

Bacheloroppgave

IE303612 - Bacheloroppgave

**Posisjons- og avstandsmåling med ett enkelt kamera
for maritime løfteoperasjoner**

Kandidatnummere: 1836, 1841

Totalt antall sider inkludert forsiden: 76

Innlevert Ålesund,

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	<p>Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.</p>	<input type="checkbox"/>
2.	<p>Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen:</p> <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input type="checkbox"/>
3.	<p>Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§30 og 31.</p>	<input type="checkbox"/>

4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §30	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Siebe Van Albada, Fillipo Sanfillipo

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiÅ med forfatter(ne)s godkjenning.

Opgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Ålesund en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering: ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)? ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over? ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet? ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 28.05.2015

Forord

Denne rapporten er en beskrivelse av den avsluttende bacheloroppgaven ved studiet automatiseringsteknikk ved Høgskolen i Ålesund. Oppgaven er gitt av Rolls Royce Marine, og omhandler bruk av ett kamera for posisjons- og avstandsmåling.

Prosessen med å utføre og skrive rapport om dette prosjektet har vært lærerik på mange områder. Prosjektet har gitt gruppen muligheter til å ta i bruk erfaringer og metoder lært fra tidligere fag ved Høgskolen i Ålesund, da særlig bildeanalyse, matematikk og bruk av verktøyet Matlab.

Gruppen ønsker å gi en stor takk til veilederne Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo. De har vist stor interesse for oppgaven, og har vært lette å spørre om hjelp til ulike utfordringer underveis. Gruppen vil også takke oppdragsgiver Rolls Royce Marine for en spennende og utfordrende oppgave, og spesielt Dag Sverre Grønmyr, for godt samarbeid og nyttige tips underveis.

Sammendrag

Denne rapporten beskriver den avsluttende bacheloroppgaven i studiet automatiseringsteknikk ved Høgskolen i Ålesund.

Oppgaven er gitt av Rolls Royce Marine (RRM) ved Norsk Maritimt Kompetansesenter (NMK) i Ålesund. Rolls Royce Marine ønsker å lære mer om alternative sensorer for hiv-kompensering av offshorekraner for lasting og lossing av forsyningskip. Dette ved bruk av målinger fra skipets Motion Reference Unit (MRU) og/eller med ett kamera i kranbommen. Vanskeligheten rundt lasting og lossing av forsyningskip gjør at det er et stort marked for en metode som aktivt hiv-kompenserer plattformkraner.

I denne rapporten er fokuset rettet på muligheten for å måle posisjonen og avstanden til et plan med ett enkelt kamera. For å bestemme avstanden til et plan ved hjelp av bare ett kamera så må noe informasjon om planet være kjent, denne informasjonsmangelen løses ved at kjente punkt markeres på planet.

Det ble laget et program i Matlab som ble brukt for å utføre en rekke tester av metoden. Mesteparten av testene ble simulerte i modelleringsprogrammet Blender for enkelt og raskt kunne sette opp ulike tester. Det ble også utført tester på lab med virkelige kamera for å verifisere kvalitet på metoden.

Resultatene fra testene viser at det er mulig å måle posisjon og avstand til et plan med ett enkelt kamera, med en nøyaktighet på centimeternivå.

Konklusjonen er at denne metoden kan videreutvikles for anvendelse i maritime løfteoperasjoner. Spesielt med tanke på videre arbeid for tilførelse av et punkt på kroken, slik at man får full informasjon om posisjonen til lasten i forhold til planet.

Innhold

TERMINOLOGI.....	1
Begreper	1
Notasjon	1
Forkortelser	1
1 INNLEDNING.....	2
1.1 Bacheloroppgaven	2
1.2 Bakgrunn	2
1.3 Lasting og lossing ved plattform	2
1.4 Problemstillingen.....	3
1.5 Fremgangsmåte og oppbygning	4
2 TEORETISK GRUNNLAG.....	5
2.1 Bevegelses- og avstandsmåling.....	5
2.2 Frihetsgrader Skip	6
2.3 Hiv-kompensering	6
Generelt	6
Anvendelse.....	6
2.4 Kameraparametere og kameramodeller.....	8
2.4.1 Synsvinkelen til et kamera	8
2.4.2 Fortegning	9
2.4.3 Bildeforskyvning.....	10
2.4.4 Bildets midtpunkt.....	10
2.4.5 Hullkameramodell.....	11
2.4.6 Infrarødt kamera.....	11
2.4.7 Synligheten av objekter i et bilde.....	12
2.5 Bildebehandling.....	12
2.5.1 Digitale bilder.....	12
2.5.2 Bildebehandlingsmetoder.....	13
2.5.3 Kamerakalibrering.....	14
2.6 Programvare	14
2.6.1 Matlab	14
2.6.2 Blender	15
2.6.3 Codesys	15
2.6.4 Python	15

2.6.5	GanttProject.....	15
3	MATERIALER	16
3.1	Testplattform	16
3.2	Kamera	17
3.3	Annet utstyr	17
4	Metode.....	18
4.1	Prosjektorganisasjon.....	18
4.2	Planlegging	18
4.3	Bildebehandling.....	19
4.3.1	Kamerakalibrering.....	19
4.3.2	Beregning av normalisert projeksjonsvektor	20
4.4	Framgangsmåte for testing av programmet.....	20
5	RESULTATER.....	21
5.1	Algoritmen for posisjons- og avstandsberegning	21
5.1.1	Forholdet mellom bildekoordinater og verdenskoordinater.....	22
5.1.2	Flere løsninger med bare tre punkter	24
5.2	Bildebehandling.....	26
5.2.1	Kamerakalibrering.....	26
5.2.2	Gjenkjenning og markering av punkter.....	27
5.2.3	Beregning av normalisert projeksjonsvektor	29
5.3	Testing for posisjons- og avstandsmålingen	30
5.3.1	Testprogrammet	30
5.3.2	Labeksperiment	31
5.3.3	Simulerte eksperiment.....	38
6	DRØFTING	47
6.1	Eksperiment.....	47
6.1.1	Labeksperiment	47
6.1.2	Simulerte eksperiment.....	48
6.1.3	Oppsummering av tester	50
6.2	Algoritmen for posisjons- og avstandsberegning	50
6.3	Bildebehandling.....	51
6.3.1	Kamerakalibrering.....	51
6.3.2	Gjenkjenning og markering av punkter.....	51
6.3.3	Beregning av normalisert projeksjonsvektor	52
6.4	Testprogrammet for posisjons- og avstandsmåling.....	52

6.5	Bruk av posisjons- og avstandsmåling til maritime løfteoperasjoner	53
6.5.1	Fordeler	53
6.5.2	Begrensninger og videre arbeid	53
6.6	Andre bruksområder	56
7	KONKLUSJON	57
8	Referanser	58
	VEDLEGG	61

Figurliste

Figur 2-1 Frihetsgrader. Figuren beskriver de 6 frihetsgradene til et skip.....	6
Figur 2-2 Lang brennvidde. Figuren illustrerer synsvinkelen til et kamera med lang brennvidde.....	8
Figur 2-3 Kort brennvidde. Figuren illustrerer synsvinkelen til et kamera med kort brennvidde.....	8
Figur 2-4 Fortegning. De 3 figurene viser eksempler på ingen fortegning, tønnefortegning og putefortegning.	9
Figur 2-5 Bildeforskyvning. Figuren viser et eksempel på forskyvningen i et bilde, hvor α viser vinkelen, py viser piksler i y-retning, og px viser piksler i x-retning.....	10
Figur 2-6 Hullkameramodell. Figuren viser et eksempel på en hullkameramodell. Hvor m er et objekt i rommet og q er det samme objektet fremstilt på bildeplanet.	11
Figur 3-1 Testplattform. Figuren viser den mekaniske konstruksjonen av testplattformen.	16
Figur 5-1 Illustrasjon av posisjons- og avstandsmåling for maritime løfteoperasjoner, med et kamera i kranbommen, og røde punkt markert på lastedekket til et forsyningskip.....	21
Figur 5-2 Illustrasjon av projeksjonslinjer mellom bildeplanet og det virkelige planet. Figuren viser projeksjonslinjene til punkt 1, 2 og 3 på planet. Her er bildeplanet illustrert fremmom linsemidtpunktet, men vil i virkligheten være bak linsemidtpunktet på kamerasensoren.	21
Figur 5-3 Illustrasjon av forholdet mellom bilde- og verdenskoordinater. Figuren viser en normalisert projeksjonsvektor y_1 , og dens forhold til objektet M . Dette forholdet er definert som Y_1/Z_1 , hvor Y_1 og Z_1 er y- og z-koordinatene til objektet M i kameraets koordinatsystem.	22
Figur 5-4 Flytskjema for likningsløseren til algoritmen for posisjons- og avstandsmåling. Figuren viser hvordan likningsløser går frem for å finne løsninger til likningen.	24
Figur 5-5 Rotasjonsmuligheter for trekant dannet ut fra punktene på planet. Figuren viser et symmetrisk tilfelle hvor trekanten har flere orienteringer og samtidig passer med projeksjonslinjene.	24

Figur 5-6 Illustrasjon av overlappende trekkanter. Figuren viser at en får 2 overlappende punkt og 2 ikke-overlappende punkt med tilføring av et 4. punkt.	25
Figur 5-7 Flytskjema for gjenkjenning av punkt. Denne figuren viser fremgangsmåten for gjenkjenningen av punkter.	27
Figur 5-8 Eksempelbilde fra lab gymsal med tilhørende pikselkoordinater. For beskrivelse av lab gymsal, se kapittel 5.3.2.	28
Figur 5-9 Normaliserte projeksjonsvektorer. Dette plottet viser de normaliserte projeksjonsvektorene til eksempelbildet vist i figur 5-8.	29
Figur 5-10 3D plott av projeksjonslinjene fra projeksjonsvektorene vist i figur 5-9.	29
Figur 5-11 Flytskjema for testprogrammet. Figuren viser oppbygningen til testprogrammet.	30
Figur 5-12 Eksempelbilde lab plattform 1. For beskrivelse av testplattformen, se kapittel 3.1.	32
Figur 5-13 Eksempelbilde lab plattform 2. For beskrivelse av testplattformen, se kapittel 3.1.	34
Figur 5-14 Oppsett for lab gymsal. Bildet viser oppsettet av kameraet og lasermåleren (til venstre), og et eksempelbilde av tavlen (til høyre).	36
Figur 5-15 Resultat fra lab gymsal, del 1. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.	37
Figur 5-16 Resultat fra avstandstesten, 150 - 300 m. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.	41
Figur 5-17 Resultat fra avstandstesten, 20 - 50 m. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.	42

Figur 5-18 Eksempelbilde av planet i den første serien til «test for antall piksler mellom punktene». Bildet viser et plan med størrelse 5 x 5 m tatt med en avstand 30 m fra kameraet, og hvor brennvidden til kameraet var satt til 25 mm.....	43
Figur 5-19 Eksempelbilde av planet i den siste serien til «test for antall piksler mellom punktene». Bildet viser et plan med størrelse 25 x25 m tatt med en avstand 30 m fra kameraet, og hvor brennvidden til kameraet var satt til 25 mm.....	43
Figur 5-20 Resultat av testen for antall piksler mellom punktene. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver størrelse av planet. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver størrelse av planet. Den nederste viser feilfordelingen til hver størrelse av planet. Hver størrelse av planet er representert med hver sin farge. Størrelse 1 representerer en virkelig størrelse planet lik 5 x 5, størrelse 2, 3, 4 og 5 representerer en størrelse på planet lik 2, 3, 4 og 5 ganger større en det første planet.	44
Figur 5-21 Resultat av testen for størrelse av punkter på planet. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver bildeserie. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver serie. Den nederste viser feilfordelingen til hver serie. Hver serie er representert med hver sin farge. Punktene i de 5 første seriene var samme størrelse som punktene i testen for antall piksler mellom punktene. De 4 siste testene var punktene 2 til 5 ganger større enn punktene i den 5. serien.....	45
Figur 5-22 Resultat for rekonstruksjonen Lab Gymsal. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge. ...	46

Tabelliste

Tabell 5-A Tabell for interne kameraparametere etter initialiseringen.....	26
Tabell 5-B Tabell for interne kameraparametere etter optimalisering, med usikkerheter. .	26
Tabell 5-C Resultat lab plattform 1. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra lab plattform 1. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i mm.....	32
Tabell 5-D Resultat lab plattform 2, del 1. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra del 1 til eksperimentet lab plattform 2. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i mm.	34
Tabell 5-E Resultat lab plattform 2, del 2. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra del 2 til eksperimentet lab plattform 2. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i grader.	35
Tabell 5-F Resultat fra lab gymsal, del 2. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra del 2 til eksperimentet lab gymsal. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i mm.	38

Formelliste

Formel I. Formel for fokallengde. Denne formelen beskriver den matematiske sammenhengen mellom fokallengden i pikslar og fokallengden i mm.....	9
Formel II Normalisert projeksjonsvektor. Formelen viser en normalisert projeksjonsvektor (x_n) slik den er definert av Bouguet, hvor X_c , Y_c og Z_c er objektets koordinater i kameraets koordinatsystem, x og y er projeksjonsvektorene i x - og y -retning i et plan med avstand 1 fra linsemidtpunktet til kameraet.	20
Formel III Normalisert projeksjonsvektorer for $i = 1, 2, 3$. Formelen viser normaliserte projeksjonsvektorer for punktene 1, 2 og 3, hvor X_i , Y_i og Z_i er punktenes koordinater i kameraets koordinatsystem, x_i og y_i er projeksjonsvektorene i x - og y -retning.....	22
Formel IV Avstandslikninger. Likningene beskriver avstanden mellom 3 punkt i rommet. Hvor L er avstanden mellom punktene og X , Y og Z er koordinatene til punktene i kameraets koordinatsystem.	22
Formel V. Kombinasjon av avstandslikningene (IV) og projeksjonslikningene (III) til punktene 1, 2 og 3.	23
Formel VI Z_1 og Z_3 uttrykt med bare Z_2 som ukjent variabel.....	23
Formel VII Den endelige likningen med bare Z_2 som ukjent variabel.....	23

TERMINOLOGI

Begreper

Jaging	Bevegelse langs x-akse
Tverrskips	Bevegelse langs y-akse
Hiv	Bevegelse langs z-akse
Slingring (roll)	Rotasjon om x-akse
Stamping (pitch)	Rotasjon om y-akse
Giring (yaw)	Rotasjon om z-akse
PSV	Lastebåt eller forsyningskip
Maskinsyn	Datamaskinen sin tolkning av rommet rundt ved hjelp av bilder

Notasjon

Fc	Brennvidde/Fokallengde i piksler
Cc	Bildets midtpunkt, i piksler: Principal point
Kc	Fortegning. Engelsk: Distortion
alpha_c	Bildeforskyvningskoeffisient, Engelsk: Skew

Forkortelser

PSV	Plattform Supply Vessel
MRU	Motion Reference Unit
FoV	Synsvinkel
IR	Infrarødt
DP	Dynamic Positioning
RRM	Rolls Royce Marine
NMK	Norsk Maritimt Kompetansesenter

1 INNLEDNING

1.1 Bacheloroppgaven

I faget automatiseringsteknikk ved Høgskolen i Ålesund skal det utføres en avsluttende bacheloroppgave. Oppgaven gir 20 studiepoeng og utgjør 2/3 av siste semester på den 3-årige bachelorgraden. Bacheloroppgaven startet med et forprosjekt som ble gitt som en mappeoppgave i faget ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling. Forprosjektet er en plan for hvordan arbeidet videre med bacheloroppgaven vil bli utført, spesielt med vekt på organisering og planlegging (se vedlegg 1.). Bacheloroppgaven skal gi en mulighet for studentene til å ta i bruk kunnskap fra tidligere fag fra skolen til å løse oppgaven.

1.2 Bakgrunn

Ved midten av 1950- tallet startet petroleumsnæringen til havs å eskalere, da særlig i Mexicogolfen. Oljeriggene ble bygget på dypere og dypere vann og behovet for forsyninger fra skip ble en nødvendighet. Den første letebrønnen på norsk sokkel ble boret i 1966, men det var ikke før funnet av Ekofiskfeltet i 1969 at oljeutvinningen i Norge for alvor eskalerte. I dag finnes det omtrent 180 olje-rigger bare i Nordsjøen [1]. For at disse installasjonene skal være operative er de avhengige av forsyninger fra land. Flytende og fast last blir fraktet til oljefeltene med forsyningsskip. Lasten blir lastet og losset ved hjelp av kraner montert på oljeplattformene [2].

1.3 Lasting og lossing ved plattform

Selv om operasjonene rundt lasting og lossing av installasjoner har utviklet seg mye siden oppstarten på oljeutvinningen til havs, er det fortsatt mye som kan gjøres for å både forenkle og trygge disse operasjonene. Metoder hvor kraner kompenserer for fartøyets hiv-bevegelse grunnet bølger er en mye brukt metode, men her er kranen montert på fartøyet og kranen vil da kompensere for sin egen bevegelse.

Under lasting og lossing ved plattformer og flyterigger er det kranen ombord i disse installasjonene som står for løftingen. Dette er kraner som oftest bare har en lang arm, uten noen ledd. Ut fra hvor på installasjonen lasten er ønsket, velger kranfører hvilken kran og hvilken side som skal brukes. Båten legger seg da på DP som gjør at båten ligger stille med lastedekket innen kranens rekkevidde. Under lasting og lossing er det matrosene på forsyningsskipet som opererer som anhukere, liksom dekksmannskapet på riggen.

Lasten kan bestå av alt fra rør, containere, diverse utstyr og last gjennom slange. Når lasten er på vei ned på dekket på båten, er det ikke lov for noe personell og oppholde seg på lastedekk. Når lastedekk er fritt for personell, bruker ofte kranføreren lastedekk, railer og andre containere for å dempe og plassere lasten på riktig plass. Dette fører til mye slitasje både på skip og last.

Ved alle operasjoner i Nordsjøen er det strenge krav til sikkerhet, om det er store og tunge ankerhåndteringsjobber eller mindre operasjoner som lasting og lossing av forsyninger til oljeplattformene. Det skal alltid være minst to personer som huker av og på lasten når lasten står rolig på lastedekket. Kranføreren sitter langt unna, og radiokontakt med båt og mannskap er påbudt.

1.4 Problemstillingen

Bacheloroppgaven «Posisjons- og avstandsmåling med ett enkelt kamera for maritime løfteoperasjoner» som blir presentert i denne rapporten er gitt av Rolls Royce Marine. Rolls Royce Marine er en stor internasjonal leverandør av skipsutstyr. Avdelingen som står for denne oppgaven holder til ved NMK i Ålesund.

Oppgaven går ut på å studere og analysere muligheter for å kunne bruke roll, pitch og hiv målinger fra skipets Motion Reference Unit (MRU), eller å bruke ett kamera montert i kranbommen på plattformen til å detektere skipets bevegelser.

I samarbeid med veiledere og med godkjenning fra oppdragsgiver ble det bestemt at det ikke skulle fokuseres så mye på ulike metoder for å kompensere for bevegelsene til et forsyningskip, men heller undersøke muligheten for å bruke ett enkelt kamera til posisjons- og avstandsmåling.

1.5 Fremgangsmåte og oppbygning

Oppgaven ble løst ved at gruppen startet med å gjøre litteratursøk rundt relevante tema. Etter hvert som en antatt mulig metode var tenkt ut, startet gruppen arbeidet med å få på plass metoder for innhenting av nødvendig data. Med en fullstendig metode, var det testing av nøyaktigheten som sto i fokus. Nøyaktigheten ble testet med en rekke ulike oppsett, både simulerte tester i et modelleringsprogram med et virtuelt kamera og tester på lab med virkelige kamera.

Denne rapporten har hovedstruktur lik en vitenskapelig rapport. Og de forskjellige kapitlene er bygget opp slik:

Kapittel 2 beskriver teorien som ligger til grunn for dette prosjektet.

Kapittel 3 gir en grundig beskrivelse av alt utstyr som er nyttet.

Kapittel 4 beskriver metoder brukt for oppgaveløsning laget av andre. Metoder som var planlagt brukt, men som ikke kan sees på som resultat blir også nevnt. Dette kapitlet beskriver også hvordan gruppen planla å utføre prosjektet.

Kapittel 5 presenterer og beskriver metodene gruppen har utviklet, samt resultater for testene som gruppen har utført gjennom metode utviklingen.

Kapittel 6 framstiller gruppens egne tolkninger av resultatene som har blitt oppnådd, samt anbefalinger for videre arbeid.

Kapittel 7 inneholder konklusjonen til dette prosjektet.

Kapittel 8 lister opp alle referansene som har blitt brukt i prosjektet.

2 TEORETISK GRUNNLAG

2.1 Bevegelses- og avstandsmåling

Bevegelsesmåling er en metode for å måle bevegelsen til en gjenstand i forhold til omgivelsene. Det finnes en rekke ulike måter for å utføre slike målinger på. Bevegelse- og avstandsmåling henger nøye sammen fordi bevegelsen ofte blir kalkulert ut fra avstanden mellom sensor, og ulike deler av objektet som man ønsker å måle.

Noen eksempel på avstandsmåling kan være: Infrarødsensor, optisksensor ved hjelp av kamera, radiofrekvens (radar, mikrobølger) og vibrasjon (seismikk).

Metoder der man måler bevegelsen til objekt ved hjelp av komponenter festet til objektet man ønsker å måle er mye brukt på skip og flyterigger. Dette kan være ved hjelp av MRU (akselerometer, inklinimeter, etc.), eller lignende.

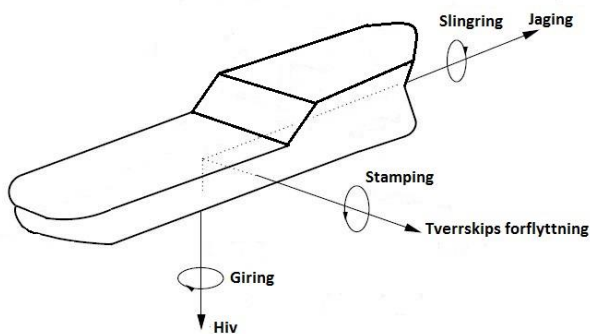
En MRU beregner bevegelsen til fartøyet den er montert på basert på signal fra akselerometer og inklinometer. Den gir ut bevegelsene slingring og stamping som videre blir brukt for å kalkulere hiv-bevegelsen. MRU er en mye brukt komponent for hiv-kompensering av kraner på konstruksjonsskip.

[3]

2.2 Frihetsgrader Skip

Et skip eller en installasjon på havet vil bevege seg i 6 frihetsgrader. Disse kan deles inn i 2 grupper, forflytning lineært og rotasjon.

Forflytning lineært består av 3 bevegelser, langs x-, y- og z-aksene. På skip vil disse bevegelsene bli kalt jaging, tverrskipsforflytning og hiv. Rotasjonsbevegelsene er når skipet roterer rundt x-, y- og z-aksene. Dette blir kalt slingring, stamping og giring på det maritime språket [4].



Figur 2-1 Frihetsgrader. Figuren beskriver de 6 frihetsgradene til et skip.

2.3 Hiv-kompensering

Generelt

Hiv-kompensering er en metode for å redusere eller oppheve den vertikale (hiv) virkningen fartøyer eller installasjoner blir utsatt for på sjøen. Hiv-kompensering kan deles inn i 3 grupper: aktiv, passiv eller en kombinasjon av begge, alt etter hvor mye aktivt pådrag som må til for å utføre kompenseringen.

Anvendelse

Offshore industrien bruker i dag mange ulike løsninger for kompensering av disse bevegelsene. Ved boring etter olje brukes fleksible og teleskopiske rør for å unngå for store bevegelser. Skip som driver med installasjon under havoverflaten må plassere utstyr og komponenter rolig på bunnen ved hjelp av kraner om bord. Kranene kompenserer for båtens hiv bevegelse ved hjelp av algoritmer basert på data hentet fra skipets MRU.

Aktiv

Aktiv hiv-kompensering blir utført ved at man har et aktivt system som måler bevegelsen man ønsker å kompensere for. Disse målingene kan for eksempel brukes til å kjøre en vinsj aktivt i motfase med skipets hiv-bevegelse.

Passiv

Passiv hiv-kompensering blir oftest utført ved hjelp av pneumatiske eller hydrauliske systemer der gass eller veske komprimeres eller utvides. Det kan også gjøres med frekvensstyrte elektriske motorer der en setter momentsettpunkt lavere en virkelig moment. Eksempel på bruk av passiv kompensering kan være sluring av vinsjer.

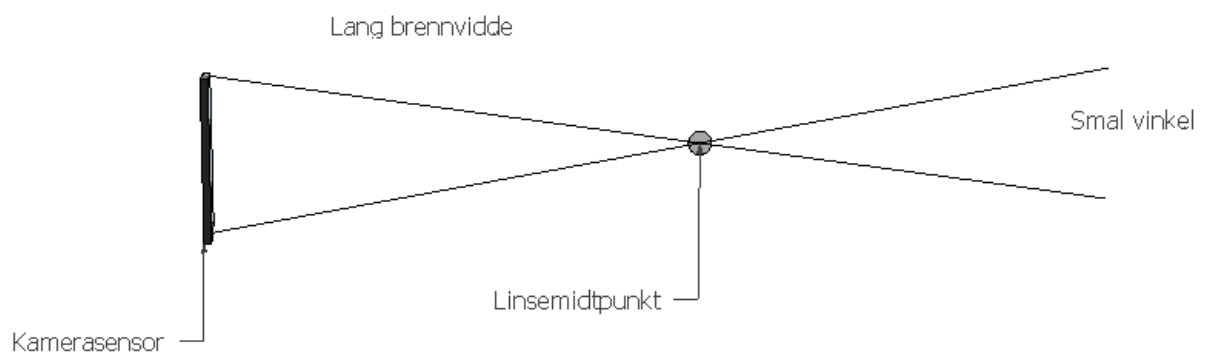
[5]

2.4 Kameraparametere og kameramodeller

2.4.1 Synsvinkelen til et kamera

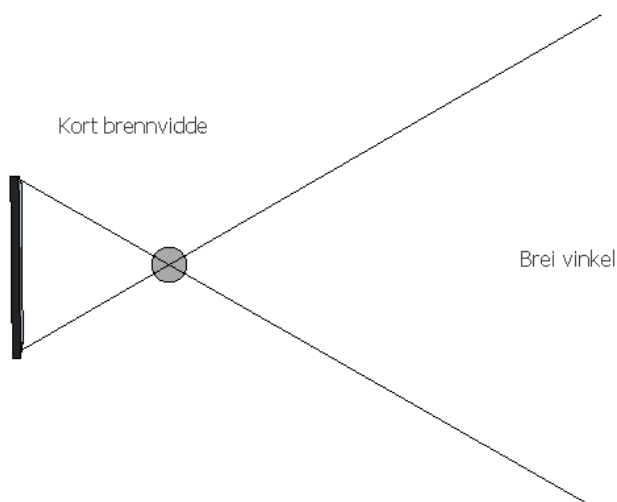
Synsvinkelen til et kamera (FoV) bestemmes av brennvidden til kameraet. Brennvidde, også kalt fokallengde er avstanden fra kamerasensoren til midtpunktet til linsen.

Ved lang brennvidde er linsemidtpunktet langt i fra kamerasensoren, og kameraet får da en smal synsvinkel (se figur 2-2) [6].



Figur 2-2 Lang brennvidde. Figuren illustrerer synsvinkelen til et kamera med lang brennvidde.

Ved en kortere brennvidde får kameraet en bredere synsvinkel (se figur 2-3).

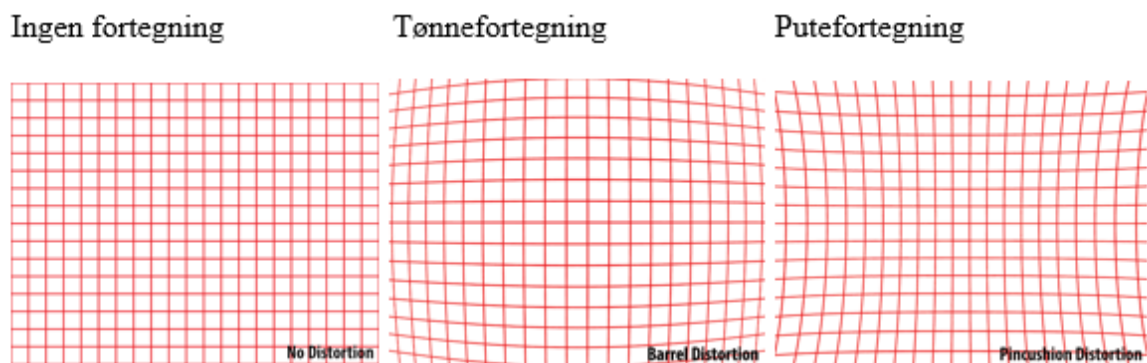


Figur 2-3 Kort brennvidde. Figuren illustrerer synsvinkelen til et kamera med kort brennvidde.

2.4.2 Fortegning

Linsen til et kamera vil alltid resultere i en fortegning, også kalt forvrengning/forstyrrelse, som resulterer i deformering av bildet. I moderne linser er denne fortegningen veldig liten, men siden det ikke finnes en perfekt linse, så vil den alltid være tilstede.

I hovedsak er der to typer fortegning, tønne- og putefortegning. Tønnefortegning får objektene i midten av bildet til å se større ut enn i kantene, det omvendte gjelder ved putefortegning (se figur 2-4).



Figur 2-4 Fortegning. De 3 figurene viser eksempler på ingen fortegning, tønnefortegning og putefortegning.

[7]

Fokallengden (brennvidden) i piksler er definert som:

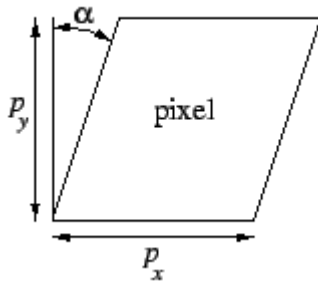
$$\text{Fokallengde (piksel)} = \frac{(\text{Fokallengde (mm)}) * (\text{Bilde bredde (piksel)})}{\text{CCD bredde}}$$

Formel I. Formel for fokallengde. Denne formelen beskriver den matematiske sammenhengen mellom fokallengden i piksler og fokallengden i mm.

På grunn av unøyaktigheter i kamera- og linseproduksjon, så er det ikke alltid en kan regne seg til fokallengden i piksler ved å bruke formelen vist i formel I, det er derfor best å kalibrere kameraet for å få de nøyaktige kameraparameterne.

2.4.3 Bildeforskyvning

Forskyvningen definerer vinkelen mellom x- og y-pikselaksene. Siden de fleste bilder er rektangulære, vil denne vinkelen være 90° . Figur 2-5 illustrerer denne vinkelen.



Figur 2-5 Bildeforskyvning. Figuren viser et eksempel på forskyvningen i et bilde, hvor α viser vinkelen, p_y viser piksler i y-retning, og p_x viser piksler i x-retning.

[8]

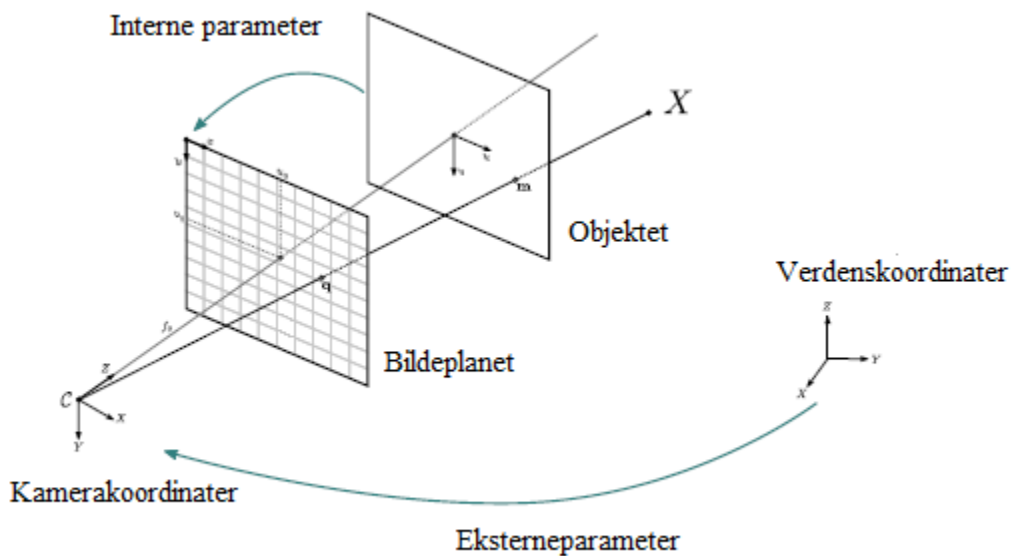
2.4.4 Bildets midtpunkt

Denne parameteren er for de aller fleste kameramodeller satt direkte til bildets midtpunkt. Med en bildeoppløsning på 800×600 piksler vil midtpunktet være på 400 i x-retning og 300 i y-retning. For noen kamera kan bildets midtpunkt avvike litt fra dette, da kreves det en stor mengde kalibreringsbilder for å kalkulere midtpunktet nøyaktig [9].

2.4.5 Hullkameramodell

Et hullkamera, også kalt camera obscura, er en boks med et lite hull i siden, dette hullet slepper inn lys fra omverdenen og projeksjoner et bilde av et objekt i synsvinkelen opp-ned på den motsatte veggen i boksen. Et slikt kamera ble først konstruert for 2500 år siden i Kina.

Det er vanlig å bruke en modell av hullkameraet til å beskrive hvordan et moderne kamera fungerer. Dette fordi det er lett å illustrere brennvidden og projeksjonslinjer (se figur 2-6).



Figur 2-6 Hullkameramodell. Figuren viser et eksempel på en hullkameramodell. Hvor m er et objekt i rommet og q er det samme objektet fremstilt på bildeplanet.

[10]

2.4.6 Infrarødt kamera

Et infrarødt kamera eller termografisk kamera lager bilder ut fra infrarød stråling, på samme måte som et ordinært kamera lager bilder fra synlig lys. Et infrarødt kamera kan kalibreres på samme måte som ordinære kameraer, og kan således brukes for 3D rekonstruksjon innen bildebehandling [11].

2.4.7 Synligheten av objekter i et bilde

Synligheten til et objekt i et bilde bestemmes av oppløsningen, synsvinkelen til kameraet, avstanden fra kameraet til objektet og størrelsen på objektet. Det finnes enkle formler for å kunne regne ut hvor stort et objekt må være for å kunne være gjenkjennelig for et kamera med gitte parametere [12]. Dette kan også gjøres motsatt, hvor en kan regne ut hvor god oppløsning og hvilken brennvidde som må til for at et objekt av en gitt størrelse skal være gjenkjennelig.

2.5 Bildebehandling

2.5.1 Digitale bilder

Et digitalt bilde består av tallverdier som gjør det mulig for en datamaskin og vise bildet. Bilder er bygget opp av kolonner og rekker som avgjør bildets størrelse. Et bilde med 800 rekker og 600 kolonner vil ha totalt 800×600 (480000) piksler. Posisjonen til hver piksel er vanligvis angitt som pikselkoordinater, der hvor origo vanligvis ligger i øvre venstre hjørne [13].

Fargebilde

Et digitalt fargebilde inneholder fargeinformasjon for hver piksel i bildet. Denne informasjonen forteller hvor mye av fargene rød, grønn og blå pikslene har. Dette kalles RGB (rød, grønn og blå) fargemodellen, og brukes for å vise fargebilder digitalt. Disse fargene kalles additive og fargene blir hvite når man blander dem. Hver av fargene i modellen har en verdi fra 0-255 for 8 bits bilder. Hvis alle 3 fargene har verdien 255 vil piksel fargen bli hvit [13].

Gråtonebilde

Et fargebilde blir vanligvis gjort om til et gråtonebilde ved at man multipliserer hver av fargene med en koeffisient og summerer dette, standard verdier for dette er $Rød * 0.299 + Grønn * 0.587 + Blå * 0.114$.

Et gråtonebilde består av bare 1 farge med forskjellig styrke. Et 8 bits gråtonebilde har verdier mellom 0-255. Et bilde med bare verdien 255 vil være hvitt, og bare 0 vil gi et svart bilde. Et histogram av gråtonebildet er vanlig å bruke for å hente ut informasjon fra bildet, dette er diagram som forteller hvor mange piksler det er av hver gråtone. Et histogram er vanlig å bruke innen bildeanalyse, for eksempel om man vil gjøre et bilde om til binærbilde og må avgjøre hvilke fargetone en vil sette terskelen på [13].

Binærbilde

Et binærbilde eller et logisk bilde og består bare av to verdier. Bilde består bare av hvite og svarte objekter, der hvor hvite objekt har verdien 1 og svarte har verdien 0. Binærbilder blir ofte brukt innen bildeanalyse [14].

2.5.2 Bildebehandlingsmetoder

Bildesubtraksjon

Dette er en metode for å trekke bilder fra hverandre. Med to bilder med lik størrelse blir pikselverdiene trukket fra hverandre [14].

Terskling

Dette er en metode som gjør et gråtonebilde med 256 verdier om til et binærbilde med bare 2 verdier, svart og hvitt. Dette gjøres ved å sette en terskel/grenseverdi der verdiene under grensen blir svart og verdiene over blir hvite. Et histogram av gråtoneverdier blir brukt for lettere å sette en terskel [14].

Medianfiltrering

Medianfiltrering er en metode for å ta bort gaussisk støy fra bilder mens en samtidig bevarer kantene i bildet. Medianfilteret blir satt opp med en maske, og går gjennom hver piksel i bildet for å se om pikselen representer et objekt eller er støy [15].

Labeling

Dette er en metode for å se om objekt henger sammen. For å kunne utføre labeling må bildet være et binærbilde, metoden går gjennom bildet piksel for piksel og avgjør om objektene henger sammen ut fra nabopikselen [14].

Regionprops

Denne metoden utfører kalkulasjoner på objekter i et binærbilde. Man kan for eksempel regne ut koordinatene for tyngdepunktet til objekt i binærbilder [13].

2.5.3 Kamerakalibrering

Geometrisk kamerakalibrering er en metode for å hente ut parametere som beskriver den matematiske relasjonen mellom 3D koordinater i rommet og 2D bildekoordinater.

Kalibrering er nyttig hvis kameraet skal brukes for å løse oppgaver innen maskinsyn. På grunn av ulik forvrengning alt etter kamera, kan ikke transformasjonen mellom bilde og rommet beskrives eksakt. En kameramodell blir brukt for å beskrive denne transformasjonen.

Kameraparametere kan deles i 2 grupper, ytre og indre parametere.

Ekstrinsiske eller ytre kameraparametere er de parametere som beskriver kameraets posisjon i rommet i forhold til et objekt.

Interne eller indre kameraparametere beskriver selve kameraet sine egenskaper, for eksempel brennvidde og forvrengninger.

Parameterne metoden gir er:

Fokallengde: Fokallengde i piksel blir lagret i en 2×1 vektor for x og y

Bildets midtpunkt blir lagret i en 2×1 vektor for x og y

Forskyvning: Definerer vinkelen mellom x - og y -pikslene, hvis pikselaksene er rektangulære får denne koeffisienten verdien 0.

Forvrengning: Forstyrrelser, radial og tangential, 5×1 vektor

[16]

2.6 Programvare

2.6.1 Matlab

Matlab (Matrix Laboratory) er et omfattende matematikkprogram med eget scriptspråk basert på C. Matlab tillater enkel matrisemanipulering, plotting av funksjoner og data, implementasjon av algoritmer, opprettelse av brukergrensesnitt og har grensesnitt mot andre programmeringsspråk. Matlab kan utvides med verktøykasser for en rekke ulike formål, som bildebehandling, statistikk og signalbehandling [17].

2.6.2 Blender

Blender er et open source 3d-modellering-, animasjon- og renderings-program. Dette programmet er tilgjengelig på alle de vanligste operativsystemene. Programmet er mye brukt for å lage 3D-modeller, spill og animasjoner. Blender er gratis og har mange gode nettsider og forum som formidler opplæringsvideoer. Blender har også en innbygget spillmotor (bge- blender game engine) som kan brukes for simulering. Verktøyet støtter bruk av Python scripting for å lage spill og komplekse interaktive animasjoner [18].

2.6.3 Codesys

CoDeSys er et programmeringsverktøy utviklet av Smart Software Solutions. Programmet følger IEC 61131-3 programspråk standarden, og er et utstyrsuavhengig programmeringssystem rettet mot PLS-er, kontrollere og andre elektroniske komponenter. Programmet inneholder simuleringsverktøy og et grafisk visualiseringsverktøy som muliggjør testing av programvare uten oppkobling mot hardware [19].

2.6.4 Python

Python er et mye brukt objektorientert programmeringsspråk. Programmet var i utgangspunktet tenkt som et scriptspråk for Amoeba OS for å lage systemendringer. Perl, Ruby og til dels Java blir sett på som alternativer til dette programmeringsspråket. Python er utviklet som en fri programvare. Fri programvare er sterkt relatert til åpen kildekode [20].

2.6.5 GanttProject

Gantt er et prosjektplanleggingsverktøy som definerer arbeidsoppgaver. Hvem som er ansvarlig, lengden, og milepæler er vanlig innhold [21].

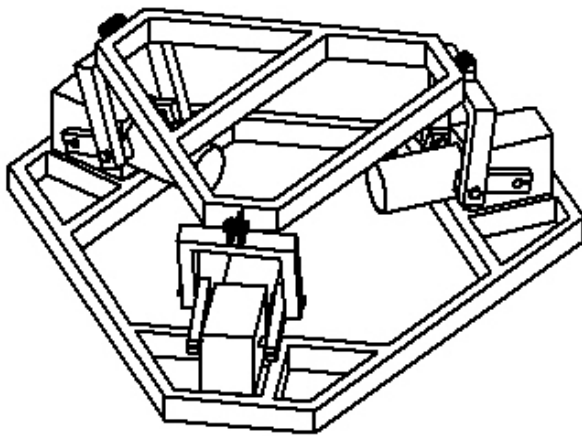
3 MATERIALER

3.1 Testplattform

Plattformen er en aluminiumkonstruksjon, med en ramme som er trekantet, og med en motor i hvert hjørne (se figur 3-1). Hver motor har ledd som løfter i hvert sitt hjørne av toppdelen av plattformen. Motoren løfter fra bunn til topp ved å rotere 125 grader. Det er slik at leddene kan gå over dette, men da vil plattformen begynne å synke igjen fordi leddene står rett opp når motorene har rotert 125 grader.

Plattformen har 3 frekvensomformere som styrer hver sin motor, og endestoppere er koblet inn på frekvensomformerne. Det er montert et kommunikasjonskort på hver frekvensomformer slik at de kan kommunisere over Profibus.

Posisjonen på motorene blir avlest av encodere som har 1024 steg per runde, disse kan man lese av direkte fra Profibuskommunikasjonen. [22]



Figur 3-1 Testplattform. Figuren viser den mekaniske konstruksjonen av testplattformen.

3.2 Kamera

Microsoft LifeCam Webkamera

Oppløsning: 1920 x 1080

Canon EOS 550D

Linse: sigma 10-20mm F3.5 EX DC HSM

Nikon D90

Linse: AF-S DX NIKKOR

18-200mm f/3.5-5.6G ED VR II

3.3 Annet utstyr

Bosch PLR 15

Lasermåler med en rekkevidde på 15m

4 Metode

4.1 Prosjektorganisasjon

Oppdragsgiveren til prosjektet er Rolls-Royce Marine, ved Dag Sverre Grønmyr som kontaktperson.

Opprinnelig var Siebe van Albada og Houxiang Zhang veilederne til prosjektet, men Filippo Sanfilippo erstattet Zhang i løpet av den første måneden.

Selve prosjektgruppen består av en prosjektleder med ansvar for møteinnkalling, og en sekretær med ansvar for møtereferat. Selv om det ble utnevnt en leder, opererte gruppen i praksis med en flat lederstruktur.

I starten av prosjektet ble det holdt flere møter med både veiledere og oppdragsgiver for å definere problemstillingen og prosjektet. Etter at problemstillingen var på plass ble det bestemt at det skulle bli holdt ukentlige møter med veilederne. Møte med oppdragsgiver ble holdt dersom det trengtes å gjøres endringer i prosjektet, eller når ny viktig informasjon dukket opp. Se vedlegg 3 møtereferat.

4.2 Planlegging

I faget ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling ble det gitt i oppgave å utføre et forprosjekt for bacheloroppgaven. Forprosjektet skulle definere og planlegge utførelsen av bacheloroppgaven (se vedlegg 1).

Det ble bestemt at et gantt-skjema skulle brukes for planlegging av prosjektet. Med et godt planlagt gantt-skjema blir jobben med å holde tidsfrister og prosjektenes mål mer oversiktlig. Det ble utarbeidet et gantt-skjema under arbeidet med forprosjektet for daværende problemstilling.

Etter at forprosjektet var over ble problemstillingen videre modifisert, dette førte til at gantt-skjemaet fra forprosjektet var lite relevant, og det ble med dette mer eller mindre forkastet.

Et nytt gantt-skjema (se vedlegg 2) ble laget etter at den nåværende problemstillingen var på plass. Men siden dette prosjektet ligner mer på et forskningsprosjekt enn noe annet, så var det vanskelig å planlegge langt fram i tid. Dette fordi at ved et forskningsprosjekt er målene mer flytende og det er utfordrende å vite når noe blir ferdig, og hva som er mulig å oppnå. Planleggingshorisonten i dette prosjektet var på bare noen uker fram i tid. Gantt-skjemaet ble derfor i dette prosjektet brukt mer som en veiledende plan som ble oppdatert fortløpende.

4.3 Bildebehandling

4.3.1 Kamerakalibrering

Jean-Yves Bouguet [9] ved California Institute of Technology har utviklet en kalibreringsverktøykasse til Matlab. For å kunne kalibrere et kamera med denne verktøykassen, må et fysisk sjakkbrettmønster med kjente dimensjoner bli brukt. Et minimum av 3 bilder må fotograferes av sjakkbrettet for å kunne kalibrere kameraet, men for å oppnå gode resultat kreves det mellom 10 til 20 bilder, bildene må også ha ulike vinkler.

I verktøykassen markerer man selv hjørnene av sjakkbrettet for hvert av bildene. Man oppgir så størrelsen på hver rute i sjakkbrettmønstret. Kalibrerings resultatet er en samling av mange ulike kameraparametere (se kapittel 2.5.3).

Matlab 2014 har en innebygd applikasjon for kamerakalibrering. Denne applikasjonen fungerer på nesten samme måte som verktøykassen til Bouguet, men den krever noe mindre manuelt arbeid, dette fordi den finner hjørnene av seg selv.

4.3.2 Beregning av normalisert projeksjonsvektor

I tillegg til å kunne kalibrere et kamera, så har Bouguet en funksjon for å finne projeksjonsvektorene til hvert punkt i et bilde tatt av et kalibrert kamera. Formel II viser en normalisert projeksjonsvektor slik den er definert av Bouguet.

$$x_n = \begin{bmatrix} X_c/Z_c \\ Y_c/Z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Formel II Normalisert projeksjonsvektor. Formelen viser en normalisert projeksjonsvektor (x_n) slik den er definert av Bouguet, hvor X_c , Y_c og Z_c er objektets koordinater i kameraets koordinatsystem, x og y er projeksjonsvektorene i x - og y -retning i et plan med avstand 1 fra linsemidtpunktet til kameraet.

Det finnes ingen algebraisk løsning for å få regnet ut projeksjonsvektorene på grunn av høy grad av forstyrrelser. Bouguet bruker derfor en numerisk tilnærming for å regne ut projeksjonsvektorene [9].

4.4 Framgangsmåte for testing av programmet

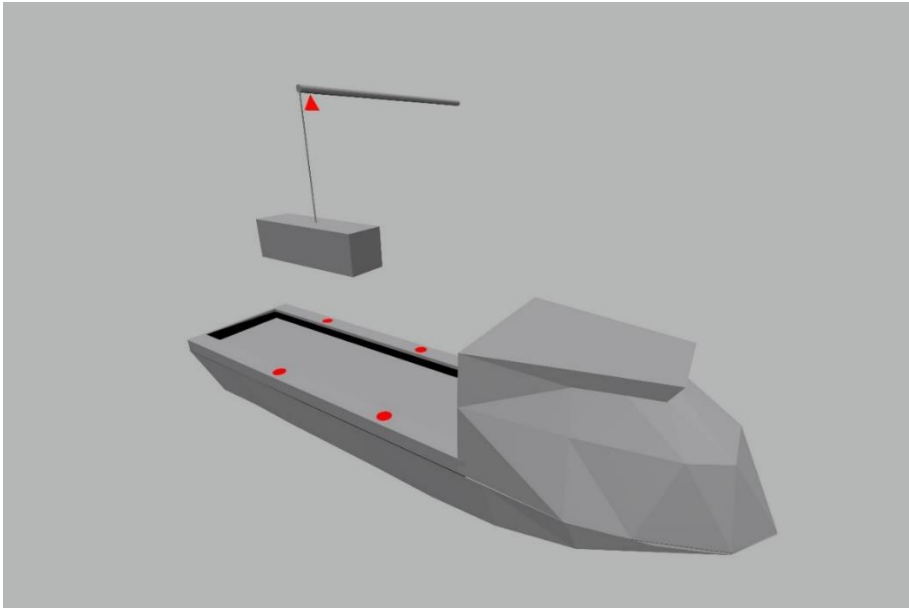
Testing av hvor godt programmet for posisjons- og avstandsmåling fungerer er en viktig del av denne oppgaven. I planleggingsfasen ble det bestemt at ulike eksperimenter skulle utføres for å teste hvor godt metoden fungerte med ulike kameraer og oppsett.

Tanken var å bruke testplattformen for å simulere skipets bevegelse. Med testplattformen hadde gruppen muligheter for å lage et program som hele tiden lagret unna faktiske posisjoner. Både enkeltbilder og filmer skulle bli tatt av plattformen i bevegelse, for senere å bli regnet på.

For enklere å utføre spesifikke tester, som gruppen mente ville gi mer informative resultater, ble simuleringsverktøyet Blender brukt. Med bruk av Blender ville det bli langt enklere å sette opp ulike tester. På grunn av enkelheten med å ta store bildeserier ville datagrunnlagene for hver test øke betraktelig. Med Blender vil oppsettene, faktiske posisjoner og avstander på eksperimentene ha en høyere nøyaktighet. Det virtuelle kameraene Blender tilbyr blir kalibrert på samme måte og med samme metode som de virkelige kameraene.

Videre testing og lab-oppsett blir beskrevet i resultatdelen av rapporten.

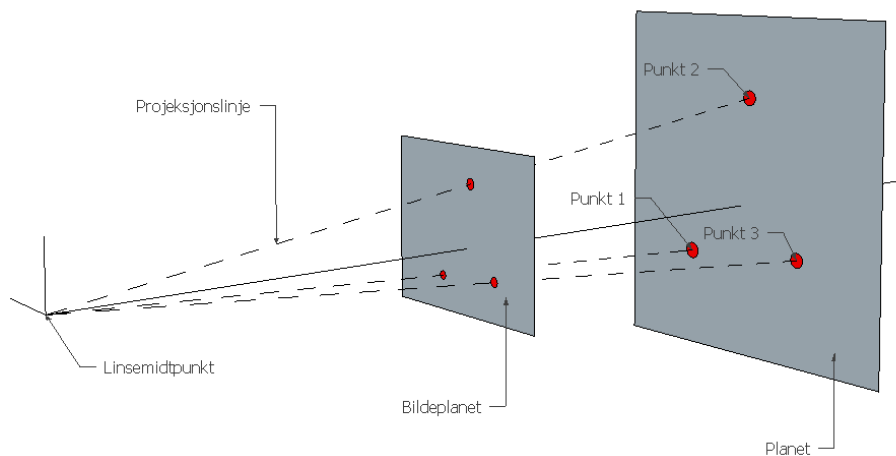
5 RESULTATER



Figur 5-1 Illustrasjon av posisjons- og avstandsmåling for maritime løfteoperasjoner, med et kamera i kranbommen, og røde punkt markert på lastedekket til et forsyningskip.

5.1 Algoritmen for posisjons- og avstandsberegning

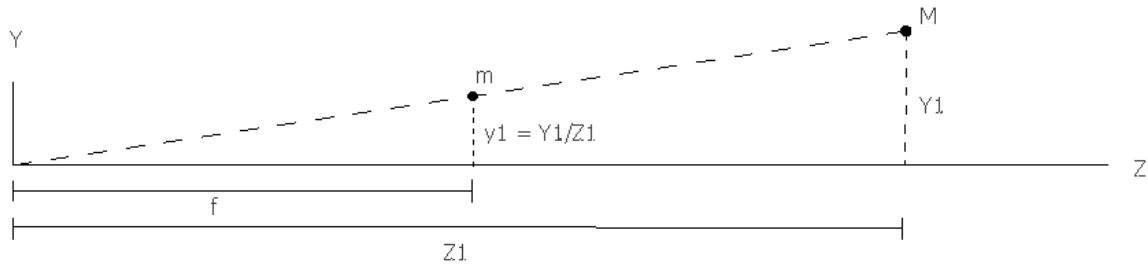
For å bestemme avstanden til et plan ved hjelp av bare ett kamera må noe informasjon om planet være kjent. Siden hvert punkt i et bilde har hver sin projeksjonslinje (se figur 5-2), kan denne informasjonsmangelen løses med at 3 punkt markeres på planet. Hvis projeksjonslinjene og lengden mellom punktene er kjent, kan et likningssett bestående av 9 likninger med 9 ukjente variabler defineres. Dette likningssettet kan reduseres til én likning med én ukjent variabel, som så kan løses numerisk.



Figur 5-2 Illustrasjon av projeksjonslinjer mellom bildeplanet og det virkelige planet. Figuren viser projeksjonslinjene til punkt 1, 2 og 3 på planet. Her er bildeplanet illustrert fremmom linsemidtpunktet, men vil i virkligheten være bak linsemidtpunktet på kamasensoren.

5.1.1 Forholdet mellom bildekoordinater og verdenskoordinater

Med et kalibrert kamera er det mulig å finne forholdet mellom bildekoordinater og verdenskoordinater. Dette forholdet er nødvendig å finne for å kunne bestemme avstanden til et objekt i et bilde. Forholdet beskrives som tangens av vinkelen til projeksjonslinjene fra bildets midtpunkt. Figur 5-3 illustrerer dette forholdet, hvis $f = 1$.



Figur 5-3 Illustrasjon av forholdet mellom bilde- og verdenskoordinater. Figuren viser en normalisert projeksjonsvektor y_1 , og dens forhold til objektet M . Dette forholdet er definert som Y_1/Z_1 , hvor Y_1 og Z_1 er y - og z -koordinatene til objektet M i kameraets koordinatsystem.

Forholdet mellom verdenskoordinater og projeksjonslinjer (projeksjonsvektorer),

hvor $f = 1$:

$$\begin{cases} \frac{Y_i}{Z_i} = y_i \rightarrow Y_i = y_i * Z_i \\ \frac{X_i}{Z_i} = x_i \rightarrow X_i = x_i * Z_i \end{cases}$$

Formel III Normalisert projeksjonsvektorer for $i = 1, 2, 3$. Formelen viser normaliserte projeksjonsvektorer for punktene 1, 2 og 3, hvor X_i , Y_i og Z_i er punktenes koordinater i kameraets koordinatsystem, x_i og y_i er projeksjonsvektorene i x - og y -retning

For $i = 1, 2, 3$.

Avstandslikninger for tre punkt i rommet:

$$\begin{cases} L_{1-2}^2 = (X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2 \\ L_{1-3}^2 = (X_1 - X_3)^2 + (Y_1 - Y_3)^2 + (Z_1 - Z_3)^2 \\ L_{2-3}^2 = (X_2 - X_3)^2 + (Y_2 - Y_3)^2 + (Z_2 - Z_3)^2 \end{cases}$$

Formel IV Avstandslikninger. Likningene beskriver avstanden mellom 3 punkt i rommet. Hvor L er avstanden mellom punktene og X , Y og Z er koordinatene til punktene i kameraets koordinatsystem.

Disse likningene og projeksjonslinjene til hvert punkt danner et likningssett bestående av 9 likninger og 9 ukjente variabler. Dette likningssettet kan løses slik bare at bare én likning med én ukjent variabel står igjen (Formel VII).

Kombinering av avstandslikningene (Formel IV) og projeksjonsvektorene (Formel III) gir:

$$\begin{cases} L_{1-2}^2 = (x_1^2 + y_1^2 + 1) * Z_1^2 + (x_2^2 + y_2^2 + 1) * Z_2^2 - 2(x_1 * x_2 + y_1 * y_2 + 1) * Z_1 * Z_2 \\ L_{1-3}^2 = (x_1^2 + y_1^2 + 1) * Z_1^2 + (x_3^2 + y_3^2 + 1) * Z_3^2 - 2(x_1 * x_3 + y_1 * y_3 + 1) * Z_1 * Z_3 \\ L_{2-3}^2 = (x_2^2 + y_2^2 + 1) * Z_2^2 + (x_3^2 + y_3^2 + 1) * Z_3^2 - 2(x_2 * x_3 + y_2 * y_3 + 1) * Z_2 * Z_3 \end{cases}$$

⇒

$$\begin{cases} L_{1-2}^2 = A * Z_1^2 + B * Z_2^2 - 2 * D_1 * Z_1 * Z_2 \\ L_{1-3}^2 = A * Z_1^2 + C * Z_3^2 - 2 * D_2 * Z_1 * Z_3 \\ L_{2-3}^2 = B * Z_2^2 + C * Z_3^2 - 2 * D_3 * Z_2 * Z_3 \end{cases}$$

Formel V. Kombinasjon av avstandslikningene (IV) og projeksjonslikningene (III) til punktene 1, 2 og 3.

Formel III løses med hensyn på Z_2 :

$$Z_1 = \frac{2 * D_1 * Z_2 \pm \sqrt{(-2 * D_1 * Z_2)^2 - 4 * A * (B * Z_2^2 - L_{1-2}^2)}}{2 * A}$$

$$Z_3 = \frac{2 * D_3 * Z_2 \pm \sqrt{(-2 * D_3 * Z_2)^2 - 4 * C * (B * Z_2^2 - L_{2-3}^2)}}{2 * C}$$

Formel VI Z_1 og Z_3 uttrykt med bare Z_2 som ukjent variabel.

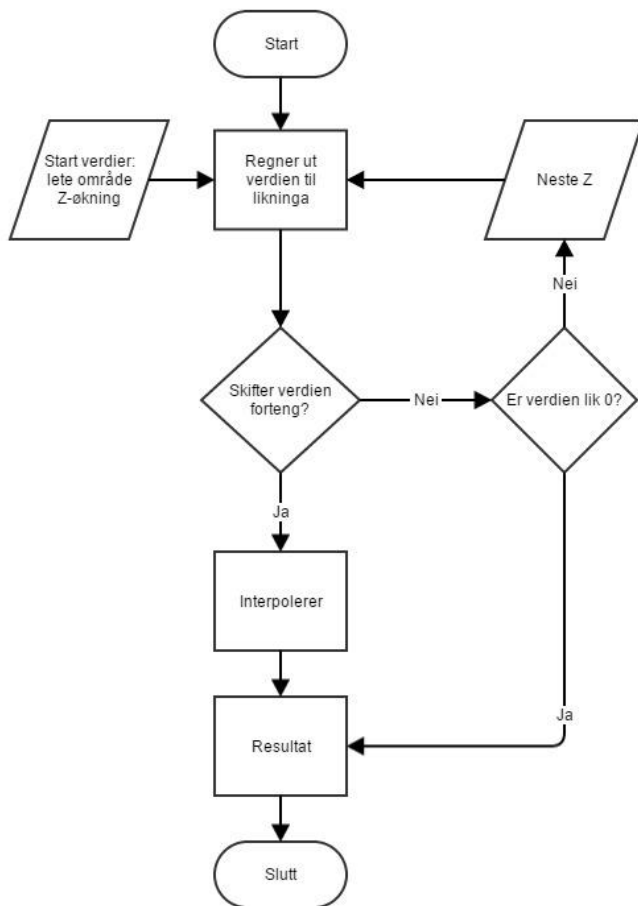
Endelig likning:

$$A * Z_1^2 + C * Z_3^2 - 2 * D_2 * Z_1 * Z_3 - L_{1-3}^2 = 0$$

Formel VII Den endelige likningen med bare Z_2 som ukjent variabel.

Siden likningen i Formel VII består av bare en dimensjon, er den lett å løse numerisk. Denne blir løst ved å regne ut verdien til likningen med ulike Z -verdier over et forhåndsbestemt område, hvor Z -verdien øker med et forhåndsbestemt intervall. Siden likningen er lik 0, så vil det finnes en løsning når verdien til likningen skifter fortegn, dette fordi når verdien skifter fortegn så må likningen gå igjennom 0. Siden sannsynligheten for at verdien til likningen blir eksakt lik 0 ved numerisk løsning er veldig lav, så kan dette neglisjeres (se figur 5-4).

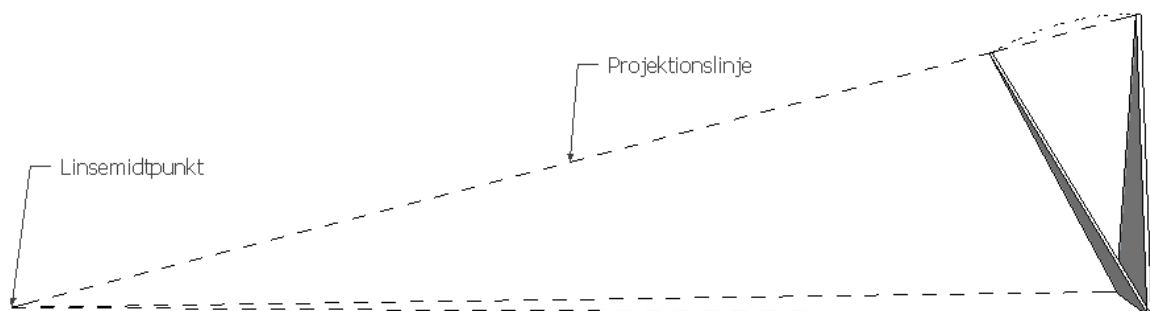
Hvis algoritmen finner en løsning før den har søkt gjennom hele området, så vil den likevel fortsette å søke til den øvre grenser er nådd, slik at alle løsningene blir funnet.



Figur 5-4 Flytskjema for likningsløseren til algoritmen for posisjons- og avstandsmåling. Figuren viser hvordan likningsløser går frem for å finne løsninger til likningen.

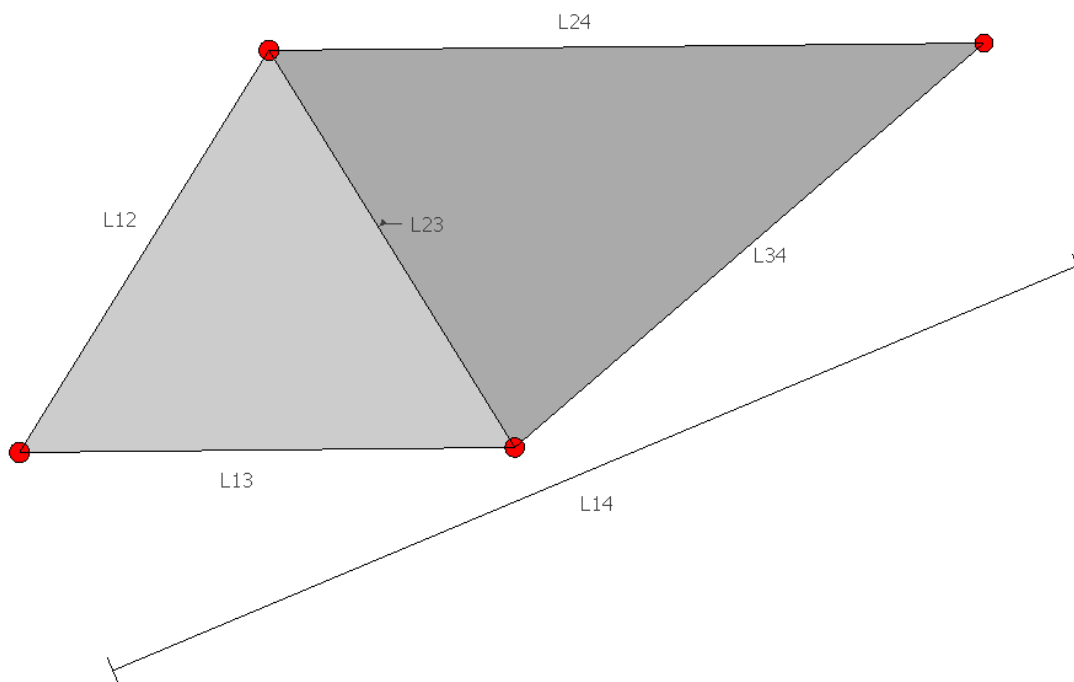
5.1.2 Flere løsninger med bare tre punkter

Det viser seg at et problem med å regne med bare tre punkter er at systemet kan ha flere løsninger. Dette fordi trekanten som blir dannet av de 3 punktene, kan ha flere rotasjoner og likevel stemme overens med projeksjonslinjene. Figur 5-5 viser et symmetrisk tilfelle hvor trekanten har flere orienteringer og samtidig passer med projeksjonslinjene.



Figur 5-5 Rotasjonsmuligheter for trekant dannet ut fra punktene på planet. Figuren viser et symmetrisk tilfelle hvor trekanten har flere orienteringer og samtidig passer med projeksjonslinjene.

En løsning for dette problemet er å legge til et 4. punkt. Med fire strategisk plasserte punkter, kan to ulike trekantene bli brukt for utregningen (se figur 5-6). Algoritmen vil da gi ut flere løsninger for begge trekantene. Siden de to trekantene vil ha to overlappende punkt som skal ha samme avstand fra kameraet, og lengden mellom de ikke-overlappende punktene (se L14 i figur 5-6) er konstant, kan denne informasjonen brukes for å finne den rette løsningen.



Figur 5-6 Illustrasjon av overlappende trekantene. Figuren viser at en får 2 overlappende punkt og 2 ikke-overlappende punkt med tilføring av et 4. punkt.

På grunn av feilkilder i bildebehandlingen, er det urimelig å anta at de to utregnede trekantene har to punkter som overlapper hverandre helt perfekt. Sammenligningsmetoden må altså godta litt avvik.

5.2 Bildebehandling

Resultatene som vises i hvert underkapittel er fra et bilde tatt med et Nikon speilreflekskamera med oppløsning på 4288 x 2848 piksler.

5.2.1 Kamerakalibrering

For å fastlegge hvordan kameraet projiserer rommet på et bilde, er det nødvendig å kalibrere kameraet. Det er essensielt at fokallengden blir holdt konstant etter at kamerakalibreringen er utført.

Tabellene 5-A og 5-B viser resultatene av de interne kameraparameterne, henholdsvis etter initialisering og etter optimalisering, av kamerakalibreringen med verktøykassen til Bouguete [9]. For beskrivelse av kameraparameterne, se kapittel 2.4 og 2.5.3.

Brennvidde	$fc = [5322.26702 \quad 5322.26702]$
Bildets midtpunkt	$cc = [2143.50000 \quad 1423.50000]$
Forskyvning	$\alpha_c = [0.00000]$
Fortegning	$kc = [0.00000 \quad 0.00000 \quad 0.00000 \quad 0.00000 \quad 0.00000]$

Tabell 5-A Tabell for interne kameraparametere etter initialiseringen.

Brennvidde	$fc = [5217.96683 \quad 5243.01962] \pm [112.88166 \quad 112.72226]$
Bildets midtpunkt	$cc = [2000.48539 \quad 1111.91840] \pm [85.46311 \quad 101.05365]$
Forskyvning	$\alpha_c = [0.00000] \pm [0.00000] \Rightarrow$ vinkel til pikselakse = 90.00000
Fortegning	$kc = [0.06079 \quad -5.31596 \quad -0.02103 \quad -0.00207 \quad 0.00000] \pm [0.13923 \quad 3.37897 \quad 0.00701 \quad 0.00320 \quad 0.00000]$
Pikselfeil	$err = [0.35738 \quad 0.52114]$

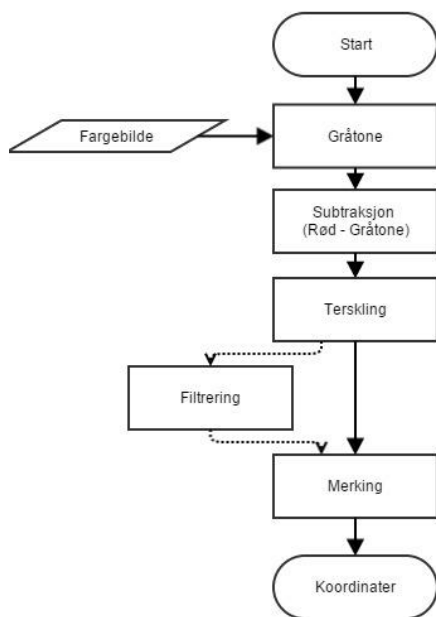
Tabell 5-B Tabell for interne kameraparametere etter optimalisering, med usikkerheter.

Med kalibrering av simulerte bilder tatt av et virtuelt kamera i Blender vil fortegningen være tilnærmet lik null, siden disse bildene ikke har noe forstyrrelser.

5.2.2 Gjenkjenning og markering av punkter

Det er nødvendig å kjenne igjen punktene på planet for å få ut pikselkoordinatene til punktene. Siden det ble valgt å bruke 4 referansepunkt med kjente posisjoner på planet i dette prosjektet, blir det brukt kjente bildebehandlingsmetoder (se kapittel 2.5.2) for å gjenkjenne disse punktene.

I denne oppgaven er punktene som skal markeres røde, og det er derfor en sammensatt metode for å hente ut bare røde objekter fra et bilde som blir brukt. Figur 5-7 viser et flytskjema for framgangsmåten til punkt gjenkjenning.



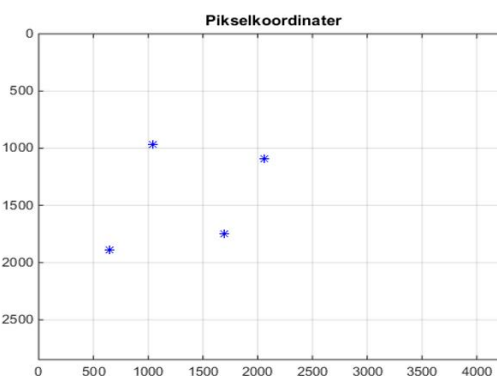
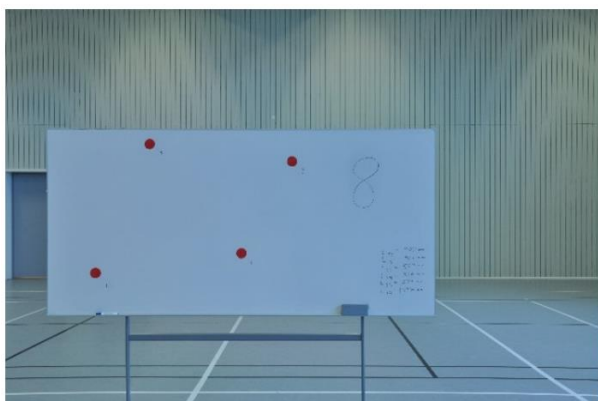
Figur 5-7 Flytskjema for gjenkjenning av punkt. Denne figuren viser fremgangsmåten for gjenkjenningen av punkter.

Første steg er å gjøre det originale fargebildet om til et gråtonebilde. Neste steg er å hente ut de røde komponentene fra det originale bildet. De røde komponentene blir da presentert i et gråtonebilde, der de røde komponentene har en høy gråtoneverdi. Etter de to første stegene sitter man igjen med 2 nye gråtonebilder. Når man deretter trekker gråtonebildene ifra hverandre, er resultatet av dette et bilde der bakgrunnen er mørk og punktene er lyse.

Deretter blir bildet gjort om til et binærbilde. Dette gjøres ved å sette en terskel eller en grenseverdi for hva som skal være hvitt (objekt) og svart (bakgrunn). Binærbildet kan i noen tilfeller inneholde gaussisk støy, dette blir løst ved å bruke et medianfilter.

Medianfilteret tar bort støyen i bildet, uten at det går utover kantene til objektene.

En labeling-metode blir brukt for å nummere punktene fra 1 til 4. Punktet med lavest pikselverdi i x-retning får nummer 1, høyest piksel verdi får nummer 4. Med 4 nummererte punkter blir en metode som heter regionprops brukt for å regne ut punktenes tyngdepunkt. Ut fra tyngdepunktene blir pikselkoordinatene til hvert punkt kalkulert. Figur 5-8 viser et bilde fra eksperimentet utført i gymsalen (se beskrivelse av eksperimentet i kapitel 5.3.2) og koordinatene til punktene sitt tyngdepunkt.

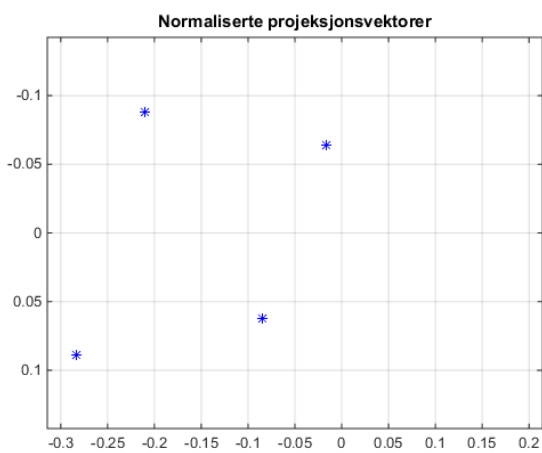


Figur 5-8 Eksempelbilde fra lab gymsal med tilhørende pikselkoordinater. For beskrivelse av lab gymsal, se kapitel 5.3.2.

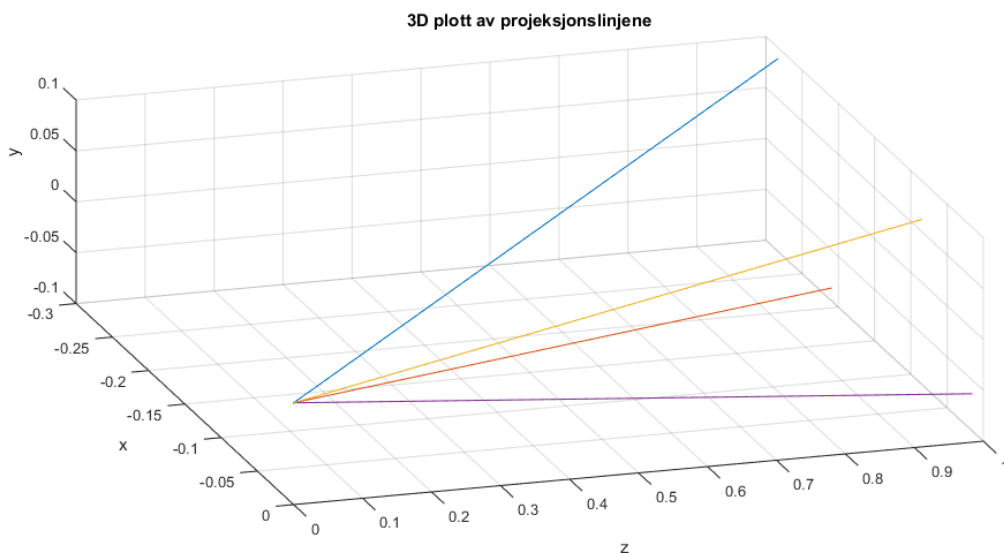
5.2.3 Beregning av normalisert projeksjonsvektor

Når 4 punkter er lokalisert på bildet og de interne kameraparameterne er kjent, kan man finne de normaliserte projeksjonsvektorene til hvert punkt.

Figur 5-9 viser projeksjonsvektorene på et plan med avstand 1 fra linsemidtpunktet til kameraet. Figur 5-10 viser et 3D-plott av projeksjonslinjene. Begge plottene er et resultat fra projeksjonsnormaliseringsfunksjonen til Bouguet [9], dataene er hentet fra eksempelbildet vist i figur 5-8.



Figur 5-9 Normaliserte projeksjonsvektorer. Dette plottet viser de normaliserte projeksjonsvektorene til eksempelbildet vist i figur 5-8.



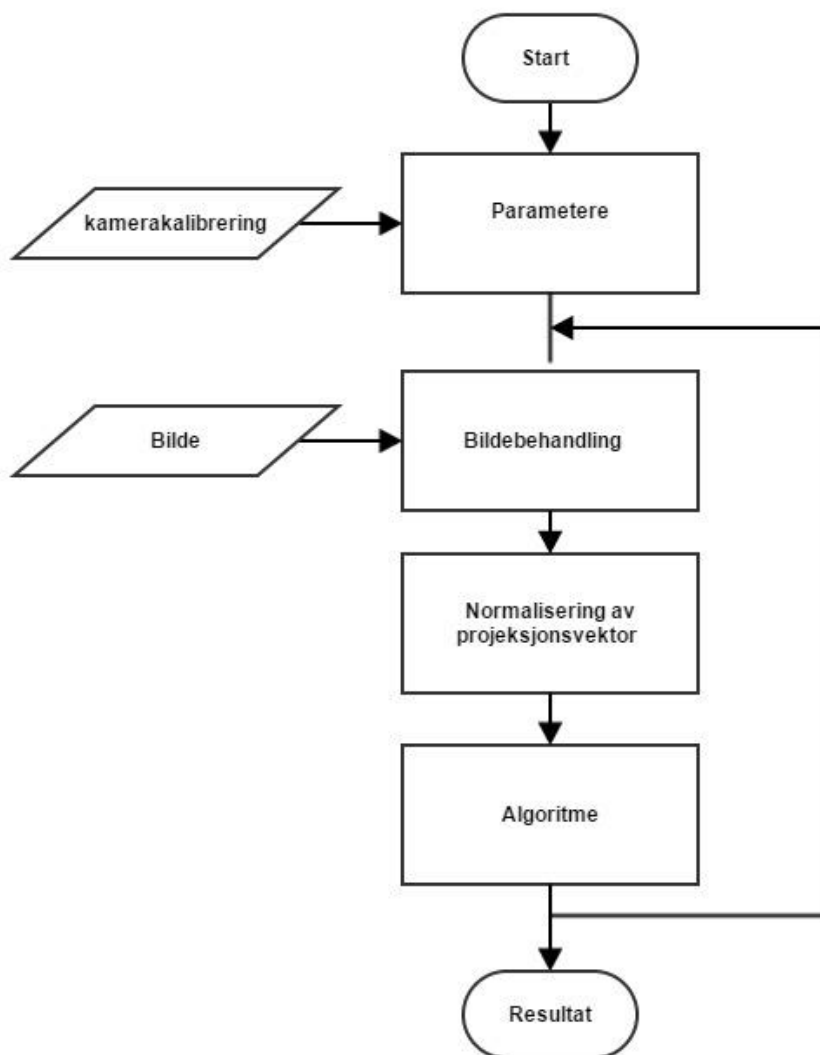
Figur 5-10 3D plott av projeksjonslinjene fra projeksjonsvektorene vist i figur 5-9.

5.3 Testing for posisjons- og avstandsmålingen

5.3.1 Testprogrammet

For å kunne teste hvor godt algoritmen for posisjons- og avstandsmåling fungerer, ble et testprogram laget i Matlab. Dette programmet er utelukkende tenkt for testing, denne har derfor ingen sanntidsfunksjoner. Testprogrammet har blitt oppdatert fortløpende gjennom hele prosjektperioden.

Figur 5-11 viser et flytskjema for testprogrammet gruppen har utviklet og brukt under dette prosjektet.



Figur 5-11 Flytskjema for testprogrammet. Figuren viser oppbygningen til testprogrammet.

I tillegg til de parameterne som algoritmen trenger for å regne ut posisjonen og avstanden til et plan, så får testprogrammet inn de faktiske avstandene fra kameraet til hvert enkelt punkt. Dette for at programmet skal kunne sammenligne faktiske avstander og målte avstander for å fortelle hvor nøyaktig algoritmen er.

Informasjonen programmet skriver ut er; løsningsprosent, systematisk feil, standardavvik av den systematiske feilen, tidsbruk, gjennomsnittlig tid for hvert bilde og en liste bestående av feilen til hvert enkelt målt punkt.

5.3.2 Labeksperiment

Lab Plattform 1

Det første eksperimentet som ble utført med kamera var med bruk av et Windows webkamera og testplattformen. Testplattformen ble brukt for å simulere bevegelsen til en båt. Kameraet sine spesifikasjoner kan man se i kapittel 3.2 (Microsoft LifeCam). Det ble brukt 3 røde punkter plassert på planet i dette eksperimentet.

Oppsett

Kameraet ble plassert slik at når plattformen står på sitt høyeste, så er avstanden fra kameraet til plattformen 1260 mm, og 1478 mm når plattformen er på sitt laveste. Oppløsningen på kameraet var satt til 800 x 600 piksler. Figur 5-12 viser et eksempel bilde fra dette eksperimentet.

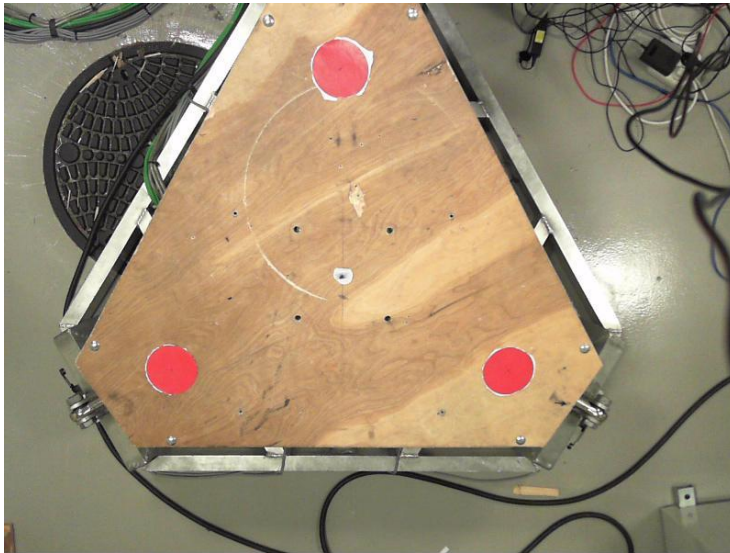
Avstanden mellom de røde punktene var:

$$L_{1-2} = 659 \text{ mm}$$

$$L_{1-3} = 664 \text{ mm}$$

$$L_{2-3} = 663 \text{ mm}$$

Det ble tatt fire bilder hvor plattformen ble satt til ulike posisjoner. De ulike posisjonene ble målt manuelt. Det ble også filmet tre ulike filmer mens plattformen beveget seg. To filmer med oppløsning på 800 x 600 piksler, og en film med en oppløsning på 1920 x 1080 piksler. Bevegelsen plattformen hadde under de ulike filmene ble lagret i en tekstfil, slik at man senere kunne sammenligne måleresultatene med de virkelige verdiene.



Figur 5-12 Eksempelbilde lab plattform 1. For beskrivelse av testplattformen, se kapittel 3.1.

Resultat

Tabell 5-C viser resultatene fra lab 1. Kolonnene «målt» og «faktisk» viser avstandene fra kameraet til de forskjellige punktene på planet og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi.

Bilde nr.	Punkt 1 (mm)			Punkt2 (mm)			Punkt 3 (mm)		
	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ
1	1486	1478	9	1505	1478	27	1527	1478	49
2	1153	1260	-107	1332	1260	72	708	1260	-552
3	1343	1340	3	1358	1340	18	1385	1340	45
4	1390	1478	-88	788	1260	-472	1267	1478	-211

Tabell 5-C Resultat lab plattform 1. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra lab plattform 1. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i mm.

Lab Plattform 2

Det andre eksperimentet hvor et virkelig kamera ble brukt, ble utført på samme sted som lab 1. I dette eksperimentet ble det valgt å bruke et kamera med høyere oppløsning.

Kameraet som ble brukt her var et Canon speilreflekskamera. En tripod ble brukt slik at kameraet var enkelt å sette opp nøyaktig over plattformen. Kameraet sine spesifikasjoner kan leses om i kapittel 3.2 (Canon EOS 550D).

Det ble i dette eksperimentet brukt 4 røde punkter på plattformen. Når dette eksperimentet ble utført var det kjent at man hadde behov for 4 punkter på planet for å utelukke alternative løsninger som var feil.

Oppsett

Kameraet ble plassert slik at når plattformen stod på sitt høyeste, så var avstanden fra kameraet til plattformen 683 mm, og 902 mm når plattformen var på sitt laveste.

Oppløsningen på kameraet var satt til 5184 x 3456 piksler. Figur 5-13 viser et eksempel bilde fra dette eksperimentet

Dette eksperimentet deles inn i to deler, en del hvor plattformen ikke er vinklet, og en del hvor plattformen var vinklet.

Avstanden mellom de røde punktene var:

$$L_{1-2} = 480 \text{ mm}$$

$$L_{1-3} = 481 \text{ mm}$$

$$L_{2-3} = 475 \text{ mm}$$

$$L_{2-4} = 537 \text{ mm}$$

$$L_{3-4} = 418 \text{ mm}$$

$$L_{1-4} = 826 \text{ mm}$$



Figur 5-13 Eksempelbilde lab plattform 2. For beskrivelse av testplattformen, se kapittel 3.1.

Resultat

Resultatene som er presentert i tabell 5-D er med plattformen stående med lik høyde på alle ben. Bilde nr. viser hvilke bilder det gjelder i en serie med totalt 9 bilder. Resten av tabellen har samme oppsett som i lab 1 (se tabell 5-C).

Bilde nr.	Punkt 1 (mm)			Punkt2 (mm)			Punkt 3 (mm)		
	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ
1	930	902	28	915	902	13	935	902	33
7	786	827	-41	771	827	-56	793	827	-34
9	707	683	24	692	683	9	716	683	33

Tabell 5-D Resultat lab plattform 2, del 1. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra del 1 til eksperimentet lab plattform 2. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i mm.

Resultatene i tabell 5-E viser hele bildeserien. Rull og pitch er regnet ut fra de 4 punktene sin avstand til kameraet.

Bilde nr.	Rull (Grader)			Pitch (Grader)		
	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ
1	-0.8298	0	-0.8298	-2.4551	0	-2.4551
2	3.1862	0	3.1862	-2.5405	-8,5	5.95
3	1.3896	0	1.3896	-12.6176	-13,5	0.8824
4	18.0090	-7,8	25.8090	22.5163	4,5	18.0163
5	-6.1260	-7,8	-13.926	-9.1960	-8,46	-0.7360
6	18.4964	-11,7	30.1964	21.2245	-6.72	27.9445
7	-0.9670	0	-0.9670	-2.5619	-0,18	-2.3819
8	15.0003	-4	11.0003	24.0253	11,4	12.6253
9	-1.1764	0	-1.1764	-2.6527	0	-2.6527

Tabell 5-E Resultat lab plattform 2, del 2. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra del 2 til eksperimentet lab plattform 2. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i grader.

Lab Gymsal

I dette eksperimentet ble gymsalen ved skolen benyttet for å måle lengre avstander enn i lab plattform 2 (se kapittel 5.3.2 lab plattform 2). Der ble det brukt et Nikon speilreflekskamera (se kapittel 3.2 (Nikon D90)) montert på en tripod for økt stabilitet. Det ble også benyttet en Bosch lasermåler (se kapittel 3.3) for nøyaktig måling av faktiske avstander. Laseren ble plassert på en tripod for å oppnå en større nøyaktighet under målingene.

For å simulere bevegelse av planet ble en tavle på hjul brukt. På denne tavlen ble det limt på 4 røde punkter. Med å bruke en tavle på denne måten var jobben med å ta bilder av planet i ulike posisjoner enkel.

Oppsett

Kameraet og laser ble montert på tripoder 160 cm over gulvet. Avstanden til tavlen ble begrenset til 15 meter på grunn av at dette var den maksimale avstanden lasermåleren kunne måle. For enkelhets skyld ble lasermåleren stilt opp med en avstand på 900 mm fra kameraet. For hvert bilde ble avstanden til hvert enkelt punkt målt med laseren. Oppløsningen til kameraet var satt til 4288 x 2848 piksler. Brennvidden til kameraet var satt til 29 mm. Figur 5-14 viser oppsettet til kameraet og lasermåleren, den viser også et eksempel bilde av tavlen.

Avstanden mellom de røde punktene var:

$$L_{1-2} = 907 \text{ mm}$$

$$L_{1-3} = 953 \text{ mm}$$

$$L_{2-3} = 924 \text{ mm}$$

$$L_{2-4} = 930 \text{ mm}$$

$$L_{3-4} = 679 \text{ mm}$$

$$L_{1-4} = 1457 \text{ mm}$$

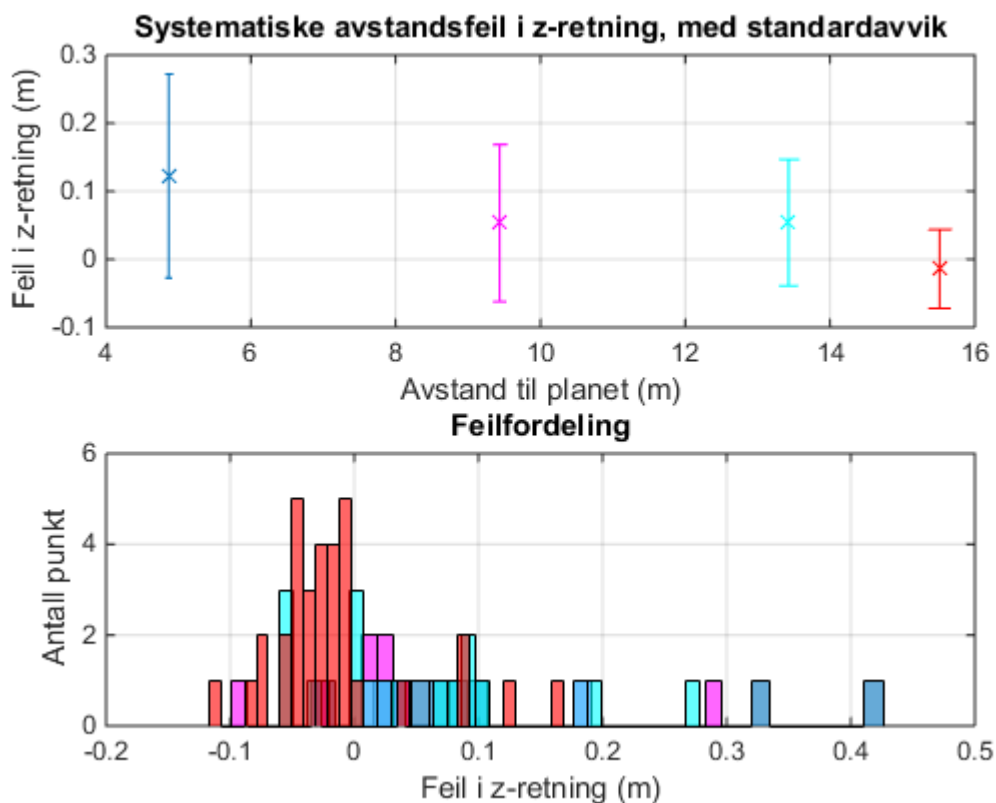
Dette eksperimentet kan deles i 2 deler, den ene hvor tavlen ikke er vinklet i forhold til kameraet og den andre hvor tavlen er vinklet. Resultatene fra den første delen blir presentert med grafer (se figur 5-15) som viser den systematiske feilen, standardavviket til hver avstand og feilfordelingen til hver avstand. Resultatene fra den andre delen blir presentert i tabell 5-F som viser faktiske og målte avstander til hvert punkt, og differansen mellom målte og faktiske avstander.



Figur 5-14 Oppsett for lab gymsal. Bildet viser oppsettet av kameraet og lasermåleren (til venstre), og et eksempel bilde av tavlen (til høyre).

Resultat

Figur 5-15 viser resultatene fra målinger der alle punktene på planet har lik avstand fra kameraet. Plottene viser den systematiske avstandsfeilen for hver avstand samt størrelsen på standardavviket. Stolpediagrammet viser feilfordelingen til de ulike avstandene i bildeserien. Hver avstand er representert med hver sin farge. Den systematiske feilen viser gjennomsnittsfelen og forteller den konstante feilen til hver avstand, standardavviket foreller spredningen fra den systematiske feilen. Feilfordelingen viser hvor mange punkt som har en bestemt feil.



Figur 5-15 Resultat fra lab gymsal, del 1. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.

Tabell 5-F viser resultatene fra lab gymsal del 2, med ulik avstand til hver punkt.

Bilde nr.	Punkt 1 (mm)			Punkt2 (mm)			Punkt 3 (mm)		
	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ	Målt	Faktisk	Δ
1	13552	13467	85	13398	13370	28	13141	13109	32
2	12673	12660	13	12842	12807	35	13102	13073	29
3	9839.5	9835	4.5	9612	9586	26	9230.9	9210	20.9
4	13001	12960	41	13276	13240	36	13728	13682	46

Tabell 5-F Resultat fra lab gymsal, del 2. Tabellen viser resultatene til hvert punkt fra del 2 til eksperimentet lab gymsal. Kolonnen målt viser målt verdi, faktisk viser den faktiske verdien og Δ viser differansen mellom målt og faktisk verdi. Alle verdiene er oppgitt i mm.

5.3.3 Simulerte eksperiment

Oppsett Simulerte eksperiment

For å kunne utøve mange eksperimenter kjapt og nøyaktig har 3D-modelleringsverktøyet Blender blitt benyttet. Blender ble valgt over andre lignende programmer, fordi Blender kan bruke metriske enheter og fordi programmet har en god kameramodell.

Det ble modellert et plan med fire røde punkt, nøyaktig avstand mellom punktene er kjent. Et simulert kamera ble så plassert med en kjent avstand unna. Et script ble brukt til å rotere på planet samtidig som det tok bilde etter hver rotasjon. Informasjon om hvor punktene befinner seg (z-avstand fra nullplanet) for hvert bilde ble skrevet til en tekstfil.

For at kameraet i Blender skal kunne brukes må det kalibreres. Dette ble gjort ved at et kalibreringsbilde med et sjakkbrettmønster ble importert. Flere bilder ble så tatt med den samme kameraparameteren som bildene av planet skal tas i.

Det ble utført 6 tester i Blender, for hver test ble en parameter variert. En oppløsningstest hvor oppløsningen til kameraet varierte, to avstandstester hvor avstanden til planet ble variert (150 m til 300m og 20m til 50 m), en for å teste hvor godt representert planet må være i bildet for å gi gode resultater, en for å teste om størrelsen på punktene har noe å si for resultatet, og en siste som rekonstruerer «Lab Gymsal» (se kapittel 5.3.2 for beskrivelse av «Lab Gymsal»).

Alle bildene, utenom oppløsningstesten, ble tatt med en oppløsning på 4288 x 2848.

Hver test, utenom oppløsningstesten og rekonstruksjonen av «Lab Gymsal», blir under vist med 3 grafer (se figur 5-16). Første grafen viser den systematiske feilen og størrelsen på standardavviket for hver bildeserie, andre grafen viser løsningsprosenten for hver bildeserie, og siste grafen viser feilfordelingen til hver bildeserie. Hver bildeserie er representert med hver sin farge. Resultatene for oppløsningstesten og rekonstruksjonen av «Lab Gymsal» blir bare representert med grafene som viser den systematiske feilen med standardavvik og feilfordelingen.

Den systematiske feilen, standardavviket og feilfordelingen er forklart i kapittel 5.3.2 i resultat delen til lab gymsal. Løsningsprosenten viser prosenten for antall løsninger funnet for hver bildeserie.

Størrelsen til planet som punktene var utplassert på i Blender, var i utgangspunktet 25 * 25 m. Midtpunktet til planet var plassert i origo i koordinatsystemet til Blender.

Diameteren til alle punktene var 0.334 m.

Koordinatene til punktene var i utgangspunktet:

$$\text{Punkt 1} = [-20, -10, 0] \text{ m}$$

$$\text{Punkt 2} = [-10, 15, 0] \text{ m}$$

$$\text{Punkt 3} = [2.5, -10, 0] \text{ m}$$

$$\text{Punkt 4} = [20, 15, 0] \text{ m}$$

Størrelsen på planet, diameteren til punktene og koordinatene til punktene er konstante i alle testene utenom testen for antall piksler mellom punktene, og i testen hvor «Lab Gymsal» ble rekonstruert.

Oppløsningstest

Det ble utført 3 tester for å se hvor stor effekt oppløsningen har for nøyaktigheten av avstandsmålingen. Tre oppløsninger ble testet, 800 x 600 piksler, 1920 x 1080 piksler og 4288 x 2848 piksler.

I hver serie ble det tatt 24 bilder, mellom hvert bilde ble planet rotert 5 grader, først rundt y-aksen så senere x-aksen. Planet startet med en rotasjon på -10 grader om x- og y-aksen, og sluttet med en rotasjon på +10 grader om x- og y-aksen. Avstanden fra kameraet til planet var 43 m.

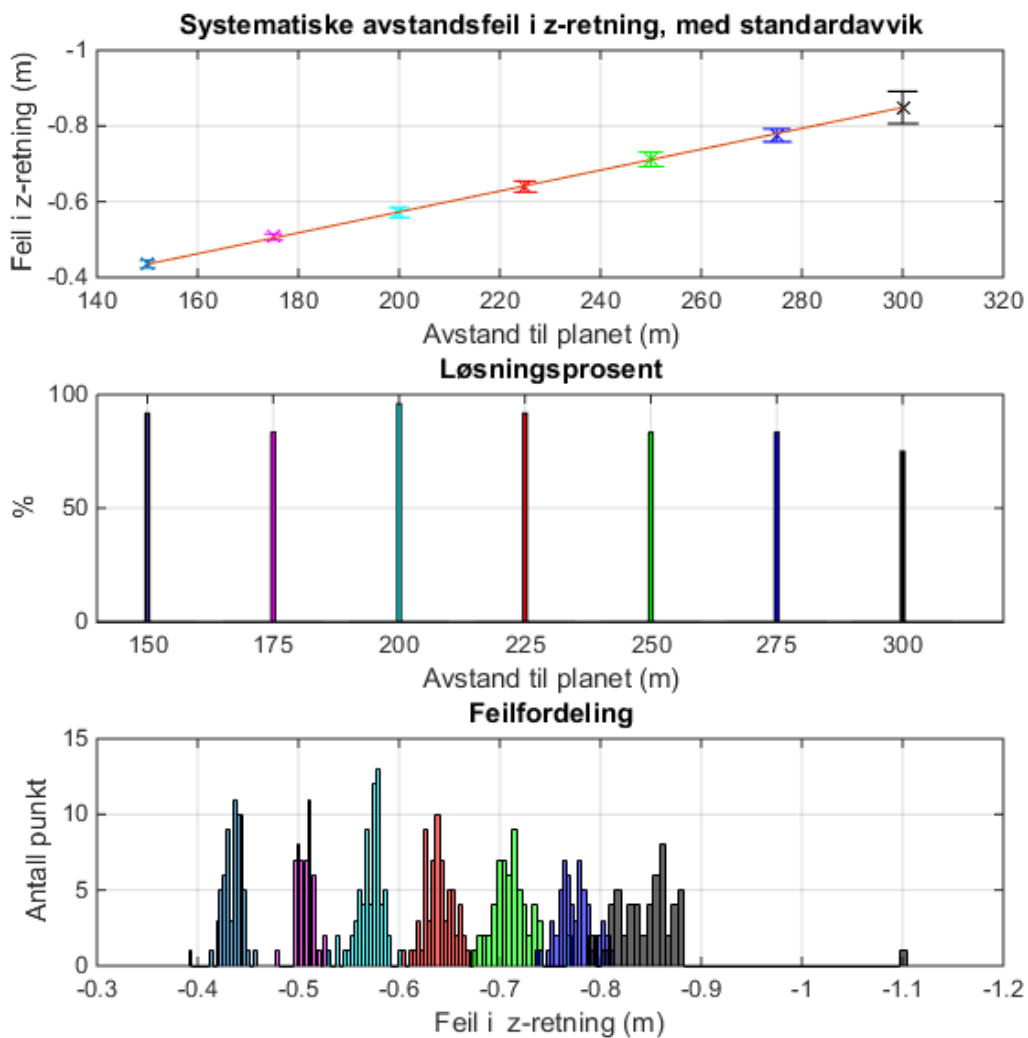
Med en oppløsning på 800 x 600 kunne ikke Matlab kjenne igjen punktene, ingen løsninger ble altså funnet. Resultatene fra de to neste seriene viste ingen betydelige forskjell for oppløsningene 1920 x 1080 piksler og 4288 x 2848 piksler på en avstand på 43 m, og en diameter for hvert punkt lik 0.334 m.

Avstandstest 150 m – 300 m

Denne testen var designet for å teste nøyaktigheten på en relativ stor avstand, og med økende avstand, uten å endre brennvidden til kameraet. Brennvidden til kameraet var satt til 250 mm. Testen består av sju bildeserier med 24 bilder i hver serie, hvor det i hver serie er en bestemt avstand mellom kameraet og planet. Avstanden i den første serien var 150 m, og i den siste serien var avstanden 300 m. Avstanden ble økt med 25 m for hver serie.

Planet ble rotert i hver serie på samme måte som i den foregående testen.

Resultat



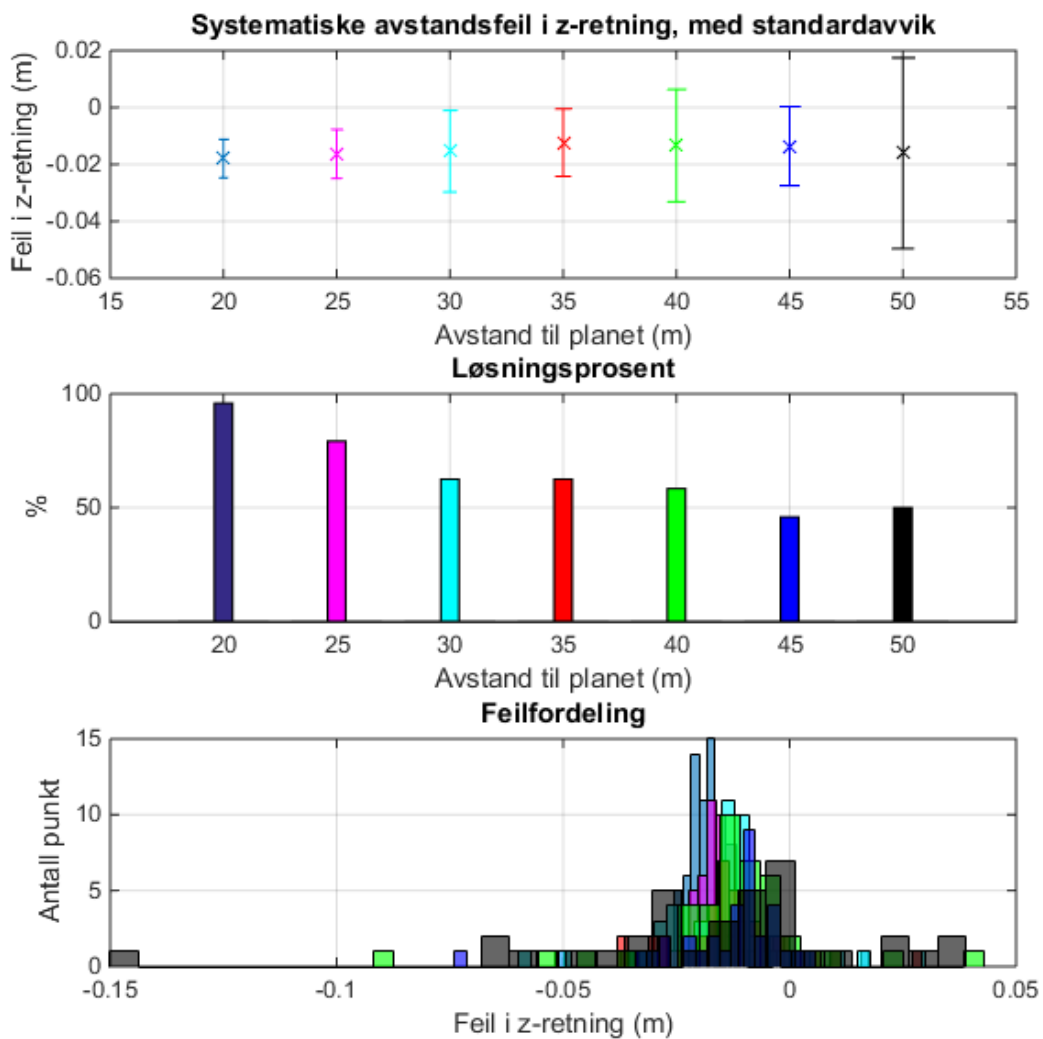
Figur 5-16 Resultat fra avstandstesten, 150 - 300 m. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.

Avstandstest 20 – 50 m

Denne testen var designet for å teste nøyaktigheten på litt mindre avstander enn den forrige, og med mindre brennvidde (25 mm). Denne testen består også av 7 bildeserier, hvor avstanden til planet varierer fra 20 m til 50 m, med 5 m økning for hver serie.

Planet ble rotert i hver serie på samme måte som i de foregående testene.

Resultat



Figur 5-17 Resultat fra avstandstesten, 20 - 50 m. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.

Test for antall piksler mellom punktene

Denne testen var designet for å undersøke effekten av antall piksler mellom punktene i bildet, altså hvor godt planet er representert i bildet.

Denne testen består av totalt 5 bildeserier. I den første serien er planet 5 ganger mindre enn planet brukt i de andre testene, i de neste seriene er planet henholdsvis 2-, 3- 4- og 5-ganger større enn planet i den første serien. I alle seriene er avstanden til kameraet 30 m, og brennvidden er satt til 25 mm. Størrelsen og koordinatene til punktene blir også skalert med størrelsen på planet.

Planet ble rotert i hver serie på samme måte som i de to foregående testene.

Figurene 5-18 og 5-19 viser forskjellen mellom den første og siste serien.

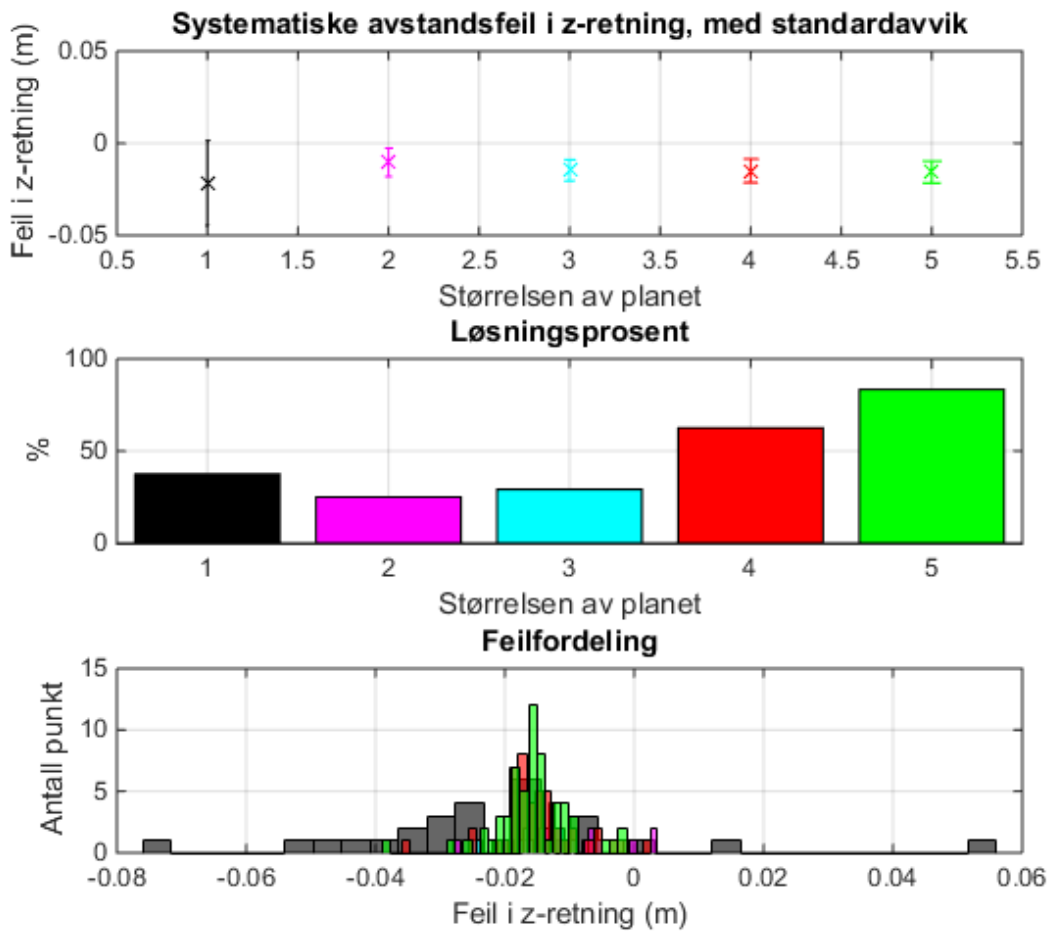


Figur 5-18 Eksempelbilde av planet i den første serien til «test for antall piksler mellom punktene». Bildet viser et plan med størrelse 5 x 5 m tatt med en avstand 30 m fra kameraet, og hvor brennvidden til kameraet var satt til 25 mm.



Figur 5-19 Eksempelbilde av planet i den siste serien til «test for antall piksler mellom punktene». Bildet viser et plan med størrelse 25 x 25 m tatt med en avstand 30 m fra kameraet, og hvor brennvidden til kameraet var satt til 25 mm.

Resultat



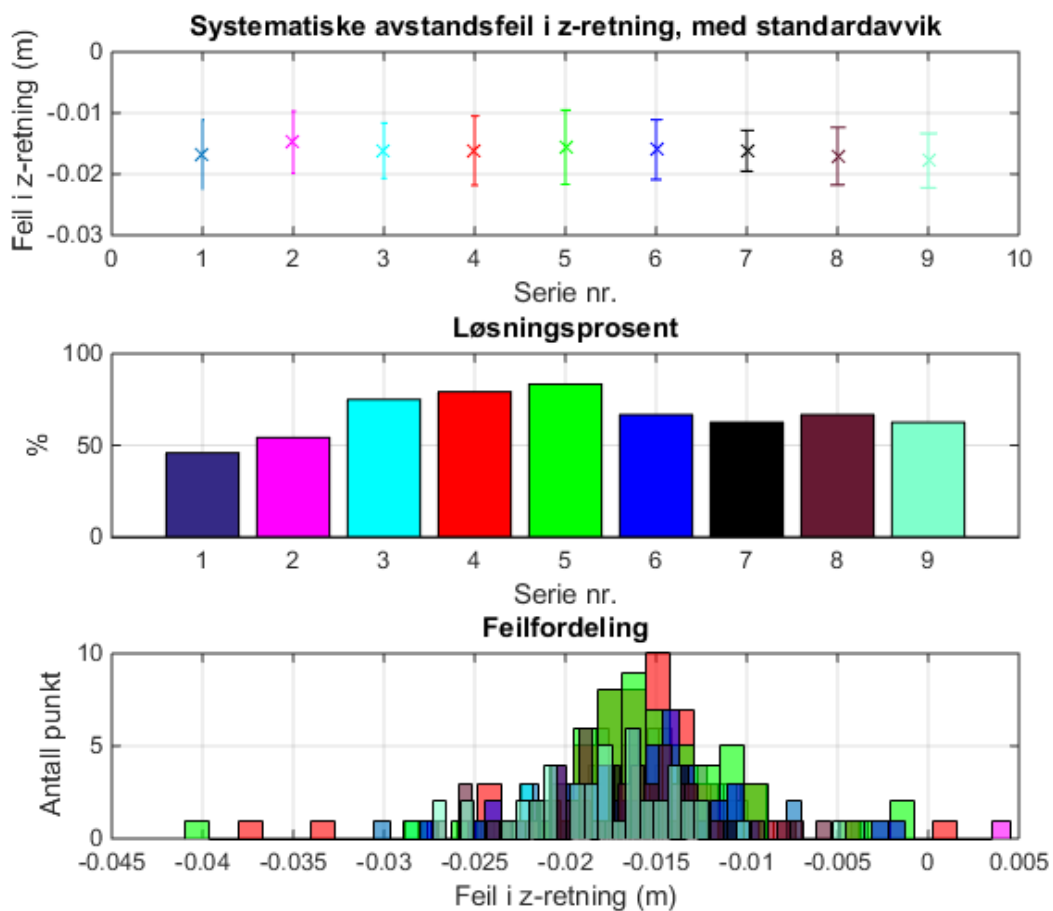
Figur 5-20 Resultat av testen for antall piksler mellom punktene. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver størrelse av planet. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver størrelse av planet. Den nederste viser feilfordelingen til hver størrelse av planet. Hver størrelse av planet er representert med hver sin farge. Størrelse 1 representerer en virkelig størrelse planet lik 5 x 5, størrelse 2, 3, 4 og 5 representerer en størrelse på planet lik 2, 3, 4 og 5 ganger større en det første planet.

Test for størrelse av punkter på planet

Denne testen ble designet for å teste om størrelsene på punktene har noe å si for nøyaktigheten til algoritmen.

Testen består av 9 bildeserier, hvor planet ble rotert på samme måte i hver serie som i de foregående testene. Punktene i de 5 første seriene var samme størrelse som punktene i testen for antall piksler mellom punktene. De 4 siste testene var punktene 2 til 5 ganger større enn punktene i den 5. serien (0.334 m).

Resultat



Figur 5-21 Resultat av testen for størrelse av punkter på planet. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver bildeserie. Grafen i midten viser løsningsprosenten til hver serie. Den nederste viser feilfordelingen til hver serie. Hver serie er representert med hver sin farge. Punktene i de 5 første seriene var samme størrelse som punktene i testen for antall piksler mellom punktene. De 4 siste testene var punktene 2 til 5 ganger større enn punktene i den 5. serien.

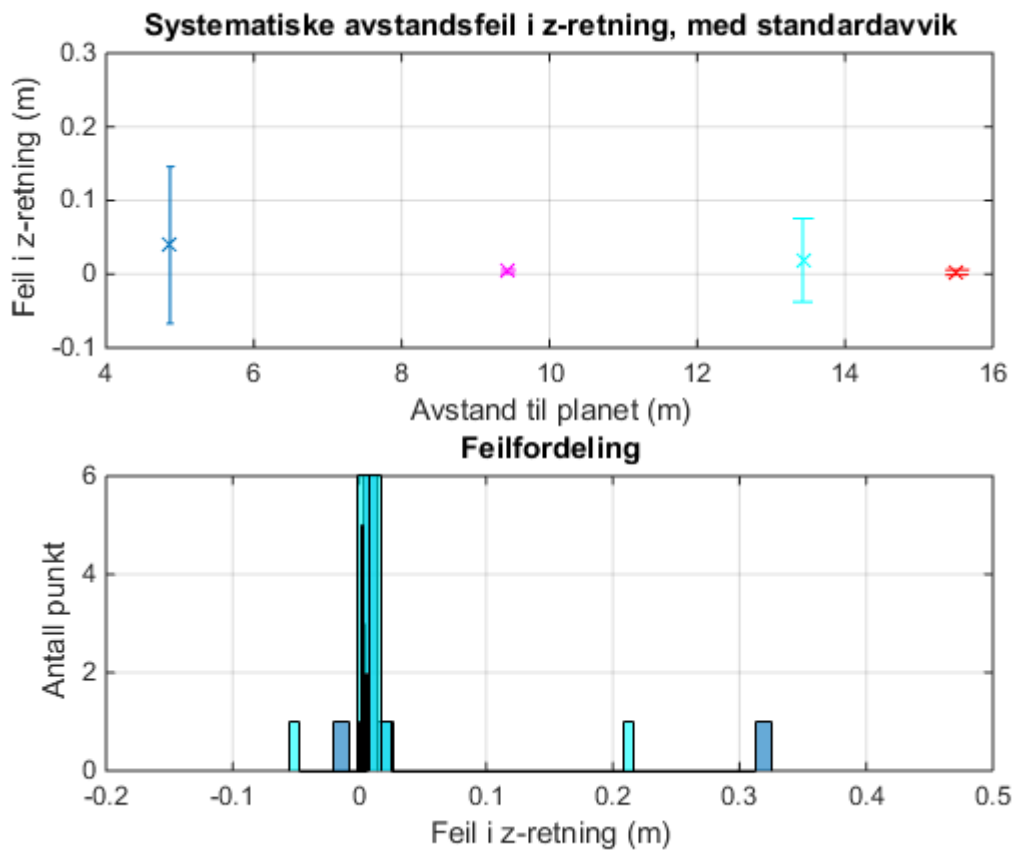
Rekonstruksjon av Lab Gymsal

Denne testen er en rekonstruksjon av «Lab Gymsal», hvor alle parameterne er forsøkt gjenskapt så godt som mulig.

Disse parameterne inkluderer; avstanden fra kameraet til planet, posisjonen og lengden mellom punktene, og brennvidden til kameraet (i mm).

Det er bare de bildene hvor planet ikke er vinklet som er rekonstruert.

Resultat



Figur 5-22 Resultat for rekonstruksjonen Lab Gymsal. Den øverste grafen viser den systematiske avstandsfeilen i z-retning, med standardavviket til hver avstand. Den nederste viser feilfordelingen til hver avstand. Hver avstand er representert med hver sin farge.

6 DRØFTING

6.1 Eksperiment

I de følgende seksjonene i dette kapitlet drøftes resultatene fra alle testene utført på algoritmen for posisjons- og avstandsmåling.

6.1.1 Labeksperiment

Her blir resultatene fra labeksperimentene drøftet.

Lab Plattform 1

Resultatene fra dette eksperimentet vist i kapittel 5.3.2 varierte fra 552 til 3 mm (se tabell 5-C). Disse resultatene var nyttige fordi gruppen fikk se tidlig i prosjektet at algoritmen så ut til å fungere. På grunn av at dette eksperimentet bare hadde 3 punkter på planet, ble det funnet mange ulike løsninger for hvert bilde. Men man kunne se at noen av løsningene ikke tilfeldigvis kunne stemme så godt. Plattformen har ikke så stor bevegelse, og med lav oppløsning på bildene var det, ikke uventet, stor variasjon i resultatene. Filmene som ble tatt under denne labben ble ikke brukt, fordi 4 punkter på planet ikke var på plass og man ville da endt opp med en rekke feil løsninger.

Lab Plattform 2

I denne testen ble algoritmen noe forbedret. Det ble markert 4 punkter på planet (se figur 5-13), istedenfor 3 (se figur 5-12). Et bedre kamera ble brukt, og oppsettet var noe mer robust enn i den første testen.

Denne testen viser, som i den første testen, noe varierende resultater hvor feilen varierte fra -56 til 33 mm (se tabell 5-D). Unøyaktigheten i resultatene av testen kan skyldes for dårlig kalibrering, og/eller det at planet var relativt dårlig representert i bildet (lite piksler mellom punktene). Plattformen sto i tillegg på et noe ujevnt gulv, det er altså usikkert om kameraet sto rett på plattformen.

Lab Gymsal

Denne testen (se kapittel 5.3.2) viser at det er mulig å måle posisjonen og avstanden til et plan på lengre avstand enn i de to foregående testene. På 15 meters avstand var den systematiske avstandsfeilen lik -14 mm, og med et standardavvik lik 57 mm (se figur 5-15). Tabell 5-F viser en maksimal feil på 85mm og en minste feil på 4.5 mm.

Vi ser fra tabell 5-F og figur 5-15 viser en tendens til mindre feil når planet er vinklet i forhold til kameraet. Dette kan komme fra at når planet er vinklet, er det mindre sannsynlighet for at algoritmen gir ut en feil løsning, fordi planet må rotere langt mer for å kunne stemme overens med projeksjonslinjene med en feil orientering (se figur 5-5), en slik feilorientering vil bli luket ut av algoritmen (se figur 5-6 og tilhørende forklaring).

Det var ønskelig å teste nøyaktigheten på lengre avstand det som ble gjort i denne labben, men på grunn av mangel på utstyr ble avstanden begrenset til maksimalt 15 meter.

Flere bilder burde blitt tatt på hver avstand for å få et bedre datagrunnlag for beregning av den systematiske feilen, standardavviket og feilfordelingen.

6.1.2 Simulerte eksperiment

De simulerte forsøkene viser noen interessante sammenhenger som ikke kommer så godt frem i labforsøkene. Det var mye enklere å sette opp tester i blender slik at det var mulig å isolere spesifikke parametere som var av interesse. Resultatene til alle de simulerte eksperimentene er beskrevet i kapittel 5.3.3.

Oppløsningstest

Fra resultatene fra denne testen (se kapittel 5.3.3) ser vi at oppløsningen til bildet som blir tatt for å måle posisjonen og avstanden til punkter bør være god nok til at det er mulig å kjenne igjen punktene, og at det er nok piksler i punktene til å kunne kjenne igjen midtpunktene til punktene. Oppløsningen bør ikke være unødvendig stor slik at det går utover hastigheten til bildebehandlingen.

Avstand 150 m – 300 m

Denne testen viser at det er en proporsjonal sammenheng mellom den systematiske feilen og avstanden (se figur 5-16). Denne kommer sannsynligvis fra unøyaktigheter i kalibreringen, en konstant feil i kalibreringen av brennvidden i piksler vil føre til en proporsjonal feil med tanke på avstanden fra kameraet til planet.

Den viser også en liten tendens til økt standardavvik fra den systematiske feilen på lengre avstand, samt at løsningsprosenten synker.

Feilen var dobbel så stor ved 300 m, som ved 150 m. Denne kan lett kompenseres for ved å legge til, eller trekke fra den systematiske feilen på bruksavstanden. En sannsynlig forklaring på denne feilen er at det kommer fra en feil i kalibreringen for bestemmelse av brennvidden i piksler.

Avstand 20 m – 50 m

Denne testen viser ikke samme sammenhengen mellom den systematiske feilen og avstanden som ved test 150 - 300 m (se figur 5-16 og figur 5-17). Løsningsprosenten, standardavviket og den systematiske feilen var mye mer variabel enn i den foregående testen.

Planet er på denne testen langt mindre representert på den lengste avstanden enn hva den er på den korteste avstanden, dette kan forklare økningen av spredningen og reduksjonen av løsningsprosenten på lengre avstand. Med en slik kort brennvidde (25 mm) som blir brukt i denne testen, vil planet bli mye mindre for hver avstandsøkning i forhold til ved en lengre brennvidde (250 mm) som blir brukt i avstandstesten 150 -300 m.

Antall piksler mellom punktene

Denne testen viser at mindre antall piksler mellom punkter i bildet fører til en lavere løsningsprosent, og økt standardavvik fra den systematiske feilen (se figur 5-20).

Denne testen kan forklare hvorfor feilen og løsningsprosenten ikke har samme sammenhengen i den andre avstandstesten som den første. Dette fordi antall piksler mellom punktene i den andre testen varierer mye mer enn i den første.

Test for størrelse av punkter på planet

Denne testen viser at punktene ikke må være for små eller for store på planet (se figur 5-21). Det største punktene hadde en diameter på 1.67 m og det minste på 0.0668 m.

Rekonstruksjon av Lab Gymsal

To av avstandene som ble rekonstruert viser en betydelig forbedring enn i den virkelige «Lab Gymsal» (se figur 5-15 og figur 5-22), de 2 andre viser mer eller mindre de samme resultatene.

Siden Blender har en tilnærmet perfekt kameramodell, er det å forvente at de simulerte testene viser bedre resultater.

6.1.3 Oppsummering av tester

Lab-testene viser at det er mulig å måle posisjon og avstand med et enkelt kamera og markert punkt på et plan.

Testene i blender viser at det (i teorien) er mulig å måle avstand relativt langt unna. Den viser til at økt avstand ikke nødvendigvis reduserer nøyaktigheten alt for mye. Så lenge planet er godt zoomet inn.

Siden lab-forsøkene ikke var så inn-zoomet som det kunne være kan det tyde på at nøyaktigheten i disse forsøke kunne bli en god del bedre, hvis det ble forsøkt zoomet inn.

Den varierende løsningsprosenten kan forklares av algoritmen sine kriterier for sammenlikning av de to trekantene som blir brukt for utregning (se kapittel 5.1.2).

6.2 Algoritmen for posisjons- og avstandsberegning

Algoritmen i dette prosjektet ble i hovedsak designet for testing. Hastigheten til algoritmen ble ikke prioritert. Løsningsalgoritmen (se kapittel 5.1.1) kan effektiviseres ved at økningen i Z er større over området en vil lete i. En kan så lete på ny i det området løsningen gir med en mindre økning i Z , for å få et mer nøyaktig resultat.

Skal algoritmen brukes i sanntid, kan det implementeres begrensinger for hvor mye et plan har muligheten til å bevege seg i under en gitt tid. Dette kan redusere leteområdet betraktelig i forhold til det som har blitt brukt i dette prosjektet. Tiden algoritmen bruker på å finne en løsning vil da reduseres.

Det kunne også blitt implementert i forsøkene som ble gjort i dette prosjektet, men det ble ikke prioritert å bruke tid på.

En viktig faktor i algoritmen er hvordan den sammenligner de to trekantene de fire punktene danner. Hvordan, og hvilke verdier disse sammenlignes med bør velges på grunnlag av en sammenheng mellom ønsket nøyaktighet og ønsket løsningsprosent. Med en streng sammenligningsverdi vil løsningsprosenten gå ned, og motsatt.

Hvis hastigheten kan økes betraktelig, kan en streng sammenligning foretrekkes. Hvis algoritmen for eksempel klarer mange bilder i sekundet, kan det være nok med en relativ lav løsningsprosent. Dette avhenger selvfølgelig av bruksområde. Skal det bli brukt til hiv-kompensering på store tunge offshorekraner er det begrenset hva hastighet kranene klarer å kompensere. Det vil da ikke vær nødvendig med så mange løsninger i sekundet.

6.3 Bildebehandling

6.3.1 Kamerakalibrering

Det er blitt forsøkt med forskjellige verktøykasser for kamerakalibrering. Gruppen endte opp med å bruke metoden laget av Bouguet [9]. Denne metoden er mye raskere enn Matlab sin innebygde kalibreringsapplikasjon, når en bruker bilder med høy oppløsning. Resultatene av kalibreringen av samme bildeserie gir relativt like parametere, så metoden har ut fra gruppens erfaringer høy reliabilitet.

6.3.2 Gjenkjenning og markering av punkter

Det ble prøvd ulike metoder for å gjenkjenne punktene i bildet. Gruppen valgte å bruke røde punkter på planet. Gjenkjenning av røde punkter i et bilde er en god nok metode for bruk under testing av lab- og simulerte eksperiment. Bildene fra virkelige kamera inneholder ofte litt støy rundt de røde punktene, denne støyen må filtreres bort ved hjelp av et medianfilter (se kapitel 2.5.2).

I virkelige situasjoner vil ikke dette være en robust nok metode, fordi andre røde objekter vil kunne dukke opp i kameraet sin synsvinkel og skape problemer for gjenkjenningen. Man må derfor se på andre alternative metoder for dette. Dette kan for eksempel være med bruk av et infrarødt kamera, der punktene kan være en form for infrarødt lys.

Måten punktene blir nummerert på gjør at metoden har noen begrensinger. Hvis hellingen på planet er så stor at punktene krysser hverandre vil ikke nummereringen bli riktig, og oppgitte lengder mellom punktene vil ikke stemme overens med trekantene som blir regnet på. Metoden er god nok for simulert testing og labtesting, men i ettertid ser man at små forbedringer kunne forenklet testingen. For eksempel kunne man ikke bare finne røde objekter, men formen kunne også vært avgjørende for om punktene skulle bli nummerert eller oversett.

6.3.3 Beregning av normalisert projeksjonsvektor

Metoden for beregningen av den normaliserte projeksjonsvektoren har 5 forskjellige parametere som input (se kapittel 4.2.2). I denne metoden blir parameterne, forskyvning og fortegning satt til 0. Med simulerte bilder er dette også tilfellet, da bildet er rektangulært (ingen forskyvning), og ikke har noen fortegning.

Med virkelige bilder fra lab-eksperimentene vil bildet ha noe fortegning. Denne fortegningen blir ikke tatt med, fordi det fører til at resultatet av avstandsberegningen blir dårligere. Dette kan skyldes dårlige kalibreringsbilder, der kalibreringsmønsteret ikke dekket hele bildet. Fortegningen er vanligvis størst ved kantene og det kan tenkes at det er viktig med god kalibrering her.

6.4 Testprogrammet for posisjons- og avstandsmåling

Testprogrammet fungerte godt til sitt formål, nemlig å teste hvor godt algoritmen fungerte. Programmet kan uten store forandringer modifiseres for å kunne kjøres i sanntid, men siden det ikke ble prioritert å gjøre algoritmen raskere så ble heller ikke dette prioritert.

6.5 Bruk av posisjons- og avstandsmåling til maritime løfteoperasjoner

6.5.1 Fordeler

Hiv-kompenserte kraner på installasjoner til havs vil gjøre løfteoperasjonene tryggere da jobben med å huke av og på last vil bli roligere, selv med store bølger. I dag kan bølger skape rask oppstramming av kranwire, noe som fort kan være farlig for mannskapet som skal huke av lasten på det bevegende skipet.

Både last og skip blir utsatt for mye slitasje under landing av last på et bevegende lastedekk. En kran som kompenserer for båtens hiv-bevegelse vil redusere denne typen slitasje. Kranoperatøren sin jobb med å manuelt kompensere for lastedekket sin bevegelse langt unna er vanskelig, det å slippe å tenke på dette vil lette arbeidet. Med en slik løsning vil løfteoperasjonene kunne bli utført under mer værutsatte forhold.

Det kan tenkes at denne metoden kan være et steg i å fullautomatisere maritime løfteoperasjoner.

6.5.2 Begrensninger og videre arbeid

Punkt på planet

Punktene bør plasseres slik at det representerer hele planet, lengst mulig ut i kantene av planet. For at punktene skal representere det planet som er ønsket å utføre målinger av bør alle punktene plasseres med kjente koordinater i forhold til lasteplanet.

Ulike værforhold som tåke, regn og lignende kan skape problemer for målingene da dette kan føre til at punktene på lasteplanet ikke blir gjenkjent av kameraet. En bedre løsning for lett gjenkjennelige punkter på planet må utvikles. En løsning kan være ved å bruke et infrarødt kamera, der punktene avgir mye infrarødt stråling og lett blir oppfattet av kameraet (se kapittel 2.4.6).

For å øke redundansen til metoden kan flere enn fire punkter bli markert på lastedekket. Dette fordi punktene kan komme utenfor kameraets synsvinkel eller bli skjult av last og/eller andre objekter. Men skal flere enn fire punkter bli brukt må kameraet vite hvilket punkt den ser, slik at lengdene mellom punktene blir korrekte. Dette er også en utfordring da båten kan legge seg under riggen med ulike sider til. En metode for sortering av punkter må på plass for å løse dette problemet.

På grunn av ulik størrelse på lastedekket og utformingen til forsyningsskipene varierer, kan det være utfordrende å utarbeide en generell plassering av punktene. Dette kan løses ved at kranoperatøren får den informasjonen han trenger fra skipet før lastingen starter.

Det mest spennende med en slik løsning som gruppen har kommet frem til er hvis det monteres punkt på last eller krok som kameraet kan gjenkjenne kan posisjonen til lasten også måles, dette ved hjelp av at lengden til kabelen fra bommen er kjent. Da vil planet til forsyningsskipet være kjent, samt hvor lasten befinner seg til hver tid. Det kan tenkes at et punkt på lasten også kan bli brukt til å implementere en metode for å motvirke svingningen til lasten.

Kamera

Kameraet kan plasseres på mange ulike steder på installasjonene. Det viktigste med plasseringen av kameraet, er at man får med mest mulig av lastedekket innenfor kameraets synsvinkel. Avstand til lastedekket og punktene er noe som må tas hensyn til, da for lang avstand kan skape problemer for gjenkjenning av punkter (se kapittel 2.4.7).

Orienteringen til kameraet er vesentlig for å oppnå ønsket resultat. Det viktigste vil være at man kjenner til vinklingen til kameraet hvis man ønsker å vite absolutt posisjon til lasteplanet. En mulig løsning for dette kan da være at kameraet er montert slik at det alltid vil peke normalt på det horisontale planet.

Orienteringen til kameraet er ikke viktig å vite vist videre arbeid med å innføre et punkt på kroken blir gjennomført. Med et punkt på kroken vil posisjonen til lasten i forhold til planet være kjent uavhengig av orienteringen til kameraet.

I dette prosjektet ble det brukt webkamera og speilreflekskameraer, disse kameraene har en større forvrengning fra linsen enn industrikameraer utviklet for maskinsyn. Disse industrikameraene er utviklet med tanke på å redusere forvrengingen mest mulig, men det er ikke med dagens teknologi mulig å få forvrengningen fra linsen helt vekk.

Maritime løfteoperasjoner

Programmet som er blitt laget i dette prosjektet er ment for testing av nøyaktigheten til metoden. Skal programmet bli brukt for sanntids hiv-kompensering av kraner må metoden videreutvikles både med tanke på hastighet og kontrollmetode.

Høy oppløsning på bildene kameraet tar er nødvendig for gode resultater. Men en unødvendig høy oppløsning fører og til at bildebehandlingen går senere, da mengden på piksler som må behandles øker.

Ettermontering på installasjoner og skip vil være noe omfattende. Skipene må ha punkter på lasteplanet som er gjenkjennelige for et kamera på lastedekket. Avstanden mellom punktene, og høyden i forhold til lastedekket må være kjent. Et kamera for hver kran på installasjonen må monteres, samt kontrollutstyr for metoden.

Kameraene som blir montert må takle ulike avstander til lasteplanet. Skal kameraet kunne zoome inn og ut, må kameraet blir kalibrerte for flere zoom verdier.

Vibrasjon som vil være der hvor kameraet er montert kan gå utover nøyaktigheten til målingene. Dette er ikke noe som er blitt kjørt tester på, så hvor stor denne innvirkningen vil være er ikke kjent. En form for elastisk opplagring av kameraet vil hjelpe på dette området.

Siden ingen metoder for hiv-kompensering av kraner ble utarbeidet i dette prosjektet, så er dette selvsagt et tema for videre arbeid. Det må bestemmes i hvor stor grad kranene skal bli automatiserte. Mulige grader kan være om det skal utvikles som et hjelpemiddel hvor kranoperatøren bestemmer om han vil bruke det eller ikke, om det skal være en fast sikkerhet som kranoperatøren ikke kan overstyre, eller om det skal inngå i en løsning hvor løfteoperasjonene skal foregå uten en kranoperatør.

Andre løsninger for posisjons- og avstandsmåling til maritime løfteoperasjoner

I dette prosjektet er det ikke sett så mye på andre metoder for posisjons- og avstandsmåling som kan bli brukt til maritime løfteoperasjoner. Dette er noe som må undersøkes nærmere, om det er andre enklere, billigere og bedre metoder som kan utvikles til dette formålet.

En metode som kan undersøkes nærmere er å bruke målinger fra skipets Motion Reference Unit (MRU). Siden det er vanlig å bruke målinger av et skips MRU for å hiv-kompensere for skipets egne bevegelser, så viser dette at dataene fra MRU kan brukes til dette.

Problemet med denne løsningen er at metoden er avhengig av at en rask og stabil kommunikasjon mellom skipet og plattformen blir opprettet.

6.6 Andre bruksområder

Med en god metode for avstandsmåling, som lett kan videreutvikles til å måle bevegelse av plan har man en et godt grunnlag for mange ulike bruksområder.

Et eksempel kan være landing av helikopter på bevegende landingsplass, da dette kan være krevende med kjappe og brå bevegelser. Her kan man lett montere gjenkjennelige punkter med kjent avstand. Helikopteret trenger ikke bruke metoden for å lande automatisk, men heller som en sikkerhet for piloten. Man kan se for seg at ved en plutselig brå bevegelse, hvor helikopterdekket nærmer seg ved stor fart, vil metoden overstyre piloten og øke avstanden til helikopterdekket. Det kan være vanskelig for piloten å se om en bølge kommer uforventet.

7 KONKLUSJON

I denne oppgaven skulle gruppen se på metoder som kunne forenkle lasteoperasjoner ved oljeinstallasjoner, da særlig med tanke på aktiv hiv-kompensering. Gruppen ble enige sammen med veiledere og oppdragsgiver at det var ved bruk av ett kamera montert i kranbommen som det skulle sees nærmere på.

Resultatet som er blitt oppnådd er en metode for å beregne avstand fra et kamera til et plan, samt orienteringen til planet. Veien videre for å oppnå en fullstendig løsning for hiv-kompensering er ikke lang, fordi man med denne metoden vil ha full informasjon om lastedekket til et forsyningsskip. Med videre arbeid bør det fokuseres på hastighet, lett gjenkjennelige punkt for kamera og utregning av hiv-bevegelse der hvor lasten skal lande. Samt kontrollmetoder på kraner for å kompensere for hiv-bevegelsen til forsyningsskipet.

En fordel med denne metoden i forhold til mer kjente metoder for hiv-kompenseringer er at det med denne metoden ikke er nødvendig med kontinuerlig datakommunikasjon mellom båt og plattform. En annen fordel er at man uten store endringer kan implementer en metode for å få full informasjon om hvor lasten befinner seg til enhver tid i forhold til lasteplanet.

Gruppearbeidet har fungert bra, og gruppen har arbeidet tett sammen gjennom hele prosjektet. Det har vært satt opp faste møter med veiledere 1 gang i uken, noe som har ført til at veiledere har vært godt involverte gjennom hele prosjektperioden. Oppdragsgiver har deltatt på møter der det har vært store endringer eller interessante resultater å vise til.

Under arbeidet med denne bacheloroppgaven har gruppen sett viktigheten med god planlegging i forhold til tester og lab arbeid. Mange av testene tidlig i prosjektet hadde liten validitet, og ble dermed forkastet. Etter hvert som metoden for avstandsmåling vart mer komplett og gruppen opparbeidet seg kunnskap i forhold til testutførelse, ble resultatene mer informative og relevante.

Denne oppgaven har gitt gruppen verdifull innsikt i hvordan et forskningsarbeid bør foregå, og hvordan framstille forskningsdata.

8 Referanser

- [1 «The Statistics Portal,» 2015. [Internett]. Available:
] <http://www.statista.com/statistics/279100/number-of-offshore-rigs-worldwide-by-region/>. [Funnet 21 05 2015].
- [2 [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/nb/tema/energi/olje-og-gass/norsk-oljehistorie-pa-5-minutter/id440538/>.
- [3 L. Mæhlum, «Store Norske Leksikon,» 04 07 2014. [Internett]. Available:
] <https://snl.no/avstandsmåling>. [Funnet 20 04 2015].
- [4 «Pomorci,» [Internett]. Available:
] <http://www.pomorci.com/Zanimljivosti/Ship's%20movements%20at%20sea.pdf>.
[Funnet 08 04 2015].
- [5 «screaton,» [Internett]. Available:
] http://www.screaton.net/uploads/2/0/7/0/20708100/r13006-prs-002_r0_hc_presentation.pdf. [Funnet 02 05 2015].
- [6 Ø. B. Ahlsen, «Store norske leksikon,» 14 februar 2009. [Internett]. Available:
] <https://snl.no/brennvidde>. [Funnet 26 mai 2015].
- [7 «Photographylife,» [Internett]. Available: [https://photographylife.com/what-is-](https://photographylife.com/what-is-distortion)
] [distortion](https://photographylife.com/what-is-distortion). [Funnet 17 05 2015].
- [8 [Internett]. Available: <http://www.cs.unc.edu/~marc/tutorial/node37.html>. [Funnet 24
] 05 2015].
- [9 J.-Y. Bouguet, «Vision Caltech,» [Internett]. Available:
] http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/. [Funnet 10 Mai 2015].

- [1 OpenMVG, [Internett]. Available:
0] <http://openmvg.readthedocs.org/en/latest/openMVG/cameras/cameras/>. [Funnet 23
Mai 2015].
- [1 D. Rzeszotarski og B. Więcek , «Calibration for 3D Reconstruction of Thermal
1] Images,» Technical University of Lodz, Institute of Electronics , Krakow, 2008.
- [1 B. Ballard, «Wiley,» 2007. [Internett]. Available:
2] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470060575.app3/pdf>. [Funnet 23 Mai
2015].
- [1 S. E. Umbaugh, Digital Image Processing and Analysis, CRC Press, 2011.
3]
- [1 H. Støle, Forfatter, *BILDE_ANALYSE_131114*. [Performance]. 2015.
4]
- [1 «HIPR2,» [Internett]. Available: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/median.htm>.
5] [Funnet 15 05 2015].
- [1 A. Kristiansen. [Internett]. Available:
6] [http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/181753/Kristiansen,%20Andreas.
pdf?sequence=1](http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/181753/Kristiansen,%20Andreas.pdf?sequence=1).
- [1 Mathworks, [Internett]. Available: <http://se.mathworks.com/products/matlab/>. [Funnet
7] 18 02 2015].
- [1 «Blender,» [Internett]. Available: <https://www.blender.org/about/>. [Funnet 2 Mai
8] 2015].
- [1 «CoDeSys,» [Internett]. Available: <http://www.codesys.com/the-system.html>. [Funnet
9] 03 05 2015].
- [2 «Python,» [Internett]. Available: <https://www.python.org/about/>. [Funnet 5 Mai 2015].
0]

[2 «Project Place,» [Internett]. Available: [https://www.projectplace.no/funksjoner/nye-1\] gantt/?_bt=40079963827&_bk=gantt&_bm=b&gclid=CjwKEAjws5CrBRD8ze702_2dyjYSJAAAJK9yKtHFHqmxxyNU8zzDJADPPmnddQHE9-8zhHwXFUHZaaxoCCYjw_wcB](https://www.projectplace.no/funksjoner/nye-1] gantt/?_bt=40079963827&_bk=gantt&_bm=b&gclid=CjwKEAjws5CrBRD8ze702_2dyjYSJAAAJK9yKtHFHqmxxyNU8zzDJADPPmnddQHE9-8zhHwXFUHZaaxoCCYjw_wcB). [Funnet 11 januar 2015].

[2 Ø. Gjølseth, I. Flatval, H. Eikrem og E. Dyb, «Stor plattform,» Ålesund, 2013. 2]

[2 Rolls Royce, «Rolls-Royce.com,» [Internett]. Available: [http://www.rolls-3\] royce.com/marine/about/](http://www.rolls-3] royce.com/marine/about/). [Funnet 28 Januar 2015].

[2 Norsk Skipsfartshistorisk Selskap, «Skipet.no,» [Internett]. Available: 4] <http://www.skipet.no/maritimt/offshore/de-forste-forsyningskip> . [Funnet 28 Januar 2015].

[2 H. Ryggvik, «Store Norske Leksikon,» [Internett]. Available: 5] https://snl.no/Norsk_oljehistorie . [Funnet 28 Januar 2015].

[2 D. A. Cockburn, «Crosstalkonline,» [Internett]. Available: 6] <http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/2008/200805/200805-Cockburn.pdf>. [Funnet 26 Januar 2015].

[2 H. Sandven, 10 Desember 2010. [Internett]. Available: [http://smidig.com/wp-7\] content/uploads/2011/02/TDT4520-Program-og-informasjonssystemer-fordypningsprosjekt.pdf](http://smidig.com/wp-7] content/uploads/2011/02/TDT4520-Program-og-informasjonssystemer-fordypningsprosjekt.pdf). [Funnet 28 Januar 2015].

VEDLEGG

Vedlegg 1 Forprosjektrapport

Vedlegg 2 Oppdatert gantt-skjema

Vedlegg 3 Møterefferat

Innhold minnepenn:

Vedlegg A Kildekode

Vedlegg B Power point presentasjon av bacheloroppgaven

Vedlegg C Poster av bacheloroppgaven

FORPROSJEKT – RAPPORT

FOR BACHELOROPPGAVE

TITTEL:

Hiv-kompensering for lasting og lossing av forsyningskip fra oljeplattform

KANDIDATER:

Ørjan Gjelseh & Ivan Flatval

DATO: 30.01.2015	EMNEKODE: IE303612	EMNE: FORPROSJEKT	DOKUMENT TILGANG:
STUDIUM: AUTOMATISERINGSTEKNIKK		ANT SIDER/VEDLEGG: 17/1	BIBL. NR: - Ikke i bruk -

VEILEDERE:

Siebe van Albada & Filippo Sanfilippo

OPPGAVE/SAMMENDRAG:

I faget ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling ved høgskolen i Ålesund ble det gitt i oppgave å skrive en forprosjektrapport til bacheloroppgaven. Forprosjektrapporten er en forberedelse til oppgaven, og vil gi tidlig innsikt i mange av bacheloroppgaven sine utfordringer. Forprosjektet vil gi oppgaven klare mål og en tidlig tidsplan. Rapporten er et dokument som vil gi oversikt over hvordan videre arbeid med bacheloroppgaven vil bli utført.

Bacheloroppgaven «Hiv-kompensering for lasting og lossing av forsyningskip fra oljeplattform» er tildelt av Rolls Royce. Oppgaven vil ta for seg problematikken rundt lasting og lossing av forsyningskip ute ved oljeplattformene. I Nordsjøen eller andre tilsvarende havområder vil bølger ha stor innvirkning på båtenes bevegelse. Dette gir kranoperatørene en utfordring når lasten skal settes ned på båten. Oppgaven vil gå ut på lette arbeidet for kranføreren ved å kompensere for den vertikale bevegelsen til båtene.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av student(er) ved Høgskolen i Ålesund.

INNHOOLD

INNHOOLD	2
1 INNLEDNING	4
2 FORKORTNINGER/BEGREPER	5
3 PROSJEKTORGANISASJON	5
3.1 PROSJEKTGRUPPE	5
3.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen - organisering	5
3.1.2 Oppgaver for prosjektleder.....	5
3.1.3 Oppgaver for sekretær	6
3.2 STYRINGSGRUPPE (VEILEDER OG KONTAKTPERSON OPPDRAGSGIVER)	6
4 AVTALER	6
4.1 AVTALE MED OPPDRAGSGIVER	6
4.2 ARBEIDSSTED OG RESSURSER	6
4.3 GRUPPENORMER – SAMARBEIDSREGLER – HOLDNINGER	7
5 PROSJEKTBEKRIVELSE	8
5.1 PROBLEMSTILLING - MÅLSETTING - HENSIKT	8
5.2 KRAV TIL LØSNING ELLER PROSJEKTRESULTAT – SPESIFIKASJON	9
5.3 PLANLAGT FRAMGANGSMÅTE(R) FOR UTVIKLINGSARBEIDET – METODE(R)	10
5.4 INFORMASJONSINNSAMLING – UTFØRT OG PLANLAGT	11
5.5 VURDERING – ANALYSE AV RISIKO	12
5.6 HOVEDAKTIVITETER I VIDERE ARBEID	13
5.7 FRAMDRIFTSPPLAN – STYRING AV PROSJEKTET	14
5.7.1 Hovedplan.....	14
5.7.2 Styringshjelpemidler	14
5.7.3 Utviklingshjelpemidler.....	14
5.7.4 Intern kontroll – evaluering	14
5.8 BESLUTNINGER – BESLUTNINGSPROSESS	14

FORPROSJEKTRAPPORT – BACHELOROPPGAVE

6	DOKUMENTASJON	15
6.1	RAPPORTER OG TEKNISKE DOKUMENTER.....	15
7	PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	16
7.1	MØTER	16
7.1.1	<i>Møter med styringsgruppen</i>	16
7.2	PERIODISKE RAPPORTER	16
7.2.1	<i>Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)</i>	16
8	PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	16
9	UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING	16
10	REFERANSER	17
11	FIGURLISTE	17
	VEDLEGG	17

1 INNLEDNING

Som en del av faget ingeniørfaglig systematikk og systemutvikling skulle hver enkelt bachelorgruppe skrive en forprosjektrapport til bacheloroppgaven. Hensikten med denne forprosjektrapporten var å planlegge og å definere bacheloroppgaven.

Oppdragsgiver til bacheloroppgaven er Rolls Royce Marine Dept. ved NMK. Rolls Royce Marine Norge har lokaler fra Oslo til Molde, med hovedkontor i Ålesund. Med rundt 4000 kunder og utstyr installert om bord i 30.000 skip er Rolls Royce en ledende leverandør av produkter og løsninger for skip og maritime næringer.[1]

Siden tidlig på 1960 tallet har det vært aktivitet og leting etter olje på havbunnen. Etter hvert som borerigger og produksjonsplattformer kom på banen, ble behovet for forsyninger økende. Siden det første forsyningsskipet kom til Norge i 1966 har det vært en stor utvikling både på skip og oljerigger. Mye av utviklingen har vært med sikkerhet i fokus, på grunn av de mange ulykkene knyttet til oljeaktiviteten offshore. [2][3]

Oljerigger er avhengige av å få forsyninger fra land for å kunne holde seg operative. Forsyningene blir fraktet ut til plattformene med et forsyningsskip (PSV). For å få lasten fra forsyningsskipene til plattformen blir kraner på plattformen brukt. Siden det som oftest ikke er vindstille i Nordsjøen vil forsyningsskipene nesten alltid være i en form av bevegelse, samt at noen plattformer er flytende selv. Skipet vil heve og senke seg i henhold til bølgen (hiv), samt krenge (rull og pitch). Disse bevegelsene mellom laste og losse planene er en utfordring for kranførerne.

I Bacheloroppgaven vil det bli undersøkt mulige halvautomatiske løsninger på utfordringene kranførerne står ovenfor, spesielt med tanke på hiv-bevegelsen til forsyningsskipene i forhold til plattformen. Dette med hjelp av et kamera på kranbommen.

Denne rapporten er et forprosjekt for bacheloroppgaven, og vil beskrive hvordan gruppen ønsker å løse oppgaven. Det blir lagt vekt på hvordan gruppen ønsker å organisere og planlegge videre arbeid med prosjektet.

2 FORKORTNINGER/BEGREPER

RR - Rolls Royce

PSV - Platform Supply Vessel (forsyningskip)

Hiv - Bevegelse langs z - akse (Opp og ned)

MRU - Motion Reference Unit, sensor som måler hiv, pitch og rull, med mer.

GPS - Global Positioning System

3 PROSJEKTORGANISASJON

3.1 Prosjektgruppe

Studentnummer(e)
Ivan Flatval
Ørjan Gjelseth

Tabell: Studentnummer(e) for alle i gruppen som leverer oppgaven for bedømmelse i faget IF300114

3.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen - organisering

Prosjektgruppen vil bestå av en leder og en sekretær. Gruppen vil at alle medlemmene skal ha likt ansvar for at oppgavene blir gjennomført på best mulig måte.

3.1.2 Oppgaver for prosjektleder

Ørjan er valgt til lederen for prosjektet. Som prosjektleder er Ørjan ansvarlig for at tidsfrister blir holdt, og å organisere møter med veiledere og oppdragsgivere. Siden gruppen vil ha en flat lederstruktur, vil ikke prosjektlederen kunne ta endelige avgjørelser.

3.1.3 Oppgaver for sekretær

Ivan er valgt til sekretær for prosjektet. Som sekretær er Ivan ansvarlig for møtereferater og ukentlige rapporter til veilederne.

3.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)

Prosjektgruppe:

Ivan Flatval og Ørjan Gjølseth

Veiledere fra Høgskolen i Ålesund:

Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Bedriftskontakt Rolls Royce:

Dag Sverre Grønmyr

4 AVTALER

4.1 Avtale med oppdragsgiver

Hvordan oppgaven skal løses og hva som er viktige elementer er blitt diskutert med oppdragsgiver og veiledere. Det er avtalt at oppdragsgiver deltar på møter sammen med veiledere en til to ganger per måned. Dette avhenger av framgangen i prosjektet og om det eventuelle tidsrommet passer.

4.2 Arbeidssted og ressurser

Gruppen har tilgang til skolens datalab under hele prosjektarbeidet. Dette arbeidsstedet har kort veg til alle involverte i prosjektet. Siden oppdragsgiver holder til like ved, vil det ikke være nødvendig med tilgang til arbeidssted på deres lokaler.

Skolen har lisens til Matlab, en programvare som vil bli viktig i prosjektarbeidet. Andre programvarer som kan være aktuelle i arbeidet vil ikke koste noe.

Det er blitt avtalt møter med oppdragsgiver og veiledere gjennom hele prosjektets varighet. Både oppdragsgiver og veiledere vil også bistå utenom møtene om dette skulle være nødvendig. Labansvarlig vil være tilgjengelig for bistand med arbeidet i laben. Noen andre ressurspersoner fra skolen som har erfaring med ulike deler av prosjektet er også nevnt, og vil kunne bistå med konkrete spørsmål.

4.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

Gruppenormer og samarbeidsregler

For at et hvilket som helst gruppeprosjekt skal bli vellykket med gode resultater, er det viktig at gruppen som skal gjennomføre prosjektet har visse normer og regler. For at normene og reglene skal ha noe effekt, er det viktig at alle har forstått og er enige i dem. Gruppen setter åpenhet, punktlighet, kvalitet og høy arbeidsmoral som gode og viktige verdier.

Gruppen vil at alle ideer og forslag skal imøtekommes med et åpent sinn. Det skal også være mulig å si fra hvis en er uenig i noe. Konstruktiv kritikk skal og gis og tas imot i beste mening.

Alle avtaler skal opprettholdes til avtalt tid. Det kan naturligvis oppstå situasjoner hvor noen ikke klarer å møte til tide, enten ved sykdom eller andre uforutsette hendelser. Den personen det gjelder skal umiddelbart si fra når noe slikt oppstår.

For at kvaliteten i prosjektet skal kunne holdes på et godt nivå, er det viktig at alle i gruppen er ærekjær til eget arbeid, og gjennomfører alle sine oppgaver etter beste evne. I tillegg til at kvaliteten skal være høy, er det også viktig at alle i gruppen jobber med sine respektive oppgaver når de er satt til det. En skal jobbe minst så mange timer som det står i planen.

Holdninger

Gode holdninger er noe gruppe ser på som viktig i enhver situasjon. Som nyutdannet ingeniør er det viktig å være ydmyk og vise god oppførsel ovenfor kollegaer. En skal være ærekjær til eget arbeid, og føle et ansvar ovenfor arbeidet som blir utført.

I arbeidslivet vil en ofte bli satt til å samarbeide med andre eller i grupper. Når en arbeider tett sammen er det viktig å ta hensyn til andres arbeidsmetoder. En må være åpen for ulike løsninger, og diskutere eventuelle uenigheter på en saklig måte.

En automatiseringsingeniør vil kunne få arbeidsoppgaver utenfor eget arbeidssted. Det er viktig at en her viser respekt for andres arbeidssted, og utfører arbeidet på den måten som ønskes.

Oppgaven som gruppen har valgt er gitt av Rolls Royce. Det kan tenkes at Rolls Royce har regler for dokumentasjon og annen informasjon gitt til prosjektet. Dette kan være en del av Rolls Royce sin taushetsavtale. Det vil her være viktig å ikke misbruke

denneavtalen. Avtaler som gruppen gjør med bedriftskontakt og veiledere må holdes, og prosjektoppgaven må bli sett på lik linje med et prosjekt en kan bli satt til i arbeidslivet.

5 PROSJEKTBESKRIVELSE

5.1 Problemstilling - målsetting - hensikt

Lasting og lossing av PSV i Nordsjøen kan vær krevende for kranføreren. Båten og plattformen vil bevege seg i forhold til hverandre i alle retninger, hiv, pitch og rull. I denne oppgaven er det hiven som er i fokus. Det skal studeres og analyseres mulige løsninger som gjør det lettere for kranføreren å laste på dekket til en PSV uten å tenke så mye på hvordan båten beveger seg opp og ned i takt med bølgene. Dette kan gjøres ved hjelp av GPS, MRU og/eller andre målinger fra skipet og plattformen. Kranen skal hiv-kompensere lasten i forhold til båten. Kranføreren skal kunne aktivere og deaktivere denne hiv-kompenseringen ved egen vilje. Når hiv-kompenseringer er aktivert, skal kranen kjøre opp og ned lasten i takt med båten.

Problemstilling:

Studere å analysere mulige metoder for å forenkle lasting av PSV fra rigg med å kompensere for hiven til båten i forhold til plattformen. Gruppen har sammen med veiledere og oppdragsgiver komnt fram til at fokus skal være målinger av båten ved hjelp av et kamera i plattformkranen.

FORPROSJEKTRAPPORT – BACHELOROPPGAVE

Prosessmål:

- Forbedre gruppemedlemmene sine samarbeidsevner med en oppdragsgiver og andre prosjektdeltakere
- Forbedre evnen til å skrive undersøkende rapporter
- Øke profesjonalitetsnivået til gruppen
- Bli bedre til prosjektplanlegging og gjennomføring

Effektmål:

- Forenkle lasteoperasjoner mellom PSV og plattform
- Redusert skade på PSV og last

Resultatmål:

- Ferdig undersøkende rapport om muligheten for å implementere hiv-kompensering for lasting av PSV fra rigg, ved hjelp av GPS, MRU og/eller andre sensorer.

5.2 Krav til løsning eller prosjektresultat – spesifikasjon

Som minstekrav krever oppdragsgiver en undersøkende rapport som tar for seg problemstillingen.

Prosjektresultat:

- Mulig kontrollmetode for hiv-kompensering
- Løsning for bruk av kamera for å finne båtens bevegelser (rull, pitch og hiv)
- Simulering av båtens bevegelser med kamera kalkulasjoner som input
- Muligheten for å bruke alternative sensorer

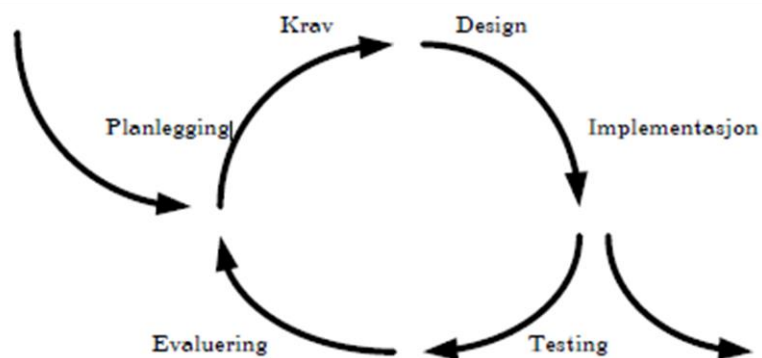
5.3 Planlagt framgangsmåte(r) for utviklingsarbeidet – metode(r)

Første steg i prosjektets utførelse vil være å komme fram til gode og nyttige problemstillinger. For å kunne få dette på plass, må gruppen sette seg inn i vanskeligheter med nåværende løsninger på dette feltet. Under prosessen med problemanalysen vil oppdragsgiver og kontaktpersoner bli brukt for å forme problemstillingene slik at det blir nyttige og oppnåelige.

Prosjektet vil bestå av ulike temaer som tilsammen vil kunne gi en god løsning til prosjektets mål. De ulike temaene vil ha ulik grad av løsningskrav, og hvert tema vil ha en ansvarlig person. Ansvarlig person må se til at kravene blir oppfylt, og tildele øvrige medlemmer nødvendige oppgaver innenfor temaet.

Gruppen ønsker å ha en iterativ og inkrementell utviklingsmodell. Om mulig vil løsninger under prosessen bli utprøvd, for å kunne fastslå om en er på riktig spor. På denne måten vil prosjektarbeidet ha en inkrementell utvikling, der ulike deler av prosjektet blir ferdigstilt med mulighet for iterasjoner.

Med en slik utviklingsmodell vil det bli en mindre risiko for at prosjektet vil feile, fordi man her er tvunget til å ha framgang i prosjektet. Man vil ha muligheter til å forbedre og gjøre endringer på deler av prosjektet. Denne utviklingsmodellen følger den tradisjonelle vannfallsmodellen, men har løst mange av dens svakheter.[4]



Figur 1 Iterativ og inkrementell utviklingsmodell

[5]

5.4 Informasjonsinnsamling – utført og planlagt

Generell informasjon rundt problemstillingene er det første steg. Gruppen vil oppdatere seg på løsninger som i dag brukes, og hvordan dette blir løst. Gruppen ser for seg at bedriftskontakt kan hjelpe med denne informasjonsinnsamlingen, eller eventuelt sette gruppen i kontakt med riktige personer.

Siden veiledere med hver sine ekspertisefelt er tildelt, vil gruppen aktivt bruke dem for å få rett innfallsvinkel i de ulike delene av oppgaven. Skolen sine ulike ressurser vil bli brukt der hvor passende problem skulle oppstå.

Gruppen ønsker å intervju personer med erfaring og bakgrunn rundt oppgavens tema. Dette kan være personer som:

- Opererer offshore kraner
- Opererer båter som forsyner plattformer
- Er leverandører av offshore kraner
- Har erfaring med nåværende løsninger på hiv-kompensering

En befaring på et sted hvor kraner med aktiv hiv-kompensering bygges er ønskelig. Da vil gruppen se operasjonen i praksis, noe som vil være til nytte for videre arbeid med prosjektet.

5.5 Vurdering – analyse av risiko

I alle store og små prosjekter er det visse risikofaktorer som må identifiseres. Vanlige risikofaktorer er alt fra tap av ressurser til svikt i det tekniske til det menneskelige arbeidet. I dette prosjekt er risikoen for fravær av gruppemedlemmer og teknisk svikt de største risikofaktorene.

Midlertidig eller permanent fravær av gruppemedlemmer vil mest sannsynlig skyldes uforutsette hendelser som ikke kan forebygges. Midlertidig fravær vil bli løst ved å skyve tidsfrister, om det ikke er mulig vil det andre gruppemedlemmet ta over oppgaven. Ved permanent fravær vil den gjenværende måtte fullføre hele oppgaven alene, med kutt i problemstillingen i samråd med veilederne.

Risikoen for teknisk svikt vil alltid vær tilstede, ved datatap og øvrige programvarefeil. Risikoen for datatap kan forebygges ved hyppig og gode rutiner for lagring av back-up filer og back-up dokumenter, disse bør lagres på plasser som i utgangspunktet ikke brukes av noen. Risikoen ved programvarefeil er derimot ikke så lett å forutse eller forebygge, slikt må vurderes og løses fortløpende. Om gruppen ikke har den kunnskapen som trengs for dette, må gruppen benytte seg av skolens ressurser.

Slik gruppen ser på den midlertidige problemstillingen så har gruppen tro på at den er gjennomførbar innen tidsfristen. Det er mulig at det utover prosjektets gang vil oppstå en nødvendighet for å ytterligere presisere og/eller avgrense prosjekter. Dette vil i så fall bli gjort i samarbeid med veilederne og oppdragsgiver.

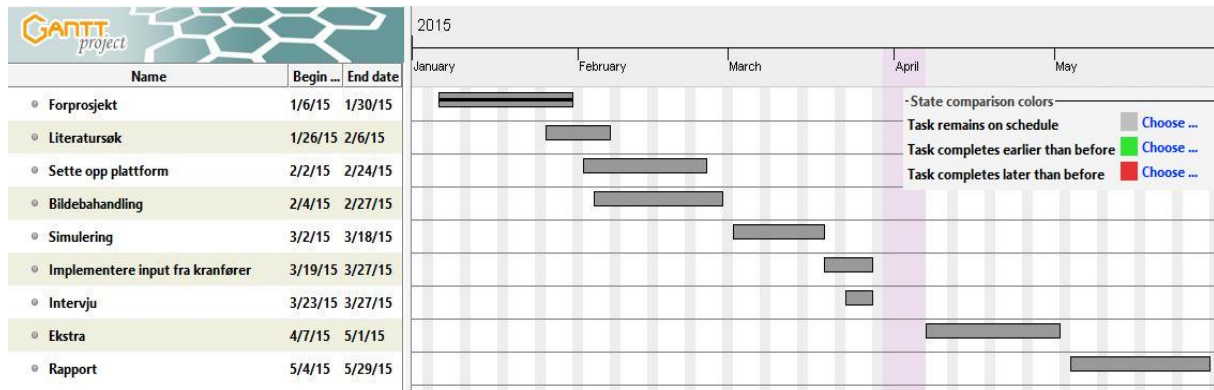
FORPROSJEKTRAPPORT – BACHELOROPPGAVE

5.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid

Nr	Hovedaktivitet	Ansvar	Tid
1	Literatursøk	Ivan	26 timer
2	Sette opp plattform i lab	Ørjan	78 timer
3	Bildebehandling	Ørjan	80 timer
4	Simulering	Ivan	60*2 timer
5	Implementere input fra kranfører	Ivan	26*2 timer
6	Ekstra	Ivan	76*2 timer
7	Intervju	Ørjan	
7.1	Skrive intervjuguide		7 timer
7.2	Intervjuepersoner		10 timer
8	Rapport	Ørjan	
8.1	Rapport skiving		116*2 timer
	Sum		757 timer

5.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet

5.7.1 Hovedplan



Figur 2 Ganttdiagram

5.7.2 Styringshjelpemidler

Styringshjelpemidler er viktige for å holde følge med progresjonen i prosjektet, samt for å rekke tidsfrister og passe på at prosjektet blir ferdig innen tidsfristen.

Gruppen har valgt å bruke programmet GanttProject for å lage ganttdiagram.

Ganttdiagram er et enkelt og oversiktlig styringshjelpemiddel til å planlegge og styre prosjekter.

5.7.3 Utviklingshjelpemidler

For beregninger, simuleringer og bildebehandling vil Matlab/Simulink bli brukt.

5.7.4 Intern kontroll – evaluering

Før hvert møte med veilederne skal gruppen presentere til hverandre hva hver enkelt har gjort, slik at alle vet progresjonen til hverandre. Det vil også holdes ukentlige møter med veilederne. Det er viktig å definere mål og delmål med en klar slutt og start. Det vil gjøre det enklere for gruppen og veilederne å se progresjonen i prosjektet.

5.8 Beslutninger – beslutningsprosess

Beslutninger under arbeidet med forprosjektet og bacheloroppgaven blir tatt av gruppen i plenum. Hvis det er uenigheter innad i gruppen vil dette tas opp med veilederne.

Problemstillingen er besluttet i samband med veilederne og oppdragsgiver.

6 DOKUMENTASJON

6.1 Rapporter og tekniske dokumenter

Bacheloroppgaven skal beskrives i en godt dokumentert rapport. Rapporten skal skrives på en standard mal tildelt fra Høgskolen i Ålesund. Det vil bli lagt stor vekt på problemstillinger, teori og utførelse i rapporten.

Gruppen vil jevnlig dokumentere arbeid som blir utført med oppgaven. Det vil bli skrevet møtereferat kort tid etter hvert møte. Slike rutiner vil gjøre arbeidet med endelig rapportskrivning av bacheloroppgaven mer korrekt.

Alt som vil trenge en form for godkjenning vil bli tatt opp med ansvarlig person. Er det tvil om hvem dette eventuelt er, vil veiledere eller kontaktperson i Rolls Royce bli kontaktet.

Enhver person som er ansvarlig for retting og veiledning av prosjektet vil få det av dokumenter som ønskes. Videre distribusjon vil gruppen sammen med veiledere og bedriftskontakt avgjøre.

Gruppen vil bruke Dropbox for oppbevaring av alle dokumenter tilhørende oppgaven. Det vil kun være gruppemedlemmene som har tilgang til disse dokumentene. Det som blir brukt av utstyr vil bli oppbevart i skap på skolen om mulig.

7 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

7.1 Møter

7.1.1 Møter med styringsgruppen

Gruppen har avtalt å møte veilederne minst 1 gang per uke. Møtene vil gi veilederne innsikt i framgangen med oppgaven, og gruppen vil få veiledning til hvordan løse ulike deler av oppgaven. Møtene vil hjelpe gruppen med å holde tidsfrister som er satt for delmålene under oppgaveutførelsen.

7.2 Periodiske rapporter

7.2.1 Framdriftsrapporter (inkl. milepæl)

Det vil bli levert inn framdriftsrapporter til veilederne torsdager annenhver uke. Denne vil inneholde hva som ble gjort den uka, samt hva som skal gjøres uken etter.

8 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Dersom framdriften i prosjektet ikke går som planlagt skal den ansvarlige ta dette opp med gruppen. Gruppen skal deretter finne ut hvorfor det ikke går som planlagt, og deretter vurdere mulige løsninger på problemet. Dersom gruppen ikke finner passende løsninger på problemet vil det tas opp med veilederne, deretter med oppdragsgiver.

Ansvaret av de forskjellige oppgavene i prosjektet vil bli delegert av prosjektlederen. De ansvarlige må passe på at tidsfristene blir holdt.

9 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING

Gruppen har behov for Matlab/simulink. Skolen har lisenser til dette.

10 REFERANSER

- [1] Rolls Royce, «Rolls-Royce.com,» [Internett]. Available: <http://www.rolls-royce.com/marine/about/>. [Funnet 28 Januar 2015].
- [2] Norsk Skipsfartshistorisk Selskap, «Skipet.no,» [Internett]. Available: <http://www.skipet.no/maritimt/offshore/de-forste-forsyningsskip> . [Funnet 28 Januar 2015].
- [3] H. Ryggvik, «Store Norske Leksikon,» [Internett]. Available: https://snl.no/Norsk_oljehistorie . [Funnet 28 Januar 2015].
- [4] D. A. Cockburn, «Crosstalkonline,» [Internett]. Available: <http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/2008/200805/200805-Cockburn.pdf>. [Funnet 26 Januar 2015].
- [5] H. Sandven, 10 Desember 2010. [Internett]. Available: <http://smidig.com/wp-content/uploads/2011/02/TDT4520-Program-og-informasjonssystemer-fordypningsprosjekt.pdf>. [Funnet 28 Januar 2015].

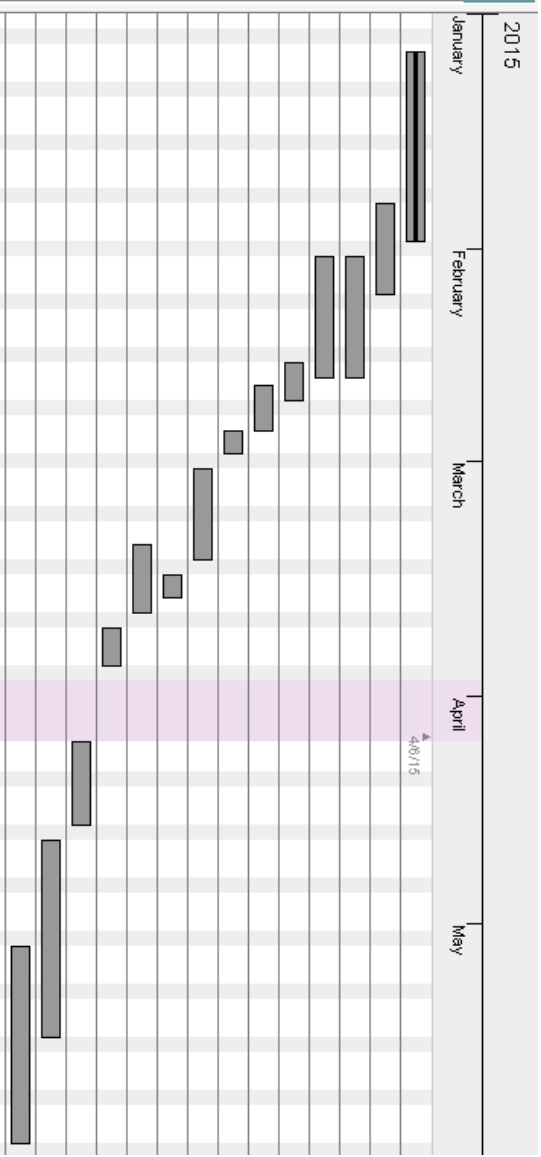
11 FIGURLISTE

Figur 1 Iterativ og inkrementell utviklingsmodell	10
Figur 2 Gantt diagram	14

VEDLEGG

Vedlegg 1	Gantt diagram PDF
-----------	-------------------

Name	Begin date	End date
• Forprosjekt	1/6/15	1/30/15
• Literatursøk	1/26/15	2/6/15
• Utarbeide en algoritme	2/2/15	2/17/15
• Bildebehandling	2/2/15	2/17/15
• Designe testprogram	2/16/15	2/20/15
• Sette opp testplattform	2/19/15	2/24/15
• Testing av algoritmen på plattform	2/25/15	2/27/15
• Forbedring av algoritmen og testprogrammet	3/2/15	3/13/15
• Testing av den nye algoritmen	3/16/15	3/18/15
• Forberedning for tester i Blender	3/12/15	3/20/15
• Utføre tester i Blender	3/23/15	3/27/15
• Forbedring av algoritmen	4/7/15	4/17/15
• Utføre flere tester i Blender	4/20/15	5/15/15
• Ferdigstilling av rapport	5/4/15	5/29/15



Møte onsdag 07.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Houxiang Zhang

Sak 1: Generelt om oppgaven gitt av RRM

Det ble diskutert generelt om hva oppgave gikk ut på og hva RRM ønsket og få besvart. Hvilke tanker gruppen hadde om oppgaven ble også presentert. Det ble avtalt at prosjektorganisasjonen skulle presentere nøyere sine ideer ved neste møte.

Nytt møte fredag 09.01.15 ble avtalt

Møte fredag 09.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Houxiang Zhang

Sak 1: Presentasjon av hver enkelt deltaker sine ideer rundt oppgaven

Hver deltaker presenterte hvordan og hva de ønsket skulle være i fokus under oppgaven.

Nytt møte mandag 12.01.15 ble avtalt, da bare med Siebe

Møte mandag 12.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth og Siebe van Albada

Sak 1 Hvordan løse oppgaven

Det ble grundig diskuterte hvordan oppgaven skulle løses, og hvordan en eventuell problemstilling burde se ut. En fysisk modell av en kran ble planlagt og bruke, og Filippo ble oppsøkt for å se nærmere på en hydraulisk kran som skolen hadde stående på en lab.

Hadde brainstorming sammen med Siebe senere. Gruppen kom fram til at et kamera i toppen av kranbommen samt, Hiv/pitch/rull målinger fra båt og rig kunne vær ei god løsning.

Nytt møte onsdag 14.01.2015 da med oppdragsgiver

Møte onsdag 14.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Dag Sverre Grønmyr og Jon

Sak: Hva ønsker oppdragsgiver, samt presenter gruppens ønske

Dag Sverre og Jon ville at vi skal fokusere på det matematiske først, ikke så viktig med fysisk modell for dem. Litt tips for hvordan gå frem i planleggingen ble også presentert.

Blei enige om å holde et nytt møte senere sammen med veilederne. Oppdragsgiver nevnte at de kunne være med på møte annen hver uke, eller en gang i måneden, alt etter om vi hadde noe nytt til dem.

Møte fredag 16.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelseth, Siebe van Albada, Houxiang Zhang og Filippo Sanfilippo

Sak 1 Ny veileder

Houxiang mente at det var best at Filippo tok over hans rolle i prosjektet, men at de ikke var noe problem og komme til han med spørsmål.

Sak 2 Problemstilling

Diskuterte målformuleringer og innhold i oppgaven. Det ble og avtalt og spørre oppdragsgiver etter nyttige data for prosjektet.

Kom fram til ukentlig møte hver fredag klokken 09:00

Nytt møte onsdag 21.01.2015

Møte onsdag 21.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelseth, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 Datainnsamling fra oppdragsgiver

Finne ut MRU og GPS sin nøyaktighet

Nytt møte fredag 23.01.2015 da med oppdragsgiver

Møte fredag 23.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelseth, Siebe van Albada, Filippo Sanfilippo og Dag Sverre Grønmyr

Sak 1: Data om GPS og MRU

Dag Sverre presenterte litt data om DP systemer til RR

DP bruker MRU og GPS.

DP heading og position warning og alarm:

Position:

warning 4m

alarm 5m

Heading:

warning 2grader

alarm 3grader

Sak 2 Oppgave løsning

Kom fram til at vi dropper fysisk modell. Og at vi skal fokusere på kommunikasjon, vision/sensore, matematiskemodeller og kontrollmetoder.

Systemet treng ikke å vær helautomatisk, fører kan vær interaktiv.

Sak 3 aktuelle sensorer

Veilederne ville vi skulle undersøke om aktuelle sensorer innen 30.01 eller 06.02.

Hvilken type? Hvor? Hvordan? Laser er problematisk pga dårlig "spegling" på båtdekket, sette på reflektorer? Så videre med vision, kinect. Direkte målinger er å foretrekke. Operatør kan styre sensorer, for eksempel hvor de skal måle.

Neste møte fredag 30.01.2015

Møte fredag 30.01.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 problemstilling

Ny problemstilling. Bruk kamera i riggens bom til å måle alle bevegelser. Vil da slippe kommunikasjon biten mellom båt og plattform.

Det ble avgjort at plattform i labben skulle brukes for å teste og måle bevegelser. Skal og måle bevegelsen ved hjelp av encodere for å teste nøyaktighet.

Neste møte fredag 06.02.2015

Møte fredag 06.02.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 oppsett for testplattformen

Plattform:

- Fast posisjon, ta bilde for hver posisjon og måle avstand og bevegelse.
- Sakte bevegelse da filme
- Rask bevegelse med film

Finne løsning for å vite faktisk posisjon i film

Neste møte fredag 13.02.2015

Møte fredag 13.02.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada, Filippo Sanfilippo og Dag Sverre Grønmyr

Sak 1 Presenter ny problemstilling for Dag Sverre

Den nye problemstillingen falt i smak, og oppdragsgiver synes dette var en spennende vinkling

Sak 2 Hva skal rapport inneholde

Sak 3 Videre arbeid

Vanskelig med eksakt posisjonering av lyskilde (objekt) på forskjellige båter.

Prosjekt:

- Kalibrering
- forskjellige kameralinser
- manuell måling av plattform
- Snakke med gouyan eller wei li om kamera

Neste møte fredag 13.02.2015

Møte fredag 13.02.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelsest, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 vise resultater oppnådd

Sak 2 videre arbeid

Neste møte 20.02.2015

Møte fredag 20.02.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelsest og Filippo Sanfilippo

Sak 1 vise resultater oppnådd

Sak 2 videre arbeid

Neste møte fredag 27.02.2015

Møte fredag 27.02.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelsest, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 rapport

Må starte og notere i rapport, dokumentere underveis er viktig for enkle og ta igjen arbeidet senere.

Sak 2 lab

Ny lab med nye bilder av plattform i bevegelse. Jobbe videre med problemet rundt den inverse mappinga av projeksjonsvektorer

Sak 3 Få på plass matematikken

Neste møte fredag 06.03.2015

Møte fredag 06.03.15

Tilstede: Ørjan Gjelsest, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 Matematikk

Regnet igjennom problemet med kalkulering av Z. Diskuterte hvordan et ideelt bilde skulle bli tatt av plattformen.

Sak 2 Simulerte bilder

Ble enige om å bruke Unity eller lignende programvare for å simulere et ideelt bilde.

Neste møte tirsdag 17.03.2015

Møte tirsdag 17.03.15

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Dag Sverre Grønmyr

Sak 1 presentere arbeid for Dag Sverre

Sak 2 videre arbeid

Diskuterte litt hva som skulle gjøres videre.

- Fordeler ulemper..
- Ta nye bilder/filmer og teste i lab
- Lage simulering i blender
- skrive rapport
- Ca. 1 måned igjen med oppgave, før det skal være løst

Neste møte Mandag 13.04.2015

Mandag 13.04.15

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 vise resultater oppnådd

Sak 2 videre arbeid

Neste møte mandag 20.04.2015

Møte Mandag 20.04.15

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 vise resultater oppnådd

Fokus siste tiden, Komme i gang med rapport.

Sak 2 videre arbeid

Neste møte mandag 27.04.2015

Møte Mandag 27.04.15

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjølseth, Siebe van Albada og Dag Sverre Grønmyr

Sak 1 Rapport

Hva bør være med, hvordan presentere resultat osv.

Neste møte mandag 11.05.2015

Møte Mandag 11.05.2015

Tilstede: Ivan Flatval, Ørjan Gjelseth, Siebe van Albada og Filippo Sanfilippo

Sak 1 Rapport

Sak 2 Poster,

Sak 3 Presentasjon