrolsignal til en større spænding over de respektive enheder. Herunder vil der blive fokuseret på ventilkredsen.



Figur 9.17. Hardwareblok for ventil

Ventilkreds

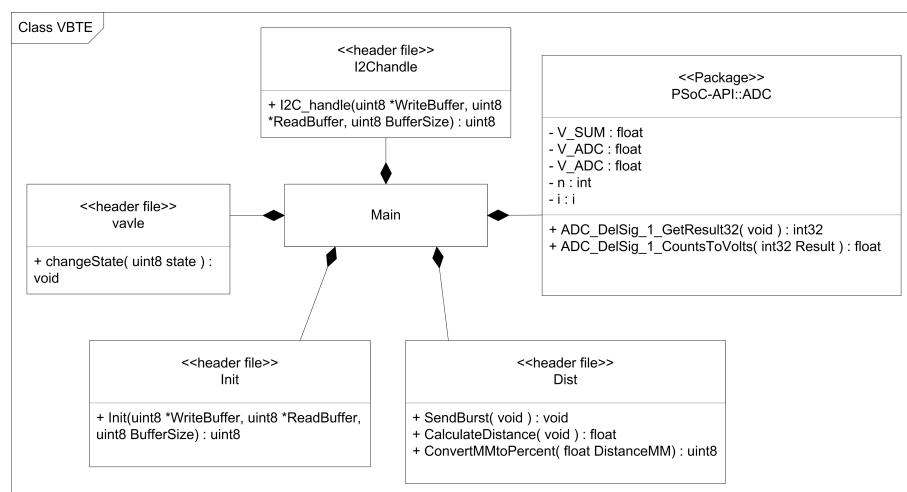
Ventilkredsen får to kontrolsignaler fra PSoC'en og disse skal styre de to ventiler. Ventilerne monteret på kredsen er fra Danfoss og er af modellerne EV210A-1.2 og EV210A-4.5. Disse

ventiler drives ved 12V 0.4A. Der er valgt en BD139 transistor til at forstærke signalet op. Denne har en forstærkning mellem 40 og 160 (aflæst fra databladet²). IO's på PSoC'en kan maksimalt trække en strøm på 4 mA og det vil i værste tilfælde ikke være nok til at trække ventilerne.

Der er derfor lavet en darlington kobling for at mindske belastningen af PSoC'en og for at sikre at der bliver lukket nok op for transistoren. Dette er gjort med en transistor af typen BC547. Transistorne er valgt ud fra pris og tilgængelighed. Der var først valgt en MOSFET IRLZ44n men denne var både for dyr og kunne klare en unødvendig stor effekt. Det smarte ved MOSFET'en er dog at den er spændingsstyret i forhold til de to andre transistorer.

Software

Softwareen til VBTE modulet er blevet designet til at kunne opfylde kravene i kravspecifikationen samt arkitekturen i systemarkitekturen. Den er blevet designet til at passe til hardwaren så den kan kontrollere de enkelte elementer. I designfasen er der blevet udfærdiget et klassediagram samt en statemachine over funktionaliteten. På *figur 9.18* ses klassediagrammet for VBTE modulets software.

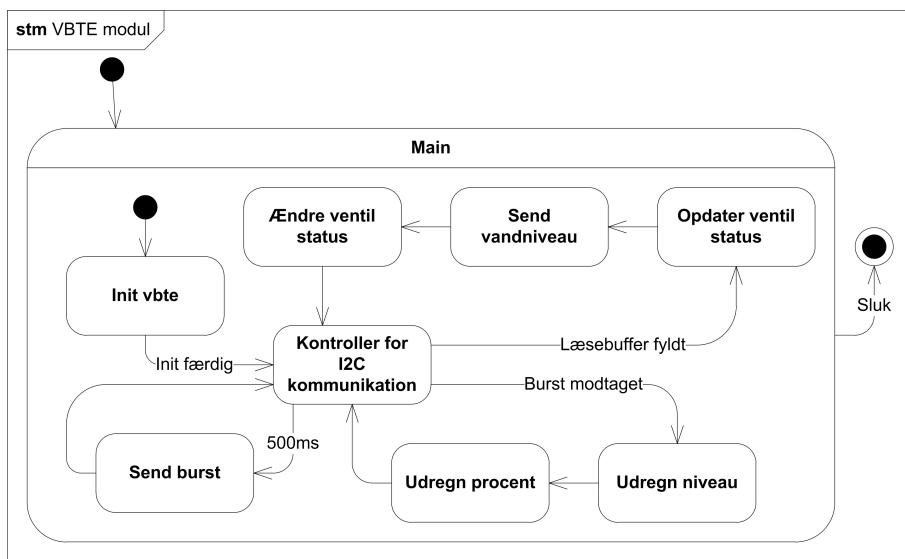


Figur 9.18. Klassediagram over VBTE

Selvom softwareen er skrevet i C er der lavet klasser for alle h-filer for at gøre systemet overskueligt. For detaljerede metodebeskrivelser henvises til detaljeret software design.

For at overskueligtgøre funktionaliteten af softwaren anvendes statemachinediagrammet. Dette viser de forskellige tilstade programmet til enhver til kan befinde sig i.

²Se bilag/BD139.pdf



Figur 9.19. Statemachine for VBTE software

De forskellige betingelser der skal til for at skifte tilstand vil herefter blive beskrevet. Som nævnt i hardware anvendes et interrupt til at lave et nonblocking delay på 500ms. Dette håndteres på VBTE'en i main ved hjælp af en if sætning der tjekker op på variablen fra interruptet.

Burst receiveder bliver opnået når flaget hertil bliver sat. Dette flag bliver sat inde i ADC'ens interruptroutine når den måler en værdi der indikerer at et burst er modtaget. Read complete betingelsen bliver kontrolleret inde i I2C_handle. Heri aflæses data fra SM og omsættes til et state for ventilerne. Herefter fyldes afstanden for tankene ind i readbufferen for I2C'en med henblik på at den sendes retur. Herefter ændres ventil tilstanden så den passer med den modtagede tilstand.

For yderligere detaljer om software for VBTE henvises til detaljeret design dokumentation.

9.5.3 SM

I dette afsnit beskrives design og implementering af SM modulet. SM modulet består af både software og hardware.

Hardware

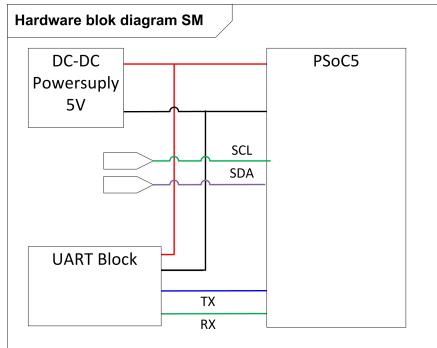
SM modulets hardware består af en konverteringskreds og en PSoC. På PSoC'en er monteret et Kionix KXSC7-2050 accelerometer. Konverteringskredsen anvendes til at sende UART signaler fra PSoC til en KI modulet. Accelerometerets x-akse anvendes til hældningsmålinger for hældningssensorblokken.

Designfasen til SM er delt op i 3 faser:

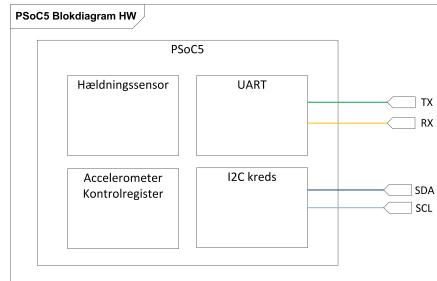
1. Overordnet design
2. Nedbrydning af blokke
3. Opbygning af design

Denne fremgangsmåde gør det muligt for en udefrakommende at følge med i processen og at kunne implementere modulet så det kan opfylde de krav der er opstillet. Ligeledes gør

fremgangsmåden det lettere at overskue flere løsninger til hvert problem. på *Figur 9.20* ses det Overordnede design og på *Figur 9.21* ses PSoC blokken i SM. Der bliver efterfølgende taget udgangspunkt i Hældningssensoren.

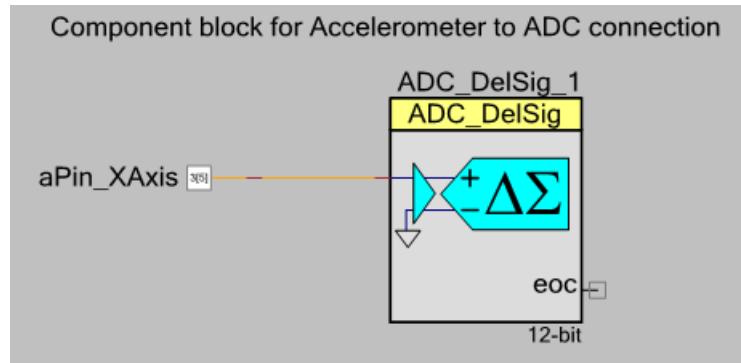


Figur 9.20. Hardware blok for SM



Figur 9.21. PSoC blok for SM

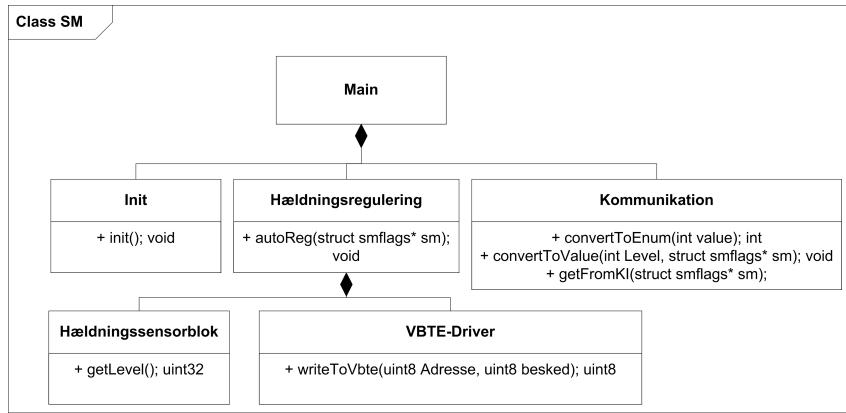
Hældningssensoren består af 2 komponenter: det førnævnte accelerometer samt en DelSig ADC internt i PSoC'en. Valget af accelerometer kommer af at have lavet en række prototyper der ikke mødte vores krav, hvilket accelerometeret i PSoC'en gjorde. Valget af ADC faldt på en DelSig da, den er meget støj immun grundet det indbyggede lavpas filter og har en høj oplosning. Valgte komponenter er illustret på *figur 9.22*. ADC konverterer det analoge signal fra, en pin forbundet til, accelerometer til en digital værdi der så senere bliver anvendt i softwaren. For ADC og accelerometerets opsætning se da afsnit 12.1.5 *Detaljeret hardware design* i Bilag.



Figur 9.22. Hældningssensorens implementering

Software

SM software behandler den konverterede data fra ADC'en samt kommunikation med VBTE og KI modulernerne. Sofwarens udvikling har fulgt de samme faser som hardwaren, hvilket har ført til letforståelig og læselig kode. Softwaren er illustreret på *figur 9.23*. Der vil efterfølgende blive taget udgangspunkt i et statemachine samt funktionen getFromKI.



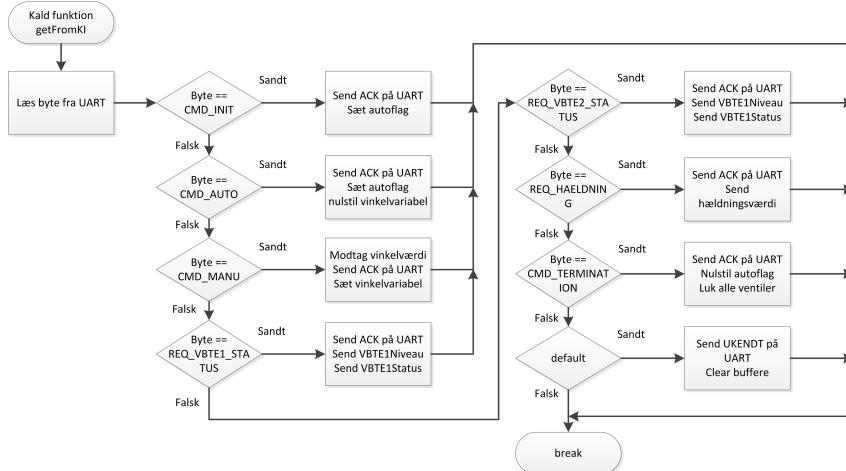
Figur 9.23. Klassediagram for SM

SM funktionalitet

Funktionalitet af SM kan bedst beskrives med et state diagram. På figur 9.9 ses state machine diagrammet for SM modulet. Diagrammet indeholder hældningsregulering state der beskriver den automatiske og manuelle regulering i systemet. Den automatiske regulering styres med et flag. Den manuelle styres med en værdi der bliver sat. Flaget bliver sat når SM opnår forbindelse med KI modulet i 'Afvent' statet. Flaget bliver nulstillet hvis KI sender besked til SM modulet om at det skal termineres, hvorefter SM går tilbage i 'Afvent' statet. Behandlingen af beskeder fra KI i 'Modtag besked fra KI' og 'Send svar til KI' states ses i følgende afsnit *getFromKI*.

getFromKI

Funktionen er bedst beskrevet med et flowdiagram:



Figur 9.24. Flowdiagram for funktionen getFromKI

Funktionen har til ansvar at kommunikere med KI efter de krav opsat i Kravspecifikation. Hver ACK er relateret til den besked, der er modtaget, så KI modulet ved hvilken besked, SM har modtaget. Dette sikre pålidelig overførsel da KI modulet har mulighed for at validere på overførslen. `getFromKI` bliver kaldt ca. hver andet sekund for at se om KI har

skrevet noget til bufferen. Hvis der ikke er noget i bufferen returnerer funktionen med det samme.

9.5.4 Strømforsyning

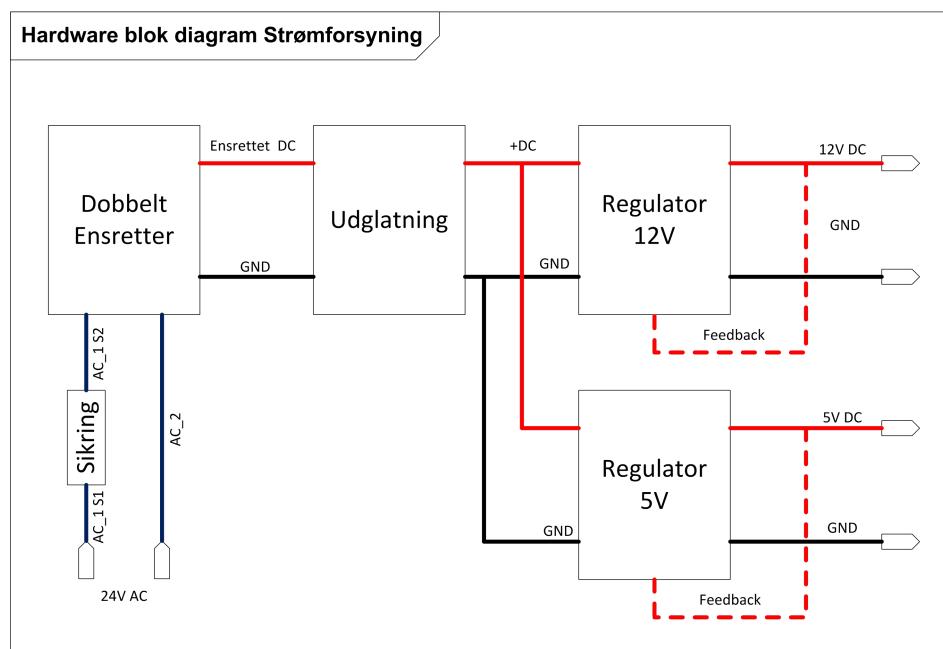
I dette afsnit beskrives design og implementering af strømforsyning. Strømforsyningen implementeres sammen med SM og VBTE.

Hardware

Strømforsyning er designet til at levere to forsyningsspændinger: **12VDC 1A** og **5VDC 0.5A** dette gøres fra en 24V AC forsyningskilde. For at gøre designet af strømforsyning mere overskuelig er designfasen delt op i 3 faser:

1. Overordnet design
2. Nedbrydning af blokke
3. Opbygning af design

Igennem de tre faser er designet af strømforsyning blevet udarbejdet, dette er gjort ved at have startet med et overordnet blokdiagram, hvor efter hver enkel blok er blevet beskrevet og designet. *figur 9.25* viser det overordnet blokdiagram af strømforsyningen.



Figur 9.25. Illustrering af overordnet blokdiagram af strømforsyningen.

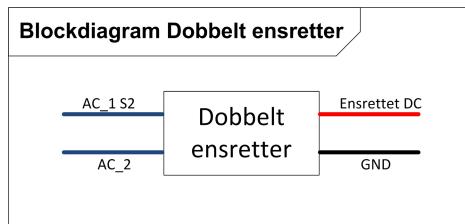
Beskrivelse af vitale hardware blokke

I dette afsnit vil der være en beskrivelse af de udvalgte blokke.

Dobbelt ensretter og udglatning

Da strømforsyningen for leveret strøm fra en AC spændingskilde, skal AC signalet ensrettes til DC, dette gøres med dobbelt ensretteren blokken og udglatningsenheten.

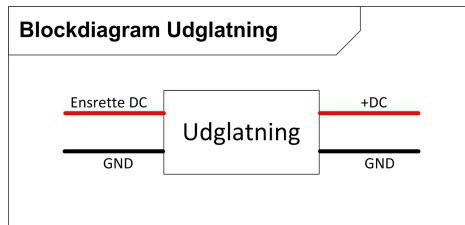
Dobbelt ensretter



Figur 9.26. Blok for dobbelt ensretter

Dobbeltensretteren er lavet som en diodebro bestående af 4 dioder, hvor to af dioderne samtidig vil være positive halvperioder på udgangen "ensrettet DC" med en spidsværdi på ca. indgangsspænding * $\sqrt{2}$

Udglatning

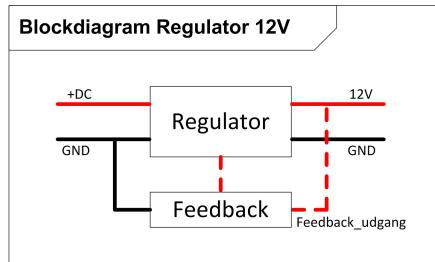
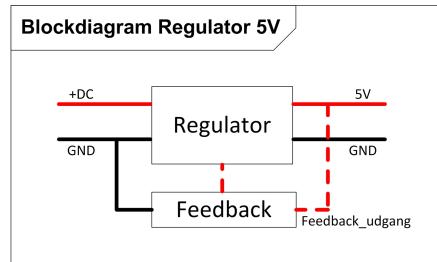


Figur 9.27. Blok for dobbelt ensretter

Udglatningen er en elektrolyt kondensator som oplades og aflades i forhold til de positive halvperioder, da kondensator kun når at aflade lidt for hver nedadgående periode, vil der være en jævn og stabil DC.

Regulator 12V og Regulator 5V

Da de enkle moduler bruger 12V og/eller 5V skal DC spændingen reguleres ned til det pasende niveau, dette gøres i blokkene regulator 12V og regulator 5V.

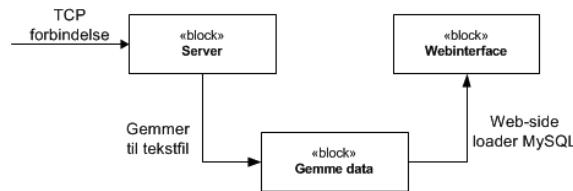
**Figur 9.28.** Blok for 12V regulator**Figur 9.29.** Blok for 5V regulator

For at regulatoren kan regulere spændingen ned til 12V og 5V, bruges et feedback fra udgangen, feedbacket er indstillet til 12V ved hjælp af to modstande.

9.5.5 Database

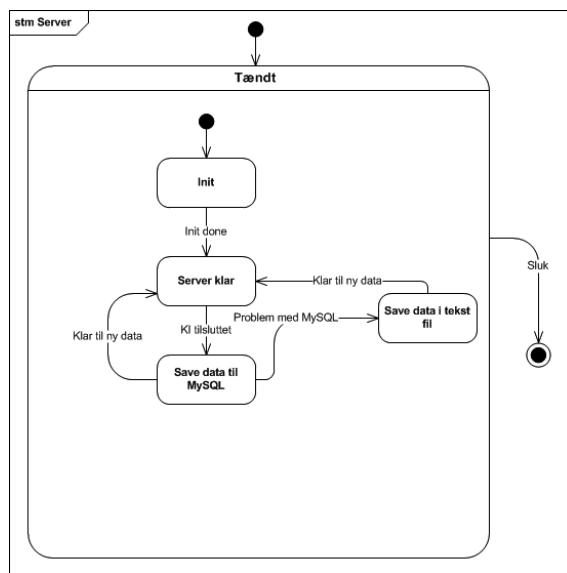
Denne section beskriver design og implementering af database delen som er lavet på baggrund af kravspecifikationen og systemarkitekturen.

Databasen er blevet opdelt i 2 dele som håndtere denne side. Databasen er opdelt i server og Webinterface.

**Figur 9.30.** Illustrere overordnet hvordan databasen fungerer

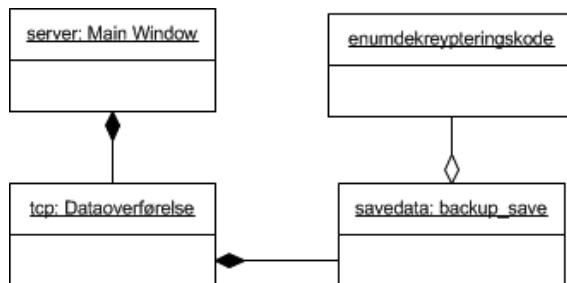
9.5.6 Serveren

Denne section beskriver design og implementering af serveren. Opbygningen af serveren er gjort sådan at hver element i serveren er implementeret som en klasse, hvilket er illustreret på *figur 9.32*. For forståelse af det program flow der sker på serveren er der udarbejdet en statemachine *figur 9.31* der hviser dette flow



Figur 9.31. Illustrere overordnet hvordan databasen fungere

Det gælder at når KI forsøger at kontakte databasen, tilsluttes denne via tcp som benytter sig af socket. Når tilslutningen er gjort kan der overføres data fra KI til databasen. Data bliver gemt i en tekst fil, der indlæses af Webinterface.



Figur 9.32. Overordnet illustration af serveren funktionalitet

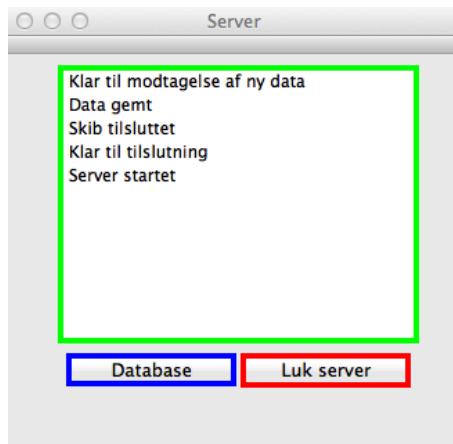
Serverens klasser

Server	Er hovedvinduet på serveren. Information til brugeren udskrives herfra og knapper er implementeret.
TCP forbindelse (tcp)	Oprettet en mulig tcp forbindelse hvor skibet kan tilslutte sig og overføre data.
Gemme data (savedata)	Gemmer data til en tekst fil.
De kryptering (enumDeKrypteringskode)	Dekryptere level fra sm så data bliver i grader

Tabel 9.6. Serverens klasser

Hovedvindue for serveren

Dette giver et kort billede på hvordan serverens funktion ser ud. Den fulde model kan ses i appendix Serverens GUI giver mulighed for at brugeren kan se at serveren køre og hvilke



Figur 9.33. Billed af serverens hovedvindue

kommandoer der er blevet udført. Fra serverens hovedmodul har brugeren mulighed for at vælge at åbne den web baserede database. Der er en mulighed for at lukke serveren. Denne er ment som en mulighed for at lukke serveren i tilfælde af fejl eller restart da det er meningen at serveren skal køre konstant. Serverens grafiske visning er ikke til brug for terminaloperatøren men ment for at man kan se at serveren køre i stedet for at få udskrifter i terminalen.

1: Info

Brugeren får her udskrevet beskeder om serveren. Brugeren kan se om KI har tilsluttet sig og om der er blevet overført data desuden vil fejl meddelelser blive udskrevet her. Dialog boksen er lavet sådan at den nyeste besked altid står øverst se 9.33.

2: Database

Anvendes til at lade brugeren tilgå den web baserede database. Efter log in og valg af skib kommer brugeren til databasen for skibet som ses i 9.35.

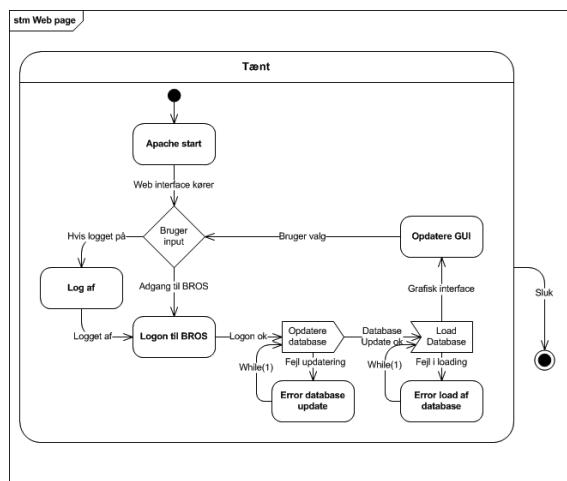
2: Luk serveren

Anvendes til at lukke programmet. Bruges til nedlukning

9.5.7 Webinterface

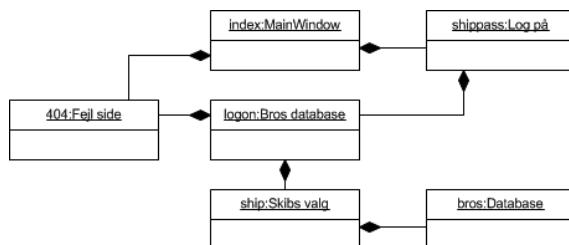
Denne section beskriver design og implementering af web siden.

Opbygningen af Webinterface er gjort i php hvor dette gav mening. Desuden er html og styles (css) blevet benyttet til at sikre ens stil på hele web siden og for simpelt at kunne veligeholdes. For at sikre mindst data transmision imellem computer og server er princippet i ajax blevet benyttet. Til at fremvise et grafisk program flow benyttes der en statemaschine *figur 9.34*



Figur 9.34. Illustrere overordnet hvordan databasen fungere

Når havneterminalen ønsker at se data om skibe der er opkoblet på BROS kan denne tilgå disse via den web baserede database. Når serveren køre kan brugeren tilgå databasen via knappen "Database" ellers kan denne tilgås via ip adressen dette giver mulighed for at tilgå siden via internet hvorved at behovet for adgangskode ved log in er nødvendig for at sikre data imod uautoriseret brug. Efter log ind på siden, kan brugeren vælge, hvilket skib der skal benyttes. Når skib er valgt kommer brugeren ind på den valgte database. Her kan brugeren se ID på skibet vandtilstand i ballast tanke, hældning og tid siden sidste opdatering (for nærmere se AppendixB). Webinterfacet checker hvert 5 secund om der er kommet ny data. Ved ny data vil et script sørge for at denne bliver gemt i MySQL databasen. Webinterfacet tilgår den angivne tabel i den angivne database. Til at håndtere wibinterfacet benyttes en apache server som er installeret på serveren. Apache serveren kan benyttes med de fleste operativ systemer.



Figur 9.35. Illustrere overordnet hvordan web-siden fungere

Webinterface beskrivelse

MainWindow (index)	Index loader shippas ind som er en form som håndtere adgangskoder. Dette er siden brugeren kommer til som det første. Brugeren skal taste sin adgangskode for at få adgang til databasen
Databasen (logon)	Denne side bliver kaldt efter at brugeren er logget på. Her vælger brugeren hvilket skib denne ønsker at få vidst data for.

Tabel 9.7. Web sidens opbygning

Skibs data i database

Et billed af hvordan data fremvises for brugeren. For de andre sider på websitet kan disse ses i appendix

The screenshot shows a web-based interface for a ship's database. At the top, there are buttons for 'Log af' (Logout) on the left and right, and the date 'December 2012' in the top-left corner. The title 'BROS' is displayed prominently. Below it, the text 'Webinterface' is visible. On the left, there is a green button labeled 'Log af'. In the center, a table titled 'Skibs data for Martha' is shown. A blue box highlights the header row of the table, which includes columns for 'ID på skib', 'Styrbord vandstand', 'Bagbord vandstand', 'Hældning i grader', and 'Skib tilsluttet'. The table contains several rows of data for the ship 'Martha', with the last row being 'TERMINATED'. The bottom of the interface features a footer with 'Log af' and 'BROS © 2012'.

ID på skib	Styrbord vandstand	Bagbord vandstand	Hældning i grader	Skib tilsluttet
TERMINATED				
Martha	2%	2%	1	5s
Martha	5%	2%	1	15s
Martha	2%	4%	2	5s
Martha	2%	2%	3	5s
Martha	2%	2%	2	5s
Martha	2%	2%	3	10s

Figur 9.36. Billed databasen BROS for skibet Martha

1: Skib er sidst opdateret

Brugeren kan se hvilket skib denne er inde på og hvornår databasen sidst er opdateret.

2: ID på skib

Skibets ID bliver vidst. Hvis at KI lukker tcp forbindelsen vil skibts ID skifte til "TERMINATED".

3: Styrbord vandtanksniveau

Der vises hvor meget vand der er i styrbord ballasttank.

4: Bagbord vandtanksniveau

Der vises hvor meget vand der er i bagbord ballasttank.

5: Hældning i grader

Der vises hvor mange grader sibet hælder i forhold til styrbord.

6: Skib tilsluttet

Der vise hvor lang tid i secunder der er gået fra overførelsen før til denne.

9.5.8 MySQL

Som database benyttes MySQL. Denne er en multitreading database som giver mulighed for at flere kan tilgå denne samtid. Det er et færdigt produkt der kan implementeres på de fleste styresystemer. Systemet giver mulighed for at oprette interne databaser med egne taballer til algring af data (se appendix for flere detaljer). MySQL giver desuden mulighed

for at man ved hjælp af php direkte på et website kan oprette databaser og tabeller. Dette betyder at når et nyt skib som ikke har været koblet til systemet før tilkobler serveren. Kan serveren som normalt oprette en fil med dennes data. Når et website med dette implementeret loader filen kan denne se på om dette skib allerede findes, gør det ikke kan den oprette en intern database med tabeller til lagring af data og derefter gemme den nye data. Dette benyttes ikke i denne prototype men systemet er klargjort til det med få ændringer.

9.6 Resultater

I dette afsnit samles der op på resultaterne gruppen har opnået gennem projektforløbet. Her vil der blive beskrevet resultater for de enkelte moduler gruppen har implementeret. Til sidst bliver der knyttet en kommentar til det samlede resultat. Der vil i afsnittet blive henvist til testresultater dokumenteret i hhv. "Enhedstest", "Integrationstest" og "Accepttest".

9.6.1 KI

Kontrolinterfacet er fuldt implementeret og har opfyldt alle enhedstests for modulet. TCP- og UART-kommunikationen er udviklet i Qt med API'er specifikke for Qt. Der er dog flere steder hvor der godt kunne ske forbedringer (*se afsnit 11*). Slutresultatet er et tilfredsstilende resultatet med tanke på at arbejdsbyrden er løftet som en enkeltmandsopgave.

9.6.2 Database og webinterface

Database og Webinterfacet er fuldt implementeret. I database modulet er serveren fuldt kørende og har en stabil forbindelse med KI via TCP. Serveren er i stand til at gemme alle data til en tekstfil men at gemme direkte til MySQL databasen blev aldrig implementeret da der opstod problemer med MySQL driver og header.

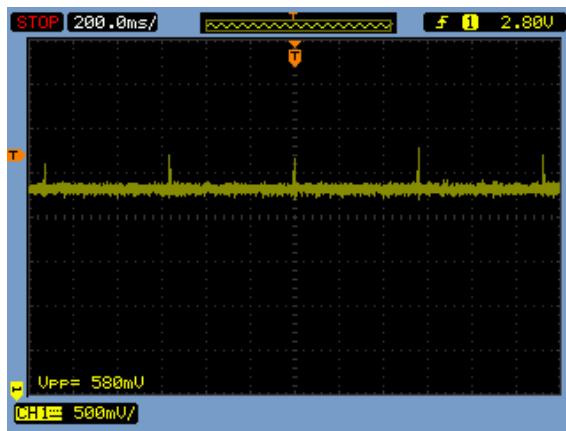
Webinterfacet er fuldt implementeret og ved opstart af webinterfacet fungere bruger adgangskoden korrekt med undtagelse af fejl adgangskode bliver brugeren ikke bedt om at taste nyt password men får blot en blank side, men selve data er sikret. Ved korrekt adgangskode får brugeren mulighed for at vælge skib og få dennes data frem. Ved indlæsning af data siden bliver tekstfilen som serveren genererer hentet. Data bliver taget ud fra den og gemt i MySQL databasen og filen slettet. Alle data bliver hentet fra MySQL databasen med de nyeste øverst. Siden checker hvert 5 sekund om der er ny data. Hvis der ikke er ny data foretages der intet.

9.6.3 SM

SM modulet er fuldt implementeret, men ikke finjusteret. Forbindelsen til KI er fuldt funktionel. Forbindelsen til VBTE virker 95% af tiden. Automatisk hældningsregulering er implementeret, men da niveaumålinger ikke modtages fra VBTE modulet er det ikke muligt at tømme tankene inden vi fylder i den anden tank. Prototypen er modulet er monteret med 7 LED's der bruges til fejlfinding. Prototypen er også lagt ud på print med indeholdende levelkonvertering og I2C pull-up modstande.

9.6.4 VBTE

VBTE modulet nåede aldrig at komme til at fungere optimalt. Efter at have implementeret ultralydsafstandsensoren og undersøgt/tweaket på parametrene viste det sig at det ikke fungerede ret godt over særligt lange afstande (i hvert fald i dette design). Dette kan skyldes at der blev anvendt for lav en spænding over transduceren eller at der skulle filtreres på det modtagede signal så det kunne forstærkes mere op. Under kontrollerede forhold i laboratoriet lykkedes det at få flotte detektioner på ultralydsafstandssensoren som kan ses på *figur 9.37*.



Figur 9.37. Detektioner af ultralydsafstandssensoren med faste intervaller.

Derudover virkede I2C delen, dog med fejl på data i nogle transmissioner. Det vides ikke om det er et normalt problem ved I2C eller om det havde noget at gøre med vores system. Til sidst er der udlagt print til VBTE'en, en 2x16 LCD skærm til test samt dipswitches og knap til at skifte I2C adresse mens systemet kører.

9.6.5 Strømforsyning

Strømforsyning er fuldt implementeret, i testen er der blevet brugt effekt modstande som lod, en labitoriestrømforsyning og et voltmeter. Enhedstesten er blevet godkendt. Vitale dele på strømforsyningen bliver dog noget varme ved fuld load på udgangen, men da det med stor sandsynlighed sjælende vil ske, ses det ikke som et problem. Strømforsyningen er implementeret med SM og VBTE. Derudover er der udlagt et print med 12V og 5V forsyning.

9.6.6 Samlede resultat og vurdering af resultater

Til de samlede resultater har gruppen udarbejdet en tabel der viser hvordan test's er gået helt nede fra enhedstest til accepttest. For detaljer om de enkelte test henvises til "Enhedstest", "Integrationstest" og "Accepttest". Testresultaterne er opdelt i fire katagorier som angivet i tabellen :

Godkendt	Delvist godkendt	Ikke godkendt	Ikke testet
✓	✗	÷	◊

Tabel 9.8. Testgodkendelseskategorier

Test	Test case ID						
	1	2	3	4	5	6	7
Enhedstest software							
KI	✓	✓	✓	✓	✓		
Database	✓	✓	✓	✓	✓		
SM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
VBTE	✓	✓	✓	✓	✓		
Enhedstest hardware							
SM	✓	✓					
VBTE	✓	✓	✗				
Strømforsyning	✓	✓	✓				
Integrationstest							
Accepttest	✓	✗	✗	✓	✓	✓	

Tabel 9.9. Samlet tabel med alle resultater

Som tabellen illustrerer er der blevet implementeret en masse funktionaliteter som er blevet godkendt gennem enhedstest. Dog var der problemer med afstandsmåling på VBTE og denne testcase kunne derfor kun delvist godkendes.

Integration af systemets enheder er blevet godkendt.

Grundet problemer med afstandsmåling på VBTE kan Accepttest case 2 og 3 blive mere end delvist godkendt.

9.7 Opnåede erfaringer

9.7.1 Gruppen

Det har været rigtig interessant at skulle samarbejde fem personer fra fire forskellige sammentømrede grupper. Fordi gruppen er ny har vi skulle finde en fælles måde at gøre tingene på. De gamle metoder er blevet sammenholdt og forskellene har givet anledning til spørgsmål; spørgsmål der ikke tidligere er blevet stillet. Diskussionerne det har medført har været mange, lange, og til tider frustrerende, men ens for dem er at de har været utrolig lærerige. De diskussioner har medført at gruppens forståelse af udviklingsprocessen samt hvad der er vigtigt når man strukturer et produkt, har rykket sig væsentlig mere end det har gjort sig gældende på de foregående semestre - og det uanset hvilken gruppe man tidligere har været i.

Gruppen er blevet udfordret på kommunikationen internt. Alle har skullet vænne sig til hvordan de nye gruppemedlemmer arbejder, hvad deres forcer er og ikke mindst hvad deres svagheder er.

I udviklingsforløbet er systemets moduler blevet delt op i ansvarsområder. Gruppen har

erfaret at dette er en force, da det sikrer et tilhørelsesforhold og dermed også et ansvar for hver enkelt moduls opgaver blev udført.

9.7.2 Agile udviklingsmetoder

Gruppen har gennem dette projekt forløb fået en bedre forståelse for iterationer og hvordan dokumentation holdes opdateret efter behov. Endvidere har gruppen erfaret vigtigheden i omstilling og muligheden for arbejde iterativt.

Gruppen har arbejdet med faserne i projekt og har opnået en bedre forståelse for vigtigheden af faser og iterationer. Især kravspecifikation og systemarkitektur er igennem iterationer blevet forbedret, hvilket efterfølgende har gjort implementering og tests lettere at håndtere og gennemføre.

9.7.3 Udvikling af nye Komponenter

Gennem udvikling af projektet har gruppen erfaret, at udviklingen af nye moduler kan være så tidskrævende at det ofte kan svare sig at købe færdiglavede komponenter og inkorporere dem i systemet for at sikre en overordnet funktion. Udviklingstiden for et modul vurderes ud fra teknologiundersøgelsen og da gruppen ikke har prøvet at lave et komponent helt fra bunden er dette en ny erfaring. Derudover kan der spares betydelig tid og købte produkter kan bidrage til et pålideligt system da disse komponenter er langt mere gennemtestede end hvad vi overhovedet kan nå.

9.7.4 Test

Fra tidligere projekter har gruppen tænkt tests som noget der bare skulle laves. Dette har medført et ambivalent forhold til test. I dette projekt har gruppen erfaret at test er med til at fremhæve mulige forbedringer af den implementering, der er udført. Testresultater medtages i den iterative designprocedure, med henblik på at forbedre det testede modul. Denne erfaring har ført til mere tilfredstillende prototyper igennem projektforløbet.

9.7.5 Værktøjer

SVN har været anvendt igennem projektet med stor succes. Det har gjort arbejdet nemmere når der skulle skrives dokumentation og rapport. Derudover har gruppen eksperimentet med at anvende latex til at skrive rapport og dokumentation.

9.8 Udviklingsværktøjer

I projektet er der værktøjer både i forbindelse med hardware og software design samt dokumentation og rapport.

- Multisim 11.0
- PSoC Creator 2.1
- Qt creator 4.8.1 og 5-beta
- Microsoft Visio
- Notepad++

- Mathcad
- Google Docs
- Google Code
- Texmaker
- TortoiseSVN 1.7.10
- Dropbox
- TextWrangler

Konklusion 10

10.0.1 Bulletpoints til Konklusion

Gruppen ser i slutningen af semesteret tilbage på et godt projektforløb.

Forløbet har givet en væsentlig forbedring af forståelsen for udviklingsprocessen. Både forståelsen af faserne og deres sampspil er blevet udbygget. På den front må projektet siges at have været meget succesfuldt.

Gruppen har i accepttesten bevist, at den har formået at implementere langt størstedelen af den ønskede funktionalitet. At hele accepttesten ikke har kunnet godkendes skyldes problemer med afstandsmålingen, der ellers opererede godt under kontrollerede forhold. Derfor må implementeringen siges at være delvist succesfuld.

Gruppen havde i starten en udfordring i at være sammensat af fem personer fra fire forskellige grupper. Denne udfordring blev vendt til en fordel, da gruppen begyndte at udnytte, at den anskuede udfordringer med fire forskellige erfaringssæt. Dette har i høj grad bidraget til læringsprocessen, og samarbejdet må dermed konkluderes at have været succesfuldt.

Forbedringer til systemet 11

I dette afsnit samles op på det endelige system og der diskuteres forbedringer til systemet. Der diskutes ikke udvidelser men reelle forbedringer til det dokumenterede system. Afsnittet er delt op i fire punkter "Sikkerhed", "Optimering af overførsel af data", "Effektivitet" og "Prototype".

- Sikkerhed

Før systemet skulle implementeres mere er der meget sikkerhed der skal tages til overvejelse. Visse scenarier vil få katastrofale konsekvenser hvis systemet kom ud på et stort skib. Forsvandt forbindelsen mellem SM og VBTE mens en VBTE er ved at fylde i en tank vil dennes tilstand ikke blive ændret og VBTE'en vil blive ved med at fylde vand ind til der ikke kunne være mere og skibet ville kæntre. Forhåbentligt ville SM og den anden VBTE, hvis der stadig var forbindelse der, kunne oprette holde vatter for skibet ved at fylde denne tank også. Men forsvandt SM fuldstændigt kunne det gå helt galt.

Her kunne indføres timere på hver VBTE til at lukke for ventilerne hvis der ikke blev opdateret tilstand i en hvis tidsperiode. En slags watchdog.

- Optimering af overførsel af data

Sådan som systemet lige nu håndterer data bliver der udskrevet til brugeren at forbindelsen er mistet til SM hvis der bliver svaret med forkert data til KI. Dette kan optimeres ved at forsøge flere gange hvis det rigtige svar ikke kommer tilbage.

Derudover er der ikke nogen tjek af data mellem SM og VBTE. Den eneste sikring indført her er at ventilerne bliver lukket hvis der bliver modtaget data uden for protokollen. Man kunne indføre at VBTE svarer tilbage med hvad den har sat sig til og herefter sender niveauet tilbage.

- Effektivitet

Systemet tømmer/fylder kun en tank af gangen som implementeringen er sket. Dette kunne optimeres på flere måder. Den ene er mere intelligent software på SM. Den anden, og mere interessante, kunne være at helt udelade SM og have en hældningsmåler på hver VBTE. VBTE vil derfor reagere selvstændigt på hældningen resulterende i at der både bliver tømt og fyldt på samme tid i hver sin side. Problemet med dette bliver så kontakt til KI og der skal laves væsentlige ændringer i hele struktureringen af systemet.

Til effektivitet kan også nævnes at manuel vinkling også manuelt skal sættes tilbage igen.

Dette kunne håndteres ved hjælp af SM. Hvis det var nødvendigt med manuel hældning ville man også kunne antage at systemet ville ramme tilbage i vatter i takt med den store lastning. Dermed burde SM aktivere automatik igen når den når vatter. Desuden kunne et check på om Databasen har modtaget data fra KI sikre at Havneterminalen opdager en mulig fejl.

- Prototype

Der er i projektet anvendt ventiler til at styre in/out-flow af vand til tankene. Dette er anvendt pga. tilgængelighed. Dette vil ikke fungere på et skib og det gør også reguleringen på vores prototype langsomere. Det vil derfor være mere optimalt og korrekt at anvende pumper til systemet.

Referencer 12

12.1 Artefakter

12.1.1 Kravspecifikation

Kravspecifikationsdokumentet er udarbejdet i begyndelsen af projektet og omfatter beskrivelse af Use Cases, ikke funktionelle krav samt kvalitetsfaktorer. Den fuldstændige kravspecifikation kan ses i bilag. (Kravspecifikation.pdf)

12.1.2 Accepttestspezifikation

Accepttestspezifikationsdokumentet beskriver de tests der skal laves for at undersøge om de ønskede krav er opfyldt. Den fuldstændige accepttestspezifikation kan ses i bilag (Accepttest.pdf).

12.1.3 Systemarkitektur

Systemarkitektur dokumentet beskriver systemets HW/SW opbygning og grænseflader. Den fuldstændige systemarkitektur kan ses i bilag (Systemarkitektur.pdf).

12.1.4 Integrationstestspezifikation

Integrationstestspezifikation beskriver de test der skal laves for at undersøge hvorledes de forskellige komponenter kan kommunikere. Den fuldstændige Integrationstest kan ses i bilag (Integrationstest.pdf).

12.1.5 Detaljeret design

Det detaljerede design dokument beskriver hvordan HW/SW er designet og hvordan systemets komponenter fungerer. Det fuldstændige Detaljeret design dokument kan ses i bilag (Detaljeret Hardware design.pdf og Detaljeret Software design.pdf).

12.1.6 Enhedstestspezifikation

Enhedstestspezifikation beskriver de tests der skal laves for at undersøge om de forskellige stubbe af systemet fungere hensigtsmæssigt. Den fuldstændige enhedstestspezifikation kan ses i bilag (Enhedstest.pdf).

12.2 Hjemmesider

http://www.docs.google.com
http://office.microsoft.com/en-us/visio/
http://www.maplesoft.com/
http://www.ni.com/multisim/
http://kurser.ih.a.dk/eit/eit-lab/lagerliste.htm
https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=26449
http://www.apache.org/
http://www.mysql.com/

12.3 Liste over bilag på CD

Komponentliste.pdf
Scrum P4G3.xlsx

12.3.1 Logbøger

LogdJohnny.pdf
Lundslogbog.pdf
Micklogbog.pdf
NicolaiGludlogbog.pdf
RoesenLogbog.pdf

12.3.2 Kode

KI

hest

SM

Haeldningsregulering.c.pdf
Haeldningsregulering.h.pdf
Haeldningssensorblok.c.pdf
Haeldningssensorblok.h.pdf
Init.c.pdf
Init.h.pdf
Kommunikation.c.pdf
Kommunikation.h.pdf
komnavn.h.pdf
main.c.pdf
protokolenum.h.pdf
smflags.h.pdf
VBTE-Driver.c.pdf

VBTE-Driver.h.pdf
sm.rar (PSoC Creator 2.1 Projekt i et rar arkiv)

VBTE

ADC_DelSig_1_INT.c
Change_I2C_ADD.c
dist.c
dist.h
I2Chandle.c
I2Chandle.h
init.c
init.h
isr_dist.c
main.c
valve.c
valve.h
VBTE.rar (PSoC Creator 2.1 Projekt i et rar arkiv)

Databasen

Server

enumdekrypteringskode.cpp
enumdekrypteringskode.h
main.cpp
protokulenum.h
savedata.h
savedata.cpp
server.h
Server.pro
server.ui
tcp.cpp
tcp.h
update.h

Webinterface

404.php
bros.php
godkend.php
index.php
logon.php
mysql.php
pass_form.php

ship.php
shippas.php
style.css
bg_body.jpg
header.jpg
mnu_bottomshadow.gif
mnu_topshadow.gif

12.3.3 Dokumentation

Accepttest.pdf
Arkitektur.pdf
Detaljeret_hardware_design.pdf
Detaljeret_software_design.pdf
Enhedstest.pdf
Integrationstest.pdf
Kravspecifikation.pdf

12.3.4 Datablade

Datablad:	Type:
CY8C55	PSoC5
KXSC7-2050	Accelerometer
ST3232cn	Level konverter
BD139	Transistor
BC547	Transistor
400SRT 160	Ultralydstransmitter og receiver
Ventil	Ventil til ventilspolen
Ventilspole	Ventilspole der driver ventilen
LM317	Spændingsregulator
kbl04	Diodebro

12.3.5 Billeder

Hvis vi har billeder af vores produkt!

12.3.6 Jura

Gruppen har inden start lavet en grundig undersøgelse af de juridiske problemstillinger som opstår i forbindelse med et projekt som BROS. De vigtigste dele er blevet vedlagt i bilag Jura.